



PROCEDIMIENTOS Y MEDIOS
para que la
TOMA DE DECISIONES
sea
CORRECTA Y OPORTUNA

EL SISTEMA DE INFORMACION



MIGUEL ANGEL SILVA

TRABAJO DE INVESTIGACION

AREA: Comando y Control

TITULO: Procedimientos y Medios para que la Toma de Decisiones sea Correcta y Oportuna:

EL SISTEMA DE INFORMACION

AUTOR: Miguel Angel Silva, docente investigador UNDEF- IIFA (ver página 480)

FECHA: Abril 2019

ORGANISMO: Universidad de la Defensa Nacional, Facultad Conjunta, Instituto de
Inteligencia de las Fuerzas Armadas

COPYRIGHT: Miguel Angel Silva

UNDEF - IIFA

ISBN:

2019 – 480 páginas

**PROCEDIMIENTOS Y MEDIOS
PARA QUE LA
TOMA DE DECISIONES
SEA
CORRECTA Y OPORTUNA
EL SISTEMA DE INFORMACION**

MIGUEL ANGEL SILVA

RESUMEN

El esquicio que hemos colocado en la tapa expresa tanto el tema de la investigación como la situación actual a nivel mundial. La parte superior derecha muestra el proyecto *Deep Green*, desarrollado por el Army de Estados Unidos para que los Comandantes puedan tomar decisiones correctas y oportunas; el dibujo de la parte inferior izquierda es el extremo opuesto, el Comandante que sólo cuenta con su antejo de campaña y lo que le cuenta un observador adelantado para tomar las decisiones.

En la presente investigación hemos procurado presentar un punto intermedio entre los dos extremos, que permita a los Comandantes argentinos tomar decisiones correctas y oportunas utilizando procedimientos y medios acordes con las posibilidades de Argentina.

Para hacerlo, en un principio recurrimos al ciclo de reacción para mostrar lo que es el *Sistema de Comando y Control*, plasmando todo su proceso que comprende:

- La captación de la situación del ambiente operacional por los captores, y el procesamiento de estos datos.
- La transformación de esos datos en información primero, y en conocimiento después, constituyendo el *Sistema de Información*.
- El completamiento del proceso mediante el *Sistema de Decisión y Planeamiento*, que finaliza con las órdenes a los efectores.

A continuación planteamos cómo debe ser el Sistema de Información, que es el tema de la investigación, mostrando en forma detallada todos los procedimientos y medios necesarios para que la información que se obtiene se transforme en el *Conocimiento Dominante del Espacio de Batalla*, conocimiento que permitirá a los decisores que sus *tomas de decisión* sean *correctas y oportunas*.

Mostramos como todo el proceso de análisis se realiza recurriendo continuamente al desarrollo de preguntas que van orientando hacia un razonamiento lógico y cuyas respuestas llevan a un conocimiento cada vez más profundo y sólido, que será la base para la toma de decisiones.

Se acotó la investigación a sólo el Sistema de Información con el objetivo de producir un escrito final de una magnitud que fuese digerible. Haber investigado todo el Sistema de Comando y Control hubiese resultado en un escrito excesivamente extenso, como se puede apreciar si se observa la bibliografía de base para consulta.

Palabras Clave: comando y control, toma de decisión, ciclo de reacción, conducción militar, sistema de información, planeamiento militar, planeamiento operacional

TABLA DE CONTENIDO

Aclaraciones previas	009
PRESENTACION DEL TEMA	011
Primer Bosquejo de Medios y Procedimientos	013
La Participación de nuestro Enemigo y el Juego de Ajedrez	014
El Ciclo de Reacción y la Parte que Investigaremos	018
Los Captores	020
El Sistema de Información	022
El Sistema de Toma de Decisión y Planes	022
El Sistema de Control	024
Los Efectores	024
Los Procedimientos y Medios para Degradar-Proteger	025
Otros Conceptos que Estructuran la Investigación	029
Los Desarrollos Tecnológicos de los Años 1980s	029
La Nueva Prioridad de Blancos (effect based operations)	031
Los Cinco Anillos del Coronel Warden y Las <i>Cualidades Particulares</i> (el genio) del General Schwarzkopf y su Estado Mayor	033
El Ciclo OODA del Coronel Boyd y Las <i>Cualidades Particulares</i> (el genio) del General Schwarzkopf y su Estado Mayor	036
Lo Post Ciclo OODA y Post Ciclo de Decisión de la década 1990	041
El Componente Informacional del Poder Nacional	042
El Posible Sistema de Comando y Control para las Fuerzas Armadas Argentinas	044
Los Espacios para Guerrear	046
Los Tres Espacios Clásicos para Guerrear: Terrestre, Aéreo, y Marítimo	046
El Cuarto Espacio para Guerrear: El Espacio	046
El Quinto Espacio para Guerrear: El Ciberespacio	046
El Sexto (inter) Espacio para Guerrear: El de las Armas Contra-Aire	047
Resumen Sobre los Espacios para Guerrear	053
Referencia a las Organizaciones Utilizadas para la Guerra del Golfo y la Guerra de Malvinas	054
Lo Realizado por la Coalición en la Guerra del Golfo	054
Lo Aplicado por Argentina en la Guerra de Malvinas	055
Lo Posible para Argentina	058
EL SISTEMA DE INFORMACION	061
¿Qué hay? (modelos)	070
Los Diferentes Modelos	074
Que Hay que Tomar en Cuenta al Confeccionar los Modelos	077
Envoltentes y Cubrimientos	078
Configuración/Organización de Cada Modelo	087
Distribución en el Terreno	089
Proceso	090
Doctrinas, Usos y Costumbres, y Demás	090

El Modelo como Parte de un Sistema Mayor	092
Redistribución de los Modelos en: Contra Aire, Contra Tierra, Contra Mar, Contra Espacio, y Contra Comando y Control	096
¿Con qué me va a Detectar?	097
¿Con qué me va a Pegar?	098
El C2 para las Operaciones Contra Aire	099
Relación del Modelo con los Otros Elementos que Participan del Ambiente Operacional	100
Amenazas, Capacidades, Blancos y Escenarios	102
¿Qué Hay? y ¿Qué Tiene? Previo al Conflicto	104
¿Dónde Puede Estar?	106
El Componente Informacional como Actuador	108
Resultado de los Modelos	109
¿Dónde Está? (escenario estático)	111
Los Escenarios Estático y Dinámico	112
El Estrato o Soporte de Base SIG-GIS	120
Grado de Definición y Precisión Posicional	121
Escalas y Otros Factores de la Imagen-Mapa	122
Los Ambientes que Conforman los Escenarios	124
Orografía y Características del Terreno	124
Construcciones del Humano	126
Clima y Meteorología Como Actuadores Sobre la Geografía y la Infraestructura	128
Los Terceros, Involucrados o No	129
El Sistema de Información Geo-referenciado de Base	130
La Parte Dinámica: Nosotros, el Enemigo, y la Meteorología, más los Involucrados	131
Lo Nuestro	132
Lo de Nuestro Enemigo	133
El Aspecto Socio Cultural del Enemigo	135
La Meteorología de Rápido Cambio	135
Los Terceros Involucrados	136
Resultado de ¿Dónde Está? (el Escenario Estático)	136
Necesidad de Agregar Dos Anexos	137
Anexo A: Los Sensores de Captores y Efectores (el anexo completo comienza en pág 247)	138
Anexo B: Otros Factores y Aspectos a Considerar (el anexo completo comienza en pág 355)	138
Los Captores	140
Los Sensores	143
Los Diferentes Captores Según sus Sensores	146
Características de las Plataformas Captoras	149
Las Plataformas y su Ubicuidad	150
Altitud de Operación	151
Alcance (distancia) y Velocidad para el Posicionamiento	152
Permanencia en Estación (lugar de operación)	153
Período o Tiempo de Revisita	154
El Riesgo de los Satélites	154
Los Vehículos No Tripulados	156
Características de los Vehículos No Tripulados (VNT – VeNTri – drones)	157
Los Otros Sistemas que Conforman al VNT como Sistema Captor	158

Los Cubrimientos de Detección de los Captore	159
Uso de los Sensores de los Efectores y de Otras Plataformas de Cualquier Tipo	160
La Relación de los Captore con C4ISR o C4ISTAR	170
El TA de C4ISTAR o de RSTA	177
El Manejo (administración y control) de los Captore (y Sensores de Otras Plataformas)	179
El Procesamiento de los Datos que Captan los Sensores	187
Información a Todos y de Todos	190
Necesidad de Fusión e Integración	191
Necesidad de Información en Tiempo Real (atajos)	193
Ejemplo de Información en Tiempo Real Sensor-Tirador	195
¿Qué Pasaría Si? (el Manejo de la Información)	198
El Manejo de los Otros Medios del C2 (Comando y Control)	202
La Organización Necesaria Para el Manejo del EEM y el CE además del C4ISTAR	204
El Manejo del Combate (guerra) Electrónico	210
Los Otros Subconjuntos: Sensores, Operaciones de Información, Ciberdefensa (guerra), Otros Usos	211
El Subconjunto: Ciberdefensa (guerra)	212
Manejo del C4ISTAR y del EEM	215
Conclusión	216
¿Qué Está Pasando?	221
El Nivel Cognitivo	225
¿Por Qué Está Pasando? (entender – understand)	228
¿Qué Podría Pasar? (darle sentido – sense making)	229
Posibles Futuros	229
¿Qué Quieren que Pase? (intenciones – intentions, intend)	230
Futuros deseados	231
¿Qué Intenta Hacer el Enemigo? (intento – intent)	231
El Conocimiento Dominante del Espacio de Batalla	231
El Producido del Sistema de Información	231
Optimizar y Proteger el Ciclo de Reacción Propio, y Degradar el del Enemigo (El Manejo del Sistema de Comando y Control, de los Captore, y del Espectro Electromagnético)	237
Optimizar el C2, C4ISR, o C4ISTAR	238
La Protección y Degradación de los Sistemas	240
CONCLUSION	245
ANEXOS	
Anexo A: Sensores de Captore y Efectores	247
Tabla de Contenido	249

Anexo B: Otros Factores y Aspectos a Considerar	355
Nota Aclaratoria	357
Tabla de Contenido	359
Anexo C: Acceso Directo a la Bibliografía de Base	435
Aclaración	436
Listado por título (permite acceso directo a los documentos en PDF)	437
Listado por autor	443
 GLOSARIOS, ACRONIMOS y ABREVIATURAS	 449
Del Cuerpo	450
Del Anexo A	457
Del Anexo B: acrónimos	469
 IMAGENES Y GRAFICOS	 475
Del Cuerpo	476
Del Anexo A	478
Del Anexo B	479
 BIBLIOGRAFIA: ver el anexo C en página 435	
 EL AUTOR: Miguel Angel Silva	 480

ACLARACIONES PREVIAS

El tema que hemos desarrollado en la investigación ha sido motivo de exhaustivos estudios en la mayoría de los países, por lo que hemos tratado de relacionar los conceptos e ideas que expresamos con lo desarrollado o vigente a nivel mundial, en particular en Estados Unidos y en NATO (Organización del tratado del Atlántico Norte), teniendo en cuenta que las Fuerzas Armadas Argentinas participan en operaciones combinadas.

El esquicio que hemos colocado en la tapa expresa tanto el tema como la situación actual a nivel mundial. La parte superior derecha muestra el proyecto *Deep Green*, desarrollado por el Army de Estados Unidos para que los Comandantes puedan tomar decisiones correctas y oportunas; el dibujo de la parte inferior izquierda es el extremo opuesto, el Comandante que sólo cuenta con su antejo de campaña y lo que le cuenta un observador adelantado para tomar las decisiones.

En la presente investigación hemos procurado presentar un punto intermedio entre los dos extremos, que permita a los Comandantes argentinos tomar decisiones correctas y oportunas utilizando procedimientos y medios acordes con las posibilidades de Argentina.

Con el mismo espíritu, junto a algunos términos que usamos hemos colocado su traducción en inglés, para que al lector le resulte fácil su relación con la bibliografía de otros países, como la de Estados Unidos que fue quien acuñó la mayoría de los términos, buscando que a lo largo del trabajo dispongamos de un lenguaje y una fraseología que sean inteligibles para todos. Las traducciones son conceptuales, no literales.

Al final del trabajo hemos colocado un glosario de todos esos términos. Como en el lenguaje cotidiano a los términos se los utiliza normalmente en inglés, o con una traducción al español que no está estandarizada, hemos optado por colocar al término, sea acrónimo, abreviatura o texto, primero en inglés, seguido del texto completo también en inglés, y a continuación su traducción al español.

Le hemos agregado un número de página, que se corresponde con el cuerpo del escrito, en donde se expresa el concepto que representa el término en cuestión. Para su definición precisa y normalizada hemos recurrido al glosario de NATO de 2018, al cual se puede acceder en PDF directamente desde el Anexo C (página 435).

El listado es único y comprende tanto términos en castellano como en inglés y acrónimos. Ha sido armado como listado único a fin de que el lector no deba buscar en tres listados diferentes.

Algunos términos resultan conocidos y relacionados con grandes estrategias de la historia, como es por ejemplo: *centros de gravedad*, a los que ya se refirió von Clausewitz, y que se repotenciaron en los años 1980s y 1990s. Suele suceder que en algunos casos el término expresa un concepto moderno que difiere del concepto expresado en su oportunidad, esto es debido a que las tecnologías han hecho que los ambientes sean diferentes; en el ejemplo, no son lo mismo los centros de gravedad de von Clausewitz que los llamados centros de gravedad actuales; por lo que es importante tener claro cuál es el concepto actual que expresa el término.

Las ideas y conceptos vertidos son el resultado de haber leído abundante y diversa bibliografía sobre el tema, por lo que a veces esas ideas y conceptos han surgido como producto de la fusión de todo lo leído, otras, después de leer varios capítulos de un libro o escrito, o después de su lectura completa; a menudo como compatibilización e integración de conceptos expresados en 2 o más escritos o libros, o como resultado de la consulta a doctrinas de otros países.

En cuanto a la bibliografía de base que nos sirvió para consulta y confrontación de conceptos, aun cuando los usos y costumbres fijan que su referencia esté ordenada por autor, hemos colocado también la opción de su ordenamiento alfabético por título, que facilita su identificación según el aspecto analizado y su fácil localización mediante el ISBN para su consulta, sea una copia en papel o digital. También en este caso se puede acceder directamente al texto completo en PDF de los documentos desde el Anexo C (página 435).

Es debido a esta posibilidad de acceder directamente al texto completo que en lugar de colocar a pie de página referencias y citas de páginas y párrafos precisos como es usual, hemos optado por este acceso directo.

También se puede acceder directamente a los textos completos desde el sitio www.radarmalvinas.com.ar. Basta con abrir *Nuevo Guerrear* en el menú del sitio para visualizar un listado de accesos; el primero de ellos: *bibliografía para la investigación*, abre el listado de los libros, escritos, y presentaciones power point. Para bajar un archivo basta clicar sobre el mismo.

Estos son los documentos que hemos utilizado como base de consulta y que están disponibles en internet.

La mayoría de esa bibliografía de base es la que fue publicando a través de los años el Departamento de Defensa de Estados Unidos mediante su organismo dependiente: *Command and Control Research Program* (CCRP – Programa de Investigación de Comando y Control), que inició su trabajo de investigación como organización exclusiva de Estados Unidos en la década 1990, evolucionando después hacia NATO, para finalmente transformarse en el Instituto de Comando y Control Internacional (*International Command and Control Institute* – ICCI), cuya prolífica documentación se puede acceder mediante el sitio www.internationalc2institute.org.

Debido a la abundancia de términos y conceptos que nos interesa destacar, que empleamos y que no son de uso común, hemos usado *cursiva* para remarcarlos, en procura de llamar la atención del lector sobre los mismos. También el lector apreciará que hemos sido reiterativos a lo largo del trabajo, a fin de afianzar los conceptos e ideas.

Como esos conceptos e ideas son abstractos, hemos utilizado gráficos para expresarlos, de forma que su visualización facilite la comprensión de lo escrito.

También recurrimos a ejemplos de la vida cotidiana, como el juego de ajedrez o el uso de teléfonos celulares, para que por comparación resulte fácil interpretar el concepto aunque sea abstracto.

Hace unos años Argentina redefinió los niveles de conducción y adoptó los conceptos de arte y diseño operacional. Como hacemos referencia a conflictos pasados como es Malvinas, a continuación hemos colocado la relación entre los niveles de conducción anteriores y los actuales.

<u>Anteriores</u>	=	<u>Actuales</u>
Estratégico Nacional	=	~~Estratégico~~ Nacional
Estratégico Militar	=	Estratégico Militar
Estratégico Operacional	=	~~Estratégico~~ Operacional
Táctico Superior	=	Táctico Superior
(Unidades) Táctico Inferior	=	Unidades

Debido a que hay una tendencia a reemplazar los escritos en papel por escritos digitales, sean e-book o PDF, hemos optado por que la numeración de las páginas comience correspondiendo el "1" a la tapa, de forma que el número que muestre el lector digital en pantalla coincida con el impreso en la página y con el de la tabla de contenido, con lo que se facilita su localización.

Para la forma de escritura hemos seguido los usos y costumbres de redacción de los manuales y bibliografía de la National Defense University (NDU – Universidad Nacional de Defensa) y de las Fuerzas Armadas de Estados Unidos, ya que tienen un estilo que resulta práctico para la investigación, como el uso de cursiva para llamar la atención sobre términos y conceptos. Además, es un estilo de escritura con el que los lectores del área de Defensa de la mayoría de los países como Argentina están familiarizados.

PRESENTACION DEL TEMA

Para que se puedan tomar decisiones que sean *CORRECTAS*, se necesita *saber*:

- Saber *qué es lo que hay y donde está* (lo que conforma el ambiente operacional).
- Saber *qué está pasando* (conciencia situacional – situational awareness).
- Saber *por qué está pasando* (entender el porqué de lo que sucede – understanding).
- Saber *qué podría pasar* (darle sentido – sense making), apreciar hacia donde evolucionará lo que está pasando y cuáles serán los futuros posibles).
- Saber *qué quiere el enemigo que pase* (intenciones del enemigo – intentions/intend – su futuro deseado).
- Saber *qué queremos nosotros que pase* (intenciones de nuestro Comandante – nuestro futuro deseado).
- Saber *qué intenta (está tratando de) hacer el enemigo* para que pase lo que él quiere que pase (intento – intent).

Además, se necesita que ese saber, definido para su máximo estadio como *conocimiento dominante del espacio de batalla* (dominant battlespace knowledge), esté disponible *a tiempo* para que las decisiones sean *OPORTUNAS*; para que todos los que tengan que decidir lo hagan con tiempo suficiente, y así nuestros medios *efectores* puedan actuar antes de que lo hagan los medios *efectores* del enemigo, concretando nuestro *estado final deseado* (desired end state).

Si logramos montar un sistema que satisfaga esto, tendremos ese conocimiento dominante del espacio de batalla que recién mencionamos, que nos facilitará tomar decisiones correctas y oportunas para que:

- **NO** pase lo que nuestro enemigo quiere que pase,
- **SI** pase lo que nosotros (nuestros Comandantes) queremos que pase,

para mantener o lograr el estado final deseado.

El problema a resolver es: cómo montar tal sistema, y asegurarnos que funcione bien a pesar de nuestro enemigo.

Estos *saber* y *a tiempo* establecen el tema de la presente **INVESTIGACION**:

Cuáles son los **PROCEDIMIENTOS Y MEDIOS** necesarios para que la **TOMA DE DECISIONES** sea **CORRECTA Y OPORTUNA**.

Comenzaremos con la presentación de todo el proceso, que comprende lo que podemos definir como *ciclo de reacción*; desde que los medios *captadores* captan la situación que se está viviendo, hasta que los medios *efectores* actúan para que la situación se adecue a nuestro deseo, el *estado final deseado* (desired end state) de la situación.

Este *ciclo de reacción* es el que les va a permitir a los *decisores*, los Comandantes, ejercer el Comando y Control (C2 - Command and Control), tarea que es la esencia de su gestión como conductores.

Para ejercer el Comando y Control en todos los niveles de conducción:

- Se necesitan individuos *bien informados*, que sepan: *qué* está pasando, *por qué* está pasando, *qué podría* pasar (futuros posibles), y *qué querría* nuestro *enemigo* que pase (su futuro deseado o intenciones).
- Se necesita que estos individuos posean *cualidades particulares*; cualidades que promuevan que las *decisiones* que tomen sean correctas; decisiones que estarán acompañadas por procedimientos y medios que les permitirán concretar esas decisiones mediante acciones de los medios efectores.
- Se debe asegurar que todo ese proceso no se vea afectado por el accionar de nuestro enemigo.

El gráfico *gr1-ciclo reacción* siguiente muestra todo ese proceso o ciclo de reacción, desde que los medios captadores captan la situación imperante, hasta que los medios efectores actúan, produciendo el estado final deseado.



gr1-ciclo reacción

PRIMER BOSQUEJO DE MEDIOS Y PROCEDIMIENTOS

El gráfico nos permite visualizar con gran claridad cuáles son los diferentes medios y procedimientos que intervienen en todo el proceso.

En la base tenemos la situación imperante o *estado actual* del ambiente operacional; situación/estado que puede satisfacer o no nuestro deseo, y que puede satisfacer o no el deseo de nuestro potencial enemigo.

Concentrándonos por ahora en nosotros, si no estamos conformes con la situación/estado actual, deberemos iniciar acciones para cambiarla según nuestro deseo, llevándola a una nueva situación/*estado final deseado*.

Para hacerlo necesitamos *captoreadores* y otros medios de información que nos muestren cual es la situación imperante/estado actual.

Deberemos *analizar* esa información, y someterla a cierto procesamiento para que nos posibilite tomar una *decisión* que sea la más correcta posible, que nos permita lograr la situación/ *estado final deseado*.

Esa decisión, a través de un *planeamiento* adecuado, se plasmará en *órdenes* a los medios *efectores*, los que actuarán sobre la situación para cambiarla y lograr el *efecto deseado*.

De esta forma ya tenemos definidos, en grandes rasgos por ahora, los procedimientos y medios que intervienen en el ciclo de reacción para hacer que una situación/estado cambie según nuestro deseo.

Estos son: *captoreadores, sistema de información, sistema de decisión y planes, y efectores*.

La integración del sistema de información y el sistema de decisión y planes, o planeamiento, constituirán el *sistema de Comando y Control (C2)*.

En los *captoreadores* tendremos todo tipo de sensores y otras fuentes que nos brindarán información, en particular sobre nuestro enemigo, pero también sobre nosotros, el ambiente, y terceros involucrados o no en el conflicto.

El *sistema de información*, indicado en el gráfico por el sector circular en celeste, es el que procesará todo lo brindado por los captoreadores. Comenzará con simples datos que transformará primero en información, para luego, mediante un proceso cognitivo orientado por las preguntas que se muestran, analizar esa información hasta transformarla en un *conocimiento dominante del espacio de batalla*, que permitirá a nuestros decisores tomar *decisiones correctas y oportunas*.

El *sistema de toma de decisión y planes*, indicado por el sector circular gris, tomará ese *conocimiento dominante del espacio de batalla* como base, que tendrá la particularidad de brindar una *percepción común de la situación* (common operational picture) a todos los niveles de decisión, para que cada cual, desde el nivel estratégico y nacional hasta el de unidades, al tener claro *qué* es lo que está pasando, *por qué*, y cuáles son los *posibles futuros* hacia donde

puede derivar la situación, tome su decisión en forma correcta y armónica con el resto, para lograr que la situación cambie según nuestro deseo.

Finalmente los *decisores*, mediante el planeamiento de misiones, impartirán las órdenes a los *efectores* para que actúen cambiando la situación, hasta lograr nuestra situación/*estado final deseado*.

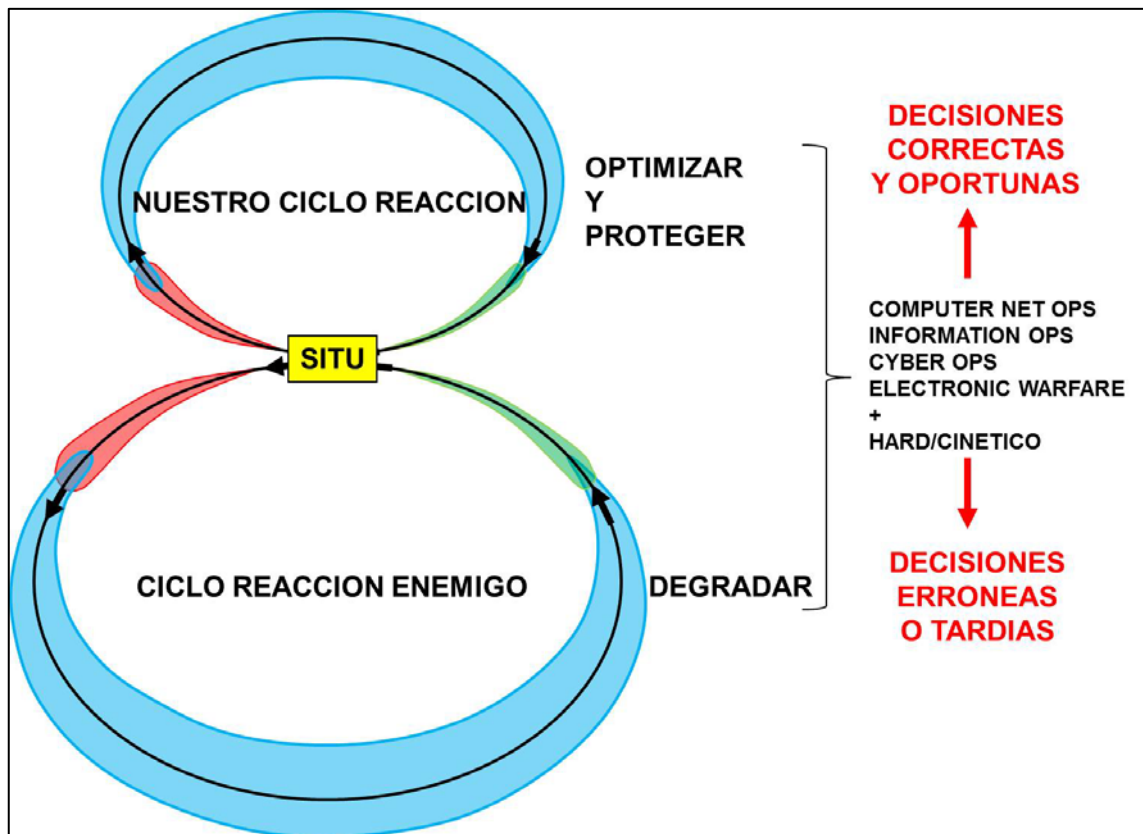
LA PARTICIPACION DE NUESTRO ENEMIGO Y EL JUEGO DE AJEDREZ

El gráfico anterior representa sólo nuestro ciclo de reacción, para que la situación cambie según nuestro deseo.

En él, ante una situación dada, la captamos (mediante los captores), decidimos qué hacer (utilizando medios que ayuden a nuestra mente), y generamos las acciones (mediante los efectores) para producir los efectos que lleven la situación a nuestro estado final deseado.

Sabemos que en los conflictos y guerras hay dos voluntades que se enfrentan, la nuestra y la de nuestro enemigo, por lo tanto, a nuestro ciclo de reacción se le opondrá otro similar, el correspondiente a nuestro enemigo, que realizará el mismo proceso pero con otro estado final deseado, el de él.

Es lo que mostramos en la parte izquierda del gráfico *gr2-ambos ciclos* siguiente.



gr2-ambos ciclos

Así como nosotros trataremos de cambiar la situación según nuestro deseo, también lo tratará de hacer nuestro enemigo; y como su deseo normalmente se opone al nuestro, es fácil percibir que debemos lograr que la situación cambie según nuestro deseo antes de que lo haga según el deseo de nuestro enemigo.

Esto muestra que resulta fundamental que nuestras decisiones sean *oportunas*, dándole a nuestros medios efectores el tiempo suficiente para que *lleguen antes* que los de nuestro enemigo para cambiar la situación.

Este *llegar antes* está representado en el gráfico por nuestro ciclo de reacción más chico, más rápido, por dentro, del ciclo del enemigo. De esta forma nuestro enemigo llegará siempre tarde, cuando la situación ya fue cambiada según nuestro deseo, y por tanto el efecto deseado que debían lograr sus medios efectores ya no será posible.

Como vemos aquí interviene el tiempo, que es un elemento crítico para el éxito de las operaciones; ante una situación dada, quien actúe antes (logre producir los efectos antes) será el que logrará ir cambiando la situación según su deseo. Por eso la importancia de que nuestro ciclo de reacción esté siempre por dentro del ciclo del enemigo.

Aquí recurriremos al juego del ajedrez para explicar, por comparación, lo que se plantea cuando enfrentamos a nuestro enemigo, en relación a los ciclos de reacción.

Las reglas del ajedrez establecen que:

- Se mueve una pieza por vez.
- El proceso es secuencial, moviendo un jugador después del otro.
- El jugador dispone de un tiempo determinado para hacer su jugada.

Supongamos que se pueden cambiar esas reglas; que el proceso es simultáneo, no secuencial, y que ya no hay un tiempo disponible fijado para hacer las jugadas.

Imaginemos que con estas nuevas reglas nuestro oponente (enemigo) toma la torre para hacer una jugada, pero mientras él la desplaza a su nueva posición, nosotros tomamos el alfil y hacemos nuestra propia jugada, concretándola antes de que él suelte la torre, con lo que le arruinaremos el jaque mate que concibió. Se verá obligado a dejar la torre y pensar una nueva jugada, que le implica un nuevo ciclo de reacción; cuando ya decidió y está por tomar ahora el caballo, nuevamente nosotros actuamos antes, por dentro de su ciclo de reacción, obligándolo a soltar el caballo y comenzar de nuevo.

¿Qué hemos logrado? que nuestro oponente/enemigo *re-accione*, que siempre llegue tarde, que haya perdido su capacidad para concretar acciones que tiendan a lograr su efecto deseado. Sus jugadas ahora sólo le sirven para atemperar las nuestras, sin posibilidades de tener la iniciativa, y con una alta probabilidad de terminar en un jaque mate.

Esto que hemos descrito para el ajedrez es lo que sucede en las guerras actuales.

Basados en el concepto que nuestro ciclo de reacción será menor, más rápido, por dentro del ciclo del enemigo, nosotros estaremos siempre *accionando* para lograr nuestro estado

final deseado (el jaque mate a nuestro enemigo), mientras que él sólo podrá *re-accionar*, sin posibilidades de concretar algo que tienda a lograr *su* estado final deseado.

Vemos que para lograrlo necesitamos montar un sistema que nos asegure que ante una situación dada, podamos captarla, entender claramente qué es lo que sucede, por qué, y qué podría pasar, y sobre esa base decidir y ordenar la acción de nuestros efectores, para conservar o modificar la situación según nuestro deseo; y debemos hacerlo antes que actúe nuestro enemigo.

Para lograrlo debemos hacer lo escrito en la parte central del gráfico *gr2-ambos ciclos*:

- Debemos *optimizar* todo lo que interviene en nuestro ciclo de reacción, para que la decisión sea *correcta y oportuna*.
- Debemos *proteger* nuestro ciclo de reacción, evitando que el enemigo logre degradarlo al buscar que la información que obtengamos sea errónea o el ciclo más lento.
- Debemos *degradar* el ciclo de reacción del enemigo, para asegurarnos que su decisión sea *errónea o tardía*.

Para este combate *proteger-degradar* cuyo campo de batalla son los ciclos de reacción, dispondremos de dos tipos de armas:

- Blandas (soft) o no cinéticas, entre ellas:
 - o Operaciones en redes de computadoras (computer network operations).
 - o Operaciones de información (information operations).
 - o Guerra electrónica (electronic warfare).
 - o Operaciones cibernéticas (cyber operations).
 - o Todo otro tipo de medios y sistemas que produzcan daño que no sea físico, o entorpezcan o desaceleren el ciclo de reacción del enemigo.
- Duras (hard) o cinéticas: todo tipo de armas que produzcan daño físico.

Aunque el término que hemos utilizado es: *operaciones*, en realidad el concepto que expresa es el de *guerra o combate* utilizando ese medio. Sucede que desde hace unos años Estados Unidos fue reemplazando en sus doctrinas el término guerra o combate por: operaciones; y NATO y el resto de los países fueron adoptando el mismo criterio.

Continuando con la comparación con el ajedrez, que tiene la particularidad de ser un juego que representa justamente la guerra, así como recién imaginamos un cambio de reglas por el cual el movimiento de piezas no era secuencial ni dentro de un cierto tiempo disponible, ahora imaginaremos que no existe más la regla de una pieza por vez, sino que estamos habilitados para mover todas las piezas al mismo tiempo, y por lo tanto las reglas son:

- Movimiento en paralelo, todas las piezas que queramos simultáneamente.
- Podemos mover al mismo tiempo que lo está haciendo nuestro enemigo.
- Sin tiempo determinado para hacerlo. El que más rápido y acertadamente mueve sus piezas más posibilidades tiene.

Este es el concepto de *guerra en paralelo*, todos los medios y sistemas actuando simultáneamente.

Cada uno (cada pieza) lo hará buscando su efecto deseado particular, pero lo hará en forma armónica con el resto, todos contribuyendo para lograr el estado final deseado.

Completando la imagen mediante las comparaciones, antes cada batalla se desarrollaba en un tablero. Ahora todas las batallas se desarrollan en el mismo, único, enorme tablero, que tiene otra particularidad, ahora también tiene volumen, las operaciones se desarrollan en tres dimensiones, en donde todos los medios y sistemas, terrestres, aéreos, navales, espaciales, cibernéticos y demás, interactúan. El *campo* de batalla se transformó en *espacio* de batalla. Esto ha llevado al desarrollo de un nuevo concepto: el *cross dimensions* (dimensiones cruzadas), en donde todos los medios, no importa a que dimensión física pertenezcan, interactúan.

Finalmente, la posibilidad de usar armas blandas (soft) o no cinéticas (no kinetic) como por ejemplo el ciberataque, hacen que ya no sea más necesario que los efectores lleguen físicamente al emplazamiento geográfico de su blanco para lograr el efecto deseado, el ataque es a la distancia y en paralelo, a varios blancos a la vez, la velocidad del efector es la de la luz, y a veces el enemigo tarda en darse cuenta que ha sido dañado.

Para terminar con la comparación, que esperamos haya resultado útil para facilitar la interpretación de los nuevos conceptos en la forma de guerrear, en el nuevo ajedrez de las guerras y conflictos actuales ya no se necesita el jaque mate para ganar, basta con *paralizar* al enemigo, frustrarle todo intento de mover sus piezas (efectores), con lo que se quiebra su voluntad de guerrear y se lo obliga a que *acueste* a su rey. Un ejemplo de este nuevo concepto de *paralizar* al enemigo hasta *quitarle la voluntad de guerrear* fue la guerra de Kosovo.

Por eso más adelante veremos que en el nuevo guerrear, al atacar al enemigo, a lo que *se apunta* o *se tiene en la mira* (el *aim*, u objetivo) no son sus medios, es su moral, su *voluntad de guerrear*, su espíritu de combate.

A todo esto debemos agregar que en el último par de décadas se fue potenciando un elemento que, aunque es externo al aspecto militar de la guerra, ha adquirido gran preponderancia al momento de guerrear; es el aspecto o componente *informativa* del poder nacional, constituido por todos los medios de información pública y redes sociales, a través de los cuales se realiza una *guerra de percepción*, que contribuye al aspecto o componente militar.

En resumen, todo se reduce a los dos ciclos de reacción, el nuestro y el de nuestro enemigo, entre los que se producen combates de degradación-protección, en procura de asegurar que *nuestro ciclo de reacción esté siempre por dentro del ciclo del enemigo*.

Si logramos esto, tendremos una alta probabilidad de ser los vencedores.

Para hacerlo debemos montar un sistema de procedimientos y medios que aseguren que, cualquiera sea la situación y su evolución, nuestros decisores siempre estarán en condiciones de *tomar decisiones correctas y oportunas*, mientras nuestro enemigo no.

Este concepto está resumido mediante el gráfico *gr3-optimizar proteger degradar*, en donde además de actuar eficiente y eficazmente en el combate *degradar-proteger* a través de los ciclos de reacción, debemos *optimizar* nuestro ciclo, para:

asegurarnos que.... nuestros decisores tomarán *decisiones correctas y oportunas*,
mientras que.... los decisores enemigos tomarán *decisiones erróneas o tardías*.



gr3-optimizar proteger degradar

EL CICLO DE REACCION Y LA PARTE QUE INVESTIGAREMOS

Tenemos una primera conclusión: para guerrear con una cierta probabilidad de éxito a nuestro favor debemos:

- Optimizar y proteger nuestro ciclo de reacción.
- Degradar el ciclo de reacción del enemigo.

En el presente trabajo nos abocaremos sólo a la parte *OPTIMIZAR* el ciclo de reacción.

En lo que hasta aquí desarrollamos y graficamos hablamos de:

- *Captore*s: todo tipo de plataformas y medios, normalmente equipados con sensores.
- *Sistema de información*: los procedimientos y medios para presentar a los tomadores de decisión, los Comandantes, un conocimiento dominante del espacio de batalla que los coloque en condiciones óptimas para tomar decisiones correctas y oportunas.
- *Sistema de decisión y planes, o planeamiento*: los procedimientos y medios para decidir, planear e impartir órdenes para actuar eficaz, eficiente y efectivamente.

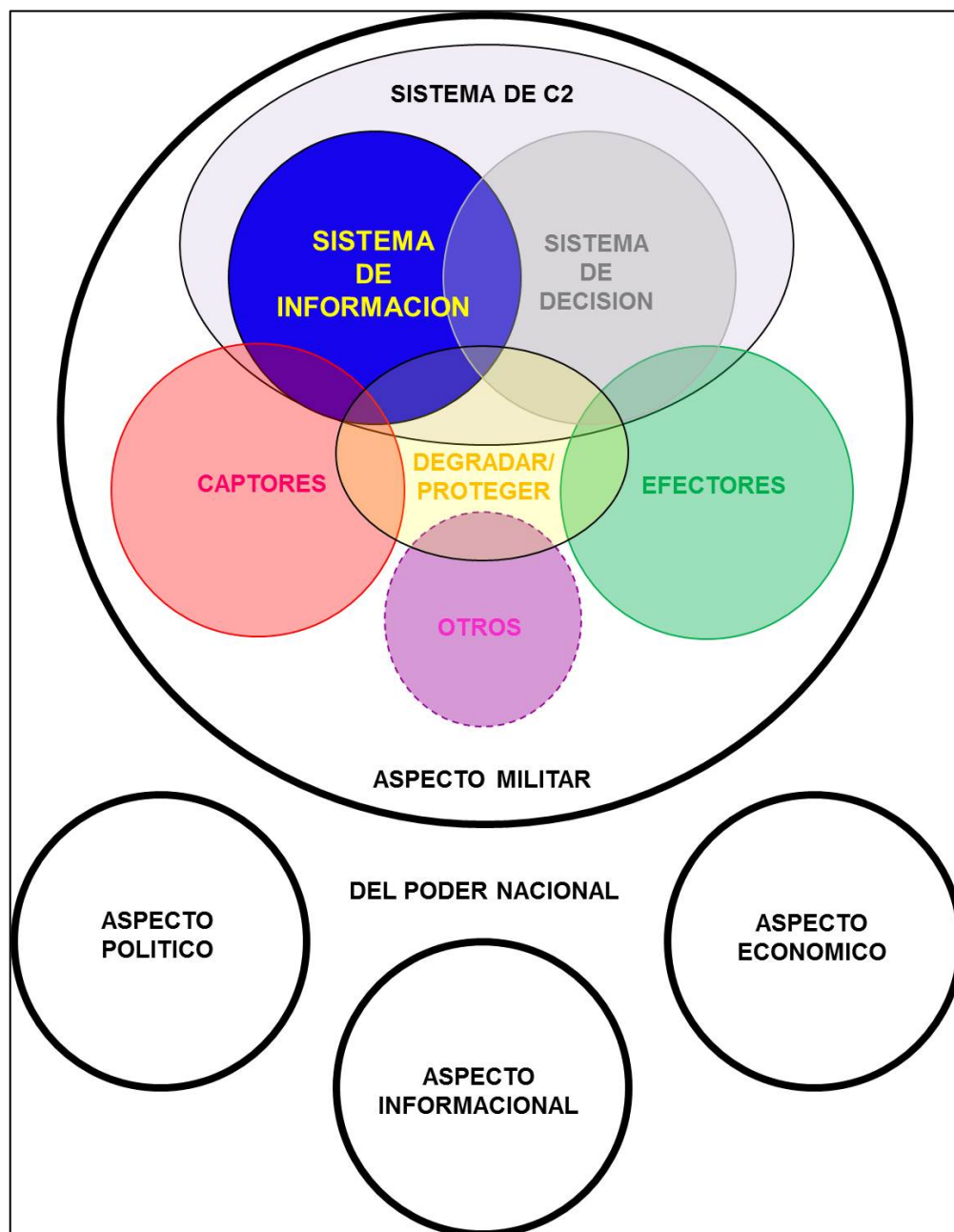
procedimientos y medios para que la toma de decisiones sea correcta y oportuna

- *Efectores*: los medios y sistemas de armas que actuarán sobre nuestro enemigo.

Cuando consideramos la participación de nuestro enemigo, vimos que era necesario tener también:

- Procedimientos y medios para evitar que sea nuestro enemigo el que logre: estar informado, tomar decisiones correctas, y actuar a tiempo.
- Procedimientos y medios para evitar que nuestro enemigo pueda degradar nuestro sistema de comando y control.

En el siguiente gráfico *gr4-tema investigación*, hemos representado en la forma lo más simple posible estos elementos que intervienen en el accionar del aspecto militar de la guerra.



gr4-tema investigación

El gráfico muestra al poder nacional, constituido por cuatro aspectos o componentes que intervienen cuando surgen conflictos con otros países o grupos de interés.

El aspecto o componente militar, que es el que nos interesa en nuestro desarrollo, el político o diplomático, el económico y, debido al desarrollo exponencial que ha tenido su participación en todos los aspectos de la vida social, el informacional, constituido por los medios de información y las redes sociales.

Concentrándonos en el aspecto o componente militar, en el gráfico hemos representado mediante conjuntos todos los elementos y procedimientos que lo conforman.

En la parte inferior están los procedimientos y medios captadores y efectores, y un tercer conjunto formado por otros procedimientos y medios, como los logísticos y de transporte.

En la parte superior están los sistemas de información y de decisión y planes, que integrados conforman el sistema de Comando y Control (C2).

E interactuando con todos ellos, los procedimientos y medios para degradarlos si son del enemigo, o para protegerlos si son los propios.

Cada uno de estos conjuntos comprende un sinnúmero de variables y opciones de procedimientos y medios.

Hay demasiados factores interviniendo, demasiadas posibilidades a considerar y tratar de resolver en la forma lo más precisa posible.

Esto demanda una tarea por demás compleja, que si uno trata de resolver en una sola investigación, sólo serviría para confundir al lector debido a la gran cantidad de nuevos conceptos y lo extenso que resultaría el escrito; por lo que es conveniente dividir a todo ese proceso que interviene en el ciclo de reacción, en particular lo atiente al sistema de Comando y Control, en partes a analizar y resolver en forma independiente.

Por eso en el presente trabajo, dentro del aspecto *OPTIMIZAR*, sólo nos abocaremos a investigar el *SISTEMA DE INFORMACION*, que hemos destacado en el gráfico con el conjunto azul celeste con letras en amarillo.

A fin de clarificar el encuadramiento que haremos del tema, a continuación haremos unos breves comentarios referidos a cada uno de los componentes que conforman el ciclo de reacción.

Los Captadores

Como captadores debemos considerar todos aquellos medios que brindan información, sean sensores u otras fuentes.

Aun cuando a veces bastará con una única fuente de información, la mayoría de las veces recurriremos a todos los medios disponibles, normalmente sensores debido a sus alcances y al corto tiempo para disponer de sus datos, y también *fusionaremos* esos datos para lograr que la información sea lo más precisa y clara posible.

En cuanto a los sensores, actualmente existe una enorme variedad, desde los más complejos abordo de satélites, hasta los anteojos de luz residual del infante; desde los que tienen un alcance de 400 km, hasta los que sólo llegan a los 400 metros; desde los diseñados específicamente para obtener información que ayude al C2, hasta los integrados en sistemas de armas para su aplicación directa contra blancos.

Todos estos sensores, no importa la plataforma portadora o su uso específico, son los que brindan la información para poder tomar las decisiones correctas.

Como forman parte de, y constituyen el inicio del, ciclo de reacción, también son importantes desde el punto de vista degradar-proteger; ya que son los sensores a degradar cuando son los del enemigo; son los sensores a proteger cuando son los nuestros; y son estos mismos sensores los que nos permiten obtener la información que necesitamos para realizar la degradación de los sensores del enemigo.

Una simple observación de los sensores permite apreciar que cada uno tiene sus características particulares, y está diseñado para operar dentro de determinados parámetros, lo que a veces los hace completamente disímiles en cuanto a alcances, campos visuales, precisión, discriminación, forma de procesamiento, tiempo para disponer de sus datos, etc.

Esa gran diversidad de características que poseen hace difícil su análisis y comprensión; análisis y comprensión que son necesarios para poder conocer las capacidades y debilidades de cada sensor, y así poder apreciar sus posibilidades de uso, sea por parte nuestra como por nuestro enemigo, para obtener la información que se necesita para la toma de decisión.

Al respecto, ya hay un trabajo realizado por el autor en 2003, es el libro *AL ENEMIGO PRIMERO LO DESCEREBRAMOS*, publicado por la Escuela Superior de Guerra Aérea, en donde, a la luz de lo actuado por la coalición en la guerra del golfo, se plantea el guerrear mediante el espectro electromagnético y el uso intensivo de sensores.

Se puede acceder libremente a una copia en PDF del libro ingresando en el sitio www.radarmalvinas.com.ar y haciendo clic en la parte *nuevo guerrear* del menú.

A la parte de ese libro que figura como apéndice, la hemos revisado y colocado aquí como Anexo A: *Sensores de los Captores y los Efectores*. Está orientado a los sensores que usan el espectro electromagnético (EEM), ya que la gran mayoría utiliza ese espectro para operar.

Los sensores que operan fuera del EEM, los acústicos, sísmicos, y magnéticos, sensan estas características particulares en una determinada área, lo que hace que sus alcances sean reducidos, mensurables en metros, por lo que resultan útiles sólo puntualmente.

Los que sensan la presencia de agentes QBN (químico, bacteriológico, nuclear, más radiológico) también suelen ser puntuales, y sólo cubren una distancia importante cuando se los usa para captar los agentes arrastrados por los vientos.

En el sitio también se puede acceder libremente a otro trabajo del autor (libro en PDF) sobre los vehículos no tripulados como plataformas captoras, los que han sido puestos de moda

últimamente con la denominación *drones* o *vehículos remotamente pilotados* (RPV - remotely piloted vehicles). El libro: *Los Vehículos No Tripulados, los aeromodelistas también van a la guerra*, hace referencia en particular a las cargas útiles (los sensores) y a los sistemas de guiado.

Lo disponible en ambos libros satisface nuestras necesidades para la investigación, la que tiene como inicio del sistema de información a los datos provistos por los captores (sensores y otras fuentes), y su transmisión a los centros de procesamiento y fusión.

El Sistema de Información

Esta es la parte en la que concentraremos nuestro análisis actual, porque es uno de los componentes más importantes del ciclo de reacción; es sobre el *sistema de información* sobre el que se sustenta todo el proceso para que las *decisiones correctas y oportunas* se conviertan en acciones de los *efectores* en procura del *efecto deseado*.

Se inicia con los datos brindados por todo tipo de *captors* y otras fuentes, continúa convirtiendo esos datos en información primero, y en conocimiento después, y finaliza con la presentación a todos los *decisores*, cualquiera sea su nivel, de una *percepción clara y precisa*, que les dé un *conocimiento dominante del espacio de batalla*, con el cual poder tomar decisiones correctas y oportunas.

Es lo graficado como sector circular en celeste en la parte izquierda del gráfico *gr1-ciclo reacción* de página 12, referido como *información y análisis*.

Durante el trabajo iremos desmenuzando todos los aspectos involucrados, realizando un análisis detallado de todo lo que interviene en ese aspecto, así como la posible influencia de factores externos, en procura de lograr determinar con el mayor grado de detalle posible, todo lo que se debe tener en cuenta respecto a procedimientos y medios necesarios para montar un sistema que asegure, a todos los que van a intervenir en las tomas de decisión, cualquiera sea su nivel, disponer de un conocimiento pleno, claro, preciso, en tiempo oportuno, que les brinde una base sólida para tomar sus decisiones.

El Sistema de Toma de Decisión y Planes

Esta es otra área compleja que requiere también un profundo análisis para determinar los procedimientos y medios necesarios para que las decisiones se transformen en órdenes concretas.

Es el sector circular en gris del gráfico *gr1-ciclo reacción* de página 12, referido como *decisión y planes y órdenes*.

Normalmente comienza con una apreciación y una orientación del Comandante, basadas en la situación que está percibiendo; situación que debe darle ese conocimiento dominante del espacio de batalla si los procedimientos y medios empleados en el sistema de información fueron acertados.

Esto permitirá elaborar los cursos o modos de acción posibles para lograr el efecto deseado y elegir el mejor, para transformarlo en órdenes a los efectores luego de un planeamiento adecuado de las misiones y tareas.

Forma un conjunto integral junto con el sistema de información, al que normalmente se lo refiere como: Sistema de Comando y Control.

Esta parte del proceso es en parte arte y en parte ciencia, por eso Estados Unidos comenzó a hablar hace ya varios años del *arte y diseño operacional* cuando se refería al mismo.

Si bien es un arte, y los decisores deben ser individuos con *cualidades particulares* (sobre todo intuición) para ejercerlo, tanto a ellos como a sus estados mayores se les deben proveer todos los medios, procedimientos, y posibles soluciones, que les faciliten la toma de decisión y su transformación en órdenes en forma oportuna.

Ya quedó atrás la clásica mesa de arena y la carta de papel, y aunque a veces hay soluciones que son utópicas para países como Argentina, como es el caso del sistema *Deep Green* del Ejército de Estados Unidos, debemos encontrar un punto intermedio acorde a nuestras posibilidades y montar un sistema con ayudas que faciliten y aceleren todo el proceso. Es lo que representan las imágenes que forman el fondo del título de tapa.

Al respecto resulta útil observar cómo concibe y planea sus operaciones Israel. Es un país que, en lugar de copiar directamente lo que conciben y transforman en doctrina Estados Unidos y NATO, toma esos conceptos y los decala a sus propias necesidades y posibilidades.

Esto es lo que debemos hacer nosotros con nuestro sistema de Comando y Control, cuya primera parte, la del *sistema de información*, es la que desarrollaremos.

Es fácil apreciar que tomar decisiones es un trabajo que al formar parte del ciclo de reacción, debe ser realizado *a tiempo* para que los efectores puedan concretar sus acciones antes de que lo hagan los efectores del enemigo.

Aquí podemos recurrir, por comparación, a las carreras de fórmula 1. Si el auto tiene una emergencia en pista (la situación cambió), el Comandante (el jefe de equipo) sólo dispone de unos pocos segundos para decidir mientras el auto se dirige al pit; y para cuando se detenga, el Comandante ya deberá haber decidido y elegido el mejor modo de acción; y su estado mayor (el equipo de mecánicos) ya habrá iniciado parte de las tareas, que conoce perfectamente y ya practicó, para asegurar que el auto vuelva a pista lo más rápido posible.

Imaginemos que pasaría con la carrera si alguien duda o no conoce perfectamente lo que debe hacer. Lo mismo sucede en el aspecto militar al guerrear, si el Comandante o alguien de su estado mayor duda o no sabe claramente lo que debe hacer, las operaciones darán resultados erróneos o tardíos, con las lógicas consecuencias.

Podemos parafrasear jugando con la comparación, ya que a menudo vemos que en fórmula 1 la *guerra* (carrera) se gana en los *estados mayores* (pits). Es fácil apreciar que en ambos casos las decisiones deben ser correctas y oportunas.

Por lo tanto, en esta área también debemos montar un sistema con ayudas que faciliten y aceleren todo el proceso. Es una tarea compleja y extensa, que requiere una profunda investigación exclusiva, por lo que no la incluiremos en el presente trabajo.

El Sistema de Control

A este sistema hasta ahora no lo mencionamos; es la segunda de las *C* en C2.

Normalmente no se lo visualiza y se habla poco sobre él, pero es fundamental en todo el proceso, ya que uno de los aspectos importantes es asegurarse que las operaciones y misiones planeadas y ordenadas sean realizadas correctamente, y constatar que han logrado el efecto deseado.

Normalmente no lo percibimos porque está imbricado dentro de los sistemas de información y de decisión, en especial dentro del primero, pero debemos tenerlo en cuenta al considerar ambos sistemas y el de C2 que los integra. Por eso al concebir todos los procedimientos y medios necesarios para satisfacerlos, debemos asegurarnos incluir los requeridos para el *control* tanto de los propios medios como de la ejecución de las operaciones y misiones.

Los Efectores

Parte de ellos son los clásicos sistemas de armas que son utilizados para atacar a los blancos del enemigo. El cambio de denominación a efectores surgió hace ya varios años como consecuencia de dos aspectos.

En primer lugar se desarrollaron medios, conocidos en un principio como armas soft y luego como *armas no-cinéticas* (non kynetic weapons), que aunque no dañaban físicamente a los blancos como lo hacían los sistemas de armas, ahora denominados *armas cinéticas* (kynetic weapons), lograban afectar a las fuerzas del enemigo produciendo *efectos* que ayudaban a la victoria en las operaciones.

El otro aspecto fue un nuevo concepto que se desarrolló en los años 1980s para elegir los blancos a atacar, ordenándolos con una cierta prioridad en función del *efecto* sobre el combate total que se lograba al atacarlos.

Este concepto: que las misiones que se ordenaran estuvieran orientadas hacia lograr efectos, se plasmó en la primera guerra del Golfo de 1991, acuñándose el término *effect based operations*, que se tradujo literalmente como *operaciones basadas en efectos*; también se acuñó *efectores* (effectors) para identificar a los sistemas de armas (kynetic o hard) o medios (non-kynetic o soft) que actuaban, y al resultado buscado se lo llamó el *efecto deseado* (desired effect).

Y al resultado final de la guerra al que se aspira, se lo llamó *estado final deseado* (desired final state).

Los Procedimientos y Medios para Degradar-Proteger

Aunque no forman parte del ciclo de reacción, constituyen un elemento poderoso que puede accionar sobre él, para degradarlo si es el del enemigo, para protegerlo si es el nuestro, y así contribuir a que nuestras decisiones serán correctas y oportunas mientras que las del enemigo serán erróneas o tardías; por eso es necesario considerarlos.

Volviendo a la comparación con el juego de ajedrez, tenemos que lograr que cuando nuestro oponente (enemigo) mire el tablero, lo vea envuelto en la niebla de von Clausewitz, y que ésta no sólo no le permita ver o captar nuestras piezas (fuerzas), sino que tampoco pueda saber dónde están las de él, y que el damero (el ambiente operacional) se le presente borroso.

Para lograrlo vamos a utilizar la dualidad degradar-proteger, actuando sobre el oponente (el enemigo), sobre nosotros, y sobre el ambiente. Y lo haremos considerando el todo; es decir, tendremos en cuenta todos los elementos, sistemas y procedimientos que intervienen tanto en nuestro ciclo de reacción como en el del enemigo, por más insignificantes que parezcan, porque tienen la particularidad de que al actuar sobre cualquiera de ellos, se logrará un efecto sobre el ciclo de reacción total; y además, como tanto nosotros como nuestro enemigo estaremos utilizando redes de computadoras y comunicaciones, ese efecto se puede materializar en cualquier lugar y momento, muchas veces lejos del elemento que fue afectado, y muy a menudo con un efecto cascada devastador.

Por eso es importante el aspecto *proteger* de esa dualidad, ya que a veces, a pesar de todas las previsiones, nuestro ciclo de reacción, en particular el sistema de C2, sufrirá degradación o daño.

Esto lleva a otro concepto, ya que deberemos prever que nuestro ciclo de reacción tenga capacidad para soportar ese daño, y que se pueda recuperar rápidamente. A esta capacidad se la suele llamar *resiliencia* (resilience), la capacidad para soportar daño y recuperarse rápidamente a los intentos de degradación del enemigo.

El concepto degradar-proteger no es nuevo. Desde el inicio de los tiempos hemos tratado de negarle al enemigo que sepa que es lo que estamos haciendo o que es lo que está pasando, le hemos tratado de degradar su sistema de C2 (información y decisión) aunque no supiéramos como llamarlo, y recurriéramos al viento y a la quema de pastizales como técnica analógica de degradación.

Con la evolución de la tecnología, en particular durante la segunda guerra mundial, y con el uso intensivo que en ella se empezó a hacer del espectro electromagnético (EEM), se acuñó el término *guerra electrónica* (electronic warfare), y aunque se hablaba de guerra electrónica de *comunicaciones* y *no-comunicaciones* (radares y otros), también se comenzó a bosquejar el concepto degradar-proteger la información para la toma de decisión, o C2. Este concepto alcanzó su máximo desarrollo en la primera guerra del Golfo de 1991, dando pie al acuñado del término *guerra de información* (information warfare).

Para mostrar en forma gráfica y clara cómo degradar el ciclo de reacción recurriremos a un personaje del cine e historietas, el increíble Hulk, transformado en un sistema de defensa aérea, como muestra el dibujo *gr5-defensa aérea*.



gr5-defensa aérea

Los ojos de este increíble Hulk son los radares de alerta temprana, los *captore*s; el cerebro es el Centro de Información y Control (CIC – Puesto Comando), el *sistema de C2*; los puños son los sistemas de armas, cazas interceptores y misiles superficie-aire, los *efector*es; con lo que tenemos graficado el ciclo de reacción completo.

Nos queda el sistema nervioso, que representa la red de comunicaciones que enlaza a todo el sistema de defensa aérea, y que posibilita ejercer el comando y control de los medios y sistemas de armas.

El dibujo nos permite apreciar fácilmente que si se ciega a este increíble Hulk, si se degradan sus *captore*s, de poco le servirá la fuerza de sus puños *efector*es, porque no sabrá hacia dónde dirigirlos, y por más poderosos que sean no lograrán un efecto adecuado.

Lo mismo sucederá si se afecta su cerebro (puesto comando), o su sistema nervioso (comunicaciones). El increíble Hulk *sistema de defensa aérea* sólo podrá mover sus puños (aviones y misiles) en forma descontrolada, y será fácil anulárselos.

Si leemos sobre la guerra del Golfo de 1991, esto es lo que hizo la coalición durante la primera media hora de combate; lo primero que atacó fueron dos radares de alerta temprana, cegando parcialmente al increíble Hulk *Iraq*. Inmediatamente después utilizó F-117 y misiles de

crucero para atacar los puestos comando (cerebros) y los radares (ojos) de las baterías superficie aire. Como resultado Iraq quedó descerebrado y ciego, sin posibilidad de conducir sus fuerzas y que sus armas actuaran adecuadamente.

Si analizamos la situación en la que quedó Iraq al finalizar esa primera media hora de ataques, podemos apreciar que ya estaba fijado su destino: la rendición.

Este concepto no es nuevo, ya lo consideró el Major General John Frederick Charles Fuller¹ cuando al finalizar la primera guerra mundial presentó su teoría sobre la paralización del enemigo, expresando:

"The physical strength of an army lies in its organization, controlled by its brain. Paralyse this brain and the body ceases to operate."

(La fortaleza física de un ejército se basa en su organización, controlada por su cerebro. Paralice este cerebro y el cuerpo cesa de operar).

El General Fuller había manifestado que la forma más efectiva y eficiente de destruir el poder militar enemigo era atacando su organización mediante esa *"brain warfare"* (guerra al cerebro), que se materializó en la guerra del Golfo.

Una idea parecida había también sido expresada por otro General y pensador de esa época, Sir Basil Henry Liddell Hart.² Como vemos, el concepto no es nuevo.

Esta forma de pensar, de degradar la capacidad del enemigo, tuvo su gran desarrollo en los años 1970s, durante la guerra de Vietnam, como consecuencia de las nuevas tecnologías en misiles superficie-aire (SAM – Surface to Air Missile), en particular el SA-2, que obligó a desarrollar en forma urgente contramedidas electrónicas (electronic counter measures- ECM) para degradarlo.

El increíble Hulk ya resultaba útil en los años 70 para representar las defensas aéreas, y mediante ellas el concepto de ciclo de reacción; aunque todavía no se visualizaba claramente todo el proceso de ese ciclo desde que se captaba al enemigo, el avión atacante, hasta que se actuaba sobre él mediante la caza interceptora o los misiles superficie aire para derribarlo.

En esa época recién se comenzaba a hablar de C2. Estados Unidos hablaba de Comando, Control, y Comunicaciones (C3), concepto que algunos países, como Argentina (1984), consideraban que era sólo una doctrina táctica de Estados Unidos, y por tanto no aplicable a ellos.

El concepto estaba presente, pero no todos lo entendían; por eso se recurría a la imagen del increíble Hulk, ya que nos permitía visualizarlo en forma clara, para que por comparación pudiéramos apreciar la importancia de *cegar*, y años después *descerebrar, al enemigo*.

Durante la década 1980 también se fue desarrollando el concepto de los sistemas de C2 como blancos importantes, después identificados como *centros de gravedad*, y el concepto fue

¹ J. F. C. Fuller: *The Foundation of the Science of War*, Hutchinson and Company, 1925, London

² B. H. Liddell Hart: *Paris, or the Future of War* (1925), Galland Publishing inc, 1972, New York

evolucionando hacia el actual de degradación-protección del ciclo de reacción.

Los sensores actualmente siguen siendo importantes en el degradar-proteger, porque son la parte más expuesta de todos los medios del proceso, debido a que deben interactuar con y a través del ambiente con sus antenas o detectores, que no se pueden esconder o fortificar, constituyendo las principales puertas de entrada para producirle daño al enemigo.

Como recién dijimos, estos son los sensores a degradar cuando son los del enemigo; son los sensores a proteger cuando son los nuestros; y son estos mismos sensores los que nos permiten obtener la información que necesitamos para realizar la degradación de los sensores del enemigo.

Aunque parece un párrafo escrito para confundir, es la realidad, realidad que nos permite (también a nuestro enemigo), degradar al oponente al accionar sobre cualquiera de estos sensores. La imagen del increíble Hulk es clara al respecto.

Cada sensor no es un elemento aislado, sino que es un componente del entramado que conforma la red de C2, y que presenta mayor o menor vulnerabilidad, pero con la particularidad que el daño que se le puede hacer normalmente no tiene un efecto local, sino que repercute en toda la red.

Volviendo a la figura del dibujo *gr5-defensa aérea*, los sensores (ojos) enviarán la información captada a los Puestos Comando o Centros de Información y Control (PC – CIC) (cerebro) utilizando redes de comunicaciones (sistema nervioso).

Si utilizamos *efectores cinéticos* (armas) o *no-cinéticos* (medios) para atacar tanto las redes de comunicaciones como los puestos comando, también estaremos logrando degradar el ciclo de reacción, y las decisiones de nuestro enemigo posiblemente serán erróneas o tardías.

En los puestos comando hay gran cantidad de computadoras, conectadas mediante redes de comunicaciones con otras en las plataformas captoras, en otros puestos comando, y en las plataformas efectoras.

Más elementos sobre los que se puede accionar con *efectores no-cinéticos* para degradar a nuestro enemigo y lograr que, además de tomar decisiones erróneas o tardías, no consiga que sus efectores sean eficaces.

Todos estos nuevos conceptos hicieron que la *guerra electrónica* de los años 1970s evolucionara hacia la *guerra de información* de los 1990s, para seguir con el acuñado de nuevos términos, como el de *ciberguerra* (cyber warfare), que aunque fue utilizado por la Corporación Rand inmediatamente después de la guerra del Golfo, quedó opacado por el de guerra de información, hasta que resurgió en los 2000s como *ciberdefensa*.

Ciberdefensa es en realidad un término restrictivo o limitativo, ya que aparentemente cubre sólo una parte de la guerra cibernética, la de protección o defensa. Fue acuñado como ciberdefensa en lugar de ciberguerra porque Estados Unidos vio al problema desde su óptica, la necesidad de defenderse de los ataques en el ciberespacio.

Estados Unidos siempre se basa en su óptica para expresar conceptos; acuñó ciberdefensa como un término parcialmente orientado en la misma forma que en los años 1980s acuñó *Supresión de las Defensas Aéreas Enemigas* (Suppression of Enemy Air Defenses – SEAD) porque lo enfocó también desde su punto de vista, el ataque a las defensas aéreas del enemigo, cuando en realidad se debería hablar de *guerra en defensa aérea*, con uno que ataca y otro que se defiende.

Lo mismo sucedió cuando en los años 1990s se refirió a la *Infra Protection* (protección de la infraestructura). En realidad era una guerra, alguien que atacaba la infraestructura del estado, y éste que se defendía.

Haciendo un poco de historia, antes el término usado era *guerra de computadoras* (computer warfare), pero preocupados por el daño que se le podía hacer al Estado a través de las computadoras que manejaban su infraestructura, durante la administración Clinton se adoptó el concepto de protección de la infraestructura; finalmente, unos años después se volvió al concepto original de guerra, pero con el término ciberdefensa, complementado con otro término: *computer network operations* (operaciones en la red de computadoras).

Estados Unidos acuñó así los términos, y el resto de los países así los adoptaron.

OTROS CONCEPTOS QUE ESTRUCTURAN LA INVESTIGACION

Los Desarrollos Tecnológicos de los años 1980s

En los años 1980s Estados Unidos y el resto de los países comenzaron a hablar de la *Revolución en Asuntos Militares* (revolution in military affairs – RMA), con la presentación de desarrollos y proyectos que producirían el cambio.

En realidad la revolución estaba dada en la tecnología, en particular aquella que se necesitaba para saber que estaba pasando y poder decidir en consecuencia.

Una de las revoluciones fue en el área de la fotografía; se logró la liberación respecto a la película y su largo y lento proceso de laboratorio.

Se logró producir el *detector*, componentes químicos sensibles a la luz, depositados sobre una pequeña placa, y que no requería el arduo proceso del laboratorio.

En un principio, en los 1970s, este detector era sensible a las radiaciones infrarrojas, y necesitaba un desplazamiento lineal para formar las imágenes, llamado IRLS (infrared line scan – infrarrojo de barrido lineal).

Pronto evolucionó hacia una matriz de detectores que producían una imagen completa, cubrió también las frecuencias ópticas, y se acuñó el término *pixel* (*picture element* – elemento unitario de imagen), con lo cual, a partir de principios de los 1990s no fue más necesaria la película y su lento proceso hasta que llegaba a manos de quien la necesitaba, el Comandante y su estado mayor.

También en los 1980s la digitalización llegó a las comunicaciones, y al dejar de ser analógicas lograron un gran incremento en sus capacidades para transmitir información, pasando de los escasos 9.600 baudios (bits de audio) de los años 1970s a los mega (millones) y giga (miles de millones) bits por segundo actuales.

La visualización de las imágenes también fue alcanzada por la tecnología, y el tubo de rayos catódicos, con su lento y dificultoso método de generar imágenes, fue reemplazado por pantallas también digitales.

¿Resultado? El Comandante y su estado mayor, en su puesto comando, veían lo que captaban los sensores en el momento en que lo captaban, y se comenzó a hablar de *información en tiempo real*.

Otra gran capacidad que se obtuvo en la misma época fue el *radar de apertura sintética*, (synthetic apperture radar – SAR) que fuera utilizado por primera vez en la guerra del Golfo de 1991 a bordo de la plataforma aérea *Joint Star*.

El SAR no sólo reemplazó al SLAR (side looking airborne radar – *radar de visión lateral*) que era analógico y con película como soporte de la imagen, sino que logró una extraordinaria mejora en cuanto a definición (tamaño de pixel) transformándose en una nueva fuente de imágenes del terreno en tiempo casi real.

Pero la mayor capacidad del SAR es su posibilidad de presentar en tiempo real una imagen de todo lo que se desplaza en el terreno hasta una distancia de 200 o 250 kilómetros, mediante una técnica conocida como GMTI (ground mobile target indicator – *indicador de blancos móviles terrestres*).

Es lo que, por ejemplo, permitió la reacción a tiempo (ciclo de reacción) y destrucción masiva de tanques iraquíes antes de que llegaran a la ciudad de Khafji en la guerra del Golfo de 1991.

Como podemos apreciar, desde principios de los 1990s los Comandantes y sus estados mayores tienen a su disposición dos extraordinarias capacidades que, en tiempo real, les permiten tomar decisiones, probablemente correctas.

También los radares de todo tipo fueron alcanzados por la revolución tecnológica de los 1980s, y tanto sus antenas como el procesamiento de sus señales evolucionaron, yendo hacia lo que se conoce como AESA (active electronically scan antenna – *antena activa de barrido electrónico*).

Consecuencia de todos estos avances tecnológicos, a principios de los 1990s la forma de guerrear cambió, porque se dispuso de una gran cantidad de capacidades que antes no se poseían, o eran lentas y engorrosas.

El cambio fue en particular en el área del sistema de información del C2, porque la obtención de datos a bordo de plataformas captoras, su procesamiento, su transmisión hacia los que la necesitaban, su fusión, y su visualización, se hicieron simples y rápidas.

Se puede leer más sobre estos aspectos en el libro: *Al Enemigo Primero lo Descerebramos*.

Otra nueva tecnología que surgió en esos momentos, y que brindó una gran capacidad para guerrear fue el GPS (global positioning system – *sistema de posicionamiento global*).

También tuvo su debut en la guerra del Golfo de 1991, aun cuando el sistema todavía no estaba completo ni había recibido su aceptación operativa inicial.

El GPS, así como sus similares GLONASS, GALILEO y otros, permiten saber con precisión la posición de las plataformas, facilitar su navegación, y también saber por correlación la posición de otros elementos, como las fuerzas del enemigo; y así localizarlos con precisión como blancos.

Todas estas nuevas capacidades tecnológicas, transformadas en capacidades operativas, llevaron a repensar la forma de guerrear y la forma de decidir, por lo que se las debe tener en cuenta al momento de realizar la investigación.

La Nueva Prioridad de Blancos (effect based operations)

Los nuevos desarrollos tecnológicos que se estaban haciendo en la década 1980 llevaron a Estados Unidos a replantear la forma de guerrear, forma que mostró por primera vez en la guerra del Golfo de 1991.

Si uno tenía la suerte de acceder a documentos de sus fuerzas armadas (en ese entonces no existía internet) no entendía bien por qué, por ejemplo, USAF hablaba para 1985 de *combate electrónico*, y dentro de este combate incluía una guerra, la guerra electrónica, y también un C3CM (*contramedidas de C3*), más un SEAD (*supresión de las defensas aéreas enemigas*); dibujados con un cuadrado, un círculo, y un pentágono, bajo un paraguas que decía SIGINT (inteligencia de señales).

Para justificarlos decía que: *la importancia del combate electrónico no es su caracterización sino su efectividad de combate*; y finalizaba pidiendo que quien tuviera alguna idea al respecto se comunicara con un determinado número de AUTOVON, la red de telefonía interna de USAF en esa época.

Cuando Estados Unidos fue a guerrear al Golfo y mostró como lo hacía, todo se hizo claro; lo poco a que uno había podido acceder como documentos era la gestación de la nueva concepción en la forma de guerrear.

Uno de los conceptos más importantes fue la reasignación de prioridades a determinados blancos, mostrando lo que después sería conocido como effect based operations (*operaciones basadas en efectos*), centers of gravity (*centros de gravedad*), line of actions (*líneas de acción, o de operación*) y essential points (*puntos esenciales*).

En la nueva concepción había dos blancos prioritarios a atacar al iniciar las operaciones: los sistemas de C2, y las defensas aéreas superficie aire.

Al atacar los sistemas de C2 se descerebraba al enemigo, se lo privaba de su nivel de conducción, por lo que las fuerzas, no importa cuán fuertes fueran, quedaban inermes, sin saber qué hacer porque no tenían quien les diera órdenes.

Al atacar a los sistemas de defensa aérea basados en misiles superficie aire de media y alta cota se lograba el *vuelo impune*, justamente a niveles medio y alto, por arriba de los 20.000 pies (6.100 metros) de altura, con los aviones propios yendo y viniendo por encima de esa cota, sin riesgo de ser derribados por los misiles superficie aire. Este procedimiento explica por qué Estados Unidos logró un régimen de pérdida de sus aviones jamás alcanzado en guerras anteriores, del 1/4000.

Logrado el vuelo impune arriba de los 6.100 metros y descerebrada la conducción militar enemiga, el próximo paso es asegurarse que la aviación enemiga no moleste a las propias fuerzas, tanto las aéreas como las terrestres.

Para ello los aviones propios y toda otra arma que pueda llegar a la profundidad del territorio enemigo irá a atacar al tercer blanco prioritario, la aviación de combate en sus santuarios, sus aeródromos de asiento; sean la caza interceptora o los aviones de ataque al suelo.

Destruídos o neutralizados (impedidos de despegar) estos aviones, la aviación propia habrá logrado el *vuelo impune a niveles medio y alto*, y las fuerzas terrestres tendrán asegurada la *superioridad aérea*, sin nadie que los moleste desde el aire.

Para cuando llegue este momento, al enemigo sólo le quedarán sus fuerzas terrestres, desorientadas porque no tendrán quien les diga lo que tienen que hacer.

Y aquí, en lugar de combatir las en el frente de combate, se las irá a buscar a la profundidad de su territorio, se atacará a las *fuerzas que siguen* (follow on forces), asegurando que nunca lleguen al frente de combate.

Se lograra la *parálisis de las fuerzas enemigas*, cuya única opción será la rendición; tal como sucedió en el Golfo.

Vale una anécdota, por primera vez en la historia de las guerras, una unidad iraquí se rindió ante... un robot, agitando un trapo blanco a un vehículo no tripulado, ya que todavía no tenían cerca a ningún humano de la coalición para rendirse ante él.

Esta reasignación de prioridades para atacar blancos dio origen a una nueva concepción en la forma de guerrear, y repotenció términos y conceptos anteriores.

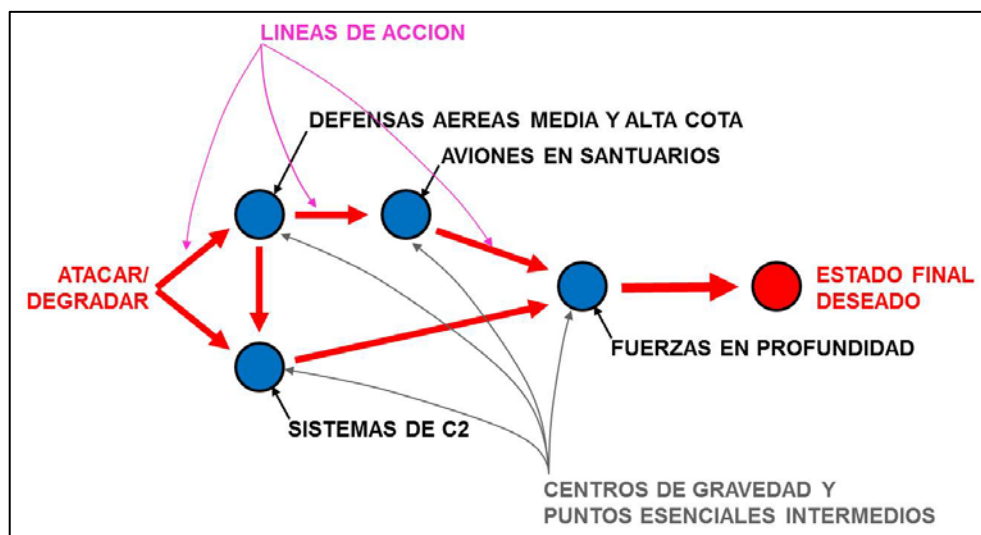
Términos y conceptos ya bosquejados por el Barón Antoine Henri Jomini³ y particularmente por el General Carl von Clausewitz⁴ cuando analizaron las guerras napoleónicas y presentaron nuevas teorías en la forma de guerrear.

³ A. H. Jomini: *The Art of War*, (1836), traducido por Capt G. H. Mendell y Lt W. P. Craighill, Greenwood Press, Westport CT, 1971

⁴ C. von Clausewitz: *On War*, (1832), traducido por M. Howard y P. Paret, Princeton University Press, Princeton, NJ, 1976

Términos y conceptos que resurgieron después de la primera guerra mundial, cuando los pensadores militares vieron la necesidad de contar con un *nivel operacional*; repotenciados en los años 1980s después de Vietnam; y finalmente plasmados en hechos en la guerra del Golfo de 1991.

El gráfico *gr6-prioridad blancos* muestra estos conceptos.



gr6-prioridad blancos

A la selección de los blancos se la conoció como *operaciones basadas en efectos* (effect based operations).

A los blancos a atacar en forma prioritaria se los conoció como *centros de gravedad* (centers of gravity).

A la secuencia a seguir en el ataque a los distintos blancos se la conoció como *líneas de acción* (lines of action), a veces también llamadas *líneas de operación*.

A los blancos intermedios que permitían llegar al ataque a los blancos más importantes se los conoció como *puntos esenciales* (essential points).

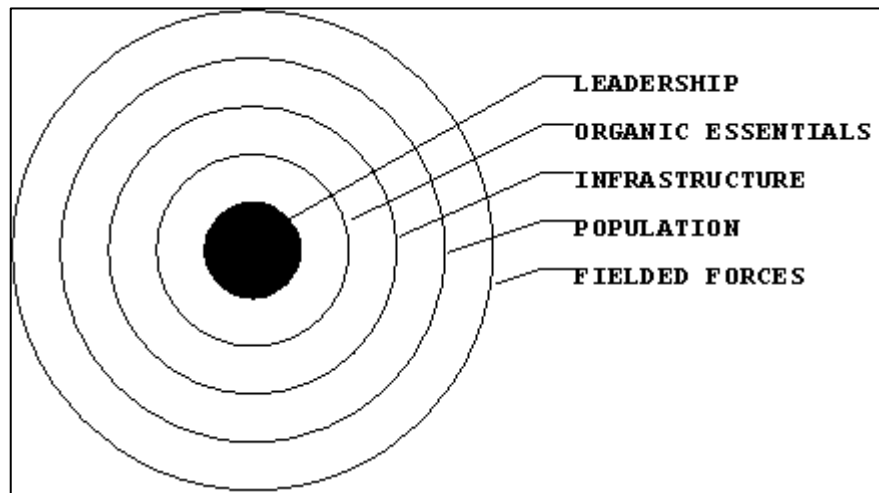
Y la forma de guerrear cambió bruscamente; se produjo un quiebre en cómo hasta ese momento se la concebía. La guerra del Golfo de 1991 fue la primera en este nuevo tipo de guerras. Si leemos la historia, a partir de 1991 vemos que todas las guerras que siguieron fueron del mismo tenor.

Los Cinco Anillos del Coronel Warden y Las Cualidades Particulares (el genio) del General Schwarzkopf y su Estado Mayor

En los dos títulos que siguen nos referiremos a la conducción de las operaciones de la Coalición en la guerra del Golfo de 1991 y su relación con dos teorías que se pusieron de moda

justamente como consecuencia de esa guerra: la de los cinco anillos del Coronel Warden y la del ciclo OODA del coronel Boyd.

Para la guerra del Golfo e inmediatamente después se puso de moda un concepto desarrollado por el Coronel John Ashley Warden III de USAF y que está relacionado con los centros de gravedad y la nueva prioridad de blancos, conocida como la *teoría de los cinco anillos del Coronel Warden*,⁵ que se representa como muestra el gráfico *gr7-warden*.



gr7-warden

El Coronel USAF Warden define al enemigo como un sistema conformado por 5 anillos concéntricos. Desde el interior hacia afuera estos anillos comprenden: el liderazgo, los elementos orgánicos esenciales, la infraestructura, la población, y las fuerzas armadas desplegadas.

Están ordenados por importancia en cuanto al efecto que produce su ataque, con el más importante, el liderazgo, en el centro, y descendiendo en importancia a medida que se alejan del centro, con las fuerzas armadas en el anillo exterior.

La teoría del Coronel Warden sostiene que el poder aéreo es el único que está plenamente adecuado para inducir la parálisis estratégica del enemigo, ya que por sí sólo puede incapacitar a los blancos de los 5 anillos.

Cuando leemos sobre lo que sucedió en la primera guerra del Golfo de 1991, vemos que el General USARMY Herbert Norman Schwarzkopf, Comandante de la Coalición de países en la Operación Tormenta del Desierto, decidió que en la primera fase de la operación sólo actuarían los medios aéreos, y que las fuerzas terrestres recién iniciarían su maniobra en la segunda fase, una vez que mediante los ataques aéreos las dotaciones iraquíes de tanques, vehículos acorazados, y artillería de campaña, que se encontraban en condiciones de operar, hubieran sido reducidas a su 50 % original.

⁵ J. A. Warden III: *The Air Campaign*, National Defense University Press, Washington DC, 1988.

Inmediatamente después de la guerra, al relacionar la decisión del General Schwarzkopf con la teoría del Coronel Warden, los partidarios del *Poder Aéreo* se mostraron eufóricos, porque consideraban que esa guerra había demostrado la preeminencia del poder aéreo respecto al poder terrestre, al haber logrado que las operaciones terrestres duraran sólo escasos 3 días (74 horas).

Como resultado de los ataques a las fuerzas iraquíes desde el aire, el mayor problema que enfrentaron las fuerzas terrestres de la coalición cuando comenzaron a avanzar fue el manejo de prisioneros, porque las tropas iraquíes, en lugar de avanzar para combatir, lo hacían para rendirse. Ya nos referimos al hecho del grupo de soldados que no esperó a un humano enemigo, y se rindió a un robot, el vehículo no tripulado.

Si nos detenemos a analizar las operaciones, vemos que el resultado no fue consecuencia de haber aplicado el poder aéreo convencional, sino de la habilidad (cualidades particulares) del General Schwarzkopf y su estado mayor al utilizar las plataformas más adecuadas en función del efecto deseado; la plataforma que mejor servía para la tarea sin discriminar pertenencia a una u otra fuerza.

Fue una cuestión de ventajas y desventajas desde el punto de vista *ubicuidad* entre plataformas aéreas y plataformas terrestres, no una cuestión entre poder aéreo y poder terrestre.

El General Schwarzkopf lo que aprovechó fue la ubicuidad, la posibilidad de ubicar a una plataforma en el lugar y momento deseados. Las plataformas aéreas, sean las portadoras de *captore*s, como las portadoras de *efectore*s, debido a sus alcance, velocidad y altura, tienen más ubicuidad que las terrestres; por eso fueron usadas en forma prioritaria.

Un claro ejemplo: el B-52, el bombardero estratégico por excelencia, concebido y dedicado hasta ese momento a atacar blancos estratégicos en la profundidad del territorio enemigo, fue utilizado como artillería de campaña, para ablandar a las fuerzas terrestres iraquíes.

El General Schwarzkopf debía ablandar a las fuerzas terrestres enemigas antes de ordenar el avance de sus propias fuerzas, pero los iraquíes, siguiendo las doctrinas soviéticas, mantenían el grueso de sus fuerzas más allá del alcance de la artillería de la Coalición.

¿Cuál fue la solución de Schwarzkopf?, recurrir a las plataformas *efectoras* que pudieran alcanzar a las fuerzas enemigas para ablandarlas; y no dudó en utilizar los B-52 y otros aviones para hacerlo, aunque estuvieran concebidos para otras operaciones. Eran los que por ubicuidad le permitían lograr su *efecto deseado*.

El General Schwarzkopf hizo lo que los genios militares, sorprendió con su iniciativa; mientras los analistas militares y los medios de información relacionaban lo que sucedía con la teoría de los cinco anillos del Coronel Warden.

Si tomamos el gráfico *gr7-warden* de los cinco anillos, con los cinco blancos a atacar, ordenados por prioridad desde el centro hacia afuera, y lo comparamos con el gráfico *gr6-*

prioridad blancos que representa los blancos prioritarios (centros de gravedad) que atacó la Coalición, y su secuencia (líneas de acción), vemos que el General Schwarzkopf concentró sus esfuerzos en el anillo exterior del Coronel Warden, las fuerzas enemigas; no atacó al cuarto de los anillos, la población; y en cuanto al blanco principal, el liderazgo, no atacó al liderazgo nacional de Iraq, sino a los sistemas de Comando y Control, los puestos comando del nivel operacional, que forman parte del liderazgo o conducción, pero de las fuerzas armadas.

Tomando la referencia de los pensadores anteriores, no descerebró a Iraq, descerebró a la conducción de las fuerzas enemigas que era la parte esencial del ciclo de reacción.

Atacó algunos blancos del tercer y segundo anillos (infraestructura y elementos orgánicos esenciales), pero fueron *puntos esenciales* directamente relacionados con las capacidades para guerrear de Iraq, como los nudos de comunicaciones, o las líneas y centrales de energía eléctrica, que no fueron destruidas, sino sólo neutralizadas transitoriamente.

Como vemos, la guerra fue en el anillo exterior.

Lo que sí fue novedoso fue la nueva prioridad de blancos, en la que se utilizaron los conceptos de: *operaciones basadas en efectos, centros de gravedad, líneas de acción, y puntos esenciales*; como muestra el gráfico *gr6-prioridad blancos*.

Lo otro que también fue novedoso, fue la utilización de las plataformas más adecuadas, sin importar a quién pertenecían. Esto dio pie a un nuevo concepto de empleo y al acuñado del término *cross domains* (dominios cruzados).

Si analizamos las guerras posteriores, todas siguieron las pautas fijadas en esta guerra, en la que podemos considerar que se produjo un quiebre en la forma de guerrear; por eso resulta muy útil leer cómo se desarrolló la primera guerra del Golfo, preguntándonos permanentemente: ¿por qué? a lo largo de toda la lectura; nos mostrará una nueva concepción en el arte de la guerra.

El Ciclo OODA del Coronel Boyd y Las Cualidades Particulares (el genio) del General Schwarzkopf y su Estado Mayor

El Coronel USAF John R Boyd⁶ en su teoría del *ciclo OODA* (observar, orientarse, decidir, actuar) también habla de paralizar al enemigo, al lograr operar por dentro de su ciclo OODA.

El Coronel Boyd comenzó a aplicar su teoría cuando era piloto de combate de F-86 durante la guerra de Corea.

Explicaba que al enfrentarse en un combate aire-aire con un avión enemigo, uno debía realizar ese ciclo OODA para ganar ventaja respecto al oponente. Al apreciar cual era la situación y posiciones relativas de los aviones (la parte OO del ciclo) uno podía decidir y actuar

⁶ J. R. Boyd: *A Discourse on Winning and Losing* (1987), collection of unpublished briefings and essays document # M-U 43947, Air University Library

(la parte DA) por dentro de la envolvente de giro del avión enemigo, ganando el tiempo y la posición necesarios para ponerse en condiciones de derribarlo.

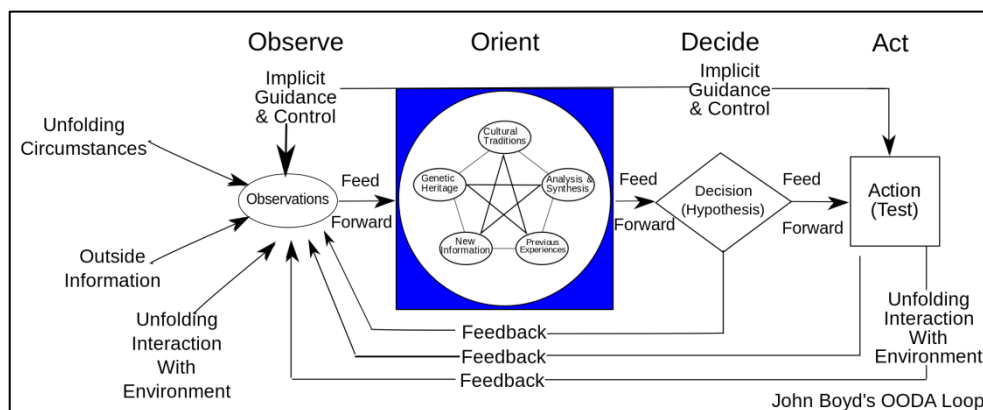
Para ello el Coronel Boyd decía que uno debía *optimizar su maniobra*, y al mismo tiempo *desorientar al enemigo*, insinuándolo al error para que quedase expuesto. Por eso hablaba de dos ciclos OODA, el propio y el del enemigo. Al actuar por dentro del ciclo (la maniobra) del enemigo, uno tenía altas posibilidades de ganar el combate.

“He who can handle the quickest rate of change survives.”

(el que puede manejar el régimen de cambio más rápido sobrevive)

Cuando después de la guerra se desempeñó como instructor de combate aire-aire, enseñó su teoría en forma práctica, e incluso le daba oportunidad al alumno de colocarse ventajosamente por detrás de él antes de iniciar el combate; a los pocos segundos era el Coronel Boyd el que estaba detrás del cursante derribándolo, esto le valió el apodo de *40 seconds Boyd*.

Luego de retirarse, comenzó a dar conferencias presentando este ciclo OODA orientado hacia la toma de decisiones, tanto en el ambiente militar como civil, adaptando su concepto aéreo a maniobrar por dentro del proceso mental del enemigo. Este concepto es el que mostramos en el gráfico *gr8-boyd*.



gr8-boyd

La mayoría de los seguidores de Boyd consideran que, para ser precisos, su teoría de conflictos debe ser descrita en realidad como un modelo de aprendizaje y adaptación individual y organizacional, orientado a la parte moral y psicológica del liderazgo.

No obstante podemos apreciar que en su concepción Boyd consideraba dos aspectos: optimizar la propia maniobra, y, desorientar al enemigo. Este concepto es similar a lo que mostramos en el gráfico *gr3-optimizar proteger degradar* de página 18, en cuanto a optimizar y degradar.

Por eso el ciclo OODA a menudo es visto como un modelo de toma de decisión. Lo fue especialmente después de la guerra del Golfo de 1991, cuando se lo relacionó con los resultados de la guerra y el término se puso de moda en los Estados Mayores de la mayoría de los países.

Como vimos cuando tratamos la relación con la teoría de los cinco anillos del Coronel Warden, aquí también hay una relación entre el ciclo OODA del Coronel Boyd y lo realizado por el General Schwarzkopf y su Estado Mayor.

Si analizamos las operaciones que llevó adelante la Coalición en los primeros días de la guerra vemos, como antes describimos y mostramos en el gráfico *gr6-prioridad blancos* de página 33, que estas operaciones permitieron a la Coalición desorientar y confundir al enemigo hasta paralizarlo.

Como referencia colocaremos sólo la primera media hora de las acciones. El 17 de Enero de 1991 a las:

- 02:38hs; 8 helicópteros Apache de Ejército atacaron con misiles Hellfire antitanque a dos radares de vigilancia aérea pertenecientes al Comando de Defensa Aérea de Iraq.
- 02:??hs; 52 misiles Tomahawk atacaron a las baterías SAM (surface to air missiles – misiles superficie aire) cuyo alcance era por arriba de los 20.000 pies (6.100 metros).
- 02:50hs; F-117 atacaron un CIC (centro de información y control – puesto comando de defensa aérea) al oeste de Bagdad.
- 03:00hs; F-117 atacaron el puesto comando de la Fuerza Aérea y el puesto comando de la Defensa Aérea.
- 03:??hs; 54 misiles Tomahawk continuaron atacando a las baterías SAM, y comenzaron a atacar *puntos esenciales* de las redes de comunicaciones junto con otras plataformas aéreas.

Consideremos la operación con la que se iniciaron las hostilidades a las 02:38hs, sin esperar a que amaneciera. Vemos que el General Schwarzkopf estaba utilizando helicópteros de *ejército*, con misiles *antitanque*, para atacar dos *radares de vigilancia aérea*.

Es la primera operación, la que inicia la guerra, pero los *efectores* y sus blancos son diferentes de los clásicos con los que se iniciaban las guerras; el General estaba ejerciendo el *cross domains* contra dos *essential points* en la *line of action* que le permitirían llegar con los F-117 a atacar a dos *centers of gravity*, (dos *cerebros*, los puesto comando de la Fuerza Aérea y puesto comando de la Defensa Aérea) a fin de lograr el *desired effect*, degradar los ciclos de reacción de estos dos componentes del poder militar iraquí.

De esta forma, los poderosos sistemas de armas y medios de la Fuerza Aérea y del Comando de Defensa Aérea iraquíes, a los pocos minutos de iniciada la guerra no tenían quién les diese órdenes, estaban completamente desorientados, sin saber que pasaba, sin tener capacidad para poder reaccionar.

La Coalición estaba realizando su ataque, y las fuerzas iraquíes nada hacían, estaban confundidas, desorientadas y paralizadas.

Repetimos: esto sucedía a los pocos minutos de iniciada la guerra. En esa simple media hora ya se estaba perfilando el futuro de Iraq: la rendición.

Para la presente investigación lo que interesa analizar es cómo pudo hacer esto la Coalición.

Aparte de la concepción de la nueva forma de guerrear utilizando los últimos desarrollos tecnológicos hubo dos factores que el General Schwarzkopf supo aprovechar: la *optimización* de su ciclo de reacción, y la *degradación* del ciclo de reacción del enemigo.

Estos son los dos aspectos que el Coronel Boyd proponía como derivación de su concepto de maniobra de combate aéreo, el *ciclo OODA*. También eran los dos aspectos que había desarrollado el Departamento de Defensa de Estados Unidos durante la década 1980 mediante los *Think Tanks* (tanques pensantes o tanques del pensamiento) de las organizaciones como Rand y Mitre, a través de sus investigaciones para la *Revolution in Military Affairs* (RMA – revolución de asuntos militares), en lo que había llamado: *Ciclo de Decisión*.

Para la optimización de su ciclo *OODA*, *ciclo de decisión*, o *ciclo de reacción*, el General Schwarzkopf tomó dos decisiones.

Una fue la simplificación organizacional de sus Fuerzas y Comandos, a fin de tener una clara cadena de mando con la mínima cantidad de involucrados en el proceso de decisión, a pesar que en la Coalición hubo participación de gran variedad de Fuerzas provenientes de diferentes países, y que también tuvo en paralelo su equivalente para la conducción de las Fuerzas de países árabes.

En su organización sólo tuvo tres Comandantes de Componente subordinados.

- El Teniente General USARMY John Yedsock como Comandante de todas las fuerzas terrestres (las que se desplazaban en el terreno), sin importar su dependencia o país de procedencia.
- El Teniente General USAF Charles Horner como Comandante de todos los medios aéreos (los que se desplazaban en el aire), sin importar su dependencia o país de procedencia.
- El Vicealmirante USNAVY Arthur Stanley como Comandante de todos los medios navales (los que se desplazaban en el agua), sin importar su dependencia o país de procedencia.

Esta simplicidad de organización le permitió asegurarse que las órdenes llegasen a los efectores con la mayor rapidez posible, dentro del ciclo de reacción del enemigo; ciclo de reacción que en el caso de blancos móviles, está fijado por el tiempo en que estos blancos permanecen como tales, conocido como: *ventana de tiempo del blanco*, y que normalmente resulta crítico.

En algunos casos, como fue el de las rampas móviles de los misiles Scud, la ventana de tiempo de 30 minutos como blancos, desde que llegaban a su emplazamiento, se armaban, lanzaban y se retiraban, era menor que el ciclo de reacción de 2 a 3 horas de la Coalición, desde que captaba el arribo de la rampa hasta que los efectores estaban en condiciones de atacarla.

Como la Coalición no podía llegar a tiempo para atacar estas rampas, lo mismo que sucedió unos años después, en 2006, con las rampas de lanzamiento de los cohetes katiusha desde el sur del Líbano hacia Israel, se desarrolló un nuevo concepto: *sensor-shooter* (sensor-tirador), que hizo que la información sensada por la plataforma *captora* fuera pasada directamente a la plataforma *efectora*, haciendo que ésta pudiese llegar y atacar dentro de la ventana de tiempo del blanco.

Por contraste hubo un ciclo de reacción que funcionó adecuadamente, aunque los blancos eran móviles. Saddam Hussein estaba necesitado de arrastrar a la Coalición a la guerra terrestre, de tanques contra tanques, con la esperanza de recuperar algo su posición perdedora, por lo que concibió la ocupación mediante sus divisiones de tanques de la ciudad de Khafji en Arabia Saudita, cercana a la frontera con Kuwait.

Al avance sobre Khafji los iraquíes lo efectuaron de noche, pero se olvidaron de las nuevas tecnologías que Estados Unidos había llevado, que le brindaban capacidades para operar de noche, detectando y localizando a las columnas de tanques con los radares de apertura sintética de los Joint Star, y atacándolos mediante el uso de los visores FLIR (forward looking infra red – visión infra roja hacia adelante) de sus aviones de ataque al suelo.

El resultado fue la destrucción masiva de los tanques antes de que llegaran a Khafji. La ventana de tiempo del avance de los tanques fue lo suficientemente amplia como para que los efectores de la Coalición llegaran y atacaran antes de que los tanques entraran a Khafji.

El ciclo de reacción (OODA o de decisión) de la Coalición por dentro del ciclo de reacción del enemigo.

La otra decisión del General Schwarzkopf para optimizar su ciclo *de reacción-OODA-de decisión*, fue tomarse todo el tiempo que fuera necesario para asegurarse que al iniciar las operaciones él tuviera un *conocimiento dominante del espacio de batalla*; fueron los cinco meses y medio que pasaron desde que Iraq invadió Kuwait el 02AGO90 hasta el 17ENE91; tiempo que fue empleado para implementar y completar el adecuado *sistema de información*, y a la vez posibilitar que plataformas *captoras* como los Joint Star (radar de apertura sintética en modo GMTI) y medios necesarios para guerrear como el GPS, tuviesen aunque sea una condición operativa inicial.

Recién dijimos que hubo dos factores que el General Schwarzkopf supo aprovechar: la *optimización* de su ciclo de reacción, que acabamos de considerar brevemente, y la *degradación* del ciclo de reacción del enemigo, que veremos a continuación, aunque ya estuvimos hablando de ella anteriormente al referirnos a la teoría de los cinco anillos del Coronel Warden, y cuando comparamos a un sistema de defensa aérea con el increíble Hulk.

Usando esta comparación, en las primeras horas de combate la Coalición dejó al increíble Hulk *Iraq* casi ciego (con la mayoría de sus radares de vigilancia aérea y de las baterías de SAM destruidos, o apagados para intentar supervivir a los ataques), con su cerebro

(los puestos comando de sus fuerzas) y su sistema nervioso (las redes de comunicaciones) severamente dañados; y aunque sus puños (sus fuerzas terrestres) estaban intactos, nada podían hacer, confundidos y desorientados, sin saber qué estaba pasando y sin nadie que les diera indicaciones de qué hacer.

El General Schwarzkopf y su estado mayor habían logrado la parálisis de las fuerzas de su enemigo.

La guerra del Golfo permitió plasmar en hechos conceptos que ya habían sido expresados por pensadores militares de la historia, y que pudieron ser llevados a la práctica gracias a lo que se llamó en los años 1980s la *revolución en asuntos militares*, que en realidad fue el resultado de utilizar las nuevas herramientas que brindó el gran salto en la evolución tecnológica, en particular la referida a sensores, su procesamiento, y la transmisión y distribución de la información que brindaban a todos los que la necesitaran.

Esta nueva forma de guerrear (que en realidad ya tiene 28 años) que acabamos de ver es lo que utilizaremos como base para desarrollar la investigación, buscando determinar todo lo que es necesario montar como *sistema de información* para poder actuar como lo hizo la Coalición, y evitar hacerlo como lo hizo Iraq.

Lo Post Ciclo OODA y Post Ciclo de Decisión de la década 1990.

Inmediatamente de terminada la guerra, el Departamento de Defensa de Estados Unidos inició el análisis de lo actuado, a fin de determinar cuales habían sido los resultados de lo aplicado en esta nueva forma de guerrear.

La Corporación Rand, luego de su análisis llegó a la conclusión que esta había sido la primera *cyber warfare* (guerra cibernética) de la historia, pero este término fue opacado por el acuñado por el Jefe de Estado Mayor de USAF: *information warfare* (guerra de información).

En los años siguientes, como resultado de la tormenta de ideas que hubo se asistió a un acuñado continuo de nuevos términos, como *network centric warfare* (guerra centrada en redes), *digital battlespace* (espacio de batalla digital), *information dominance* (dominio de la información), y otros más.

Algunos individuos y organizaciones se quedaron con los términos y su definición, que se pusieron de moda, y otros ahondaron en el concepto que los términos implicaban.

Si leemos los trabajos de investigación de esa época, vemos que el análisis que se hizo de la guerra del Golfo y los resultados aplicados en las posteriores fue más allá de acuñar nuevos términos; nos mostró que lo importante no es aprender de memoria definiciones de términos rimbombantes, sino *apre_hender* (internalizar) los conceptos que esos términos implican y llevarlos a la práctica.

Una de las organizaciones que más investigó fue el *Command and Control Research Program* (programa de investigación sobre comando y control) dependiente del Departamento

de Defensa de Estados Unidos. Parte de sus escritos son los que utilizaremos como documentación de base para contrastarlos con las ideas que iremos expresando.

Podemos resumir que el resultado del análisis post guerra del Golfo mostraba que lo hasta ese momento desarrollado en cuanto al concepto de ciclo de decisión según la Corporación Rand, o el ciclo OODA del Coronel Boyd, no era suficiente, y que había que ampliarlo y completarlo con un análisis profundo que brindara el *¿por qué está pasando?* (understand – entender el porqué de lo que estaba sucediendo), e ir aún más allá, buscando respuesta al *¿qué podría pasar?* (sense making – darle sentido) proyectado hacia el futuro, hasta llegar a la presentación de la información a los que van a tomar las decisiones en una forma que les brinde un *conocimiento dominante del espacio de batalla* (dominant battlespace knowledge).

Los estudios determinaron que había dos aspectos a desarrollar: uno tecnológico de *medios* a emplear, y otro organizacional de *procedimientos* a aplicar.

El aspecto tecnológico de los medios se refiere a cómo utilizarlos, en particular sensores, transmisión de datos, computadoras, y medios de presentación.

El aspecto organizacional de procedimientos se refiere a como se estructuran las organizaciones para aprovechar el cúmulo de información disponible, y cómo se manipula esa información para que sea clara, completa y oportuna.

Esta evolución de conceptos repercutió en las doctrinas de las Fuerzas Armadas, primero las de Estados Unidos, y luego, siguiéndolas, las de NATO y del resto de los países.

La década 1990 se caracterizó por el cambio continuo de las doctrinas, que eran reemplazadas permanentemente, algunas con publicaciones aún en borrador, pidiendo que quien tuviese ideas las aportara. Eran lo que podríamos llamar las versiones *Beta*, por similitud con lo que sucede con las nuevas versiones de software.

Esto nos muestra que debemos investigar cómo debe ser ese sistema de Comando y Control que debemos montar, pero adecuado a las necesidades y capacidades de Argentina.

Como ya fuimos adelantando, en el título siguiente desarrollaremos la investigación sólo de una parte, la que corresponde al *Sistema de Información*.

Sistema de Información que sirve para el nivel operacional, para sus componentes tácticos, y para los subordinados de estos, pero también para los niveles estratégico y nacional, brindándoles a todos una *percepción común* de la situación, que cada cual utilizará según sus necesidades.

El Componente Informacional del Poder Nacional

Ya en plena guerra del Golfo surgió un aspecto que, aunque no forma parte del aspecto o componente militar, influye notablemente sobre éste, en particular sobre los que deben tomar decisiones; es el componente *Informacional* del Poder Nacional, conformado por los medios de información pública y por las redes sociales.

La guerra del Golfo de 1991 fue la primera guerra que se transmitió en vivo, la primera en donde el público internacional veía lo que sucedía en tiempo real, transmitido por la cadena de TV CNN de Estados Unidos. No sólo lo veía, sino que también opinaban, el público en general, y también algunos opinólogos de turno, erigidos en grandes estrategias filosóficas mediante los estudios de televisión. Opinaban sobre la guerra, y también sobre las decisiones que tomaban los decisores, influyendo sobre el pensamiento y postura de la población mundial.

La CNN también entrevistaba en directo a los tomadores de decisión, así es que los Generales, aparte de resolver los problemas de la guerra, debían estar perfectamente afeitados y vestidos pulcramente, y dedicar parte de su precioso tiempo a explicarle al público, a través de las preguntas del periodista, porqué tomaban las decisiones que tomaban.

Esta posibilidad de transmitir la guerra en directo a nivel internacional mostró también otra faceta, que el General Schwarzkopf explotó. Como la CNN también era vista por la conducción enemiga, aprovechó para utilizarla como un medio de propaganda global y de guerra psicológica, para influir en las mentes de Sadam Hussein y sus Comandantes, y en la opinión pública en general.

Para 1991 todavía no existía internet y sus redes sociales, pero en cuanto aparecieron en la web, y en forma explosiva en los últimos años, las redes sociales se transformaron en los nuevos medios de información, que ya no pueden ser controlados o censurados, porque cualquier persona puede acceder, sea para aportar información, sea para obtenerla.

Las redes sociales se han expandido tanto debido a que en 2006 salió la versión internet web 2.0, que hizo que incluso los líderes mundiales, como el Presidente de Estados Unidos, en lugar de convocar a una conferencia de prensa, simplemente twiteen lo que piensan.

Esto ha creado una nueva área en donde guerrear, que supera al concepto de guerra psicológica porque afecta a todos: propios, enemigos, terceros involucrados o no, y a la población mundial; todos ellos constituidos en blancos de un nuevo tipo de guerra, la de *percepción*.

Por tanto, aunque no es parte del componente militar del enemigo, los tomadores de decisión deben estar atentos a su utilización, ya que se debe lidiar con las ideas que de los hechos se formen todos los involucrados y no, desde las fuerzas enemigas hasta la población mundial, para volcarlas a nuestro favor y en contra del enemigo.

Esta guerra es de *Percepción*, no es guerra de *Información*, aunque se utilicen medios de información.

Esta aclaración es necesaria porque en general los medios de información pública hablan de guerra de información cuando litigan entre ellos o alguien lo hace a través de ellos. Esta guerra doméstica entre medios tampoco tiene nada que ver con el *Sistema de Información* al que nos estamos refiriendo en la presente investigación: el sistema de información necesario para que los Comandantes tomen decisiones correctas y oportunas.

EL POSIBLE SISTEMA DE COMANDO Y CONTROL PARA LAS FUERZAS ARMADAS ARGENTINAS



Para finalizar la presentación del tema, en el armado de la tapa colocamos dos imágenes que representan los extremos de lo que puede ser un Sistema de Comando y Control para las Fuerzas Armadas Argentinas, y que aquí estamos reproduciendo.

En el extremo más sofisticado estaría el Sistema *Deep Green* del Army de Estados Unidos, y en el otro, el Comandante sólo contaría para tomar decisiones con lo que ve con su antejo de campaña personal y con lo que le cuenta un observador adelantado.

Al Proyecto *Deep Green* que Estados Unidos comenzó en 2007 lo debió suspender en 2011, porque aquello a lo que aspiraba todavía no era posible con la tecnología disponible.

Si Estados Unidos no lo pudo hacer, tampoco lo puede hacer Argentina; pero esto no significa que se quede en el extremo opuesto, sino que debe buscar un punto intermedio, acorde con las posibilidades y capacidades argentinas, para contar con un Sistema de Comando y Control que asegure a los Comandantes de todos los niveles, y a sus Estados Mayores, disponer de herramientas adecuadas para que las decisiones sean correctas y oportunas.

En el mercado internacional hay una gran variedad de propuestas, todas presentadas bajo el título de Sistemas de Comando y Control. Algunos son sólo la presentación digital de los clásicos mapas y cartas en papel, algunos son sólo simuladores de videojuegos, y algunos son verdaderos Sistemas de C2.

Por lo tanto el problema a resolver es cómo definir cuáles deben ser las características de un Sistema que satisfaga las necesidades y también las posibilidades de las Fuerzas Armadas Argentinas. Esto es lo que trataremos de plasmar en las próximas páginas.



Podemos considerar tres fases o etapas en el montado de ese sistema que permita tomar decisiones correctas y oportunas.

El sistema total, el *Sistema de Comando y Control*, abarcará desde la manipulación de los datos que entregan los captores y otras fuentes, hasta la emisión de las órdenes a los efectores, tal como lo muestra el gráfico *gr1-ciclo reacción* de página 12.

Es lo que debemos aspirar a completar y hacer funcionar en forma eficiente con las posibilidades de medios y capacidades que posee Argentina.

Podemos dividir a la realización de este sistema total, completo, de Comando y Control, en tres fases o etapas. A la concreción del *Sistema*, desde que los captores brindan la información sobre la situación hasta que se imparten las órdenes a los efectores para que actúen, la podemos considerar como la etapa tres, final, del desarrollo.

La etapa dos, que ya daría una gran capacidad para la toma de decisión sería lograr montar el *Sistema de Información*; que diese respuesta a todas las preguntas del proceso que muestra el gráfico *gr1-ciclo reacción*, que a partir de los datos, transformados primero en información, y después en el *conocimiento dominante del espacio de batalla*, permitiría a los decisores tomar sus decisiones en forma correcta y oportuna.

Mientras tanto se obtienen los medios y se montan los procesos de estas dos fases o etapas, es posible encarar la primera de las fases, la conformación de *modelos* de todo lo que se pueda encontrar en el espacio geográfico de interés en donde se vaya a desarrollar el conflicto o guerra.

Es el primer aspecto al que nos referiremos en las páginas siguientes.

Esta evolución secuencial por fases hacia el producto final, el Sistema de Comando y Control, nos permitirá de paso ir ajustando las especificaciones según las experiencias que se vayan acumulando durante el desarrollo.

Un aspecto que está por fuera del Sistema de Comando y Control, pero que también es importante desarrollar porque sin él de nada serviría un súper sistema de C2, es el referido a la obtención y desarrollo de todos los *captors*, y la implementación del sistema de administración y control (manejo) de los mismos, que también debemos considerar.

Para montar un Sistema de Comando y Control de estas características debemos asegurarnos que seremos plenamente eficientes en su uso; ya que depender de la tecnología sin ser eficientes nos coloca fácilmente en una situación de peligro. Si por casualidad nuestro enemigo es un poco más capaz, corremos el riesgo de la pérdida total de nuestro C2, con sus tristes consecuencias.

Esto nos obliga a analizar también la estructura de las organizaciones que utilizaremos para guerrear.

Si queremos que las decisiones que tomemos sean correctas y oportunas, y armónicas en todos los niveles de conducción, deberemos montar una organización militar plenamente eficaz.

Los Espacios para Guerrear

Lo que acabamos de plantear nos lleva a que, aunque no es parte de la presente investigación, debemos al menos esbozar cómo debería ser la estructura de la organización militar que, actuando como un todo armónico y funcional, nos permitiese llevar adelante el guerrear en forma eficaz y eficiente.

Para ello haremos un pequeño análisis de cuáles son los espacios en los que se guerrea, y también tomaremos como referencia: lo actuado por la Coalición en la guerra del Golfo de 1991, y lo realizado en Malvinas.

LOS TRES ESPACIOS CLASICOS PARA GUERREAR: TERRESTRE, AEREO Y MARITIMO

En la concepción clásica aún se habla de tres espacios *físicos* para guerrear, el *terrestre*, el *aéreo*, y el *marítimo*; normalmente con un responsable máximo para guerrear en cada uno de ellos. En una organización *conjunta*, estos son los tres componentes que participan, y normalmente están representados por el Ejército, la Fuerza Aérea, y la Armada; y también son estas tres fuerzas armadas las que conforman la estructura militar de la mayoría de los países.

Pero actualmente, en la mayoría de los países se habla de dos nuevos espacios en los que se guerrea; uno es el *espacio* en sí, más allá de los máximos niveles de vuelo que pueden alcanzar las aeronaves; para algunos los 50000 pies (15250 metros), para otros los 60000 pies (18300metros) o más; el otro es el *ciberespacio*.

EL CUARTO ESPACIO PARA GUERREAR: EL ESPACIO

Si nos detenemos a pensar un poco, vemos que desde los años 1980s, con el uso intensivo de satélites, poco a poco el espacio se fue incorporando como un nuevo lugar en donde guerrear; y aunque la postura original de las potencias mundiales era que el espacio debía ser considerado un santuario libre de acciones de guerra, terminaron creando sus Comandos Espaciales, en algunos casos integrado con el Aéreo como Aeroespacial.

Esto nos presenta un *cuarto espacio físico* en donde guerrear, el *espacial*.

EL QUINTO ESPACIO PARA GUERREAR: EL CIBERESPACIO

Así como en los 1980s los satélites llevaron la guerra al espacio, lo mismo sucedió en los años 1990s con las computadoras y todo lo relacionado con lo cibernético. Ya en 1992, poco después de finalizada la primera guerra del Golfo, la Corporación Rand dijo que esa había sido la primera guerra cibernética, pero este término no tuvo mucha aceptación, y el término que se puso de moda fue: *guerra de información*.

A fines de los 1990s, durante el gobierno del presidente Clinton, Estados Unidos, ante el riesgo que implicaba el posible ataque a sus redes de computadoras que manejaban la

infraestructura, estableció la *infra protection* (protección de la infraestructura), que en realidad era una guerra, a la que algunos llamaron *guerra de computadoras*.

La *infra protection* siguió evolucionando con los años, y se transformó en la *ciberdefensa*, que como recién dijimos, en la realidad es una guerra, con alguien que ataca y alguien que se defiende, en un espacio que llamaron *cibernético*.

Este espacio cibernético, o *ciberespacio*, no es algo físico, como los otros cinco espacios para guerrear, no está limitado al espacio geográfico de interés, sino que es un *espacio virtual*, que cubre todo el mundo, utilizando la propagación electromagnética, las comunicaciones de radio, complementadas por el cable en cualquiera de sus formas, para accionar. Esto hace que su elemento de contacto con los otros espacios no sea una línea o una superficie, sino un volumen de una gran extensión, sin distinguir entre militar y civil, y sus combatientes son las computadoras.

Aunque es una *guerra* en el ciberespacio, Estados Unidos acuñó el término *ciberdefensa*, porque pensó en sí mismo y en su protección; y el resto de los países por supuesto copiaron el término, y todos hablan de *ciber defensa*.

EL SEXTO (INTER) ESPACIO PARA GUERREAR: *EL DE LAS ARMAS CONTRA-AIRE*

Hay un *sexto espacio* para guerrear, que también es *físico*, pero que en realidad es un inter-espacio, imbricado en el espacio aéreo, que surge como consecuencia de la evolución de las armas contra-aire y de las características del elemento de contacto entre el espacio terrestre y el espacio aéreo.

Cuando consideramos el espacio terrestre y el espacio marítimo, el elemento de contacto entre ellos es una línea, la línea de costa, que en realidad tendrá un cierto ancho, resultado del alcance de las armas terrestres y navales, la artillería, que ronda en los 25 a 30 kilómetros y a veces un poco más.

Esto hace que el área de interacción entre ambos espacios sea una franja de 25 a 30 km hacia tierra y hacia el mar desde la línea de costa, El espacio marítimo soberano de las 12 millas náuticas (22,22 km) de los países está relacionado con estas franjas y los alcances de las artillerías.

Esta franja de unos pocos kilómetros es lo suficientemente estrecha como para que no presente inconvenientes de interacción entre los espacios terrestre y marítimo.

Si consideramos ahora la posible interacción entre los espacios terrestre y aéreo, vemos que el elemento de contacto es una superficie, pero que también tendrá un cierto espesor (en realidad altura), fijado en particular por los alcances en altura de las armas superficie-aire.

Antes de la aparición de los misiles superficie-aire de mediana y alta cota (que tiran más arriba de los 20000 pies/6100 metros), las armas superficie-aire, sean cañones o misiles, alcanzaban los 15000 pies (4575 metros), por lo que eran consideradas de defensa aérea puntual,

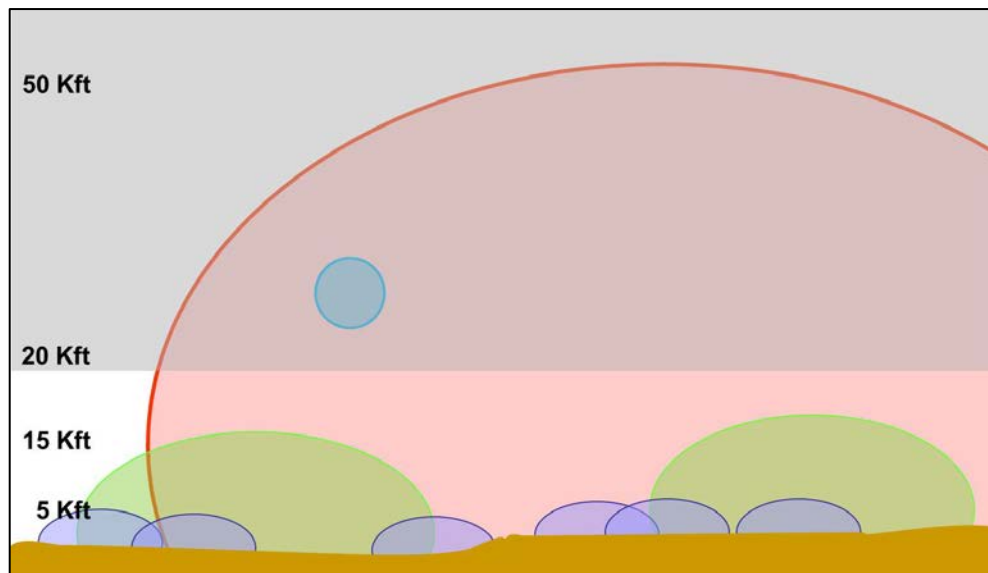
o de corto alcance (shorad – short range air defense), y normalmente estaban subordinadas a, y formaban parte de, las unidades a las que protegían.

Además, estaba la aviación de caza interceptora, que por su posibilidad de desplazamiento era considerada defensa aérea de área, normalmente subordinada al Componente Aéreo del Teatro de Operaciones, o a un Comando específico de Defensa Aérea de Fuerza Aérea.

Las limitadas envolventes letales de estos dos sistemas de armas contra aire hacían que en general no se presentaran conflictos en su manejo y dependencia de los responsables del espacio terrestre y el espacio aéreo.

Pero la aparición progresiva a partir de la guerra de Vietnam de misiles superficie aire de mediano y largo alcances, con alturas hasta 50000 pies (15250 metros), abarcando todas las cotas de vuelo de las aeronaves, y su proliferación en el espacio de batalla, comenzaron a generar conflictos en el manejo del espacio aéreo, ya que dentro del mismo actuaban medios aéreos y contra-aire dependientes de dos Comandantes diferentes, el terrestre y el aéreo, lo que generaba conflictos, siendo común el fratricidio.

Si consideramos la situación, podemos imaginar a las envolventes letales de las armas superficie aire como una especie de *piel* o *capa* que cubre la superficie de la tierra, conformada por un conjunto de protuberancias o burbujas, las envolventes letales en conjunto de los sistemas, con mayor o menor alcance horizontal y en altura. Es lo que hemos dibujado en corte en el gráfico *gr9-envolventes*.



gr9-envolventes

El gráfico muestra envolventes de una gran cantidad de armas que llegan hasta los 5000 pies (1525 metros) de altura; otras, constituidas por cañones y misiles de corto alcance, hasta los

15000 pies (4575 metros); y otros misiles conocidos como de mediano y largo alcance, que alcanzan los 50000 pies (15250 metros) de altura, y que cubren todas las cotas de vuelo de la mayoría de las aeronaves.

El adversario que defiende sus medios y blancos terrestres de los ataques aéreos, procurará que esta *piel* o *capa* sea lo más gruesa (alta) posible, hasta 50 o 60 mil pies (15250 metros o más), para poder derribar, y por tanto *negarle el vuelo* a su oponente aéreo, no importa el nivel al que lo haga; mientras que éste procurará que sea lo más fina (baja) posible, de sólo 15 o 20 mil pies (6100 metros o menos), e incluso que no exista, para poder disponer de un *vuelo impune*, al menos *a nivel medio y alto*, por arriba de los 20000 pies (6100 metros).

Este vuelo impune a nivel medio y alto (alturas representadas por la franja color gris azulado en el gráfico) es lo que logró Estados Unidos en la guerra del Golfo, y dio pie al acuñado del término *supresión de la defensa aérea enemiga* (SEAD – suppression of enemy air defense). Vemos que Estados Unidos enfocó el tema desde su perspectiva, porque en realidad es un combate en el área de la defensa aérea, con alguien que trata de suprimir, y alguien que trata de evitar esta supresión; con alguien que trata de derribar, y alguien que trata de evitarlo.

En esta confrontación *contra-aire* y *contra defensa aérea*, ambos contendientes procurarán tener el control del espacio aéreo, tratando de lograr el libre uso para sus medios, y al mismo tiempo negándoselo al enemigo; utilizando medios contra-aire tanto aéreos como terrestres, y recurriendo a la supresión de las defensas aéreas y el ataque a la caza interceptora enemiga en sus santuarios, sus aeródromos de asiento.

Centrándonos en las operaciones contra-aire, esa *piel* o *capa* que conforman las armas superficie aire no es de un grosor (altura) uniforme, el grosor y extensión depende de las envolventes letales de las armas superficie-aire.

A esta capa, que se extiende pegada a la superficie de la tierra, la complementan *burujas letales*, las conformadas por los cazas interceptores y la envolvente de sus armas; burujas que se desplazan por arriba o por dentro de la piel o capa de las armas superficie-aire, graficadas como un círculo celeste en el gráfico.

Suele ser común que ambos sistemas dependan de dos Comandantes diferentes, el aéreo y el terrestre; los que además se deben encargar de las operaciones clásicas de sus espacios de responsabilidad.

Este inter espacio presenta el inconveniente que no tiene un linde, límite, o elemento de contacto que lo separa de los otros espacios, como sucede entre los otros cuatro, terrestre, aéreo, espacial, y marítimo, sino que está imbricado, incrustado, dentro del espacio aéreo, y como mencionamos, con dos Comandantes que conducen los medios, el terrestre y el aéreo, y a veces un tercero, el naval, cuando los buques realizan operaciones litorales.

Pero el espacio aéreo presenta además otra particularidad, y es que lo podemos considerar como que está subdividido en dos áreas o sub espacios con características diferentes

para las operaciones; uno sobre el territorio y sobre los medios terrestres propios desplegados, el otro sobre el territorio y medios terrestres del enemigo.

Para entender este concepto de dos sub espacios aéreos con características diferentes, resulta útil recurrir a los blancos prioritarios que se desarrollaron a partir de la primera guerra del Golfo.

Recordemos que a partir de esa guerra, y en las sucesivas, el concepto fue, y es, que hay cuatro grupos de blancos a los que se les da prioridad para sus ataques:

- Las defensas aéreas de mediana y alta cota.
- Los sistemas de Comando y Control.
- Los aviones en sus santuarios (aeródromos).
- Las fuerzas terrestres en la profundidad.

A estos cuatro tipos de blancos prioritarios los atacaremos nosotros, y también los atacará nuestro enemigo. En estos cuatro sistemas de blancos se generaran las dualidades ataque-defensa, que como veremos, se desarrollarán en los dos sub espacios aéreos diferentes, el nuestro y el del enemigo.

Nuestro enemigo, aplicando el concepto SEAD, de supresión de las defensas aéreas del enemigo, tratará de atacar nuestros sistemas terrestres de defensa aérea, para lograr el vuelo impune de sus aviones a nivel medio y alto, y de esta forma alcanzar a los otros tres sistemas de blancos, los puestos de Comando y Control, los aviones en su santuario, y las fuerzas terrestres en la profundidad de nuestro territorio.

Nosotros protegeremos a esos sistemas de defensa aérea, para que no concrete el SEAD, y de esta forma podremos, mediante las operaciones contra-aire, negarle el vuelo impune, con lo que impediremos que pueda alcanzar a nuestros otros tres tipos de blancos.

Esto sucederá sobre nuestro territorio y sobre los emplazamientos de nuestros medios y fuerzas terrestres.

Lo mismo sucederá sobre el territorio y emplazamientos de medios y fuerzas terrestres del enemigo, pero al revés; nosotros atacando las defensas aéreas en procura del vuelo impune, y nuestro enemigo tratando de evitarlo.

En el primer caso nuestras operaciones serán de carácter defensivo, en el segundo de carácter ofensivo. Y lo mismo sucederá con nuestro enemigo. Dos operaciones similares, pero opuestas en sus actores, que determinarán esas características diferentes de los dos sub espacios aéreos, el nuestro y el de nuestro enemigo.

Otro tanto sucederá con los ataques a los otros tres sistemas de blancos, los puestos de Comando y Control, los aviones en su santuario, y las fuerzas terrestres en la profundidad del territorio.

Cuando seamos los atacantes, lo haremos sobre el territorio y los emplazamientos de las fuerzas enemigas, muchas veces en la profundidad, y nuestro enemigo se defenderá. Cuando sea

nuestro enemigo el que ataca, lo hará sobre nuestro territorio y los emplazamientos de nuestras fuerzas, y nosotros seremos los que actuaremos en defensa.

Lo mismo sucederá con el resto de las operaciones aéreas clásicas.

Este análisis nos permite ubicarnos geográficamente, y por tanto a las operaciones podremos agruparlas en aquellas que se desarrollan sobre nuestro territorio y fuerzas, y las que tienen lugar sobre el territorio y fuerzas enemigas.

En resumen, desde nuestra óptica, el sub espacio aéreo propio se caracterizará por operaciones contra-aire defensivas, y el sub espacio aéreo enemigo por operaciones ofensivas de supresión de las defensas aéreas y contra los medios y blancos emplazados en el terreno.

Los lindes o límites entre estos dos sub espacios no serán geográficos, tampoco referidos directamente a los emplazamientos de las fuerzas terrestres propias y enemigas, sino que estarán determinados por dos factores: por el alcance letal de las armas superficie aire propias, que deben proteger a todas las fuerzas y blancos terrestres propios, y por las líneas de lanzamiento de las armas aéreas enemigas; tanto unas como otras con valores en el orden de los 50 a 100 kilómetros.

Esto fijará el linde o límite, que no será una línea ni será preciso, porque tendrá un área de superposición sobre el territorio del otro, entre nuestro espacio aéreo y el del enemigo.

Este relativamente fácil agrupamiento de operaciones en defensivas y ofensivas y su correlación con los espacios aéreos sobre nuestro territorio y fuerzas, y sobre el del enemigo, nos permite vislumbrar que posiblemente resulte práctico tener *dos organizaciones* que se ocupen, una de las operaciones *defensivas*, y otra de las *ofensivas*; a las que se deberían agregar, a las primeras las referidas al control del *movimiento aéreo propio*, y a las segundas todas las *otras aéreas clásicas*.

Estas dos organizaciones pueden ser, dos Comandos aéreos independientes, o un solo Comando con dos órganos de operaciones, uno para las operaciones defensivas y de control del movimiento aéreo propio, y otro para las ofensivas más las clásicas.

En la mayoría de los países esto ya estaba estructurado desde la segunda guerra mundial, incluso en Argentina, con un Comandante Aéreo Estratégico, responsable de las operaciones ofensivas, y un Comandante Aéreo de Defensa, a cargo de las operaciones defensivas.

Pero el desarrollo de las armas superficie aire de mediano y largo alcance hizo que también tuviera participación en el mismo espacio aéreo un tercer Comandante, el de las Fuerzas Terrestres.

Esta situación, tres Comandantes manejando medios en un mismo espacio Aéreo, no sólo hace compleja la conducción, sino que predispone a que sea caótica.

A esto se debe agregar el control de los medios aéreos propios, tanto los militares que participan del conflicto como los civiles ajenos al mismo, así como los medios de terceros no

involucrados; para asegurar la fluidez de sus desplazamientos y sobre todo para evitar el fratricidio o el daño colateral.

Por eso, volviendo al concepto recién vertido de la conveniencia de tener dos organizaciones que se ocupen, una de las operaciones defensivas, y otra de las ofensivas; a las que se deberían agregar, como acabamos de ver, a las primeras las referidas al control del movimiento aéreo propio, y a las segundas todas las otras operaciones aéreas clásicas, es necesario encontrar un nuevo concepto de conducción de las operaciones dentro del espacio aéreo que asegure un manejo completo, armónico y fluido.

La solución más viable, sobre la base de lo que estuvimos bosquejando, sería:

- Un Comandante Aéreo, responsable de las operaciones clásicas ofensivas y otras.
- Un Comandante de *Control del Espacio Aéreo*, a cargo de:
 - o Las operaciones contra-aire (defensa aérea), y su protección (supervivencia al SEAD enemigo).
 - o El control de todo el movimiento aéreo.
 - o El *control operacional* de los medios contra-aire de mediano y largo alcance del Comandante Terrestre.
 - o La coordinación del control funcional *por veto* del fuego de las armas tierra-aire que tiren por debajo de los 20000 pies (6100 metros), para lograr el vuelo seguro, evitando el fratricidio, de aquellas aeronaves que por cualquier motivo deban penetrar en las envolventes de las armas propias de corto alcance.

De esta forma, el Comandante de Control del Espacio Aéreo ejercería el control directo de la caza interceptora, y de los medios contra-aire de mediano y largo alcance propios y del Comandante Terrestre, más el control por veto de las armas de corto alcance diseminadas en el espacio de interés, a efectos de unificar el control de todos los medios contra-aire que tiran tanto por arriba de los 20000 pies (6100 metros) como por debajo, y así lograr una conducción armónica de todos los medios.

Hablamos de un Comando de *Control del Espacio Aéreo* y no de *Defensa Aérea*, porque la responsabilidad va más allá de ésta, ya que debe asegurar el vuelo seguro, sin riesgos de fratricidio o daño colateral, de todo el movimiento aéreo.

Si realizamos un análisis de las opciones, la que acabamos de exponer, presentando un Comando de Control del Espacio Aéreo, resulta la más lógica.

Si la comparamos con la organización de otros países, algunos tienen a la defensa aérea dentro de la responsabilidad del Comandante Aéreo, pero la situación y las operaciones en desarrollo generan conflictos con el Comandante Terrestre; si la defensa aérea depende del Comandante Terrestre, sucede lo mismo con el Comandante Aéreo; con el agregado de que tanto uno como otro están ya demasiado atareados con sus problemas específicos, terrestre uno, y aéreo el otro. Y queda pendiente un tercer aspecto, el control de todo el movimiento aéreo.

No obstante ser la más indicada la opción de los dos Comandantes Aéreos, uno para las operaciones ofensivas sobre el territorio y fuerzas enemigas, y otro a cargo del control del espacio aéreo, esta opción requiere una muy buena coordinación entre el Comandante de Control del Espacio Aéreo y sus contrapartes, los Comandantes Terrestre y Aéreo, ya que los medios a controlar son comunes, o pertenecen a los otros Comandos, y sus Comandantes están por demás interesados en que se les asegure la defensa aérea de sus medios, y lo más importante, deberán confiar en la eficacia y efectividad del Comando de Control del Espacio Aéreo.

RESUMEN SOBRE LOS ESPACIOS PARA GUERREAR

Hemos visto que tenemos seis espacios en donde guerrear:

- 1) Terrestre
- 2) Aéreo
- 3) Marítimo
- 4) Espacial
- 5) Cibernético
- 6) De Control del Espacio Aéreo (defensa aérea y movimiento aéreo)

Sobre la base de estos seis espacios se debería estructurar el Sistema de Comando y Control. A ellos nos queda agregar un séptimo Comando, el Conjunto de Transporte y Logística.

En la práctica y en casi todos los países del mundo, aunque se continúa conservando lo clásico de espacios, y por tanto *Comandos* terrestre, aéreo y marítimo (naval) para conformar lo que se conoce como *Conjunto*; a estos siempre agregan un Comando Espacial, uno de Defensa Aérea (o de control del espacio aéreo), y uno Ciberespacial, coincidiendo con lo que acabamos de presentar.

En cuanto a Estados Unidos como referente, este tiene una situación particular al considerar los espacios para guerrear. Debido a que lleva a sus fuerzas a guerrear en cualquier lugar del mundo, tiene a éste dividido en áreas geográficas, con fuerzas y Comandos listos para actuar en cada una según surja la situación; estos son los Comandos *Combatientes Geográficos*, como el SOUTHCOM que comprende a Centro y Sud América. Son Comandos de nivel Estratégico.

En cuanto al espacio, en algunos casos los medios de que disponen los países en el espacio, o las posibilidades que tienen de guerrear en él, son por demás limitados, por lo que en general integran la parte aérea y espacial en un solo Comando Aero-espacial.

Este breve análisis que hemos realizado de los diferentes espacios en donde se guerrea nos muestra que es importante y necesario, antes de definir la estructura del Sistema de Comando y Control que es motivo de la presente investigación, tener perfectamente claro cómo

será la estructura orgánica militar en función de los espacios para guerrear, ya que será la que fijará las características de las redes de comunicaciones, de computadoras, y otros medios en que se basará el Sistema.

Referencia a las Organizaciones Utilizadas para la Guerra del Golfo y la Guerra de Malvinas

Todo esto último que hemos analizado, aunque no corresponde al presente trabajo, nos permite tener una idea de bosquejo de cómo podría ser la organización para la guerra de un país como Argentina o alguno de su región, ya que como vimos, saber cómo será esa organización es necesario para montar el Sistema de Comando y Control.

Lo hemos realizado pensando que, si deseamos montar un sistema de toma de decisión que cubra todos los niveles para que resulte un todo armónico y efectivo, y que permita lograr el estado final deseado, debemos definir previamente cómo será la estructura de conducción en todos los niveles: nacional, estratégico, operacional, y táctico.

Sin realizar un análisis profundo intentaremos una primera aproximación, y además de lo recién analizado, utilizaremos como referencia lo realizado por la Coalición en la guerra del Golfo de 1991, y lo aplicado por Argentina en la guerra de Malvinas.

LO REALIZADO POR LA COALICION EN LA GUERRA DEL GOLFO DE 1991

Ya lo vimos antes en página 39, cuando nos referimos a que el General Schwarzkopf, en procura de optimizar su *ciclo de reacción*, *ciclo OODA*, o *ciclo de decisión*, una de las decisiones que tomó fue la simplificación organizacional de sus Fuerzas y Comandos, a fin de tener una clara cadena de mando con la mínima cantidad de involucrados en el proceso de decisión, a pesar que en la Coalición participó gran variedad de Fuerzas provenientes de diferentes países, y que también tuvo en paralelo su equivalente para la conducción de las Fuerzas de países árabes.

Repitiendo lo dicho, que resulta fundamental para nuestros conceptos a presentar, en su organización sólo tuvo tres Comandantes de Componente subordinados.

- El Teniente General USARMY John Yedsock como Comandante de todas las fuerzas terrestres (las que se desplazaban en el terreno), sin importar su dependencia o país de procedencia.
- El Teniente General USAF Charles Horner como Comandante de todos los medios aéreos (los que se desplazaban en el aire), sin importar su dependencia o país de procedencia.
- El Vicealmirante USNAVY Arthur Stanley como Comandante de todos los medios navales (los que se desplazaban en el agua), sin importar su dependencia o país de procedencia.

Esta simplicidad de organización le permitió asegurarse que las órdenes llegasen a los efectores con la mayor rapidez posible, dentro del ciclo de reacción del enemigo.

Este criterio creemos que es válido e importante para aplicarlo a la conducción de las Fuerzas Armadas Argentinas en caso de conflicto o guerra.

Si el General Schwarzkopf pudo aplicarlo, con la vasta cantidad y diversidad de medios de que dispuso, cuanto más fácil resulta aplicarlo al caso argentino, o países similares, tratando de simplificar las estructuras y relaciones entre los niveles estratégico, operacional y táctico, más las unidades.

LO APLICADO POR ARGENTINA EN LA GUERRA DE MALVINAS

Para la guerra de Malvinas, Argentina tenía una organización por niveles de conducción que había copiado de Estados Unidos, con la salvedad de que hablaba de tres niveles estratégicos, el estratégico nacional, el estratégico militar, y el estratégico operacional (que comprendía un teatro de operaciones y varios comandos específicos), y dos niveles tácticos, el táctico superior (que comprendía los comandos de componente del teatro) y el táctico inferior (que comprendía a las unidades del nivel de regimientos, batallones, escuadrones, y bases aéreas).

En cierta forma, la organización por niveles era bastante similar a la actual, con niveles ~~estratégico~~ nacional, ~~estratégico~~ ~~militar~~, ~~estratégico~~ operacional, y táctico ~~superior~~; con la consideración y agregado de las unidades como táctico inferior.

En su concepción, el máximo responsable de la guerra a nivel nacional era el Presidente de la Nación.

De él dependían dos áreas en donde se desarrollaba la guerra que eran críticas para el logro del estado final deseado:

- La Militar, cuyo máximo responsable *militar* de la guerra debería ser el Ministro de Defensa.
- La Política, cuyo máximo responsable *político* de la guerra debería ser el Ministro de Relaciones Exteriores.

Concentrándonos en la parte *militar*, el Ministro de Defensa debería ser el responsable del nivel estratégico, con el Estado Mayor Conjunto como su órgano de trabajo.

Concretamente, para Malvinas, de este nivel estratégico ~~militar~~ dependieron, como estructuras del nivel ~~estratégico~~ operacional:

- El Teatro de Operaciones del Atlántico Sur (TOAS), con el Sr. Vicealmirante Lombardo como Comandante, y responsable máximo *operacional* de la guerra; con, sólo en los documentos, los tres componentes: terrestre, naval, y aéreo.
- El Comando Aéreo Estratégico (específico), con el Brigadier Mayor Weber como Comandante.

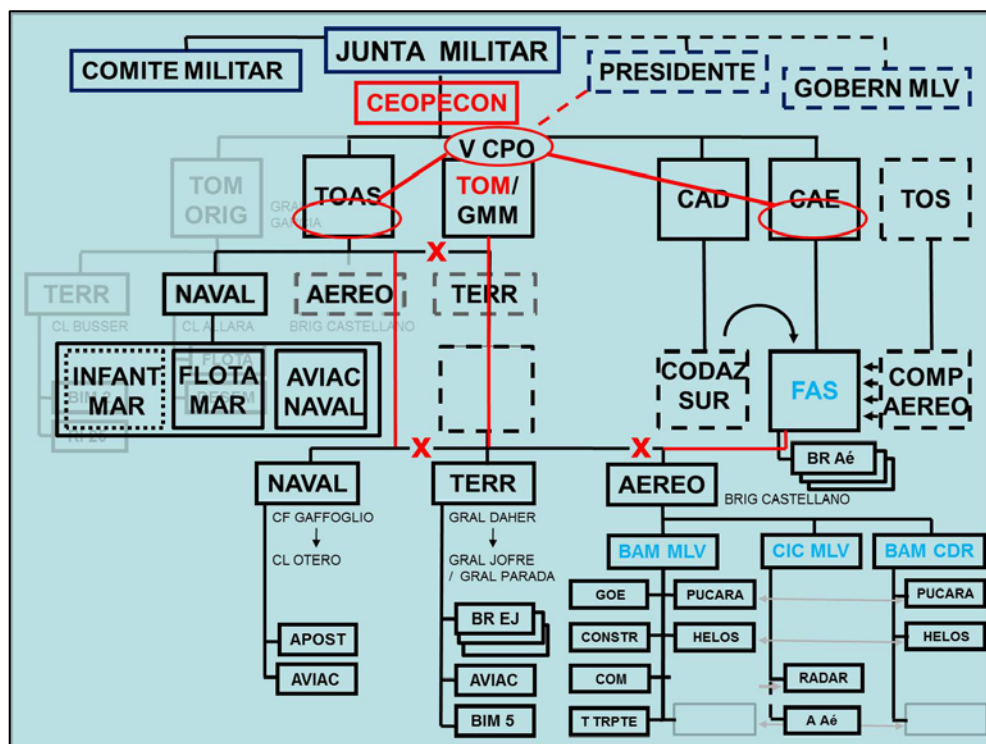
- El Comando Aéreo de Defensa (específico), con el Brigadier Mayor Hughes como Comandante.
- El Comando Aéreo de Transporte (específico), con el Brigadier Enrique Ramón Valenzuela como Comandante.

Pero los hechos llevaron a que el *máximo responsable operacional de la guerra* terminase siendo el que había ido a las Islas sólo como Gobernador, el General de Brigada Menéndez, sin que mediase ninguna designación oficial al respecto, ya que según los documentos, el *máximo responsable operacional de la guerra* era el Sr. Vicealmirante Lombardo, Comandante del Teatro de Operaciones del Atlántico Sur (TOAS), designado por la máxima conducción nacional, la Junta Militar.

Al respecto resulta interesante leer el asesoramiento del Segundo Jefe de Estado Mayor Conjunto referido a la cadena de comando, que obra en los Anexos del informe Rattenbach (CAERCAS) a páginas 1583 a 1589; y que se puede acceder directamente a través de: Documentos /argentinos/(26ABR82) Asesoramiento del Estado Mayor Conjunto...., del menú del sitio www.radarmalvinas.com.ar

Los hechos no sólo modificaron las estructuras y relaciones de Comando a nivel operacional, sino en todos los niveles, desde el nacional al táctico.

El gráfico *gr10-malvinas* que hemos colocado a continuación trata de representar, mediante una interpretación completamente libre, qué es lo que sucedió en Malvinas en cuanto a la conducción de la guerra.



gr10-malvinas

Aunque el gráfico tiene muchos años, nos resulta útil para mostrar cómo se fue evolucionando en forma improvisada en cuanto a organización y conducción en plena guerra.

Para el 03 de abril de 1982, después que Gran Bretaña mostró a Argentina que no le iba a entregar Malvinas mediante Naciones Unidas, como había sido la apreciación al más alto nivel estratégico nacional, se comenzó a improvisar y a tratar de organizar las fuerzas para una posible guerra.

Se creó, como estaba previsto en la DENAC, el Teatro de Operaciones del Atlántico Sur (TOAS) a cargo del Sr. Vicealmirante Lombardo, para reemplazar al Teatro de Operaciones Malvinas (TOM) que cesaba luego de la recuperación de las Islas, pero sin que se hubiera confeccionado ningún planeamiento.

Se crearon de urgencia, ya que no estaban contemplados en ningún documento, el Comando Aéreo Estratégico (específico), el Comando Aéreo de Defensa (específico) y el Comando Aéreo de Transporte (específico) de Fuerza Aérea.

Volviendo al TOAS, que es lo que nos interesa considerar en el presente análisis, este era el Teatro de nivel ~~estratégico~~ operacional. De él dependerían tres componentes de nivel táctico ~~superior~~, el naval, con todos los medios de Armada, el Aéreo con medios que Fuerza Aérea debía ceder y que esta negó, subordinándolos a su Comando Aéreo Estratégico como Fuerza Aérea Sur, y el componente táctico ~~superior~~ terrestre, constituido por la Guarnición Militar Malvinas (GMM), que a su vez tendría tres componentes de nivel ¿táctico inferior? (correspondiente a unidades), de cuyo componente terrestre ¿táctico inferior? terminarían dependiendo dos Brigadas. Las que constituirían después *dos* componentes terrestres.

Esta falta de nivel jerárquico suficiente en la estructura adoptada, y la gran cantidad de tropas que arribaron a Malvinas, hicieron que en los hechos, ya que nunca en los papeles, a la GMM se la comenzase a llamar Teatro de Operaciones Malvinas (TOM), elevando su nivel al operacional como muestra la línea roja del gráfico, y con el General Menéndez, el Gobernador, recibiendo órdenes directamente del COMIL, y del Presidente/Comandante en Jefe de Ejército, mientras en teoría al menos, seguía subordinado al TOAS.

Así como el TOM/GMM poco a poco se fue subordinado al COMIL e ignorando al TOAS, en la misma forma el Componente Aéreo de Malvinas se fue subordinando a la FAS en el continente y manteniendo con el TOM/GMM sólo una relación protocolar y de coordinador con la FAS en el continente. Otro tanto sucedió con el Componente Naval de Malvinas, que se subordinó directamente al TOAS, excepto el BIM 5 de infantería de marina.

Lo muestran las líneas rojas y las X que cortan la relación de dependencia.

Después del desembarco británico en San Carlos, cuando ya la mayoría de los argentinos hacía su propia guerra ignorando las órdenes y dependencias, en plena guerra y tratando de paliar el caos de conducción que se había producido, se creó el CEOPECON (Centro de Operaciones Conjuntas), un triunvirato que no figuraba en ninguna doctrina.

Se intentó, mediante este triunvirato conformado por el Vicealmirante Lombardo, Comandante del TOAS, como máxima autoridad naval, el Brigadier Mayor Weber, comandante del CAE, como máxima autoridad aérea, y el General de División García, comandante del V Cuerpo de Ejército y que no formaba parte de las cadenas de mando por ningún motivo, como máxima autoridad terrestre, unir a las tres Fuerzas Armadas en un organismo único para que, mediante la coordinación entre sus miembros, condujera las operaciones. Tarea en la que fracasó, ignorado por los combatientes de Malvinas, por lo que terminó convirtiéndose en un mero órgano logístico.

Se debió nombrar al General de División García como miembro del triunvirato porque quien debería haber sido el miembro representante de la fuerza terrestre, el General de Brigada Menéndez, se encontraba lejos, en las islas Malvinas.

El gráfico presenta énfasis de detalle en la parte Fuerza Aérea porque fue utilizado hace muchos años para intentar explicar a los futuros Oficiales de Estado Mayor cursantes de la Escuela Superior de Guerra Aérea qué es lo que nos pasó en Malvinas.

En cuanto al Ministro de Defensa, el *máximo responsable militar de la guerra*, fue completamente ignorado y ni siquiera fue llamado a participar de las reuniones del COMIL.

Los Comandantes en Jefe de las tres Fuerzas por su parte, seguían impartiendo órdenes a los componentes de sus fuerzas, que no les dependían porque estaban asignados a Comandos operacionales, fuera de su cadena de mando.

Cualquiera que profundiza un poco sobre lo sucedido en Malvinas inmediatamente percibe que fue un caos de conducción.

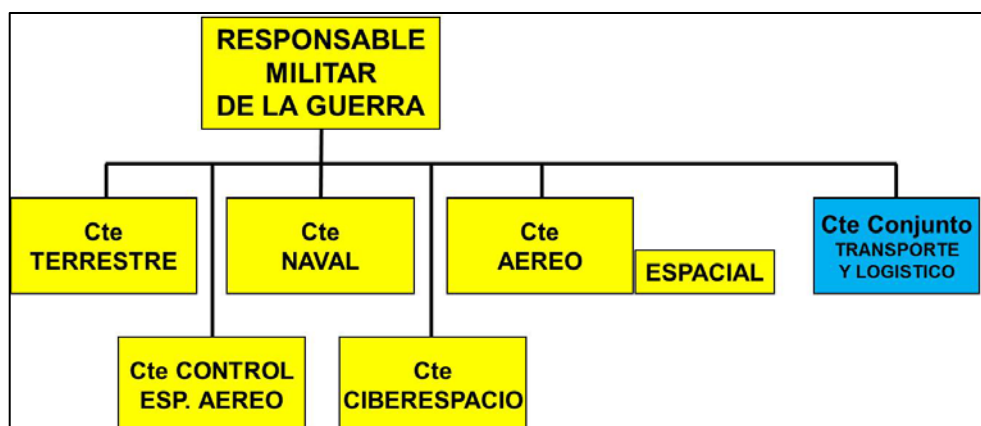
Esto lo hemos colocado para que imaginemos que sucedería en el presente si, luego de organizar y optimizar estructuras de Comando y Control con procedimientos y medios que permitan tomar decisiones correctas y oportunas, como lo que en esta investigación se está proponiendo, sucede lo que en Malvinas, en donde cada cual hizo su propia guerra, ignorando órdenes y directivas.

Lo Posible para Argentina

Tenemos seis espacios donde guerrear (después volveremos sobre el ciberespacio), y tres niveles de conducción: estratégico, operacional, y táctico, para lograr una organización armónica e integrada; y Malvinas nos mostró que las responsabilidades deben estar perfectamente definidas para que esa organización se mantenga sin las interferencias producidas por nuestra particular *cultura para guerrear*, como sucedió en Malvinas.

Probablemente la mejor opción sería reproducir lo actuado por la Coalición en el Golfo, con un único responsable militar *estratégico* de la guerra, con máxima idoneidad para el cargo y con el Estado Mayor Conjunto como elemento de trabajo, y con cinco o seis Comandantes *operacionales específicos* subordinados, los de los seis espacios donde guerrear, ya organizados

y trabajando desde la época de paz. A lo que se debería agregar un Comando Conjunto Logístico y de Transporte. Es lo bosquejado en el gráfico *gr11-posible organización*.



gr11-posible organización

Estamos obviando la creación de un Teatro de Operaciones con sus componentes, más comandos específicos operacionales, porque ya vimos que en Malvinas esa organización simplemente fracasó.

Si nos detenemos un momento a pensar, veremos que quien en realidad necesita crear teatros de operaciones es Estados Unidos, porque lleva a sus fuerzas a guerrear a cualquier parte del mundo, en donde necesita crear un teatro para establecerse.

No es el caso de Argentina, porque no va a ir a guerrear al otro lado del mundo, salvo el envío de un pequeño contingente que formará parte de una fuerza combinada para el establecimiento de la paz. El fin último de las Fuerzas Armadas Argentinas es asegurar que nadie pueda vulnerar sus espacios soberanos, y económico-social. Por eso no necesita crear teatros de operaciones, menos proceder como en Malvinas, anulando uno, el TOM, a los cinco días de creado para reemplazarlo por otro, el TOAS, sin ninguna justificación operativa.

La opción de un único responsable estratégico, con cinco o seis subordinados específicos para cada espacio donde se llevará a cabo el guerrear, permitiría además tener ya organizada desde la paz la estructura del Comando y Control, con los medios y personal necesarios para la conducción ya operando, cumpliendo con sus misiones de época de paz: de control los comandos del ciberespacio y de control del espacio aéreo, realizando el transporte y logística el conjunto correspondiente, y adiestrando sus medios el terrestre, aéreo y naval.

Estarían así en condiciones óptimas para reaccionar en caso de un conflicto imprevisto, ya que sólo deberían activar las misiones de época de conflicto o guerra, sin necesidad de reorganizarse en nuevos Comandos.

Esto es importante si consideramos la forma en que se producen a veces los conflictos actuales, sin ningún preaviso, lo que obliga a estar en condiciones de reaccionar en forma

inmediata, a veces en cuestión de horas. Podemos recurrir para considerar ejemplos incluso a 1982 y Malvinas, cuando las fuerzas argentinas recuperaron las islas.

Gran Bretaña tuvo un preaviso de algunas horas o días, y nada pudo hacer por las distancias involucradas. Pero ¿qué habría pasado si Malvinas estaba en medio del Mediterráneo?.

Si recordamos la situación, la flota británica estaba en plena ejercitación, y sólo hubo que cambiarle la orden: en lugar de continuar con sus actividades de época de paz, avancen sobre Malvinas para evitar su recuperación. Los buques zarparon el mismo 02 de Abril. Si Malvinas hubiese estado en el Mediterráneo y no a 20 días de navegación, la operación argentina hubiese resultado completamente fallida.

Esto no significa caer en la paranoia de Estados Unidos durante la guerra fría, en donde las tripulaciones de los bombarderos B-52 dormían vestidas, con capacidad de despegar un avión cada 3 minutos.

No es necesario tener a los soldados durmiendo abrazados al fusil, basta con tener a las estructuras *de conducción* ya organizadas y funcionando, cumpliendo con sus misiones de época de paz que mencionamos más arriba. Si nuestro posible enemigo sabe que estamos en condiciones de actuar incluso antes de que él concrete su acción, posiblemente dudará de hacerlo.

Aunque nos hemos extendido, este no es tema de la presente investigación, por lo cual lo dejaremos pendiente, con el sólo bosquejo de la idea que hemos expresado, que implica que cuando se desarrolle el sistema de Comando y Control ya se debe tener claro cómo será la organización para guerrear; para no repetir Malvinas.

Más adelante volveremos sobre el tema, cuando hayamos avanzado lo suficiente en la investigación como para analizar la conveniencia o no de contar con un organismo que *maneje* el *Sistema de Comando y Control* y el *Espectro Electromagnético*, y la conveniencia o no de que lo atinente a la *Ciberdefensa*, que en realidad debe ser *Ciber guerra*, sea también manejado por ese organismo en lugar de contar con un Comando del Ciberespacio o Ciberdefensa.

EL SISTEMA DE INFORMACION

SUN TZU⁷ decía:

*Lo que le permite al soberano sabio y al buen general golpear y conquistar,
y lograr cosas más allá del alcance de los hombres ordinarios,
es el conocimiento previo.*

CARL VON CLAUSEWITZ⁸ decía:

*La guerra es el resultado de la incertidumbre;
tres cuartos de los factores en los que se basa la acción
están envueltos en una niebla de mayor o menor incertidumbre,
el Comandante debe trabajar
en un ambiente en el que sus ojos no pueden ver,
un ambiente que sus mejores poderes deductivos no siempre pueden desentrañar,
y un ambiente con el cual raramente puede familiarizarse
debido a los constantes cambios.*

¿Qué ha pasado entre fines del siglo XX y principios del XXI ?

La tecnología desarrollada no sólo brinda a los decisores ese *conocimiento previo* al que se refería Sun Tzu, sino que también ha solucionado *casi* completamente los problemas de los que se quejaba von Clausewitz.

La guerra ya no es el resultado de la incertidumbre, porque la niebla ha casi desaparecido; el Comandante puede trabajar en un ambiente en el que sus ojos (sensores) pueden ver, un ambiente que sus poderes deductivos sí pueden desentrañar, un ambiente con el que puede familiarizarse a pesar de los constantes cambios; porque tiene posibilidades de tener el conocimiento previo al que se refería Sun Tzu, gracias a los medios y procedimientos del:

Sistema de Información.

Por supuesto, no basta con el sistema de información, ya que siempre es necesario que los decisores posean esas *cualidades particulares*, en especial la *intuición*, para que sus decisiones sean correctas y oportunas.

Si se logra montar un adecuado sistema de información, los decisores no se tendrán que basar sólo en su intuición; o en la suerte que reclamaba Napoleón Bonaparte de sus generales.

⁷ Sun Tzu: *The Art of War* (alrededor de 400 BC), traducido por Thomas Clearly, Shambhala Publications inc, Boston & London, 1988

⁸ C. von Clausewitz: *On War* (1832), editado y traducido por Michael Howard y Peter Paret, Princeton University Press, Princeton, NJ, 1976

A continuación trataremos de analizar, con el mayor grado de detalle posible, todos los aspectos, factores, y elementos, que involucra el proceso del sistema de información, desde que los captores brindan sus datos, hasta que el producto es presentado a los decisores como:

conocimiento dominante del espacio de batalla/ambiente operacional.

Al hacerlo, vamos a tratar de establecer los

PROCEDIMIENTOS Y MEDIOS NECESARIOS
para
OPTIMIZAR EL SISTEMA DE INFORMACION
a fin de permitir la
TOMA DE DECISIONES CORRECTA Y OPORTUNA.

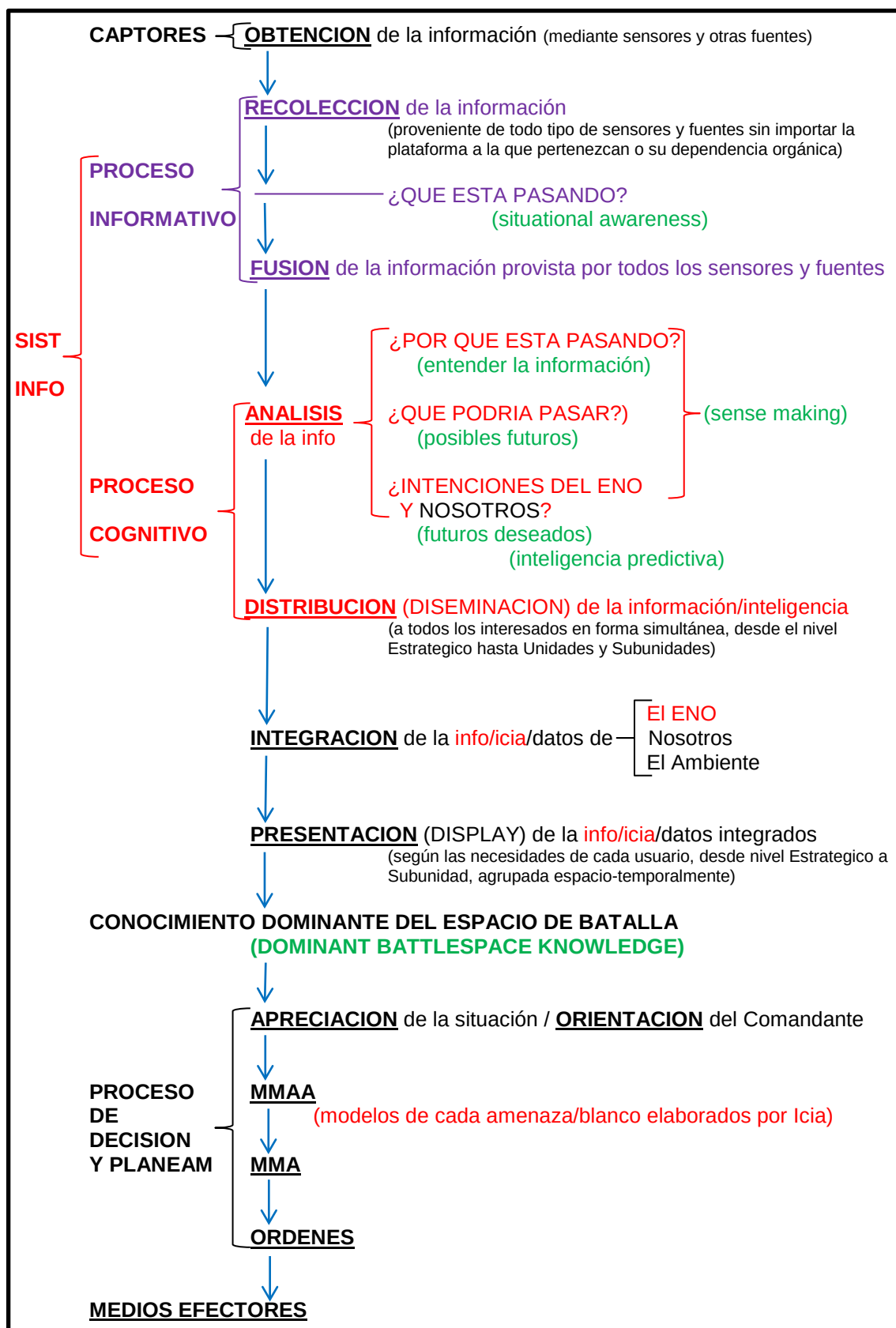
Utilizaremos las preguntas del siguiente gráfico *gr12(gr1)-ciclo reacción* que ya habíamos mostrado antes, para ir desmenuzando y detallando todo aquello que interviene como procedimientos y medios para dar respuesta a cada una de las preguntas.



gr12 (gr1)-ciclo reacción

Otra forma de representar estos mismos conceptos, en forma secuencial en lugar de hacerlo como un ciclo de reacción, es lo mostrado en el gráfico *gr13-secuencial*, que nos permite complementar y ampliar lo expresado en el gráfico *gr12(gr1)-ciclo reacción*; mostrando dos procesos: uno informativo, donde su producido es información, y otro cognitivo,

en donde se requiere un aporte de razonamiento y análisis de la información (info) disponible para transformarla en conocimiento e inteligencia (icia) a distribuir/diseminar.



El proceso de los dos gráficos nos muestra cómo, partiendo de lo más elemental, como son los datos captados por los sensores, podemos ir evolucionando, enriqueciéndolos, hasta llegar a presentar a los decisores una situación del ambiente operacional que les dé un conocimiento dominante del espacio de batalla, y así decidir en consecuencia.

Aquí vale un ejemplo de la guerra de Malvinas para mostrar cómo resulta útil buscar respuestas a cada pregunta del ciclo.

El día anterior al desembarco británico en San Carlos, el 20MAY82, ya desde la mañana los operadores del radar TPS-43 de Fuerza Aérea que estaba en Puerto Argentino comenzaron a ver que el movimiento de aviones Harrier, que hasta el día anterior habían aparecido de, y desaparecido en, un punto a unas 100 millas náuticas (NM – 185 km) de Puerto Argentino en el azimuth 090°, comenzó a dividirse, y los desplazamientos fueron hacia dos puntos, como si los dos portaaviones se estuvieran separando, uno continuando en el azimuth 090° y el otro que paulatinamente a lo largo del día se iba dirigiendo hacia el noroeste⁹, con los últimos vuelos de Harrier apareciendo y desapareciendo en el azimuth 050°.

Esto que veían los operadores del radar respondía a la pregunta *¿qué está pasando?*, y la respuesta era: *los Harrier están operando desde dos lugares diferentes, y uno de ellos se está desplazando hacia el noroeste.*

Si la conducción se hacía la pregunta que sigue en el ciclo: *¿por qué está pasando?*, la respuesta sería: *porque la flota se está dividiendo y uno de los portaaviones se está desplazando hacia el norte*; e iba a poder elaborar diferentes *posibles futuros* al hacerse la siguiente pregunta de la secuencia: *¿qué podría pasar?*:

- *Que la flota británica se separe para operar desde dos lugares distintos, uno al este y otro al norte de las Islas.*
- *Que parte de la flota se dirija hacia el oeste de las Islas para atacar con sus Harrier a la Argentina continental.*
- *Que la parte de la flota que se fue desplazando hacia el noroeste se esté preparando para realizar un desembarco.*

La pregunta siguiente: *¿qué quiere nuestro enemigo que pase?*, que refleja sus *intenciones* en procura de lograr el *estado final deseado*: la recuperación de Malvinas, llevará a elegir cual de esos posibles futuros es el que satisface las *intenciones* del enemigo, constituyendo su *futuro deseado*; indicándonos que con una alta probabilidad será el *desembarco*, que llevaría a lograr la recuperación.

Esto será corroborado por la última de las preguntas del proceso: *¿qué intenta hacer el enemigo?*, que nos pondrá en alerta, y que lleva mediante su propio ciclo de realimentación a buscar la confirmación en lo que estemos captando, y que responde a: *¿qué está pasando?*.

⁹ En el sitio www.radarmalvinas.com.ar se encuentra el facsímil del borrador (diario) de operaciones del radar, que muestra en páginas PDF 028 a 032 de la parte 2 ese movimiento de Harriers.

Conclusión: el 20MAY, veinticuatro horas antes, ya habríamos podido, mediante la *inteligencia predictiva* que nos daban las preguntas, comenzar a tomar los recaudos por si los británicos intentaban un desembarco.

Hemos considerado una sola fuente de información, el radar de Fuerza Aérea; pero había varias otras fuentes que, en forma aislada o integrada, nos confirmaban el posible desembarco. Si hubiéramos hecho su fusión, habría aumentado la certidumbre de la apreciación.

Entre ellas, los aviones Boeing 707 de reconocimiento lejano habían detectado y seguido a la parte de la flota que trasladaba a los medios anfibios para el desembarco.

El 15MAY los británicos realizaron una operación comando para destruir o neutralizar a los Pucará que se encontraban en la BAN Calderón, y que podían perturbar el desembarco.

A partir de ese 15MAY también comenzaron a atacar a los buques de transporte que se encontraban en las Islas y que podían trasladar tropas: el Rio Carcarañá, el Isla de los Estados, el Bahía Buen Suceso.

El 20MAY los Harrier atacaron a los helicópteros que estaban estacionados en los faldeos del monte Kent, en el lugar de asentamiento de las tropas de reserva.

Para los casos del ataque a los Pucará, los buques, y los helicópteros, podemos hacer el mismo ejercicio de preguntas: *¿qué está pasando?*, *¿por qué?*, *¿qué podría pasar?*, *¿qué quiere el enemigo que pase?*, *¿qué intenta hacer el enemigo?*. Y veríamos que los británicos estaban preparando el desembarco, anulando todo aquello que los pudiera perturbar, como los Pucará, o facilitara el traslado de tropas para impedir el desembarco, los buques y helicópteros.

Este ejemplo nos muestra que estas preguntas, transformadas en procedimientos y medios adecuados incorporados al sistema de comando y control, permiten que nuestros Conductores tomen decisiones correctas.

Debemos también asegurar que las decisiones sean tomadas a tiempo, que sean oportunas, que permitan que los efectores actúen antes de que el enemigo cambie la situación; que logre el desembarco en el caso que estamos ejemplificando. Debemos asegurar que nuestro ciclo de reacción estará por dentro, será más rápido, que el ciclo de reacción del enemigo.

El desembarco británico en Malvinas también sirve de ejemplo en cuanto a esa relación entre los ciclos de reacción propio y del enemigo.

La Conducción en las Islas dudó que el desembarco fuera tal, pensando que tal vez era una maniobra de diversión/distracción, y esperó a tener confirmación cierta, enviando primero a un avión Aeromachi de Armada, y luego a los Comandos de las tres Fuerzas. Cuando se tuvo la confirmación ya era tarde, los británicos ya habían asegurado su cabeza de playa.

Los aviones de combate continentales de Fuerza Aérea llegaron al lugar de desembarco a partir de las 10:00 hs de la mañana, y aunque los británicos habían disfrutado de varias horas sin oposición, el desembarco todavía estaba en pleno apogeo, pero lamentablemente los aviones atacaron a los primeros buques que se les presentaron como blancos, los buques de guerra, sin

poder alcanzar a los verdaderos blancos que lograrían el *efecto deseado* por los británicos, el desembarco; los buques y lanchones de desembarco.

Para terminar con los ejemplos de Malvinas, dos aspectos relacionados con un mismo hecho que muestran: el ciclo de reacción adecuado, y el desaprovechamiento de una información.

El hecho es el desembarco británico en Bahía Agradable. Primero veremos el desaprovechamiento de una información.

El día 07JUN los operadores del radar de Fuerza Aérea detectaron un buque británico que a las 07:09 hs apareció en pantalla en azimuth 218° a 10NM (18,5 km al sur de Puerto Argentino), y que a las 07:28 hs desapareció en azimuth 232° a 10NM (18,5 km al suroeste), en dirección a Fitz Roy¹⁰.

El buque se desplazó en el área desde donde habitualmente cañoneaban la zona de Puerto Argentino, desde la BAM Malvinas hasta Moody Brook, pero no lo hizo.

Utilizando las preguntas: *¿qué está pasando?*: un buque atravesó el área de cañoneo de este a oeste y no cañoneó. *¿por qué no lo hizo?*: en ese momento no buscamos la respuesta, porque no nos hicimos la pregunta; si nos la hubiéramos hecho, ésta habría llevado a la siguiente *¿qué podría pasar?* con ese buque que atravesó el área sin cañonear, y tal vez habríamos descubierto que el buque era el Sir Tristram que se dirigía a Fitz Roy y Bluff Cove para iniciar los desembarcos.

Tuvimos la información, pero no la aprovechamos.

Sí aprovechamos, y bien, la información del día siguiente, 08JUN, cuando volvió a aparecer y desaparecer el buque, pero esta vez, uno de los puestos de observadores del aire (POA) avisó al Puesto Comando del Componente Aéreo que del buque estaban desembarcando tropas, el Puesto Comando llamó a la Fuerza Aérea Sur (FAS) en el continente, y ésta envió a los aviones de combate, que llegaron y atacaron a los buques Sir Tristram y Sir Galahad en pleno desembarco, provocando grandes pérdidas.

En este caso, *nuestro ciclo de reacción estuvo por dentro del ciclo de reacción de los británicos*, dado por su tiempo para desembarcar, y el resultado estuvo a nuestro favor. Oportunidad correcta, blancos correctos.

Estos ejemplos nos permiten apreciar cuán importante es contar con un *Sistema de Información*, la primera parte de un *Sistema de Comando y Control*, que esté montado con todos los medios y procedimientos adecuados para que las decisiones que se tomen sean correctas y oportunas.

Cuando a continuación analicemos ese sistema de información paso a paso, también veremos que el ciclo de reacción en realidad está conformado por gran cantidad de ciclos,

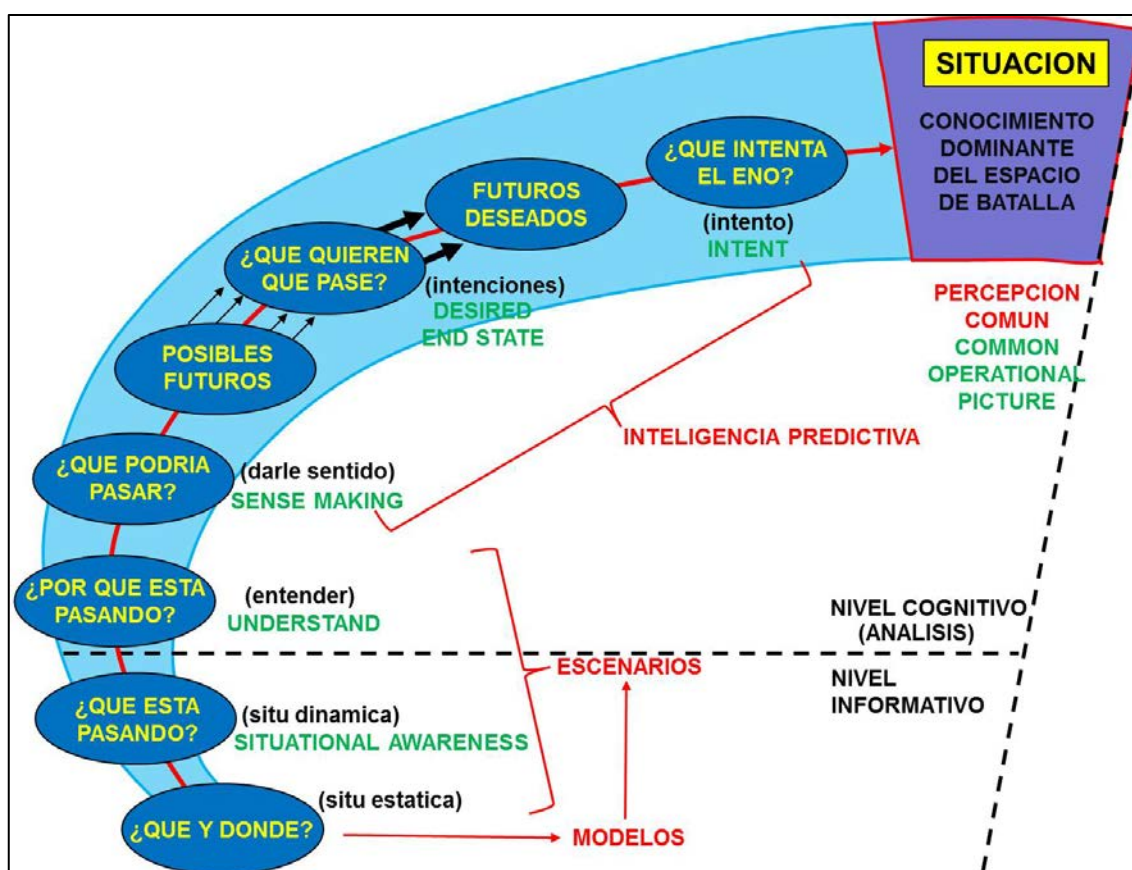
¹⁰ Ver el borrador de operación del radar, página PDF 102 de la parte 2.

encastados unos con otros, y que es necesario armonizarlos para que quienes tomen decisiones posean un *conocimiento dominante del espacio de batalla*, el que servirá como base para que todo el proceso de planeamiento que sigue pueda lograr el *estado final deseado*.

El gráfico *gr12(gr1)-ciclo reacción* de la página 62 nos muestra que, al finalizar el proceso del sistema de información, todos los niveles de decisión dispondrán de una presentación de la situación, que será completa, coherente, oportuna, y que les brindará una percepción común, para que puedan: decidir cada cual en su nivel, coordinar con los otros niveles, e iniciar el proceso de planeamiento de las operaciones, la segunda parte del sistema de comando y control.

Recordemos que en la presente investigación sólo analizaremos la parte correspondiente al sistema de información.

Es lo que muestra el gráfico *gr14-sistema de información*, que es sólo la parte izquierda del *gr12(gr1)-ciclo reacción*, al que le hemos agregado una serie de términos tanto en castellano como en inglés, que son los que normalmente se pueden encontrar en la bibliografía internacional relacionada con el tema.



gr14-sistema de información

Ya lo vimos recién en los gráficos *gr12(gr1)-ciclo reacción* y *gr13-secuencial* y utilizamos un ejemplo de la guerra de Malvinas.

El proceso comienza con los simples datos obtenidos por los sensores de las plataformas captoras o por otras fuentes, y termina con la presentación de la situación a quienes tomarán las decisiones, brindándoles un *conocimiento dominante del espacio de batalla*.

Esta visualización que tendrán de la situación imperante en el espacio geográfico de interés en donde deberán actuar, será la misma para todos, por lo que tendrán una *percepción común* (common operational picture – imagen operacional común). De esa percepción común de la situación, cada nivel de decisión podrá elegir el grado de detalle que quiere ver, en función de las tareas que debe realizar.

Al ser una *percepción común*, resultan fáciles las coordinaciones entre los diferentes niveles, porque como todos están viendo lo mismo, es fácil entenderse y las explicaciones son mínimas, en particular cuando las operaciones son conjuntas o combinadas.

Estados Unidos primero, y NATO después, establecieron niveles en cuanto a la calidad y elaboración de la información disponible. Por eso hablan de un nivel *informativo*, y un nivel *cognitivo*, con un tercer nivel *físico*, que no se muestra en el gráfico.

- El nivel *físico* corresponde a los medios captadores, en donde la información que se dispone normalmente está constituida por datos simples, o información en crudo.
- El nivel *informativo* comprende sólo información, procesada pero sin ningún aporte de análisis.
- El nivel *cognitivo*, como su nombre expresa, es aquel en donde a la información se le ha realizado un análisis y evaluación, enriqueciéndola con el *conocimiento* aportado por el humano.

Como vemos, son diferentes estadios, en donde el simple dato se va transformando y fusionando con otros, hasta convertirse en conocimiento profundo.

Estos estadios han dado origen al acuñado de términos, que expresan conceptos. Hemos colocado en el gráfico *gr-14 sistema info* en verde el término en inglés, y en negro la traducción que más se adapta al concepto expresado.

¿Qué y Donde? Se refiere a todos los elementos y medios que se encuentran en el espacio geográfico de interés, normalmente llamado *ambiente operacional*.

Estos elementos y medios pertenecen al enemigo, a nuestras propias fuerzas, a terceros involucrados o no, y al ambiente.

Todos responden al *¿qué hay?*, por ejemplo una unidad de tanques, y al *¿dónde está?*, ubicándolos geográficamente.

Esta información no comprende los desplazamientos y por eso constituye la *situación estática*.

¿Qué está pasando? ya comprende los desplazamientos, pero sobre todo las operaciones y acciones que se están desarrollando; por eso se la refiere como *situación dinámica*. Sigue siendo sólo información.

En inglés a esta información, que es dinámica, se la conoce como *situational awareness*, que traducida literalmente sería: *conciencia situacional*, pero que traducida conceptualmente el término más adecuado es: *saber qué es lo que está pasando*.

¿Por qué está pasando? Es la pregunta del estadio siguiente; ya requiere un aporte cognitivo del humano que está analizando la información, para encontrarle explicación a lo que está sucediendo. A partir de acá el resultado obtenido depende en gran medida de la capacidad de análisis y evaluación del personal involucrado.

En inglés a este estadio se lo conoce como *understand*, *entender* lo que está pasando. Es el primer paso en el nivel cognitivo.

¿Qué podría pasar? Una vez que se tiene una explicación de por qué está pasando, se procurará *darle sentido* proyectándolo hacia el futuro, hacia donde derivará posiblemente la situación que se está percibiendo; lo que en inglés se expresa como *sense making*.

Lo que podría pasar presentará varias alternativas, conocidas como *posibles futuros*.

De estos *posibles futuros*, hay uno que le interesa a nuestro enemigo que se transforme en realidad, y hay otro que es el que a nosotros nos interesa que se transforme en realidad.

Estos futuros seleccionados serán los *futuros deseados*, que satisfarán, uno nuestras *intenciones*, y el otro las de nuestro enemigo.

Esas *intenciones* (intentions, intend) serán la expresión del *estado final deseado*, (desired end state) buscado como objetivo de la campaña u operación.

Las intenciones y futuros deseados por nosotros y por nuestro enemigo serán diferentes, y nos enfrentarán, porque lo que nuestro enemigo desea se opone a lo que nosotros deseamos, y viceversa.

Esto ya nos permitirá ir previendo qué hacer para asegurar que se concrete nuestro deseo y fracase el del enemigo; lo que nos llevará a planear acciones para satisfacer a los dos aspectos, el de concreción y el de fracaso.

Nos aseguraremos que el único futuro que se concretará de todos los posibles será el que nosotros deseamos.

En cuanto al *futuro deseado* por nuestro enemigo, así como aquellos *posibles futuros* que puedan beneficiarlo, serán temas de atención permanente para asegurar el planeamiento de su fracaso, con la misma dedicación con que aseguraremos el éxito de nuestro futuro deseado.

¿Qué intenta?, ¿qué trata de hacer el enemigo? Este es el último estadio de la secuencia que comenzó con los simples datos de los captores; pero en realidad es parte de un ciclo de realimentación permanente, que vuelve continuamente al *¿qué está pasando?*, para que podamos detectar de inmediato cualquier acción que intente el enemigo en procura de concretar sus *intenciones* (que son una *actitud mental*), su *futuro deseado*, y actuar dentro de su ciclo de reacción para frustrar su *intento* (que es la *acción física* que trata de realizar), y así lograr que nunca pueda concretar sus intenciones, su futuro deseado, y menos aún su *estado final deseado*.

Recordando el ejemplo que colocamos al principio referido al juego de ajedrez, y utilizando su comparación, apenas detectamos que nuestro oponente ha tomado una pieza para realizar una jugada, iniciamos las acciones para frustrarle la jugada, y obligarlo a soltar la pieza y comenzar a pensar de nuevo.

Si logramos hacer esto en el campo de combate, si lo presionamos y acosamos sin darle respiro, paralizaremos a nuestro enemigo, sin dejarle otra opción que la rendición.

Hemos utilizado las palabras *intención* e *intento*, porque representan dos conceptos diferentes. Estados Unidos y NATO hablan de *intent* = lo que *intenta*, lo que *trata de hacer* nuestro enemigo, pero fue traducido al castellano como *intención* del enemigo.

Si les prestamos atención, vemos que en realidad hay una sutil diferencia en los términos, que es la que hace a esos dos conceptos completamente diferentes.

La *intención* (intention – intend) del enemigo, es lo que el enemigo *quiere que pase*; mientras que el *intento* (intent) es lo que el enemigo *tratará de hacer, para que pase, lo que quiere que pase*. En otras palabras, el *intento* busca concretar la *intención*.

En castellano, lamentablemente la traducción adoptada de *intent* como *intención* se ha popularizado y se usa asiduamente; no obstante debemos tener claros los conceptos que los dos términos involucran.

¿QUE HAY? (modelos)

El gráfico *gr14-sistema de información* de página 67 nos muestra que la primera parte del proceso comienza con las preguntas: *¿qué hay?* y *¿dónde está?*.

Para dar respuesta a la primera de estas preguntas es necesaria la confección de *Modelos*.

Confeccionar un modelo no significa hacer una *maqueta*, sino realizar un *modelo computacional*, aprovechando las capacidades de diseño, de cálculos algorítmicos, y de simulación dinámica de las computadoras, que represente las características, performances, comportamientos, capacidades, y sobre todo *debilidades*, de todos los elementos y medios que en algún momento puedan encontrarse presentes en el ambiente operacional, sean del enemigo, de las propias fuerzas o amigas, del ambiente, y de terceros, involucrados o no.

El modelo computacional de cada uno de los elementos y medios estará realizado con diferentes particularidades y grados de detalle, de forma de asegurar que pueda ser utilizado según las necesidades de todos los niveles de conducción y acción, desde el Estratégico, hasta el de Unidades; y será usado en forma intensiva en el nivel táctico para las confrontaciones.

En su configuración más simple estará conformado por figuras tridimensionales con forma de burbujas, semiesferas, ángulos esféricos, y otras formas, que representarán las envolventes letales en el caso de las armas, los cubrimientos en caso de los sensores, las

envolventes de lanzamiento cuando los modelos son de los blancos a atacar, o envolventes de combate para las plataformas y sistemas de armas.

Igualmente representará los puestos comando, así como la estructura de redes de comunicaciones y sus nudos clave, y todo lo atinente a los centros de gravedad y el ambiente.

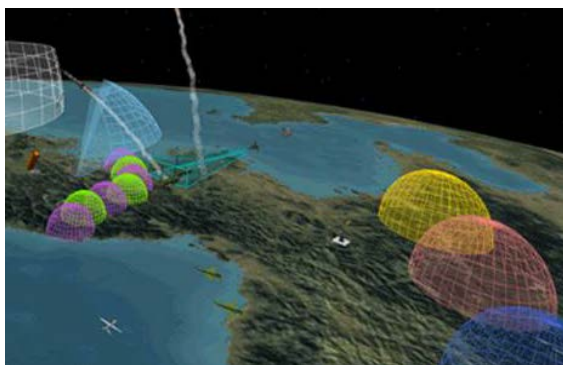
Estos modelos, ubicados en un *escenario* mediante el uso de un adecuado *sistema de información georeferenciado* (SIG - GIS – Georeferenced Information System), que representa el espacio geográfico de interés donde se llevarán a cabo las acciones, presentará visualmente a todos los involucrados, cualquiera sea su nivel, una *percepción común* (COP - Common Operational Picture - imagen operacional común) del *ambiente operacional*.

Lo que estamos presentado será una *situación estática* que responde al *¿dónde está?*. En el paso siguiente se la llevará a una *situación dinámica*, para saber *¿qué está pasando?*.

Más adelante veremos que, como lo que necesitamos representar es una situación dinámica, en movimiento continuo, mostrando a los elementos y medios desplazándose en función de sus características, necesitamos utilizar como base un tipo especial de SIG – GIS que permita representar en tiempo real el desplazamiento de todo lo que sea móvil; por eso mencionamos un *SIGeoreferenciado*, en lugar de un *SIGeográfico*, que es lo más común en las aplicaciones normales de este tipo de sistema.

Además de mostrar el desplazamiento de móviles como tanques, helicópteros, o aviones, el SIG deberá hacerlo en tiempo real.

El gráfico *gr15-envolventes SAM*, colocado como ejemplo, muestra con forma de burbujas, desplegadas en un *escenario*, las envolventes de varios sistemas de misiles superficie-aire. Resulta fácil visualizar por donde se deberán desplazar aviones y helicópteros para evitar estas amenazas; sean nuestros, sean de nuestro enemigo.



gr-15 envolventes SAM

Como podemos apreciar, esta visualización de la situación o ambiente operacional resulta sumamente explícita para la concepción y el planeamiento de las operaciones.

Si buscamos como referencia la guerra del Golfo de 1991, es lo que hizo el Estado Mayor del General Schwarzkopf al planear la primera operación con la que iniciaría la guerra.

Para que los F-117, apoyados por otros aviones que les asegurarían el logro de su misión, pudiesen penetrar hasta Bagdad y atacar un CIC de Defensa Aérea y los Puestos Comando de la Fuerza Aérea y de la Defensa Aérea, la visualización de la situación mostraba que era necesario (efecto deseado) suprimir dos radares de alerta temprana que los detectarían; dos *burbujas* (gráfico *gr15-envolventes SAM*) del escenario que los aviones debían penetrar.

Confrontados los *modelos* como blanco de los dos radares con los *modelos* de los posibles efectores para determinar los más AFA (apto, factible y aceptable) que cumplieran con el *efecto deseado*, el resultado fue: 8 helicópteros Apache del Army con misiles Hellfire, que a la hora H del día D atacarían a los dos radares iraquíes (puntos esenciales en las líneas de acción), cegando parcialmente el campo visual del increíble Hulk que era Iraq, iniciando la guerra y dando oportunidad para atacar a los puestos comando (centros de gravedad).

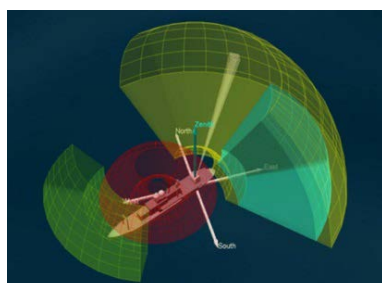
Recordemos que para esa época, 1991, el concepto predominante era: día D a la hora H, atacar las pistas del enemigo con bombardeo por reguero.

Aquí podemos apreciar además otro concepto que después se acuñaría como *Dominios Cruzados* (Cross Domains), y que las cualidades particulares del General Schwarzkopf hicieron que aplicara; el uso del efector más AFA: helicópteros, sin que importara a quien perteneciese.

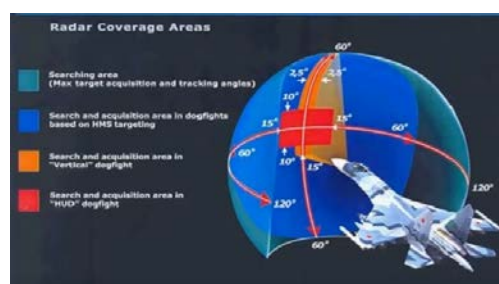
Como acabamos de ver en el párrafo de la confrontación, el modelo computacional contendrá también todas las performances y características tanto operativas como técnicas del medio o elemento, que mostrarán sus capacidades y debilidades al analizarlo, sea como blanco, sea como amenaza, y permitirán determinar donde actuar para atacarlo o degradarlo, acción que puede ir desde su neutralización hasta su destrucción, y así evitar que cumpla sus funciones.

Estos modelos servirán tanto a los planificadores de misiones, como a los efectores.

Es lo que muestran, en forma por demás simple, las imágenes de los gráficos *gr16-envolventes buque* y *gr17-radar avión*. Una de un buque con sus envolventes letales de armas y cubrimientos de sensores, y la otra de los cubrimientos del radar de un avión de combate en sus diferentes modos de operación.



gr16-envolventes buque

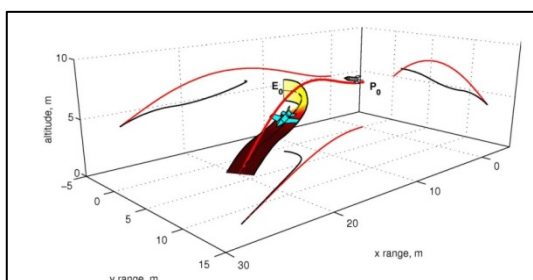


gr17-radar avión.

Finalmente, los modelos así desarrollados, pertenecientes al enemigo, a nosotros, y del ambiente, podrán ser colocados en un buen simulador táctico, y hacer correr las situaciones de

enfrentamiento, para elegir el mejor modo o curso de acción. Ya lo vimos, los 8 helicópteros del Army con misiles Hellfire contra los dos radares de defensa aérea iraquíes.

El gráfico *gr18-evasión* muestra, también en forma simple, la simulación del enfrentamiento entre un avión y un misil, para buscar cual es el mejor procedimiento a adoptar cuando se enfrenten en la realidad.



gr18-evasión

A esta confrontación simulada de modelos la harán ambos contendientes, el que tratará que el misil no alcance su avión, y su oponente, que tratará de determinar las condiciones para que el misil sí alcance al avión enemigo, no importa lo que este haga para evitarlo.

Quien haya hecho mejor su trabajo desde la época de paz, tendrá altas probabilidades de ser el vencedor; como en el juego de ajedrez.

Como vemos, la confección de los modelos computacionales sirve a todos, con diferentes grados de detalle según sea la necesidad de cada uno de los usuarios.

No sólo sirve en cuanto al sistema de información, para lograr el *conocimiento dominante del espacio de batalla*, sino que también es sumamente útil para decidir, en la segunda etapa del ciclo de reacción, la de planeamiento, cual es el mejor modo de acción, y como debe planificarse y ejecutarse la misión.

También permitirá establecer con que se puede lograr el nivel de daño deseado, y así determinar si se dispone del *dañador* (efector) adecuado, o si es necesario desarrollarlo o adquirirlo; y de esta forma se determinará también qué medios y sistemas se necesitan para combatir. Por ejemplo, analizado el tanque enemigo, se determinará cuál será el misil más adecuado para atacarlo, y mediante éste, cuál será el helicóptero que lo portará.

Esta confección de los modelos computacionales no tiene prisa, no es parte del ciclo de reacción, ya que se hace durante la época de paz, recurriendo a cuanto especialista tenga los conocimientos idóneos para confeccionar, probar, y adecuar los modelos primero, y para enfrentarlos en un simulador táctico después.

De esta forma los modelos estarán listos, con todas las posibles variables ya analizadas, probadas en un simulador, y con los imponderables reducidos casi a cero, sin que, ya en pleno desarrollo del conflicto, haya necesidad de consumir tiempo en determinar qué hacer ante la

situación. Si el trabajo previo estuvo bien hecho, sólo será necesario hacer click en la computadora para saber: *si pasa esto actuamos así, si pasa lo otro hacemos aquello*.

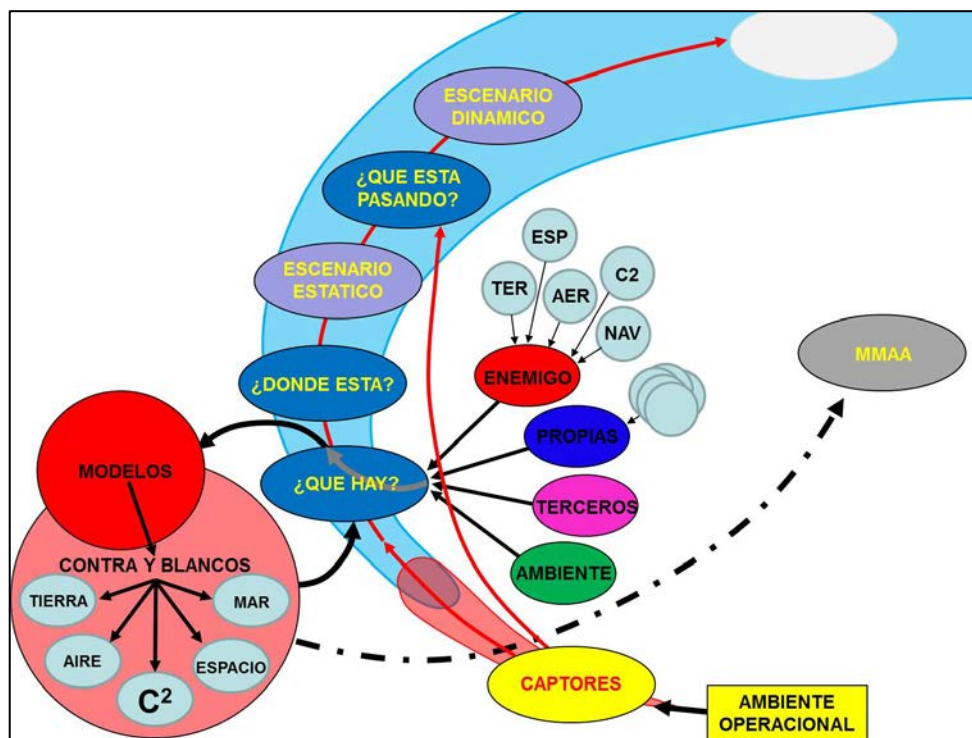
Los modelos y los resultados de sus análisis y confrontaciones estarán guardados en sus correspondientes archivos, en una *biblioteca* digital (library – librería según la traducción más usada), disponibles y prontos para ser utilizados por todos los niveles; por los Comandantes, los Estados Mayores, y las Unidades; sin necesidad de comenzar a pensar recién cuando se plantee la situación, en pleno conflicto, qué se debe hacer y con qué elemento, y sin poder recurrir al humano que sabe, porque posiblemente en ese momento no estará disponible.

Como recién dijimos, si el trabajo estuvo bien hecho desde la paz, en el momento de decidir y planear sólo será necesario hacer click para confirmar la mejor opción, y emitir la orden de misión.

Esto que estamos describiendo ya nos va mostrando que para realizar nuestro trabajo necesitaremos contar con los mejores medios y procedimientos, y en particular, con el personal más idóneo.

Los Diferentes Modelos

Como base utilizaremos el gráfico *gr19-modelos*.



gr19-modelos

El gráfico es una expansión con más detalle de los primeros estadios del proceso, utilizando la técnica de burbujas, con sus subdivisiones y agrupamientos para la representación.

La pregunta: *¿qué hay?* se refiere a todo aquello que podemos encontrar en el espacio geográfico de interés en donde se desarrollarán las operaciones, y para responderla, deberemos confeccionar modelos computacionales de todas las cosas *que hay* en ese espacio.

Comenzaremos agrupando a todos los elementos y medios por su origen o área. Tendremos los pertenecientes a:

- Nuestro potencial enemigo.
- Nosotros y nuestros amigos o aliados.
- El ambiente.
- Terceros, a los que se debe prestar atención porque compartirán el mismo espacio geográfico de interés donde se desarrollarán las acciones, y que pueden terminar involucrados en el conflicto.

A los modelos del enemigo y de nosotros los subdividiremos y agruparemos en modelos de medios y elementos:

- Terrestres.
- Aéreos.
- Espaciales.
- Navales.
- De Comando y Control, incluyendo las redes de comunicaciones y computadoras.

Al ambiente lo subdividiremos y agruparemos en modelos:

- Geográficos.
- De clima y meteorológicos.
- Construcciones hechas por el humano.

Para cada elemento o medio confeccionaremos un modelo computacional, que en realidad estará compuesto por varios sub-modelos, conteniendo diferentes grados de detalle según el uso a darle; sea para visualizar la situación general de todo el ambiente operacional, la *imagen completa* (big picture); sea para visualizar una parte reducida de ese ambiente operacional; sea para presentar su comportamiento o sus características operativas y técnicas, identificando sus capacidades y sobre todo sus debilidades posibles de explotar; sea para introducirlo en un simulador táctico para confrontarlo con otros elementos y medios.

Como se estará trabajando en época de paz, la información proveniente de los captores, las plataformas que poseen sensores de todo tipo que brindan información en tiempo real de lo que está presente en el espacio geográfico de interés, no resultará crítica, ya que como no estamos acosados por el tiempo, podremos recurrir a otro tipo de fuentes, que en su mayoría serán de acceso público o semi restringido, conocidas como *fuentes abiertas* (open sources).

Una vez armada una primera estructura básica del modelo utilizando estas fuentes abiertas, si estamos analizando a nuestro posible enemigo deberemos recurrir a fuentes

restringidas o encubiertas para obtener todos los datos de parámetros y performances necesarios para que el modelo computacional se comporte en forma idéntica a su contraparte real.

A veces uno dispone directamente de la información porque tiene el mismo elemento que su enemigo. Fue el caso de Argentina respecto a las fragatas type 42 de Gran Bretaña para el conflicto de Malvinas, ya que tenía dos buques, la Santísima Trinidad y la Hércules, que eran gemelas de las británicas.

Otras veces uno puede recurrir a países amigos que poseen lo mismo, o ayudar económicamente a un tercero para que adquiera el material que interesa, o recurrir a las fábricas, como fue el caso, también para el conflicto de Malvinas, de Gran Bretaña para obtener información detallada sobre el armamento argentino.

La fidelidad del modelo computacional respecto a su contraparte real dependerá de cuán hábiles sean sus realizadores para obtener la información crítica que mostrará las verdaderas capacidades y debilidades.

Una vez concretados los modelos en forma aislada, se los integrará entre sí conformando sistemas, o relacionándolos en función de su posible utilización como conjunto, por ejemplo los sistemas de armas y el blanco que defenderán; o el conjunto de blancos que conformarán un objetivo material; o todos los elementos necesarios que deben intervenir para que un determinado sistema, red o dispositivo funcione.

Esta integración y relación permitirán analizar y determinar los puntos débiles, el *talón de Aquiles*, de los sistemas, redes o dispositivos, mostrando donde se puede atacar o degradar para que dejen de cumplir su función; sean los del enemigo pensando ofensivamente, sean los propios pensando defensivamente.

En los sistemas integrados actuales, sobre todo redes de computadoras, de comunicaciones, o de sensores, hay una enorme cantidad de puntos débiles, relativamente fáciles de acceder y degradar, que pueden producir daños a veces no imaginados.

Al utilizar la palabra *degradar*, estamos considerando desde un daño permanente, la *destrucción*, hasta uno transitorio por pocas horas o minutos, la *neutralización* del sistema, elemento o medio que interesa que deje de cumplir sus funciones.

Veamos un ejemplo interesante de cómo neutralizar un sistema. La mayoría de los sistemas y medios que se utilizan actualmente para guerrear necesitan de la energía eléctrica para funcionar; pueden tener su propia fuente de energía, o depender de la energía comercial.

En la guerra del Golfo Estados Unidos utilizó una nueva *bomba* para degradar transitoriamente, para *neutralizar*, a los sistemas y medios iraquíes que utilizaban la energía comercial para funcionar.

La carga militar de esta bomba la constituyen filamentos de grafito, que se desenvuelven como una red mientras caen. Lanzados sobre una central eléctrica o sobre las líneas de alta tensión, o sobre una estación transformadora, producen su cortocircuito, con lo

que todo lo que está conectado a esas líneas queda sin energía; por ejemplo una red de computadoras, o radares, o estaciones de recepción satelital.

Mediante este ataque indirecto se logra la neutralización de aquellos sistemas o medios que interesa que dejen de funcionar durante el tiempo que fuera necesario. Es un daño reversible, ya que basta con quitar estos filamentos de las líneas o centrales de transformación para recuperar la energía y por tanto el uso de los sistemas o medios conectados.

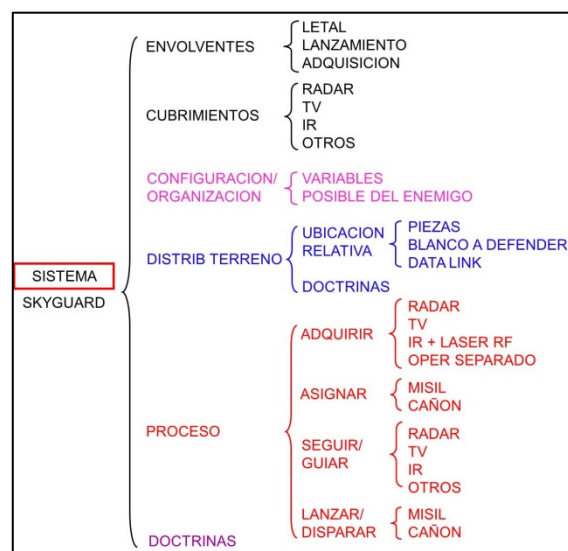
En Iraq, una vez conquistados los territorios donde estaban estas centrales o estaciones y los sistemas y medios que alimentaban, sólo fue necesario utilizar los mismos técnicos iraquíes para ponerlas en condiciones operativas, sin necesidad de invertir tiempo o presupuestos para recuperarlas.

Utilizando este ejemplo, si al confeccionar los modelos e integrarlos con todo lo que necesitan para cumplir con sus funciones se detecta esta relación entre fuente de energía y sistema o medio, basta, llegado el momento oportuno, actuar sobre las redes de energía para lograr el *efecto deseado*: que los sistemas o medios no funcionen.

Qué Hay que Tener en Cuenta al Confeccionar los Modelos

Para mostrar todos los factores que se deben tener en cuenta al confeccionar los modelos, utilizaremos como ejemplo un sistema de defensa aérea Skyguard con misiles Aspide y cañones.

En el gráfico *gr20-skyguard* hemos hecho un resumen de esos factores que se deben tener en cuenta.



gr20-skyguard

Vemos que el modelo comprende diferentes aspectos que se deben analizar en detalle y plasmar en alguna forma que sea fácil de representar, e interpretar por quienes lo utilizarán.

ENVOLVENTES Y CUBRIMIENTOS

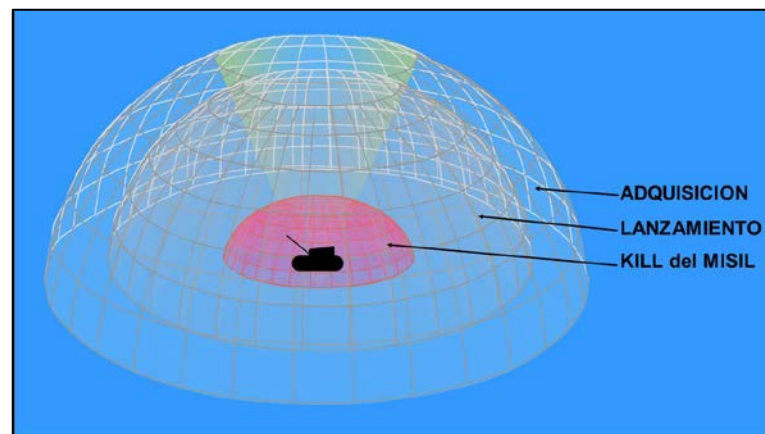
Comenzaremos por la parte superior del gráfico, las envolventes y cubrimientos.

Las envolventes y cubrimientos se representarán normalmente en tres dimensiones o en un plano, y colocadas en un escenario, serán útiles para visualizar fácilmente la superficie geográfica que abarcan, y como evitarlas, en especial a las envolventes letales.

Una rápida observación al escenario así representado ya permitirá al Comandante y a su estado mayor tener una orientación para comenzar a decidir qué hacer. Es lo que muestra el gráfico *gr15-envolventes SAM* de página 71.

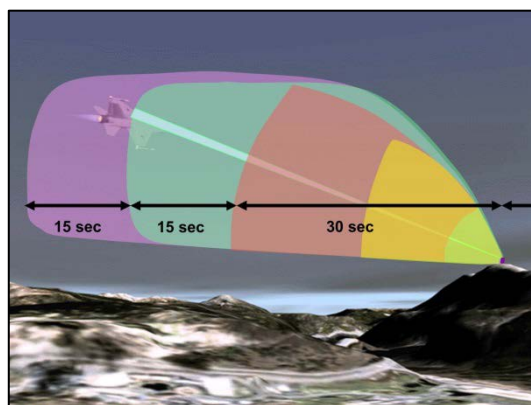
Para la representación de un SAM (misil superficie aire) en un escenario normalmente bastará con una burbuja 3D, o un círculo sobre el terreno, que muestre, a veces la envolvente letal (de kill) del misil, a veces el cubrimiento del radar de adquisición.

La representación completa es la del gráfico *gr21-envolventes*, que muestra tres cubrimientos o envolventes mediante tres burbujas de diferentes radios o alcances y alturas.



gr21-envolventes

Estas burbujas se explican fácilmente con el siguiente gráfico *gr22-cubrimiento vertical*.



gr22-cubrimiento vertical

Un sistema SAM, el Skyguard en nuestro caso, requiere un proceso secuencial para derribar un blanco.

En primer lugar debe adquirir el blanco, a una distancia tal que permita todo el proceso de detección, identificación, decisión, y apuntado de la rampa de misiles, para lograr el lanzamiento que permita derribarlo al alcance máximo de su misil; esto fijará la distancia de adquisición, que deberá ser cubierta por un sensor, en nuestro ejemplo el radar de adquisición, representado en el gráfico por la envolvente violeta.

La envolvente siguiente es la de lanzamiento, representada en verde, y cubierta por el radar de seguimiento. Es la distancia a la que debe encontrarse el avión blanco en el momento del lanzamiento del misil para lograr su derribo al máximo alcance del misil.

La otra envolvente, la letal o de kill, estará dada por el alcance máximo del misil, en marrón. En el caso del Skyguard tenemos una cuarta envolvente dada por el alcance de los cañones, en amarillo.

Si se rotan estas envolventes en los 360°, obtendremos las burbujas del gráfico *gr21-envolventes*.

El gráfico *gr22-cubrimiento vertical* está también mostrando datos como modelo que resultan muy importantes a la hora de confrontar al Skyguard con un avión atacando a, por ejemplo, 260 metros por segundo (m/s).

El SAM tarda 15 seg (segundos) desde que detecta al avión hasta que lanza el misil. Consume otros 15 seg en el vuelo del misil hasta su máximo alcance, 8 km., distancia que el avión tardaría 30 seg en recorrer hasta estar sobre la vertical del SAM, si no es derribado. Datos que pueden ser empleados para trazar con precisión las envolventes de adquisición y lanzamiento para cada avión en particular; y que también nos permite considerar el ciclo de reacción del SAM, y cómo hacer para degradarlo. Estamos confeccionando el modelo.

Podemos seguir especulando con la imagen de este gráfico. Si el SAM va a afectar el desarrollo de una operación que estamos previendo, tal vez sea necesario degradarlo; y uno de los posibles cursos o modos de acción podría ser, aprovechando los cañadones junto al cerro donde está emplazado, y que quedan por debajo de su cubrimiento de detección, de su campo visual, enviar helicópteros con misiles para que lo eliminen antes del arribo de los aviones que van a realizar la operación; en forma similar a lo que hicieron los helicópteros Apache contra los dos radares de alerta temprana en la guerra del Golfo.

Como podemos apreciar, aunque sólo estamos hablando de envolventes y cubrimientos, ya hemos comenzado a configurar partes del modelo del Skyguard.

Lo estamos haciendo desde la paz, sin ninguna urgencia, y ni siquiera hipótesis de conflicto, por lo que lo confeccionaremos con todos los detalles y variantes imaginables.

La imagen nos permite también apreciar la utilidad de los modelos para los análisis en los diferentes niveles de decisión, ya que en este ejemplo, sirve a:

- El nivel *Operacional*, que puede apreciar las diferentes posibilidades que tiene, los cursos o modos de acción, para lograr el objetivo buscado, y elegir el mejor.
- El nivel *Táctico*, que puede determinar todos los medios efectores y de apoyo que necesita emplear para cumplir la misión.

Podemos aprovechar aquí para recordar la relación entre los diferentes niveles de conducción, utilizando las clásicas preguntas que permiten comprender los conceptos:

- El *Estratégico* busca el *¿qué lograr?*, que será el efecto deseado para el nivel inferior.
- El *Operacional* busca el *¿cómo lograr?* ese efecto deseado, mediante el análisis de los diferentes cursos o modos de acción (MMAA), y seleccionará el mejor (MMA) como misión para el nivel inferior.
- El *Táctico* busca el *¿con qué lograrlo?*, considerando todos los medios efectores y de apoyo que deberá utilizar para cumplir con la misión.

Los modelos, con diferentes grados de detalle y diferente enfoque de aspectos para cada nivel, servirán a todos, incluyendo a las Unidades que deberán ejecutar las misiones, mostrándoles el detalle de cómo pueden ser evitadas las amenazas, y cómo pueden ser degradados los blancos.

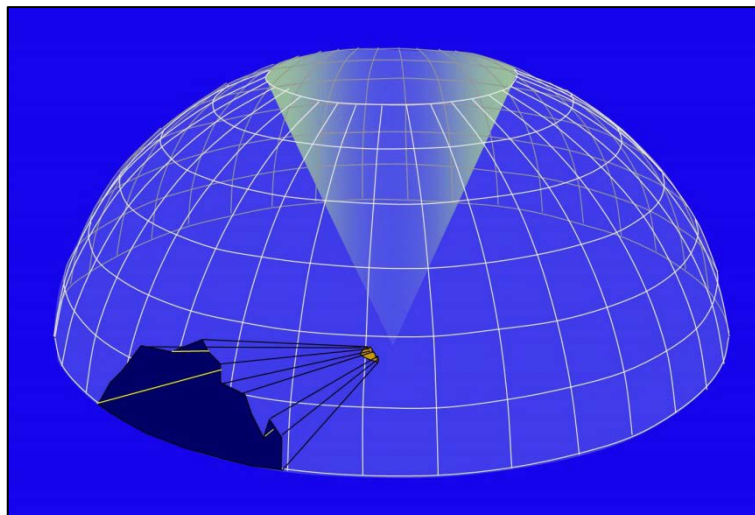
Por eso en el gráfico *gr19-modelos* de página 74, hay una línea punteada que saliendo de la burbuja modelo, que forma parte del *¿qué hay?*, se dirige a la de MMAA que está en la parte toma de decisión de todo el proceso de C2, por fuera del sistema de información. Esto es porque los modelos también servirán para las confrontaciones que se deberán hacer al analizar los cursos o modos de acción (MMAA).

Colocados los modelos en un escenario, todos los niveles, desde el Estratégico hasta las Unidades, estarán viendo el mismo ambiente operacional, tendrán una *percepción común* (common perception). El Estratégico en una *gran imagen* (big picture) sin muchos detalles, aunque puede acceder a los mismos; el Operacional con más profusión de detalles y posibilidades de análisis; el Táctico visualizando sólo los aspectos que a él interesan; y las Unidades con un escenario reducido a su entorno y todo aquello con lo que se pueden ver involucradas.

Volviendo al tema envolventes. A las burbujas del gráfico *gr21-envolventes* de página 78 las hemos trazado considerando que los radares del SAM no tienen ningún impedimento en su cubrimiento, en su campo visual, situación que sólo se daría si el sistema estuviera emplazado sobre un terreno completamente llano.

A estos cubrimientos debemos perfeccionarlos, relacionándolos con el entorno orográfico del ambiente. Si próximos al emplazamiento tenemos cerros u otras elevaciones del terreno, estos obstruirán el campo visual de los sensores, afectando los alcances de los cubrimientos en función de su altura y distancia.

Esto es lo representado en el gráfico *gr23-apantallamiento*.

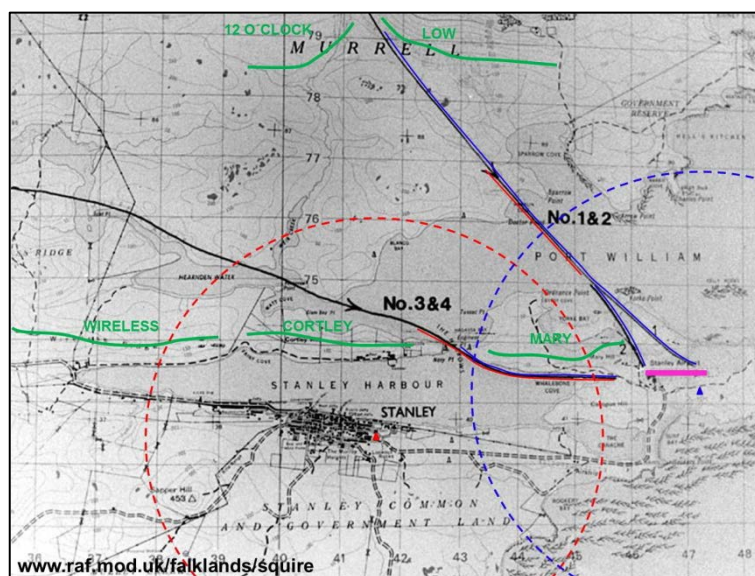


gr23-apantallamiento

El gráfico es bien explícito mostrándonos como una pequeña elevación próxima al sensor produce un gran hueco que se expande angularmente a medida que se aleja del sensor, afectando su campo visual no sólo horizontalmente, sino también en elevación, lo que hace que, en el caso del Skyguard que estamos usando como ejemplo, no pueda ver todo lo que se encuentre dentro de ese hueco, por detrás de la elevación del terreno.

A este efecto se lo conoce como: *apantallamiento*.

Este apantallamiento resultará muy útil para el que ataca, y perjudicial para el defensor, ya que el tiempo disponible para reaccionar se verá acortado. Tomemos un ejemplo del conflicto de Malvinas. La imagen del gráfico *gr24-ataque harrier*, es el facsímil de una carta dibujada por los pilotos de Harrier para el ataque a la pista de Puerto Argentino, en la BAM Malvinas, el 24MAY82.



gr24-ataque harrier

El gráfico muestra las 2 trayectorias de ataque al aeródromo de una escuadrilla de Harrier agrupada por secciones de 2 aviones.

Hemos sobreimpreso en verde el cordón formado por los cerros Wireless y Cortley que corre de oeste a este por el lado norte de la bahía de Puerto Argentino, y que se continúa con el cerro Mary (normalmente identificado como *la cantera*) en la península del aeropuerto. Y en el extremo superior de la carta hemos graficado los cerros Twelve o'clock y Low.

También marcamos las posiciones de dos sistemas Skyguard; uno al sur de la pista (en azul) y otro en el extremo este del pueblo, en la zona del laboratorio ionosférico (en rojo). Los círculos rojo y azul marcan la envolvente letal de los cañones con munición standard: 3500 metros.

El cordón formado por los Wireless, Cortley y Mary producían un apantallamiento que ocultaba a los aviones 3 y 4 a ambos radares Skyguard hasta que cruzasen la entrada de la bahía, a unos 3400 metros de la cabecera oeste de la pista y 4000 del Skyguard azul. Los aviones 1 y 2 recién serían vistos por el Skyguard del aeropuerto (azul) cuando atravesaran el cañadón que separaba los cerros Twelve o'clock y Low, a unos 7000 metros de la pista y del radar.

Es lo que hemos dibujado con las líneas roja y azul superpuestas a las trayectorias.

Los dos modelos de Skyguard, ajustados por la orografía de la zona de Puerto Argentino constituyen un pequeño escenario, que nos muestra que para la trayectoria de los aviones 1 y 2, atacando a 260 m/seg, el Skyguard azul dispondría de unos 13 seg desde que los detectase hasta que comenzase a disparar sus cañones, para derribarlos a 3500 metros; tiempo de reacción adecuado si no se veía afectado por problemas de contraste entre los aviones y el terreno.

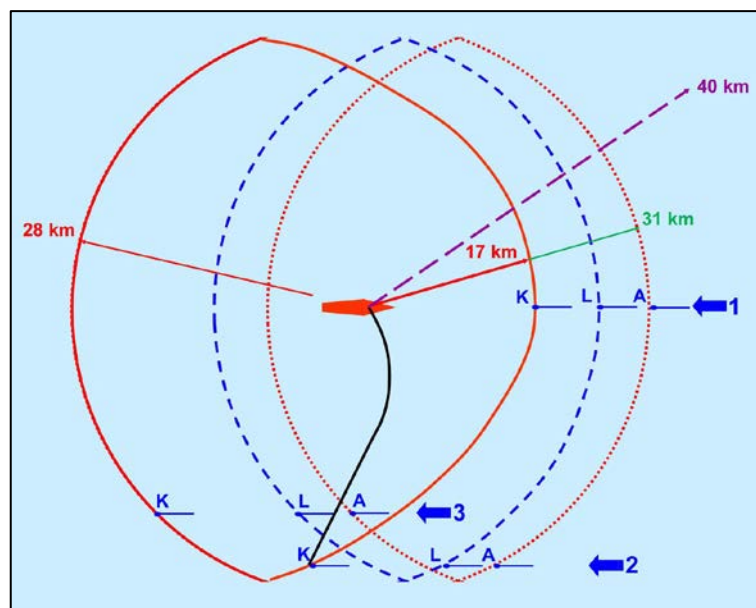
No sucedía lo mismo con los aviones 3 y 4, ya que aunque los detectaban los dos Skyguard, los Harrier estaban lanzando sus bombas 10 segundos después de aparecer por la boca de la bahía. Tiempo de reacción demasiado ajustado para el apuntado de los cañones.

Si comparamos la distancia máxima de detección de 20000 metros sin obstrucciones de esos Skyguard con las recién expresadas de 7000 y 4000 metros, vemos la magnitud de degradación que puede producir la orografía, y su consecuencia en el ataque y defensa.

Normalmente el cubrimiento del radar del Skyguard estará graficado con una burbuja de 20 km de radio (el máximo alcance dado por la pantalla), en el escenario visualizado por los niveles estratégico y operacional, como vimos en el gráfico *gr15-envolventes SAM* de página 71; pero en el escenario del nivel táctico, y para las confrontaciones de MMAA en el nivel operacional, los cubrimientos se mostrarán reducidos por los factores que los degradan.

Otro aspecto geográfico del ambiente que influye sobre los modelos es la curvatura de la tierra, cuando los alcances, especialmente de las envolventes letales, superan los horizontes.

Para mostrarlo usaremos otro ejemplo del conflicto de Malvinas, el del misil Sea Dart que dotaba a los buques type 42, al Invencible, y al Bristol, y que tenía una envolvente letal con un alcance de 40 km. Es lo mostrado en el gráfico *gr25-cubrimiento por horizonte*.



gr25-cubrimiento por horizonte

La parte inferior del lóbulo del radar de adquisición del sistema Sea Dart es tangente a la superficie de la tierra (mar) a una distancia del buque-plataforma que es función de la altura a la que se encuentra la antena.

A partir de este punto, en donde el lóbulo toca la superficie del agua, su parte inferior, que es casi una recta, se separa de la superficie del mar, creando un hueco entre ambos con forma de cuña, en donde el radar no puede ver.

La altura de esta cuña, la separación entre la superficie del mar y la parte inferior del lóbulo del radar, se puede calcular fácilmente para cualquier distancia desde el buque-plataforma.

En la construcción del modelo del Sea Dart, se utilizará un gráfico similar al *gr22-cub. vertical* de página 78. A partir del alcance letal máximo del misil de 40 km, se determinarán las envolventes de lanzamiento y de adquisición. Para aviones atacando a 450 nudos, 232 m/s (metros por segundo) la distancia de lanzamiento será de 57 km, y la de adquisición de 63 km.

Conociendo la distancia de adquisición, podremos calcular la altura a la que tendrían que volar los aviones-blancos para poder adquirirlos e iniciar todo el proceso hasta su derribo: deberían hacerlo a 120 metros sobre el mar.

Si los aviones, como sucedió en Malvinas, atacaran pegados al agua, a 10 metros de altura, recién entrarían dentro del cubrimiento del radar, pasando hacia arriba del límite inferior del lóbulo, a los 31 km del buque, la línea roja punteada en el gráfico *gr25-cubrimiento por horizonte*.

Esto haría que la envolvente de lanzamiento quedase a 28 km del buque (la línea azul segmentada en el gráfico), y la letal, la de kill, a sólo 17 km para los aviones en ataque directo, (la línea roja continua).

Para los aviones en escape, alejándose del buque, la envolvente letal se encontraría a 28 km: el alcance máximo de los radares de seguimiento para un blanco volando a 10 metros sobre el mar. Acabamos de bosquejar un modelo, muy simple, del Sea Dart para aviones atacando a 10 metros.

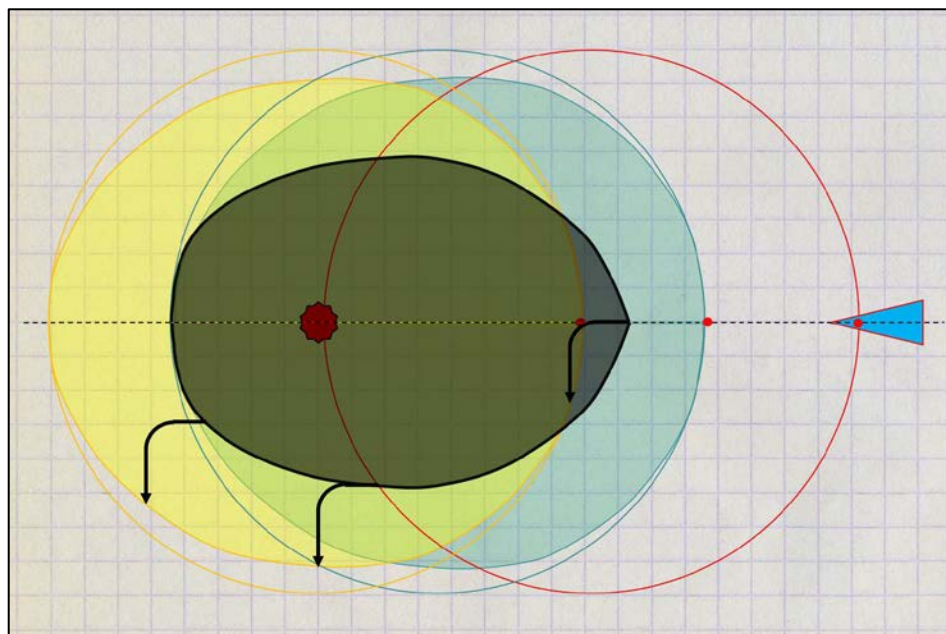
Este análisis nos muestra que la amenaza original de un misil con un alcance letal de 40 km a la redonda, ha quedado reducida, por el simple hecho que los aviones vuelen a 10 metros de altura, a 17 km en ataque y a 28 km en escape.

Trasladando el conflicto de Malvinas al presente, acabamos de construir un modelo que, con algunos factores más incorporados, le permitirá al nivel operacional determinar si atacar con aviones con bombas de gravedad al buque portador de los Sea Dart, o al blanco junto al cual se encuentre, resulta un curso o modo de acción AFA, o si deberá buscar otro modo de acción.

Hay una explicación más detallada de un modelo similar, el de la fragata Exeter en el caso del ataque al Invencible el 30MAY82, en la parte *Operaciones* del menú del sitio web www.radarmalvinas.com.ar, que muestra que un sistema Sea Dart tiene capacidad para derribar a dos aviones A-4C antes de que los restantes estén en condiciones de lanzar sus bombas sobre el blanco.

En este ejemplo el régimen de pérdida, teórico y real, fue del 50%, ya que de los 4 aviones atacantes sólo sobrevivieron 2.

Volviendo al modelo del Skyguard, queda una cuarta envolvente a considerar, es la de *no escape*; es el área dentro de la cual, haga las maniobras que haga, el avión no podrá escapar a ser alcanzado por el misil. Es la dibujada en marrón con forma de huevo en el gráfico *gr26-zona no escape*.



gr26-zona no escape

Esta figura, que tendrá 3 dimensiones, con forma de medio huevo, surge del modelaje computacional del Skyguard utilizando la información que sobre él y sobre el avión atacante se posee, y que aquí reproduciremos manualmente.

El gráfico está realizado sobre un fondo cuadrulado que corresponde a 1 km de lado.

En él se ha marcado la posición del Skyguard con una figura puntiforme en rojo; y a partir de su centro una circunferencia de 8 km en amarillo que representa el alcance letal teórico del misil Aspide. En función de las performances de misil y avión, se han trazado también otras dos circunferencias, la de lanzamiento del misil en azul, y la de adquisición del avión-blanco en rojo.

El cuadrulado del fondo nos permite apreciar distancias: el Sistema Skyguard adquirirá al avión que lo esté atacando directamente a 16100 metros, lanzará el Aspide a 11500 metros, y derribará al avión a los 8000 metros.

Agreguemos ahora los otros factores que también forman parte del modelo.

Si el avión, en lugar de dirigirse directamente hacia el Skyguard, pasara desfilando por un costado, el misil Aspide una vez lanzado realizará una trayectoria de vuelo siguiendo una *curva de persecución*, que será más o menos pronunciada según las leyes de guiado con que fue diseñado. Esto acortará la distancia letal o de kill hacia los laterales, transformando la circunferencia amarilla original en el círculo aplastado lateralmente que muestra la figura.

Este círculo aplastado es el que será utilizado como base para crear la zona de no escape. La línea perimetral de este círculo es la última oportunidad del misil para impactar al avión.

A partir de ella trazaremos hacia atrás las maniobras que puede hacer el avión para escapar apenas detecta que le lanzaron un misil. En una computadora se pueden representar todas las posibles relaciones de aspecto entre el avión y el misil, como muestra parcialmente el gráfico *gr18-evasión* de página 73; en nuestro caso sólo representaremos un viraje a 90° con las máximas performances posibles; son las flechas en negro que unen al círculo amarillo y a la figura ovoide marrón.

Estas maniobras de escape serán obtenidas de las performances del avión, a veces llamadas *tablas de factores de planeamiento*.

Se trazarán flechas (la maniobra de evasión) para todos los puntos del perímetro del círculo aplastado lateralmente, haciendo coincidir las puntas de las flechas con esos puntos.

Si unimos ahora los orígenes de todas las flechas, graficaremos la figura ovoide que es la *zona de no escape*, y que es la nueva envolvente de lanzamiento, que hará que el avión será derribado en el límite de la envolvente letal (amarilla) por más maniobras que intente.

Bajando aún un nivel más, yendo al de Unidades, esta zona de no escape se transformará en el *árbol de amenazas*, que los pilotos mentalizarán. Si colocamos la figura ovoide marrón sobre el avión, el piloto podrá determinar que: si el Skyguard está directamente

al frente, la distancia de no escape es de 9200 metros; si quedó a la cola, en escape, la distancia es de 4000 m; si está pasando lateral, es de 5000 m, y si está a 30° a derecha o izquierda, es de 7500 m. Esto es lo que se conoce como *árbol de amenazas*.

La envolvente de no escape sirve además, junto con la letal, a dos propósitos:

- Para procurar dotar al avión con un arma que pueda lanzar por fuera de esas envolventes, por ejemplo bombas laser en lugar de bombas de gravedad.
- Para determinar las ayudas a su supervivencia que necesita si no tiene otra alternativa que penetrar esas envolventes, por ejemplo dispositivos de contramedidas o ataque electrónico, o el apoyo de otros aviones que lo acompañarán para realizar el ataque. Esta situación es la que llevó al concepto de *paquetes* (packets) de aviones para los ataques.

Como podemos apreciar por lo hasta aquí considerado, estas envolventes y cubrimientos resultan útiles a todos los niveles de decisión, desde el estratégico hasta el táctico, e incluso hasta a los efectores. Y llega hasta la determinación del armamento a comprar.

Estuvimos considerando las envolventes letal, de lanzamiento, y de adquisición; la distancia de ésta última siempre será menor que el cubrimiento del sensor de adquisición (el radar en el caso del Skyguard) para tener un margen de tiempo extra para todo el proceso previo al lanzamiento.

Hasta aquí hemos visto las envolventes y cubrimientos de un SAM, el Skyguard. En la misma forma se deben confeccionar las envolventes para todos los medios y elementos, tanto nuestros como del enemigo, que tendrán diferentes formas.

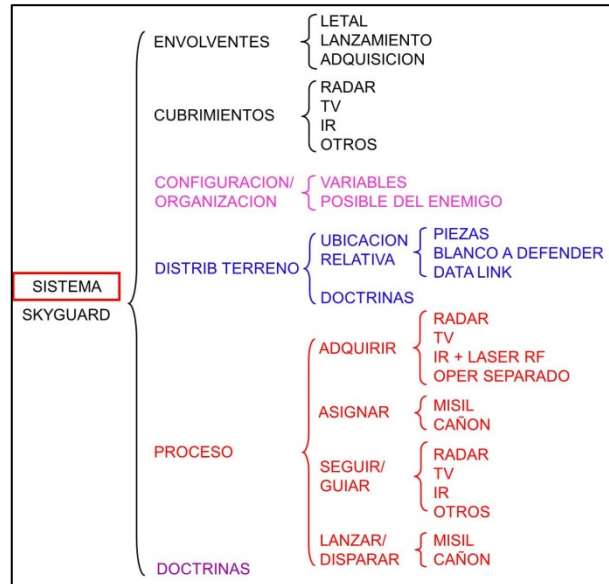
Si consideramos cañones y cohetes múltiples, las envolventes serán anillos circulares sobre el terreno, cuyos radios estarán determinados por los alcances mínimos y máximos. Será una figura plana, pero el modelo también tendrá una dimensión en altura, la flecha, que no hace al anillo circular, pero es importante para considerar su involucración con el movimiento de aeronaves en el espacio aéreo que utiliza la trayectoria de su munición.

Lo mismo sucede con las bombas de guiado laser, en donde la envolvente representará una *canasta* (basket) *de lanzamiento*, con forma de embudo curvo y una elipse como boca, cuyo eje mayor está fijado por las máxima y mínima distancias de lanzamiento, y su eje menor por la máxima distancia de desvío lateral.

Si tenemos los modelos de las bombas laser y del Skyguard, uno nuestro y el otro de nuestro enemigo, podremos confrontarlos, previo a la situación real, utilizando un simulador para determinar qué es lo que probablemente sucederá: si el lanzamiento de las bombas podrá ser hecho por fuera de la envolvente letal del Skyguard, o si éste podrá derribar a los aviones que intenten lanzarlas. Esto nos permitirá, analizada la situación, determinar si es necesario buscar otro modo de acción para que la operación pueda ser realizada si somos quien lanzará las bombas, o si necesitamos un SAM de mayor alcance si somos los defensores.

CONFIGURACION / ORGANIZACION DE CADA MODELO

Pasando ahora a los otros aspectos a tener en cuenta para confeccionar el modelo de Skyguard que estamos utilizando como ejemplo, aquí colocaremos nuevamente el gráfico *gr20-skyguard* para no tener que volver varias páginas atrás.



gr20-skyguard

Vemos que el gráfico menciona otros cubrimientos: TV (televisión), IR (infra rojo más laser), y otros, normalmente observadores ópticos adelantados, o sistemasIRST (infra red search and track – búsqueda y seguimiento IR). Estos también deben ser considerados al confeccionar el modelo aunque no tengan el alcance suficiente, ya que brindarán capacidades si se los posee, o debilidades si no se los tiene.

Si el operador del Skyguard tiene información de que posiblemente estén buscando dispararle con un misil antirradiación, no deberá prender su radar, para negarle al oponente la señal que necesita para el guiado del misil; pero debe continuar con su labor antiaérea, lo que puede hacer si recurre a detectores pasivos propios, o a datos de posición del blanco por medios indirectos.

Un ejemplo de Malvinas para mostrar la importancia de tener o no una determinada capacidad, y cómo se la debe tener en cuenta al confeccionar el modelo.

Un avión Vulcan británico fue hasta la zona de Puerto Argentino con misiles antirradiación Shrike para atacar a los radares; el oficial operador de uno de los Skyguard trató de adquirir al Vulcan para dispararle con sus cañones, pero como aún era de noche y al Skyguard lo habían comprado sin visor IR, prendió su radar para hacerlo, con lo que le dio al Vulcan la señal que éste necesitaba para poder lanzar sus misiles.

Resultado, un Skyguard destruido y 4 personas muertas.

En cuanto al aspecto modelo de Skyguard que estamos considerando, de haber contado con un visor IR, el sensor pasivo que le permite detectar de noche, el operador podría haber adquirido al Vulcan y apuntar sus cañones sin necesidad de emitir con su radar, con lo que él habría estado en capacidad de combatir sin exponerse como blanco.

Como podemos apreciar, un Skyguard con visor IR y otro sin, son dos modelos con capacidades y debilidades completamente diferentes. Por eso son importantes la dedicación y conocimiento con que se confeccionen los modelos si son del enemigo, para determinar sus debilidades a explotar.

Igualmente, si lo que estamos confeccionando es el modelo de un sistema o medio nuestro, la detección de una debilidad, la falta de sensor IR para poder operar sin prender el radar en el caso del Skyguard de Malvinas, nos debería llevar a buscar su rápida solución.

Otro ejemplo de Malvinas. Si varios años antes de abril de 1982, previendo el *¿qué pasaría si?* de una hipótesis de conflicto con Gran Bretaña, el nivel Estratégico-Militar hubiese ordenado los trabajos que llevarían a la confección de los modelos y su ubicación en el escenario Malvinas, habría surgido la debilidad de los aviones Mirage y Dagger en cuanto al combustible para llegar y combatir sobre las islas; debilidad que era fácil de solucionar ya que era por demás simple desarrollar o adquirir lanzas de reabastecimiento, solucionando la penalización que mostraban los *modelos* Mirage y Dagger, cuyas contrapartes reales sólo dispusieron de 5 minutos de combate sobre Puerto Argentino, y que significó la pérdida de un Mirage el mismo 01MAY. Igual que con el *modelo* Skyguard y su visor IR.

Esto también nos muestra que es sumamente importante, a la hora de comprar equipos y sistemas, comprar aquello que nos de todas las capacidades posibles, y no restringirnos en opciones, o por doctrinas, que después se transformarán en debilidades.

Todos esos opcionales o adicionales, como el visor IR del Skyguard o la lanza de reabastecimiento de los aviones, van a marcar diferencias entre equipos y sistemas similares, haciendo que se hable de *configuraciones*. Aunque pertenezcan a una misma denominación o modelo, siempre tendrán diferencias entre ellos, a veces estas diferencias darán capacidades y debilidades de magnitud, otras serán casi imperceptibles.

Al confeccionar un modelo sobre determinado sistema, medio o elemento, deberemos considerar todas las variables de configuración que existen, y tratar de definir cuál es la que posee nuestro enemigo, para que las capacidades y debilidades que le asignemos sean las reales.

Un buen ejemplo es la *familia* Skyguard de defensa aérea.

Cuando apareció por primera vez en el mercado internacional, su sensor principal era un radar simple, complementado por un sistema de televisión, y con un interrogador IFF como configuración opcional, con dos cañones, que permitían el apuntado manual por sus operadores.

Después se le agregó una rampa de misiles, con un apuntador humano óptico, que después fue reemplazado por un radar completo, que era sólo iluminador en la configuración del

operador óptico. Los misiles Aspide también evolucionaron, y después fueron reemplazados por los AMRAAM, y los cañones también mejoraron, así como su munición, llegándose a la configuración Skyshield.

Conclusión: ¿qué *configuración* de Skyguard tiene nuestro enemigo?. No lo sabemos, pero deberemos buscar información para confeccionar con toda precisión el modelo que tiene, para determinar qué hacer para degradar sus capacidades, y para aprovechar sus debilidades.

Esto no se puede hacer en los días previos al conflicto, o ya inmersos en el mismo, ya será tarde. Por eso es importante confeccionar modelos de todos los posibles medios y elementos de nuestro también posible enemigo, aunque no tengamos hipótesis de conflicto.

DISTRIBUCION EN EL TERRENO

Según sean las configuraciones, los sistemas, medios y elementos se podrán distribuir de maneras diferentes en el terreno, lo que nos lleva a otro aspecto a considerar respecto a los modelos, el del Skyguard en nuestro ejemplo: su distribución en el terreno, también mencionada en el gráfico *gr20-skyguard*. Esta distribución será función de la flexibilidad que posea el sistema, medio o elemento en relación con el o los blancos a defender y con otros sistemas o medios dentro del objetivo material (OM) que integra, y con las posibilidades para adaptarse a la conformación geográfica del entorno.

Esta flexibilidad estará dada por las características de los componentes del sistema, por cómo se pueden relacionar entre ellos, por las doctrinas, por los usos y costumbres o cultura, por las recomendaciones del fabricante, por la experiencia adquirida por los operadores del sistema en despliegues y ejercicios, y por las lecciones aprendidas de otros.

Algunos aspectos como ejemplo.

En el caso que estamos utilizando del Skyguard, éste puede estar configurado por un director de tiro, con una o dos rampas de misiles y con dos o más cañones.

El director de tiro apuntará tanto a las rampas de misiles como a los cañones, para lo cual necesita estar conectado a ellos para transmitirles información y comandarlos. Lo puede hacer por cable, o por radio; si lo hace por cable, las piezas y rampas estarán relativamente próximas al director de tiro, si lo hace por radio, podrán estar separados hasta 2000 metros.

Esta simple diferencia en el enlace de datos marca una distribución geométrica completamente distinta en el terreno; y por supuesto con posibilidades completamente diferentes en cuanto a las ubicaciones relativas de las armas respecto al blanco a defender; lo que a su vez significa también planteos diferentes para el atacante, al analizar cómo enfrentarlo como amenaza.

Ya que estamos, si somos el atacante y el enlace radio es con antenas omnidireccionales, podremos *entrar* electrónicamente a través de las antenas, dañar o degradar los datos que les envía el director de tiro, y anularle el apuntado de las rampas por ejemplo.

En cuanto al Aspide, es un misil de guiado semiactivo; necesita de un radar que ilumine continuamente el avión-blanco para su guiado.

Actualmente hay dos tipos de rampas utilizadas por diferentes países; una en la que un radar completo, con transmisor y receptor, incorporado a la rampa, sigue automáticamente al avión-blanco, y el eco devuelto por éste es usado por el misil para su guiado. El otro tipo de rampa sólo tiene el transmisor del radar, que ilumina al blanco para que el misil se guíe por su eco, pero no tiene capacidad para seguirlo, por lo que necesita que un operador, instalado en la rampa, realice el seguimiento óptico.

Son dos sistemas completamente diferentes, y diferente la forma en que podemos degradar a uno o a otro.

PROCESO

Con lo recientemente expuesto ya hemos comenzado a hablar del otro aspecto que muestra el gráfico *gr20-skyguard*, cómo es el proceso, la forma en que funciona aquello que estamos confeccionando como modelo, en nuestro ejemplo el Skyguard, para adquirir, asignar, seguir, apuntar, guiar al misil Aspide, y disparar los cañones.

Acabamos de ver que cada configuración particular del Skyguard tiene sus propias características de funcionamiento, las que deberemos determinar para poder hacer el modelo computacional que represente fielmente al sistema real que posee nuestro enemigo; y así determinar sobre todo las debilidades que podremos explotar llegado el momento del conflicto.

DOCTRINAS, USOS Y COSTUMBRES, Y DEMAS

Otros aspectos que también fijarán la forma en que será utilizado el sistema no estarán dados por las características de éste sino por las doctrinas, por los usos y costumbres, por las recomendaciones del fabricante, por la experiencia adquirida por los operadores del sistema en despliegues y ejercicios, y por las lecciones aprendidas de otros; a lo que debemos agregar las limitaciones en las reglas de empeñamiento establecidas por el nivel político nacional.

Deberemos conocer perfectamente estos aspectos si el modelo es el de nuestro enemigo, para detectar las debilidades y explotarlas; también deberemos conocerlos si el modelo es el nuestro, para solucionar las debilidades que detectemos.

Ejemplo de Malvinas respecto a doctrina de procedimientos. Las artillerías antiaéreas de las tres Fuerzas tenían diferente doctrina de procedimientos para la apertura de fuego. Armada y Fuerza Aérea lo hacían por *veto*, mientras que Ejército lo hacía por *autorización*.

Por veto significa: Ud. dispara siempre, salvo que yo le ordene alto el fuego. Por autorización significa: Ud. no dispara, salvo que yo lo autorice.

Ambos criterios están relacionados con el ciclo de reacción. Unas páginas antes, cuando mostramos el ataque de aviones Harrier al aeropuerto, vimos que el Skyguard disponía de

escasos segundos para realizar todo el proceso desde que detectaba al avión-blanco hasta que comenzaba a disparar. Si la apertura de fuego es por autorización, al proceso se le están agregando segundos extras, a veces varios, que pueden degradar el buen uso del sistema.

El 01MAY, cuando el Vulcan británico se aproximó para bombardear la pista, el sistema Skyguard que estaba en el aeropuerto lo detectó, pero no le disparó, porque cuando el oficial operador pidió autorización, se le negó. No sabemos qué habría pasado si el Skyguard hubiese disparado, pero las condiciones estaban dadas, ya que el Vulcan, volando a 3000 metros de altura, penetró dentro de la envolvente letal de los cañones.

Otro ejemplo de Malvinas, esta vez respecto a usos y costumbres, y experiencias adquiridas: el emplazamiento y enmascaramiento del radar TPS-43 de Fuerza Aérea.

El TPS-43 es un radar de alerta temprana para defensa aérea, con un alcance de 425 km. Las normas y doctrinas establecen que para el lugar de su emplazamiento se deben elegir cerros o alturas que aseguren que no tendrá los problemas de apantallamiento en su cubrimiento que describimos unas páginas antes.

Igualmente, lo normado para su enmascaramiento es el uso de redes, común para casi todo tipo de equipamiento militar.

Los continuos despliegues para operar estos radares en cualquier lugar de Argentina habían enseñado a los operadores y técnicos que era más efectivo no aplicar esas normas, y sí desarrollar alternativas.

En el caso concreto de Malvinas, apenas llegados los radaristas el 02ABR instalaron el radar en Canopus Hill, una elevación dentro del aeropuerto, ya que la directiva original era que el radar permaneciese dentro del aeropuerto.

Para ese momento las autoridades nacionales todavía no consideraban la posibilidad de terminar en una guerra. Pero si así sucedía, el radar no podría quedar en ese lugar, ya que estaba completamente expuesto a las vistas desde el mar, y demasiado cerca, dentro del alcance de los cañones navales británicos.

Hasta tanto se los autorizara a sacar al radar del lugar, comenzaron a buscar el emplazamiento definitivo. El lugar ideal según las normas y doctrinas era el cerro Kent, pero este no tenía acceso por tierra, y por tanto el traslado del radar y todo el esfuerzo logístico debería haber sido mediante helicóptero, por lo que se lo descartó.

La otra opción era el cerro Sapper próximo al pueblo; había un camino que llevaba a su cumbre, la que era lo suficientemente plana como para instalar el radar, y sólo había cerros que podían producir apantallamiento hacia el oeste y el norte, por lo que el cubrimiento sería bastante satisfactorio.

El camino era de terreno mejorado con algo de ripio, por lo que no garantizaba su uso permanente durante todo el conflicto; uso crítico sobre todo para el abastecimiento de combustible.

En la realidad, el aspecto más demandante que hizo que descartaran el lugar fue la supervivencia del radar, ya que, igual que en el caso de Canopus hill en el aeropuerto, se veía desde el mar y estaba dentro del alcance de los cañones navales.

El enemigo, los británicos, no evaluaron lo mismo, y durante toda la guerra asumieron que el radar estaba en Sapper hill.

A esta apreciación británica ayudó también el tipo de enmascaramiento usado.

De las experiencias de despliegues y ejercitaciones los radaristas habían aprendido que la forma más efectiva de enmascarar el radar era tratando de simular que su instalación era algo construido por el humano, un rancho, un establo, o mejor un depósito de chatarra, de los que abundan en las afueras de los poblados.

Esta técnica fue la que usaron en Malvinas. Por el sur del pueblo de Puerto Argentino pasa una nevadura del terreno que, prolongándose desde los cerros Tumbledown y Sapper, se continúa hasta convertirse en el istmo que une a la península del aeropuerto. En la cresta de esta nevadura colocaron al radar, aprovechando la existencia de un pesebre para animales que los ayudó a simular, como enmascaramiento, un depósito de chatarra.

Estaban a 150 metros de una calle asfaltada, lo que les garantizaba el acceso permanente con combustible y demás materiales; a 100 y 150 metros de dos casas que alquilaron para alojarse; y el cubrimiento era óptimo hacia el sur, este, y parte del norte, en donde suponían que se colocaría la flota británica.

El lugar elegido y el enmascaramiento funcionaron bien, ya que los británicos no los pudieron detectar, aunque el radar estaba en el medio de una de sus fotografías aéreas de reconocimiento. Incluso para atacarlo con los misiles antirradiación, la tripulación del Vulcan en su planeamiento consideró al radar como emplazado en tres posibles lugares: el Sapper Hill, el antiguo sitio del aeropuerto, y el cerro Round, al norte del pueblo.

En este caso, la experiencia y los usos y costumbres dieron mejor resultado que las normas y doctrinas.

Los británicos en cambio, se mantuvieron con lo normado.

El Modelo Como Parte de un Sistema Mayor

Hasta ahora hemos considerado al Skyguard sólo, aislado del resto de los medios y elementos que son necesarios para que una defensa aérea funcione adecuadamente.

Asumiendo que ya tenemos al modelo completamente desarrollado, lo integraremos con el resto de los modelos, para terminar de darle forma, y para determinar si hay factores, por fuera del modelo, sobre los que se puede actuar para afectarlo indirectamente.

Al integrarlos los modelos conformarán sistemas, que constituirán a su vez nuevos modelos, más complejos, relacionando a sus partes en función de su posible utilización como conjunto, por ejemplo los sistemas de armas y el blanco que defenderán.

En estas integraciones se incluirán todos los elementos necesarios que deben intervenir para que un determinado sistema, red o dispositivo funcione; y al considerarlos en su conjunto, su relación permitirá analizar y determinar los puntos débiles, mostrando donde se puede atacar o degradar para que dejen de cumplir su función.

El Skyguard de nuestro ejemplo estará defendiendo un blanco, o tal vez un conjunto de blancos que conforman un objetivo material (OM); y probablemente no será el único sistema de defensa aérea en el área; y posiblemente, para disponer de una alerta temprana que permita mejorar su ciclo de reacción, estará conectado a información que le suministra un radar de vigilancia aérea.

Al realizar el análisis, todos estos sistemas, medios y dispositivos se deben relacionar, para determinar cómo interactúan entre sí, conformando un nuevo modelo que será mucho más complejo, y que presentará más puntos débiles donde podremos actuar, a la vez que más capacidades a enfrentar cuando queramos operar en el área u OM.

A este todo siempre lo analizaremos con una postura dual, como si fuéramos los agresores que atacarán el OM, y como defensores del OM. Esta doble postura nos asegurará contemplar todos los aspectos involucrados en esa confrontación ataque-defensa.

El análisis de este nuevo modelo complejo comienza por los blancos que lo integran, confrontando y determinando cuales son los posibles efectores que tienen capacidad para actuar sobre cada blanco, en función del grado de degradación que buscamos, desde la destrucción hasta la neutralización por un cierto tiempo.

Resuelto esto y ordenados por eficiencia y eficacia los efectores, determinaremos las geometrías de los ataques; y pensando como defensores, estableceremos las posibles ubicaciones relativas de los sistemas de armas para asegurar su defensa, y aquí también por eficiencia y eficacia ordenaremos los posibles efectores de la defensa.

Para hacerlo deberemos confrontar uno a uno, todos los medios agresores con todos los medios defensores, y así determinar la posible actuación de cada uno, primero en forma aislada, y luego obrando como conjunto.

Tomando al Skyguard dentro de ese nuevo modelo, al considerarlo como si fuéramos los agresores, determinaremos si significa o no una amenaza cierta para nosotros; y al considerarlo como si fuéramos los defensores, determinaremos si sus capacidades satisfacen nuestra necesidad de rechazar a los agresores.

Supongamos que nuestro único efector agresor disponible es un avión que debe lanzar su arma, una bomba de gravedad por ejemplo, a 3000 metros de altura casi en la vertical del blanco, y por tanto por dentro de las envolventes letales del Skyguard con Aspide, tanto de misiles como cañones.

Esto significa el casi seguro derribo del avión, lo que torna a la tarea como no AFA, por lo que deberemos buscar dotar al avión con un arma que pueda ser lanzada por fuera de las

envolventes, por ejemplo bombas de guiado laser, para asegurar la tarea y la supervivencia de la plataforma efectora.

Considerando ahora un ejemplo desde el punto de vista defensor. Si el efector agresor dispone de un misil aire-superficie (ASM) que puede ser lanzado a 12 km del blanco, junto al cual, a pocos cientos de metros, se encuentra un Skyguard con misiles Aspide, éste no tiene el suficiente alcance como para derribar al agresor antes de que lance su ASM, y por lo tanto deberemos buscarle solución a este problema.

Esa solución tal vez sea reemplazar a los Aspide por AMRAAM, que tienen 15 km de alcance, y por tanto podrían derribar al agresor a tiempo; sólo necesitamos que la envolvente de adquisición del radar sea de aproximadamente 26 km para disponer del tiempo suficiente para todo el proceso.

Pero si el Skyguard es de un lote un poco viejo, con una pantalla de radar que sólo permite ver hasta los 20 km, ello no es posible, por lo que deberemos modificarla, tal vez para ver hasta a 30 km en el borde de la pantalla. Siempre y cuando el alcance de cubrimiento del radar permita detectar ecos de aviones de combate como los del agresor a esa distancia; sino, deberemos modificar también el radar.

Tal vez todas estas modificaciones resulten más caras que comprar un nuevo sistema de SAM con las performances adecuadas; y a lo mejor conviene tener los dos tipos de SAM, e integrarlos en la defensa.

Como podemos apreciar, cuando más profundizamos en los análisis, más engorroso comienza a ser el trabajo, porque surge una extraordinaria variedad de posibilidades, imposible de resolver mentalmente.

Es más complejo que el juego de ajedrez que usamos varias veces como referencia. Y tenemos dos opciones, dejamos que las cosas sucedan, o recurrimos a medios, normalmente buenas computadoras y buenos programas de simulación, para que nos asistan en nuestro trabajo.

La segunda opción es la única aceptable si queremos guerrear bien. Y tenemos algo muy importante a nuestro favor: tiempo, grandes cantidades de tiempo, del que siempre se quejó Napoleón Bonaparte que no tenía.

Todo este trabajo lo haremos durante la paz, probablemente en el estado mayor del nivel Operacional, o tal vez a nivel conjunto en el Estratégico; donde podremos determinar las debilidades y como solucionarlas, sea desarrollando, sea adquiriendo medios; acompañados por nuevos conceptos, y por doctrinas acordes; aunque no tengamos hipótesis de conflicto.

Volviendo al trabajo de análisis que estábamos desarrollando entre agresores y defensores; vimos que los blancos y su distribución en el terreno establecen las armas para su defensa, y también la distribución de éstas, lo que conformará un pequeño escenario que abarca el espacio geográfico del OM y su entorno.

Probablemente los efectores agresores por sí solos no podrán lidiar con las amenazas que presentan las armas de la defensa, y será necesario recurrir a otras plataformas de apoyo, que aseguren el éxito de la misión.

Esto ya lo analizó Estados Unidos a fines de los años 1980s y principios de los 1990s, y desarrolló para sus medios aéreos el concepto de *paquetes* (packets) que después adoptó NATO, y detrás de ella el resto de los países.

¿Qué es un *packet*?: Es un conjunto de plataformas aéreas, que acompañarán a los efectores, para asegurar el cumplimiento de la misión o tarea (*air tasking order* – ATO – orden de tarea aérea, usada normalmente sin traducción al castellano).

Para que los efectores puedan alcanzar su objetivo, necesitan que les quiten de encima la amenaza de los cazas interceptores que el enemigo enviará para derribarlos; de esto se encargarán cazas interceptores propios, llamados *escort* (acompañantes) o *sweepers* (barredores).

Lo mismo sucede con la amenaza de los SAM, a gran parte de los cuales ya se los habrá suprimido con las operaciones SEAD (*suppression of enemy air defenses* – supresión de las defensas aéreas enemigas) al atacar los blancos prioritarios. No obstante lo mismo habrá aviones escoltando a los efectores, que llevarán misiles antirradiación para asegurarse que no aparezca de improviso un SAM que arruine la operación.

Estos mismos aviones u otros, llevarán equipamiento de guerra electrónica para degradar, para neutralizar temporariamente, mientras dura la operación, tanto a los sensores como a la transmisión de datos o voz del enemigo que puedan afectar a la operación. Estos aviones son conocidos como *EW escort* (acompañante de guerra electrónica).

En Malvinas la Fuerza Aérea Argentina trató de hacer un equivalente, pero con muchísimas limitaciones. Para el momento en que llegaban los aviones que iban a atacar a los buques británicos, llegaban aviones Mirage y Dagger configurados como caza interceptores, para tratar de sacarle de encima los Harrier a los A-4 y Dagger atacantes; pero con la tremenda limitación que sólo podían permanecer en apoyo durante 5 minutos, por la imposibilidad del reabastecimiento en vuelo del que ya hablamos antes.

Lo mismo que acabamos de describir para las operaciones aéreas de ataque al suelo se debe tener en cuenta cuando se realicen las operaciones terrestres, sea de tanques, acorazados, artillería u otros sistemas.

Es el mismo procedimiento de paquetes el que se aplicará para una misión terrestre, por ejemplo de avance de tanques. La única diferencia será que no estarán juntos, integrados en un paquete que avanza; pero acompañándolos habrá posiblemente helicópteros, armados como para enfrentar y resolver las amenazas que se le puedan presentar a los tanques, sin necesidad de que sean estos los que deban hacerlo. Y si es necesario según se plantee la situación a resolver, también se incluirán aviones, o artillería de campaña, o lo que sea que dé solución.

Redistribución de los Modelos en: Contra Aire, Contra Tierra, Contra Mar, Contra Espacio, y Contra Comando y Control

Así como recién relacionamos entre sí todos los modelos de sistemas y medios que intervienen para la defensa de un conjunto de blancos dentro de un OM, para determinar capacidades y sobre todo debilidades, para explotarlas si somos agresores, o para solucionarlas si somos defensores, debemos hacer lo mismo con todo lo que posea nuestro enemigo y todo lo que poseamos nosotros, ahora integrándolos en áreas que faciliten los análisis.

Para ello no nos preocuparemos de la fuerza armada a la que pertenezcan, sino que los agruparemos en función de la amenaza que constituyen, contra:

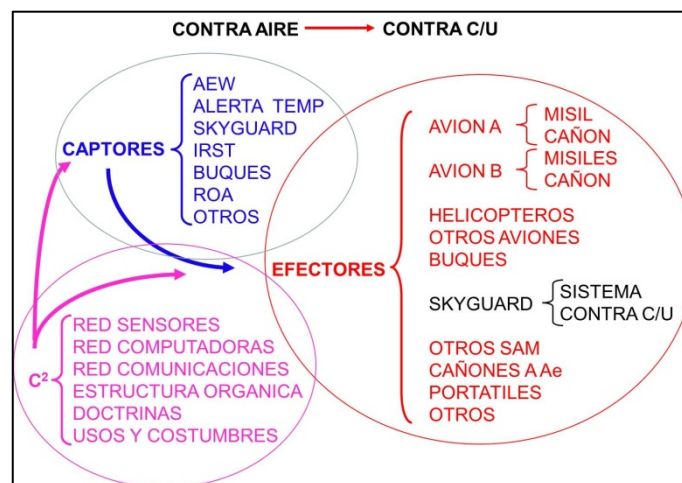
- Tierra.
- Aire.
- Mar.
- Espacio.
- Comando y Control. Que incluye el ciberespacio.

Esto ya lo habíamos bosquejado en el gráfico *gr19-modelos* de página 74; en donde utilizábamos lo que tanto nuestro enemigo como nosotros poseíamos a nivel terrestre, aéreo, naval, espacial, y de comando y control, para conformar los distintos modelos.

Al resultado de la confección de esos modelos los agruparemos, como acabamos de mostrar, en aquellos contra los sistemas, medios y elementos que actúan en tierra, contra los que lo hacen en el aire, en el mar, en el espacio, y contra todo lo relacionado con el comando y control de las Fuerzas.

Si leemos sobre la primera guerra del Golfo de 1991 vemos que esto es lo que aplicó el General Schwarzkopf: el medio más AFA para la tarea, sin importar a quien pertenezca.

Sólo para ilustrarlo como ejemplo, en el siguiente gráfico *gr27-contra aire*, hemos señalado en grandes rasgos todo lo que intervine en las operaciones *contra aire*.



gr27-contra aire

En este completo y único sistema *contra aire*, igual que en los otros, habrá *captoreadores*, *efectores*, y un sistema de *Comando y Control*. Los medios de los tres conjuntos interactuarán entre sí para tratar de realizar operaciones que resulten lo más eficaces y eficientes posibles.

Los captoreadores brindarán la información obtenida por sus sensores a los efectores, sea en forma directa, sea a través del sistema de C2; los efectores actuarán sobre amenazas y blancos para que no cumplan su función; y el sistema de C2 coordinará y supervisará (ejercerá comando y control) el correcto funcionamiento de todo el sistema.

Cuando este sistema es de nuestro enemigo, deberemos analizarlo en detalle para encontrar sus vulnerabilidades. Una forma práctica de hacerlo es utilizando las preguntas:

- ¿Con qué me va a pegar?
- ¿Con qué me va a detectar?
- ¿Dónde puede estar?

Las respuestas a las dos primeras preguntas nos mostrarán todas las posibilidades de efectores y captoreadores del enemigo, e indirectamente, las características del sistema de comando y control que los maneja.

La tercera pregunta está relacionada con las limitaciones de ubicación geográfica del sensor o efector, que nos facilitarán la percepción del posible escenario. Volveremos sobre ella unas páginas más adelante, después de hacer referencia a la relación del modelo con los otros elementos del ambiente operacional.

¿CON QUE ME VA A DETECTAR?

Todos los efectores, para poder atacar y degradar un blanco deberán primero detectarlo y localizarlo, y por tanto necesitan usar sensores, sea que estén co-locados en la misma plataforma efectora, como es el caso del radar de adquisición del Skyguard, sea que pertenezcan a una plataforma captora separada del efector.

En el caso que hemos tomado como ejemplo: *contra aire*, los sensores captarán todo lo que se desplace en el espacio aéreo. Algunos tendrán grandes alcances, de 400 km o más, como es el caso del radar de alerta temprana (*EW – early warning*) basado en tierra, o el *AEW* (*airborne early warning – alerta temprana aeroportado*) montado en una plataforma aérea; mientras que otros sólo verán a unos pocos kilómetros, como es el caso del *IRST* (*infra red search and track – búsqueda y seguimiento mediante infra rojo*).

El *IRST* no es un buen sensor si se lo compara con un radar, pero tiene dos ventajas muy interesantes. Primero, es pasivo, quiere decir que no emite, y por lo tanto el enemigo no puede saber que está siendo detectado, tampoco lo puede localizar para atacarlo, como sería el caso con un radar, que si emite, delatando su posición.

El *IRST* tiene otra ventaja, relacionada con el tiempo de reacción. Utiliza el cielo, que es frío como emisor infrarrojo, para contrastar contra él a los helicópteros, más calientes desde

el punto de vista infrarrojo, por lo que los detecta apenas *saltan* (pop up) desde detrás de árboles, edificios o accidentes del terreno, dándole tiempo al efector de la defensa al que está conectado para reaccionar.

En el listado del gráfico *gr27-contra aire* también hemos colocado el radar de adquisición del Skyguard que estamos usando como ejemplo. Aunque es el radar de un sistema de armas, también contribuye a completar y ratificar la información disponible de todo lo referido al ambiente *aire*.

Este listado es sólo un ejemplo; lo que debemos tener en cuenta es que cualquiera sea el sensor, cualquiera sea su performance, cualquiera sea la plataforma en que se encuentre, deberá estar enlazado con el sistema total de sensores, y su información fusionada con el resto, para brindar una imagen lo más completa y precisa posible.

¿CON QUE ME VA A PEGAR?

En el caso de los efectores, el listado también es un ejemplo; y aquí también deberemos considerar a todo lo que pueda ser un efector, no importa su alcance o performances; y como efectores debemos considerar no sólo a las armas, normalmente clasificadas como efectores *cinéticos*, sino a todo aquello que pueda afectarnos en nuestras performances como agresores, en forma directa o indirecta, y que usualmente será considerado un efector *no cinético*.

Por ejemplo, si el paquete formado por nuestros *strickers* y sus acompañantes utiliza el GPS para navegar y localizar su blanco, el enemigo podrá degradar la recepción de las señales GPS, e incluso introducir información errónea que llevará al paquete a una posición alejada del blanco.

Si en cambio el paquete es guiado por un controlador humano, por ejemplo a bordo de un avión AEW (airborne early warning – alerta temprana en vuelo), el enemigo podrá degradar el enlace controlador – aviones, haciendo que tengan dificultades para concretar la misión.

Un ejemplo de esto último lo dio Israel en el conflicto del valle de Bekaa en 1982, cuando los aviones israelíes atacaron las posiciones al sur del Líbano sin que la caza interceptora siria pudiera impedirlo.

El efector que degradó a la aviación siria fue la interferencia a la comunicación vocal controlador radar – piloto. Al ser interferido este enlace, el piloto sirio no podía ser guiado contra los aviones israelíes, mientras que estos sí contra los sirios; el resultado fue el lógico, el derribo de los aviones sirios.

Por último, una referencia de Malvinas. Supongamos que es el 5 o 6 de abril y ya hemos tomado conciencia de que tenemos que prepararnos para una guerra. Estamos en el estado mayor del nivel Operacional (ignoremos que se estaba en pleno cambio de TOM a TOAS) y debemos prever la defensa de los medios terrestres en la zona de Puerto Argentino, entre ellos la pista de la BAM Malvinas, así como el Skyguard que la protege de los ataques aéreos, también

el puesto comando conjunto en Stanley House, la casa del gobernador, y otros blancos considerados rentables.

Si nos hacemos la pregunta *¿Con qué me pueden pegar?*, las respuestas conformarán una lista de efectores británicos que constituirán las amenazas *contra tierra*.

Nos podrán pegar desde:

- Aviones, con bombas de gravedad (dumb bomb).
- Aviones, con bombas de guiado laser.
- Helicópteros, con misiles aire – superficie (ejemplo: el que impacto al edificio de la policía militar).
- Buques, con cañoneo naval desde 15 km de distancia.
- Buques, con misiles Sea Slug usados mar – tierra (ejemplo: los lanzados contra la BAM Malvinas).
- Artillería de campaña, con munición que llega a los 18 km.
- Operaciones de infiltración tipo Comando.
- Misil antirradiación en el caso del Skyguard y los radares.

Estas respuestas, sin distinción de la fuerza a la que pertenece el efector, pero todos *contra tierra*, nos habrían llevado a buscarles solución y prever, por ejemplo, el traslado de los cañones de 155 mm, con un alcance superior al de los británicos. Si nos hubiésemos hecho la simple pregunta, no tendríamos que haber esperado 12 días después de iniciada la guerra para tomar conciencia de que los necesitábamos.

Es fácil, las preguntas nos llevan a las soluciones. Preguntas y soluciones que podemos realizar y buscar desde la paz, sin prisa, y tenerlas ya armadas y listas como modelos, para cuando la situación nos lleve a un conflicto.

EL C2 PARA LAS OPERACIONES CONTRA AIRE

El tercer conjunto del gráfico *gr27-contra aire* de página 96 se refiere al sistema de comando y control que armonizará y llevará a buen fin el uso de captores y efectores.

Aunque en el ejemplo que estamos utilizando se refiere a las operaciones contra aire, su estructura y elementos constitutivos serán los mismos para todas las operaciones.

Es más, en realidad será un solo gran sistema, que abarcará a todas las operaciones de la guerra, y que tendrá sub áreas dedicadas específicamente a cada tipo de operación, contra aire, tierra, mar, espacio, y también contra el C2 del enemigo.

El gráfico hace referencia a tres redes: de sensores, de computadoras, y de comunicaciones. Estas redes normalmente estarán imbricadas entre sí, serán extensas en cantidad de medios y también en el espacio geográfico que abarquen, lo que las transforma en un blanco enorme, sumamente vulnerable por la cantidad de medios y elementos que utilizan,

muchos de los cuales suelen ser parte de redes civiles; y muchos son de fácil acceso para producirles daño, a menudo con armas no cinéticas.

Esto hace que cuando de lidiar con amenazas se trate, como la que estamos analizando contra aire, cabe el dicho: *la mejor defensa es el ataque*, a las amenazas. El ejemplo, la supresión de las defensas aéreas del enemigo (SEAD) para lograr el vuelo impune.

Al analizar el sistema amenaza del enemigo, compuesto por captores, efectores, y C2, posiblemente la supervivencia de nuestras plataformas, y el éxito de nuestra operación, no pase por esquivar a los efectores enemigos, por operar por fuera de sus envolventes letales, sino por degradar al sistema C2 que los gobierna; descerebrándolo, como mencionamos cuando comenzamos el trabajo, y como hizo el General Schwarzkopf en la primera guerra del Golfo.

Los otros dos aspectos constitutivos del sistema de C2 son las doctrinas, y los usos y costumbres. Estos no son aspectos físicos, sino que los podemos considerar aspectos que hacen al espíritu del guerrear, aspectos volitivos, socio-culturales, que muestran la forma en que el enemigo se comportará ante determinadas situaciones, y que resultarán sumamente útiles al analizar los posibles modos de acción.

Relación del Modelo con los Otros Elementos que Participan del Ambiente Operacional

En el gráfico *gr19-modelos* de página 74 habíamos considerado cuatro conjuntos o agrupamientos para la confección de los modelos: el enemigo, nuestras propias fuerzas, el ambiente, y terceros involucrados o no.

Al momento de guerrear estos cuatro aspectos se relacionarán e interactuarán.

Desde ya dos de ellos, las fuerzas del enemigo y las nuestras estarán permanentemente interactuando, porque lo que nuestro enemigo desea se opone a lo que nosotros deseamos, y una forma de asegurar lograr nuestro deseo es evitar que nuestro enemigo pueda lograr el suyo.

Por eso al planear operaciones siempre lo haremos por dos carriles paralelos, uno para planear operaciones que aseguren el logro de nuestro deseo, y otro para planear operaciones que aseguren que nuestro enemigo no logrará el suyo.

En los estados mayores a veces suele suceder que el personal de operaciones se aboca a planear aquellas operaciones que permitirán lograr nuestro deseo, prestando poca atención o ignorando lo que hace o pretende hacer nuestro enemigo; y recién re-accionamos cuando nos percatamos que está por lograr su objetivo.

Por eso es importante tener claro el trabajo de negación de operaciones a nuestro enemigo. Unas páginas antes lo mencionamos en la comparación con el juego de ajedrez; además de mover nuestras piezas, nos debemos asegurar que nuestro oponente no pueda mover las suyas.

Además de planear operaciones al respecto, para asegurar que no pueda realizar operaciones eficaces, para cada modelo del enemigo deberemos tener previsto qué es lo que

debemos hacer para que no pueda darle un uso correcto, para degradarle sus performances en forma permanente o transitoria, asegurando que no sea eficiente en su accionar.

Al aspecto *terceros involucrados o no*, deberemos prestarle atención y tomar los recaudos para que impacte lo mínimo posible en nuestras acciones; y al mismo tiempo evitar el posible daño colateral.

En cuanto al *ambiente*, éste tendrá dos roles. Por un lado como *actuador* tanto sobre las fuerzas del enemigo como sobre las nuestras, normalmente con efectos de degradación de las performances; y por el otro, en su aspecto geográfico, constituirá la base sobre la que se montarán todos los medios y elementos que conformarán el escenario, y que nos permitirán apreciar lo que sucede en el ambiente operacional.

Considerándolo como *actuador* sobre nuestras fuerzas, y sobre las del enemigo con sus amenazas y blancos, sus efectos se producirán a través de las características geográficas, las meteorológicas, y por las obras de infraestructura realizadas por el humano.

El aspecto *geográfico* actuará normalmente limitando las posibilidades de uso de los medios tanto nuestros como de nuestro enemigo.

En el caso de sensores, la orografía actuará como pantalla para los alcances de detección; ya lo vimos cuando nos referimos a los cubrimientos; lo mismo sucederá con las envolventes letales de las armas.

La orografía también limitará a las plataformas, por ejemplo tanques y vehículos, con pendientes o barreras orográficas que les negarán su acceso a determinados lugares; otro tanto sucederá con las características del suelo y los cursos de agua.

El aspecto *meteorológico y climático* también afectará directa o indirectamente a las plataformas y a las fuerzas en general, y en particular a los sensores cuyas longitudes de onda coincidan con el tamaño de las partículas y de las moléculas del fenómeno meteorológico en cuestión.

Lo mismo sucederá con las *obras de infraestructura del humano* que se encuentren en el espacio geográfico de interés, a veces llamadas ambiente *cultural*, para distinguirlo del geográfico. Algunas ayudarán y otras limitarán el accionar de nuestras fuerzas y las del enemigo.

Todos estos aspectos *actuadores* deberán ser considerados e integrados en cada modelo que configuremos, colocándolos como variables del modelo base.

Esto nos muestra que debido a la complejidad de factores intervinientes, la única opción para que los modelos sean reproducciones fidedignas del mundo real es su confección mediante *modelos computacionales*, recurriendo a buenas computadoras, buenos programas de simulación, y sobre todo, a un personal altamente calificado, que sepa perfectamente cómo funciona cada sistema, medio o elemento, del que tiene que confeccionar un modelo, mostrando en particular las debilidades que posee y que podremos, nuestro enemigo también, explotar.

Amenazas, Capacidades, Blancos y Escenarios

En todo lo hasta aquí analizado hemos considerado la confección de modelos de medios y elementos como amenazas, el caso del *Skyguard* en los ejemplos que fuimos dando.

En la misma forma deberemos confeccionar modelos de cada sistema, medio o elemento, considerándolo como *blanco*, y para ello también recurriremos a envolventes, las de lanzamiento de las armas que lo pueden degradar, por ejemplo artillería de campaña, o misiles, o bombas laser, para los que se confeccionarán las envolventes de lanzamiento; en página 86 describimos como ejemplo el caso de las bombas laser, con su envoltorio que será conocida como la *canasta (basket) de lanzamiento*.

Así como antes hacíamos la pregunta *¿con que me va a pegar?*, ahora la pregunta será: *¿con qué le puedo pegar?*, o más correctamente: *¿con qué lo puedo degradar?*, porque la respuesta nos permitirá determinar la magnitud del esfuerzo para lograr que ese blanco no cumpla con su función.

No siempre es necesario destruir el blanco para lograr el efecto deseado, a veces basta con que no funcione adecuadamente, y el esfuerzo que demandaría su destrucción lo podemos dedicar a otros blancos.

Según las características del blanco, como tamaño, resistencia al ataque, puntos débiles, y otros factores, será la forma en que lo atacaremos o degradaremos, determinando cual es el efector más adecuado, más AFA; en forma similar estableceremos cuáles serán las características geométricas del ataque, y cuales los medios de apoyo necesarios para lograr el efecto deseado.

Algunos blancos, como son las redes de sensores, de comunicaciones, o computadoras, son complejos e inmensos, atacables por innumerables lugares.

Si tenemos un buen modelo computacional, podremos determinar el mejor lugar para atacarlo y el mayor efecto a lograr. En las redes es muy común que un ataque o degradación produzca efectos en cascada.

A estas redes primero las analizaremos como *Capacidades*, para establecer su rol y efectividad en la toma de decisión y el desarrollo de las operaciones, y así determinar el nivel de degradación que requerirá según el efecto deseado que busquemos.

Muchas veces sucederá que habrá varios blancos diferentes que se encuentren próximos, constituyendo un objetivo material (OM - conjunto de blancos), acompañados por sistemas de armas que los defienden.

Todos ellos conformarán un escenario de pequeñas dimensiones, las del OM y su entorno, en el que además de considerar los modelos de cada uno de los medios y elementos que lo integran, tanto en su aspecto de amenaza como de blanco, los analizaremos como un todo, estableciendo sus interrelaciones y determinando cómo influirá cada una de sus partes en el resto si es degradada.

De esta forma, llegado el momento en que debamos actuar sobre cada blanco, ya tendremos gran parte del análisis realizado desde la paz, habremos configurado los modelos de cada medio o elemento, y también los modelos tanto de las armas que los pueden defender como de los sistemas complementarios que necesitan para poder funcionar; los habremos considerado integrados con otros blancos dentro de un objetivo material, y en muchos casos ya tendremos un concepto de la posible geometría de la distribución espacial que pueden adoptar entre ellos.

A estos modelos y su conjunto también los habremos complementado con todo lo que fue surgiendo de situaciones y experiencias anteriores, como ejercitaciones o guerras, sean propias o de otros países; comúnmente conocidas como *lecciones aprendidas*.

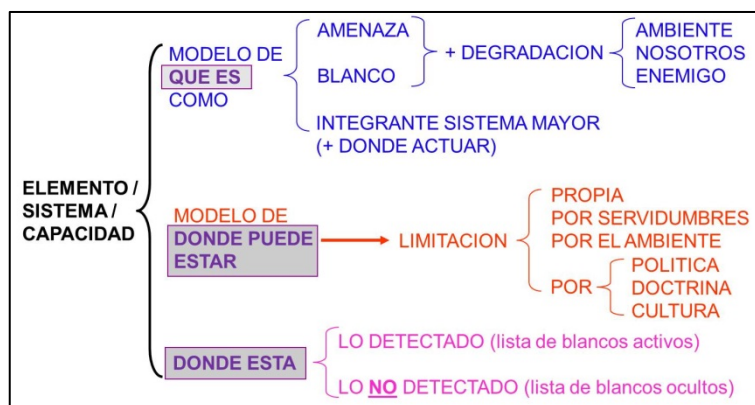
Sólo será necesario confirmar cual será el espacio geográfico en el que estarán emplazados, para determinar los factores del ambiente que los influirán.

Esto es lo que hemos resumido en el gráfico *gr28-blancos*.



gr28-blancos

El gráfico que sigue *gr29-que y donde*, complementa este resumen.



gr29-que y donde

La primera parte es la expresión de todo lo que estuvimos considerando a lo largo de las páginas anteriores.

Para cada medio, elemento, sistema, o capacidad, tanto de nuestro enemigo como nuestro, confeccionaremos modelos de *¿qué es?*, como amenaza y como blanco; consideraremos la degradación que puede sufrir por el ambiente y por el accionar nuestro o del

enemigo según corresponda; y lo consideraremos como integrante de un sistema mayor, para determinar dónde podemos actuar en procura del efecto deseado.

Para los modelos de los efectores en particular realizaremos un trabajo de análisis dual; si los efectores son del enemigo, determinaremos cómo degradarlos, y cómo protegernos de su accionar.

Si los efectores son nuestros, haremos justamente lo opuesto, determinaremos cómo evitar que sean degradados, y cómo hacer para que el enemigo no pueda proteger sus blancos.

¿Qué Hay? y ¿Qué Tiene? Previo al Conflicto

Durante la paz, habremos dedicado nuestro tiempo a trabajar sobre todos los modelos que podremos encontrar en el espacio geográfico de interés cuando llegue el momento del conflicto o guerra.

Tendremos confeccionados los modelos, y ya habremos confrontado amenazas y blancos.

Para cada blanco, sea nuestro o de nuestro posible enemigo, habremos analizado todas las amenazas conocidas (efectores) que lo pueden atacar o degradar, y las habremos ordenado prioritariamente en un listado según el efecto que pueden producir. Como antes dijimos, lo habremos hecho sin considerar la Fuerza a la que pertenecen, aplicando el concepto del *dominio cruzado* (cross domain).

Como consecuencia de ese análisis también habremos confeccionado un listado de efectores, relacionando cada uno con los blancos sobre los que puede actuar.

De esta forma tendremos *listados de efectores* (amenazas si son del enemigo) con la capacidad de daño posible que pueden producir. Y *listados de blancos* con el efecto resultante que se produce si se los ataca o degrada.

Habremos relacionado entre sí aquellos blancos que dependen de otros elementos para cumplir con su función, creando modelos compuestos; y también los habremos integrado dentro de un conjunto de blancos cuando sus características de funcionamiento o su proximidad lo aconsejen.

Habremos aprovechado las ejercitaciones, en particular las que llevó a cabo nuestro posible enemigo, para extraer todos los indicios que nos muestren capacidades, y sobre todo debilidades. Y para ello habremos hecho un uso intensivo y continuo de nuestros captores.

Los captores, usados en forma continua desde la paz, nos habrán permitido verificar si la información obtenida por otras fuentes tiene un cierto grado de certeza, al mismo tiempo que habremos ido armando un listado de blancos confirmados.

En este aspecto resultan muy útiles los captores de *inteligencia de señales* (INTEM - inteligencia de emisiones – SIGINT – signal intelligence), porque desde una ubicación bastante alejada, normalmente por fuera de las fronteras, pueden medir parámetros y performances que

determinan las características identificatorias y de performances de amenazas y blancos, ya que la mayoría de ellos hacen un uso intensivo del EEM (espectro electromagnético).

Hablando de ejercitaciones y alcance de captores, si queremos negarle a nuestro posible enemigo la captación de nuestros medios y sus performances, así como lo que sucede en las ejercitaciones o en los adiestramientos, debemos colocar los asentamientos de los medios y los lugares de adiestramiento o ejercitación en santuarios, lejos del alcance de los captores de nuestro posible oponente.

En el caso de Argentina, esto es fácil de hacer por lo extenso de su territorio. Para crear un santuario al que no tengan acceso los captores de los posibles enemigos basta con realizar las ejercitaciones y el adiestramiento alejados de las fronteras; 250 km para evitar la detección de los móviles terrestres por los radares de apertura sintética; 450 km para evitar la captación de nuestras emisiones por equipos de inteligencia de señales.

Quedan los satélites de observación, que son una amenaza relativa, porque al estar Argentina lejos del ecuador, las órbitas de los satélites deben ser polares, con todas las limitaciones que ello implica.

Cuando ya se esté próximo al conflicto los medios y sistemas se irán desplegando en el espacio geográfico de interés, e irán conformando un *escenario*, casi estático y de evolución muy lenta al principio, pero que brindará la oportunidad de comenzar a medir *¿qué hay?* en el ambiente operacional, y lo más importante: *¿qué tiene?* el que será nuestro eventual enemigo; esta información será complementada con el *¿dónde está?* que más adelante analizaremos también.

Este es un período de intensa actividad de los captores y del sistema de información que alimentan, ya que de su trabajo surgirá el *Orden de Batalla del Enemigo* (OBE), que nos permitirá apreciar cual será la situación al momento de iniciarse el conflicto, situación para la que ya tendremos prontos nuestros mejores cursos o modos de acción (MMA), cualquiera sea la forma en que se inicie el conflicto.

A diferencia del clásico juego de ajedrez que obliga a una distribución ya establecida de las piezas al inicio del juego, el enemigo puede colocar sus piezas en los casilleros que más desee, e incluso puede mantener ocultas parte de las piezas, muchas veces las más importantes; y puede tener más de dos torres o dos alfiles.

Si tomamos la guerra del Golfo de 1991 como referencia, este período se extendió por varios meses después de la ocupación de Kuwait por Iraq; período que el Estado Mayor de la Coalición aprovechó para establecer claramente el orden de batalla de Iraq, y los MMA para iniciar la recuperación.

Estos momentos son los que más debemos aprovechar, porque nuestro posible enemigo (nosotros también) necesita poner a punto sus sistemas, verificar sus redes, y realizar una gran cantidad de actividades operativas y logísticas que no son fáciles de ocultar.

Tendremos la oportunidad de captar y medir toda la actividad, y verificar el grado de certeza de la información que fue brindada durante la época de paz por los captores y otras fuentes. Y elaboraremos listas de amenazas y blancos confirmados.

A lo detectado y corroborado se lo conocerá como la *lista de blancos activos*; y también confeccionaremos otra lista, de aquellas amenazas y blancos que sabemos que nuestro enemigo tiene, pero que aún no hemos podido detectar, será la *lista de blancos ocultos*, a la que le prestaremos especial atención ante la inminencia del conflicto, para evitar sorpresas desagradables.

¿Dónde Puede Estar?

Todos los medios y elementos constitutivos de los cuatro aspectos: nosotros, nuestro enemigo, el ambiente, y los terceros involucrados o no, estarán ubicados en el espacio geográfico de interés, formando parte del *escenario del ambiente operacional*.

Por lo tanto complementaremos a cada modelo con la respuesta a *¿dónde puede estar?*; para lo cual consideraremos todos los factores que pueden ser limitativos para su ubicación y desplazamiento en el terreno.

Es la segunda parte del gráfico *gr29-que y donde* de página 103.

Al emplazamiento geográfico de los modelos lo analizaremos buscando respuesta en realidad a dos preguntas similares pero diferentes: *¿dónde puede estar?*, y *¿dónde está?*. La primera la haremos durante la época de paz, cuando estamos configurando los modelos, cuando todavía no sabemos cómo distribuirá sus medios nuestro posible enemigo. El *puede* de la pregunta está relacionado con las limitaciones de ubicación dadas por las características propias del modelo y de los ambientes en donde puede operar.

Para ello, a las amenazas y blancos los categorizaremos y agruparemos en función de sus características de movilidad.

Nuestro posible enemigo tendrá algunos medios y elementos que por sus características estarán fijados al terreno; otros que tendrán una gran agilidad de movimiento, pudiendo desplazarse e incluso funcionar u operar mientras se mueven.

Habrà un tercer agrupamiento de aquellos que pueden ser transportables de un lugar a otro, pero que requieren un tiempo para su puesta en funcionamiento u operación una vez llegados al lugar de su emplazamiento, o para reposicionarse; tiempo que arbitrariamente suele establecerse como superior a una hora, para distinguir a los móviles de los transportables.

Estas características nos permitirán agrupar a las amenazas y blancos en: *fijos*, *transportables*, y *móviles*.

A los fijos los podremos detectar desde la época de paz, y sabemos que permanecerán en su lugar durante todo el conflicto.

Los transportables y los móviles estarán relacionados con el ciclo de reacción.

Si son efectores, si son amenazas, tendrán un ciclo que estará fijado por el tiempo que tardan en estar listos para actuar, además del ciclo que demanda el proceso de operación o funcionamiento.

Si son blancos, su ciclo de reacción estará fijado por el tiempo que permanecen expuestos como blancos, tiempo conocido como la *ventana del blanco*. Si los blancos son medios o elementos de nuestro enemigo, nuestro ciclo de reacción para atacarlos deberá estar por dentro de esa ventana de tiempo del blanco.

Dos ejemplos que muestran lo difuso y relativo de la división en transportables y móviles.

Si el blanco es un tanque, este tiene una gran movilidad, pero si nuestro enemigo aplica el procedimiento de enterrarlo para que presente una pequeña superficie frontal contra el tiro rasante, con esta acción lo transforma en blanco transportable, porque en esa circunstancia el tanque permanecerá bastante tiempo enterrado en su posición, tiempo que probablemente excederá el que necesitamos como ciclo de reacción para atacarlo.

El otro ejemplo es de la guerra del Golfo de 1991.

Las fuerzas de la Coalición nunca pudieron atacar a las rampas móviles de los misiles Scud, porque su ventana de tiempo como blanco, desde que llegaban al emplazamiento, se armaban, disparaban, y se replegaban era de escasos 30 minutos; tiempo demasiado breve para los ciclos de reacción de ese entonces desde que se detectaba la rampa hasta que llegaban los efectores para atacarla.

Esto es lo que llevó a desarrollar el concepto *sensor-tirador*, haciendo que el ciclo fuera lo suficientemente rápido como para actuar, en el caso de las rampas del ejemplo, dentro de los 30 minutos disponibles.

Teniendo estos aspectos en cuenta y volviendo a los procedimientos del *Sistema de Información*, son las respuestas a la segunda pregunta, *¿dónde está?*, las que en realidad nos servirán cuando llegue el momento de guerrear.

Estas respuestas las obtendremos pocos días o momentos antes de iniciarse las acciones, y son las que nos permitirán conformar el *orden de batalla del enemigo* (OBE), con la distribución espacial de sus medios en el *escenario del ambiente operacional*.

La respuesta a la primera pregunta, *¿dónde puede estar?*, nos facilitará el análisis al momento de hacernos la segunda *¿dónde está?*, ya que permitirá reducir el espacio de búsqueda a aquellos en donde en realidad puede encontrarse el medio o elemento por sus características físicas y por otros factores que pueden actuar sobre él.

Algunos factores serán propios de cada medio o elemento, como dimensiones, peso, y toda otra característica física; otros estarán fijados por las servidumbres que requiere para su funcionamiento, así como la influencia del ambiente, tanto en su aspecto geográfico como meteorológico y climático.

Factores importantes, y que a veces se descuidan, son los que no hacen a la parte física del medio y el entorno, sino a factores *culturales o volitivos* de la conducción de la guerra, como las normas y restricciones de uso por cuestiones políticas, por doctrinas, o por los usos y costumbres fijados por la cultura para guerrear de los oponentes.

Todo esto de lo que hemos estado hablando al referirnos al *¿dónde?* requiere que sea graficado de alguna forma en la representación que del espacio geográfico de interés utilizaran los Comandantes y sus estados mayores para tomar decisiones, analizar cursos/modos de acción y planear operaciones. El reemplazo de la vieja mesa de arena, ahora digital y *dinámica*.

Utilizando la tecnología actual, el resultado de estos análisis serán *capas* (layers) o *máscaras* transparentes a superponer en la imagen digital que constituirá la base del *escenario*, que mostrarán entornos dentro de los cuales será posible encontrar al elemento o medio referido.

Recurriendo a una comparación doméstica a la que estamos acostumbrados, se asemejarán a aquellas cartas geográficas que muestran, superpuestas sobre el terreno como fondo, las áreas dedicadas a diferentes sembrados, o que grafican áreas de diferente precipitación pluviométrica, o de distribución poblacional.

De esta forma, no habrá que buscar en todo el espacio geográfico de interés, sólo en aquel en donde se puede encontrar el medio o sistema cuyo modelo estamos analizando.

Cuando esté próximo a iniciarse el conflicto, este *¿dónde puede estar?* ayudará a encontrar respuesta al *¿dónde está?* que muestra la tercera parte del gráfico.

El Componente Informacional como Actuador

Aunque el componente informacional no es parte del componente militar, hay que tenerlo en cuenta como actuador sobre éste.

Su interacción tiene particularidades completamente diferentes a como puede ser la interacción del ambiente que antes vimos; este último actuará sobre los medios y elementos del componente militar que hacen a los niveles operacional y táctico, pero el componente informacional actuará directamente sobre los niveles de decisión estratégico y nacional.

Es el actuador más difícil de definir, y que está más allá de todo control, como el clima, porque en él participan todas las redes sociales y medios de comunicación, y no sabemos cómo reaccionará el público en general, el nuestro, el de nuestro enemigo, y el de terceros, incluido el internacional, ante las situaciones. Lo vemos en los conflictos en medio oriente.

Es un factor nuevo a agregar, que antes sólo existía en su mínima expresión, y que permitía un cierto control mediante la censura de la información sensible. Pero ahora es imposible de controlar, porque cualquier individuo a nivel internacional tiene posibilidades tanto de introducir información como de acceder a la misma.

Por tanto es necesario prestarle atención para inclinar la balanza de la opinión pública a nuestro favor. Tanto es así que ha dado pie a un nuevo concepto en la forma de guerrear, la

guerra de percepción, que va mucho más allá de la clásica *acción psicológica* de las guerras del siglo pasado.

Resultado de los Modelos

Hemos podido apreciar que la confección de modelos de todo lo que se encontrará en el espacio geográfico de interés, que conformará el ambiente operacional, nos va a ayudar enormemente al momento de analizar las situaciones, tomar decisiones, y elegir el mejor modo de acción para cada circunstancia.

Todo lo hasta aquí analizado también nos muestra que no necesitamos esperar a tener un súper sistema de C2 para iniciar el trabajo, aspirando a una emulación del Deep Green del Army de Estados Unidos.

Para la realización de los modelos, que serán la base para los procesos posteriores, bastan buenas computadoras y un buen software de modelado y simulación; y como antes dijimos, personal muy capaz, que pueda representar fielmente el mundo real mediante un modelo que permita, por ejemplo, distinguir un sistema en particular discriminándolo por block o lote de fabricación, o como sistema específico único. En algunos casos será necesario llegar a la individualización del modelo.

Necesitaremos sí simuladores tácticos plenamente capaces cuando llegue el momento de realizar las confrontaciones de nuestros modelos con los de nuestro enemigo; simuladores que representen fielmente el mundo real y reproduzcan todas las alternativas posibles, que nos aseguren elegir el mejor modo de acción.

Para ese momento también necesitaremos un sistema total de *Comando y Control*, que incluya los sistemas de *información*, de *decisión*, y de *planeamiento de misiones*. Sistema que mostramos en el gráfico *gr1-ciclo reacción* de página 12 y que reproducimos nuevamente en la página siguiente como gráfico *gr30(gr1)-ciclo reacción*.

Este sistema deberá tener capacidad para procesar toda la información que haya disponible, presentarla a los niveles de decisión, ayudar a determinar los mejores modos de acción, confeccionar los planes de operaciones y transformarlos en órdenes; y deberá hacerlo en forma oportuna, a tiempo, antes de que nuestro enemigo pueda actuar.

Si el trabajo de confección de los modelos se hizo bien, sólo habrá que verificar, previo al conflicto, cuando ya estén desplegados los medios nuestros y de nuestro enemigo, si no hay sorpresas, si lo que captan nuestros sensores para confeccionar el *¿qué está pasando?* cubre todo lo ya visto y analizado con anterioridad.

También nos mantendrá alertas si no hemos podido encontrar lo que sabemos que nuestro enemigo tiene pero no detectamos, y que constituirán la lista de blancos ocultos.

Recordemos que la parte del gráfico que estamos desarrollando en la presente investigación es la que corresponde al *Sistema de Información*, desde que los captores y otros

medios brindan los datos que han obtenido del *ambiente operacional*, hasta que se presenta la situación a quienes tienen que tomar las decisiones, en procura de que posean un *conocimiento dominante del espacio de batalla*, que permita que las decisiones sean *correctas y oportunas*.



gr30(gr1)-ciclo reacción

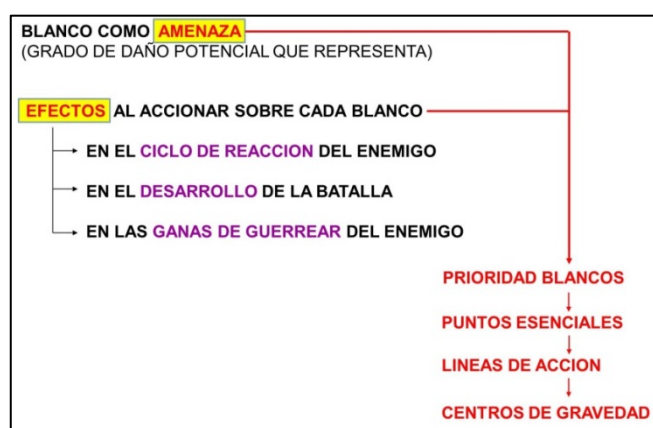
Todas las amenazas de nuestro enemigo serán consideradas como blancos a atacar. Los analizaremos en cuanto al daño potencial que pueden producirnos para fijar su prioridad como blanco, y el nivel de degradación que le infligiremos para que no cumpla su cometido, desde la destrucción hasta la neutralización transitoria.

Asimismo al modelo como blanco lo analizaremos en cuanto al *efecto* que produciremos al degradar el medio que representa, considerando todos los aspectos y todos los niveles en donde el efecto que logremos actuará, en forma directa o indirecta, desde la negación de su funcionamiento operativo adecuado, hasta la repercusión que tendrá en todos los niveles del accionar de nuestro enemigo; sea en los diferentes ciclos de reacción donde interviene, sea en el desarrollo de la batalla, sea en las ganas de guerrear del enemigo; ganas de guerrear cuya anulación siempre será nuestro objetivo final a lograr.

Si logramos quitarle a nuestro enemigo sus ganas de guerrear, habremos logrado nuestro *estado final deseado*.

Es lo que nos muestra el gráfico *gr31-efectos del blanco*, en su parte superior, el blanco como amenaza, y su repercusión; es un aspecto sumamente útil al momento de tomar decisiones, y será resultante de cuán buena fue la confección de los modelos como amenazas y como blancos.

Como vemos, resulta importante analizar a cada medio o elemento del enemigo como blanco y como amenaza, y también determinar los efectos que producirá su degradación, lo que nos permitirá fijar una prioridad para atacarlos, aplicando el concepto de *operaciones basadas en efectos* (effect based operations).



gr31-efectos del blanco

En su parte inferior el gráfico muestra que estas *operaciones basadas en efectos* permitirán establecer a su vez otras actividades, que llevarán hacia el *estado final deseado*.

- La *prioridad* de ataque a los diferentes blancos.
- La determinación de los *puntos esenciales*.
- El establecimiento de las *líneas de acción*; también referidas como *líneas de operación*.
- La determinación de los *centros de gravedad*.

¿DONDE ESTA? (escenario estático)

Esta es la segunda de las preguntas a responder en el inicio de los procedimientos del sistema de información; y también es una tarea a realizar en gran parte desde la paz.

Su resultado será la visualización de un *escenario*, que mostrará todo lo que se encuentra presente en el espacio geográfico de interés: lo nuestro, de nuestro posible enemigo, del ambiente, y de terceros, normalmente conocido como el *ambiente operacional*.

Durante su confección y mantenimiento en época de paz, será un *escenario* casi *estático*, con pocos desplazamientos de medios, ya que tanto los nuestros como los de nuestro oponente estarán normalmente en sus asientos de paz, dedicados al adiestramiento.

En los días y momentos previos al conflicto comenzará una gran actividad, y hablaremos de un *escenario dinámico*.

El sustrato, la base de sustento de ambos escenarios, será una imagen-mapa geográfica, que incluirá, colocado en forma de capas (layers) o máscaras, todo lo que resulte útil para poder apreciar la situación, y cómo esos elementos pueden influir sobre el ambiente operacional.

Representará todas las características geográficas, orográficas, hidrográficas, y de construcciones de todo tipo realizadas por el humano, tanto las que se encuentran en la superficie del terreno como las subterráneas.

Sobre este sustrato, que constituirá el SIG-GIS básico, graficaremos toda la información disponible sobre nosotros, nuestro oponente, y el ambiente, colocada también en forma de capas (layers), o *máscaras* transparentes superpuestas, visualizables en forma rápida a requerimiento.

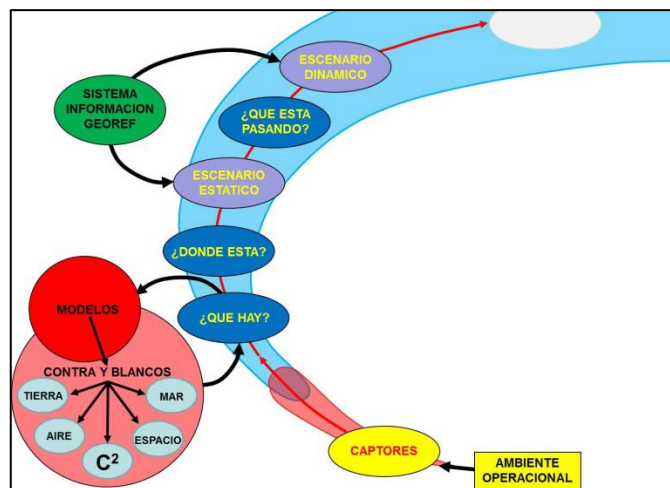
Los Escenarios Estático y Dinámico

Así como en las páginas anteriores desarrollamos todo lo relacionado con los modelos para satisfacer las respuestas a *¿qué hay?*, ahora haremos lo mismo en cuanto a todo lo necesario para poder representar dos situaciones, una estática y otra dinámica.

Esto lo haremos mediante la presentación de dos escenarios; uno *estático* que será el resultado de la respuesta a *¿dónde está?*, y otro *dinámico* que dará respuesta a *¿qué está pasando?*.

Aunque estamos hablando de dos escenarios, estos tendrán un sustrato común basado en un SIG-GIS que permitirá una visualización simultánea e integrada de ambos, sin distinción entre ellos.

Es lo que hemos representado en el gráfico *gr32-SIGreferenciada* como *Sistema de Información Georeferenciada*, (SIGref), y comprenderá los procedimientos y medios que producirán la estructura de base para ambos escenarios.



gr32-SIGreferenciada

Estamos hablando de que el sistema de información será *geo-referenciado* porque es un sistema que va más allá de los clásicos SIG–GIS (sistema de información *geo-gráfica* – geographic information system).

Los sistemas SIG-GIS clásicos normalmente son estáticos, o semi, con información que no requiere una actualización rápida y dinámica, en cuestión de segundos o escasos minutos.

En cambio, lo que nosotros tenemos que representar en el sistema *geo-referenciado* es una gran cantidad de medios y elementos móviles, de nuestro enemigo, nuestros, y de terceros; constituidos por sistemas de armas y medios terrestres, como tanques y vehículos, que se desplazan a una media de 60 km/h, o 20 m/seg (metros por segundo); helicópteros, con desplazamientos a 70 m/seg; aviones a 300 m/seg, y misiles con velocidades aún superiores.

Debemos representarlos con íconos en su posición real, actual, y desplazarlos en tiempo también real, con su propia velocidad y dirección, en forma automática y simultánea. Esta es la única forma en que el *escenario dinámico* que estaremos viendo nos permitirá evaluar las situaciones y decidir en forma correcta.

Por eso la diferencia entre información *geo-gráfica* y *geo-referenciada*; aunque la base de sustento, el estrato de fondo sobre el que se volcará toda la información será un SIG-GIS. El SIG-GIS más toda la información dinámica colocada sobre él, nos presentará el *escenario dinámico* que nos facilitará que nuestras decisiones sean *correctas y oportunas*.

Actualmente en el mercado internacional existe una gran cantidad de SIG-GIS disponibles, incluso algunos en forma gratuita y a un click en una computadora, como es el caso de Google. Lo difícil de realizar es lograr montar sobre esta base un *escenario dinámico* que represente fielmente el mundo real, lo que está sucediendo en el espacio geográfico de interés donde se desarrolla o desarrollará el conflicto.

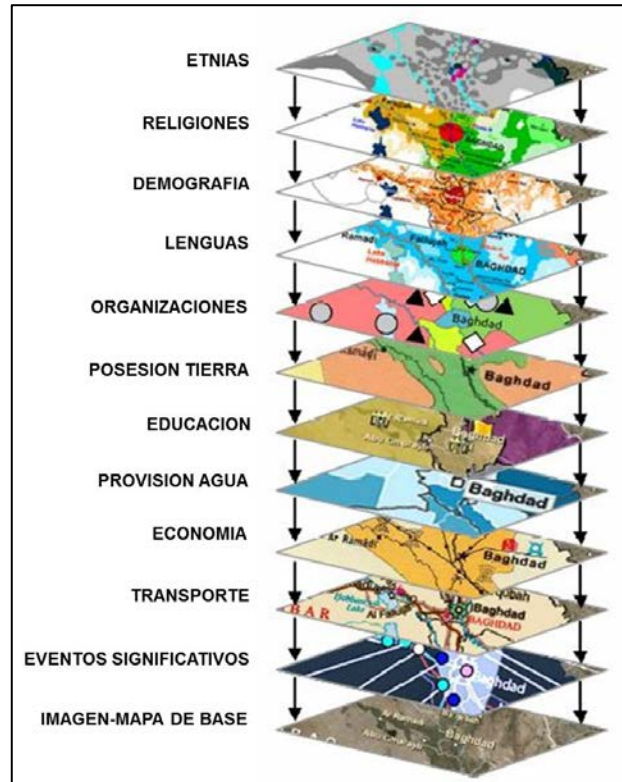
Nuestros medios y elementos en general serán relativamente fáciles de representar y desplazar, ya que tendremos sus ubicaciones, y conoceremos su dirección de avance y velocidad, además de la tarea en la que se encuentran empeñados. Pero para ello nuestros medios y elementos tendrán que tener un muy buen sistema de posicionamiento geográfico, y un muy buen sistema de enlace de datos entre ellos y nuestros puestos comando.

El problema surge con los medios y elementos de nuestro enemigo, que no será cooperativo, y por lo tanto deberemos obtener toda la información necesaria a través de sensores que nos brinden los datos en tiempo real; y también tendremos que tener un muy buen sistema de transmisión de datos entre las plataformas captoras y nuestros puestos comando.

Completando la situación encontraremos a nuestro enemigo, que como estará interesado en que lo recién descrito no suceda, procurará degradar nuestros sistemas de sensores, de transmisión de datos, y de procesamiento.

Con todo esto tendremos que lidiar si queremos que nuestras decisiones sean correctas y oportunas, y que nos permitan ser los ganadores en el enfrentamiento.

El gráfico *gr33-info por capas*, tomado del manual conjunto JP2 03 Geospatial Intelligence in Joint Operations (inteligencia geoespacial en las operaciones conjuntas) de Estados Unidos, nos muestra cómo es la estructura por capas (layers) de máscaras transparentes; en este caso, para representar parte del aspecto poblacional, útil al nivel estratégico.



gr33-info por capas

Como podemos apreciar, la información que representan las distintas capas de este ejemplo es estática, y por su capacidad de cambio su actualización o renovación se puede realizar cada cierta cantidad de días o tal vez semanas, pero no puede suceder lo mismo con tanques o aviones moviéndose.

En los niveles operacional y táctico la mayoría de los medios y elementos a representar son móviles, y son muchos, demasiados para representarlos en forma fácil en un escenario dinámico, y todos estarán acompañados con abundante información y datos que muestran sus capacidades, características, performances, y estado; lo que hace que cuando se los representa en el escenario dinámico, antes que ayudar a decidir, generan más confusión, con el lógico rechazo de los humanos que deben interactuar con el sistema.

Por eso es importante encontrar cómo representarlos, como visualizarlos en sus distintos aspectos, y hacerlo en una forma que sea digerible y clara, agrupándolos por capas, o máscaras, que se agregan o quitan a voluntad con un simple *click*, complementadas con información adicional normalmente disponible en pantallas alfanuméricas o gráficas adicionales.

Como también deben formar parte de una *percepción común* (common operational picture) para todos los niveles de conducción, desde el estratégico al táctico, incluyendo también a las unidades, su representación debe ser lo suficientemente flexible como para satisfacer a todas las necesidades de esos niveles, que requerirán diferentes tipos de visualización y mayor o menor grado de detalle de la información, a lo que se suma el tiempo disponible para que la actualización o renovación de la información permita una visualización del escenario en tiempo real.

Esto lleva a que se requiera un muy buen sistema, concebido y estructurado en forma acorde a las reales necesidades de las Fuerzas Armadas usuarias. En este aspecto cada país u organización de países debe estructurar su propio sistema específico, con características particulares, las que deben incluir la *cultura para guerrear* propia de ese país u organización.

En ese escenario dinámico no sólo basta con representar los medios y elementos propios, del enemigo, y de terceros, más el ambiente. De alguna forma debe hacer referencia y tener enlazado todo lo que está relacionado con el espíritu de guerrear, con los aspectos psicológicos y cognitivos del humano, nosotros y nuestro enemigo, porque estos aspectos son los que en realidad brindarán las verdaderas capacidades y debilidades de los sistemas, medios y elementos representados en el escenario, ya que su empleo de una u otra forma estará determinado por las motivaciones, los temores, y la forma de percibir cada situación, fijados por la cultura para guerrear, nuestra y de nuestro enemigo.

En épocas anteriores, estos aspectos eran parcialmente considerados y enfocados sólo individualmente cuando se hacía referencia a la personalidad del Comandante enemigo; ahora se requiere un análisis mucho más complejo y amplio, involucrando a muchos más actores.

Como vemos, estos son factores que no se pueden representar geográficamente en un escenario, pero que deben estar presentes al momento de analizar la situación y decidir, mientras se usa como base la visualización del *ambiente operacional* que brinda el *escenario dinámico*.

Todo esto es lo que debemos resolver al momento de concebir cómo será el sistema de información geo-referenciada.

Concentrándonos ahora en los medios físicos nuestros, de nuestro enemigo y de terceros, su representación en el escenario se realizará en diferentes formas según el nivel de conducción y lo que se esté analizando.

En los niveles operacional y táctico, donde más se hará uso de las características y performances de los medios y elementos, la representación estará determinada por el grado de detalle y por la función de los elementos que se está analizando.

Los siguientes gráficos nos pueden servir como ejemplo.

El gráfico *gr34-íconos* muestra el formato de representación que más se utiliza normalmente. Todos los medios y elementos, tanques, vehículos, helicópteros, aviones y otros, son representados por íconos, rombos, rectángulos, círculos, con o sin agregados.



gr34-íconos

El SIG-GIS del sustrato puede ser un mapa, una imagen, o una combinación de ambos, una imagen-mapa.

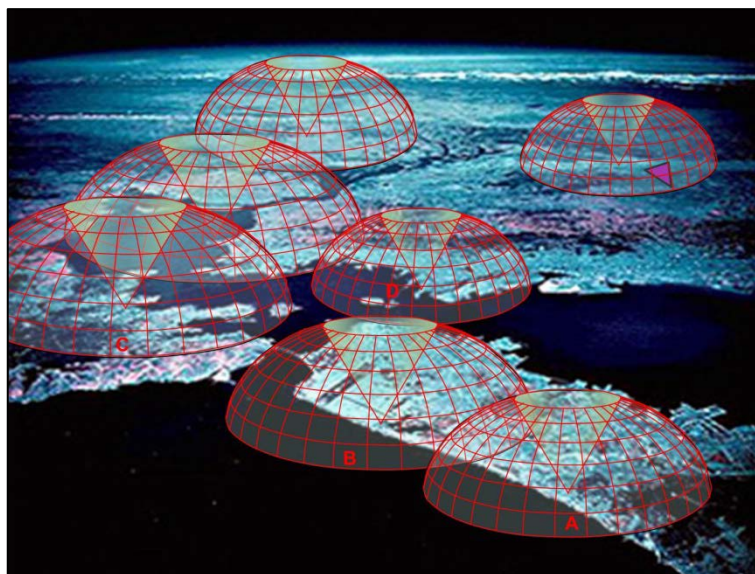
Sobre este sustrato se graficarán los medios y elementos. Su ubicación, y su dirección y velocidad de desplazamiento serán alimentadas directamente y en forma automática por un sistema de recepción de datos, que los recibirá mediante un enlace con las plataformas de las propias fuerzas, como los link 16 y 22 de NATO, o mediante la transmisión de la información que sobre los medios y elementos del enemigo han captado determinados sensores propios.

A los íconos normalmente los acompañará un pequeño escrito alfanumérico que los identifica, y mediante éste, o cliqueando sobre el ícono, se lograra obtener más información del mismo.

La imagen se completará con diferentes tipos de dibujos o gráficos, colocados en diferentes capas o máscaras presentables a voluntad, que facilitarán la interpretación de lo que se está visualizando. Por ejemplo rutas, sectores, direcciones de avance, o todo otro tipo de información útil, como muestra el gráfico *gr34-íconos*.

El gráfico que hemos tomado para el ejemplo también nos permite apreciar como resulta fácil, en cuanto nos descuidamos, saturar la imagen con información, que se superpone y hace confuso percibir lo que en realidad está pasando, y que es vital para quien tiene que tomar decisiones.

En otros casos, como el de sistemas de armas tierra-aire a los que nos referimos antes cuando hablamos del Skyguard, necesitamos también tener información de volumen, de altura, y la representación será mediante gráficos 3D (tres dimensiones) que muestran las envolventes letales o los cubrimientos de detección, y que permiten analizar fácilmente cual sería la mejor trayectoria a seguir por un móvil aéreo propio. Tal lo mostrado en el gráfico *gr35-cubrimientos*.



gr35-cubrimientos

Utilizando esta imagen, si quisiéramos atacar el blanco representado por el triángulo violeta en la parte superior derecha del gráfico, resulta fácil apreciar que podemos penetrar entre los cubrimientos de los radares B y C sin ser detectados, pero el radar D no nos deja resquicio por donde pasar, por lo tanto será un elemento que tendremos que degradar al momento de realizar la incursión.

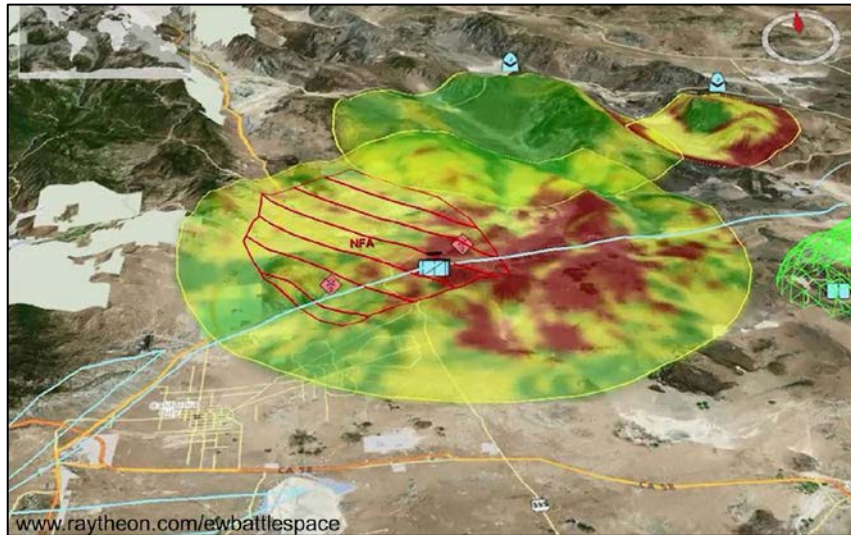
Superado este radar, deberemos considerar al radar próximo al blanco, el que está cerca del máximo alcance del radar. Podemos especular, y analizar con un simulador táctico si podemos penetrar por debajo de la cobertura del radar, o si el tiempo que insumiremos en entrar, atacar y salir, está por dentro del ciclo de reacción de las armas que defienden al blanco.

Esta parte final, la del ataque, la evaluaremos analizando el pequeño escenario que rodea al blanco, recurriendo a los modelos que confeccionamos desde la época de paz; pero para la penetración, utilizaremos un escenario mayor, como el que representa el gráfico.

Lo mismo tendríamos que hacer si fuéramos quienes deben defender al blanco; para solucionar el corredor sin detección entre los radares B y C; para prever con que evitar que el enemigo degrade nuestro radar D; y asimismo asegurarnos que el enemigo no tendrá tiempo suficiente para entrar y atacar.

Si los radares son fijos, o transportables pero con largos períodos de permanencia en el mismo lugar, como fue el caso del TPS-43 de Fuerza Aérea en Malvinas, se pueden hacer todos estos análisis ya desde la época de paz, o previo al inicio del conflicto, utilizando el *escenario estático*. Si los radares son móviles, fácilmente desplazables en pocas horas, y la cultura de guerrear de nuestro enemigo explota estas características, deberemos verificar el orden de batalla de estos radares poco antes de la operación, porque ya estaremos ante un *escenario dinámico*.

En el gráfico *gr36-mantas*, mostramos otro tipo de graficación en el escenario, que nos permite apreciar la orografía del terreno en 3D (tres dimensiones) y cubrimientos planares 2D (en dos dimensiones) superpuestos.



gr36-mantas

Los cubrimientos de armas y sensores, aunque representados en 2D, se extenderán sobre el terreno, que está en 3D, como si fueran una manta o sábana, que al apoyarse sobre el terreno adopta su forma.

El gráfico *gr36-mantas* es un ejemplo que nos permite apreciar que resulta fácil, con este tipo de visualización, analizar y evaluar la situación imperante, para decidir en consecuencia.

En el gráfico, que está basado en una imagen 3D del terreno, se han dibujado datos tipo mapa que clarifican la imagen, y sobre ellos, en diferentes capas, se han colocado los cubrimientos, que pueden ser 2D, o en forma de burbujas 3D como las que se aprecian en el borde derecho del gráfico.

En la misma forma se colocan los íconos que representan los medios y elementos propios y del enemigo.

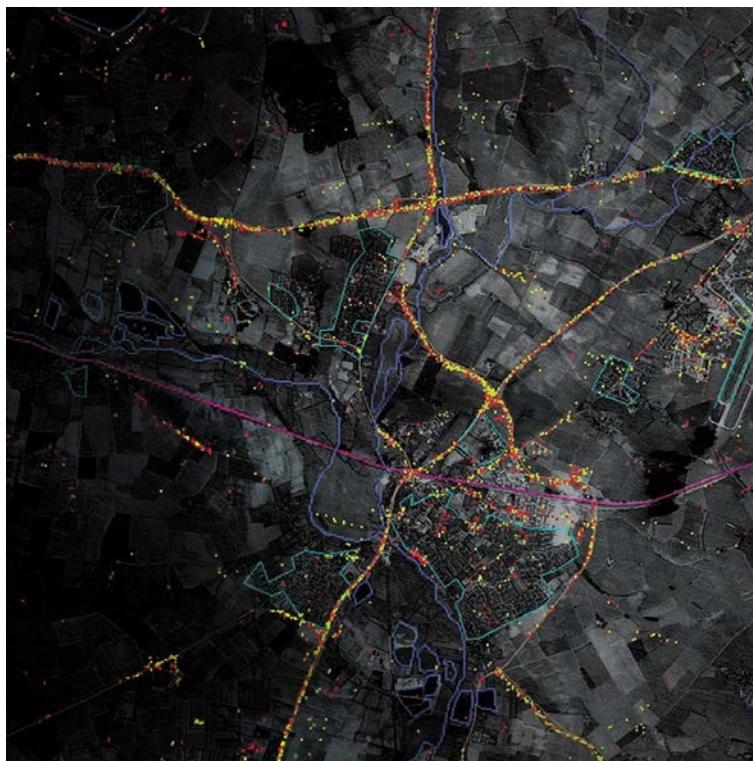
Como vemos, el estrato del SIG-GIS debe ser sumamente flexible, porque a veces nos conviene utilizar mapas, otras veces fotografías, la mayoría de las veces con graficación superpuesta. Y necesitamos expandir y comprimir continuamente el área visualizable, en función del grado de detalle que necesitamos.

A veces la imagen será utilizada por un Comandante Conjunto, otras por Comandantes de Componente, o por las Unidades, con sus particulares necesidades.

También es posible agregar información proveniente directamente de los sensores, como lo muestra el gráfico *gr37-GMTI*, en donde sobre el sustrato geográfico se está

visualizando, en tiempo real, lo captado por un radar de apertura sintética (SAR – synthetic aperture radar) operado en modo GMTI (ground mobile target indicator – indicador de blancos móviles terrestres).

El modo GMTI del radar de apertura sintética permite captar todo lo que se mueve sobre el terreno, sean tanques, vehículos acorazados, camiones, o cualquier tipo de vehículos. El gráfico los muestra como pequeños puntos amarillos y rojos, correspondientes a los ecos del radar, que se desplazan a lo largo de las autopistas y rutas.

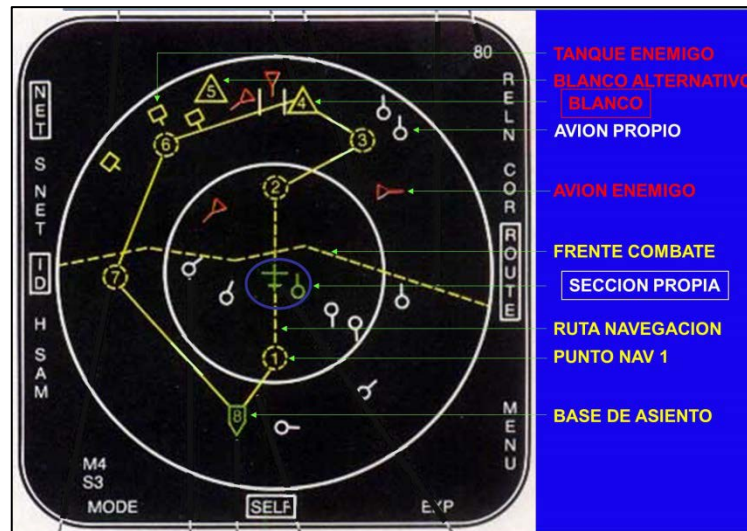


gr37-GMTI

Los gráficos que hemos mostrado sirven sobre todo a los niveles operacional y táctico debido a lo extenso de las superficies geográficas que abarcan. También se puede utilizar esa información para lograr lo mismo en una escala más reducida, para ser empleada por las plataformas individuales, sean terrestres como los tanques, o aéreas como aviones y helicópteros.

Es lo que muestra el gráfico *gr38-situational awareness*; una pantalla montada en un avión que permite *saber qué es lo que está pasando* a su alrededor.

A este concepto se lo denominó *situational awareness* (conciencia situacional, cuya traducción correcta sería: saber qué está pasando), porque al operador, el piloto en el caso de esta imagen, le permite saber las posiciones respecto a su plataforma de: otros aviones propios, los aviones, tanques y otros medios del enemigo, y demás información georeferenciada que lo ubica espacialmente respecto a su entorno.



gr38-situational awareness

El Estrato o Soporte de Base SIG-GIS

Volviendo al SIG-GIS; el estrato de base sobre el que se montaran los escenarios estático y dinámico es desde ya información geográfica. Información que debe reunir ciertas características particulares, orientadas hacia su utilización desde el punto de vista militar para guerrear.

Además de contener información geográfica de todo tipo que sea útil para la toma de decisiones, como orografía, características del terreno, cursos de agua, y todo otro dato relacionado con el accionar militar, deberá tener información del clima y la meteorología como actuadores sobre las características geográficas del espacio de interés.

También presentará información de todo lo construido por el humano, con una visualización orientada a su uso militar, en particular en las zonas urbanas, ya que es en estas áreas donde se desarrollan la mayoría de los combates actuales.

Toda esta gran cantidad de información debe estar disponible en una forma tal que su manejo (su manipulación) sea simple y rápido, y que su visualización sea clara, ayudando a la apreciación de la situación; y no confusa, debido a la cantidad de imágenes, gráficos e íconos que al aparecer superpuestos y entremezclados, producen rechazo a su empleo por parte de los usuarios.

Una referencia útil como ejemplo, aunque no está orientada hacia el punto de vista militar para guerrear, es la aplicación de google maps, u otros similares, que permiten acceder a información geográfica con un alto grado de detalle, y con herramientas que facilitan la visualización de lo buscado.

Para su utilización en el aspecto militar de guerrear, el SIG-GIS a emplear como sustrato de base en la presentación de los escenarios debe reunir una serie de características particulares que iremos describiendo.

Como base tendremos el sustrato geográfico, que representa la estructura de la tierra, su rugosidad, en tres dimensiones (3D), incluyendo alturas.

Este sustrato estará complementado, enriquecido, por la información proveniente de tres ambientes:

- El ambiente *geográfico*, que mostrará todas las características del terreno.
- El ambiente *cultural*, o *infraestructura*, que mostrará todo lo hecho por el humano.
- El ambiente *climático – meteorológico*, que mostrará su influencia sobre todo lo que se encuentre dentro del espacio geográfico de interés, espacio geográfico que conformará el *ambiente operacional*.

Como dijimos, toda la graficación y contenido de esta información de los ambientes estará orientada a satisfacer el punto de vista militar para guerrear; y como será información estática o semiestática, normalmente estará colocada en las capas (layers) inferiores del SIG-GIS.

GRADO DE DEFINICION Y PRECISION POSICIONAL

Como lo que normalmente se utiliza son imágenes-mapa de la tierra basadas en fotografías, en su mayoría con una muy buena definición (lo podemos apreciar en el google maps u otros similares), necesitamos que el SIG-GIS nos garantice un grado de definición/resolución, y una precisión de posición geográfica, acordes, y que satisfagan nuestras necesidades tanto para la toma de decisiones como para el planeamiento y ejecución de misiones.

Vimos que el sustrato estará realizado en tres dimensiones, incluyendo las alturas. La base primaria de este sustrato está disponible gracias a un trabajo de relevamiento 3D de la superficie de la tierra que hizo Estados Unidos utilizando la técnica interferométrica con un radar de apertura sintética a bordo del Shuttle Endeavour en febrero de 2000.

La información obtenida brindó una imagen 3D de la tierra, con mediciones de altura realizadas para cada segundo de grado de arco,¹¹ tanto sobre los meridianos como sobre los paralelos; dividiendo de esta forma a la superficie de la tierra en *píxeles volumétricos* (elemento unitario de volumen, o cuanta) con una dimensión de superficie de aproximadamente 30 m (metros) o menos de lado, y una resolución en altura de alrededor de 16 m.

Trabajos posteriores, en los que estos datos fueron complementados mediante la fusión con los provenientes de otros sistemas, permitieron reducir aún más las dimensiones de esos píxeles volumétricos en determinadas áreas de interés.

En cuanto a la precisión posicional, tanto del sustrato como de todo lo graficado, la tecnología actual hace que esto sea posible mediante los sistemas de posicionamiento global,

¹¹ La distancia que corresponde a un arco de un segundo, tomado sobre un meridiano, es 1/60ava parte de una milla náutica (NM = 1852m): 30,87 m.

como el GPS de Estados Unidos, el GLONASS de Rusia, o el GALILEO de la Unión Europea. El más difundido de ellos es el GPS, al que incluso lo encontramos como una aplicación instalada en nuestros teléfonos celulares.

La máxima precisión que brinda el GPS, que podemos apreciar en la lectura de las coordenadas de latitud y longitud que presenta, es de un arco de una centésima de segundo, o sea unos 30,87 cm (centímetros) o menos.¹²

Estos aproximados 30 cm son el resultado de la precisión de los relojes atómicos instalados en los satélites de la constelación GPS, que es de 1 nseg (nanosegundo).¹³

En cuanto a la imagen-mapa que será utilizada como base, su grado de definición estará dado por las capacidades del sensor de la plataforma captora, sea un satélite, sea un medio aéreo. La tecnología actual permite grados de resolución de imagen con pixels (picture elements) en el orden de, o inferiores a, esos 30 cm que brinda la precisión del GPS.

Para conformar el SIG-GIS, que nos permitirá disponer de información georeferenciada, vamos a utilizar la rugosidad de la tierra como estructura de base, y colocaremos sobre ella las imágenes de forma que sigan sus contornos, como si fueran una manta o sábana. Similar a lo que mostraba la imagen del gráfico *gr34-mantas* de página 116.

Recordemos que cuando se comenzaron a usar los SIG-GIS, la estructura de base, que había sido obtenida mediante el Shuttle Endeavor en 2000, estaba formada por pixeles de 30 x 30 metros en superficie y con intervalos en altura cada 16 metros.

Como recién mencionamos, el continuo aporte de nuevas imágenes de la tierra ha hecho que los trabajos posteriores de fusión de los datos obtenidos de esas imágenes redujeran drásticamente esos valores de resolución en determinadas áreas de interés, con una actualización y mejoramiento continuos.

En este aspecto las áreas críticas son las urbanas y las de montaña con grandes cortaderas (variaciones bruscas de altura en pequeñas distancias).

La tecnología actual también permite que en estas áreas la fusión de imágenes de un mismo lugar tomadas desde diferentes ángulos en procesos sucesivos produzca imágenes 3D detalladas. Un ejemplo son las imágenes 3D de google maps.

ESCALAS Y OTROS FACTORES DE LA IMAGEN-MAPA

Uno de los problemas que se tenía con el uso de los mapas en papel eran sus escalas; más todavía si la operación a realizar requería el trabajo conjunto de medios aéreos y terrestres, que normalmente utilizan mapas y cartas de escalas diferentes.

¹² Si tomamos los meridianos como referencia, un arco de 1 minuto de grado equivale a 1 milla náutica (NM) o 1852 metros; una centésima de segundo significa dividir esos 1852 metros por 6000, o sea 30,87 centímetros. Se debe prestar atención a esto, porque el sistema WGS 84 de posicionamiento los divide por 10000, y a veces la diferente forma de notación lleva a confusiones.

¹³ Un nseg de señal electromagnética, propagándose a través de la atmósfera a la velocidad de la luz representa aproximadamente esa distancia de 30 centímetros.

La tecnología digital solucionó eso, pues basta con hacer zoom para disponer de la escala deseada.

Hubo varios otros factores que también tuvieron solución con la digitalización; entre ellos las unidades de medida; los aéreos miden en millas náuticas y en pies, los terrestres en kilómetros y metros. Ahora ese problema ya no existe, cada cual elige la unidad de medida que necesita mientras ambos ven la misma imagen.

Lo mismo sucede con el norte; algunos usaban como referencia el norte geográfico y otros el magnético, con los errores que a menudo introducía la falta de cartas con las declinaciones actualizadas. Ahora esto se solucionó, ya que esa información es automática según la necesidad de cada usuario.

Igualmente pasa con la toponimia, el nombre de los lugares, la que rara vez coincidía en mapas y cartas en papel de diferentes escalas, que llevaba a confusiones en las coordinaciones. Ahora es la misma.

Un ejemplo de esto fue el conflicto de Malvinas. Las fuerzas argentinas no tenían suficientes cartas o mapas de origen propio; tampoco en las escalas que necesitaban; por lo que muchos recurrieron a las cartas británicas que encontraron en las islas.

El resultado era que cuando se trataba de coordinar alguna operación, uno de los interlocutores tenía las cartas con nombres en español, y el otro en inglés.

A esto ayudaron otros factores, como la postura de tomar el nombre en inglés y traducirlo localmente al español, a veces en forma literal desafortunada, por ejemplo Goose Green, al que muchos en las islas se referían como Ganso (goose) Verde (green), cuando la traducción correcta era: Pradera del Ganso. Quien tenía una carta en inglés, por supuesto quedaba desorientado cuando trataba de encontrar: Ganso Verde.

Lo mismo sucedió con el espíritu de rebautizar todo con nombres en español, ya que normalmente el único que conocía a qué lugar se refería ese nuevo nombre, era el que lo había rebautizado.

Son sólo detalles, pero que generan confusión y caos, lujos que no se pueden dar en una situación de conflicto o guerra.

Todas estas facilidades que brinda ahora la digitalización, todas estas capacidades, son parte de la *imagen de percepción común* (common operational picture) que brindan los nuevos sistemas.

Esta percepción común, referida por Estados Unidos y NATO como la *common operational picture*, es la que será fundamental para que las tomas de decisión de los diferentes niveles de conducción sean todas correctas y oportunas.

Esa imagen asegura que todos vean lo mismo, y cada cual según la escala y grado de detalle que satisface sus propias necesidades; lo que facilita enormemente la comprensión mutua, ya que les permite tener una *percepción común* de la situación.

Los Ambientes que Conforman los Escenarios

Una vez que hemos obtenido el estrato geográfico de base con su imagen-mapa, y con las mayores precisión y resolución posibles, lo debemos complementar con el resto de la información que resulte útil desde el punto de vista militar para guerrear; discriminando los aspectos que son estáticos o de lento cambio, y los que son dinámicos o de cambio continuo.

A continuación sólo haremos una presentación breve de los mismos, ya que su descripción en detalle resulta demasiado extensa para colocarla dentro del cuerpo de este análisis.

En busca de una alternativa que compensara parcialmente esta situación, hemos recurrido a la confección del **Anexo B**, agregado a partir de la página 355, que es la copia traducida de los capítulos 2, 3, y 4, del manual de doctrina conjunta JP2-01-3 de Estados Unidos, que describe gran parte de todo lo que debemos tener en cuenta al respecto.

Nos resulta útil aun cuando en el Estados Unidos presenta los ambientes, aspectos y factores, en una forma diferente a cómo la estamos planteando nosotros; y se extiende en los aspectos socio culturales propios de otros países, que son críticos para el nivel estratégico de las fuerzas de Estados Unidos, ya que normalmente operan en o desde países que los hospedan.

El manual JP2-01-3 habla de un ambiente operacional y de factores que lo impactan, agrupados bajo el acrónimo PEMSII (político, económico, militar, social, informacional, e infraestructura), en donde a los componentes político, económico y militar de la guerra, agrega como factores el socio cultural de la población, el de información, y la infraestructura.

Igualmente, cuando se refiere al ambiente climático meteorológico, incluye la parte oceanográfica, bajo el acrónimo METOC (meteorológico y oceanográfico).

Nosotros a los factores los analizaremos en forma diferente, porque pensamos que resulta más práctico para la clara interpretación y relación de todo lo que interviene. Por eso haremos una discriminación arbitraria entre estáticos y dinámicos.

En primer lugar consideraremos los estáticos o de lento cambio, para los que tendremos en cuenta todo lo relacionado con los ambientes: geográfico, de infraestructura o cultural (hecho por el humano), y climático-meteorológico de lenta modificación. Los graficaremos en diferentes capas que tendrán una gran agilidad para ser presentadas, fusionadas, y quitadas, mediante la reacción inmediata a un simple click que evite el empastamiento de la imagen.

OROGRAFIA Y CARACTERISTICAS DEL TERRENO

Lo correspondiente al *ambiente geográfico* comprenderá en particular la orografía, hidrografía, características del terreno, y todo aquello que pueda influir sobre los medios y elementos, nuestros y de nuestro enemigo; determinando los efectos que producirán sobre cada uno de ellos, para lo cual al momento de realizar el análisis recurriremos a los modelos ya confeccionados.

De esta forma estableceremos, y graficaremos, aquellas áreas del terreno que contengan elementos o características que limitarán o facilitarán el uso de los medios; así como aquellos que impedirán los desplazamientos, en particular los que presentan barreras lineales, como los cordones de alturas o cursos de agua, así como grandes áreas desérticas, selváticas o boscosas que impidan o dificulten los desplazamientos; o los que creen zonas en donde determinados vehículos no podrán operar debido a las características del terreno, como pendientes, dureza del terreno, o su rugosidad.

Su graficación nos mostrará, a primera vista, la *transitabilidad* de los terrenos, con una fácil visualización de aquellas áreas o estrechamientos que constituirán terrenos claves (llaves) o de difícil o lento tránsito, que posiblemente se transformen en puntos esenciales, a defender o a atacar según nuestra situación al momento.

Además, mostrará las posibles zonas de entrada y los potenciales corredores de desplazamiento dentro del que será el espacio de batalla.

Con todo esto graficado, también bastará con una simple mirada al escenario representado para que estemos en condiciones de saber dónde podemos encontrar determinados medios terrestres del enemigo. Será la respuesta al *¿dónde puede estar?*.

Si a este trabajo lo hacemos previo al conflicto, ya estaremos en condiciones de realizar deducciones e ir tomando previsiones sin estar acosados por el tiempo disponible, y estar listos para cuando se presente la situación.

Si los medios son los nuestros, podremos determinar las limitaciones y facilidades de desplazamiento de cada uno, para también obrar en consecuencia, buscando soluciones a las posibles limitaciones, con lo que evitaremos que éstas surjan al momento de iniciar las operaciones.

Un ejemplo de Malvinas. En el nivel estratégico ~~militar~~ se tomó la decisión de llevar a las islas 10 vehículos acorazados Panhard para enfrentar con ventaja a las fuerzas terrestres británicas; pero no se analizó la influencia del terreno, la turba, sobre los mismos.

Resultado: los Panhard no pudieron ser utilizados, porque apenas trataban de dejar los casi únicos caminos bien afirmados de los alrededores de Puerto Argentino quedaban encajados en la turba.

Si se hubiera hecho el análisis de cómo la turba podía influir en los Panhard, éstos no habrían sido llevados a Malvinas; los vuelos que demandaron podrían haber sido aprovechados con otras cargas; y no se los habría perdido sin llegar a combatir.

Es más, si a esta evaluación la hubiéramos hecho mientras planeábamos recuperar Malvinas, complementándola con la pregunta *¿qué pasaría si...* tenemos que utilizar vehículos para desplazar tropas y medios más allá de los pocos caminos afirmados?; posiblemente hubiéramos previsto dejar en las islas los vehículos anfibios que íbamos a utilizar para el desembarco del 02ABR.

Como podemos apreciar, hasta la implementación más simple de lo que aquí estamos planteando como necesario, ayuda a tomar decisiones correctas y oportunas.

Aunque la representación del ambiente geográfico será estática, o con cambios muy lentos, como puede ser el cambio de curso de un río, o el aumento de su caudal y nivel, será necesario observarlo en forma continua, haciendo comparaciones de las imágenes tomadas con cierta periodicidad, obteniendo una evolución histórica que nos permitirá detectar rápidamente los cambios que produzca nuestro enemigo o posible enemigo, que indiquen por ejemplo la ejecución de construcciones encubiertas.

CONSTRUCCIONES DEL HUMANO

Estas suelen estar definidas como el *ambiente cultural*, al que debemos diferenciar del socio-cultural de la población; son todas aquellas obras de infraestructura, como redes viales, ferroviarias, fluviales y marítimas, de energía, de comunicaciones e información, de suministros logísticos, así como las poblaciones con todas sus características; a las que debemos analizar siempre con orientación hacia el punto de vista militar para guerrear.

A igual que con el ambiente geográfico, tendremos que analizar y determinar todo aquello que limita o facilita el empleo de los medios y elementos, tanto los nuestros como los de nuestro enemigo; tomando en consideración todo aquello que haya sido construido por el humano, no importa su dimensión o uso; incluyendo en el análisis el impacto que sobre ellos podrían tener el clima, la meteorología, y otros aspectos naturales que condicionen el ambiente, como actividad volcánica, polución ambiental, o la ocurrencia de desastres naturales.

El trabajo implicará analizar cómo influyen las distintas obras de infraestructura sobre cada uno de los medios y elementos, para lo cual recurriremos a los modelos; y a esas conclusiones, además de relacionarlas con los modelos, las graficaremos en el escenario.

Esto nos permitirá, sumado a lo realizado en el aspecto geográfico, definir con mayor precisión los potenciales corredores de penetración y de desplazamiento dentro del que será el espacio de batalla.

En la misma forma, llevaremos adelante un análisis de todos los aeródromos y posibles lugares de apoyo a las operaciones aéreas, para determinar sus características y posibilidades, y otro tanto haremos respecto a los lugares de apoyo a las operaciones terrestres.

Este trabajo lo haremos considerando todo el espacio geográfico de interés, en el que incluiremos a terceras naciones próximas al área operacional, considerando sus posibilidades de apoyo a nuestras fuerzas o a las del enemigo.

Un aspecto importante a considerar será el relacionado con las operaciones militares en terreno urbano (military operations in urban terrain – MOUT).

Los desarrollos tecnológicos han llevado a que cada vez más los combates se desarrollen dentro de las ciudades y pueblos antes que en campo abierto. Esto se comenzó a dar

con creciente intensidad desde la segunda guerra del Golfo, cuando las fuerzas de la coalición avanzaron sin prácticamente resistencia hasta Bagdad, pero dejando en el camino pequeños bolsones de resistencia, las ciudades, que requirieron un tipo de combate particular, el urbano, y que demandó mucho más esfuerzo que el llegar hasta Bagdad.

Este combate urbano ha sido reconocido como uno de los más difíciles y peligrosos, pero es necesario llevarlo a cabo porque gran parte de los blancos vitales del enemigo, como los puestos comando, o centros de concentración de alta tecnología para guerrear, se encuentran dentro de las ciudades. Asimismo, las fuerzas defensoras procurarán quedarse dentro de las ciudades, en busca de protección ante su vulnerabilidad si operan a campo abierto, a la vez que tratarán de explotar su conocimiento del terreno.

Este tipo de combate reviste características particulares, ya que se corre un alto riesgo de daño colateral. A pesar que el armamento de precisión permite minimizarlo, el ambiente urbano tiene una gran densidad de edificios, medios y personas que no forman parte de la lista de blancos, pero están demasiado próximos a estos, o a veces la información no es la correcta, haciendo asumir como blanco militar a un edificio o medio ajeno.

Esto lleva a reglas de empeñamiento demasiado restrictivas, que limitan las operaciones, y a veces hacen que se pierdan oportunidades para actuar sobre blancos militares, sobre todo los fugaces.

Estas condiciones le ofrecen al oponente numerosas opciones para ocultarse; y si él es el que actúa como local, su conocimiento del ambiente y sus vericuetos le brindan una situación ventajosa. El ejemplo son las operaciones en medio oriente.

El otro problema que presenta el combate urbano es que el terreno de operación es demasiado cambiante, con un muy corto y estrecho campo visual, y con grandes limitaciones para el empleo de determinados armamentos.

Como consecuencia de que gran parte de los combates actuales se dan en zonas urbanas, deberemos prestarle mucha atención a estos ambientes, considerando no sólo lo construido en superficie, sino también lo subterráneo, como túneles, viaductos, ríos entubados, o desagües entre otros.

Dos ejemplos de la importancia de conocer, y graficar en el SIG-GIS, lo construido bajo tierra; ambos de la ciudad de Buenos Aires.

El 18FEB1977 la organización guerrillera ERP (ejército revolucionario del pueblo), mediante la operación *Gaviota*, intentó matar al entonces presidente de Argentina, el General Jorge Rafael Videla, colocando dos cargas explosivas bajo la pista del aeroparque Jorge Newbery para hacerlas estallar en el momento en que el avión que lo transportaba pasase sobre ellas al decolar.

Utilizando adecuadamente la inteligencia previa, la organización guerrillera recurrió al entubamiento del arroyo Maldonado, que atraviesa Aeroparque por debajo de la pista antes de

desembocar en el río de La Plata, para llegar hasta el lugar donde colocaron las cargas explosivas bajo la pista.

El otro ejemplo; poca gente conocía antes de 1997 que un desvío del ramal del ferrocarril Sarmiento que penetraba en un túnel poco antes de arribar a la estación de Once conducía hacia las vías del puerto de Buenos Aires a la altura de calle presidente Perón.

Este es un túnel ferroviario para el transporte de cargas que cruza todo el centro de la ciudad bajo tierra, y que en caso de conflicto haría posible el desplazamiento encubierto de tropas y medios.

Por eso la importancia de graficar todo lo que resulte útil para ser empleado en el guerrear, ya que la mayoría de las ciudades del mundo tienen características similares.

En este aspecto es interesante estudiar los conflictos urbanos de las últimas décadas, ya que muestran infinidad de trucos e ingenio para guerrear.

Aunque la infraestructura es de lento cambio, debe ser monitoreada permanentemente para detectar cualquier cambio que intente nuestro posible enemigo, para lo cual deberemos establecer un tiempo de revisita (el que transcurre entre dos registros sucesivos) de la situación, que nos asegure esa detección.

Si somos nosotros los que queremos hacer las modificaciones en forma encubierta, deberemos reconocer esos tiempos de revisita que emplea nuestro oponente, para actuar entre ellos sin que el enemigo lo perciba.

Hay otro aspecto relacionado con la infraestructura que es sumamente crítico, el daño colateral, que debe ser analizado en detalle al considerar los terceros no involucrados; y que no ha logrado solución, como muestran los últimos conflictos.

CLIMA Y METEOROLOGIA COMO ACTUADORES SOBRE LA GEOGRAFIA Y LA INFRAESTRUCTURA

Este tercer *ambiente climático-meteorológico* no será graficado en forma independiente de los otros, sino como actuador sobre ellos, como modificador de las características tanto de la geografía como de la infraestructura del espacio geográfico de interés.

Debemos distinguir entre el cambio climático o el meteorológico de lento proceso, y el meteorológico de rápidos cambio y efecto sobre los medios, tanto los nuestros como los de nuestro enemigo.

Los cambios de estación y sus temperaturas son representación del cambio lento que influye en los medios; por ejemplo, los terrenos fangosos e intransitables del verano se vuelven transitables con el frío del invierno, al endurecer el fango por congelamiento del agua que contiene.

En la misma forma, la nieve y el hielo cambian la transitabilidad de caminos y terrenos, y otro tanto sucede con las inundaciones y crecidas de ríos por las lluvias continuas.

En la representación que tendremos del escenario, el estado actual de esos cambios lentos debe ser graficado y relacionado con los medios y elementos; y la estadística nos permitirá apreciar la situación a futuro.

Esta información no sólo servirá para apreciar rápidamente las áreas en donde podremos encontrar o no a determinadas plataformas de nuestro enemigo, o los lugares por donde podremos mover o no a las nuestras. También nos servirá para planear operaciones que nuestro enemigo tal vez no está esperando, y que surgen como factibles cuando hacemos un análisis detallado de las áreas.

Al respecto hay un ejemplo interesante que muestra la publicación JP2-01-3 que hemos agregado como Anexo B; se refiere a la ofensiva soviética del 65 ejército en Bielorusia. Había un terreno anegadizo, que el enemigo había analizado que no era transitable por las fuerzas soviéticas, y por eso colocó pocas tropas para su defensa. Las fuerzas soviéticas se las ingeniaron para cruzar rápidamente este terreno y alcanzar el flanco enemigo, logrando la sorpresa que permitió el éxito de la ofensiva.

Esta operación de los soviéticos es un buen ejemplo de que, si tenemos buena información, cierta y precisa, de todos los aspectos que hacen al guerrear, y hacemos un buen análisis de la misma, podremos crear cursos/modos de acción que nos asegurarán el éxito al explotar todos los factores intervinientes.

LOS TERCEROS, INVOLUCRADOS O NO

Este cuarto aspecto, aunque no constituye un ambiente, también deberá estar graficado con sumo detalle y precisión.

En el caso de los *terceros involucrados*, a estos se los incluirá en la parte dinámica del escenario. Algunos estarán de nuestro lado, otros del lado del enemigo, y habrá un tercer grupo, normalmente representando a Naciones Unidas u otra organización internacional, que aunque involucrado, será neutral.

A los dos primeros los trataremos como propios y como enemigos, y los incluiremos en estos para los análisis.

Al tercer grupo, el neutral de las organizaciones internacionales, le deberemos prestar particular atención desde el punto de vista del daño colateral.

En cuanto a los *terceros NO involucrados*, conformados por la población civil, por toda la parte de la infraestructura que no hace al guerrear, por ejemplo hospitales, escuelas, templos, y todo otro tipo de edificación, servicio o suministro, que por sus características no participa del guerrear, lo deberemos tener perfectamente identificado y localizado, para evitar el daño colateral.

Dentro de los terceros no involucrados deberemos identificar posibles actores relevantes, que aunque no involucrados, por su accionar desde los aspectos político, social, o

económico, pueden influir o impactar en el desarrollo de las operaciones. A estos actores los deberemos relacionar con el aspecto informacional, que sin dudas utilizarán, para que estemos prevenidos y actuar para influir en sus opiniones y creencias. Esto será parte de la *guerra de percepción*.

A veces es difícil clasificar a los terceros en involucrados y no, nos sucedió en Malvinas con la población kelper, y con nuestra actitud hacia ellos.

En general ellos se consideraban súbditos británicos, y la mayoría mantuvo una posición de no participación.

Para la conducción argentina y parte de los integrantes de las fuerzas eran la población argentina de un territorio recuperado, y por lo tanto considerados población propia, respecto a la que no había que tener ningún resquemor.

Para otros argentinos eran parte del enemigo, y consideraban que se los debía tratar como a tales.

Para un tercer grupo de integrantes de las fuerzas argentinas, eran una población que estaba en una situación híbrida, y por tanto se la trataba con consideración, pero sin dejar de vigilarla.

Con los terceros no involucrados también deberemos tener en cuenta todo aquello que hace al desenvolvimiento de la vida cotidiana, por ejemplo los medios de transporte, como aviones, trenes, o buques, que van a continuar con sus actividades a pesar de las operaciones militares.

El ejemplo si no lo hacemos, el derribo del vuelo MH17 de Malaysia Airlines sobre Donetsk en Ucrania, en julio de 2014, al ser confundido con un enemigo, a pesar de que volaba por una aerovía con plan de vuelo.

Deberemos estar atentos, tanto al daño colateral, como a la repercusión que tendría el hecho en la prensa internacional. No olvidemos que a los ambientes clásicos de la guerra, se ha agregado la *guerra de percepción*, que se desarrolla en el ambiente informacional, constituido por los medios de información y las redes sociales, que están por fuera de las posibilidades de control de los Comandantes, y cuyas posturas pueden influir drásticamente en la opinión internacional respecto a nuestras decisiones.

Esta guerra de percepción obliga a que los Comandantes actuales, además de elegir el mejor curso/modo de acción, deben también asegurarse que, llegado el momento oportuno, se lo presente en el ambiente informacional en un contexto que asegure la posición favorable de las redes sociales. Este es un aspecto de la guerra que antes no existía.

El Sistema de Información Geo-referenciado de base

Todo lo que acabamos de ver en cuanto a la estructura de la tierra, y los ambientes geográfico, cultural, y climático-meteorológico, que son estáticos o de lento cambio, más los

terceros no involucrados, constituirán el SIG-GIS de base sobre el que construiremos los escenarios estático y dinámico.

Para el nivel estratégico, estará complementado con otros aspectos que hacen a los ambientes poblacional, social y político. En la página 114, al hablar de las capas (layers) de máscaras transparentes que colocaremos sobre el sustrato del SIG-GIS, mostramos la imagen *gr33-info por capas* que nos permite apreciar justamente el aspecto socio cultural preparado por capas o layers.

Aquí es conveniente hacer una pequeña referencia a la inteligencia geoespacial (GEOINT – geospatial intelligence).

Antes se hablaba de cartografía y de inteligencia de imágenes (IMINT – image intelligence), pero la digitalización de una y otra facilitó su integración, surgiendo el concepto de inteligencia geoespacial, que Estados Unidos concretó al fusionarlas en su doctrina y manuales mediante la publicación conjunta *JP 2-03 Geospatial Intelligence in Joint Operations* del 05JUL2017.

Es el sistema geo-referenciado de base, que como vimos tendrá un sustrato que reemplaza a la vieja cartografía, complementado con todo lo que es información fija o de cambio lento, como la orografía e hidrografía, las construcciones del humano, o el aspecto socio cultural. Por eso nuestra agrupación en información de cambio lento, y de cambio rápido.

Sobre esta base colocaremos, también en capas o layers, todo lo que hace a la parte dinámica del escenario.

Esta es la parte más importante porque nos estará mostrando el *¿qué está pasando?* que nos permitirá, mediante el análisis cognitivo, llegar al *conocimiento dominante del espacio de batalla*, y así tomar decisiones *correctas y oportunas*.

La Parte Dinámica: Nosotros, el Enemigo, y la Meteorología, más los Involucrados

Los medios y elementos, tanto de nuestro enemigo como de nosotros, constituirán la parte dinámica del escenario, complementados con la meteorología de rápido cambio; a lo que agregaremos los terceros involucrados.

En la graficación representaremos todo lo que hace al guerrear; sea lo que se refiere a las operaciones, como los sistemas de armas, sea lo que hace al sostén logístico y al apoyo técnico, sean las redes, sensores y demás medios para ejercer el comando y control, sean las instalaciones y edificaciones, así como las vías de acceso y movilidad.

Todo lo deberemos tener graficado en forma clara y sencilla, normalmente mediante íconos, cuyas forma y características visuales serán tales que ayudarán a la rápida percepción de la situación, evitando que la cantidad de gráficos cree confusión y el empastamiento de lo representado, para que los usuarios perciban al sistema como amigable, y no sientan rechazo por lo que les ofrece.

Como antes también mencionamos, a todos estos medios y elementos los podemos agrupar arbitrariamente en: fijos, transportables, y móviles.

Estos tres agrupamientos fijarán el ritmo de actualización de la información, el tiempo de revisita que deben cumplir los captores en el caso de los medios y elementos del enemigo, y que estarán fijados por las características de movilidad de cada uno.

Esta representación es sumamente crítica para el adecuado funcionamiento del sistema de información, ya que es sobre lo que ella muestra sobre lo que se tomarán las decisiones y se generarán los modos de acción más adecuados para cada situación. Si la información que volcamos en el escenario es errada, o tardía, o incompleta, mal podremos tomar decisiones correctas y oportunas.

Igualmente, si los decisores perciben que lo representado no es lo real que ellos necesitan, rechazarán al sistema optando por su intuición, y de nada habrá servido todo el esfuerzo en él volcado; lo que indefectiblemente repercutirá en el ciclo de reacción, con el riesgo de que terminemos re-accionando a las acciones de nuestro enemigo; en la forma en que tratamos de graficarlo al compararlo con el juego del ajedrez.

LO NUESTRO

Como antes ya dijimos, la obtención de la información sobre nuestros medios y elementos, representados normalmente como *plataformas*, será fácil, ya que conoceremos su ubicación y lo que están haciendo.

Para ello necesitaremos disponer de un muy buen sistema de intercambio de datos, como por ejemplo los Link 16 y 22 de NATO que antes mencionamos, que permita la transmisión y presentación continua y automática de la información correspondiente a todo lo nuestro relacionado con el guerrear.

También recurriremos a un sistema GPS o similar, que nos brindará la posición precisa de todos nuestros medios y elementos, con un enlace de datos que nos permitirá, en tiempo real, posicionar geográficamente sobre el SIG-GIS los íconos que los representan; y también recurriremos a un sistema de simulación de navegación, para desplazar aquellos que son transportables o móviles, en función de las características de movilidad de la plataforma que representan, y actualizados en forma acorde a los datos reales que se van recibiendo.

Ligados al ícono que los representa, utilizaremos los modelos ya confeccionados, modificados por el efecto que sobre cada uno producen los ambientes intervinientes.

De esta forma y completando la información, mediante un simple click sobre el ícono correspondiente, tendremos acceso a todos los datos de operación, performances, estado, y demás, que le pertenecen.

A lo nuestro lo relacionaremos con lo que ya tenemos en cuanto a ambiente geográfico, construcciones del humano, y cualquier otro factor que pueda influir sobre nuestras decisiones y

medios. De esta forma ya tendremos graficadas, evaluadas y ordenadas por prioridad, las avenidas de aproximación terrestres, aéreas y marítimas, los terrenos clave (llave) así como los nodos y enlaces claves, y las potenciales áreas de empuñamiento, y tendremos una referencia a las condiciones climáticas óptimas y actuales para la realización de determinadas operaciones.

Como vemos, es mucho lo que se puede hacer desde la época de paz.

Mientras más detallado y consciente haya sido nuestro trabajo al construir los modelos, al determinar cómo son influenciados por los diferentes ambientes, al establecer cómo reaccionan al confrontarlos con los modelos del enemigo, más inclinaremos la balanza a nuestro favor.

LO DE NUESTRO ENEMIGO

Obtener información sobre los medios y elementos, sobre las *plataformas* de nuestro enemigo, no será tarea fácil, sea que las consideremos como amenazas o como blancos, por lo que deberemos recurrir a todo tipo de sensores para obtenerla.

Aquí también haremos una agrupación arbitraria entre amenazas y blancos fijos, transportables y móviles, para conocer la periodicidad con que nuestros sensores deberán renovar la información.

En cuanto a los sensores que nos permitirán captarlos, hay un grupo de captores que constituyen el núcleo de sustento para el reconocimiento, conocido como: *la triada estratégica*, basada en plataformas aéreas y constituida por:

- Un radar de apertura sintética (SAR) operado en modo GMTI, que detecta y localiza todo lo que se desplaza en el terreno.
- Un radar de alerta temprana aeroportado (AEW), que detecta y localiza todo lo que se desplaza en el aire.
- Un grupo de sensores de señales (SIGINT), que detecta y localiza todas las emisiones en el espectro electromagnético, de radar, de comunicaciones, y de cualquier otro tipo de emisores.

Complementándolos, hay una cuarta plataforma, también aérea, de patrulla marítima (PM - MP), que detecta y localiza buques.

Estos captores tienen un gran alcance con sus sensores, y en general una gran autonomía que les permite cubrir grandes distancias en sus desplazamientos, así como permanecer en estación durante largos períodos. La información que obtienen es digital, y por tanto fácil de transmitir en tiempo real para su presentación a los tomadores de decisión.

Además, existe una gran variedad de sensores de todo tipo, que brindan información como imágenes o como señales, y que se encuentran montados en las plataformas más diversas, sean captoras o efectoras, y que debemos utilizar, fusionándolas con las anteriores, para lograr la visualización de un escenario completo y en tiempo real.

Con los medios y elementos de nuestro enemigo haremos lo mismo que hicimos con los nuestros; utilizaremos los modelos ya confeccionados para representarlos, modificándolos por el efecto que sobre cada uno producen los ambientes intervinientes, de forma de tener perfectamente definidas sus capacidades, pero sobre todo sus debilidades, las que explotaremos.

Completando la información, mediante un simple click sobre el ícono correspondiente tendremos acceso a todos los datos que le pertenecen y que hayamos podido obtener por cualquiera sea el método.

Su distribución geográfica nos dará idea de lo que tal vez intenta hacer nuestro enemigo, y de las posibilidades de uso. Un buen análisis de esa situación nos permitirá prever los posibles futuros, y concebir modos de acción para actuar en consecuencia, antes de que nuestro enemigo concrete sus acciones.

Además de analizar los medios y elementos, las *plataformas*, de nuestro potencial enemigo, deberemos considerar todos los otros aspectos que hacen al guerrear.

Deberemos analizar sus doctrinas, en particular las relacionadas con el comando y control de sus fuerzas, con el empleo, y con la logística. Si adhiere a los nuevos conceptos en el guerrear y a las nuevas tecnologías, y si ha modificado sus doctrinas en consecuencia, o si continúa guerreando con conceptos de varias décadas atrás.

Según sean sus doctrinas y forma de pensar en cómo guerrear, desarrollará probablemente sus modos o cursos de acción, fijará sus objetivos, y realizará los emplazamientos y movimientos de sus fuerzas.

Deberemos evaluar atentamente su forma de pensar, ya que suele suceder que lo escrito en sus doctrinas dice una cosa, muchas veces directamente copiado de las doctrinas de Estados Unidos o de NATO, pero el pensamiento, y por tanto las decisiones, de sus conductores no coinciden con lo escrito o lo enseñado en las Escuelas de Guerra.

Esto establece la *cultura para guerrear* de cada pueblo o país, que suele ser más importante que los medios o tecnología de que disponen.

Esta cultura para guerrear comprende las creencias, acervo histórico, valores éticos y morales, aspiraciones nacionales, y también apetencias personales y grupales entre otros aspectos.

Aunque resulta demasiado triste, el ejemplo es el de la conducción argentina en la guerra de Malvinas; las doctrinas vigentes eran copia de las de Estados Unidos; lo mismo sucedía con las enseñanzas en las Escuelas de Guerra.

Pero si analizamos la forma en que la conducción argentina en todos los niveles, desde el nacional hasta el de algunas Unidades, tomó sus decisiones, sea antes o durante las operaciones, concibió los modos de acción, y planificó las operaciones, vemos que ignoró las doctrinas y lo enseñado en las Escuelas de Guerra, y aplicó su *cultura para guerrear*, que dio por resultado lo que ya describimos brevemente al hablar sobre los espacios para guerrear.

El Aspecto Socio Cultural del Enemigo

La *cultura para guerrear* está muy relacionada con los aspectos socio culturales; por eso es importante su análisis en cuanto al enemigo, no sólo las fuerzas en oposición y sus conductores, sino también el pueblo en general y las conducciones nacionales, políticas, económicas, culturales y religiosas.

En el aspecto socio cultural analizaremos todos aquellos factores que pueden influir en las decisiones y en el comportamiento de los conductores y las fuerzas enemigas, como los relacionados con facciones ideológicas y políticas, grupos y sectas religiosos, y grupos étnicos.

También habrá factores como creencias y posturas éticas y morales, agravios o humillaciones históricos, valores, aspiraciones nacionales, ambiciones personales, etc.

Esto producirá relaciones de liderazgo y de poder formales e informales que influirán en la forma de conducir las operaciones militares que aplicará nuestro enemigo.

Todos estos factores deberán estar relacionados de alguna manera con lo que se represente en el ambiente operacional.

Aunque no son dinámicos, los hemos colocado aquí para relacionarlos con lo correspondiente a nuestro enemigo. En realidad ya estarán formando parte del sistema georeferenciado desde la paz, ya que son de cambio lento, y obtenidos mediante diferentes fuentes de información.

LA METEOROLOGIA DE RAPIDO CAMBIO

Los fenómenos meteorológicos, además de modificar las características del ambiente, también afectarán a las performances de los medios y elementos, tanto los nuestros como los de nuestro enemigo.

Lo harán de dos formas. Una de ellas es modificando las condiciones del entorno, por ejemplo con lluvias que produzcan o incrementen el nivel de cursos de agua, o degraden la transitabilidad de algunos terrenos, lo mismo que la nieve o el hielo, afectando a la movilidad de las plataformas.

La otra forma es degradando las performances de los sensores que utilizan las plataformas, cualquiera sea su aplicación.

Hay una buena cantidad de sensores que utilizan frecuencias cuyas longitudes de onda coinciden con el tamaño físico de moléculas y partículas en suspensión en la atmósfera, por ejemplo las gotas de lluvia, nubes, niebla, humo, o hielo.

Estas partículas y moléculas en suspensión degradarán las performances de los sensores, a veces tornándolos inservibles.

Por ejemplo, las nubes tienen agua en suspensión cuyas gotas tienen un tamaño que coincide con las longitudes de onda de los sistemas de guiado de las bombas laser; el resultado es que éstas no se pueden utilizar cuando el blanco a atacar está cubierto de nubes, salvo que la

plataforma efectora penetre por debajo de la capa de nubes; pero si lo hace, penetrará dentro de la envolvente letal de las armas superficie aire, lo que no es bueno.

La mejor referencia es la guerra de Kosovo. Después del éxito que tuvieron las bombas de guiado laser en la guerra del Golfo, todos los países de NATO fueron a Kosovo portando bombas laser, pero descuidaron un detalle, Kosovo es un lugar donde gran parte de los días el cielo está cubierto por formaciones nubosas, las que quedan frenadas por las cadenas de montañas y cerros.

El resultado fue que los países europeos no pudieron utilizar la tecnología, mientras que Estados Unidos sí lo hizo, porque llevó bombas con guiado GPS, que podía lanzar por arriba de las nubes.

Como vemos, además de usar la tecnología, debemos ser sagaces, analizando todos los factores que intervienen. Por eso la importancia de conocer cómo funciona todo aquello que utilicemos al guerrear, sean los sistemas de armas, sean los sensores, sean las redes de datos o las de computadoras; a lo que debemos sumar los efectos que sobre ellos producen los ambientes.

LOS TERCEROS INVOLUCRADOS

Como ya vimos, en el caso de los *terceros involucrados*, algunos estarán de nuestro lado, otros del lado del enemigo, y habrá un tercer grupo, normalmente representando a Naciones Unidas u otra organización internacional, u organizaciones no gubernamentales, que aunque involucrados, será neutral.

A los dos primeros los trataremos como propios y como enemigos, y los incluiremos en estos para los análisis.

Al tercer grupo, el neutral de las organizaciones internacionales, le deberemos prestar particular atención y mantener permanentemente actualizadas su posición y situación, considerándolas desde el punto de vista del daño colateral.

No sólo estarán las organizaciones internacionales relacionadas con la guerra y las embajadas y delegaciones extranjeras, sino también los medios de información interesados en mostrar la guerra en vivo y directo.

Resultado de ¿Dónde Está? (el escenario estático)

Al analizar todo el proceso que requiere el *Sistema de Información* para que podamos *tomar decisiones correctas y oportunas*, en primer lugar nos dedicamos a considerar los *Modelos*, modelos de las características y de cómo funciona cada elemento que podíamos encontrar en el espacio geográfico de interés.

En esta segunda parte nos hemos dedicado a considerar todo aquello que nos da respuestas al *¿dónde está?* cada uno de esos elementos de los que confeccionamos los modelos.

Vimos que necesitamos un *estrato o soporte de base* que nos permita representar en forma *geo-referenciada* y así visualizar como *escenario estático* todo lo que forme parte del *ambiente operacional*.

En ese ambiente encontraremos elementos que serán *fijos o de lento cambio*, y que podemos agrupar en: *geográficos, construcciones del humano, el clima y la meteorología de lento cambio, y los terceros involucrados o no*.

También encontraremos elementos que son de *rápido cambio o dinámicos: nosotros, nuestro enemigo y la meteorología de rápido cambio, más los involucrados*.

Asimismo habrá toda una serie de *factores que impactarán* sobre los elementos en particular y sobre el *espacio de batalla* en general, modificándolos.

Esto es consecuencia de la evolución de las últimas décadas, que ha llevado a que se requiera tomar pleno conocimiento no sólo del espacio de batalla, sino también de todo el entorno que puede influir en el desarrollo de los combates. Este entorno constituirá el *ambiente operacional*, en donde además de los aspectos militares clásicos se deberá incluir como factores que impactarán en el guerrear: el socio-cultural, el informacional, y todo lo que se encuentre dentro del escenario y más allá, a través de las redes sociales.

La forma de guerrear ha ido evolucionando y han aparecido nuevos actores, en especial en los planos social, cultural, e informacional, cuya influencia en los resultados antes eran marginales, pero ahora se han tornado a veces críticos para el análisis de la situación y la toma de decisión.

Antiguamente se hablaba del *campo de batalla*, y se lo consideraba una superficie, con sólo dos dimensiones, donde se desarrollaban los combates.

Luego el campo se transformó, adquiriendo una tercera dimensión, y se comenzó a hablar del *espacio de batalla*. Y finalmente, a este espacio se le agregaron toda una serie de factores que impactan o influyen sobre el desarrollo de los combates, surgiendo el concepto de *ambiente operacional*.

A lo largo de la investigación continuaremos utilizando el término *espacio de batalla*, que es más representativo de los hechos, pero sin olvidar a los otros factores que intervienen conformando el *ambiente operacional*.

A este *ambiente operacional*, todos los niveles de conducción, incluidas las unidades, lo visualizarán mediante un *escenario estático* y un *escenario dinámico*, soportados por un *sustrato geo-referenciado*.

NECESIDAD DE AGREGAR DOS ANEXOS

Estuvimos viendo que para poder plasmar la información, en particular la correspondiente a nuestro posible enemigo, para determinar *¿qué hay/que tiene el enemigo?*, y

¿dónde está/donde lo tiene?, debemos recurrir a sensores, por lo que necesitamos saber sobre los mismos, tanto sean de captosres como efectores, para poder aprovecharlos al máximo.

También vimos que necesitamos tener conocimiento de todos los factores y aspectos que intervienen en los escenarios impactando tanto a los medios como a las tomas de decisión, que sólo acabamos de presentar, y que deberemos tener en cuenta al analizar las distintas etapas del sistema de información.

Son dos áreas que debemos analizar en detalle, que nos van a mostrar capacidades y debilidades por un lado, e ideas sobre factores a tener en cuenta por el otro, pero para desarrollarlas, es conveniente no colocarlas dentro del cuerpo del análisis, ya que son muy extensas y nos distraerían del objetivo buscado, por eso vamos a colocarlas en dos anexos:

- Anexo A: Los sensores de captosres y efectores.
- Anexo B: Otros factores y aspectos a considerar.

Anexo A: Los Sensores de Captosres y Efectores

En este anexo colocaremos el listado de sensores disponible en el mercado internacional, y una breve descripción de su funcionamiento y particularidades de operación, de forma que podamos tener idea de lo que podemos esperar de cada uno de ellos, y saber en cuanto a sus capacidades y debilidades.

Anexo B: Otros Factores y Aspectos a Considerar

Como anexo para desarrollar los factores y aspectos a considerar, hemos juzgado conveniente colocar directamente una traducción de los capítulos 2, 3, y 4, de la publicación de doctrina conjunta de Estados Unidos:

JP2-01-3 – Joint Intelligence Preparation of the Operational Environment (JIPOE – Preparación del Ambiente Operacional mediante la Inteligencia Conjunta)

La publicación desarrolla una descripción detallada y completa de todos los factores y aspectos a considerar, no sólo en la parte Sistema de Información, sino también en lo correspondiente al Sistema de Decisión y Planeamiento del Ciclo de Reacción; por lo que su lectura resulta sumamente importante.

Al inicio realiza una presentación de los mismos, la que hemos copiado a continuación:

b. Cuando se están identificando las características significativas del ambiente operacional (OE), deben ser considerados todos los aspectos que podrían afectar el cumplimiento de la misión de la fuerza conjunta. Dependiendo de la situación, estos deberían incluir lo siguiente:

(1) Los elementos geográficos y las características meteorológicas y oceanográficas (METOC).

(2) Los factores socioculturales (grupos étnicos, facciones ideológicas y políticas, grupos y sectas religiosos, distribución etaria, grupos de ingreso económico, condiciones de salud pública, condiciones económicas).

(3) Infraestructura, tales como sistemas de transporte, de comunicaciones, y de información.

(4) Limitaciones operacionales tales como reglas de empeñamiento (ROE), reglas para el uso de la fuerza (RUF), o restricciones legales para las operaciones militares, según lo especifiquen tratados o acuerdos internacionales.

(5) Todas las fuerzas adversarias, convencionales, no convencionales, y paramilitares, y su disponibilidad general, capacidades y objetivos estratégicos.

(6) Las condiciones del ambiente (terremotos, actividad volcánica, polución, enfermedades de ocurrencia natural).

(7) Las características cognitivas de la toma de decisión del adversario (sistemas de creencias, agravios o humillaciones históricos, valores, ambiciones personales, aspiraciones nacionales, etc.).

(8) La ubicación de todas las embajadas extranjeras, organizaciones inter gubernamentales (IGOs), y organizaciones no gubernamentales (NGOs).

(9) La actitud y percepción de la población local, y de las redes de actores neutrales, respecto a Estados Unidos (US) y los socios multinacionales.

(10) Las sensibilidades culturales particulares asociadas con tecnologías de avanzada como sistemas de armas no letales y de energía dirigida, y la esperada efectividad de planes para contrarrestar esas sensibilidades.

(11) Redes criminales y legales que podrían ser influenciadas por el adversario.

Los conceptos son muchos, y su desarrollo extenso. Teníamos dos opciones, colocarlo directamente en su formato original en inglés, o traducir aquellas partes que resulten útiles a nuestro enfoque sobre el Sistema de Información.

Hemos optado por esta segunda opción, la que consideramos como la más práctica al facilitar su lectura directamente en español.

La traducción es conceptual, no literal, ya que lo que importa son las ideas y conceptos vertidos, los que debemos aprovechar en nuestro análisis.

Su enfoque es desde el nivel estratégico y según la visión conjunta y global de Estados Unidos, pero también resulta útil para los niveles operacional y táctico. Pero lo que a nosotros nos interesa, es que resulta útil como fuente de ideas para otros países, como Argentina, que no tienen las capacidades ni medios de Estados Unidos.

Su lectura nos puede ayudar a vislumbrar situaciones y a concebir soluciones para las mismas sin necesidad de contar con las capacidades de las grandes potencias, buscando las alternativas y los modos de acción que pueden ser aplicados utilizando nuestros escasos medios y recursos.

Al respecto, como ya antes dijimos, es útil observar la forma en que Israel resuelve los problemas y situaciones con sus escasos recursos.

Sólo hemos traducido aquellos capítulos que consideramos que resultaban útiles como fuentes de ideas.

Lo hemos tomado del sitio web de la *Federation of American Scientists* – Federación de Científicos Americanos en: www.fas.org al que se puede acceder directamente, sea para bajar el documento completo en inglés, sea para buscar información y documentación complementaria que amplíe los conceptos.

LOS CAPTORES

En este título volveremos atrás en el proceso del ciclo de reacción, para analizar los *captosres*.

Hasta ahora no fue necesario hacerlo, porque los datos e información que se requiere para contestar las preguntas de los primeros dos pasos *¿qué hay?* y *¿dónde está?* se pueden obtener por otros medios, y además, no estamos presionados por el tiempo de obtención.

Por eso lo que hemos desarrollado hasta acá se refirió, por un lado, al *sustrato georeferenciado* que nos servirá de base para montar sobre él todo lo atinente a los *escenarios*, que nos mostrarán cual es la *situación* imperante en el *espacio geográfico de interés*.

Por otro lado nos extendimos en la consideración de los *modelos*, y en todo lo que se debe tener en cuenta al confeccionarlos; con especial dedicación a los modelos de todo lo que tiene nuestro enemigo, dónde lo tiene, y cómo funciona; para analizarlos en detalle, sea como blancos, y así saber cómo atacarlos y degradarlos, sea como amenazas, para saber cómo protegernos.

Vimos que también haremos modelos de nuestros propios medios y los de terceros, del terreno y del clima.

Estos modelos serán completos y detallados, y nos permitirán confrontarlos unos con otros en los análisis de los modos (cursos) de acción, así como analizarlos en cuanto a la influencia que pueden tener unos sobre otros.

Son modelos completos y detallados, pero son *información estática*; sirven para responder al: *¿qué?*, *¿dónde?*, *¿cómo funciona?*, *¿cómo atacarlo o degradarlo?*.

Pero cuando llegamos a los días y momentos previos al enfrentamiento, y durante éste, la *información estática* ya no es suficiente, porque para decidir correctamente debemos saber *qué es lo que está pasando*, necesitamos que la *información* sea *dinámica*, y por eso debemos recurrir en forma intensiva a los sensores de las plataformas captoras, ya que serán prácticamente los únicos que nos brindarán datos actualizados, y sobre todo, si hemos montado el adecuado procedimiento, lo harán *a tiempo*, para que las decisiones que se tomen sean *correctas y oportunas*.

Los sensores de los captosres nos brindarán la esencia, la materia prima, la base de todo el proceso, ya que estos datos primero se transformarán en *información*, y luego ésta en *conocimiento*, el que culminará brindando a los decisores el *conocimiento dominante del espacio de batalla*, que permitirá, si la decisión que tomemos sobre esa base es la correcta, que tengamos grandes posibilidades de ser los vencedores.

Con esto podemos apreciar que la disponibilidad de los captosres adecuados, su acertado manejo, y el correcto procesamiento de sus datos para transformarlos en información, son críticos para lograr el *estado final deseado*.

La tecnología actual disponible, sea tanto en sensores y su procesamiento, como en los medios necesarios para su transformación en información primero y en conocimiento después, nos permite lograr ese objetivo.

Esta tecnología también soluciona dos aspectos de los que se quejaban grandes estrategias del pasado, Napoleón Bonaparte y Carl von Clausewitz.

A la falta de tiempo suficiente de Napoleón la subsanamos en parte con todo el trabajo realizado desde la paz, en particular con la confección detallada de los modelos y el resultado de sus confrontaciones.

Para cuando se inicien las operaciones ya tendremos gran parte de la información esencial para la toma de decisiones lista para ser utilizada, y los procedimientos para su actualización, procesamiento y presentación estarán perfectamente definidos, con mecanismos que aseguren que lo que perciban los decisores será completo, actualizado y oportuno.

Como desde la época de paz, con todo el tiempo necesario disponible, habremos hecho confrontaciones entre los modelos de nuestro enemigo y los nuestros, ya tendremos definido qué es lo más AFA para cada caso, lo que facilitará el trabajo de análisis de los modos o cursos de acción.

Pero para satisfacer la necesidad de información *dinámica* que hará factible nuestro trabajo, deberemos disponer de captores que sean eficientes, y realizar un empleo eficaz de los mismos.

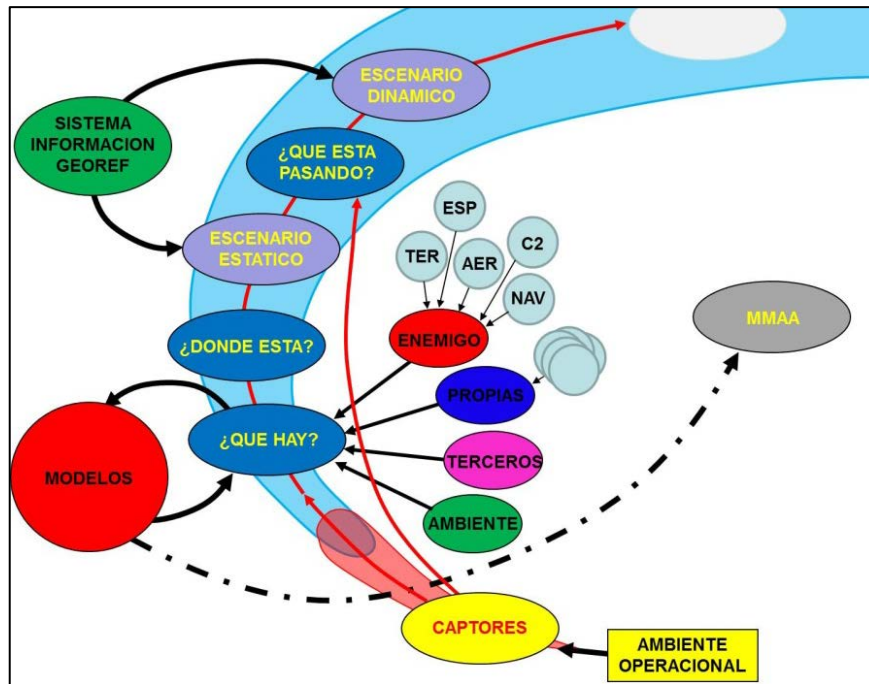
Como antes dijimos, aunque no son críticos en la primera etapa de confección de los modelos, lo son después, para verificar que lo que obtuvimos por otras fuentes es correcto, y para complementar y ajustar la información que conseguimos, utilizando aquellos captores que poseen sensores que tienen capacidad para medir los parámetros o características particulares de cada elemento, a las que se las suele identificar como *impronta o firma* (signature) del elemento o medio detectado.

Además, los captores y sus sensores se volverán esenciales en los días previos y durante el conflicto, ya que serán probablemente las únicas fuentes disponibles para:

- Verificar la presencia de los elementos y medios, en particular los del enemigo.
- Localizar su ubicación geográfica.
- Verificar su estado de funcionamiento y apresto.
- Apreciar la evolución de la situación por sus movimientos o actividad.
- Prestar atención a aquello que sabemos que el enemigo tiene, pero que no hemos podido detectar o localizar.

A fin de ubicarnos correctamente en el análisis que realizaremos a continuación, recurriremos a la fusión de los gráficos *gr19-modelos* de página 74 y *gr32-SIGreferenciada* de página 112.

Esa fusión es lo graficado en *gr39-modelos a escenarios*.



gr39-modelos a escenarios

El gráfico muestra todo lo que hemos analizado hasta acá, y que constituye el inicio del proceso en el sistema de información; desde la confección de los modelos, pasando por *¿qué hay?* y *¿dónde está?*, hasta el estrato de base georeferenciado para soportar los escenarios estático y dinámico.

En su parte inferior el gráfico muestra a los *captore*s, que alimentan continuamente al *¿qué hay?* mediante el sensado de lo que se encuentra en el ambiente operacional.

Llegados al pre conflicto, como muestra el gráfico, los captore además de alimentar al *¿qué hay?*, deberán alimentar permanentemente al *¿qué está pasando?*, que se plasmará en el *escenario dinámico*, para que todos los niveles de decisión puedan *tomar sus decisiones en forma correcta y oportuna*. Más adelante trataremos esta parte del Sistema de Información que es completamente dinámica y que requiere que su presentación sea en tiempo real.

En cuanto a los sensores, estos tienen la particularidad de ser los únicos que brindan información en tiempo real.

Es información de los hechos en el momento en que están sucediendo, por ello la información que brindan es *dinámica*, la que se necesita para saber *qué está pasando*.

No sólo eso, sino que esta capacidad permite proyectar esa dinámica de los hechos hacia el futuro, con lo que podremos trabajar en *inteligencia predictiva* con una adecuada certeza, si poseemos una adecuada certidumbre de que los hechos que se están captando son ciertos.

Los usos y costumbres han llevado a que al hacer referencia a los captore, se hable de *plataformas* captoras, haciendo que el tema central, sea tanto en la abundante bibliografía disponible como en las charlas y simposios, gire en torno a las *plataformas* portadoras, con una

ligera mención marginal a los *sensores* que portan, y que en realidad son los que constituyen la esencia del sistema.

Si analizamos todo lo que conforma un captor, vemos que éste comprende:

- El o los sensores de abordó.
- La plataforma o vehículo portador, que puede ser tripulado o no.
- El sistema de navegación y control de la plataforma, y de transmisión de la información de su posición y navegación.
- El sistema de control del sensor.
- El sistema de transmisión de datos de los sensores desde la plataforma a retaguardia.
- En el caso de los vehículos no tripulados (VNT), la transmisión de comandos para el guiado y navegación de la plataforma, y para el manejo del sensor.

De todo ello, lo más importante a considerar es el *sensor*, ya que es el que en realidad nos dará las verdaderas capacidades del captor.

Como acabamos de ver, el captor en realidad está constituido por un conjunto de sistemas, y por tanto, para realizar un análisis correcto de sus capacidades y debilidades debemos considerar todos esos aspectos.

A continuación realizaremos una breve descripción de estos componentes para poder ubicarnos en el tema.

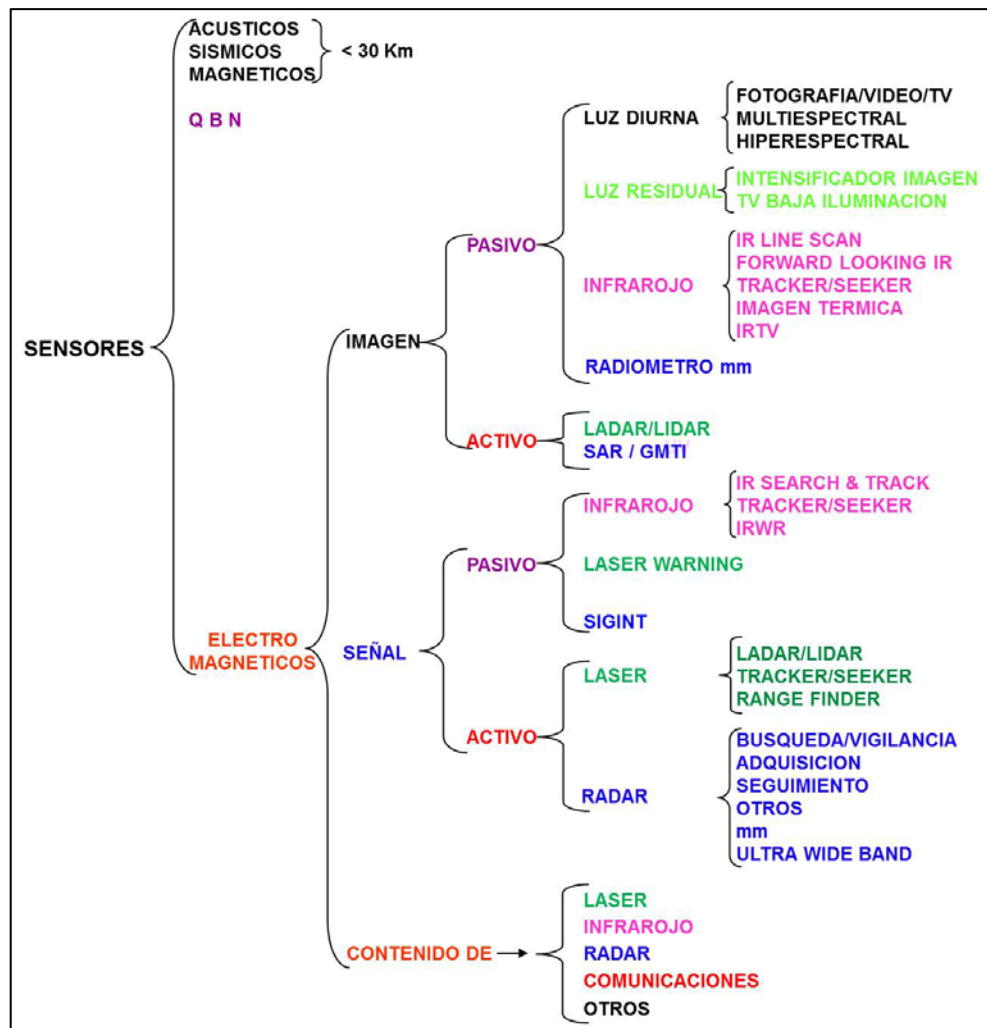
Los Sensores

Como ya dijimos, lo que caracteriza a los captores son sus sensores.

Cuando observamos la tecnología disponible a nivel internacional y accesible para Argentina, vemos que existe una gran cantidad de sensores, la mayoría de ellos utilizando el espectro electromagnético, que cubren todos los aspectos del ambiente operacional, en particular el enemigo, desde los que captan a pocos cientos de metros, como los intensificadores de imágenes (I^2) hasta los que cubren un par de cientos de kilómetros, como el *radar de apertura sintética* (synthetic apperture radar –SAR) en su modo de operación *GMTI* (ground mobile target indicator – indicador de blancos móviles terrestres).

Si a todos estos *sensores*, no importa la plataforma en que estén instalados o su aplicación, se los conecta mediante una red de transmisión de datos a centros de *procesamiento* y *fusión* de la información, y desde allí, al producido se lo distribuye a todo aquel que necesite esa información, desde el nivel Estratégico hasta el de Unidades, todos tendrán una misma *percepción común* de la situación, del ambiente operacional, sabrán *qué es lo que está pasando*, y resultará fácil la coordinación y la colaboración de los elementos o medios involucrados para contribuir a lograr el *efecto deseado*.

El gráfico siguiente, *gr40-sensores*, muestra los tipos de sensores disponibles.



gr40-sensores

Algunos de los nombres están en español y otros en inglés, los hemos colocado así basados en lo más común en cuanto a usos y costumbres que se encuentra en la bibliografía especializada.

El agrupamiento que hemos hecho en el gráfico es arbitrario, pero nos facilita ubicarnos en el tema.

La mayoría de los sensores recurre al espectro electromagnético para funcionar.

Fuera de éste encontraremos a los acústicos, sísmicos y magnéticos, que según sus capacidades y el ambiente donde se los utilice tendrán alcances de pocos kilómetros y a veces sólo cientos de metros, lo que implica demasiada proximidad a las amenazas enemigas.

Lo mismo sucede con los detectores químicos, bacteriológicos, y nucleares, salvo cuando se los usa para detectar los agentes en suspensión transportados por los vientos.

A los que usan el espectro electromagnético, los podemos agrupar en aquellos que brindan la información producida en forma de *imagen*, como una *señal*, o como un *contenido inteligente* dentro de las señales.

A los que presentan la información como imagen o como señal, también los podemos agrupar en: *pasivos y activos*.

Pasivos son todos los sensores que no necesitan emitir para captar, y por tanto son discretos, ya que el enemigo no los puede detectar por sus emisiones.

Activos son los que necesitan emitir energía electromagnética en alguna forma para recibir el eco o señal devuelta por los blancos, y por tanto serán detectados por el enemigo.

Como podemos apreciar y antes mencionamos, la variedad de sensores disponibles es enorme, con características y capacidades de lo más diversas, desde los más complejos abordo de satélites, hasta los anteojos de luz residual del infante; desde los que tienen un alcance de 400 km, hasta los que sólo llegan a los 400 metros; desde los diseñados específicamente para obtener información que ayude al C2, hasta los integrados en sistemas de armas para su aplicación directa contra blancos.

Todos estos sensores, no importa la plataforma portadora o su uso específico, son los que brindan la información para poder tomar las decisiones correctas.

Como forman parte de, y constituyen el inicio del ciclo de reacción, también son importantes desde el punto de vista degradar-proteger; ya que son los sensores a degradar cuando son los del enemigo; son los sensores a proteger cuando son los nuestros; y son estos mismos sensores los que nos permiten obtener la información que necesitamos para realizar la degradación de los sensores del enemigo.

Una simple observación de los sensores permite apreciar que cada uno tiene sus características particulares, y está diseñado para operar dentro de determinados parámetros, lo que a veces los hace completamente disímiles en cuanto a alcances, campos visuales, precisión, discriminación, forma de procesamiento, tiempo para disponer de sus datos, etc.

Esa gran diversidad de características que poseen hace difícil su análisis y comprensión; análisis y comprensión que son necesarios para poder conocer las capacidades y debilidades de cada sensor, y así poder apreciar sus posibilidades de uso, sea por parte nuestra como por nuestro enemigo, para obtener la información que se necesita para la toma de decisión.

Esto lleva a que resulta conveniente hacer una descripción por tipo, con sus características y performances, la forma en que entregan la información, etc.

De esta forma podremos definir tanto lo que se puede esperar de cada sensor como lo que se requiere para la recolección de la información y su posterior proceso, fusión y presentación.

La explicación del funcionamiento y posible uso de cada uno, aunque sea en forma completamente escueta, requiere una gran cantidad de páginas.

Hemos considerado que para no distraernos en la línea de investigación lo más práctico es colocar su descripción en forma separada, por lo que los hemos agregado como Anexo A: *los Sensores de los Captores y de los Efectores*.

Los Diferentes Captores Según sus Sensores

Estuvimos hablando de los sensores como la parte esencial de los captores; cuando consideramos a éstos, a los captores, debemos incluir como tales a todos aquellos medios que brindan información, sean sensores u otras fuentes, y sea que los sensores estén en plataformas dedicadas a la captación, o en plataformas efectoras formando parte de sus sistemas de adquisición y puntería o guiado, o como elementos de navegación o de cualquier otro uso.

Aun cuando a veces bastará con una única fuente de información, la mayoría de las veces recurriremos a todos los medios disponibles, normalmente sensores debido a sus alcances y al corto tiempo para disponer de sus datos, y *fusionaremos* esos datos para lograr que la información sea lo más completa, precisa y clara posible.

Existe un grupo de captores que por sus características de grandes alcances y campos visuales constituyen una parte importante del sistema de información, son los conocidos como la *triada estratégica* a la que ya nos referimos unas páginas antes.

La imagen del gráfico *gr41-triada* muestra los tres tipos de plataformas.



gr41-triada

Estas plataformas comprenden:

- Un radar de alerta temprana aeroportado (AEW), que detecta y localiza todo lo que se desplaza en el aire. Es el avión más alejado en la foto superior, con la antena del radar sobre su lomo.
- Un radar de apertura sintética (SAR) operado en modo GMTI, que detecta y localiza todo lo que se desplaza en el terreno. Es el avión del centro, con sus antenas en la parte inferior del fuselaje.
- Un grupo de sensores de señales (SIGINT), que detecta y localiza todas las emisiones en el espectro electromagnético, de radar, de comunicaciones, y de cualquier otro tipo

de emisores. Es el avión de la foto inferior, con dos conjuntos de antenas para cubrir todo el espectro.

Estas plataformas tienen la particularidad que, debido a los alcances de sus sensores, pueden ser empleadas en época de paz, y sobre todo previo al conflicto, sin riesgos, ya que pueden operar por fuera de las fronteras, sin necesidad de cruzarlas, o más allá de las 12 millas náuticas de la costa.

La información que brinden también va a ser complementada, entre otras, por las imágenes de plataformas satelitales, las de los propios satélites o de países amigos si es posible; y si este no fuera el caso, la tecnología disponible actualmente en internet permite que se pueda recurrir como última instancia a Google maps o servidores similares.

Si no se posee otra opción, aunque la información pública normalmente será atrasada y sin saber si es precisa y cierta, es mejor que la disponible hace unos años mediante medios de reconocimiento militares.

El ejemplo es Malvinas, y las dos imágenes siguientes que muestran Puerto Argentino. La primera, *gr42-1982* es de la inteligencia británica en 1982, sacada desde un avión Sea Harrier que está realizando una operación de reconocimiento; la segunda, *gr43-2018* está bajada de Google maps en octubre de 2018, mediante un simple click de una computadora de uso personal.

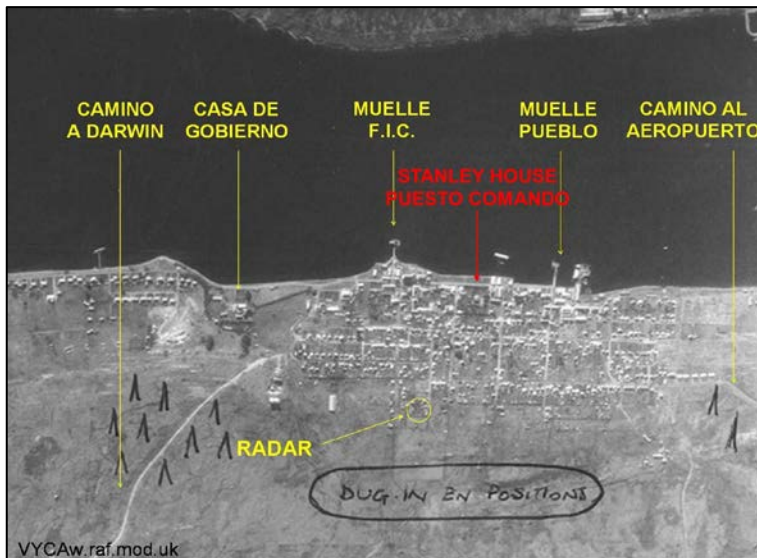
En la comparación podemos ver cuán fácil resulta localizar blancos *fijos* en la imagen actual tomada directamente de Google, con un grado de definición mucho mayor que el que se obtenía con las cámaras de la inteligencia británica, que era tecnología exclusiva de inteligencia hace 36 años atrás.

En ambas hemos marcado Stanley House, el lugar donde se encontraban los puestos comando argentinos, para que se pueda apreciar la diferencia producida por la evolución de la tecnología, que antes era exclusiva militar, y que ahora es accesible mediante un simple click en cualquier computadora, o incluso un teléfono celular, a pesar que el predio alrededor de Stanley House ahora está mucho más construido.

A esto debemos agregar que en casi todos los sistemas públicos disponibles, como es el caso de Google Earth, nos resulta fácil obtener las coordenadas geográficas del lugar que nos interesa; dato esencial al momento de referenciar o planear, aunque no se puede tener certeza de la precisión.

Respecto a los servidores públicos como Google y otros similares, se deben tener recaudos en cuanto a la precisión de la posición en coordenadas que indican, y también respecto a la definición y exactitud de la imagen que muestran.

Esto se debe a que a veces la imagen está un poco corrida o deformada porque se la trata de armar como un mosaico con imágenes provenientes de sensores que las han captado con diferentes ángulos, ya que las corridas no suelen ser exactamente verticales.



gr42-1982



gr43-2018

Vemos que la imagen de Google que hemos tomado para ejemplo es lo suficientemente detallada como para planear sin problemas un ataque al puesto comando argentino, sea con un misil desde un helicóptero como se intentó en 1982, sea para realizar un asalto por comandos. La única limitación es que no sabemos cuan vieja es la información, y si el entorno ha cambiado.

Aunque la imagen de Google o de los sistemas similares es buena, no es lo deseable, porque sólo presenta elementos, objetos o construcciones que son fijos, sin fecha cierta de actualización. Pero servirá como sustrato para SIG-GIS, y puede resultar útil para planear operaciones por ejemplo en zonas urbanas, por el grado de detalle que suele mostrar, más aún si tiene la posibilidad de street view, la imagen de 360 grados tomada desde un vehículo que se desplaza por calles y lugares.

Igualmente, como la imagen que presentan es el resultado de la fusión de varias imágenes captadas desde diferentes ángulos, se puede disponer de una imagen en tres dimensiones.

No obstante sus bondades, estas imágenes no nos muestran lo que en realidad necesitamos, la representación de un escenario *dinámico*, en donde veamos los emplazamientos y desplazamientos de las plataformas tanto de nuestro enemigo como las propias.

Para que la información sea dinámica debemos recurrir a los datos aportados por otros captores, que muestren lo transportable y lo móvil, y lo hagan en forma oportuna, en tiempo casi real; tiempo que será función del dinamismo de los elementos móviles y transportables involucrados en el espacio geográfico de interés.

Para ello no basta con las imágenes del terreno, sino que deberemos disponer de la triada estratégica o un equivalente, complementada por otros sensores que nos permitan conocer en tiempo real las situaciones de los ambientes terrestre y aéreo, mediante la detección de las ubicaciones y desplazamiento de los medios y plataformas que operan en los dos ambientes, más la situación en el ambiente marítimo próximo.

La vejez de la información es crítica, por lo que lo usual es considerar que para que una información sea evaluada como útil, debe tener menos de tres horas de obtenida.

Esto se debe a que la información que estamos buscando es de elementos dinámicos, nosotros, nuestro enemigo, y la meteorología de rápido cambio.

Ya vimos que tanques, aviones y helicópteros se mueven relativamente rápido.

También vimos que lo móvil o transportable que requiere un cierto tiempo para su armado antes de actuar, como las rampas de misiles o cohetes múltiples, han evolucionado, procurando que ese tiempo sea inferior al que demanda el accionar de los efectores del oponente.

Es lo que analizamos al principio del escrito, cuando estuvimos considerando los ciclos de reacción.

Esto significa que se deben montar procedimientos que aseguren el rápido procesamiento de los datos captados, transformándolos en información que llegue a quien la necesita a tiempo.

Características de las Plataformas Captoras

En cuanto a las plataformas captoras en sí, es importantísimo conocer las capacidades, pero sobre todo las limitaciones y debilidades, de las plataformas captoras y sus sensores, ya que su conocimiento nos permitirá establecer las posibilidades que nosotros, y también nuestro enemigo, tendremos de obtener datos sobre el ambiente operacional, y en particular sobre lo que está pasando con las fuerzas propias y las del enemigo.

Como antes dijimos, para saber la localización de nuestras fuerzas y lo que están haciendo recurriremos a un muy buen sistema de transmisión de datos entre las plataformas y medios de todo tipo con los puestos comando, lo mostramos en páginas 132 y 133; y los sensores de los captores nos servirán para verificar esos datos.

Pero esos sensores serán probablemente las únicas fuentes de información que poseeremos para saber todo lo atinente a nuestro enemigo: *¿qué tiene?, dónde está? y ¿qué está haciendo?*.

Esto significa que deberemos lograr que nuestros sensores cubran en forma completa y en todo momento el espacio geográfico de interés en donde se desarrollarán los combates.

Lo que a su vez nos lleva a pensar que deberemos contar, dentro del sistema de C2, con un organismo que tenga la capacidad para manejar (administrar y controlar) todos los sensores de que dispondremos, sin importar a que fuerza pertenezcan, y si son de plataformas captoras, efectoras, u otras, para asegurar el cubrimiento total y oportuno del espacio geográfico de interés.

Ya vimos que hay toda una parafernalia de sensores disponibles en el mercado, desde los que llegan hasta los 400 km a los que sólo captan hasta los 400 metros o menos; los mostramos en el gráfico *gr40-sensores* de página 144, y en el Anexo A hemos colocado una breve descripción de cada uno.

El núcleo de esta estructura de sensores está dado por la triada estratégica que antes mencionamos, que nos permite detectar: todo lo que se mueve sobre el terreno, todo lo que vuela, y todo lo que emite en el espectro electromagnético.

Esta triada estará complementada por el resto de los sensores, que nos darán el detalle de la situación.

Para que tengamos el mayor grado de certeza posible de que lo que estamos percibiendo es la realidad de los acontecimientos, necesitamos conocer qué es lo que los captores y sus sensores nos pueden brindar, y para ello necesitamos saber sus características en cuanto a cubrimientos de detección, la ubicuidad de sus plataformas, y la oportunidad de su información.

LAS PLATAFORMAS Y SU UBICUIDAD

Las capacidades y limitaciones de los sensores estarán sujetas en parte a las plataformas en las que se encuentren instalados.

Estas plataformas pueden ser:

- Terrestres, a las que podemos discriminar en:
 - Móviles.
 - Transportables.
 - Instalaciones fijas.
- Aéreas, agrupadas en:
 - Aviones.
 - Helicópteros.
 - Vehículos no tripulados (drones).
- Navales, a bordo de buques o submarinos.

- Satelitales, que pueden ser plataformas:
 - o Propias.
 - o De países amigos.
 - o De terceros.

Esta clasificación de las plataformas según el medio en el que operan nos brindará una primera apreciación de sus posibilidades de uso, el que, entre otros factores, depende de las características de la plataforma en cuanto a altitud de operación, distancia y velocidad de posicionamiento, permanencia en estación, y ritmo de revisita.

Altitud de Operación

La tierra es redonda, y la propagación electromagnética es casi en línea recta; esta combinación crea los horizontes.

No importa cuán potentes sean los emisores de los captores, o cuán sensibles sean sus detectores, si queremos obtener información a grandes distancias deberemos colocar a nuestros captores a una altura adecuada, salvo el caso, que también es relativo, de los blancos aéreos.

Hay unas fórmulas simples, que nos permiten determinar la altura a la que debe estar colocado el sensor en función de la distancia a la que queremos captar; estas son:

$$\text{Alcance óptico en kilómetros} = 3,57 \sqrt{h_{\text{sensor}(m)}}$$

$$\text{Alcance electromagnético en kilómetros} = 4,12 \sqrt{h_{\text{sensor}(m)}}$$

$$\text{Alcance electromagnético en millas náuticas} = 1,23 \sqrt{h_{\text{sensor}(pies)}}$$

La primera de ellas nos permite calcular el horizonte óptico, para todos los sensores que operen en o cerca de esas bandas de frecuencia. La segunda es similar, pero para calcular los horizontes electromagnéticos, sea para sensores tales como radares o captores de inteligencia de señales, o para comunicaciones.

En ambas fórmulas las unidades que se utilizan son metros para las alturas y kilómetros para las distancias.

La tercera fórmula también sirve para calcular horizontes electromagnéticos, pero las unidades que utiliza son pies para las alturas y millas náuticas para las distancias.

En internet existen varios sitios, como el del Ingeniero INGO HARRE de Alemania¹⁴, en donde el cálculo de esos horizontes se hace automáticamente, con sólo introducir los datos que interesan.

¹⁴ Al sitio se accede via www.mar-it.de y en la parte RADAR del menú se encuentra el archivo HORCALC que permite el cálculo de los horizontes

Si por ejemplo, queremos captar el movimiento de tanques enemigos en la profundidad de su territorio con un radar de apertura sintética, a 200 km., la fórmula nos indicará que nuestra plataforma captora deberá encontrarse a más de 2353 metros de altura.

Si queremos obtener una fotografía de un blanco ubicado a 60 km., la plataforma deberá estar a 282 metros de altura para que la fotografía se encuentre en el plano de horizonte (tangente a la tierra) del blanco.

Esto nos muestra que, para blancos a relativamente cortas distancias, por ejemplo dentro de los 30 km, podremos instalar a nuestros sensores en antenas, de 17m de alto si el sensor es óptico, o de 13m si el sensor es electromagnético. Para captar más allá de estas distancias, deberemos recurrir a sensores colocados en plataformas aéreas, sean aviones, helicópteros, aerostatos, o drones, descartando las plataformas terrestres porque las alturas requeridas no resultarán prácticas para antenas.

Si el sensor está colocado en un satélite, no tendremos problemas de alcance en distancia por altura, pero tendremos otras limitaciones que más adelante iremos viendo.

Por tanto podemos asumir que, para distancias de 30 km o menos, es posible el uso de plataformas *terrestres* con la adecuada antena, pero *más allá* de esta distancia deberemos recurrir a plataformas *aéreas*.

Alcance (Distancia) y Velocidad para el Posicionamiento

Nunca dispondremos de la suficiente cantidad de plataformas captoras, y la evolución de la situación hará que las necesitemos en una determinada ubicación lo más rápido posible.

Al confrontar plataformas aéreas con terrestres, también con navales, vemos que las primeras son las más adecuadas, e incluso más AFA (apta, factible y aceptable), porque permiten desplazarse a grandes distancias en poco tiempo.

Con el agregado de otro factor que resulta importante en cuanto a la supervivencia de la plataforma. Si por algún motivo, como puede ser el alcance de sus sensores, la plataforma debe penetrar o acercarse peligrosamente a zonas ocupadas por armas del enemigo que constituyen una amenaza, si es aérea posiblemente pueda volar por arriba de la envolvente letal de las armas superficie aire, más aún si ya se actuó en la supresión de las defensas de media y alta cota.

Su velocidad y alturas de operación le brindan a la plataforma aérea otra ventaja respecto a la terrestre, es su posibilidad de rápido escape de la zona de peligro ante la presencia de una amenaza.

Estas características también nos permiten hacer que la plataforma entre, capte y salga, antes de que pueda actuar el enemigo; normalmente acompañada por plataformas efectoras (sistemas de armas) que le aseguren sacarle de encima a las amenazas.

Esto no lo podemos hacer con las plataformas terrestres, que serán presa fácil desde el aire, más aún si sus sensores son activos.

Estas ventajas de las plataformas aéreas tienen su contra, dada por el tiempo de permanencia de la plataforma en estación, cumpliendo con su función captora, antes de que deba retirarse, normalmente por combustible.

Si observamos a Estados Unidos y los países más avanzados en la materia, vemos que basados en los conceptos recién expresados han proliferado los vehículos no tripulados o drones de gran altitud y autonomía, que en general operan por fuera de las envolventes letales y sin el riesgo de un humano a bordo.

En cuanto a aviones y helicópteros, los primeros tienen a su favor altura y velocidad, pero deben operar desde aeródromos que no siempre están próximos al lugar donde se los necesita, y tienen dificultades para aprovechar el ocultamiento por el terreno durante su vuelo de aproximación.

Los helicópteros en cambio, si bien no tienen altura y velocidad, pueden operar desde emplazamientos próximos al frente de combate, asentarse en el terreno y permanecer hasta el momento oportuno, y aprovechar al máximo los ocultamientos que le brinda el terreno, más aún si sus sensores han sido colocados por encima del rotor.

En resumen, en cuanto al *desplazamiento y ubicuidad* de las plataformas, convienen las *aéreas* antes que las *terrestres*, y se debe hacer un adecuado análisis y balance en cuanto a aviones y helicópteros como plataformas.

En el caso de algunos sensores, como el radar de apertura sintética, necesitan del movimiento de desplazamiento de la plataforma para su funcionamiento, lo que es condicionante.

Permanencia en Estación (lugar de operación)

Este es un aspecto de debilidad y condicionante para las plataformas aéreas, aun cuando tengan la posibilidad de reabastecimiento en vuelo; sea por razones operativas o por necesidad de los humanos a bordo, en algún momento deberán abandonar su lugar de operación y dirigirse a su aeródromo de origen.

Para paliar esta situación, en aquellos casos en que se necesita persistencia en cuanto a la captación, se debe prever que cuando una plataforma captora abandona su lugar de operación sea reemplazada por otra de las mismas características.

Esto lleva a que por cada estación se necesiten al menos dos plataformas, una en estación y otra yendo a, o regresando de la misma, o en tareas de reabastecimiento, mantenimiento o reparación en el aeródromo de origen.

Según los tiempos y distancias involucrados, tal vez se requiera tres plataformas por estación.

Como vemos, en este aspecto de permanencia y persistencia, las plataformas aéreas requieren un gran esfuerzo.

Período o Tiempo de Revisita

Hasta ahora hemos visto que en general las plataformas aéreas son más AFA que las plataformas terrestres para utilizarlas como captoras. Pero también acabamos de ver que la permanencia en estación y la persistencia de la captación exigen un gran esfuerzo.

Podemos especular con la velocidad de cambio de las situaciones o de desplazamiento de los medios del enemigo, y así establecer con que periodicidad resulta necesario verificar si la situación o emplazamiento de los medios del enemigo cambió.

A esta periodicidad se la conoce como *período o tiempo de revisita*, del blanco o de la situación imperante.

Deberemos establecer esos tiempos, en minutos u horas, asegurando que captemos el cambio apenas se produzca, y antes de que pueda afectar a nuestras operaciones.

La determinación de estos tiempos de revisita es importante para nuestras plataformas captoras aéreas y satelitales, y también para las del enemigo, ya que deberemos aprovechar los tiempos en que sus plataformas por cualquier motivo no puedan captar, para actuar.

En el caso de Argentina y su región se plantea una situación particular en cuanto a las plataformas satelitales; parte de su territorio está demasiado alejado del ecuador, y por tanto los satélites deben ser de órbitas polares, lo que presenta dos características que podemos aprovechar, y nuestro enemigo también.

En su pasaje, el satélite captará durante un cierto tiempo, y luego su órbita saldrá de la zona de captación, hasta que vuelva a pasar en la próxima órbita. Esto hace que normalmente se requiera de cuatro satélites que, pasando uno después del otro, cubran la captación durante el tiempo total de la órbita.

La otra característica estará dada por el grado de detalle o definición espacial (de la superficie terrestre) que se desee obtener; esto fijará el ancho del barrido (swath) de la franja terrestre que el satélite cubrirá en cada pasaje. Posiblemente, para que el sensor del satélite cubra una determinada superficie de terreno, requerirá de varias órbitas, lo que fijará el tiempo de revisita, hasta que el satélite vuelva a pasar captando la misma franja (swath).

Conocido el período de revisita, nosotros, y también nuestro enemigo, sabremos de cuánto tiempo disponemos y cuando, para actuar entre visita y visita.

EL RIESGO DE LOS SATELITES

Acabamos de ver que se presenta una situación particular en cuanto a los satélites y la ubicación respecto al ecuador del espacio geográfico de interés que deben captar con sus sensores.

Vimos que en el caso de Argentina y su región, los satélites deberán ser de órbitas polares, lo que significa una ventaja si somos los observados, y una desventaja si somos los que observan, debido a los tiempos de revisita.

Esta situación, de plataforma pasante, nos llevará a determinar las ventanas de tiempo en las que nosotros, o nuestro enemigo, podremos captar lo que está sucediendo en el espacio geográfico de interés.

A esto agregaremos la oportunidad en que el satélite transmite lo captado a una estación terrestre, dependiendo si ésta está dentro de la cobertura de transmisión de datos del satélite al momento de captar la información, o si el satélite debe esperar a un posicionamiento adecuado de su órbita para transmitir la información, o si lo hace hacia otro satélite retransmisor.

Esto por supuesto presentará capacidades y debilidades a explotar en cuanto a las performances del satélite, sea como sensor, sea como plataforma portadora; a la vez que las posibilidades para degradarlo si es del enemigo, o protegerlo si es nuestro.

Al respecto se debe tener en cuenta la condición de propiedad del satélite, ya que éste puede ser propio o del enemigo, de un tercero involucrado con uno u otro, o de un tercero no involucrado que sólo provee un servicio al público en general.

Esta situación de propiedad determinará las condiciones y reglas de empeñamiento para la degradación, las que deberán ser tenidas en cuenta al confeccionar el modelo del satélite, a fin de saber su real disponibilidad y las posibilidades ciertas de degradación llegado el momento.

Esto nos lleva a un planteo crítico: ¿dispondremos del satélite o de su información llegado el momento del conflicto o en los momentos previos?.

No importa si el satélite es nuestro, de un país amigo, o de un tercero no involucrado; las posibilidades que tenemos de protegerlo como plataforma y como sensor son limitadas o casi nulas si nuestro oponente logra la ayuda de un tercero que tenga capacidad para degradar, sea al satélite como plataforma, a su sensor, o al sistema de transmisión y recepción de los datos obtenidos.

Cuando se comenzó con la instalación de sistemas sensores y de comunicaciones en el espacio, Estados Unidos y los principales países del mundo estaban interesados en que el espacio fuera considerado un santuario para el caso de conflictos o guerras, pero cuando cada vez fueron más los que tuvieron acceso a las plataformas espaciales, la postura terminó cambiando, y los mismos que pregonaron el santuario comenzaron a desarrollar armas antisatélites.

Al hablar de armas no sólo debemos considerar a las cinéticas (hard kill – duras) sino también a las no-cinéticas (soft kill – blandas), que no dañaran a la plataforma satelital en sí, pero la degradarán como sistema, sea impidiendo o interfiriendo la captación de su sensor, o la recepción de la transmisión de los datos captados, sea afectando a su sistema de posicionamiento y navegación, o degradando las señales de comando que debe recibir, sean para la plataforma o para el sensor.

Si el satélite sensor utiliza un satélite retransmisor de comunicaciones para transmitir su información, deberemos considerar también a éste en cuanto a sus vulnerabilidades.

El daño no-cinético utilizará las antenas receptoras tanto del satélite como de la estación terrestre o de los retransmisores como puertas de entrada, por lo tanto deberemos tener claro los cubrimientos o campos visuales de estas antenas para determinar las posibilidades que tendrá nuestro oponente o quien esté de su lado para degradarnos.

A esto deberemos agregar, en cuanto a los sistemas de terceros no involucrados que nos proveerán la información como un servicio, que no sabemos si será preciso y oportuno, ante el riesgo de la manipulación de la información o la demora en su entrega.

Recordemos los ciclos de reacción y que la información que debemos recibir debe llegar a nuestros decisores *a tiempo*, para que puedan decidir y hacer actuar a sus efectores antes de que el enemigo cambie la situación.

Por eso debemos ser cautos al utilizar satélites, sea para sensar el espacio geográfico de interés, sea para comunicarnos, ante la incertidumbre de su disponibilidad llegado el momento crítico de las operaciones. Por tanto lo práctico es asegurarnos la redundancia tanto de sensores como de comunicaciones mediante otras plataformas y sistemas además de los satélites.

LOS VEHICULOS NO TRIPULADOS

Son sin duda los que más desarrollo han tenido en los últimos años como plataformas portadoras de sensores, en especial los aéreos.

Han roto la tendencia que había hace unas décadas de plataformas más y más pesadas, más y más complejas, y por lógica, más y más costosas. Su gran variedad hace que sea posible encontrar la solución más adecuada a un costo aceptable, y esto significa que se puede disponer de más captores.

Una de las mayores ventajas es que no tiene emociones a bordo, ni hay necesidades fisiológicas de comer o dormir, ni cansancio, por lo que pueden operar en forma confiable por horas y horas, pero sobre todo, han eliminado el sensitivo problema del prisionero de guerra, y el riesgo de vida de la tripulación.

Su auge se debe al entendimiento de las posibilidades brindadas por la interacción de la tecnología y la innovación en el uso operacional de sistemas de armas y captores no convencionales, potenciados por el impacto que produjeron los resultados obtenidos por los israelíes en el empleo de VNT simples en la batalla del valle de la Bekaa, que llevó a Estados Unidos a replantearse las características que debían tener los VNT.

Si uno hace memoria, recordará que Estados Unidos, a pesar de su tremenda tecnología y desarrollos de ese momento, recurrió a los simples VNT israelíes ya operativos y eficientes.

En el caso de los aéreos y su comparación con las plataformas tripuladas, aquellos presentan ventajas y desventajas. La mayor ventaja, que ha sido la causa del auge en sus desarrollos, es la posibilidad de sacar al humano de a bordo, con todas las implicancias que ello significa, en especial el riesgo de vida.

Características de los Vehículos No Tripulados (VNT - VeNTri – drones)

Desde que se comenzaron a utilizar con una cierta intensidad en la guerra de Vietnam y en las guerras árabe-israelíes, su evolución tecnológica ha sido extraordinaria, no sólo en cuanto a plataformas se refiere, sino en particular en las áreas de los sensores, en la transmisión de los datos recabados, y en la navegación y control.

Los usos y costumbres hacen que en general, cuando se habla de vehículos no tripulados (VNT - VeNTri – drones) se haga referencia a los vehículos en cuanto plataformas, y se dedique poca atención al resto de lo que los transforma en un *sistema*.

Unas páginas antes hicimos una breve descripción de lo que conforma un captor, el que como *sistema* comprende:

- El o los sensores de abordo.
- La plataforma o vehículo portador, que puede ser tripulado o no.
- El sistema de navegación y control de la plataforma, y la transmisión de la información de su posición y navegación.
- El sistema de control del sensor.
- El sistema de transmisión de datos de los sensores desde la plataforma hacia la retaguardia.
- En el caso de los vehículos no tripulados (VNT), la transmisión de comandos para el guiado y navegación de la plataforma, y para el manejo del sensor.

Al hacer que la plataforma portadora del sensor, si es aérea, sea no tripulada, podemos eliminar todo lo que requiere el humano para su vida y confort, como el oxígeno o el asiento eyectable, así como las restricciones y limitaciones que impone la presencia del humano, como las máximas G (aceleraciones) que puede soportar, o el tiempo que de permanencia en estación.

Al hacer que la plataforma no deba asegurar la vida de su tripulación, sus características y performances se modifican notablemente; el resultado es lo que podemos apreciar en el mercado mundial de vehículos no tripulados (VNT), sin prácticamente restricciones en cuanto a la gran variedad de tamaños, formas, técnicas de vuelo, técnicas de lanzamiento y recuperación, y de navegación, guiado y control.

Las únicas restricciones son las de peso y energía que requiere la carga útil, la que comprende al sensor y los sistemas de transmisión de datos, de control del sensor, y de navegación, guiado y control de la plataforma.

A eso se deberán agregar las performances que se requieren en cuanto a alcance del sensor, permanencia, altura, y velocidad.

Al no contar con la presencia de un humano que actúe directamente sobre los mandos y controles de la plataforma y de su sensor, será necesario que todos estos procedimientos sean realizados en forma remota, mediante un enlace operador-VNT de datos y comandos, o

mediante otras técnicas, normalmente automatizadas, que permitan el cumplimiento de la tarea del VNT.

Por eso los sistemas adicionales, que mencionamos recién, que conforman la plataforma de un VNT y que no se requieren en un vehículo tripulado.

Estos sistemas han evolucionado notablemente desde los primeros utilizados en las décadas 60 y 70, sobre todo a fines de los 80s y principios de los 90s, con la aparición de los sistemas de posicionamiento global como el GPS, el GLONASS y el GALILEO, que permitieron el posicionamiento y la navegación precisos de las plataformas.

También contribuyó la digitalización y evolución de las técnicas de transmisión (comunicaciones), que facilitó un mayor flujo tanto de datos como de comandos con anchos de banda reducidos, lo que permitió un control mucho más cierto de la plataforma portadora y sobre todo de su sensor.

Asimismo, la evolución de los sensores en sí, en particular en cuanto a la sensibilidad de sus detectores y su transformación de un detector único a una matriz, permitió el estado del arte del que se dispone hoy en día; sobre todo en cuanto a versatilidad y simplicidad de funcionamiento.

Lo mismo sucedió con la miniaturización, que permitió menores pesos y consumos de energía.

Los Otros Sistemas que Conforman al VNT como Sistema Captor

Pero no todo es panacea, ya que para su operación los VNT van a requerir de varios enlaces de datos y comandos entre la plataforma y su estación de control, que comprenden:

- Datos (VNT-estación) para saber dónde se encuentra la plataforma, y sus actitudes de vuelo, más su estado.
- Comandos (estación-VNT) para el guiado y control de la plataforma.
- Comandos (estación-VNT) para el control del sensor y de la transmisión de los datos que obtiene.
- Datos (VNT-estación) sobre las performances de operación y estado de ejecución de las tareas del sensor.
- Datos (VNT-estación) de la información obtenida por el sensor.

Estos enlaces de comunicaciones significan emisiones y recepciones mediante antenas en el VNT y en la estación de control; y antenas significa vulnerabilidad.

Sabemos que las antenas son las puertas de entrada para que nuestro enemigo: capte lo que estamos emitiendo, y degrade lo que estamos recibiendo.

Por lo tanto, cuando concibamos el uso de VNT, y sobre todo cuando los empleemos, debemos ser cautos y haber tomado todos los recaudos para negarle a nuestro enemigo las posibilidades, sea de captar nuestra información, datos o comandos, sea de degradarlos.

A diferencia de las plataformas tripuladas, los VNT deben tener dos antenas y receptores adicionales que los tornan vulnerables; son los correspondientes a la recepción de los comandos para el control de la plataforma, y los de recepción de los comandos de control del sensor.

Esas antenas tendrán un gran campo visual para asegurar la recepción de las señales de comando; normalmente serán omnidireccionales, y si son direccionales, lo mismo tendrán un gran campo visual, campo visual que será aprovechado por el oponente para entrar y degradar al sistema.

Si el VNT debe penetrar en el territorio enemigo, o entrar dentro de la envolvente del sistema de contramedidas (ataque electrónico) del enemigo, el resultado puede ser catastrófico.

Normalmente los VNT, al no tener un humano a bordo, serán usados sin esa restricción autoimpuesta por el temor al daño que puede recibir el tripulante; y serán empeñados en la profundidad del territorio enemigo, ya que lo único que se pierde en caso de derribo es sólo metal y electrónica.

No obstante debemos considerar que lo que está captando y transmitiendo el VNT puede ser información vital, para nosotros o para nuestro enemigo; y que esa información puede indirectamente producir o evitar bajas humanas, al margen de asegurar o hacer fracasar una operación.

Por eso debemos analizar en profundidad cada operación que realicemos, aunque sea un simple VNT.

Por supuesto, otro aspecto a asegurar es el de la coordinación del movimiento de los VNT aéreos respecto al resto de las aeronaves que operan en la zona, así como también con todos aquellos elementos y sistemas de armas que utilicen el mismo espacio aéreo, como cañones, cohetes o misiles.

Esto ya lo consideramos cuando analizamos la necesidad de un Comando de Control del Espacio Aéreo.

Para los VNT también debemos hacer modelos, en particular de lo referido a alcances y campos visuales, y confrontarlos para las dos situaciones; de nuestros sistemas y de los medios que puede utilizar nuestro enemigo para degradarlos cuando los VNT son nuestros; y de cómo podemos captar lo que emiten y como degradarlos si son del enemigo.

Los Cubrimientos de Detección de los Captores

Haremos un estudio detallado para determinar cuáles serán los cubrimientos para detección de los sensores de nuestro enemigo, lo que nos dará las envolventes de vuelo requeridas, y por tanto las necesidades que tendrá de penetrar o no en nuestro territorio y transformarse en un blanco accesible.

Lo mismo, pero a la inversa haremos con nuestros captadores.

Aunque estábamos hablando de VNT, esto es válido para todo tipo de plataformas captoras, incluidas las efectoras y las de cualquier tipo que posean sensores.

Si hacemos un buen trabajo, que podemos llevar a cabo desde la paz, obtendremos una graficación a superponer como capa o layer en el SIG-GIS, que será parecida a la de las defensas aéreas, pero que representará, mediante burbujas, anillos y ángulos esféricos desplazables sobre el terreno, las posibilidades de detección de los sensores de nuestro enemigo por un lado, y las posibilidades de los nuestros por el otro; en la misma forma que antes vimos cuando hablábamos del cubrimiento de los radares de defensa aérea.

Esta capa o layer deberá ser dinámica, ya que los cubrimientos deberán desplazarse en función de los movimientos de las plataformas portadoras.

Aquí ya podemos percibir que para la representación de los escenarios, sea el estático como el dinámico, necesitaremos hacer una fusión de toda la información y datos que se refieran a lo que se encuentra en el espacio geográfico de interés, sea nuestro, de nuestro enemigo, de terceros, o del ambiente, ya que es la única forma de tener una percepción clara de la situación, percepción que debe ser completa, precisa y oportuna, con la información presentada en tiempo real, para que los decisores puedan tomar *decisiones correctas y oportunas*.

Para la confección de los cubrimientos y campos visuales nos basaremos en las características y performances de los sensores, sea para determinar los campos visuales mediante ángulos volumétricos, sea para determinar los alcances.

En el caso de los alcances, recurriremos a las performances de sensibilidad de los detectores y de emisividad de los blancos en el caso de las detecciones pasivas, y a la potencia de emisión del sensor y la reflectividad del blanco en el caso de las detecciones activas. A lo que agregaremos la transmitancia del medio entre sensor y blanco, y cómo será afectada por las condiciones meteorológicas.

También agregaremos las características particulares de funcionamiento de los sensores para cada situación en particular.

Todos estos parámetros, adecuadamente analizados, nos darán idea de cuál deberá ser el posicionamiento relativo de la plataforma respecto a lo que se debe sensar.

Si contamos con un buen simulador táctico, previo a la operación de reconocimiento podremos hacer correr, visualizar y analizar cada situación, y determinar cómo ésta deberá ser planeada y conformada; normalmente con el apoyo de otros medios y plataformas que aseguren el éxito de la misión.

Uso de los Sensores de los Efectores y de Otras Plataformas de Cualquier Tipo

Nos hemos extendido en el uso de los sensores de las plataformas concebidas específicamente como captoras, pero como ya antes dijimos, debemos recurrir a todo tipo de

información que nos permita apreciar la situación, como los sensores ubicados en plataformas efectoras o en otro tipo de plataformas, y también recurriremos a aquella información que aunque no sea dinámica o reciente, nos permita completar la situación.

A todos estos datos, que normalmente estarán representados por imágenes o por señales o datos electromagnéticos, deberemos fusionarlos, para que, complementándose unos con otros, nos presenten una información lo más completa y detallada posible.

A continuación recurriremos a algunas imágenes para mostrar un ejemplo.

En primer lugar consideraremos la información brindada por los sensores de los efectores.

Si bien tendremos una gran variedad de captosres específicos, la mayoría montados en plataformas aéreas por lo que ya antes vimos respecto a ubicuidad; muchas de estas plataformas, para poder cumplir con su función, y debido al alcance de sus sensores, deberán penetrar en territorio enemigo, e incluso dentro de las envolventes letales de las armas.

Si en los primeros momentos del conflicto hemos hecho un buen trabajo de supresión de defensas aéreas (SEAD) y logrado el vuelo impune a niveles medio y alto, posiblemente nos baste con mover nuestras plataformas por arriba de los 20000 pies para evitar las envolventes letales.

Si no fuera el caso, deberemos analizar el escenario y visualizar las envolventes letales para trazar las navegaciones y penetración hasta el alcance de los sensores de las plataformas.

En algunas situaciones, o si o si deberemos hacer penetrar a las plataformas dentro de esas envolventes si queremos que cumplan con su función.

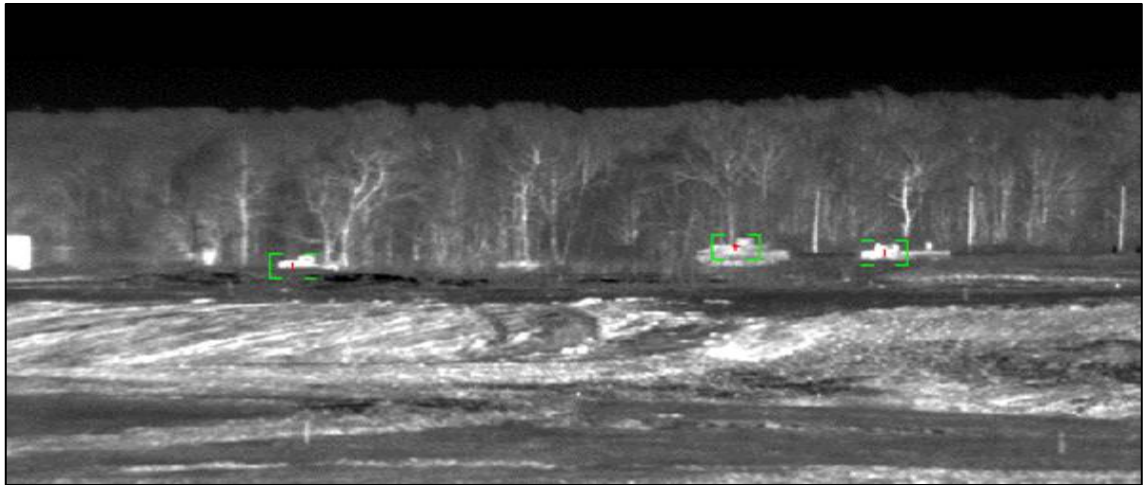
Como normalmente serán VNT, plataformas sin humanos a bordo, no tendremos la aprensión que significa poner en riesgo vidas al momento de decidir enviarlas. No obstante, deberemos tomar todos los recaudos para su supervivencia, porque aunque sólo perderíamos plástico, metal y electrónica, suelen ser elementos de difícil reposición una vez iniciado el conflicto.

Pero tenemos otras plataformas con sensores, los efectores, que no tienen opciones y deben penetrar en territorio enemigo, y a veces dentro de las envolventes letales de las armas para cumplir con su función.

No cuesta nada que esos sensores, además de cumplir con sus funciones para que la plataforma efectora realice su tarea, capten y transmitan lo que sensan hacia retaguardia, hacia los centros de procesamiento y fusión, y hacia los puestos comando en donde esa información, obtenida *en tiempo real*, resulta por demás valiosa a quienes están tomando decisiones.

Basta con colocar en la plataforma efectora un conjunto de dispositivos que permitan darle a lo captado un formato adecuado para su transmisión, y enviar los datos hacia una plataforma retransmisora o hacia un centro de procesamiento, fusión y distribución, o directamente hacia los puestos comando.

La imagen *gr44-FLIR helo* nos permite explicar cómo sería el proceso que acabamos de describir.



gr44-FLIR helo

Es la imagen de un FLIR que puede estar instalado en un helicóptero o en un tanque, y que le permite a su tripulación ver y saber qué es lo que tiene a su alrededor.

El FLIR, además de permitirle al operador de la plataforma en que está instalado *saber qué es lo que está pasando* (situational awareness - tener conciencia situacional), también facilita la detección de blancos y amenazas, los tanques dentro del bosquecillo en este caso, y permite tanto su localización como también su marcación como blancos. Es lo que están indicando los marcos verdes sobre los tanques.

Supongamos que el FLIR está instalado en un helicóptero. La imagen le permitirá al piloto tomar una decisión en tiempo real, sea evitar los tanques si su misión no está relacionada con ellos, sea atacarlos como blancos de oportunidad si tiene el armamento adecuado y resulta conveniente desde el punto de vista operacional.

El helicóptero sin dudas tendrá un sistema de transmisión de datos, para pasar información de su posición y estado, para que la conducción sepa dónde están sus propios medios. Si este sistema tiene suficiente capacidad, y si le hemos conectado el FLIR, estará en condiciones de transmitir automáticamente la imagen FLIR a retaguardia.

El Comandante, al visualizar la misma imagen que el piloto, además de tener información *en tiempo real* de la presencia de los tanques, podrá decidir, también *en tiempo real*, respecto a los mismos.

Si dispone de efectores en condiciones de actuar de inmediato, podrá ordenarles atacar a los tanques, o podrá ordenar a operaciones de su estado mayor que planifique una operación inmediata al respecto, o que sólo lo tenga en cuenta para dentro de un cierto tiempo según convenga.

Al mismo tiempo que este Comandante, el resto de los posibles involucrados e interesados estarán visualizando la situación, que ha cambiado con la presencia de los tanques, y por tanto todos podrán decidir y obrar en consecuencia.

Desde ya, las fuerzas terrestres propias próximas a los tanques habrán recibido la imagen FLIR en el momento en que el helicóptero la transmitía hacia retaguardia, y por tanto ya estarán alertados de su presencia.

Quienes estén trabajando en actualizar el Sistema de Información para el Comando y Control, con este nuevo *¿qué está pasando?*: la presencia de los tanques en el bosquecillo, ya estarán analizando el *¿por qué está pasando?*, para *entender* (understand) la razón de la presencia de los tanques en ese lugar, e irán más allá, hacia la inteligencia predictiva, al buscar *darle sentido* (sense making) a lo que está pasando, mediante la pregunta *¿qué podría pasar?*.

Este *¿qué podría pasar?* dará pie a posibles futuros. Si alguno de estos futuros puede ser beneficioso a nuestro enemigo nos surgirá inmediatamente otra pregunta: *¿qué pasaría si...los tanques concretan ese futuro?*.

La respuesta nos llevará a *adelantarnos* a ese futuro posible que beneficiará al enemigo, haciendo que el Comandante ordene a aquellos efectores que resulten más AFA y estén disponibles, que actúen antes de que los tanques puedan concretar ese futuro.

Vemos que un simple hecho minúsculo, como la captación de los tanques mediante el FLIR de un helicóptero, activa tanto el proceso de análisis de la situación como de la toma de decisión, y el planeamiento correspondiente.

Supongamos que no hemos evolucionado, y que nuestras plataformas no cuentan con un sistema de transmisión de datos.

El piloto del helicóptero nada haría, porque además, debe cumplir con mantener el silencio absoluto de radio.

Cuando después de un cierto tiempo, al terminar de cumplir su tarea, aterrice, se le acercará el personal de inteligencia y procederá a realizarle el interrogatorio de tripulaciones correspondiente.

En ese momento, tal vez una o dos horas después del avistaje de los tanques, el piloto informará lo visto, sin poder dar mucha precisión; probablemente no recuerde la cantidad de tanques, tampoco el tipo o modelo, y sólo la posición aproximada, porque si bien tiene GPS para navegar, no registró su posición en el momento del avistaje.

Al enterarnos, nuestra reacción probablemente será: *si hubiésemos sabido...*

Esta breve suposición nos permite apreciar la enorme diferencia que marca un poco de electrónica a bordo: un FLIR y un GPS (o similar) conectados a un transmisor de datos, que les habría permitido a todos los interesados *ver en tiempo real* lo que estaba viendo el piloto del helicóptero, y con esa información cada cual podría haber actuado según su propia conveniencia; y lo habrían hecho en *forma armónica*, ya que habrían tenido la misma

percepción común; sin necesidad de esperar el aterrizaje para interrogar a un piloto estresado, cuya información tal vez fuese ya tardía.

Haber dotado al helicóptero con la tecnología adecuada significa que, además de la imagen, se posee la precisa posición de los tanques en latitud y longitud, la que se habrá obtenido con un simple *click* del piloto marcando los tanques en su FLIR, ya que al tener las coordenadas de posición del helicóptero, y la posición angular (azimutal) y distancia (mediante un distanciómetro laser – laser rangefinder) de los tanques, automáticamente, junto con la imagen el sistema transmitirá también su posición.

Tomamos la imagen de un FLIR para poder presentar el ejemplo, pero lo mismo habría servido la imagen captada por el piloto mediante su visor IR o de intensificadores de imagen (I2), como el que muestra la imagen *gr45-visor*. Sólo es necesario conectar el visor al transmisor de datos.

El mismo resultado se habría obtenido si el sensor que captó a los tanques hubiese sido el de un tanque, o el de cualquier otra plataforma; y desde ya, sin importar su pertenencia a una u otra organización.



gr45-visor

En general, cuando de sensores de corto alcance y de buena definición de imagen en tiempo real se trate, lo normal que permite la tecnología es recurrir a los FLIR y a los LADAR/LIDAR, que aún con sus campos visuales estrechos y corto alcance, brindan imágenes bastante definidas y fáciles de transmitir, y que permiten tomar decisiones tácticas correctas y oportunas.

El FLIR asegura su funcionamiento con todo tiempo, incluso de noche, y el arte del diseño disponible actualmente ha evolucionado lo suficiente como para permitir que las imágenes sean muy similares a aquellas a las que estamos acostumbrados a ver en el espectro óptico.

El LADAR/LIDAR es un radar que opera en las frecuencias ópticas e infrarrojas, utilizando un laser como transmisor, que puede presentar su información como imagen, con la

ventaja respecto a otros sensores que penetra el follaje y capta lo que éste oculta a los sensores ópticos comunes.

No obstante, a veces la imagen que se obtiene no resultará lo suficientemente detallada para el propósito para el que se la necesita, por lo que habrá que fusionarla con otra u otras que mejoren su definición y nitidez, no importa su origen.

Tomemos por ejemplo la imagen *gr46-FLIR VNT* que corresponde a la captación desde un VNT en la primera guerra del Golfo.



gr46-FLIR VNT

Esta es una imagen insólita, tomada de un video al que nos referimos al principio; la rendición, por primera vez en la historia de la humanidad, de tropas ante un robot.

La usaremos para hacer referencia a la fusión con otras imágenes del mismo lugar, que aunque no son en tiempo real, ayudan a clarificar la imagen que sí es en tiempo real, y que es la que nos interesa.

Vemos que la imagen captada por el VNT no tiene la suficiente definición como para mostrar los detalles y aberturas de los edificios, pero tal vez buscando en nuestros archivos, o en internet, encontremos imágenes del lugar que puedan servir a nuestro propósito.

En este caso, no tuvimos la suerte de encontrar en internet otra imagen del lugar de la rendición, pero recurriremos a la imagen *gr47-3D IGN* que sigue, tomada de google maps y que pertenece al Instituto Geográfico Nacional ubicado en la ciudad de Buenos Aires, que nos sirve para el ejemplo.

Con un poco de imaginación, asumamos que las dos imágenes corresponden al mismo lugar.

La imagen 3D bajada de google nos daría los detalles que no se aprecian en la tomada por el FLIR, y que satisfacen nuestras necesidades de análisis. Con una salvedad importante, no sabremos cuán vieja es la imagen de google, y por tanto ignoraremos si el lugar ha sufrido

modificaciones entre esta imagen y la tomada con el FLIR; pero tiene la suficiente definición como para ayudarnos en nuestra tarea.

Siguiendo con el juego de la imaginación, si la tarea fuese tomar por asalto el lugar, la imagen google nos muestra los edificios con el suficiente detalle como para planear la operación; y estaba a un click de nuestra computadora.



gr47-3D IGN

Vemos que todo sirve al momento de realizar los análisis, y aunque estemos trabajando en el *¿qué está pasando?* del escenario dinámico, recurriremos a todo lo que esté a nuestro alcance para completar y clarificar la información.

A este trabajo de buscar información donde sea, se lo conoce como *data mining* (minería de datos – búsqueda, localización y extracción de datos).

Esta es una tarea de época de paz y para la cual internet resulta sumamente útil, incluso con facilidades para encontrar los datos e imágenes que se buscan.

El problema a resolver es: cómo ordenar los archivos de forma que estén disponibles a un simple click sobre un ícono o sobre un determinado lugar del escenario que estamos visualizando; sin que signifique pérdidas de tiempo, y sin que resulte en un empastamiento de la imagen que estamos analizando.

Por eso es importante, como antes varias veces dijimos, lograr una correcta concepción del sistema de Comando y Control al que aspiramos tener para la conducción de nuestras fuerzas, que nos asegure que las *decisiones* que tomen nuestros Comandantes sean *correctas y oportunas*.

Ya que nos referimos a Google maps, veamos otro ejemplo sobre el uso de información y datos que no son en tiempo real, pero que ayudan a completar la información que tenemos al momento de decidir. Aunque no está referido a una operación militar, nos resulta útil para referirnos a las operaciones urbanas, mostrando de pasada que todo sirve.

Está relacionado con todo lo que tenemos que tener en los layers, capas o máscaras que representen información sobre el SIG-GIS de base, y a lo que ya hicimos referencia varias páginas atrás.

Esta vez hemos recurrido a la ciudad de Génova en Italia y a un paseo turístico. No es una operación militar, pero es válido para presentar el concepto que nos interesa.

La imagen *gr48-atajos* que sigue corresponde al centro de Génova y nos muestra, si fuéramos turistas, como podemos hacer para ir desde el museo de las culturas del mundo en la villa Albertis, en el extremo superior izquierdo del mapa, hasta la iglesia que está en la parte inferior central, pasando por dos lugares con vistas interesantes (belvederes).



gr48-atajos

Si el mapa estuviese limpio, sin nada sobreimpreso, iríamos primero hasta el belvedere Don Ga, y luego retrocederíamos hasta el inicio del paseo, para poder tomar la otra calle, corso Dogali, a la que seguiríamos con todas sus curvas y contracurvas, porque hay una gran diferencia de alturas del terreno entre los dos extremos del recorrido.

Pero al mapa lo hemos bajado del sitio *open street map* de internet; que es un sitio abierto a los senderistas, personas a las que les gusta caminar fuera de los caminos habituales, que suelen utilizar el GPS de su celular para ir graficando por donde caminan, para finalmente subir el recorrido al sitio *open street map*.

Es lo que está sobreimpreso como líneas punteadas en rojo sobre el mapa.

Estas líneas punteadas muestran las pequeñas escaleras, angostos pasillos, estrechos vericuetos y senderos que cruzan jardines, que sólo un lugareño conocería, y que permite tomar atajos para ir de un lugar a otro.

En el ejemplo del paseo turístico, con esta información no necesitamos regresar al inicio del trayecto, porque alguien graficó un estrecho pasadizo a unos pocos metros del belvedere,

que termina en una escalera que lleva a Corso Dogali; y también muestra senderos difíciles de ver a simple vista, que atraviesan los jardines sin necesidad de seguir las calles.

Basta unir (la línea roja continua) estos pasillos, escaleras y demás, para tomar los atajos como si uno fuera un lugareño.

Si ahora llevamos la situación a un combate urbano, podemos apreciar cuán útiles resultan estas líneas de puntos rojos; sea para nuestro beneficio, sea para negárselo al enemigo.

Sólo necesitamos saber cómo hacer el *data mining* adecuado para obtener la información que necesitamos. Y el verdadero problema: ¿cómo hacemos para que esta información esté disponible a un simple click de nuestra computadora, justo en el momento en que la necesitamos?.

Este es el mayor desafío que se presenta cuando se intenta realizar un Sistema de Comando y Control que satisfaga plenamente nuestras necesidades; hay demasiadas cosas a considerar, demasiados factores a tener en cuenta, demasiada información a manipular y adecuar, que debe ser presentada en forma de un *escenario dinámico*, que represente fielmente el *ambiente operacional* en el que debemos tomar decisiones y actuar.

Completaremos el ejemplo con la imagen *gr49-street view* que sigue, también tomada mediante un simple click de nuestra computadora, que nos permite apreciar cuán útil resulta internet como fuente de información.



gr49-street view

La imagen fue tomada de google street view, y muestra la escalera semiescondida entre los árboles del sendero que desemboca en Corso Dogali, y que solo un lugareño conocería.

Como acabamos de mostrar, si hubiésemos estado planeando una operación, gracias a google street view y a open street map, habríamos sido capaces de prever el recorrido por el atajo; y lo hicimos cómodamente sentados frente a una computadora. Por supuesto siempre es

necesario verificar la actualidad y el grado de confiabilidad de la información utilizada, así como el nivel de certeza de lo que hemos deducido, para evitar sorpresas desagradables.

Ya que estamos con esta imagen de la escalera semiescondida, un LADAR/LIDAR que permite penetrar el follaje nos resultaría de suma utilidad para detectar los senderos ocultos a la simple vista.

Como breve conclusión, debemos aprovechar todo aquello que esté a nuestro alcance y nos pueda servir para la tarea que estemos desarrollando. Gran parte de esto lo deberemos haber previsto desde la época de paz, mediante las confrontaciones de los modelos, el análisis de las posibles soluciones, y el *data mining* (minería de datos) para lograr la información más completa posible.

Volviendo a los sensores de los efectores, su uso adecuado complementará aquello que nos brinden las plataformas captoras, muchas veces lo harán sin afectar ni modificar la tarea que tengan asignada como efectores, ya que las imágenes o señales que capten para realizar sus tareas también servirán para alimentar al sistema de información.

Por ejemplo, en un ataque de aviones al suelo, el FLIR del avión atacante que sigue brindará una muy buena información del daño producido por el armamento del avión que lo precedió, sin necesidad de prever una misión específica para evaluar el daño producido (BDA – battle damage assessment).

Lo mismo sucederá con lo que los FLIR hayan captado durante la navegación y penetración a la zona del blanco, que servirá para actualizar la situación en la franja (swath) que barrieron los sensores durante el recorrido.

Otro tanto sucederá con el RWR (alertador de que está siendo iluminado por un radar) o el LWS (alertador de que está siendo iluminado por un laser).

A igual que en el ejemplo que dimos con el helicóptero y los tanques, los aviones tendrán registradas sus posiciones, y las posiciones relativas de las amenazas detectadas, y como esta información habrá sido transmitida hacia retaguardia a medida que era captada, todos los interesados tendrán información actualizada en tiempo real, que les permitirá tomar decisiones.

También podremos aprovechar la capacidad remanente que tengan los efectores, sea en sus sensores, sea en su configuración.

Si en su navegación pasan próximos a una zona que interesa captar, podemos incluir en las tareas de sus sensores la realización de la captación correspondiente. Si tienen una estación de ala libre, que no necesitan para su tarea específica, y la colocación de un determinado pod sensor no afecta a la operación, se lo puede instalar y agregar su operación como tarea secundaria.

Los efectores normalmente estarán acompañados por otras plataformas dentro de un paquete, y sin necesidad de afectar a los efectores, se les puede asignar tareas de reconocimiento a las otras plataformas, sin desviarlas de su tarea principal.

Esto nos presenta otro aspecto a considerar respecto al Sistema de Comando y Control; quien sea el responsable de obtener información mediante los captores, también tendrá necesidad de coordinar el uso de los sensores de los efectores y de cualquier otro tipo de plataformas si quiere aprovechar sus capacidades disponibles, lo que nos lleva a que será necesario incluir, dentro de la organización de Comando, un nivel de *manejo (administración y control)* coordinado de todos los tipos de sensores disponibles; no importa la plataforma en la que estén instalados ni a quién pertenezcan.

La Relación de los Captores con C4ISR o C4ISTAR

Cuando se hace referencia a los *Sistemas de Comando y Control* inmediatamente surge el acrónimo C4ISR, a veces C4ISTAR, y no tan a menudo RSTA.

El más comúnmente utilizado es C4ISR.

Lo acuñó Estados Unidos, lo adoptaron todos los países del mundo, y muchos lo usan por ser un término de moda, sin prestarle atención al concepto que encierra cada letra.

¿Qué es el C4ISR, o más correctamente C⁴ISR?. Separemos y analicemos las letras y la cuarta potencia para entender su significado.

Si hacemos un poco de historia sobre estos acrónimos, vemos que fueron evolucionando a partir de un primer concepto simple: cuando en los años 60s y 70s se comenzó a profundizar sobre los sistemas de Comando y Control, Estados Unidos, como es de uso común en sus documentos, abrevió el término utilizando C².

Como veremos a continuación, todo lo que se desarrolló posteriormente está relacionado con estas dos primeras C, las de *Comando y Control*, que representan al *Sistema de Toma de Decisión*, y que se usaron durante muchos años luego de que se expresara el concepto y se acuñara C² para representarlo.

El concepto se refiere a la Conducción, al ejercicio del Mando, y al Control del cumplimiento de sus decisiones. Por eso por ejemplo en España se usa el término *Mando y Control* en lugar de Comando y Control.

Pocos años después, al tomarse conciencia de que para el correcto funcionamiento de ese C² era necesario recurrir intensivamente a la transmisión de datos e información, y que por lo tanto era de suma importancia contar con redes de *comunicaciones* adecuadas, Estados Unidos primero, seguido después por el resto del mundo, le agregaron una tercera C al C², la de Comunicaciones, y se comenzó a hablar de C³.

Como para la toma de decisiones era necesario contar con una muy buena *Inteligencia*, pronto se le agregó una I al acrónimo, resultando en C³I.

Cuando se produjo el auge de uso de las *Computadoras* para poder manejar toda la información y datos necesarios, los partidarios de ellas reclamaron su lugar en el acrónimo; y se empezó a hablar de C⁴, y a veces de C⁴I.

Finalmente, se tomó conciencia que para disponer de la inteligencia adecuada era esencial obtener información sobre los medios y elementos que se encontraban en el ambiente operacional, y que en particular era necesario obtener suficientes datos e información sobre las fuerzas enemigas, en procura de lograr repuestas al *¿qué?, dónde? y ¿qué está pasando?*.

Esto le dio un gran impulso a los sensores y sus plataformas captoras, y a las actividades que estos desarrollaban, con lo que apareció la *R* de Reconocimiento, para detectarlos y localizarlos; y como también era necesario seguir su evolución, vigilar el comportamiento de esos medios y elementos, surgió la *S* de Surveillance (vigilancia).

Con lo que el *Reconocimiento*, y la Vigilancia (*Surveillance*), obtuvieron sus letras en el acrónimo, que pasó a ser *C4ISR*; dejando de utilizarse el 4 escrito como la potencia de *C*.

Así llegamos al acrónimo que representa a la *toma de decisión*, y a todos los medios que intervienen para su logro:

C2: Comando y Control
+
C2: Comunicaciones y Computadoras
+
I: Inteligencia
+
SR: Surveillance (vigilancia) y Reconocimiento

Estas *S* y *R* están directamente ligadas con los captores, ya que éstos constituyen la esencia de los medios que permiten la detección, localización, reconocimiento, y seguimiento de la evolución de los medios y elementos que se encuentran en el ambiente operacional; sean de nuestro enemigo, nuestros, de terceros, o del ambiente geográfico. Y constituyen la base de sustento que da inicio a todo el sistema de Comando y Control.

En cuanto a la *I* de Inteligencia como concepto, está directamente relacionada con el Sistema de Información, pero abarca mucho más que la inteligencia, o lo que se conoce como el ciclo de inteligencia, ya que se refiere a todo el proceso, desde que los *datos* de los sensores y otras fuentes se transforman en *información*, y ésta en *conocimiento*, hasta que se alcanza el *conocimiento dominante del espacio de batalla*.

Por eso en el presente análisis evitaremos hablar del ciclo de inteligencia, porque al nombrarlo, los usos y costumbres tradicionales hacen que en forma inconsciente reduzcamos nuestro campo de visión, el que debe abarcar *todo* el proceso del Sistema de Información, como lo muestra el gráfico *gr14-sistema de información* de página 67.

Como resumen, debemos montar una organización que nos asegure que haremos un uso optimizado, armónico, y oportuno, de todo lo que nos permita captar datos e información. Una organización que también asegure que el producido será distribuido a todos los interesados a tiempo para que tomen sus decisiones.

Al considerar las letras *S* y *R*, podemos recurrir al Glosario de NATO para conocer las definiciones de Surveillance (Vigilancia) y Reconnaissance (Reconocimiento):

- Vigilancia (Surveillance): La observación sistemática del aerospacio, las áreas de superficie o sub superficie, lugares, personas, o cosas, mediante medios visuales, aurales, electrónicos, fotográficos, u otros.
- Reconocimiento (Reconnaissance): Una misión ejecutada para obtener, mediante observación visual u otros métodos de detección, información sobre las actividades y recursos de un enemigo o potencial enemigo, o para asegurar datos concernientes a las características meteorológicas, hidrográficas o geográficas de un área particular.

En realidad lo que más nos interesa no son las definiciones sino los conceptos que estos términos implican, para poder relacionar con ellos a las diferentes características y performances de los sensores y de las plataformas captoras; y determinar las diferencias entre sensores aptos para vigilancia, para reconocimiento, o para ambas actividades.

Las definiciones de NATO ya nos muestran una primera diferencia; los sensores para vigilancia deben tener permanencia, persistencia, mientras que el reconocimiento es una tarea que puede ser discontinua.

Hay otro aspecto que marca también las diferencias, es la de las distancias a las que los sensores pueden satisfacer una u otra actividad, o sólo una.

Cuando se confrontan las performances de los sensores con las características de los medios o elementos que deben captar, normalmente surgen tres valores de distancias o cubrimientos: de detección, de reconocimiento, y de identificación.

Por ejemplo, la mayoría de las cámaras de imagen térmica (infra roja – IR) que se instalan en plataformas terrestres pueden captar un blanco:

- Detectándolo entre los 9000 a 10000 metros.
- Reconociéndolo entre los 3500 y 5000 metros.
- Identificándolo entre los 1800 a 2500 metros.

La capacidad de detección nos sirve para la vigilancia, incluso aunque el sensor por sus características no tenga posibilidad de realizar reconocimiento, como puede ser un IRST (infra red search and track – búsqueda y seguimiento por IR) que sólo nos avisará de la presencia de un objeto, y de su posición angular relativa. La de reconocimiento en cambio, justamente, nos permitirá reconocer el tipo de plataforma o medio detectado.

Estas características, más otros factores, marcan la diferencia entre vigilancia y reconocimiento; por eso las S y R.

Pero lo que a nosotros interesa, el concepto de base para nuestro análisis, es que en un principio debemos disponer de sensores que aseguren el cubrimiento del espacio geográfico de interés, en particular toda el área donde puedan actuar las plataformas de nuestro enemigo, y sobre todo, en los pasos estrechos y lo terrenos claves (llaves).

Debemos asegurar que la Vigilancia será completa y permanente; y para ello necesitaremos recurrir a todos los sensores disponibles.

Por ejemplo, nuestras plataformas terrestres, tanques u otros vehículos, tendrán probablemente sensores que les brinden conciencia situacional (situational awareness – *saber qué está pasando* a su alrededor) y los alerten de las posibles amenazas a las que pueden quedar expuestos.

Según el grado de conciencia que tengamos para asegurar la operatividad y la supervivencia de nuestras plataformas, las habremos dotado con sensores que pueden ser: un FLIR (visión IR hacia adelante) o unIRST (búsqueda y seguimiento mediante IR), junto con un LWS (alerta de que está siendo iluminado por un laser) o un MWS (alerta de que le han lanzado un misil).

Estos sensores le brindarán información a cada plataforma de lo que sucede a su alrededor, probablemente en los 360° y hasta unos 10 km.

Si como vimos al utilizar el ejemplo en página 162 del piloto de helicóptero que detectó tanques en un bosquecillo, la información captada por el FLIR oIRST de todas nuestras plataformas desplegadas en el terreno es enviada a los puestos comando y unidades próximas; aquellos que deben tomar decisiones sabrán qué está pasando en esos 10 km de radio.

Si aplicamos un concepto que recién está comenzando a surgir, tanto para captores como para efectores, el de *enjambres* (swarm), tomado justamente de los enjambres de las abejas que actúan todas juntas y coordinadas, y fusionamos la información proveniente de los pequeños sensores de todas nuestras plataformas distribuidas en una determinada área, lograremos cubrir una gran extensión de terreno.

Este concepto de *enjambres* presenta la ventaja, respecto a los grandes sensores, que el cubrimiento se hace pegado a la superficie de la tierra, y la captación es desde diferentes posiciones y ángulos, lo que casi elimina los apantallamientos de las elevaciones del terreno, arboledas y otros obstáculos.

Desde ya, el elemento crítico de un sistema de este tipo estará fijado por la gran cantidad de transmisiones de datos, y que estas deben serlo en tiempo real, porque las plataformas se mueven.

Volviendo al concepto de base, para tener certeza de que la vigilancia es completa haremos una confrontación entre los medios enemigos y la orografía del espacio geográfico de interés, que ya tenemos y que obra en el GIS-SIG, y los cubrimientos de nuestros sensores.

Por ejemplo, si consideramos determinado tipo de tanque o vehículo que posee nuestro enemigo, el GIS-SIGeoreferenciado nos permitirá visualizar las áreas que puede transitar, lo que nos llevará a asegurarnos que esas áreas estarán permanentemente cubiertas por los captores, con sensores aptos para detectar a los tanques o vehículos apenas aparezcan.

Esto significa lograr un óptimo cubrimiento geoespacial y una persistencia continua sobre toda la zona de transitabilidad, sin dejar ningún resquicio por donde se puedan filtrar o pasar desapercibidos.

Para ello habremos confeccionado máscaras o capas (layers), que alimentadas en tiempo real debido al movimiento de las plataformas portadoras de los sensores, nos mostrarán los cubrimientos integrados de los captosres, y superponiendo la adecuada con la de transitabilidad del terreno, podremos apreciar si nuestro cubrimiento de vigilancia es correcto.

Tendremos disponibles diferentes capas o máscaras, porque el alcance de los cubrimientos varía con el tipo de plataforma o medio a detectar, y por tanto habrá diferentes situaciones que deberemos considerar.

No basta con *detectarlos*. También se requiere que desde que son detectados, por ejemplo los tanques o vehículos que antes mencionamos, nuestros efectores estén en condiciones de actuar sobre ellos antes de que sean ellos los que: o actúen como amenazas, o se oculten como blancos.

Para ello necesitaremos *reconocerlos*, para determinar cuáles son los efectores más AFA para actuar sobre ellos.

Por tanto tendremos al menos dos tipos de cubrimientos de nuestros sensores; para detección (vigilancia) y para reconocimiento.

Normalmente usaremos diferentes tipos de sensores, y fusionaremos lo captado por todos ellos para asegurarnos la detección. Así, si tenemos sensores de imagen en el espectro óptico, deberemos complementarlos con sensores de imagen térmica (en el infrarrojo) para poder detectar a los objetos que estén utilizando un enmascaramiento que sólo sirve para ocultarse en el espectro óptico.

Uno de los problemas a resolver será la falta de suficientes sensores para cubrir todas las tareas.

Esto nos muestra, como ya adelantamos unas páginas antes, que se requiere que haya un organismo que se encargue del manejo (administración y control) de todos los sensores disponibles, no importa su pertenencia o plataforma en la que esté instalado.

Para terminar con el concepto de Vigilancia (Surveillance), ésta se realizará de dos formas:

- Vigilando áreas determinadas propias para que no sean vulneradas, bajo el concepto de *seguridad de área* (area security), y para asegurar el empleo de otras áreas de interés. Estas áreas comprenden aeródromos, bases de operaciones adelantadas (FOB), facilidades, lugares de concentración de fuerzas y medios, líneas de comunicaciones, columnas de vehículos, rutas principales, y terrenos claves (llaves).
- Buscando, detectando, y siguiendo cualquier tipo de móvil que pudiese aparecer en el espacio geográfico de interés, principalmente en el frente de combate y más allá, en especial los posibles corredores de penetración.

Así como hemos considerado el uso de nuestros sensores de todo tipo montados en cualquier plataforma, lo mismo deberemos hacer respecto a la contraparte enemiga.

Trataremos de determinar sus cubrimientos y performances, y también haremos modelos, que colocaremos sobre el escenario, para apreciar qué es lo que el enemigo posiblemente esté captando, encontrar los huecos y fisuras por donde se puedan desplazar y actuar nuestros medios, y determinar aquellos sensores que nos molestan y deberán ser degradados previo a, o en el momento en que realicemos determinadas operaciones.

Usaremos sensores para captar los sensores del enemigo. Cuando los sensores son activos, resulta fácil su detección, identificación y localización. No sucede lo mismo cuando son pasivos, pero podemos recurrir a alternativas, por ejemplo, si están a bordo de plataformas aéreas, sean tripuladas o no, podremos captar las transmisiones de datos plataforma-centro de procesamiento o retransmisor; si es un VNT también podremos captar las señales de comando centro de control-VNT.

En estos casos también podremos detectar y localizar a las plataformas portadoras mediante radares de vigilancia aérea, o mediante los sensoresIRST de nuestras plataformas terrestres cuando las plataformas captoras enemigas se encuentren próximas a nuestras fuerzas.

Como antes dijimos, es conveniente y redituable que todas nuestras plataformas terrestres tenganIRST o FLIR. Son pasivos, y por lo tanto no pueden ser detectados por sí, y el cielo es un muy buen fondo para la detección IR, sea de helicópteros o VNT.

Sólo es necesario que las plataformas puedan transmitir la información hacia retaguardia cuando tengan alguna detección.

Estos sensores en plataformas terrestres brindan otro beneficio por demás interesante, ayudan al Sistema de Defensa Aérea, ya que detectan todo lo que vuela a baja cota a 10 km de la ubicación de la plataforma portadora.

Si además hemos aplicado el concepto de *enjambre* (swarm), habremos asegurado el cubrimiento de detección sobre nuestras fuerzas y diez kilómetros a la redonda; con el agregado de otra ventaja, los sensores son muchos y dispersos, y por lo tanto no resulta tarea fácil para nuestro enemigo suprimir o degradar en forma notoria esa capacidad de detección.

Si la información además va a todos, todos estarán alertas por las posibles amenazas, sean efectoras o captoras; buscarán protección por un lado, y por el otro contribuirán con los medios que tengan a disposición para degradarlas.

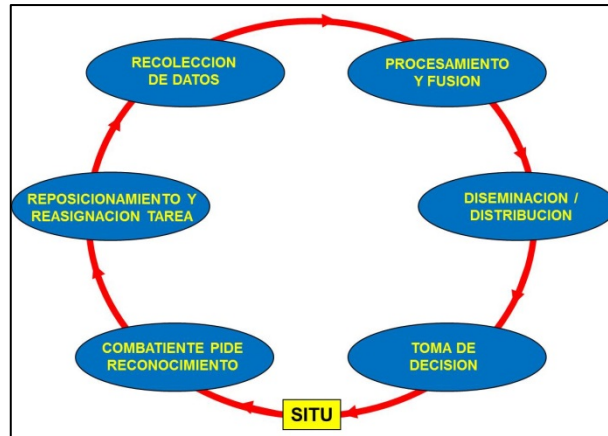
Sólo se necesita un muy eficiente sistema de transmisión de datos, otro de fusión de la información, y otro de su distribución a todos los interesados; todo ello hecho a tiempo, antes de que el enemigo haya actuado.

Este es el verdadero problema, el de los tiempos involucrados desde que se captan los datos hasta que llegan a todos los interesados; al que se suma, como vemos, la necesidad de óptimas redes de comunicaciones y computadoras; las tercera y cuarta C del C4ISR.

Es el mismo problema cuando se trata del *reconocimiento* (reconnaissance); al que se agrega el de los tiempos para el reposicionamiento y reasignación de tareas al captor.

El reposicionamiento es muchas veces lo más crítico, ya que depende de las performances de la plataforma portadora del sensor, sea de velocidad para posicionarse oportunamente, sea de autonomía para permanecer en estación el tiempo suficiente que la tarea demande.

A estos tiempos los podemos representar como un ciclo, en el que consideramos todo el proceso desde que se efectúa el requerimiento hasta que los decisores deciden y actúan en función de la información que les llega; es lo que muestra el gráfico *gr50-ciclo reconocimiento*.



gr50-ciclo reconocimiento

También es un ciclo de reacción, que está encestado en los otros, que se enfrentará a los ciclos de nuestro enemigo como amenaza y como blanco; y deberemos asegurar que estará por dentro, que será más rápido, que los ciclos de nuestro enemigo.

El ciclo de nuestro enemigo *como amenaza* es el tiempo que esta tardará para actuar y cambiar la situación según el deseo del enemigo.

El ciclo de nuestro enemigo *como blanco* es el tiempo que el medio o plataforma del enemigo permanece expuesto como blanco.

Tomando un ejemplo de la guerra del Golfo: las rampas móviles de SCUD. Las fuerzas de la coalición siempre llegaron tarde, sea el SCUD como amenaza, porque no pudieron impedir sus lanzamientos, sea como blanco, porque las rampas ya habían desaparecido para cuando llegaban los efectores de la coalición para atacarlas.

A lo considerado hasta acá, debemos agregar que nunca tendremos captores suficientes, y el reposicionamiento y reasignación de tareas casi siempre producirán deficiencias de cubrimiento y de persistencia. Deficiencias que tendremos que tener claramente visualizadas en el escenario, para no descuidar huecos o fisuras en el cubrimiento que podrían ser aprovechadas por el enemigo.

Como ya dijimos, y reiteramos, es importante que en nuestra estructura de conducción contemos con un organismo que se encargue del manejo (administración y control) de todos los

sensores disponibles, no importa su pertenencia, para asegurar un cubrimiento y una persistencia óptimos.

Lo que hemos ido analizando también nos ha mostrado que nuestros tomadores de decisión, y los órganos operaciones de los estados mayores, al momento de cumplir con sus tareas deben pensar en algo más que en planear las tradicionales operaciones ofensivas.

El TA de C4ISTAR o de RSTA

El acrónimo C4ISR siguió evolucionando; y se le agregó TA por Target Acquisition (*adquisición de blancos*), convirtiéndose en C4ISTAR. También surgió el acrónimo RSTA, de Reconocimiento, (S)Vigilancia, y (TA)Adquisición de Blancos.

La importancia que se le dio al concepto de uso de los captores para adquisición de blancos, que llevó al agregado del TA, se debió a la precisión geoespacial que es necesario lograr para que la información resulte útil para el ataque a esos blancos.

Sucede que a veces tenemos captores con capacidad para detectar los medios y plataformas de nuestro enemigo, e incluso reconocerlos, pero que no tienen capacidades adecuadas para localizarlos con la suficiente precisión como para adquirirlos como blancos.

Esto generó nuevos desarrollos en las performances de los captores en cuanto a precisión de geolocalización, para hacerlos aptos para esa tarea de TA (adquisición de blancos), y apareció un nuevo concepto, el de TLE (*Target Location Error* – Error de Localización del Blanco), que es similar y está relacionado con el CEP (*Circular Error Probable* – Error Circular Probable) del armamento.

Por tanto debemos hacer un distingo entre aquellos captores cuyos sensores tienen capacidad para TA, y los que sólo son aptos para RS.

Ese TLE (error de localización del blanco) será función de la precisión en la geolocalización de los blancos que requiere el sistema de arma a utilizar para atacarlos; precisión que a su vez depende del CEP (error circular probable) del arma en cuanto a la dispersión de su munición; el que a su vez depende del radio de efecto de la munición.

Tomando como ejemplo a la munición guiada Excalibur de artillería; ésta tiene un radio de efecto de: 10 metros para dañar un blanco ligeramente acorazado, 20 m para dañar material por esquirlas, y 30 m para afectar a personal expuesto; por lo que el TLE para dañar material y personal que necesita tener el captor que le adquiera el blanco es de al menos 20 metros.

El TLE también dependerá del nivel de daño buscado según la munición utilizada.

En resumen, para atacar a un determinado blanco:

- definiremos el grado de daño deseado;
- éste nos definirá al efector más AFA que lo puede realizar;
- de él tendremos el radio de efecto para lograr el daño deseado, y el error circular probable;

- estos parámetros nos indicarán el TLE (error de localización del blanco) requerido;
- y así obtendremos el sensor que lo satisface.

Al considerar el TLE requerido, que acotará al sensor seleccionado para la adquisición del blanco, su valor estará sujeto a la forma en que se realizará el guiado final del proyectil o munición. Por ejemplo, si el proyectil fuese el 155 Bonus, un TLE de menos de 100 metros resulta satisfactorio, por lo que muestra la imagen derecha de *gr51-bonus antitanque*.

Todo esto ya lo habremos realizado desde la época de paz, y lo habremos transformado en modelos para todos los tipos posibles de blancos que podríamos enfrentar; modelo al que accederemos mediante un simple click relacionado con el blanco y que nos presentará: efector y captor más AFA.

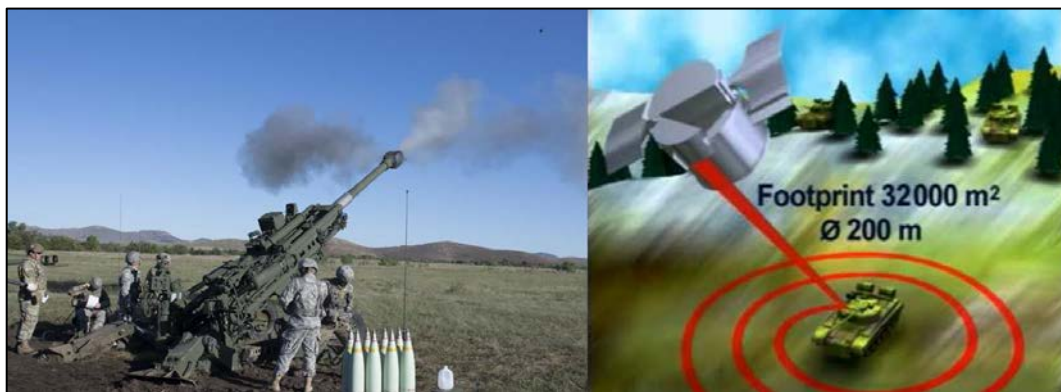
A propósito de los sensores para la localización de los blancos, si no tienen capacidad para medir distancias, por ejemplo por ser IR, necesitarán un distanciómetro laser (*laser range finder*) para determinarlas; lo que lleva a que el que posiblemente sea el blanco deberá tener un LWS (*laser warning system*) que le advierta que está siendo iluminado por un laser, con lo que sabrá de la presencia del captor que lo está adquiriendo como blanco.

Como vemos, todo está relacionado; por lo que volvemos al principio del trabajo, cuando hablábamos de que era importante la confección de modelos de todo, lo nuestro y lo de nuestro enemigo; modelos que nos darán idea de las verdaderas situaciones que enfrentaremos, y nos ayudarán a tomar decisiones *correctas y oportunas*.

Nos referimos al Excalibur como ejemplo, pero vale para todo tipo de proyectiles, desde los de mortero a los que antes eran cohetes múltiples y ahora son proyectiles guiados; algunos ya diseñados en forma específica contra determinados tipos de blancos, como el 155 BONUS de Bofors que muestra la imagen *gr51-bonus antitanque*.

La precisión que se logró llevó desde hace ya varios años a un nuevo concepto en la forma de guerrear actual, en donde ya no es más necesario batir una zona para dañar un blanco; si poseemos la tecnología adecuada y la utilizamos en forma correcta, el resultado será:

un proyectil = un blanco



gr51-bonus antitanque

Otro aspecto a tener en cuenta cuando se habla de captores y sensores para TA, es que para satisfacer ese TA se necesita la *identificación* del blanco, para evitar errores que provoquen daño colateral o fratricidio.

El fratricidio lo podemos solucionar si tenemos un muy buen sistema de información sobre las posiciones de todas y cada una de nuestras plataformas, medios, y emplazamientos. A este aspecto ya lo analizamos varias páginas atrás.

El daño colateral es un problema, sobre todo en operaciones urbanas, en donde los blancos están demasiado próximos y entremezclados con personal y medios que no están involucrados en el conflicto.

Esto hace que se requieran sensores con muy buenas performances para asegurar la identificación de los blancos y su discriminación del resto del entorno. Lo común será el uso de sensores de imagen, sean ópticas, infrarrojas, o de laser, pero también se podrá recurrir a sensores de señal y aurales.

En el caso de las imágenes, deberemos asegurarnos que haya una relación adecuada entre el pixel del sensor y el pixel del blanco, relación que será función de la distancia entre ambos y del campo visual instantáneo del sensor. Y como mencionamos, influirá muchísimo el ambiente operacional donde se encuentre el blanco, por ejemplo un ambiente urbano.

También podremos recurrir a una característica particular o impronta (firma) propia e identificatoria del blanco.

Como resumen, deberemos tener perfectamente claro cuales plataformas captoras y sus sensores nos sirven para (S)Vigilancia, cuales para Reconocimiento, y cuales son adecuadas para (TA)Adquisición de blancos.

El Manejo (administración y control) de los Captores (y sensores de otras plataformas)

Resulta práctico que hagamos un pequeño repaso de lo que hemos analizado hasta aquí, ya que los *captores*, y su *manejo* (administración y control) nos asegurarán las respuestas al *¿qué está pasando?*, que es la base sobre la que se soporta todo el proceso posterior del *Sistema de Información*, lo correspondiente al *nivel cognitivo*.

En las primeras páginas hicimos un planteo de todo lo que se debía hacer para que quien tuviera que tomar decisiones lo pudiera hacer en forma correcta y oportuna. Hablamos del *ciclo de reacción*; de su relación con el *Sistema de Comando y Control*, y de la subdivisión de éste en:

- Un *Sistema de Información*, que brindase a los decisores un *conocimiento dominante del espacio de batalla*.
- Un *Sistema de Toma de Decisión y Planes*, que basado en ese *conocimiento dominante del espacio de batalla*, facilitase a todos los tomadores de decisión el correcto planteo de los diferentes cursos o modos de acción (MMAA), y la elección del mejor de ellos en

procura de lograr el *efecto deseado*; modo de acción que se plasmará mediante la generación de planes y órdenes.

Esos planes, transformados en órdenes, harán que los efectores logren el *efecto deseado*.

También vimos que el *Sistema de Información*, para culminar en el *conocimiento dominante del espacio de batalla* como producido, requiere todo un proceso que comenzando con los *datos* obtenidos por los sensores, los va a transformar primero en *información*, y luego, utilizando la capacidad de raciocinio de los humanos, en *conocimiento*; conocimiento que se irá profundizando con el análisis y permitirá incluso apreciar cual podría ser la posible evolución de la situación hacia el futuro, con lo que estaríamos trabajando con *inteligencia predictiva*.

Para facilitar el desarrollo de toda esta evolución, desde los simples datos que aportan los captores, hasta la presentación de la situación a todos los que toman decisiones para que tengan un conocimiento dominante del espacio de batalla, recurrimos a una serie de preguntas, cuyas respuestas van llevando a profundizar tanto la información como el conocimiento.

DATOS de captores

¿qué hay? y ¿dónde está?

¿qué está pasando?

¿por qué está pasando?

¿qué podría pasar?

posibles futuros

¿qué quieren que pase?

futuros deseados

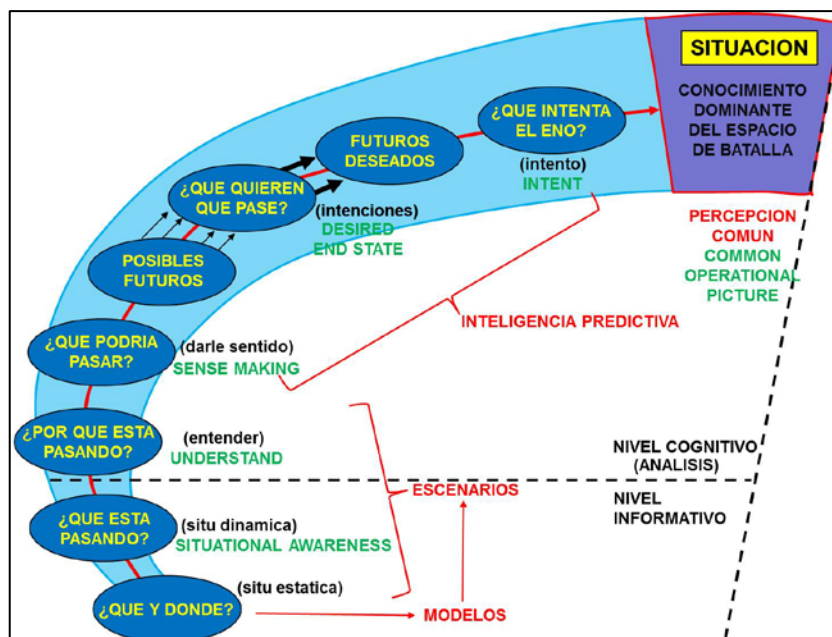
↓ ¿qué intenta hacer el enemigo?

CONOCIMIENTO DOMINANTE del espacio de batalla

Esto es lo que mostramos en los gráficos *gr1-ciclo reacción* de página 12 y *gr14-sistema información* de página 67, los que volvemos a reproducir como gráficos *gr52*, y *gr53*.



gr52(gr1)-ciclo reacción



gr53(gr14)-sistema de información

Al fusionar los conceptos expresados por los diferentes términos de estos dos gráficos lograremos la base para analizar cómo debe ser el *manejo de los captores*, entendiendo por tal *la administración y el control* de todos los sensores disponibles.

Ya con anterioridad vimos que el proceso que muestran los gráficos comienza basándose en las respuestas al *¿qué tiene?*, *¿dónde lo tiene?* y *¿qué está haciendo?* nuestro enemigo. Preguntas que, al incorporar nuestras propias fuerzas y todo aquello que interviene para conformar el ambiente operacional, se transforman en *¿qué hay?*, *¿dónde está?*, y *¿qué está pasando?*.

Estas son preguntas cuyas respuestas conforman el *nivel informativo* del proceso.

En página 68 vimos que la base sobre la que se apoya este *nivel informativo* es el *nivel físico*, conformado por los *captores* y todo otro elemento que brinde datos e información.

El resultado del nivel informativo a su vez será la base para el nivel siguiente, el *cognitivo*, en donde buscaremos respuestas al *¿por qué está pasando?* y *¿qué podría pasar?*, que nos llevarán a los *futuros posibles*, y de éstos determinaremos cual es el que *nuestro enemigo* desea que se concrete, y cuál es el que *nosotros* haremos que se concrete, y que constituirán los *futuros deseados*.

Probablemente nuestro enemigo *intentará hacer* movimientos y operaciones para lograr su *futuro deseado*, pero estaremos atentos a ello permanentemente mediante la pregunta *¿qué intenta hacer el enemigo?*, de forma de actuar antes.

Finalmente, este *análisis cognitivo* ofrecerá a los Conductores un *conocimiento dominante del espacio de batalla*, cuya decisión nos llevará a la concepción de los modos (cursos) de acción que procurarán obtener dos objetivos paralelos.

- Lograr nuestro futuro deseado.
- Negarle al enemigo su futuro deseado.

Y para concretar estos objetivos recurriremos a los *efectores*.

Concentrándonos ahora en el *nivel físico* inicial, en él están los captores con sus sensores, sobre los que ya estuvimos hablando; y en los que incluimos también a los sensores de los efectores y otras plataformas, y a todo tipo de información o datos que nos resulten de utilidad para saber *qué está pasando*.

Si prestamos atención a lo que sucede en todo el proceso, desde los *simples datos* captados por los sensores, hasta llegar al *conocimiento dominante del espacio de batalla*, vemos que en realidad todo siempre termina girando alrededor de la pregunta: *¿qué está pasando?*.

Unas páginas antes estuvimos viendo que son los sensores de los captores y de cualquier otra plataforma los que están en mejores condiciones para dar respuesta a ese *¿qué está pasando?*, debido a sus características y performances, sobre todo de ubicuidad y oportunidad.

Si profundizamos el análisis sobre ese *¿qué está pasando?* vemos que está relacionado con el *¿qué?* y el *¿dónde?*, porque estos constituirán la información de base sobre la que se asentará el *¿qué está pasando?*, como muestran los gráficos.

El *¿por qué?* y el *¿qué podría pasar?* parten en sus análisis de ese *¿qué está pasando?*, y recurren permanentemente a él cuando necesitan más información.

Lo mismo sucede con lo que *intenta hacer* nuestro enemigo, necesitamos saber *¿qué está pasando?* para negarle lo que intenta hacer.

Cuando los Comandantes están por tomar sus decisiones, ellos también quieren saber *¿qué está pasando?*.

Otro tanto ocurre durante el planeamiento para elegir el mejor modo de acción: *¿qué está pasando?*.

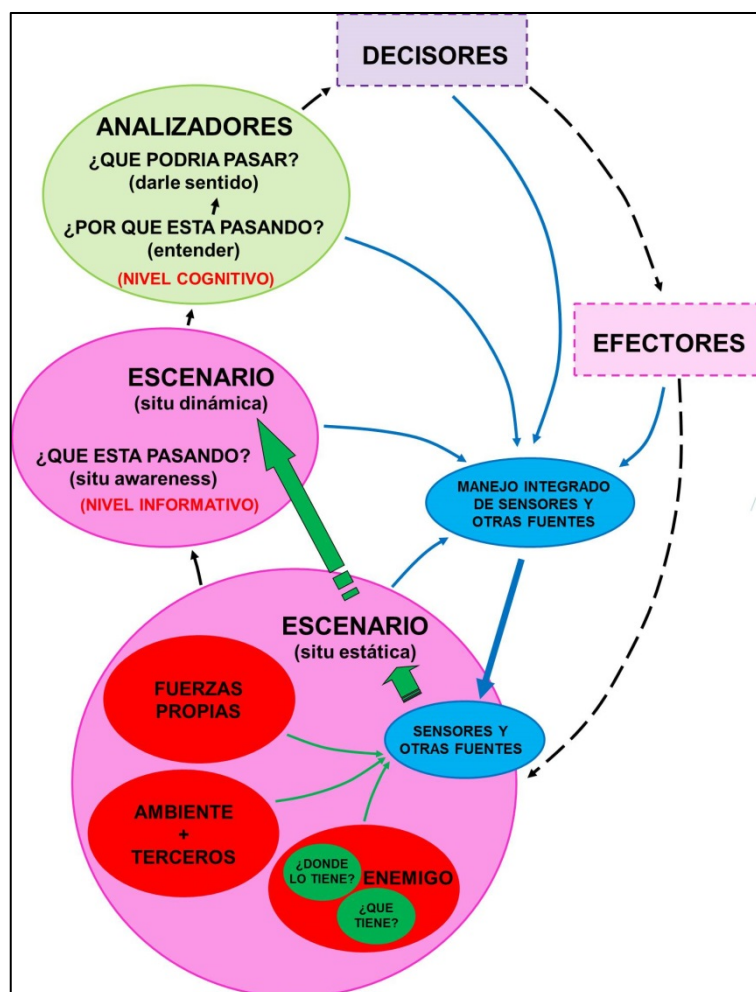
Nuevamente, cuando los efectores están ejecutando su misión, la pregunta tanto de ellos como de los que los están controlando será: *¿qué está pasando?*.

Como es fácil deducir, vemos que todos los que participan del guerrear, sea como tomadores de decisión o sus estados mayores, sea como efectores, recurren al *¿qué está pasando?*.

También vimos que lo más adecuado para dar respuesta a ese *¿qué está pasando?*, es utilizar la información brindada por los captores y sus sensores; en particular los que se encuentran en plataformas aéreas, las que poseen más *ubicuidad*, porque permiten ser posicionadas rápidamente y normalmente sin problemas de distancias y permanencia, lo que les da la posibilidad de estar en el lugar adecuado en el momento adecuado.

Con estos conceptos como base, podemos realizar el siguiente gráfico *gr54-manejo sensores*, que mostrará, dentro de la secuencia del proceso del Sistema de Información, y

también en el resto del ciclo de reacción, aquellas partes que acabamos de describir que se relacionan con el uso de sensores y captores.



gr54-manejo sensores

Vemos que los *captadores*, entendiendo por tales a todo tipo de sensores y medios de obtención de datos o información, alimentan a una gran cantidad de usuarios de todos los niveles y fases del proceso de Comando y Control.

Cada usuario tendrá sus propias necesidades de información, en diferentes lugares del espacio de interés donde se desarrollan las acciones, y todos necesitarán que esa información les llegue en tiempo real y en forma continua, como muestra el gráfico *gr50-ciclo reconocimiento* de página 176.

Esto requiere un adecuado manejo de los captadores, el que será realizado en función de las prioridades que fije la situación del espacio de batalla, tales como: operaciones en desarrollo, tropas en contacto, aprestos o inicio de determinadas operaciones por parte del enemigo, y otras necesidades de información que serán normalmente establecidas y requeridas por los Comandantes operacionales y sus componentes.

Ello demandará una distribución geográfica de los captores para cubrir todos los lugares, en especial aquellos que son de pasaje obligado para las fuerzas terrestres y las líneas de aproximación.

Por lo tanto será importante tener ubicadas a la mayor cantidad de unidades y plataformas del enemigo, ya que una vez localizadas e identificadas resultará relativamente fácil seguirlas en sus evoluciones; y lo haremos siempre teniendo como recaudo la posibilidad de que trate de engañarnos.

Para hacerlo deberemos contar con el sensor adecuado a las características del elemento que estamos tratando de sensor; y a veces no bastará con un solo sensor, sino que deberemos fusionar la información proveniente de dos o más sensores.

Esto nos muestra que tendremos una gran demanda de plataformas captoras, y por tanto deberemos armar redes de sensores que satisfagan todos los requerimientos; y también deberemos armar una estructura de comunicaciones que satisfaga las necesidades de transmisión de datos e información de esas redes de sensores; tomando en consideración los factores que influyen en la realización y funcionamiento de estas redes.

Como la necesidad de saber qué está pasando la tendremos tanto durante la época de paz, como durante el conflicto y en los momentos previos, a fin de estar permanentemente informados, haremos un distingo de aquellos sensores que no requieren cruzar fronteras o penetrar zonas de pre conflicto para captar, como los de la triada estratégica, aprovechando su ventaja de alcance, que nos permitirá aprovecharlos en época de paz, complementados por imágenes satelitales, dependiendo la cantidad y calidad de éstas de las posibilidades de acceso a las mismas que tengamos.

Cuando la situación lo demande, previo al conflicto, recurriremos a las plataformas captoras que implican el riesgo de penetrar en zonas controladas por nuestro oponente.

Entre los otros factores que se deben tener en cuenta, debemos recordar que además de la plataforma en sí, el captor está constituido por: uno o más sensores, el proceso de sus datos abordo, y la transmisión de la información a retaguardia.

Para la transmisión de la información, siempre tendremos el problema de la insuficiente capacidad de los medios de comunicaciones, en particular sus anchos de banda, por lo que en lugar de transmitir los datos en crudo tal como son obtenidos del sensor, lo normal es realizar un preproceso de los datos a bordo, a fin de mejorar su adecuación para su transmisión a los centros de procesamiento y fusión.

Considerando todos los factores intervinientes que hemos ido mencionando en los párrafos anteriores, procurar la solución óptima para aprovechar al máximo a los sensores disponibles nos conduce a que vamos a necesitar contar con un organismo que concentre todos los requerimientos de información, y los asigne a los distintos captores, sin importar la pertenencia de los mismos.

Ese organismo deberá tener capacidad para administrar y controlar, para manejar, todos los sensores.

Es lo bosquejado en azul en el gráfico.

Nos muestra que necesitamos información completa, precisa y oportuna sobre nuestro enemigo, sobre nuestras propias fuerzas, y sobre el ambiente y los terceros, para satisfacer el *¿qué?* y el *¿dónde?*, del escenario estático, pero sobre todo para satisfacer el *¿qué está pasando?* del escenario dinámico.

Un *qué está pasando* que será la base para todos los análisis y planteos del nivel cognitivo, para la toma de decisión y para los efectores.

Es fácil vislumbrar que los captores no darán abasto, no importa la cantidad que poseamos; ni que decir si cada usuario pretende tener sus propios captores de uso exclusivo.

Por eso la importancia de contar con un organismo adecuado para optimizar todo su manejo. Pero lo más importante es que el organismo cuente con personal sumamente capaz para lograr un uso máximo y armónico de los captores disponibles, para lo cual necesitará conocer las performances tanto de las plataformas captoras y sus sensores como de sus enlaces para la transmisión de datos.

El organismo será responsable del planeamiento, administración y control de todas las operaciones de RSTA (*Reconocimiento, (S)Vigilancia, y (TA)adquisición de blancos*) mediante:

- El ordenamiento prioritario de las tareas a realizar.
- La determinación del captor más AFA y la selección por disponibilidad.
- El planeamiento del perfil de vuelo si la plataforma es aérea, o su desplazamiento y posicionamiento si es terrestre, y su permanencia en estación.
- El planeamiento de la operación del o los sensores.
- Si la plataforma es aérea, coordinar que no se produzca un conflicto entre el vuelo del captor y el resto de los medios que utilizarán el mismo espacio aéreo, incluyendo la artillería, cohetes y misiles balísticos.
- Asegurar que el sensor del captor podrá cumplir con su tarea específica por: alcance, altura, posicionamiento, y campo visual, y por su relación con la transmitancia del ambiente.
- Asegurar el enlace de datos captor-retransmisor-centro de control (VNT)-centro de procesamiento y fusión.

Este organismo no es la clásica Sección Operativa de los niveles tácticos, sino que debe estar ubicado en un nivel de conducción tal que permita el *manejo integral de todos los captores*, que como acabamos de decir, comprenderán a todos los tipos de sensores y medios de obtención de datos o información con que contemos, no importa su pertenencia, basándonos en el *cross domain*.

Necesitamos un organismo que: maneje los sensores, procese y fusione los datos e información obtenidos, distribuya/disemine toda la información a todos los que la necesitan, y lo haga a tiempo.

También deberemos elegir un nivel para este organismo, que evite la generación de conflictos y discusiones entre las conducciones de los niveles operacionales o inferiores. Recordemos Malvinas.

Si tomamos lo bosquejado en el gráfico *gr11-posible organización* de página 59, cuando consideramos la posible estructura para guerrear que debían tener las Fuerzas Armadas Argentinas, lo más adecuado sería que este organismo fuese como un *Operaciones específico de manejo de captores* dentro del nivel *Estratégico*, nivel que tiene autoridad suficiente para asegurar que no se produzcan conflictos de intereses entre los niveles *Operacionales*.

La necesidad de esta especie de *Operaciones específico* para manejar todo lo atinente a los captores nos muestra que deberemos prestar mucha atención a cómo organizamos nuestras fuerzas y su estructura de Comando, ya que deberemos asegurar que todo nuestro guerrear se realice en forma armónica.

Más adelante veremos que esta misma necesidad de una especie de *Operaciones específico* la tendremos para manejar todo lo que hace al funcionamiento, procedimientos y medios de todo el *Sistema de Comando y Control*; y también veremos que otro tanto sucede con lo referido al uso armónico del *espectro electromagnético*.

A estos tres organismos de Operaciones (de *manejo*) *específicas*, que hasta ahora sólo estamos bosquejando, los deberemos agregar al *tradicional Operaciones* del Estado Mayor Estratégico, nivel que como dijimos va a asegurar, mediante su Comandante, la *armonía en el manejo* de los medios de las distintas Fuerzas y Comandos Operacionales.

Puede resultar chocante que pensemos que es necesario un organismo a nivel estratégico para que administre y controle, para que maneje, a los captores; porque lo normal es considerar que las tareas de Reconocimiento y las de (TA)Adquisición de Blancos, son propias de los niveles tácticos, y están incluidas dentro de las operaciones tradicionales, con una Sección Operativa dedicada a la Exploración y Reconocimiento (ER).

Pero la necesidad de información en tiempo real que todos tienen; y la gran cantidad de medios captores, que todos tienen; hacen que por lógica se busque un *alguien* que tenga capacidad para *coordinar el uso armónico* de esas capacidades.

Ese *alguien* tiene que tener autoridad suficiente como para poder normar y coordinar, para que todos acepten sus indicaciones y requerimientos, que permitan ese *uso armónico* de todos los elementos captores disponibles.

Busquemos una comparación doméstica, la de las imágenes y mensajes por telefonía celular. El auge de los teléfonos celulares hace que la mayoría de los individuos de una sociedad sean plataformas portantes de medios captores y transmisores. Ante una determinada situación o

circunstancia, cualquier individuo la capta, y la sube a las redes sociales, para que todos tomen conocimiento de la situación; pero el acto es individual, aleatorio y caótico.

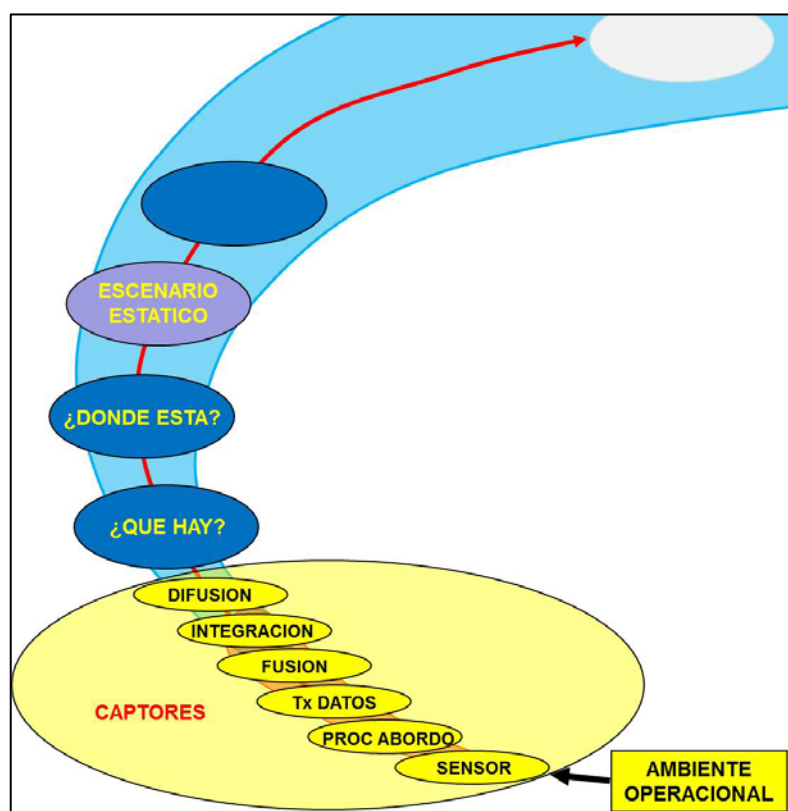
Llevando este ejemplo al aspecto militar para guerrear; necesitamos que la captación y distribución a todos no sean aleatorias y caóticas, sino armónicamente coordinadas; para lograrlo necesitamos ese organismo a nivel estratégico que administre y controle, que maneje todo lo atinente a los captores, su procesamiento, y distribución de información.

Después volveremos sobre el tema para ver cómo se puede organizar este aspecto de *actividades armónicamente coordinadas*, ya que no basta con los captores, sino que debe incluir todo lo requerido para el manejo de los medios que hacen al Comando y Control, los de la segunda C2 de Comunicaciones y Computadoras; lo que nos va a llevar, análisis mediante, a que también resultará necesario tener un organismo que se encargue de administrar y controlar, de manejar, todo lo atinente a los medios que utilizan el espectro electromagnético.

Este concepto lo desarrollaremos unas páginas más adelante.

EL PROCESAMIENTO DE LOS DATOS QUE CAPTAN LOS SENSORES

Para su explicación utilizaremos el siguiente gráfico *gr55-proceso captores*, en donde hemos graficado como elipses amarillas la secuencia de tareas a realizar con los datos de los captores.



Gr55-proceso captores

A partir de que los sensores captan como simples datos la situación imperante en el ambiente operacional, se realiza todo un procesamiento en el que los datos son transformados en información, y esta fusionada con la de otros sensores e integrada con la proveniente de otras fuentes de información, y luego distribuida para ser presentada a todos los que la necesitan.

Recordemos que el ciclo de reacción comprende desde que los captores sensan la situación del ambiente operacional, hasta que los efectores actúan cambiando esa situación según nuestro deseo. Entre unos y otros ocurre todo el proceso para que la toma de decisión sea correcta y oportuna.

Vimos al principio que nuestro ciclo de reacción debe estar por dentro, ser más rápido, que el ciclo de reacción de nuestro enemigo.

Esto nos fija un cierto tiempo del que dispondremos para realizar todo el proceso; tiempo que dependerá grandemente de cuán rápido sea nuestro enemigo, según sea la situación.

Normalmente se presentan tres tipos de situaciones, que trataremos de mostrar mediante un ejemplo de la primera guerra del Golfo: el emplazamiento y lanzamiento de los misiles SCUD móviles por parte de Iraq.

En la primera situación, que es la del *enemigo como amenaza*, nosotros no queremos que nuestro enemigo llegue a lanzar los misiles; debemos degradarlos, anularlos, sea destruyendo o neutralizando al sistema de rampas como un todo.

Las rampas móviles tardaban 25 minutos desde que llegaban a su emplazamiento hasta que estaban disparando los misiles, y demoraban otros 5 minutos en plegar las rampas y buscar protección.

Por tanto dispondremos de un tiempo menor a esos escasos 25 minutos para que nuestros captores detecten las rampas llegando a su posición, tomemos la decisión de degradarlas, y hagamos que nuestros efectores actúen.

De estas tres fases del proceso, la de la toma de decisión es la más rápida, siempre que tengamos decisores capaces; por lo que gran parte de esos menos de 25 minutos los consumiremos en el tiempo desde que el captor detectó a las rampas hasta que esta información llegó al tomador de decisión, y en el tiempo desde que se ordenó a los efectores actuar hasta que lo hicieron.

Durante la guerra del Golfo los efectores de la Coalición nunca llegaron para actuar dentro de esos 25 minutos, tampoco dentro de los 5 minutos adicionales, hasta que las rampas se replegaban.

Los cambios de procedimientos posteriores a la guerra mejoraron la situación, asegurando que los efectores actuarían dentro de esos 25 o 30 minutos. Para lograrlo se cambió la forma en que se manejaba la información del captor, haciendo que ésta vaya directamente al efector, el que también bajo sus tiempos al estar ya en vuelo, listo para actuar, en cuanto recibe la aprobación de la tarea.

A esta nueva forma de actuar, con la información yendo directamente del captor al efector, logrando que se hiciera por dentro del ciclo del enemigo, esos 25 minutos en el caso de los SCUD móviles, se la llamó: *sensor-tirador* (sensor-shooter).

Esta es la primera situación, en la que anularemos al *enemigo como amenaza*.

En la segunda situación, tomando el mismo ejemplo, consideraremos también a las rampas de misiles, pero constituirán el *enemigo como blanco* a atacar.

La situación es similar a la anterior, con la diferencia de que ahora tendremos 5 minutos extras, sin considerar la imperiosa necesidad de llegar y actuar antes de que lancen los misiles. Como dijimos recién, la situación es similar; debemos actuar antes que las rampas desaparezcan como blancos; y la solución será el concepto *sensor-tirador*.

En la tercera situación, *nosotros seremos la amenaza*, nosotros trataremos de lanzar los misiles antes de que llegue nuestro enemigo para impedirlo.

Aquí también dependemos de los tiempos de nuestro enemigo, de cuánto tarda desde que nos detecta hasta que nos está atacando.

Si en el caso que usamos como ejemplo, nuestro enemigo tarda más de 30 minutos para reaccionar y actuar, le sucederá lo que a la Coalición en la guerra del Golfo, siempre llegará tarde. Pero si aplica el concepto sensor-tirador, y sus efectores nos están atacando a los, por ejemplo, 10 minutos de que llegamos al sitio de emplazamiento de las rampas y nos detectaron, nosotros no tendremos otra opción que bajar los tiempos, desde que llegamos, armamos las rampas, lanzamos y nos vamos, para hacerlo por dentro de esos 10 minutos.

Esto nos muestra que el procesamiento de los captores, desde que sus sensores detectan un cambio en el ambiente operacional, hasta que los datos, transformados en información, llegan a los tomadores de decisión, debe ser lo más rápido posible. Por eso es que se suele hablar de *información en tiempo real*.

Este *en tiempo real*, no significa instantáneo, como a veces se interpreta, sino que implica que lo que se necesite hacer, se haga siempre por dentro del tiempo que consume nuestro enemigo en la contra-acción que está desarrollando. Nuestro ciclo de reacción por dentro del ciclo de reacción del enemigo.

En el gráfico *gr55-proceso captores*, hemos representado con elipses amarillas toda la secuencia del procedimiento que debemos realizar para transformar los datos en información, y distribuirla a todos los que la necesitan:

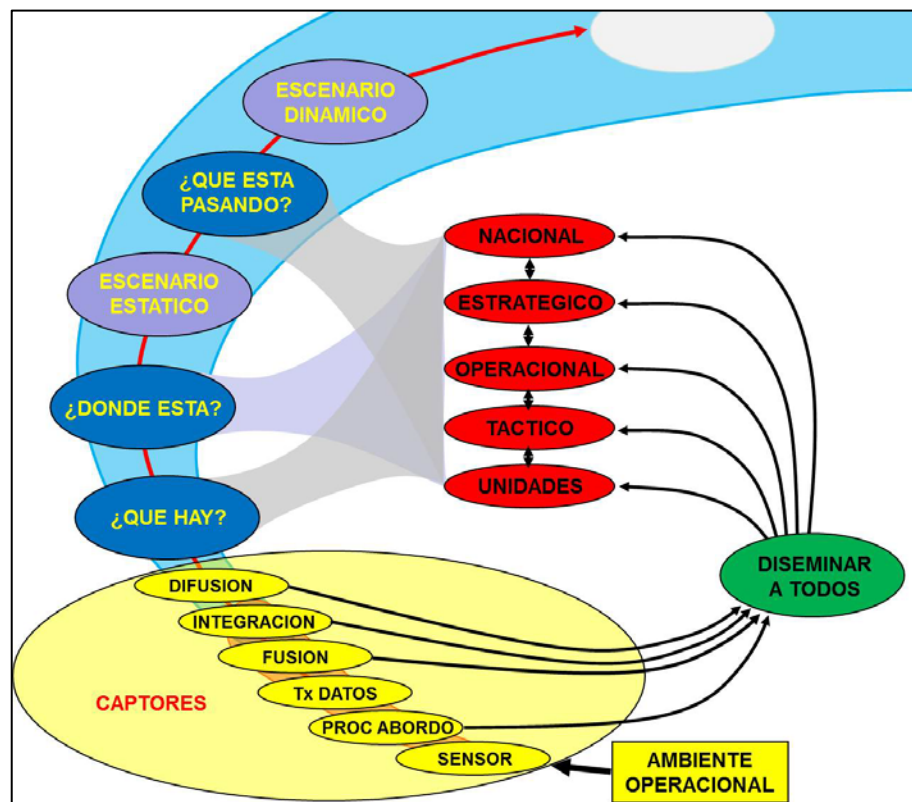
- La plataforma captora *sensa* la situación del ambiente operacional, y realiza un primer *procesamiento* de los datos que adquirió, para darles un formato que sea el estandarizado para los medios de transmisión de datos, y para tratar que su transmisión aproveche al máximo la siempre escasa disponibilidad de anchos de banda.
- Los datos ya procesados a bordo de la plataforma captora son *transmitidos* a los centros de fusión e integración.

- En esos centros, los datos se *fusionan* con los provenientes de otros sensores, se transforman en información, y se *integran* con la proveniente de otras fuentes.
- Esta información, enriquecida por el aporte de todos los sensores y fuentes que tenían datos complementarios o supletorios, será *difundida*, distribuida, a todos los usuarios a los que les pueda resultar de utilidad.

Información a Todos y de Todos

Al analizar el manejo de los sensores ya estuvimos considerando la necesidad de que todo aquel que pueda aportar información mediante sensores, no importa su capacidad y pertenencia, debe hacerlo, para asegurarnos que tendremos clara la situación, que sabremos qué está pasando en el ambiente operacional, en el espacio geográfico de interés.

En igual forma, la información procesada, fusionada e integrada, deberá ser distribuida a todos aquellos que la necesiten, desde el nivel estratégico hasta el nivel de Unidades e incluso Subunidades; es lo que nos muestra el gráfico *gr56-información a todos*.



gr56-información a todos

El gráfico también nos muestra que la información nos da respuestas al *¿qué hay?*, *¿dónde está?*, y *¿qué está pasando?*; respuestas que se plasman en los escenarios *estático* y *dinámico*, que son la representación del *ambiente operacional*. Ya habíamos analizado estos aspectos unas páginas antes.

De esta forma todos tendrán una *percepción común* (common operational picture) de la situación imperante en el *ambiente operacional*, el que estará representado por el *escenario dinámico*. Esa percepción común se logra porque la misma información va a todos al mismo tiempo. Es lo representado en el gráfico por las flechas en negro que van desde la elipse verde de *diseminar a todos* hacia las elipses rojas que corresponden a todos los niveles, desde el *nacional* hasta el de *unidades*, e incluso en algunos casos hasta subunidades.

Los tres sombreados en violeta pretenden expresar que la información que llega a todos comprende tanto el *¿qué está pasando?* como el *¿qué hay?* y el *¿dónde está?*.

Hemos mencionado a los dos escenarios, el *estático* y el *dinámico*, pero siempre nuestra apreciación estará basada en lo que nos está mostrando el escenario dinámico, que es el que nos muestra en *tiempo real lo que está pasando*.

La diferencia entre estático y dinámico se da al solo efecto de distinguir entre aquello que no cambia o lo hace lentamente, como el ambiente geográfico, el de las construcciones del humano, o el climático de lento cambio; y lo que es de rápido cambio y resulta crítico para tomar nuestras decisiones, constituido por nuestras fuerzas, las del enemigo, y el clima o la meteorología de rápido cambio.

Necesidad de Fusión e Integración

En la secuencia para el procesamiento de los datos e información de los captores que muestra el gráfico *gr56-información a todos*, vemos que hay dos pasos, de *fusión* y de *integración*.

El primero se refiere a la fusión de la información proveniente de todos los sensores. Es un paso necesario por dos motivos: por un lado, porque aun cuando a veces basta con la información proveniente de un solo sensor para actuar, al fusionar la proveniente de dos o más sensores se asegura mejorar la calidad, la precisión de localización, la certidumbre, y la certeza de la información, ya que los parámetros y características de lo captado por los diferentes sensores normalmente se complementan.

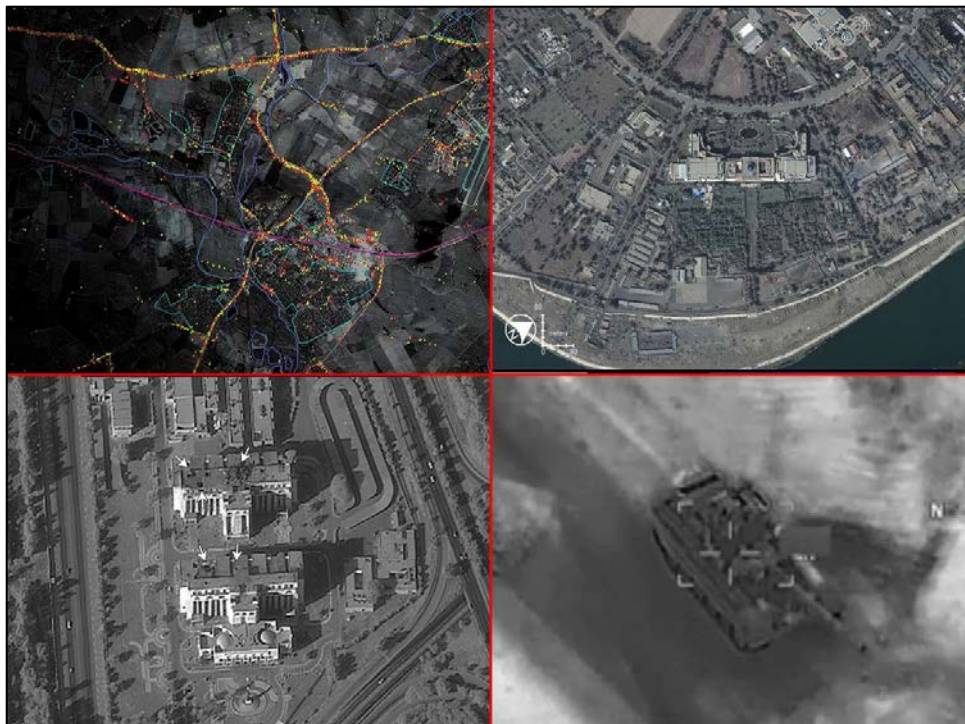
Una pequeña aclaración. Es común que certidumbre y certeza se utilicen como sinónimos, pero en el caso de la toma de decisión, hay entre ellos una sutil diferencia; la *certidumbre*, o *in-certidumbre*, está relacionada con el nivel de *duda* en cuanto a si la información obtenida coincide y es el fiel reflejo de lo que está pasando; mientras que la *certeza* se refiere al nivel de *riesgo* que se asume al decidir si lo percibido es cierto o no.

Ambos conceptos resultarían más fáciles de interpretar si se hablase de incertidumbre en lugar de certidumbre, pero los usos y costumbres han hecho que prevalezca el término certidumbre.

El otro motivo de la fusión es para homogeneizar el producido de la información obtenida, ya que cada sensor capta las características del elemento sentido según sus propias

performances, y el producido del sensado tiene también sus propias características. Esto lo podemos ver en detalle en las descripciones que se hacen de cada tipo de sensor en el Anexo A (a partir de página 247).

Para que podamos apreciar cómo los resultados que provee cada tipo de sensor son completamente diferentes, lo que obliga a que realicemos una fusión de lo captado si queremos realizar una interpretación correcta de la sumatoria de los diferentes datos y parámetros obtenidos, hemos colocado a continuación, como *gr57-necesidad fusión*, cuatro imágenes que son el resultado final producido por cuatro diferentes sensores.



gr57-necesidad fusión

La imagen superior izquierda es de un SAR (radar de apertura sintética) operado en modo GMTI (indicador de blancos móviles terrestres) colocada como capa o layer sobre un SIG-GIS.

Muestra los ecos de vehículos terrestres, tanques, camiones y demás, que se desplazan sobre las rutas; indicando la posición de cada uno, su dirección de desplazamiento y su velocidad.

La imagen superior derecha es una imagen satelital, mostrando una superficie de varios cientos de metros de lado.

La inferior izquierda es mucho más detallada; corresponde a una evaluación de daño (battle damage assessment) tomada desde un captor a bordo de un vehículo no tripulado.

La inferior derecha es del FLIR de un efector realizando el targeting sobre un tanque.

Imaginemos que las cuatro pertenecen a un mismo espacio geográfico. Vemos que la forma en que lo representan y el grado de detalle son completamente diferentes.

Si las mostramos directamente, las cuatro a la vez y separadas, a un decisor, planificador, o analizador, estos deberán interpretarlas y realizar su fusión mentalmente para llegar a una conclusión sobre la situación en ese lugar.

Probablemente los tres harán una interpretación diferente, y habrán consumido un cierto tiempo. Ninguno de los dos elementos, ni la interpretación diferente ni el consumo de tiempo resultan convenientes cuando consideramos aquello a lo que estamos aspirando como sistema de Comando y Control. Necesitamos que todos tengan una percepción común para que las decisiones sean correctas y coordinadas; y necesitamos que no dediquen tiempo a tareas que hagan que nuestro ciclo de reacción quede por fuera del ciclo del enemigo.

La solución para esto es recurrir a equipos que hagan esas fusiones en forma automática, tratando de evitar introducir en el proceso a un humano, que lo perturbaría.

Más considerando la cantidad de sensores que están interviniendo continuamente.

Lo mismo sucede en el caso de la integración de la información de los sensores con la proveniente de otras fuentes.

Un aspecto importante a considerar cuando se está concibiendo el Sistema de Comando y Control, es tratar de definir y discriminar aquellas tareas que pueden ser realizadas en forma automática por computadoras, sin la intervención de humanos, de las que deben ser realizadas por los humanos.

Las computadoras son rápidas, ideales para solucionar los problemas de oportunidad, y pueden trabajar las 24 horas los 7 días de la semana sin necesidad de reemplazos o turnos. Los humanos en cambio, si están adecuadamente capacitados, son ideales para decidir, para resolver aquellos problemas que no es factible realizar con las computadoras, pero son consumidores de tiempo, y necesitan reemplazo y descanso.

Por eso es muy importante hacer esa discriminación en cuanto a quién, máquina o humano, es más adecuado para realizar determinadas tareas.

En el caso de los captores, el problema a resolver es lograr disponer del hardware y el software adecuado y suficiente como para llevar adelante en forma correcta y oportuna todos los procesos de fusión e integración; y dejarle a los humanos las tareas de análisis detallado de la información, para transformarla en conocimiento.

Necesidad de Información en Tiempo Real (atajos)

El gráfico *gr56-información a todos* de página 190 nos muestra que hay varios pasos o etapas secuenciales en el proceso desde que los sensores captan simples datos, hasta que éstos, transformados en información, son difundidos, diseminados, distribuidos, a todos aquellos que los necesitan.

Cada una de estas etapas o pasos son consumidores de tiempo, aunque sean sólo minutos, pero que sumados posiblemente hagan que la información llegue tarde; y si la información llega tarde sólo sirve como anécdota: “*si hubiésemos sabido*”.

Para solucionar este problema la única opción posible hasta ahora es transmitir la información apenas se obtiene, aun cuando no esté suficientemente procesada, fusionada o analizada.

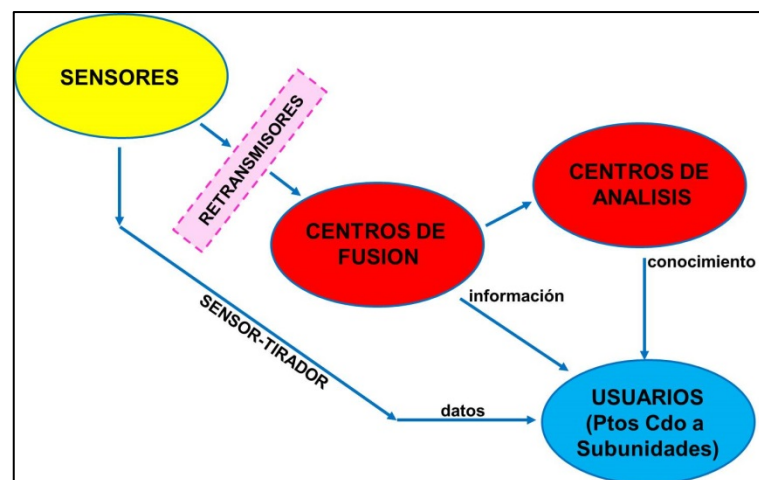
Es lo que muestran las flechas negras que hemos dibujado en el gráfico *gr56-información a todos* de página 190; esta vez las que unen con la elipse verde de *diseminación a todos* a las elipses amarillas del proceso de los captores.

Significan que: apenas se hizo un preproceso de lo que detectó el sensor a bordo de la plataforma captora, al mismo tiempo que los datos son enviados a los centros de procesamiento y fusión, también son transmitidos a todos aquellos a los que interesan.

Lo mismo sucede apenas se finaliza la fusión de esa información con la de otros sensores; cuando se finaliza la integración; y finalmente cuando ya está lista para su difusión.

De esta forma se procura lograr que la información esté disponible lo más pronto posible para todos los que la necesitan, aun cuando todavía esté incompleta y en pleno proceso de fusión e integración.

En el gráfico *gr58-encaminamiento y atajos* que sigue hemos tratado de mostrar los posibles encaminamientos de la información, incluyendo además de los centros de procesamiento y fusión, a los centros de análisis que realizan el trabajo posterior.



gr58-encaminamiento y atajos

El gráfico nos muestra que en un proceso completo normal, sin considerar los tiempos involucrados, lo captado por los sensores es transmitido a los centros de procesamiento y fusión, directamente si sensor y centro están dentro del alcance de los medios de transmisión, o utilizando una plataforma retransmisora cuando las distancias son mayores.

Una vez que los datos fueron procesados en estos centros, fusionados e integrados con la información proveniente de otros sensores y fuentes, son enviados como información a los centros de análisis, en donde los humanos aportan su conocimiento, raciocinio e intuición, para analizar la información y transformarla en conocimiento, en inteligencia.

Para ello tomarán el *¿qué está pasando?* y buscarán *entender ¿por qué está pasando?* (understand). Logrado esto buscarán *darle sentido al ¿qué está pasando?* (sense making) al proyectarlo hacia el futuro mediante la pregunta *¿qué podría pasar?*, y cuyas respuestas mostrarán los *posibles futuros* en que podría derivar la situación.

Como vemos, ya estamos trabajando con *inteligencia predictiva*.

Así, el personal más idóneo que tengamos continuará con el análisis hasta lograr un conocimiento profundo, el que brindará a todos los usuarios, desde el Nivel Estratégico hasta el de Unidades y Subunidades.

Para ello continuarán con la pregunta: *¿qué desean que pase?* nuestro enemigo y nosotros; lo que nos mostrará los *futuros deseados*. Y finalmente, con *¿qué intenta hacer el enemigo?* nos permitirán obtener un *conocimiento dominante del espacio de batalla*.

Esta última parte que hemos descrito, siempre basados en las preguntas orientadoras que se hace el personal de los centros de análisis, constituye las tareas que se realizan en el nivel cognitivo, al que en pocas palabras hemos bosquejado.

Estos proceso y análisis son consumidores de tiempo, que hacen correr el riesgo que la información llegue tarde, por fuera del ciclo del enemigo, por lo que resulta necesario tomar *atajos* que permitan bajar los tiempos.

En el gráfico hemos mostrado dos atajos, uno en que la información producida en los centros de fusión es enviada directamente a los usuarios, y otro en donde los datos van directamente de los captores a los efectores, basado en el concepto *sensor-tirador*.

Estos atajos permitirán ajustar los tiempos disponibles para que la información sea en *tiempo real*, permitiendo nuestra actuación por dentro del ciclo de reacción de nuestro enemigo.

Más adelante, bajo el título *qué pasaría si*, volveremos sobre el tema.

EJEMPLO DE INFORMACION EN TIEMPO REAL SENSOR-TIRADOR

Utilizaremos la imagen que sigue *gr59-sensor-tirador* para mostrar las posibilidades y capacidades que brinda poseer un Sistema de Información adecuado.

La imagen corresponde a un equipamiento FLIR (forward looking infra red – infrarojo de visión hacia adelante) montado en la parte inferior de un helicóptero, y que permite tanto la rotación del campo visual en los 360° en azimuth como la variación angular de su inclinación en elevación (tilt). En la parte inferior de la imagen se pueden ver los símbolos que muestran las posiciones angulares del eje del sensor en azimuth y en elevación (depresión), así como el nivel de zoom.



gr59-sensor-tirador

La imagen captada pertenece a los edificios de una instalación militar, frente a los cuales se encuentran algunos vehículos estacionados.

Para el ejemplo que estamos considerando, supongamos que esta imagen corresponde a una instalación enemiga, cuya ocupación ha decidido el nivel táctico mediante el empleo de una compañía de infantería.

La operación se puede realizar a ciegas, sin saber los infantes con qué se van a encontrar al saltar la pared linderá; o pueden mejorar su conocimiento de la situación, recurriendo a una carta en papel o digital; o utilizando un SIG-GIS (sistema de información geográfico) con el detalle de las instalaciones; o tal vez una imagen de google, o de otro sistema similar que brinde imágenes de la tierra con un grado de detalle adecuado, similar a la del Instituto Geográfico Nacional que utilizamos como ejemplo en *gr47-3D IGN* de página 166.

En cualquiera de estas situaciones, aunque tengan cartas o imágenes, los infantes no se encontrarán en óptimas condiciones para realizar la operación, porque no sabrán realmente con que se van a encontrar del otro lado de la pared, porque las cartas o imágenes les están brindando información estática, incluso tal vez atrasada.

Si en cambio pudiesen disponer de un sensor que les muestre una imagen en tiempo real, una imagen que les permita ver *¿qué está pasando?* del otro lado de la pared, podrán organizar el asalto buscando la optimización de cada acción individual. Para hacerlo, la imagen que necesitan es la del FLIR que acabamos de mostrar.

Pueden ver los edificios, pueden ver si hay puertas abiertas o cerradas, pueden ver la distribución de los vehículos, e incluso, si el FLIR es de la tecnología adecuada, pueden localizar donde se encuentran los humanos enemigos, y qué están haciendo.

Para lograrlo sólo necesitan, previo al asalto, disponer de una plataforma captora, el helicóptero con el FLIR en este ejemplo, adecuadamente posicionada en tiempo y espacio, que les transmita en tiempo real lo que está captando.

No es necesario que esa plataforma captora sea un helicóptero con un FLIR, puede ser una plataforma de cualquier tipo, dotada con un sensor que brinde la adecuada información, en este caso una imagen.

Tal vez sea un simple drone de cuatro rotores, de los que se han hecho populares hasta para su uso civil particular, con un sensor de imágenes ópticas o en infrarrojo; o puede ser, como lo muestra la imagen, un buen FLIR montado en un helicóptero, operando a una distancia tal de las instalaciones que le asegure su supervivencia ante la posibilidad de armas contra helicópteros.

Lo importante es que tanto la plataforma portadora como su sensor brinden las performances que necesita la compañía de infantería para realizar el asalto, y que en nuestro ejemplo probablemente van más allá de las performances que puede ofrecer un pequeño drone de cuatro rotores asignado a la compañía.

Si al concebirse la operación en el nivel táctico, el órgano Operaciones requirió, y el responsable del manejo de los captores asignó el helicóptero con su FLIR, dentro de la ventana de tiempo que durará la operación, la compañía dispondrá de todas las condiciones para que su operación sea un éxito. No tendrá los problemas de incertidumbre de los que se quejaba Von Clausewitz.



gr60-tiempo real

Basta con que el Jefe de Compañía, o incluso los Jefes de Sección, cuenten con una tablet o equipo similar que les permita visualizar, en tiempo real, lo que el FLIR está captando.

La imagen *gr60-tiempo real* de la página anterior muestra al Jefe de Compañía con su tablet, evaluando la situación y tomando su decisión *en tiempo real*, con pleno conocimiento de lo que está pasando del otro lado de la pared.

Detengámonos unos segundos para observar con detenimiento la imagen *gr59-sensor-tirador* que le está presentando el captor al infante; vemos que delante de, y entre los vehículos, hay unas manchas oscuras en el pavimento.

Son el resultado de vehículos que estuvieron en esos lugares hasta hace poco tiempo y que ya no están.

El pavimento debajo de esos vehículos que ya no están no se calentó en la misma forma que el resto, y por eso irradia en infra rojo en forma diferente.

Este es un muy buen dato, en tiempo real, tanto para el Jefe de Compañía como para el Comandante Táctico. Los dos se harán la misma pregunta *¿dónde están* los vehículos que hasta hace poco estaban estacionados?.

El infante tomará sus previsiones para no ser sorprendido: *¿qué pasaría si...* el enemigo se enteró de la operación y ha hecho desplazar tropa en los vehículos para sorprenderlo por la retaguardia?.

El Comandante táctico, que también está viendo la misma imagen que el infante, y por tanto tienen una misma *percepción común*, tomará el *¿qué está pasando?* que parte de los vehículos no están más, y tratará de entender *¿por qué está pasando?*, para seguir con su razonamiento e ir más allá en el tiempo, hacia los *posibles futuros*, al preguntarse *¿qué podría pasar?* con esos vehículos que no están más; y también buscaría la respuesta al *¿qué intenta hacer...* el enemigo con esos vehículos faltantes?, lo que lo llevará a tomar las previsiones adecuadas.

Como en el juego del ajedrez, mientras el peón (el infante) utiliza la información para realizar su jugada individual, el jugador de ajedrez (el Comandante) la utiliza para prever dos o tres jugadas adelantadas.

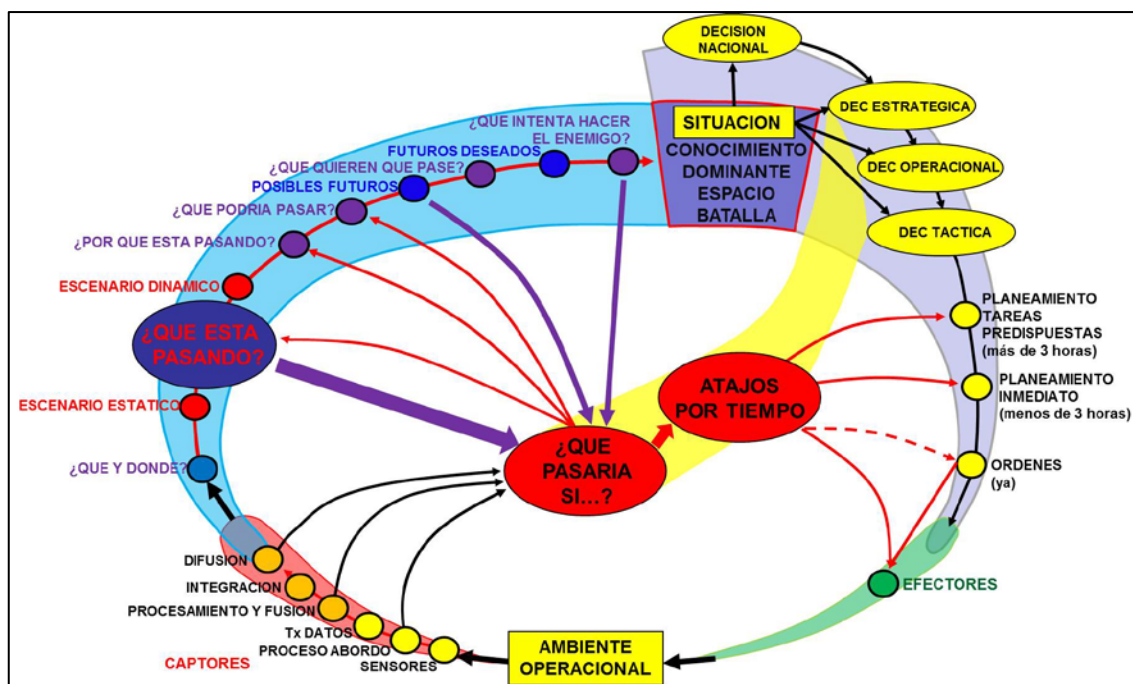
Y como vemos, siempre todo gira alrededor de los mismos conceptos y preguntas. Preguntas y secuencias que mostramos en el gráfico siguiente y que nos permitirá presentar otro aspecto crítico en el manejo de la información.

¿QUE PASARIA SI? (El Manejo de la Información)

Hemos visto a lo largo del desarrollo del trabajo que todo lo que hagamos a nivel de Conducción, a nivel de toma de decisión, siempre estará acotado, siempre estará restringido por la disponibilidad del tiempo; tiempo de cuya falta ya se quejaba Napoleón Bonaparte.

Por tanto es importante encontrar una solución, un atajo, a esta falta de tiempo. Esta solución estará dada por todo aquello que deberemos montar, tanto en procedimientos como en medios para dar respuesta a otra pregunta: *¿qué pasaría si...?*, que permitirá los atajos.

Es lo que hemos representado en el siguiente gráfico *gr61-que pasaría si*, que a simple vista parece demasiado congestionado con círculos, elipses, flechas y preguntas, pero al que en los párrafos siguientes iremos desmenuzando paulatinamente para poder interpretar el concepto que presenta.



Gr61-que pasaría si

Si recordamos los gráficos anteriores que fuimos analizando, como el *gr1-ciclo reacción* de página 12, el *gr14-sistema de información* de página 67, *gr39-modelos a escenarios* de página 142, *gr55-proceso captores* de página 187, y *gr56-información a todos* de página 190, vemos que en su estructura de base el *gr61-que pasaría si* es la integración de todos ellos, con pequeñas modificaciones para que podamos mostrar, en tan poco espacio, todos los aspectos involucrados.

El concepto sigue siendo el original, el *ciclo de reacción*, al que se enfrenta un ciclo similar, que es el de nuestro enemigo.

Recordemos que lo fundamental es que nuestro ciclo de reacción debe estar siempre por dentro, ser más rápido, que el de nuestro enemigo.

Pero debido a todos los procesos y tiempos involucrados, resulta fácil que nos excedamos por fuera del ciclo del enemigo, con lo que perdemos las posibilidades de ser los ganadores en los enfrentamientos.

Debemos buscar una forma de mantenernos siempre *por dentro* del ciclo del enemigo. La solución es buscar atajos, y estos se logran mediante la pregunta *¿qué pasaría si?*, que hemos resaltado como una elipse en rojo en el centro del gráfico, y conectada a otra similar que representa los *atajos por tiempo*.

Si desde la parte inferior del gráfico seguimos hacia la izquierda la secuencia del proceso del ciclo de reacción a partir del *ambiente operacional*, ya vimos que este es captado en forma de datos por los sensores abordo de los captores, transmitidos estos hacia los centros de procesamiento y fusión, y difundidos a todos aquellos a los que les interesen, como información.

Las flechas negras corresponden a aquellas del gráfico *gr56-información a todos* de página 190; gráfico éste al que hemos incorporado deformándolo un poco, ya que ahora hemos agregado los niveles de conducción, que se encuentran dentro del sistema de decisión y planes, en la parte superior derecha del ciclo, unidos al *¿qué pasaría si?* y a los *atajos por tiempo* mediante la franja amarilla, con la que intentamos expresar que todos los niveles participan de la pregunta *¿qué pasaría si?*, para, en función de las respuestas, actuar con distintos *ritmos* de planeamiento, que estarán fijados por el grado de profundidad con el que se analizará y planeará cada misión.

Estos *ritmos* de planeamiento forman parte de los *atajos*, y están relacionados con el tiempo del que dispondremos para que actúen los efectores propios, llegando *a tiempo*, antes de que actúen los efectores del enemigo.

En situaciones normales, cuando se dispone del tiempo suficiente, el proceso seguirá las secuencias completas de análisis y planeamiento de los caminos celeste y gris del ciclo, pasando por el conocimiento dominante del espacio de batalla.

En la parte derecha del gráfico, dentro del sistema de decisión y planeamiento, hemos representado con círculos amarillos otras tres situaciones.

Cuando el tiempo disponible para actuar, aunque no sea el suficiente para realizar el proceso completo, es *superior a las tres horas*, hablaremos de planeamiento de *tareas predispuestas*. Significa que podemos concebir diferentes modos o cursos de acción, correrlos en un simulador táctico, elegir el mejor, y hacer el planeamiento e impartir las órdenes con tiempo suficiente para que actúen los efectores.

Cuando el tiempo disponible es *menor a las tres horas*, hablaremos de *planeamiento inmediato*. Todos los tiempos involucrados se reducen, simplificando los procesos para asegurar que el accionar de los efectores siga siendo oportuno.

Habrán situaciones extremas, en donde no se dispone de tiempo para analizar y planear, sólo para decidir y actuar *ya*. En este caso se aplicará el concepto *sensor-tirador*, en donde la información va directamente desde cualquiera sea quien captó la situación al efector que debe actuar.

Dentro de este bucle de tiempo *sensor-tirador* también estará incluido el *decisor*, pero éste, el Comandante, asistido por sus órganos de Operaciones e Inteligencia, deberá analizar y decidir por sí mismo, con su cerebro como herramienta. Lo hemos tratado de expresar en el gráfico con la flecha punteada desde la elipse *atajos por tiempo* al círculo *órdenes*, y de allí una flecha directa a los *efectores*.

En este caso lo normal será que los efectores ya estarán adecuadamente posicionados, listos para actuar. Es por ejemplo el caso de los ataques a las rampas móviles de misiles o cohetes que debe realizar Israel.

Explicadas las tres situaciones de planeamiento, volvamos atrás en el proceso, a la parte superior izquierda del ciclo que muestra el gráfico *gr61-que pasaría si*; desde el *¿qué está pasando?* hasta el *¿qué intenta hacer el enemigo?*.

Hemos unido la elipse de *¿qué está pasando?* con la de *¿qué pasaría si?* con una flecha violeta bastante gruesa para expresar que ese *¿qué está pasando?* es la *base fundamental* sobre la que se van a asentar todos los análisis, las decisiones, y los planeamientos del Sistema de Comando y Control, utilizando al *escenario dinámico* como representación fidedigna del *espacio geográfico de interés* y del *ambiente operacional* en el que se están desarrollando las operaciones.

Después volveremos sobre el tema, pero es importante que tengamos claro que este *¿qué está pasando?* y su representación en el *escenario dinámico* constituyen la base que soporta todo el proceso que lleva al *conocimiento dominante del espacio de batalla*, y a través de éste a la toma de decisiones *correctas y oportunas*, que permitirán lograr los *efectos deseados* primero, y el *estado final deseado* como culminación.

El *¿qué pasaría si?* también va a ser alimentado continuamente por lo producido como *posibles futuros* en respuesta a la pregunta *¿qué podría pasar?*, y por la percepción de *¿qué intenta hacer el enemigo?*. Conceptos que veremos más adelante.

Y como ya vimos, va a ser también alimentado continuamente por lo producido en los diferentes estadios del proceso de los captores.

Toda esta recopilación y fusión de información e inteligencia (conocimiento), presentada a todos como percepción común, va a permitir a los decisores determinar si para cada situación que se presenta se continuará el proceso normal, o se buscarán atajos.

Según la urgencia, será el atajo a adoptar.

Esto nos muestra que para esta actividad crítica, para decidir correctamente mediante el *¿qué pasaría si?*, deberemos recurrir a las personas más idóneas y con una alta capacidad de discernimiento e intuición, para que sus decisiones sean correctas y oportunas, dentro del escaso tiempo disponible en algunos casos.

Si logramos montar el adecuado sistema que satisfaga estos conceptos, probablemente estaremos en condiciones de ser los vencedores en un enfrentamiento.

Para ello debemos integrar en forma armónica: medios, procedimientos, y personal idóneo.

EL MANEJO DE LOS OTROS MEDIOS DEL C2 (Comando y Control)

Estuvimos viendo que si queremos ser eficientes, y que nuestras decisiones sean eficaces, necesitamos tener un adecuado manejo de los *captore*s, y también un adecuado manejo de la *información*.

Varias páginas atrás vimos que al hablar de C4ISR o C4ISTAR, podíamos separar las letras para entender los conceptos que involucraban. Las separamos en: C2 + C2 + I + RSTA

Las primeras C2 se refieren al Sistema de Comando y Control, al que contribuye todo lo expresado como concepto en el resto de las letras.

Acabamos de mencionar a los captore y su manejo; los captore son los que satisfacen el RSTA: el Reconocimiento, la (S)Vigilancia, y la (TA)Adquisición de Blancos.

La I que se refiere a Inteligencia, e incluye a la Información (algunos textos suelen hablar de I2) está relacionada con todo el Sistema de Información.

Vimos que este Sistema comprende un nivel informativo, en donde lo que se maneja es información; y un nivel cognitivo, en donde lo que se maneja es conocimiento. A la producción de este conocimiento se la refiere normalmente como Inteligencia; con lo que tenemos los conceptos relacionados con la o las dos I.

En cuanto a las segundas C2, lo analizado también nos fue mostrando que para asegurar todo el proceso de la toma de decisiones deberemos hacer un uso intensivo de *computadoras*, y deberemos conectarlas entre sí formando redes, que requerirán de gran cantidad de medios de *comunicaciones*; en algunos casos, cuando los corresponsales estén en instalaciones fijas, la conexión podrá ser por fibra óptica o por cable, pero cuando los corresponsales están en plataformas móviles, como tanques, aviones o buques, los enlaces serán por radio, utilizando el espectro electromagnético.

Vimos que el tiempo es crítico, por lo que necesitamos que las redes de computadoras y redes de comunicaciones funcionen de forma por demás eficiente y armónica.

Esto nos lleva a que necesitamos contar con un organismo que nos asegure el adecuado manejo de *Computadoras* y de *Comunicaciones*.

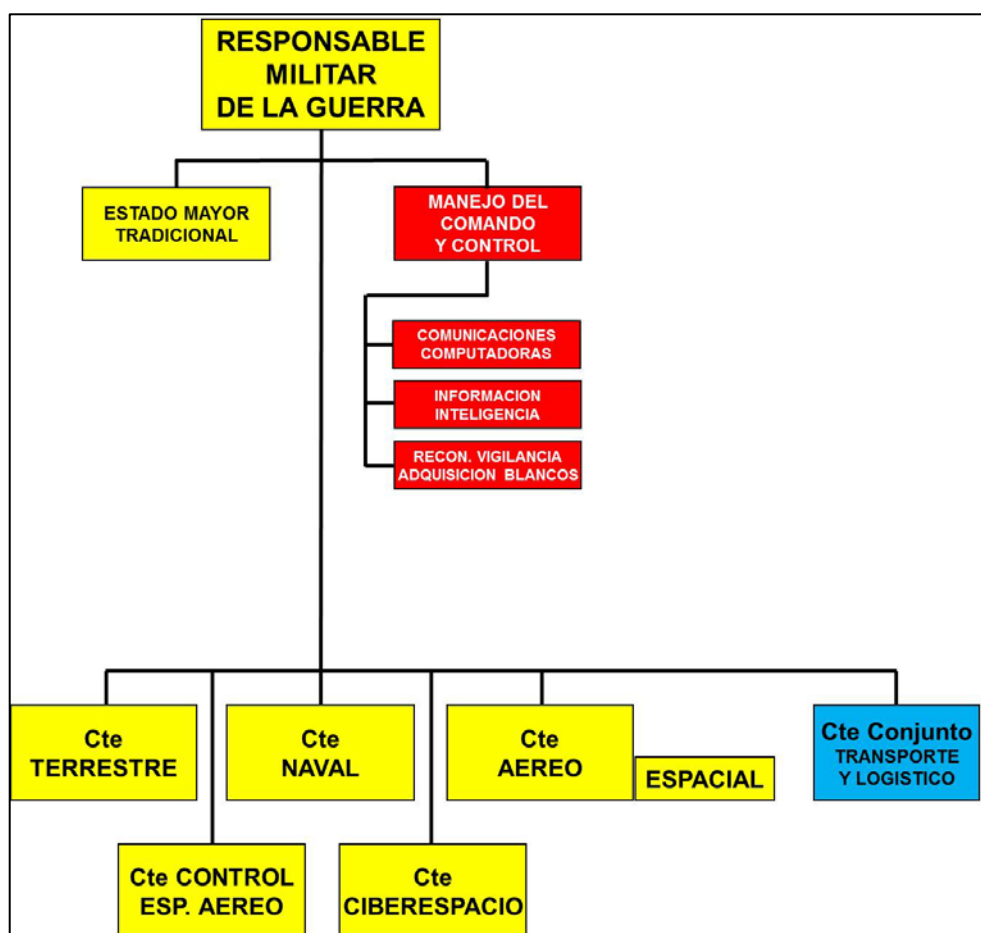
Si no contamos con este manejo de las segundas C2, probablemente nuestro sistema de las primeras C2, del Comando y Control, colapsará apenas se inicien las operaciones, siendo nosotros los que quedaremos paralizados, sin necesidad de que lo tenga que generar el enemigo.

Esto se debe a que al montar el Sistema de Comando y Control, habrá una enorme cantidad de equipos, sistemas y procedimientos, que si no son manejados armónicamente, producirán un pandemónium de señales y datos.

Necesitamos manejar las redes de *computadoras y comunicaciones*; necesitamos manejar a los *captadores*; y necesitamos manejar la *información* y el *conocimiento* (al que tradicionalmente nos referimos como inteligencia).

Esto nos lleva a plantearnos que en realidad lo que necesitamos es contar con un organismo que permita *manejar* el Sistema de Comando y Control.

Para explicarlo utilizaremos lo que bosquejamos en el siguiente gráfico *gr62-manejo del C2*; recurriendo como base a lo que desarrollamos en páginas 46 y siguientes como posible en cuanto a la organización que deberían tener las fuerzas armadas argentinas, y reflejamos en el gráfico *gr11-posible organización* de página 59. Es la graficación en amarillo y azul.



gr62-manejo del C2

Para que pueda ser eficiente y funcionar armónicamente, el Sistema de Comando y Control debe ser único, abarcando a todos los niveles de decisión en el aspecto militar, desde el Estratégico hasta el de Unidades; y debe estar integrado al Sistema de Comando y Control del nivel Nacional.

Por lo tanto, el organismo que maneje a todo lo que conforma ese sistema debe estar ubicado en un nivel tal en donde no existan conflictos de autoridad. Este nivel es el del

Responsable Militar de la Guerra, que cuenta con un Comandante que ejerce su plena autoridad sobre los Comandantes Operacionales y sus subordinados.

Es lo dibujado en rojo en el gráfico.

Nos permite apreciar que no es necesario crear un Comando Estratégico u Operacional para ejercer este manejo, basta con ese organismo *Manejo del C2*, diferente del Operaciones tradicional del Estado Mayor del Responsable Militar de la Guerra ya existente, que realice todas las actividades necesarias para que el Comandante ejerza ese manejo.

El manejo comprenderá la administración y control de:

- Las redes de computadoras y comunicaciones.
- La información y el conocimiento (inteligencia).
- Los captores, sus plataformas y sensores, que permitirán los RSTA.

Lo que acabamos de presentar es sólo un bosquejo de aproximación al tema ya que no forma parte de la presente investigación, pero es un tema que debe ser considerado y analizado en profundidad, para asegurar que cuando se monte el Sistema de Comando y Control, éste tendrá un funcionamiento eficiente y armónico en todos los niveles, porque la organización de las fuerzas para guerrear ya será acorde con el sistema concebido para conducir las.

Como lo que se debe manejar, lo que se debe administrar y controlar, comprende un sinnúmero de medios insertados en todos los niveles de conducción y operación, probablemente en los comandos del nivel operacional y subordinados sea necesario destacar personal de enlace de ese organismo de manejo del C2, que coordine directamente lo requerido por los comandantes y sus estados mayores para *tomar decisiones correctas y oportunas*.

La Organización Necesaria Para el Manejo del EEM y el CE además del C4ISTAR

Si seguimos profundizando en todo lo que interviene para que se pueda ejercer el correcto y oportuno comando y control de las fuerzas, vemos que no basta con el manejo de los procedimientos y medios que conforman ese C2, porque la mayoría de estos medios para poder funcionar necesitan recurrir al uso del espectro electromagnético (EEM), que es un ambiente al que se le debe prestar mucha atención.

Además, los medios de C2 no son los únicos que lo usan; existe una enorme cantidad de actividades, militares, estatales, civiles, públicas, privadas, y de cualquier tipo que podamos imaginar, que utilizan continuamente el espectro electromagnético.

En las últimas décadas, en especial desde fines de los años 1980s, ha habido un auge explosivo en el uso de dispositivos de todo tipo que recurren al EEM para cumplir con sus funciones.

Esto se debió sobre todo a la evolución tecnológica de fines de los 1980s y principios de los 1990s que permitió, en el área electrónica, el abaratamiento de costos de fabricación, la

digitalización y por tanto la facilidad de manipulación de señales, y con ello la posibilidad de hacer un uso intensivo del EEM.

En los 1990s apareció la telefonía celular, las cámaras fotográficas se desprendieron de la película emulsionable al reemplazarla por una matriz de detectores, y la miniaturización permitió que ambas tecnologías se fusionaran, haciendo que se tornara común reemplazar las comunicaciones telefónicas por el envío de imágenes primero y de videos después, así como la proliferación de redes sociales.

Los medios de comunicación por supuesto aprovecharon estas posibilidades.

Aparecieron también los sistemas de posicionamiento global, como el GPS y el GLONASS, y se digitalizaron los mapas y cartas, haciendo que a nivel de individuo resulte fácil acceder a información de posición y desplazamiento; por supuesto recurriendo al EEM para obtener y transmitir la información.

También hubo una evolución en las posibilidades de control de medios y artefactos, eliminando el control mecánico primero y el cable después, para hacerlo mediante señales, lo que permitió grandes distancias; y los vehículos no tripulados, antes costosos y de uso militar, recuperaron su nombre original de *drones*, se abarataron e hicieron accesibles a cualquier persona; y su comando y guiado es por supuesto mediante señales que usan el EEM. Estos drones tienen sensores, que usan el EEM, y transmiten la información a sus usuarios, utilizando el EEM.

Todos estos nuevos dispositivos y sus nuevas posibilidades de uso que atrapan el interés de las personas, llevó a que cada vez se hiciera más intensivo el uso del EEM en el ambiente civil.

Otro tanto sucedió en el aspecto militar, con toda una nueva plétora de equipos y sistemas, que también hacen un uso intensivo del EEM.

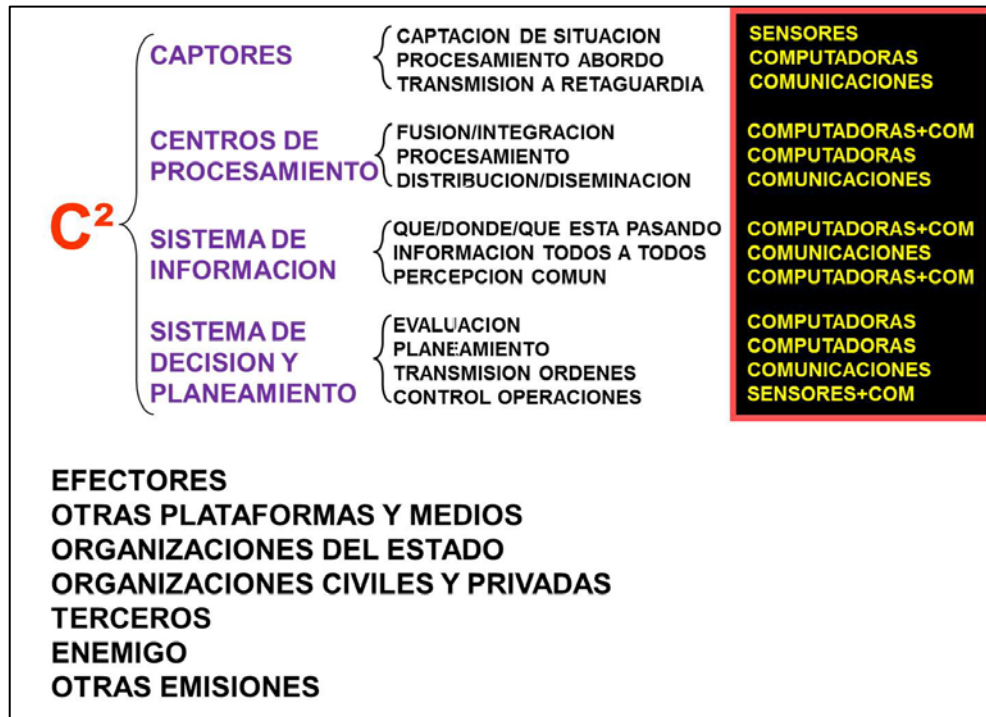
El problema que surgió es que el espectro electromagnético tiene una capacidad de uso determinada, es finito, pero los usuarios son millones, y aunque existen organizaciones internacionales que tratan de normar sobre su empleo en forma armónica, en la realidad es un caos.

Ese caos también se da cuando pretendemos usar el espectro para guerrear, ya que es el mismo único espectro que usamos nosotros, nuestro enemigo, y terceros, desde las naciones hasta los individuos con sus celulares personales.

En los párrafos anteriores vimos que existe una gran cantidad de emisiones que prácticamente saturan en forma anárquica la capacidad del espectro electromagnético.

Esto obliga a que, aún en época de paz, se requiera un estricto control del uso de este ambiente, Ese estricto control será aún más necesario en caso de conflicto o guerra, porque nosotros queremos asegurarnos su uso y negárselo al enemigo, y lo mismo tratará de hacer él con nosotros.

En el gráfico siguiente *gr63-uso EEM*, hemos colocado algunos aspectos que nos permiten relacionar lo que debemos hacer para satisfacer el C2, con el uso del EEM, y así apreciar la importancia de ese manejo que nos asegure el libre y pleno uso.



gr63-uso EEM

En la parte superior figura una descripción de algunos de los procedimientos y tareas de C2 a realizar y el lugar donde se hacen; como la captación de la situación por los captadores.

En la parte superior derecha, enmarcados sobre un fondo negro, mostramos los medios con los que se realizan; sensores para el caso de captación de la situación.

Lo enmarcado hace referencia a: *sensores, computadoras, y comunicaciones*.

Ya hemos visto que los sensores, en su mayoría, hacen uso del *EEM* para cumplir con su función. Lo muestran el gráfico *gr-40 sensores* de página 144 y el anexo A.

Luego de un pequeño preproceso de lo captado por los sensores a bordo de la plataforma, estos datos serán transmitidos a los centros de procesamiento y fusión, en forma directa o mediante alguna plataforma retransmisora, utilizando también el *EEM*.

En los centros de procesamiento y fusión, las tareas serán realizadas por computadoras, que probablemente necesitarán comunicarse entre ellas para realizar el proceso. Este enlace podrá hacerse mediante líneas físicas, o por radio, con lo que utilizarán el *EEM*.

Para la distribución/diseminación de la información lograda será necesario transmitirla, por líneas físicas o por radio, con lo que nuevamente se utilizará el *EEM*.

Lo mismo sucederá en los pasos siguientes del proceso.

Aunque utilicemos computadoras, tendremos necesidad de que se comuniquen entre ellas, lo que hará que debamos recurrir al *EEM*.

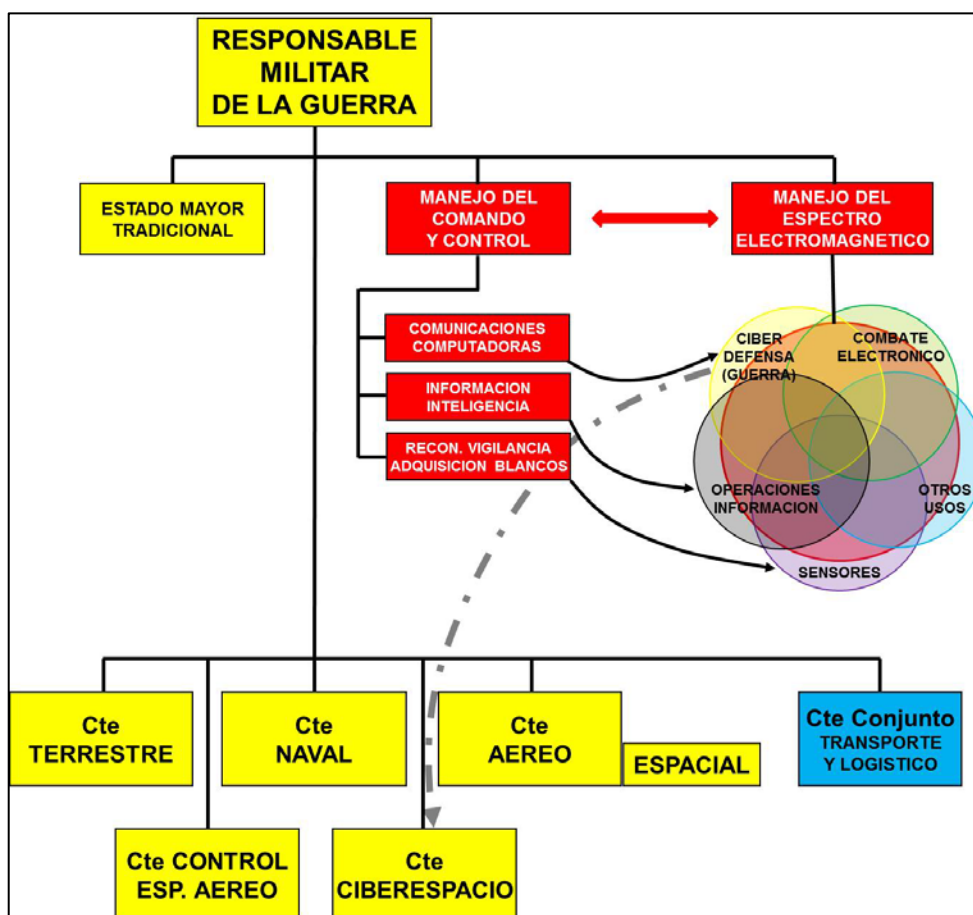
Conclusión: para que nuestro Sistema de Comando y Control funcione, tendremos que hacer un uso intensivo del *EEM* (espectro electromagnético).

Para terminar de mostrar la necesidad que tenemos de manejar el EEM, al gráfico lo hemos completado en la parte inferior con un simple listado de otros usuarios de ese EEM; desde nuestros efectores y otras plataformas para guerrear, hasta nuestro enemigo y terceros.

Demasiados usuarios, demasiada anarquía, demasiadas posibilidades de que todo lo que concebimos para que tomemos decisiones correctas y oportunas, y para ejercer la conducción de nuestras fuerzas, fracase.

La opción que tenemos para evitarlo es, al máximo nivel, el del Responsable Militar de la Guerra para que no haya conflictos de autoridad, contar con un organismo que se encargue de manejar, de administrar y controlar, todo lo relacionado con el uso del EEM.

Esto es lo que hemos agregado en la parte derecha del gráfico *gr64-manejo EEM*.



gr64-manejo EEM

Como podemos apreciar el gráfico no es muy ortodoxo, porque en lugar de colocar rectángulos con un escrito en su interior, unidos por líneas de relación o dependencia, hemos

dibujado una serie de círculos representando subconjuntos, que interactúan entre si dentro de un conjunto superior, el del *Espectro Electromagnético* (EEM).

Aunque lo intentamos, no encontramos otra forma de representar claramente el concepto de todas esas cosas que van a estar presentes en el *ambiente electromagnético*.

Estamos utilizando el término *ambiente* electromagnético porque es el que mejor nos permite expresar el concepto, ya que no es un espacio físico limitado.

Si observamos la parte inferior del gráfico, y en lugar de hablar de *espacios* para guerrear hablamos de *ambientes*, resulta fácil percibir el concepto.

El ambiente *terrestre* se refiere al terreno, a la tierra, con todas sus características; es una superficie, que tiene un cierto grosor dado por las trayectorias de algunas armas, como los proyectiles de artillería.

Su linde, o elemento de contacto, con el enemigo terrestre o con el ambiente naval es una línea, y el efecto de las armas tradicionales usadas es puntual.

Lo mismo sucede con el *ambiente* naval, o marino, o hidrográfico; también es una superficie, de un determinado grosor, esta vez en profundidad, dado por el uso de submarinos.

Su linde o elemento de contacto también es una línea, y el efecto de sus armas también puntual.

El *ambiente* aéreo en cambio, en el que podemos incluir al espacio como su extensión, es un volumen, y su linde o elemento de contacto con los otros ambientes es una superficie.

En el caso de las armas que lo utilizan, su efecto sigue siendo puntual.

La fusión e interacción de todos estos ambientes, a los que debemos agregar el electromagnético por lo que explicaremos a continuación, constituirá el *ambiente operacional* como un todo.

Si consideramos el *ambiente electromagnético* bajo los mismos criterios que los otros, también es un volumen, pero mucho más extenso que el aéreo.

Tiene otra particularidad, la energía electromagnética emitida se propaga en forma esférica, salvo que el elemento emisor, por ejemplo una antena, la concentre en una determinada dirección. Por tanto el efecto de esa radiación no es puntual sino que actúa en un volumen.

Esta propagación esférica omnidireccional, o en un ángulo esférico, hace que a diferencia de los otros ambientes, el elemento de contacto sea todo el volumen del ambiente, y que no esté constreñido a un determinado espacio geográfico de interés, sino que lo excede.

Desde el punto de vista geográfico, esta es la mayor diferencia respecto a los otros ambientes donde se guerrea, el terrestre, naval, y aeroespacial, omitiendo por ahora el ciberespacio.

Los lindes o límites geográficos forman parte del volumen del ambiente, en donde la energía emitida por cualquier dispositivo tiene alcances en distancia que dependen de la potencia emitida y de la sensibilidad del captor o receptor; y tendrán una orientación angular si

la emisión es direccional. Todo esto hace que resulte muy fácil la superposición y entremezclado de señales, interfiriéndose y anulándose unas con otras.

Lo mismo sucede a la inversa, la energía producida por fuera del espacio geográfico de interés puede llegar a él y afectar a los medios en su interior.

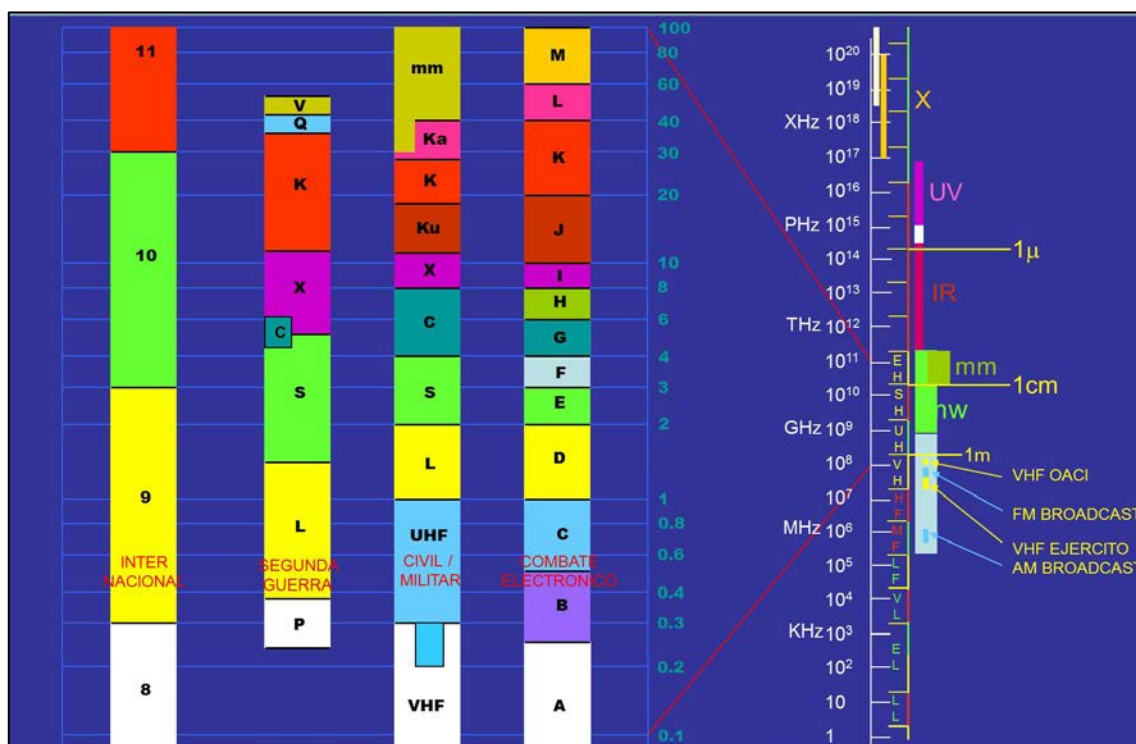
Como resultado de las características de propagación, por más que se tomen recaudos para mantener las señales separadas e individualizadas, en la realidad terminan todas entrelazadas, mezcladas de una forma u otra.

Por eso la representación en el gráfico de todo aquello que utiliza el EEM en forma de subconjuntos imbricados unos con otros, superpuestos no totalmente con el conjunto espectro electromagnético, porque algunas de sus actividades pueden quedar por fuera de este ambiente electromagnético.

Una aclaración, al cable, sea fibra óptica u otro, aunque no utiliza el EEM, resulta conveniente considerarlo como parte integrante del espectro cuando se lo analiza.

Para no empastar y tornar confusa la imagen, hemos graficado sólo 5 subconjuntos que nos resultan de interés: los *sensores*, los medios que realizan operaciones (*guerra*) de *información*, la *ciberdefensa* (*guerra*), y el *combate electrónico*, colocando arbitrariamente a todo el resto de actividades en el subconjunto *otros usos*.

El gráfico *gr65-espectro* nos permite una visualización simple de todo lo que abarca el espectro, y ubicarnos en cuanto a frecuencias, longitudes de onda, bandas y usos.



gr65-espectro

Como el manejo del espectro electromagnético es un tema demasiado complejo, en los párrafos siguientes sólo haremos un bosquejo de análisis, sin llegar a una conclusión definitiva a fin de evitar la excesiva extensión del presente análisis del Sistema de Información.

El tema requiere su propia investigación específica y profunda, la que estamos dejando fuera del presente trabajo ya que no basta con un anexo como en el caso de los sensores o de la preparación del ambiente operacional.

EL MANEJO DEL COMBATE (guerra) ELECTRONICO

Cuando se piensa en el espectro electromagnético, lo primero que viene a la mente es la guerra o *combate electrónico* (CE – electronic combat – EC) que hemos representado como uno de los subconjuntos en el gráfico *gr64-manejo EEM* de página 207.

Es la actividad más agresiva e intensa en el uso del espectro electromagnético, y lo abarca en toda su extensión. Y es la que más trastornos nos ocasiona a la hora de tratar de ejercer el Comando y Control, porque nuestro enemigo nos atacará a través del espectro, y nosotros a menudo, en nuestro intento de atacarlo a él, nos dañaremos a nosotros mismos, cometiendo lo que se conoce como *fratricidio electrónico*.

Es muy fácil cometer este fratricidio debido a las características de las emisiones y su propagación en el espectro que antes describimos someramente. La energía electromagnética radiada para atacar no es como el proyectil de artillería o la bomba, que tienen un efecto puntual; la energía se expande en forma de ángulo esférico, como si fuese la luz de una linterna, con una apertura angular cuyas dimensiones dependerán de la capacidad para direccionar la energía que tiene el elemento emisor, por ejemplo una antena.

Esta apertura angular normalmente será grande, salvo en el caso del laser, y en algunos casos en los que se utilice como emisor una antena omnidireccional, la apertura angular será una esfera, y la energía radiada afectará a todo aquello que se encuentre dentro del volumen de esa esfera.

La radiación se puede realizar con la intención de producirle daño al otro, con lo que estaremos dentro del combate electrónico, o puede ser no intencional, como una simple transmisión de datos o una comunicación vocal, que por casualidad coincide con otra con las mismas características de frecuencia y modulación, produciéndole interferencia e ininteligibilidad.

El combate electrónico ha ido y sigue evolucionando desde la guerra de Vietnam, sobre todo en su aspecto de ataque, y el nombre que se le da a este ataque ha ido mutando con el tiempo, y se ha ido diversificando y especializando en determinadas áreas o actividades dentro del espectro.

Siempre liderados por Estados Unidos en cuanto a términos a usar, primero se hablaba de *Contra Medidas Electrónicas* (CME – electronic countermeasures – ECM) como parte de la

guerra electrónica (GE – electronic warfare – EW). Luego se habló de CME de *comunicaciones*, contra todo lo que fuese comunicaciones, y de CME de *no-comunicaciones*, contra todo lo que no fuese comunicaciones, en particular radares.

En los 1990s Estados Unidos cambió el término CME/ECM por el de *Ataque Electrónico* (AE – electronic attack – EA), y lo siguieron el resto de los países.

Un poco antes, en los 1980s cambió el término guerra electrónica por *Combate Electrónico* (CE – Electronic Combat – EC), y unos años después lo diversificó discriminándolo por áreas de actividad sobre las cuales actuar.

Por un tiempo mantuvo el término guerra electrónica para los *sistemas de armas*, pero unos años después lo mutó a combate electrónico.

Creó una nueva área donde guerrear electrónicamente, la de los *sistemas de comando y control*, en un principio bajo el título C3CM (Command, Control and Communications CounterMeasures – *contramedidas de comando, control y comunicaciones*) al que poco después cambió por C3W (*guerra de C3*) y continuó derivando en Infra Protection (*protección de la infraestructura del estado*) y luego en la actual Cyberdefense (*defensa cibernética*) previo paso por Computer Warfare (*guerra de computadoras*) y Cyberwarfare (*guerra cibernética*).

Relacionado con los sistemas de C3 también comenzó a hablar de Information Warfare (IW – *guerra de información*) cambiando luego a Information Operations (IO – *operaciones de información*).

Algunos países lo siguieron en estos cambios de nombres y conceptos, otros no.

También separó de las CME aquellas que se realizaban con munición contra los radares del enemigo, conocidas como hard ECM (*CME duras*), y creó el concepto de SEAD (Suppression of Enemy Air Defenses – *Supresión de las Defensas Aéreas del Enemigo*).

Como ya habíamos mostrado antes, tanto en la parte cibernética como en la de defensa aérea Estados Unidos desarrolló los conceptos y acuñó los términos desde su óptica, marginando el concepto de que en realidad pertenecen a guerras o combates, en donde uno ataca y el otro se defiende. Es el caso de la ciberdefensa que trataremos luego.

Hemos estado hablando sobre el aspecto ataque dentro del EEM, pero debemos recordar que paralelo al concepto de ataque o degradación va el de defensa o protección.

Sin haber analizado todos los vericuetos de esta guerra dentro del espectro electromagnético, podemos apreciar que es sumamente necesario tener control del mismo si queremos asegurarnos su uso sin inconvenientes o imprevistos, por lo que necesitamos un organismo que se encargue de su manejo, sea para *usarlo*, sea para *negarle su uso* al enemigo, sea para *asegurarnos su uso* a pesar del enemigo.

Si no realizamos un adecuado, armónico, eficiente y eficaz *manejo* del espectro electromagnético, sin dudas aumentaremos nuestras posibilidades de fracasar en el logro de nuestro *estado final deseado*.

LOS OTROS SUBCONJUNTOS: SENSORES, OPERACIONES DE INFORMACION, y OTROS USOS

Ya antes habíamos visto que era necesario manejar los captores, y dentro de ese concepto está el de manejo de los sensores que portan, sensores que en su mayoría utilizarán el EEM para funcionar, y que permitirán realizar el *RSTA* (Reconocimiento, (S)Vigilancia, y (TA)Adquisición de Blancos). Por eso los hemos destacado como subconjunto *Sensores* participando del espectro electromagnético.

También vimos que era necesario manejar la información y el conocimiento (inteligencia) que conforman el Sistema de Información dentro del Sistema de Comando y Control. Este manejo en gran medida recurrirá al uso del EEM para lograrlo; por eso lo graficamos como otro subconjunto, el de *Operaciones de Información*, que además del uso, incluye los conceptos de ataque o degradación y de defensa o protección.

EL SUBCONJUNTO CIBERDEFENSA (guerra)

La *Ciberdefensa* (cyberdefense) requiere un análisis particular.

En el gráfico *gr64-manejo EEM* de página 207 al subconjunto *ciberdefensa (guerra)* lo hemos unido con una flecha punteada con el Comando del Ciberespacio porque cuando profundizamos en ambos conceptos de ciberdefensa y ciberespacio, y los relacionamos con el uso que hacen del espectro electromagnético a través de las redes de comunicaciones, surge como necesidad que requieren un análisis muy detallado de cómo organizarlos, porque *ciberdefensa* (cyber defense) y *ciberespacio* (cyberspace), aunque son términos establecidos por Estados Unidos y adoptados por casi todos los países del mundo, expresan conceptos que limitan los campos de capacidades y necesidades que se tienen para guerrear.

Para hacer sólo un bosquejo de análisis, no un análisis profundo, recurramos primero al DoD Dictionary of Military and Associated Terms (Departamento de Defensa – Diccionario de Términos Militares y Asociados) de Enero 2019:

Cyberspace – *Ciberespacio*: Un dominio global dentro del ambiente de información consistente en las redes interdependientes de las infraestructuras de tecnología de la información y datos residentes, incluyendo Internet, redes de telecomunicaciones, sistemas de computación, y procesadores y controladores incrustados (JP 3-12).

Cyberspace Defense – *Defensa del Ciberespacio (ciberdefensa)*: Son las acciones tomadas dentro del ciberespacio protegido para derrotar a amenazas específicas que han violado o están amenazando con violar las medidas de seguridad del ciberespacio, e incluyen acciones para detectar, caracterizar, contrarrestar, y mitigar las amenazas, incluyendo malware o actividades no autorizadas de los usuarios, y para restaurar al sistema a una configuración segura (JP 3-12).

NATO no incluye al Ciberespacio y a la Ciberdefensa en su glosario de 2018, pero tiene un manual: *MNCD2 Multinational Cyber Defence Capability Development* (Desarrollo Multinacional de la Capacidad de Ciber Defensa) en donde analiza el tema.

En cuanto al Ministerio de Defensa de Argentina:

Ciberespacio – Ambiente virtual en el que se desarrollan actividades de creación, procesamiento, almacenamiento, intercambio y visualización de datos e información digital, a través de redes, software, hardware y firmware de dispositivos electrónicos, cuyo carácter distintivo está dado por el empleo excluyente de las tecnologías de información y comunicaciones. Constituye un ambiente de actuación operacional del Instrumento Militar y otros actores cibernéticos.

Ciberdefensa – Conjunto de acciones que se desarrollan en el ciberespacio para prevenir, detectar, identificar, anular, impedir, evitar, contrarrestar, contener o repeler una amenaza o agresión cibernética, sea esta inmediata, latente o potencial, a fin de permitir el empleo del Instrumento Militar de la Nación.

Con estas definiciones como base, analicemos primero *Ciberdefensa*.

Si hay alguien que se defiende, es porque hay alguien que ataca.

Por tanto el término correcto a utilizar sería *Ciberguerra*; y realizaríamos una actividad dual, porque protegeríamos nuestro sistema cibernético, y trataríamos de degradar el del enemigo.

Pero Estados Unidos, aunque en un principio hablaba de cyber warfare, el término que acuñó fue *Cyberdefense* y después *Cyberspace Defense*, pensando desde su óptica particular de que debía defenderse; y como resultado el resto de los países habla de *ciberdefensa*.

Pero como ya antes dijimos, nosotros debemos siempre tener una visión dual: proteger si es nuestro, degradar si es del enemigo. Por tanto lo mismo cabe en cuanto al sistema cibernético.

Si adoptamos el concepto de ciberdefensa nos estamos autolimitando, ya que no pensaremos en degradar el sistema de computadoras y sus comunicaciones asociadas del enemigo, lo que nos hace perder posibilidades en el enfrentamiento.

Como mostramos al principio del trabajo, cuando pensemos en nuestro enemigo debemos pensar en descerebrarlo. Descerebrarlo significa degradar sus sistemas de toma de decisión. Bajo este concepto, las computadoras son las neuronas del cerebro del enemigo.

Las computadoras, igual que las neuronas, tienen que conectarse entre ellas formando redes para funcionar, estas redes están conformadas por equipos y sistemas de comunicaciones, que es lo que utilizaremos para entrar a las computadoras del enemigo y degradarlas, y es lo que protegeremos para evitar que el enemigo haga lo mismo con nosotros.

Como podemos apreciar, es una guerra o combate, no es una defensa; y normalmente utilizaremos el EEM para guerrear, con lo que podemos concluir que la ciberdefensa es sólo una

parte, específicamente orientada, del combate electrónico (CE – EC), o electromagnético si queremos ser más precisos.

El otro aspecto que ya vimos antes, es que deberemos optimizar nuestro sistema de computadoras y sus redes, para lograr un máximo aprovechamiento de las mismas.

Para que podamos estar en ventaja respecto a nuestro oponente, la optimización de nuestros sistemas siempre estará acompañada por su protección, y por la degradación de los sistemas del enemigo.

Esta optimización la lograremos mediante el *manejo* de los medios integrantes del Sistema de Comando y Control, y mediante el *manejo* del EEM, ya que las computadoras y las comunicaciones que las enlazan en red recurrirán permanentemente a este espectro. En algunos casos se podrán reemplazar parcialmente los enlaces radio, que usan el EEM, por cable físico o fibra óptica, pero sólo entre emplazamientos fijos.

Recordemos que *manejo* significa *administrar y controlar*.

Consideremos ahora el *Ciberespacio*:

Este término también fue acuñado por Estados Unidos y adoptado por el resto de los países. Y en 2009 Estados Unidos también creó un Comando del Ciberespacio.

Normalmente al mencionar ciber o cyber pensamos en computadoras, olvidando las comunicaciones necesarias para que funcionen.

Si observamos el gráfico *gr63-uso EEM* de página 206, este nos muestra que en todo el proceso del C2, así como en todas las otras actividades, hay abundancia de computadoras, las que hacen un uso intensivo del EEM.

Casi todas estas computadoras, especialmente las dedicadas al Sistema de Comando y Control, necesitan comunicarse entre sí para cumplir con sus funciones.

Como acabamos de expresar, este enlace puede hacerse por fibra óptica o cable si las instalaciones donde están las computadoras son fijas, pero si las instalaciones en que se encuentran instaladas son plataformas móviles o transportables, el enlace deberá ser realizado mediante comunicaciones de radiofrecuencia, utilizando el EEM.

Aun cuando las instalaciones sean fijas, si para enlazar las computadoras entre sí vamos a recurrir al uso de Internet, la forma en que esta maneja el intercambio y enrutamiento de los datos no nos permitirá saber cómo será el encaminamiento de los paquetes de datos que intercambiarán, y es muy posible que en cualquier momento ese encaminamiento sea utilizando el EEM.

EEM significa antenas; y las antenas son las puertas de entrada que utilizaremos nosotros y nuestro enemigo para penetrar el sistema del otro, sea para saber qué está haciendo o qué información maneja, sea para degradarle el sistema.

Al realizar estas actividades, de inteligencia de señales y de contenido, o de ataque electrónico, estamos trabajando en otros subconjuntos del EEM, el del *Combate Electrónico*, y

también en el de *Operaciones de Información*, lo que nos muestra que hablar de Ciberespacio como concepto es realizar una discriminación que está reduciendo las reales capacidades y necesidades que nos brinda el EEM, y que colisiona con los otros conceptos.

Esto nos lleva a considerar que lo más correcto es tal vez hablar de *espacio o ambiente electromagnético* antes que de *espacio cibernético*, para asegurarnos cubrir todas las posibilidades de que disponemos, y administrarlo y controlarlo como un todo, y armónicamente.

Unas páginas atrás cambiamos el término *espacio* por *ambiente*, porque pensamos que nos facilita la interpretación de los conceptos, y nos permite la relación con el ambiente operacional.

Al hablar de ambientes, el terrestre es donde se desarrollan actividades y operaciones terrestres; en el naval las navales, y en el aéreo las aéreas.

Y aquí la duda, ¿hablamos de ambiente cibernético, o de ambiente electromagnético, o los consideramos diferentes?

Sea que hablemos de cibernético o electromagnético, lo que se mueve en ellos son señales electromagnéticas; las computadoras hablando entre sí a través de las comunicaciones.

Si analizamos este hecho, las computadoras son los actuales usuarios/operadores del EEM; han reemplazado al humano como terminal pensante. Esto nos mueve a considerar que es más realista hablar de *ambiente electromagnético* antes que *cibernético*; lo mismo sucede si los tomamos como espacios.

Por lo visto hasta acá podemos llegar a una conclusión, tal vez provisoria: nos conviene, antes que hablar de ciberdefensa hablar de guerra o combate, con alguien que ataca o degrada y otro que se defiende o protege, y que el combate se desarrolla en un ambiente electromagnético, el del EEM. Aunque Estados Unidos utilice el concepto de ciberdefensa.

Lo mismo sucede con el ciberespacio, ya que lo que las computadoras utilizan es energía electromagnética, que se desplaza justamente en el ambiente electromagnético. Ambiente o espacio que es más abarcativo que el ciberespacio, al que incluye junto con el resto de medios de los otros subconjuntos con los que interactúa y se imbrica.

Esto también nos estaría indicando que resulta más conveniente hablar de ambiente o espacio *electromagnético* antes que de *ciberespacio*. Aunque Estados Unidos haya creado un Comando del Ciberespacio.

Este breve bosquejo de análisis nos ha mostrado que lo que se debe manejar es el *Espectro Electromagnético*, porque su concepto es más amplio e incluye a todos los aspectos que hemos considerado en los diferentes subconjuntos, ya que resulta más práctico tratarlos en su conjunto y como a un todo al estar completamente imbricados unos con otros.

Nos queda un tema a resolver, que debe ser motivo de una profunda investigación: ¿es conveniente que tengamos un Comando de Ciberdefensa?, o ¿basta con incluir en el manejo del C4ISTAR y del EEM todo lo que se requiera tanto para administrar y controlar lo relacionado

con las computadoras y sus comunicaciones asociadas como para su protección?. Aunque Estados Unidos creó un Comando de Ciberdefensa, y Argentina hizo otro tanto.

En la organización argentina el Comando de Ciberdefensa, o del Ciberespacio, está ubicado en el nivel operacional, y debe normar sobre los medios que posee el Comando Operacional. El Comandante Operacional, ¿aceptará las indicaciones que le imponga su igual, el Comandante del Ciberespacio o de Ciberdefensa respecto al uso de sus medios?, ¿o lo ignorará?.

La misma pregunta surge respecto a la posible actitud de los Comandantes de los Componentes Terrestre, Aéreo y Naval, más el de Transporte.

¿O sucederá como en el conflicto de Malvinas, donde los Comandantes se ignoraban?, y se tuvo que crear de urgencia el CEOPECON, que nada solucionó.

Si en cambio quien norma es el nivel superior, el del Responsable Militar de la Guerra, el del Comandante Conjunto Estratégico como veremos a continuación, ninguno de los Comandantes Operacionales o de nivel inferior se puede negar a cumplir.

MANEJO DEL C4ISTAR Y DEL EEM

Lo representado en el gráfico *gr63-uso EEM* de página 206 nos muestra que en su funcionamiento el C4ISTAR hace un uso intensivo de computadoras y comunicaciones, más sensores.

En el gráfico *gr64-manejo EEM* de página 207 vemos que los tres aspectos del manejo del C2: computadoras y comunicaciones, información e inteligencia, y el RSTA mediante captores, tienen su contraparte en el manejo del EEM: ciberdefensa, operaciones de información, y sensores; lo que hemos graficado con las flechas negras que unen los dos manejos.

Pero como acabamos de ver, es conveniente que ciberdefensa forme parte del combate electrónico, para ir más allá de su concepto de protección de las computadoras propias y sus comunicaciones relacionadas, y cubrir todas las posibilidades de ataque y defensa.

Todo lo que hemos analizado hasta acá nos muestra que hay una gran interrelación entre los medios empleados para el C2 y el uso del EEM, lo que nos lleva a considerar que ambos manejos deben ser realizados en forma mancomunada, tratando de integrar lo más posible todo lo que se realice en las dos áreas. Por eso la doble flecha roja.

CONCLUSION

Para asegurar que nuestras *decisiones* serán siempre *correctas y oportunas*, a nivel del Responsable Militar de la Guerra, el Comandante Conjunto Estratégico, además del Estado Mayor tradicional, deberemos contar con un *Organismo de Manejo*, de administración y control

del Sistema de Comando y Control y del Espectro Electromagnético, que norme y coordine sus usos a través del Comandante.

Si observamos las estructuras de algunos estados mayores, en ellos ya se encuentran embriones de lo que estamos necesitando para satisfacer ambos manejos, conformados como jefaturas, divisiones o departamentos.

Pero la concepción que tenemos de ellos es que sus actividades están orientadas a satisfacer los requerimientos del órgano Operaciones. El ejemplo es el J6 del Estado Mayor Conjunto de Argentina.

La realidad que estamos planteando va mucho más allá, el manejo del C4ISTAR y del EEM requiere una dedicación continua y dinámica si queremos que todo funcione armónicamente, con una postura clara y precisa de administración y control de todo lo relacionado con C2 (C4ISTAR) y EEM.

Los análisis realizados nos indican que lo práctico es colocar a ese organismo de manejo en el nivel del responsable militar de la guerra, y por fuera del estado mayor tradicional, con lo que aseguraremos un acertado manejo del C2 y del EEM para todas las fuerzas, dentro del espacio geográfico de interés y más allá. Tal como muestra el gráfico *gr64-manejo EEM* de página 207.

También planteamos un tema a resolver, que debe ser motivo de una profunda investigación: ¿es conveniente que tengamos un Comando de Ciberdefensa?, o ¿basta con incluir en el manejo del C4ISTAR y del EEM todo lo que se requiera tanto para administrar y controlar lo relacionado con las computadoras y sus comunicaciones asociadas como para su protección?. Aunque Estados Unidos creó un Comando de Ciberdefensa, y Argentina hizo otro tanto.

Este tema está relacionado con el que planteamos anteriormente, que también requería un trabajo de investigación para determinar cuál debería ser la estructura de organización más adecuada para las Fuerzas Armadas Argentinas, que expresamos a partir de la página 46 y en el que considerábamos los espacios donde se debía guerrear, y que plasmamos en el gráfico *gr11-posible organización* de página 59.

A este gráfico lo utilizamos recientemente como base para realizar los gráficos *gr62-manejo del C2* de página 203 y *gr64-manejo EEM* de página 207, que muestran el concepto que hemos estado desarrollando.

Aunque estos temas no son parte de la presente investigación, por lo que sólo hemos realizado un bosquejo de cómo podría ser la organización de las fuerzas para guerrear y la estructura de su conducción, son temas a resolver previo a concebir cómo será la estructura que deberá tener el Sistema de Comando y Control.

La organización de las fuerzas y de su conducción debe ser simple y armónica, asegurando que no surgirán conflictos de intereses, como los que tuvimos en Malvinas.

También, el colocar al Comandante Conjunto en el nivel estratégico nos permite que los Comandantes de los Componentes terrestre, naval, y los dos aéreos estén en el nivel operacional, lo que nos da margen para la estructuración de las fuerzas por debajo de este nivel; cosa que no sucede si los colocamos en el nivel táctico.

Estos niveles y estructura nos dan otra ventaja, considerando ahora las lecciones aprendidas del conflicto de Malvinas. Los Comandantes en Jefe de entonces, los Jefes de Estado Mayor de las Fuerzas en la designación actual, aunque como tales estaban fuera de la cadena de mandos para guerrear, lo mismo daban órdenes, interfiriendo con los mandos naturales.

Si los Comandantes de los componentes a nivel operacional son los JEM de época de paz, estos estarán dentro de la cadena de mandos al momento de guerrear, por lo que no podrán interferir, y tendrán el incentivo que, al ser los conductores de sus fuerzas en la guerra, deberán asegurarse la adecuada preparación de las mismas.

Sólo es necesario que el Comandante Conjunto tenga una antigüedad superior. Y ya tiene a su órgano de trabajo, listo para guerrear, desde la paz, el Estado Mayor Conjunto.

En cuanto a Comandante Aéreo, hemos colocado dos porque las operaciones a llevar a cabo en este espacio o ambiente son tres:

- Ofensivas contra tierra, mar, aire y espacio.
- Defensivas contra aire.
- De control de todo el movimiento aéreo, el propio militar y civil, y el de terceros.

Si el Comandante es uno solo, probablemente no tendrá tiempo suficiente para prestarle atención a las tres; por un lado las defensivas contra aire requieren una atención continua, porque la iniciativa está del lado del enemigo; por otro lado, dadas las velocidades de las plataformas involucradas, el tiempo para decidir es mucho más escaso que en los otros ambientes o espacios.

Lo probable es que quienes terminen teniendo protagonismo sean sus Comandantes del nivel inferior, y él sólo actúe como intermediario entre ellos y los otros Comandantes Operacionales. Recordemos Malvinas.

Si separamos las operaciones en dos, el Comandante Aéreo y Espacial se puede dedicar de lleno a las ofensivas, en coordinación con sus contrapartes terrestre y naval; y el Comandante de Control del Espacio Aéreo de lleno a las contra aire, de defensa aérea, ya que el control del movimiento aéreo es una parte necesaria e integrada con la defensa aérea, y la puede delegar a un Segundo Comandante, que ya está ejerciendo el control del espacio aéreo desde la paz.

Con esta estructura de organización, estaríamos en condiciones óptimas para reaccionar en caso de un conflicto imprevisto, ya que sólo se deberían activar las misiones de época de conflicto o guerra, sin necesidad de reorganizarse en nuevos Comandos.

Esto es importante si consideramos la forma en que se producen a veces los conflictos actuales, sin ningún preaviso, lo que obliga a estar en condiciones de reaccionar en forma

inmediata, a veces en cuestión de horas. Podemos recurrir para considerar ejemplos incluso a 1982 y Malvinas, cuando las fuerzas argentinas recuperaron las islas.

No es necesario tener a los soldados durmiendo abrazados al fusil, basta con tener a las estructuras *de conducción* ya organizadas y funcionando, cumpliendo con sus misiones de época de paz que mencionamos más arriba. Si nuestro posible enemigo sabe que estamos en condiciones de actuar incluso antes de que él concrete su acción, posiblemente dudará de hacerlo.

Pasando ahora al Manejo del C2 o C4ISTAR y del EEM.

El Estado Mayor Conjunto de Argentina posee un embrión del mismo, es la Jefatura 6. Pero esta está dentro y es una jefatura más del estado mayor, que los usos y costumbres hacen que se la vea como orientada a satisfacer los requerimientos del órgano Operaciones, J3, antes que como responsable de asegurar el correcto y pleno funcionamiento de un Sistema de Comando y Control.

Por eso probablemente sea conveniente tener un organismo *Responsable del Manejo del Sistema de Comando y Control, y del Espectro Electromagnético*, dependiendo directamente del Comandante Conjunto, para garantizar a través de éste un accionar expeditivo y con la suficiente autoridad como para normar sobre los Comandantes Operacionales.

Ese organismo *Responsable* sería responsable, valga la redundancia, de asegurar a todos los involucrados, no importa su nivel:

- En cuanto al Comando y Control (C4ISTAR):
 - o Que la información que se obtenga por cualquier medio llegue a todos en forma completa y oportuna.
 - o La capacidad de contar con los procedimientos y medios para tomar decisiones y conducir las fuerzas.
- En cuanto al uso del Espectro Electromagnético (EEM):
 - o El pleno uso del Espectro Electromagnético, sin riesgos de fraticidio electromagnético.
 - o La coordinación de los procedimientos de protección contra los posibles ataques electromagnéticos del enemigo para todos los medios de las fuerzas que utilicen el EEM.
 - o La coordinación de los procedimientos de degradación de los medios del enemigo que utilicen el EEM.

De esta forma, con dos organismos dependientes del Comandante Conjunto, el Estado Mayor Conjunto estaría plenamente orientado a las actividades clásicas del nivel estratégico.

Los procedimientos y medidas de protección incluirían a la Ciberdefensa, sea que las redes de computadoras se basen en el uso del EEM o utilicen cualquier tipo de cable o fibra óptica.

Como ya mencionamos, esto llevaría a considerar si es más conveniente esta organización o contar con un Comando de Ciberdefensa a nivel operacional, al mismo nivel que el comando combatiente, como está estructurado actualmente.

Si se adopta el bosquejo que hemos realizado, nos queda otro problema por resolver ¿cuál sería el rol del Ministro de Defensa en una situación de conflicto o guerra?

Normalmente, el responsable máximo de la guerra es el Presidente de la Nación, con un Ministro de Relaciones Exteriores que se encarga del aspecto *político* de la guerra, y un Ministro de Defensa que se encarga del aspecto *militar*, constituyéndose por tanto en el responsable militar de la guerra en el nivel estratégico.

Tenemos a dos personas en el mismo nivel. Por un lado al Ministro, que suele ser un civil, y por el otro al Comandante Conjunto, que también hemos colocado en el nivel estratégico, como responsable militar de la guerra.

El Ministro de Defensa, ¿asume su cargo como responsable militar de la guerra?, o ¿cumple el rol de intermediario político entre el Comandante Conjunto y el Gabinete Nacional?.

Es algo que se tiene que tener resuelto al considerar la estructura de C2. Recordemos el conflicto de Malvinas, donde el entonces Ministro de Defensa, el Dr. Frúgoli, nunca participó de las reuniones del COMIL, y su rol se limitó a dar conferencias de prensa, aunque era el máximo responsable militar de la guerra.

¿QUE ESTA PASANDO?

Esta pregunta es fundamental en todo el proceso que estamos analizando, ya que es la que nos permitirá percibir cual es la real situación en el ambiente operacional, para que obremos en consecuencia.

Nos hemos estado refiriendo a ella continuamente, pero sobre todo cuando analizamos a los captores. Por eso aquí repetiremos lo dicho unas páginas antes, ya que las fuentes principales de información para el *¿qué está pasando?* son los captores, que permiten obtener la información y presentarla en tiempo real, a medida que va siendo captada.

Debemos recordar que cuando hablamos de captores, en el concepto incluimos también a los sensores de los efectores y otras plataformas, y a todo tipo de información o datos, no importa la fuente, que nos resulten de utilidad para saber *qué está pasando*.

Si prestamos atención a lo que sucede en todo el proceso, desde los *simples datos* captados por los sensores, hasta llegar al *conocimiento dominante del espacio de batalla*, vemos que en realidad todo siempre termina girando alrededor de esta pregunta:

¿qué está pasando?.

Cuando profundizamos el análisis sobre ese *¿qué está pasando?* vemos que está relacionado con el *¿qué?* y el *¿dónde?*, porque estos constituirán la información de base sobre la

que se asentará el *¿qué está pasando?*, como muestran los gráficos que hemos ido analizando a lo largo del trabajo.

El *¿por qué?* y el *¿qué podría pasar?* parten en sus análisis de ese *¿qué está pasando?*, y recurren permanentemente a él cuando necesitan más información.

Lo mismo sucede con lo que *intenta hacer* nuestro enemigo, necesitamos saber *¿qué está pasando?* para negarle lo que intenta hacer.

Cuando los Comandantes y otros decisores están por tomar sus decisiones, ellos también quieren saber *¿qué está pasando?*.

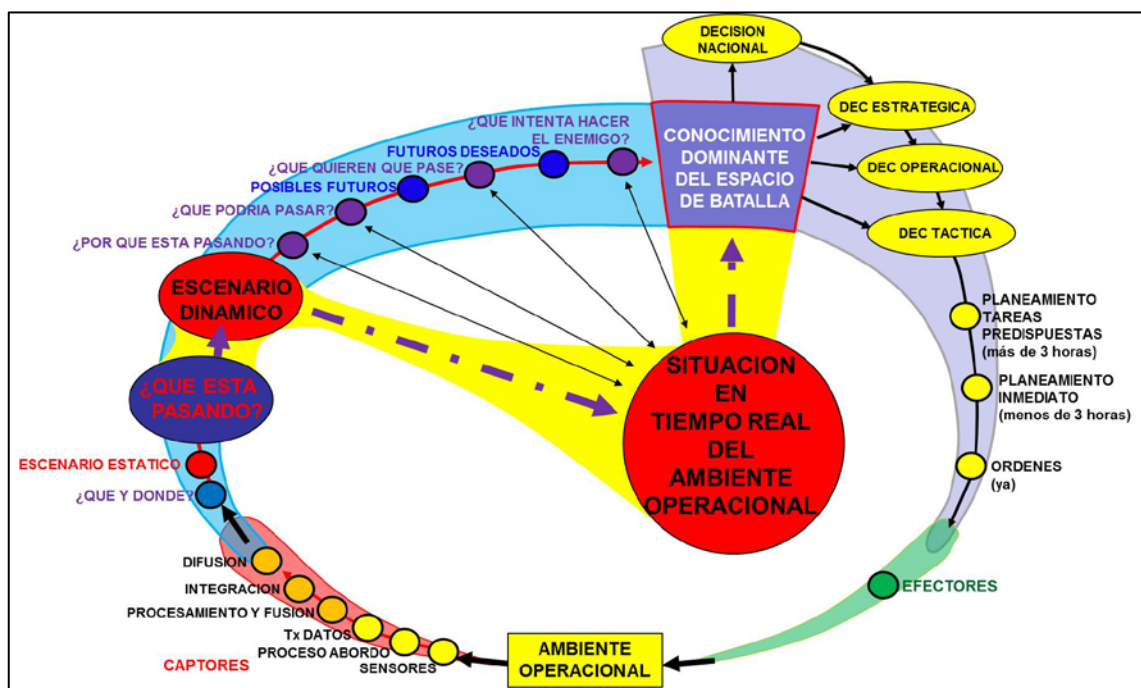
Otro tanto ocurre durante el planeamiento para elegir el mejor modo de acción: *¿qué está pasando?*.

Nuevamente, cuando los efectores están ejecutando su misión, la pregunta tanto de ellos como de los que los están controlando será: *¿qué está pasando?*.

Como es fácil deducir, vemos que todos los que participan del guerrear, sea como tomadores de decisión o sus estados mayores, sea como efectores, para actuar recurren a ese *¿qué está pasando?*.

Esta pregunta, o para ser precisos, las respuestas a esta pregunta, plasmadas en el escenario dinámico, permitirán a todos los decisores, cualquiera sea su nivel, saber cuál es la *situación imperante en el ambiente operacional*, y en tiempo real.

En el gráfico *gr67-situ del ambiente* mostramos este concepto.



gr67-situ del ambiente

Siguiendo el flujo que hemos representado en amarillo, las respuestas al *¿qué está pasando?* se plasmarán en el *escenario dinámico*, el que permitirá a todos los involucrados

visualizar la *situación en tiempo real del ambiente operacional*, brindándoles un *conocimiento dominante del espacio de batalla*, para que los responsables de todos los niveles de conducción tomen decisiones *correctas y oportunas*, y lo hagan en forma *armónica*.

Ya desde la época de paz el Sistema de Información se estará cargando con datos; y estaremos obteniendo respuestas al *¿qué hay?* y al *¿dónde está?*, de los medios del posible enemigo, de los nuestros, y de los terceros; pero esta información que volcaremos en el escenario será estática. Son los primeros pasos en el Sistema de Información.

Cuando lleguemos a los días y momentos previos al enfrentamiento, y durante éste, la *información estática* ya no será suficiente, porque para decidir correctamente debemos saber *qué es lo que está pasando*, necesitamos que la *información* sea *dinámica*, y por eso debemos recurrir en forma intensiva a quienes nos brinden información en tiempo real, a los sensores de las plataformas captoras, ya que serán prácticamente los únicos que nos brindarán datos actualizados, y sobre todo, si hemos montado el adecuado procedimiento, lo harán *a tiempo*, para que las decisiones que se tomen sean *oportunas*.

Unas páginas antes estuvimos viendo que son los sensores de los captores y de cualquier otra plataforma los que están en mejores condiciones para dar respuesta a ese *¿qué está pasando?*, debido a sus características y performances.

Esos sensores nos brindarán la esencia, la materia prima, la base de todo el proceso, ya que sus datos, continuamente relevados y transmitidos a los centros de procesamiento y fusión, se transformarán en *información dinámica*.

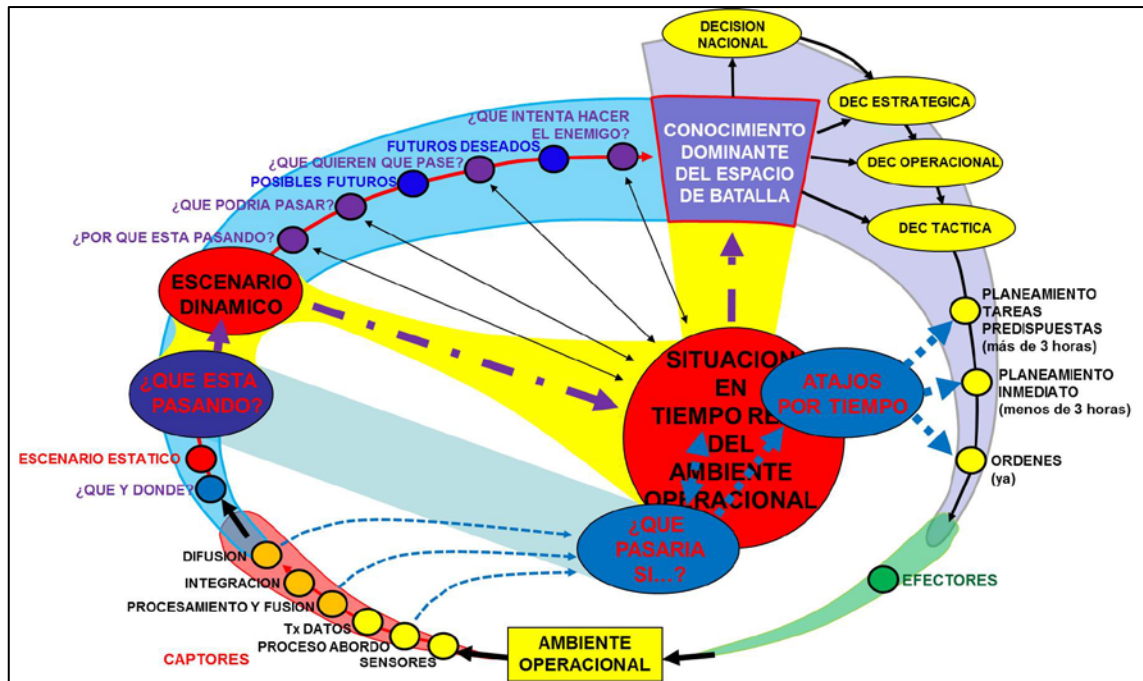
Es lo que nos muestra la parte inferior izquierda del gráfico en la primera parte del proceso, desde que los captores captan la situación del ambiente operacional hasta que, luego del procesamiento adecuado, la información es presentada en el escenario dinámico.

Normalmente se recurrirá a los sensores que estén montados en plataformas aéreas, ya que son las que poseen más *ubicuidad*, porque permiten ser posicionadas rápidamente y normalmente sin problemas de distancias y a veces de permanencia, lo que les da la posibilidad de estar en el lugar adecuado en el momento adecuado.

En particular recurriremos a la triada estratégica, que nos mostrarán todo lo que se mueve en el terreno, lo que se mueve en el aire, y lo que emite; cuyos grandes cubrimientos nos permitirán tener clara la situación en todo el espacio geográfico de interés. Información que complementaremos con la de otros sensores de características particulares según las necesidades.

Ya vimos que no debemos esperar a que se complete todo el proceso de los datos obtenidos por los captores u otros medios para hacer la pregunta *¿qué está pasando?* sino que la haremos en forma continua, apenas obtenemos datos de los sensores. Y también cambiaremos continuamente la pregunta por *¿qué pasaría si?*, para asegurarnos una adecuada reacción y tiempo para concretar nuestras acciones, recurriendo a los atajos.

Es lo que analizamos a partir de la página 198 y mostramos en el gráfico *gr61-que pasaría si* de página 199, el que aquí fusionaremos con el *gr67-situ del ambiente* que recién mostramos, para conformar el *gr68-que pasa y pasaría si*, en el que hemos tratado de mostrar que continuamente estaremos realizando las dos preguntas como si fuesen una sola, para asegurarnos que, apenas percibamos un cambio en lo que estamos captando, ya estemos tomando las acciones pertinentes, sea para concretar nuestro futuro deseado, sea para negárselo al enemigo.



gr68-que pasa y pasaría si

En amarillo está el flujo de información que nos lleva del *¿qué está pasando?* hasta el *conocimiento dominante del espacio de batalla*.

En azul hemos colocado los *atajos*, que responden a la pregunta *¿qué pasaría si?*, y que nos permiten *actuar por dentro del ciclo de reacción de nuestro enemigo*, negándole que concrete sus intenciones o lo que intenta hacer.

La unión con una faja celeste de las elipses *¿qué está pasando?* y *¿qué pasaría si?*, es para reafirmar el concepto que ambas preguntas van siempre juntas, buscando una explicación lógica en el futuro a lo que está sucediendo en el presente.

Uno de los ejemplos que ya antes pusimos fue lo que en Malvinas detectamos que estaban haciendo los británicos entre el 15 y 20MAY82 (presente - *¿qué está pasando?*) en previsión de su desembarco en San Carlos el 21MAY82 (posible futuro - *¿qué podría pasar?*).

Conociendo las intenciones británicas, ese *posible futuro* se transformaría en el *futuro deseado*, que nos llevaría a la pregunta *¿qué pasaría si?*, y a la búsqueda de atajos.

Vemos que estamos hablando de posibles futuros y futuros deseados aunque estamos analizando el presente, porque la pregunta *¿qué pasaría si?* nos proyecta inmediatamente hacia el futuro.

Esta proyección la hemos representado en el gráfico mediante las flechas negras de doble punta, que unen la *situación presente en tiempo real del ambiente operacional* con: *¿por qué está pasando?*, *¿qué podría pasar?*, *¿qué quieren que pase?*, y *¿qué intenta hacer el enemigo?*.

Esto nos está mostrando que la situación plasmada en el escenario dinámico también nos servirá como base de sustento para el trabajo en el nivel cognitivo.

Esta situación es el punto en donde todo confluye, adonde todos acuden para saber qué está pasando, y adonde todos aportan el conocimiento, información o datos que tienen, para asegurar que lo representado es el fiel reflejo de la realidad y de su posible evolución.

Es el lugar en donde se plasma el *Conocimiento Dominante del Espacio de Batalla*, fusionando los niveles informativo y cognitivo, con un acceso y realimentación continua de todos los involucrados.

EL NIVEL COGNITIVO

Al comenzar el presente trabajo vimos que para que se puedan tomar decisiones que sean *CORRECTAS*, se necesita *saber*:

- Saber *qué es lo que hay y donde está* (lo que conforma el ambiente operacional).
- Saber *qué está pasando* (conciencia situacional – situational awareness).
- Saber *por qué está pasando* (entender el porqué de lo que sucede - understanding).
- Saber *qué podría pasar* (darle sentido – sense making), apreciar hacia donde evolucionará lo que está pasando y cuáles serán los futuros posibles.
- Saber *qué quiere el enemigo que pase* (intenciones del enemigo – intentions/intend – su futuro deseado).
- Saber *qué queremos nosotros que pase* (intenciones de nuestro Comandante – nuestro futuro deseado).
- Saber *qué intenta (está tratando de) hacer el enemigo* para que pase lo que él quiere que pase (intento – intent).

Además, se necesita que ese saber, definido para su máximo estadio como *conocimiento dominante del espacio de batalla* (dominant battlespace knowledge), esté disponible *a tiempo* para que las decisiones sean *OPORTUNAS*; para que todos los que tengan que decidir lo hagan con tiempo suficiente, y así nuestros medios *efectores* puedan actuar antes de que lo hagan los medios *efectores* del enemigo, concretando nuestro *estado final deseado* (desired end state).

El *qué* y el *dónde* más el *qué está pasando*, constituyen el nivel informativo, sobre el que nos hemos extendido en el análisis, el que nos ha mostrado que debemos hacer un uso intensivo de equipos y sistemas, sean computadoras, sensores, o redes de comunicaciones.

El resto de las preguntas, partiendo del *por qué* hasta llegar al *conocimiento dominante del espacio de batalla*, y que conforman el nivel cognitivo, presentan características diferentes.

Para responder a las preguntas de este nivel, no se necesita hacer un uso intensivo de computadoras y sensores, sino intensivo de las mentes de los humanos, que son las más aptas para responder al *¿por qué está pasando?* y al *¿qué podría pasar?*. Son las que pueden evaluar cuáles pueden ser los *posibles futuros*, son las que pueden interpretar las *intenciones* de nuestro enemigo, y también intuir y deducir *¿qué es lo que intenta hacer?*.

Esto significa que en este nivel cognitivo debemos contar con las mentes más lúcidas, con el personal con las mayores capacidades deductivas, y con los poseedores de una gran intuición.

También significa que no podemos fijar procedimientos, porque cada mente funciona en forma independiente, con sus propios y posiblemente únicos procedimientos.

Y a lo que recurrirán esas mentes para realizar su trabajo será la *situación en tiempo real del ambiente operacional*; que es la base para todos los trabajos a realizar.

Es lo que hemos graficado en *gr68-qué pasa y pasaría si* de página 224 con las flechas negras de doble punta que unen a las preguntas del nivel cognitivo con la situación en tiempo real.

El personal que trabaje en el nivel cognitivo debe tener una gran capacidad para percibir, intuir, y deducir, tomando como base a la *situación en tiempo real del ambiente operacional* que está viendo.

Es un trabajo continuo de análisis mental, de razonamiento, porque lo que intuye y deduce, basado en lo que percibe, lo envía inmediatamente como complemento de la situación en tiempo real, pero mostrando hacia donde evolucionará posiblemente la situación. Está realizando *inteligencia predictiva*.

El conocimiento aportado por el personal del nivel cognitivo alertará a los Comandantes y al órgano operaciones de sus estados mayores, ya que les mostrarán los *posibles futuros*, los que confrontarán con los *futuros deseados* por el enemigo y por nosotros, para poder actuar en consecuencia.

Para hacerlo recurrirán a la pregunta *¿qué pasaría si...* lo que está sucediendo deriva en uno de los posibles futuros?. La respuesta a la pregunta les permitirá a los Comandantes y sus estados mayores anticipar en forma acertada las condiciones futuras, que los llevarán a determinar las acciones a realizar para asegurar que los posibles futuros que se concreten sean los que nos conviene a nosotros, y a la vez actuar para neutralizar los posibles futuros que convengan al enemigo.

La pregunta *¿qué pasaría si...?* también posibilitará adelantarnos a los hechos y detectar aquellas posibles acciones del enemigo que pueden afectar el desarrollo de las nuestras. El ejemplo es el ataque a los Pucará, buques y helicópteros argentinos previo al desembarco británico en San Carlos que ya mencionamos unas páginas antes.

De esta forma nuestros Comandantes se asegurarán que la evolución del ambiente operacional será siempre hacia donde ellos están interesados que vaya.

Según el ritmo y la orientación (hacia dónde va) que tenga la evolución, será el tiempo que tendrá a su disposición cada Comandante para decidir, planear, y ordenar a sus efectores que actúen antes que el enemigo cambie la situación.

Es lo que representa la elipse *atajos por tiempo* que muestra el gráfico *gr68-qué pasa y pasaría si* de página 224, y las flechas que la unen con las tres opciones de planeamiento según el tiempo disponible.

En el caso extremo no habrá planeamiento, sino la orden de tomar el atajo sensor-tirador.

Vemos que en el nivel cognitivo, salvo la presentación de la *situación en tiempo real del ambiente operacional*, no estamos hablando de computadoras y procedimientos a seguir, sino de razonamiento, de empleo de las mentes de los humanos, los que tienen que poseer *cualidades especiales* para desempeñarse en este tipo de tareas.

Recurriremos nuevamente al ajedrez para mostrar cómo el personal debe tener conocimientos profundos antes que saber de memoria manuales y reglamentos.

El tablero, en medio de una partida, representa el ambiente operacional, que va evolucionando a medida que los jugadores mueven sus piezas.

Si el jugador tiene un conocimiento profundo de todas las jugadas posibles para cada momento, le basta con observar el tablero para percibir hacia donde evolucionará la situación, detectando en forma inmediata cuales son las piezas del oponente que pueden generar situaciones críticas en las próximas jugadas. Su intuición, basada en su experiencia y conocimiento, más su poder deductivo, le dirán cuáles son los próximos cursos o modos de acción (las piezas a mover) para que la situación evolucione según su deseo y no el del oponente.

Si en cambio el jugador es inexperto, y sólo aprendió de memoria el manual que indica cómo se mueve cada pieza, aunque observe la misma situación que el jugador con conocimiento profundo, ésta nada le dirá, porque le falta el *conocimiento* que le permite percibir, intuir y deducir. Y probablemente su actitud será esperar a que el oponente mueva su pieza para reaccionar.

El primero posiblemente gane la partida, el segundo está condenado al fracaso.

Necesitamos que todo el personal asignado a trabajar en el nivel cognitivo tenga conocimientos profundos, que haya *apre-hendido* y razone, *no* estudiado de memoria.

Algunas publicaciones suelen hablar de *Guerra de Conocimiento* (Knowledge Warfare) en el nivel cognitivo, que se refiere a hacer que el oponente no se beneficie de las posibilidades de profundizar su conocimiento sobre la situación y así decidir mejor.

En realidad no se trata de atacar o degradar al nivel cognitivo, sino al resultado del sistema de información, a lo que interviene en la presentación del *escenario dinámico* que muestra la *situación en tiempo real del ambiente operacional*, que es la base del nivel cognitivo.

Como cada mente tiene su particular forma de analizar las situaciones, intuir y deducir, en los títulos siguientes sólo podemos dar una breve presentación del concepto que cada pregunta significa; sin fijar procedimientos.

Lo importante: las mentes de personal altamente capacitado.

¿POR QUE ESTA PASANDO? (entender – understand)

Es la pregunta del primer paso en el nivel cognitivo; requiere del razonamiento del humano que está analizando la información para entender el porqué de lo que sucede.

En inglés a este estadio se lo conoce como *understand*, *entender* lo que está pasando.

Cuando analizamos a los captos vimos que los datos obtenidos por ellos requieren un procesamiento posterior, para fusionarlos e integrarlos con la información proveniente de otros sensores y fuentes. A continuación, ya transformados en información, además de presentarlos en el escenario dinámico, son enviados a los centros de análisis, en donde los humanos aportan su conocimiento, raciocinio e intuición, para evaluar la información y transformarla en conocimiento, en inteligencia.

Para ello tomarán el *¿qué está pasando?* y buscarán *entender ¿por qué está pasando?* (understand). Logrado esto buscarán *darle sentido al ¿qué está pasando?* (sense making) al proyectarlo hacia el futuro mediante la pregunta *¿qué podría pasar?*, y cuyas respuestas mostrarán los *posibles futuros* en que podría derivar la situación.

Lo vimos cuando pusimos como ejemplo el conflicto de Malvinas, y nos referimos al movimiento de la flota británica del 20MAY82, que comenzó a separarse con los Harrier operando desde dos lugares diferentes. Se debería haber buscado respuesta al *¿por qué se están separando?*, tratando de encontrar la respuesta que fuese más cierta, y así adelantarnos a su accionar.

La información que se analiza es la presente, en tiempo real, sobre lo que está sucediendo, y el *¿por qué?* procura interpretar sus implicancias hacia el futuro.

La pregunta también está relacionada con el pasado reciente; *¿por qué* si hasta ahora la flota estaba toda junta, se ha comenzado a separar?.

El presente que se analiza es en realidad un espacio de tiempo, que comprende: *de donde viene el presente, y adonde posiblemente puede ir*. Esta continuidad o trazabilidad del

hecho que se está investigando es lo que le permitirá al analista del nivel cognitivo percibir el por qué, e intuir y deducir hacia donde posiblemente puede ir.

Al resultado de su análisis lo volcará inmediatamente en la situación en tiempo real del ambiente operacional, enriqueciéndolo.

Es fácil percibir que lo que se está haciendo es sumamente peligroso, porque se está trabajando con predicciones, sobre las que se basarán las decisiones; y los errores se pagan caro.

Por eso la insistencia en que el personal asignado al nivel cognitivo debe ser plenamente idóneo.

No hay opción, porque si esperamos a que nuestro enemigo concrete su acción, ya será tarde, y sólo estaremos re-accionando; y este re-accionar es lo que debemos evitar si queremos ser los vencedores.

¿QUE PODRIA PASAR? (darle sentido -sense making)

Lo que se busca con esta pregunta es apreciar hacia donde evolucionará lo que está pasando y cuáles serán los posibles futuros.

Una vez que se tiene una explicación de por qué está pasando, se procurará *darle sentido* a esa respuesta, proyectándola hacia el futuro, hacia donde derivará posiblemente la situación que se está percibiendo; lo que en inglés se expresa como *sense making*.

Normalmente, lo que podría pasar presentará varias alternativas, conocidas como *posibles futuros*.

Posibles Futuros

De estos *posibles futuros*, hay uno que le interesa a nuestro enemigo que se transforme en realidad, y hay otro que es el que a nosotros nos interesa que se transforme en realidad.

Estos futuros seleccionados serán los *futuros deseados*, que satisfarán, uno nuestras *intenciones*, y el otro las de nuestro enemigo.

Para cada uno de todos los posibles futuros nos haremos la pregunta *¿qué pasaría si.. se concreta ese futuro?*, cuya respuesta nos llevará a tomar los recaudos pertinentes, y a comenzar el planeamiento de acciones, sea para reforzarlo porque nos conviene, sea para neutralizarlo porque puede beneficiar al enemigo.

La respuesta también nos llevará hacia los *atajos*, que permitirán ajustar los tiempos disponibles para que la decisión y el planeamiento sean en *tiempo real*, para asegurar nuestra actuación por dentro del ciclo de reacción de nuestro enemigo.

Al mismo tiempo, nos servirá para alertar de la posible evolución de la *situación en tiempo real del ambiente operacional* a todos los involucrados.

Asimismo nos hará confrontar los *posibles futuros* con las *intenciones* del enemigo.

¿QUE QUIEREN QUE PASE? (intenciones – intentions, intend)

Esta pregunta se refiere a dos protagonistas; nuestro enemigo, y nosotros.

Necesitamos saber *qué quiere el enemigo que pase* (intenciones del enemigo – intentions/intend – su futuro deseado).

También tenemos que tener claro *qué queremos nosotros que pase* (intenciones de nuestro Comandante – nuestro futuro deseado).

A este *querer que pase* se lo conoce como las *intenciones*, nuestras y de nuestro enemigo.

Esas *intenciones* (intentions, intend) serán la expresión del *estado final deseado*, (desired end state) buscado como objetivo de la campaña u operación.

Debemos recordar que hay una sutil diferencia entre *intención* e *intento*, ya que representan dos conceptos diferentes.

Estados Unidos y NATO hablan de *intent* = lo que *intenta*, lo que *trata de hacer* nuestro enemigo, pero fue traducido al castellano como *intención* del enemigo.

Si les prestamos atención, vemos que en realidad hay una sutil diferencia en los términos, que es la que hace a esos dos conceptos completamente diferentes.

La *intención* (intention – intend) del enemigo, es lo que el enemigo *quiere que pase*; mientras que el *intento* (intent) es lo que el enemigo *tratará de hacer, para que pase, lo que quiere que pase*. En otras palabras, el *intento* busca concretar la *intención*.

La *intención* es un deseo, el *intento* es un hecho.

En castellano, lamentablemente la traducción adoptada de *intent* como *intención* se ha popularizado y se usa asiduamente; no obstante debemos tener claros los conceptos que los dos términos involucran.

Futuros deseados

La expresión de las *intenciones* son los *futuros deseados*.

Los futuros deseados por nosotros y por nuestro enemigo serán diferentes, y nos enfrentarán, porque lo que nuestro enemigo desea se opone a lo que nosotros deseamos, y viceversa.

Esto ya nos permitirá ir previendo qué hacer para asegurar que se concrete nuestro deseo y fracase el del enemigo; lo que nos llevará a planear acciones para satisfacer a los dos aspectos, el de concreción y el de fracaso.

Nos aseguraremos que el único futuro que se concretará de todos los posibles que surgieron como respuesta al *¿qué podría pasar?* será el que nosotros deseamos.

En cuanto al *futuro deseado* por nuestro enemigo, así como aquellos *posibles futuros* que puedan beneficiarlo, serán temas de atención permanente para asegurar el planeamiento de

su fracaso y nuestra acción antes de que se concreten, con la misma dedicación con que aseguraremos el éxito de nuestro futuro deseado.

¿QUE INTENTA HACER EL ENEMIGO? (intento – intent)

¿Qué intenta?, ¿qué trata de hacer el enemigo? es el último estadio de la secuencia que comenzó con los simples datos de los captos; pero en realidad es parte de un ciclo de realimentación permanente, que vuelve continuamente al *¿qué está pasando?*, para que podamos detectar de inmediato cualquier acción que intente el enemigo en procura de concretar sus *intenciones* (que son una *actitud mental*), su *futuro deseado*, y actuar dentro de su ciclo de reacción para frustrar su *intento* (que es la *acción física* que trata de realizar), y así lograremos que nunca pueda concretar sus intenciones, su futuro deseado, y menos aún su *estado final deseado*.

Para ello nuestro Sistema de Información estará diseñado de forma tal que ante el menor indicio seamos alertados, y recurriendo a las respuestas al *¿qué pasaría si...?* podamos decidir para tomar los atajos que nos permitirán actuar antes que nuestro enemigo pueda concretar lo que está intentando hacer.

Recordando el ejemplo que colocamos al principio referido al juego de ajedrez, y utilizando su comparación, apenas detectamos que nuestro oponente está tomando una pieza para realizar una jugada, iniciamos las acciones para frustrarle la jugada, y obligarlo a soltar la pieza y comenzar a pensar de nuevo.

Si logramos hacer esto con los decisores enemigos, si los presionamos y acosamos sin darles respiro, los paralizaremos, sin dejarles otra opción que la rendición.

En ese caso estaremos disfrutando de un *conocimiento dominante del espacio de batalla*.

EL CONOCIMIENTO DOMINANTE DEL ESPACIO DE BATALLA

El Producido del Sistema de Información

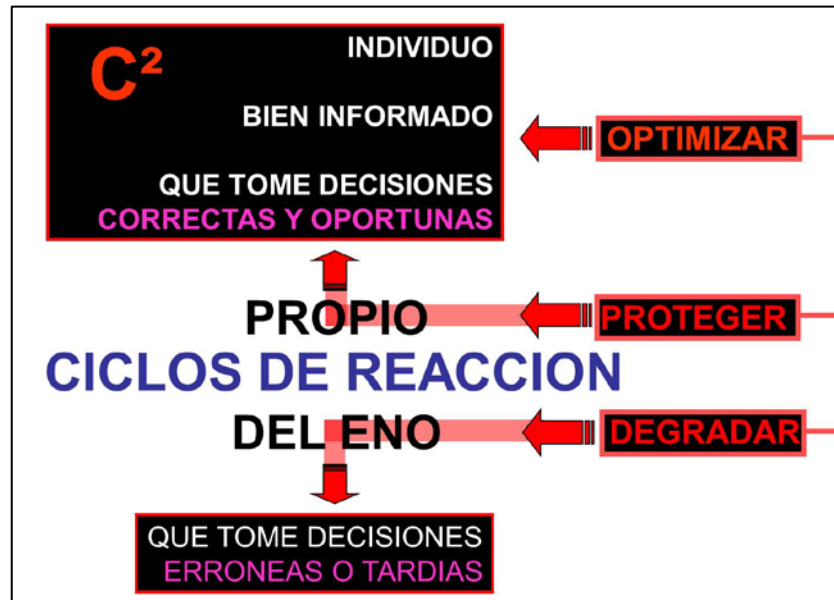
Lograr el *conocimiento dominante del espacio de batalla* significa que ante la situación que se está desarrollando en el ambiente operacional:

- Nosotros *SI* sabremos lo que está pasando,
- Nuestro enemigo *NO* sabrá lo que está pasando.

Al hacer la presentación de la investigación, nos referimos a los ciclos de reacción, y mencionamos que necesitábamos:

- A nuestro Comandante *bien* informado para que tome decisiones correctas y oportunas.
- Al Comandante enemigo *mal* informado para que tome decisiones erróneas y tardías.

El desarrollo de ese concepto lo habíamos representado en el gráfico *gr3-optimizar proteger degradar* de página 18, el que hemos vuelto a reproducir a continuación como *gr69(gr3)-optimizar proteger degradar*.



gr69(gr3)-optimizar proteger degradar

Vimos que para que nuestro Comandante tome decisiones correctas y oportunas mientras el Comandante enemigo toma decisiones erróneas o tardías, actuaremos sobre ambos ciclos de reacción, protegiendo el nuestro y degradando el del enemigo.

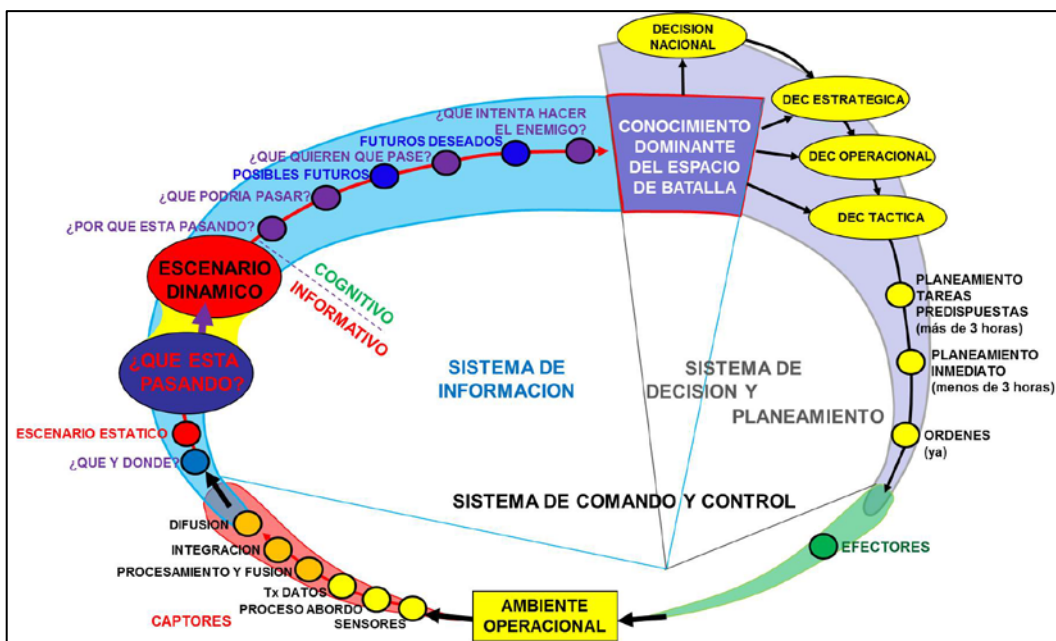
También vimos que el *Sistema de Información* forma parte de esos ciclos, y su producido es el que permite tener un conocimiento dominante del espacio de batalla, por lo que resulta importante su *protección* si es el nuestro y su *degradación* si es el del enemigo.

Además de ello, para asegurar que nuestras decisiones serán correctas y también oportunas, vimos que también deberemos *optimizar* todas las tareas y el procesamiento a realizar, desde los datos obtenidos por los captores, hasta la impartición de las órdenes a los efectores.

Planteamos que establecer cómo debía ser esta optimización era el objetivo del presente trabajo, pero que lo haríamos en forma limitada, concentrándonos sólo en el Sistema de Información, que finalizaba con brindar a los decisores de todos los niveles un conocimiento dominante del espacio de batalla.

Esa limitación autoimpuesta se debió a que analizar todo el Sistema de Comando y Control hubiese demandado un desarrollo demasiado extenso para contemplarlo en un único trabajo de investigación.

Como referencia, el gráfico *gr70-ciclo de reacción*, muestra todo el ciclo de reacción, desde que los captores captan la situación, hasta que los efectores actúan para cambiarla.



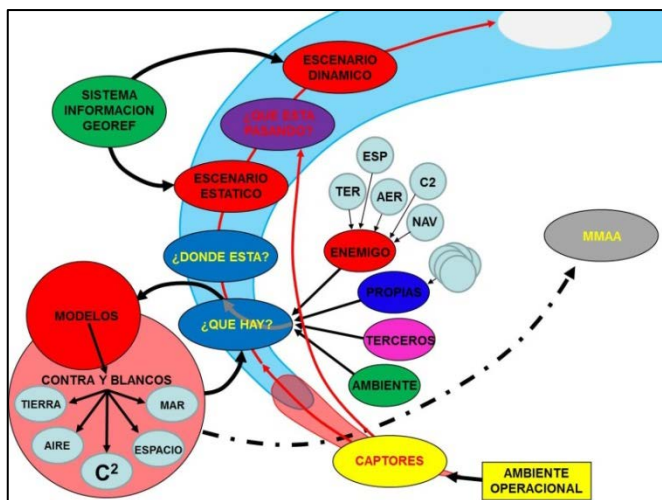
gr70-ciclo de reacción

El ciclo comprende: los captores, el sistema de comando y control, dividido en el sistema de información y el de decisión y planes o planeamiento, y los efectores.

El gráfico muestra en detalle aquellos aspectos y secuencia de pasos sobre los que estuvimos realizando algunas consideraciones.

A partir de la página 140 desarrollamos lo atinente tanto a los captores como al procesamiento y fusión de los datos e información obtenida de sus sensores, que detalla la parte inferior izquierda del gráfico.

Para poder obtener respuestas a las preguntas *¿qué y dónde?*, a partir de página 070 analizamos todo lo referido a modelos que muestra el siguiente gráfico *gr71(19)-modelos y SIG-GIS*, que es reproducción del *gr19-modelos* de página 74.

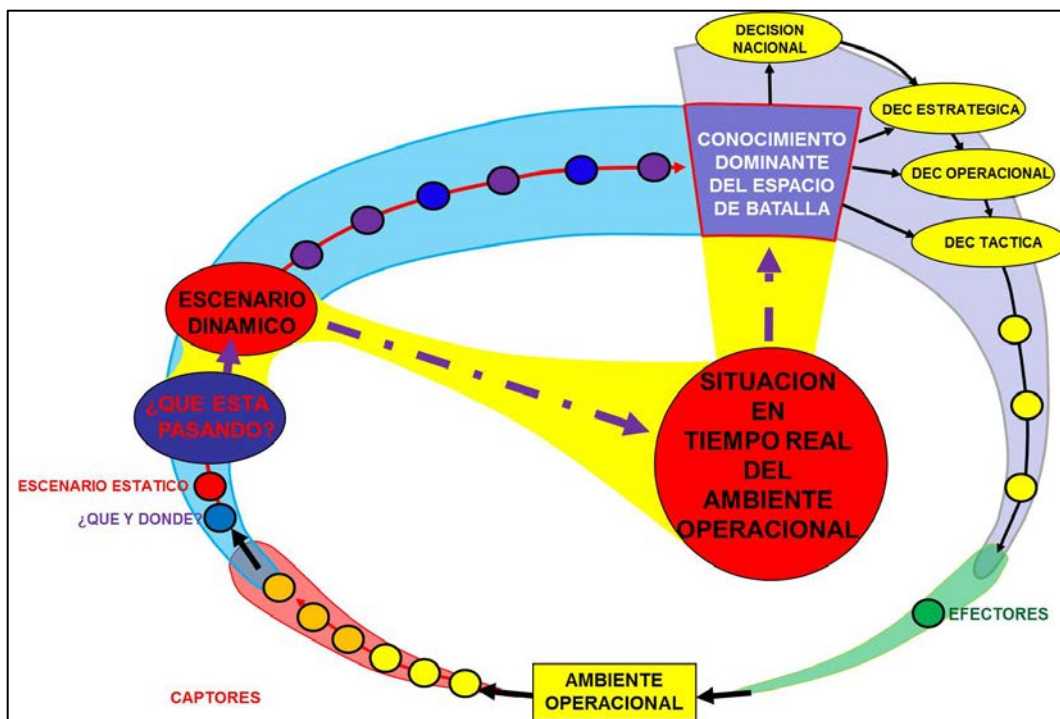


gr71(gr19)-modelos y SIG-GIS

Al *¿qué hay?* y al *¿dónde está?* los representaremos en un escenario estático, y para hacerlo recurriremos a un sistema de información georeferenciado, sobre el que hablamos a partir de página 112.

Como muestra el gráfico *gr71(gr19)-modelos y SIG-GIS*, este sistema SIG-GIS también nos servirá para visualizar el escenario dinámico, el que nos presentará el *¿qué está pasando?*, que nos permitirá percibir la *situación en tiempo real del ambiente operacional*.

Sobre ellos hablamos en la página 221 y siguientes; y lo mostramos en el gráfico *gr67-situ del ambiente* que aquí reproducimos parcialmente como *gr72-situ ambiente operacional*.



gr72-situ ambiente operacional

Esta *situación en tiempo real del ambiente operacional* será la base permanente sobre la que se asentará el *conocimiento dominante del espacio de batalla*.

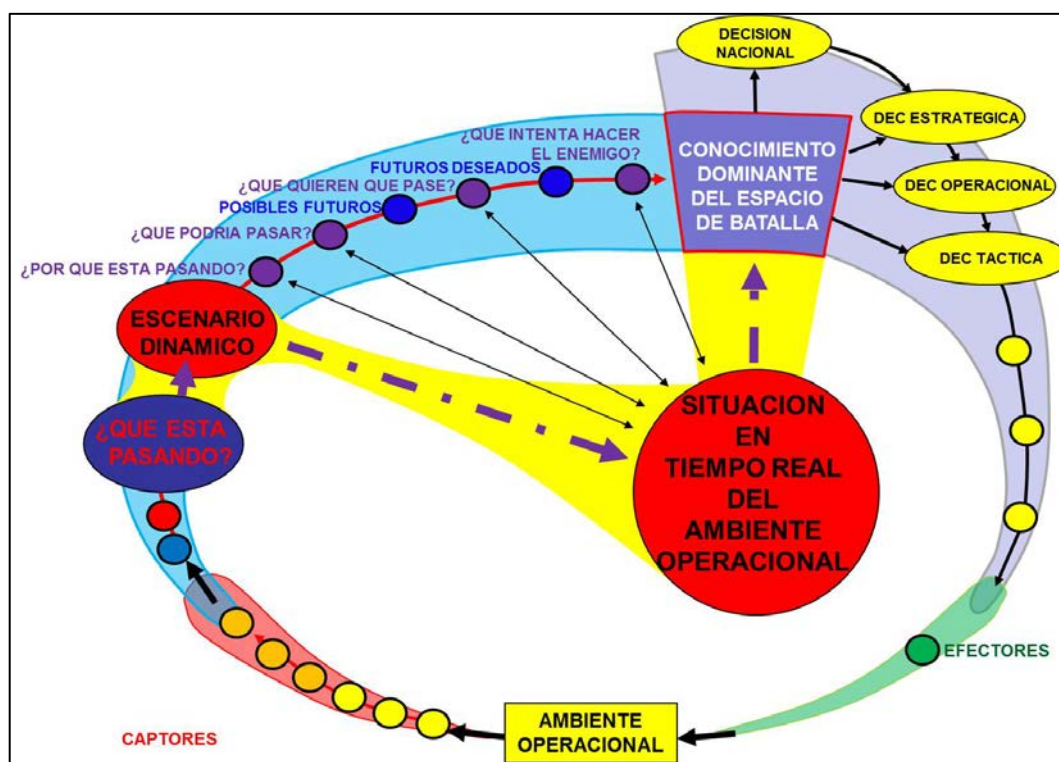
Esta es la situación que todos los involucrados en las tomas de decisión estarán viendo como una *percepción común* (common operational picture), desde el nivel estratégico hasta el táctico, incluyendo las unidades; y es también la información a la que accederá el nivel nacional.

Pero lo que está presentando hasta ahora es sólo información. Necesitamos enriquecerla con el conocimiento que aportará el personal del nivel cognitivo.

Aunque estamos hablando de tiempo real y por tanto de presente, en realidad este presente es un espacio de tiempo que se extiende hacia el pasado próximo y se proyecta hacia el o los posibles futuros, que como ya dijimos pocas páginas antes (página 228), nos ofrecerá una

trazabilidad de los hechos, que nos mostrará hacia donde se evolucionará, con lo que podremos realizar una *apreciación (inteligencia) predictiva*.

Para realizar esta inteligencia predictiva recurriremos a las preguntas que nos guiarán en el proceso del nivel cognitivo, sobre el que hablamos a partir de la página 225, que aquí abajo mostramos como gráfico *gr73-nivel cognitivo*.



gr73-nivel cognitivo.

Tomando la situación que percibimos en tiempo real haremos las diferentes preguntas, y sus respuestas las volcaremos inmediatamente en la situación, para enriquecerla con el conocimiento profundo de los que están trabajando en este nivel cognitivo.

Es lo que representan las flechas negras de doble punta. Es un tomar y dar continuo.

Con esto lograremos que los tomadores de decisión, al percibir la situación así enriquecida, podrán tener ese *conocimiento dominante del espacio de batalla*, que hará que las decisiones que ellos tomen tengan una alta probabilidad de que sean *correctas y oportunas*.

Pero nuestro enemigo estará tratando de hacer otro tanto.

Por lo tanto, para lograr que seamos nosotros quienes tengamos el conocimiento dominante del espacio de batalla, mientras que nuestro enemigo no lo tendrá, porque estará percibiendo una situación que es errónea o tardía, deberemos *degradar* el sistema de información de él, y al mismo tiempo *proteger* el nuestro para que no pueda hacer lo mismo.

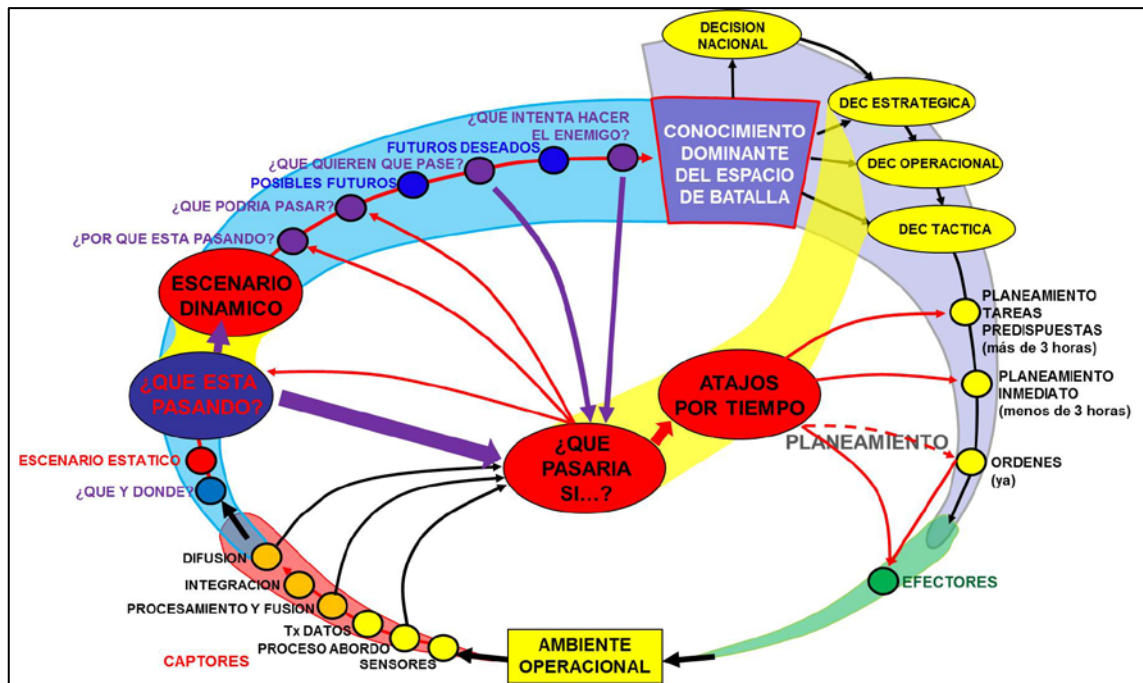
Este *proteger – degradar* no sólo se referirá a los Sistemas de Información nuestro y del enemigo, sino a todo lo que participa en *ambos ciclos de reacción*, como después veremos.

La secuencia de procesos que hemos analizado a lo largo del trabajo y que acabamos de resumir, desde que los captores captan la situación del ambiente operacional hasta que los datos, transformados primero en información y luego en conocimiento, son presentados a los tomadores de decisión, brindará las condiciones para que las decisiones que tomen sean *correctas*.

Pero debemos asegurar que también sean *oportunas*, dándole tiempo a los efectores para que actúen antes de que lo puedan hacer los efectores del enemigo.

Para ello recurriremos a *atajos de tiempo*, que nos permitirán tomar la decisión correcta, organizar la misión y tareas, dar las órdenes a los efectores, y lograr que éstos actúen en procura de nuestro *efecto deseado*, antes de que el enemigo cambie la situación.

Lo habíamos analizado a partir de la página 198 y lo volvemos a graficar a continuación en *gr74-atajos por tiempo*.



gr74-atajos por tiempo

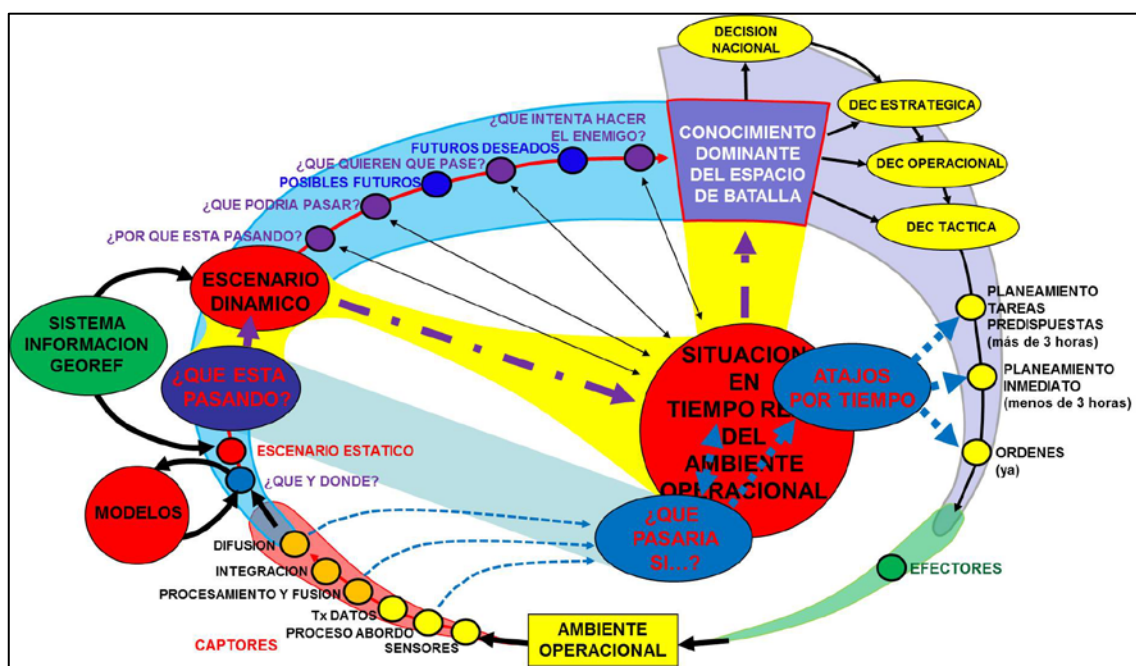
El gráfico nos muestra que en cualquier momento del proceso, incluso apenas un captor detectó un cambio en la situación, al *¿qué está pasando?* lo proyectaremos hacia el futuro mediante el *¿qué pasaría si...?*, para lograr que nuestros efectores lleguen a tiempo.

En el caso extremo la información pasará directamente del *sensor al tirador*, con la orden de *actuar ya*. A veces esta es la única posibilidad que tendremos de actuar por dentro del ciclo de reacción del enemigo. El ejemplo es el lanzamiento de los Katiusha contra Israel.

Con este breve resumen hemos mostrado todo lo que debemos montar como *Sistema de Información*, desde los *captores* hasta el *conocimiento dominante del espacio de batalla*.

La síntesis de todo lo expresado es lo que muestra el gráfico *gr75(gr68)-que pasa y pasaría si*, que plasma lo que hemos analizado y desarrollado a lo largo de todo el trabajo de investigación, y cuyo fruto será:

*Todos los tomadores de decisión, cualquiera sea su nivel,
tendrán un conocimiento dominante del espacio de batalla,
que les permitirá tomar decisiones CORRECTAS Y OPORTUNAS,
lo harán en forma armónica gracias a una percepción común,
y bajo cualquiera sea la situación imperante en el ambiente operacional.*



gr75(gr68)-que pasa y pasaría si

Optimizar y Proteger el Ciclo de Reacción Propio, y Degradar el del Enemigo (el Manejo del Sistema de Comando y Control, de los Captores, y del Espectro Electromagnético)

Para terminar el análisis, sólo nos resta considerar primero lo que comenzamos mostrando en el gráfico *gr3-optimizar proteger degradar* de página 18, y que recientemente repetimos en el *gr69* de página 232, que nos dicen que para asegurar ese *conocimiento dominante del espacio de batalla* debemos:

- *Optimizar* nuestro ciclo de reacción.
- *Protegerlo*.
- *Degradar* el ciclo de reacción de nuestro enemigo.

A continuación analizaremos los tres aspectos, para asegurar que el sistema que montemos sea óptimo, y cumpla plenamente con su cometido.

Hablamos de ciclo de reacción en lugar de Sistema de Información porque debemos asegurar que todo el proceso será correcto y oportuno, que comprenderá a los interesados de todos los niveles, y que será armónico, por lo que el optimizar, proteger y degradar, debe cubrir todo el ciclo, no sólo una parte, aun cuando lo que hemos analizado en el presente trabajo es sólo el Sistema de Información.

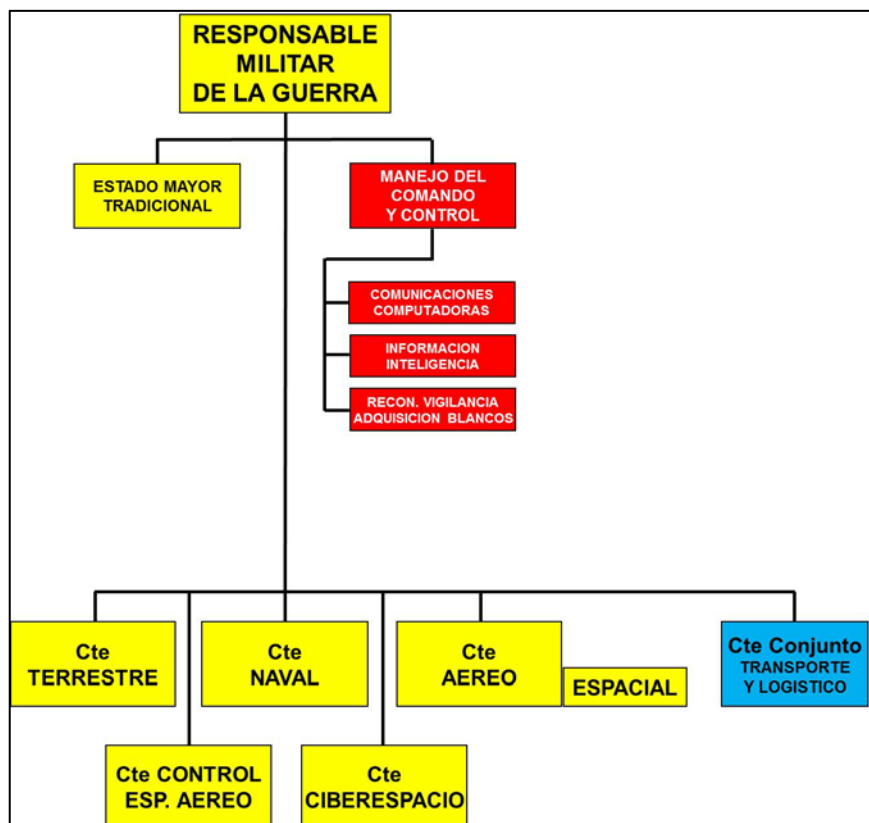
OPTIMIZAR EL C2, C4ISR, O C4ISTAR

Dejando por ahora afuera a los efectores; consideraremos *optimizar* el Sistema de Comando y Control, desde que los captores captan la situación del ambiente operacional hasta que se imparten las órdenes a los efectores.

Este sistema de Comando y Control debe satisfacer a todos los niveles de conducción, y debe ser único, para asegurar un flujo fluido, continuo y armónico: de la información, de las órdenes, y de la coordinación entre todos los interesados; sin interferencias o ambigüedades. Tenemos la experiencia del conflicto de Malvinas como referencia.

El tema ya lo analizamos a partir de la página 202, reforzándolo con otro análisis previo que habíamos hecho a partir de página 46 referido a la organización de las fuerzas para guerrear.

Al resultado lo plasmamos en el gráfico *gr62-manejo del C2* de página 203 que aquí repetimos como *gr76(gr62)-manejo del C2*, y mostramos en rojo.



gr76(gr62)-manejo del C2

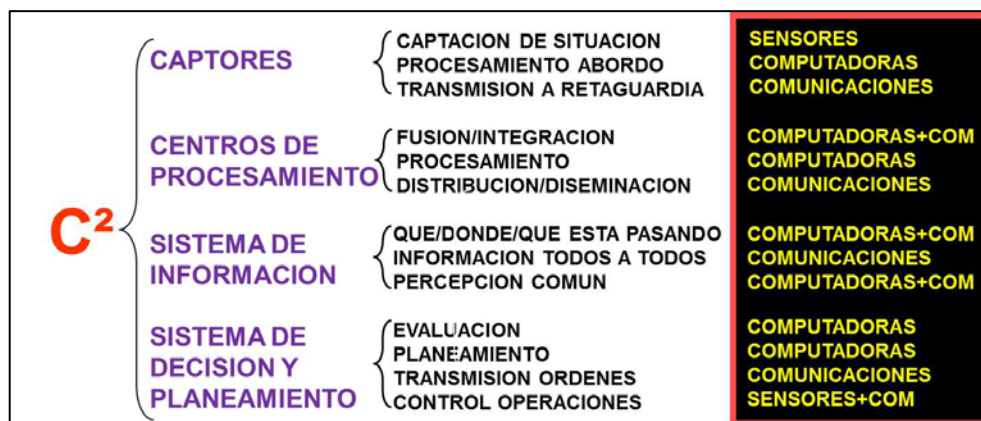
Aunque sólo fue un bosquejo que debe ser profundizado luego, el resultado del análisis al que habíamos llegado, tal como lo muestra el gráfico, era que debíamos implementar un organismo de *Manejo del Sistema de Comando y Control* a nivel estratégico, dependiendo del *Responsable Militar de la Guerra*, el Comandante Conjunto, del que dependerían los Comandos Operacionales.

Las 3 áreas de responsabilidad del *Manejo del Comando y Control* que muestra el gráfico están relacionadas, como describimos antes, con el C4ISR o C4ISTAR.

En realidad la responsabilidad consiste en:

- Optimizar la estructuración del Sistema de Comando y Control, como un todo único para todos los niveles de conducción, que asegure la fluidez de la información, de las coordinaciones y las órdenes.
- Administrarlo y controlar su uso, para que satisfaga plenamente las necesidades de los usuarios, permitiendo que las decisiones de cualquier nivel se plasmen en acciones oportunas de los efectores.
- Protegerlo de cualquier intento del enemigo para degradarlo.

El Sistema estará conformado por innumerables redes de *computadoras*, de *comunicaciones*, y de *sensores*, relacionados con cada una de las tareas que debe realizar el sistema, como muestra el gráfico *gr77-medios del C2*.



gr77-medios del C2

Estas tres redes serán los medios cuyo uso deberemos optimizar; y también deberemos optimizar los procedimientos que impliquen, para que nos aseguren ese uso pleno, óptimo, coordinado, armónico, eficiente y eficaz de los medios.

Cuando unas páginas antes hablamos de C4ISR o C4ISTAR, desglosamos el significado de cada letra. Ese desglose nos mostró que el manejo del Sistema de C2 deberá comprender a las redes de computadoras y comunicaciones, el segundo C2 del acrónimo, y también comprenderá a las plataformas captoras y sus sensores para satisfacer la parte ISR o ISTAR del

Sistema, incluyendo en ello la coordinación del uso de los sensores de todas las plataformas efectoras como parte del todo que brinda información.

No olvidemos que junto con la parte del *Comando*, de la toma de decisión, el C2 comprende también al Sistema de *Control* de las operaciones, y a la administración y *control* de los efectores.

LA PROTECCION Y DEGRADACION DE LOS SISTEMAS

Para asegurarnos que seremos nosotros los que tendremos un *Conocimiento Dominante del Espacio de Batalla* deberemos: *degradar* el Sistema de C2 de nuestro enemigo, y a la vez *proteger* el nuestro.

Vimos que estos Sistemas están conformados por redes de computadoras, redes de comunicaciones, y captores. Por tanto será a través de estas redes que lograremos esas degradación y protección.

Las computadoras necesitan comunicarse entre sí, y lo hacen mediante las redes de comunicaciones.

Otro tanto sucede con los sensores, necesitan comunicaciones para transmitir los datos y para coordinar su empleo o realizar su comando.

Esos enlaces de comunicaciones se pueden hacer por cable o por fibra óptica entre estaciones fijas, o por radio tanto entre estaciones fijas como móviles. Y para lo que consideraremos a continuación, comunicación por radio significa hacer uso del espectro electromagnético (EEM).

Si las comunicaciones se hacen por radio, los equipos necesitan antenas, y éstas son las puertas de entrada por donde podemos acceder a los sistemas del enemigo para *saber* qué es lo que está haciendo, y para *degradarle* esos sistemas, para que él no pueda saber que está pasando.

Estas redes de comunicaciones normalmente serán extensas en cantidad de medios y también en el espacio geográfico que abarcan, estarán imbricadas entre sí, lo que las transforma en un blanco enorme, sumamente vulnerable por la cantidad de medios y elementos que utilizan, muchos de los cuales suelen ser parte de redes civiles ya existentes; y muchos son de fácil acceso para producirles daño, a menudo con armas no cinéticas.

La tecnología actual permite que el encaminamiento de las comunicaciones, en particular datos, siga enrutamientos diversos, pasando de un sistema o técnica a otro durante su transmisión, por lo que resulta conveniente considerar al cable y a la fibra óptica como formando parte del espectro electromagnético, para no dejar nada librado al azar, aunque no utilicen el espectro.

Además, en el Anexo A podemos ver que la mayoría de los sensores que se utilizan para guerrear también hacen uso del espectro electromagnético (EEM).

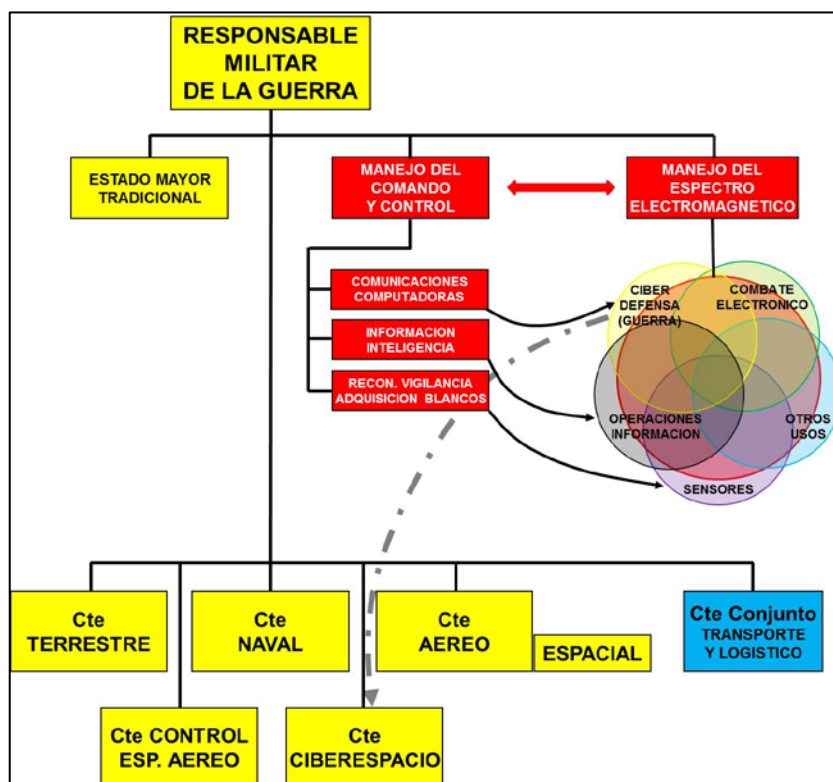
Planteado esto, nos surgen dudas respecto a qué términos, conceptos, y sobre todo qué procedimientos deberemos utilizar al considerar la degradación y protección de las computadoras a través de sus comunicaciones relacionadas; lo mismo sucede al considerar la transmisión de los datos de los sensores de las plataformas captoras; al considerar el uso de los sensores en sí, y de las simples comunicaciones entre corresponsales.

En cuanto a las computadoras y sus comunicaciones; ¿debemos hablar de Ciberdefensa? (cyberdefense) siguiendo lo adoptado por Estados Unidos; ¿o debemos hablar de Ciberguerra?, incluyendo el ciberataque a las computadoras de nuestro enemigo. ¿O debemos hablar de guerra electrónica (electronic warfare – EW) de comunicaciones? porque atacaremos (electronic attack – EA) a las computadoras del enemigo a través de las comunicaciones que las enlazan, y lo mismo haremos para proteger (electronic protection – EP) las nuestras.

Completando la situación; si penetramos (a través de las comunicaciones) a las computadoras de nuestro enemigo para obtener información; ¿hablaremos de ciber inteligencia? ¿o de inteligencia de comunicaciones? (communications intelligence – COMINT).

Como analizamos unas páginas antes, a partir de la 204, hay una superposición de espacios o ambientes de empleo entre el ciber espacio y el de la guerra, o combate, electrónico en el área de comunicaciones, el ambiente o espectro electromagnético (EEM).

Por eso colocamos el gráfico *gr64-manejo EEM*, que aquí reproducimos como *gr78(gr64)-manejo EEM*.



gr78(gr64)-manejo EEM

Dijimos que no era un gráfico ortodoxo, pero que permitía explicar la situación de superposición de todo lo que interviene y está relacionado con el Sistema de Comando y Control, que tiene en común el uso del ambiente o espectro electromagnético; al que también agregamos los otros medios para guerrear que también hacen un uso intensivo de ese espectro o ambiente, el que los contiene a todos.

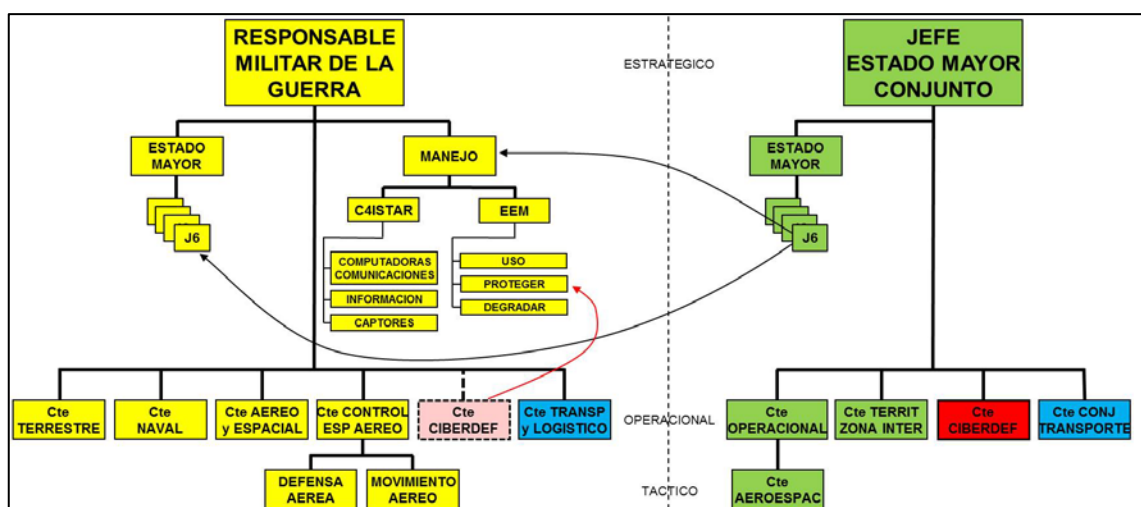
También vimos que al mismo, único espectro electromagnético lo utilizan todos los niveles de decisión, más los efectores y todo otro medio o sistema que utilicemos para guerrear. Lo utiliza nuestro enemigo, los terceros involucrados o no, y lo utilizan desde organizaciones civiles y el público en general hasta los Estados Nación.

Además, el ambiente electromagnético tiene otra característica particular que lo hace diferente de los otros ambientes o espacios donde se guerrea; sus límites van más allá de cualquier límite geográfico, su elemento de contacto no es una línea o una superficie, sino un volumen, dentro del cual se encuentran todas mezcladas las señales que utilizamos nosotros, nuestro enemigo, los terceros, y la población mundial.

Por eso llegamos a la conclusión de que era necesario realizar un adecuado y óptimo manejo del mismo, y que este manejo debía ser realizado al máximo nivel de responsabilidad militar, el estratégico; simplificando términos, conceptos y procedimientos, en pro de un manejo eficiente y eficaz, evitando las interferencias mutuas y ambigüedades.

Lo práctico, que es lo que muestra la parte en rojo del gráfico, es que ambos manejos, el del Sistema de Comando y Control y el del Espectro Electromagnético, se realicen en forma mancomunada, ya que el primero utiliza en forma intensiva al segundo.

En el gráfico *gr79(gr66)-posible y actual* siguiente sólo hemos tratado de normalizar su estructuración; y como mostramos a partir de la página 217, hemos utilizado la actual estructura que posee el Estado Mayor Conjunto de Argentina como referencia, la que hemos colocado al lado del bosquejo que estamos considerando para que se puedan comparar.



gr79(gr66)-posible y actual

Como antes dijimos, la opción de un único responsable estratégico, con cinco o seis subordinados específicos para cada espacio donde se llevará a cabo el guerrear, permitiría además tener ya organizada desde la paz la estructura del Comando y Control, con los medios y personal necesarios para la conducción ya operando, cumpliendo con sus misiones de época de paz: de control los comandos del ciberespacio y de control del espacio aéreo, realizando el transporte y logística el conjunto correspondiente, y adiestrando sus medios el terrestre, aéreo y naval.

Estarían así en condiciones óptimas para reaccionar en caso de un conflicto imprevisto, ya que sólo deberían activar las misiones de época de conflicto o guerra, sin necesidad de reorganizarse en nuevos Comandos; y activar un Sistema de Comando y Control diferente al que utilizaban todos los días.

Esto es importante si consideramos la forma en que se producen a veces los conflictos actuales, sin ningún preaviso, lo que obliga a estar en condiciones de reaccionar en forma inmediata, a veces en cuestión de horas. Podemos recurrir para considerar ejemplos incluso a 1982 y Malvinas, cuando las fuerzas argentinas recuperaron las islas.

Debemos recordar que esta estructura que acabamos de presentar aquí sólo ha sido un bosquejo producto de un análisis simple. Necesitamos realizar un análisis profundo de cómo organizar a las fuerzas y su estructura de Comando y Control, que es tema de otra investigación.

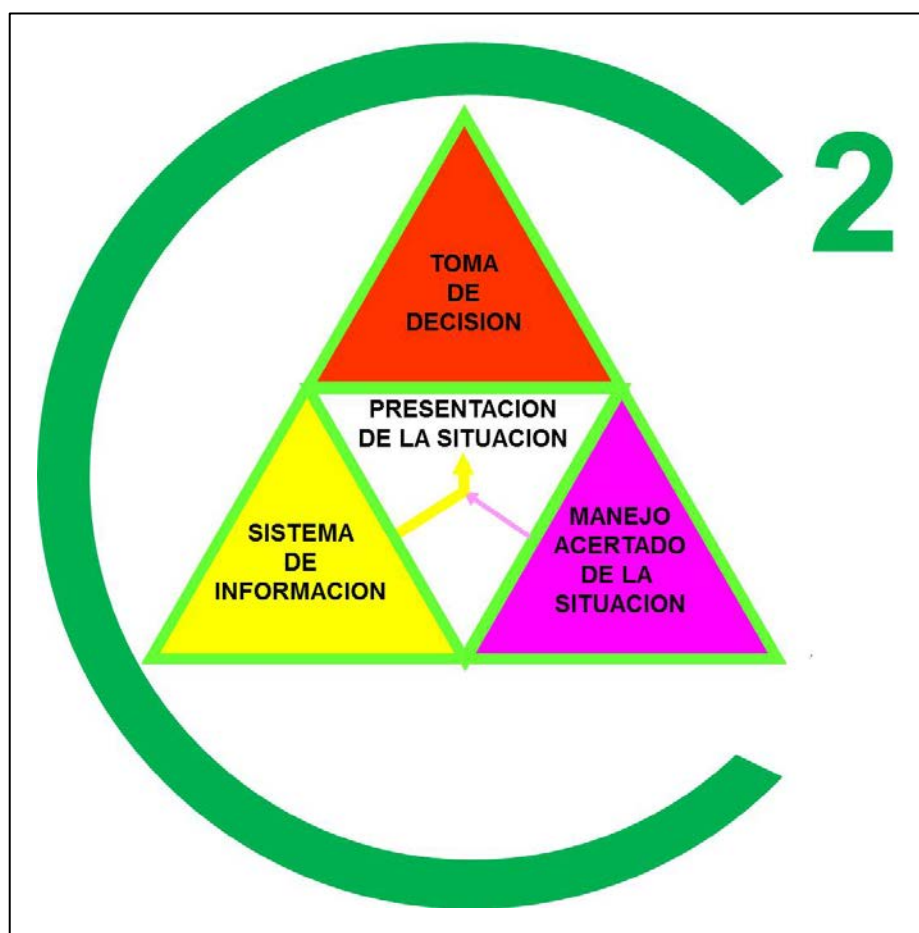
En cuanto al Organismo que manejaría tanto al Sistema de Comando y Control como a todo lo atiente al espectro electromagnético, lo hemos colocado como dependiente del Responsable Militar de la Guerra en forma directa, dentro de su organización, en paralelo con el Estado Mayor, para que lo que norme y ordene sea en nombre del Comandante Conjunto, o a través de él, para asegurarnos que no existirá ninguna posibilidad de conflictos con los Comandos Operacionales o inferiores.

Ese Organismo de Manejo del C4ISTAR y del EEM asegurará a todos los que participan de la guerra que todos los niveles de decisión dispondrán de una presentación de la situación, que será completa, coherente, oportuna, y que les brindará una percepción común, para que puedan: decidir cada cual en su nivel, coordinar con los otros niveles, e iniciar el proceso de planeamiento de las operaciones, la segunda parte del Sistema de Comando y Control, con un *conocimiento dominante del espacio de batalla* que les permitirá lograr los *efectos deseados* individuales, que llevarán al logro del *estado final deseado*.

CONCLUSION

En realidad a la conclusión la comenzamos a realizar a partir de la página 231, cuando hablamos del producido del Sistema de Información, ese conocimiento dominante del espacio de batalla que nos servirá permanentemente de base para la toma de decisiones.

Ese producido de base es lo que hemos tratado de representar en el gráfico *gr80-el sistema de C2* siguiente.



gr80-el sistema de C2

Hemos recurrido a los triángulos, que son una figura inestable, para mostrar que si logramos montar un adecuado Sistema de Información, representado por los tres triángulos de la base, lograremos algo lo suficientemente sólido como para asegurarnos, con una alta probabilidad, que las decisiones que tomemos serán siempre correctas y oportunas.

Para ello utilizaremos los *medios* que constituyen el Sistema de Información, y mediante una adecuada aplicación de *procedimientos*, que nos permitirán un manejo acertado de la situación, construiremos y mantendremos actualizada una presentación de la situación en

tiempo real del ambiente operacional, que será una base sólida sobre la que nos apoyaremos para que las *decisiones* que tomemos sean *correctas y oportunas*; lo que fue el objetivo y título de la presente investigación:

*PROCEDIMIENTOS Y MEDIOS
para que la
TOMA DE DECISIONES
sea
CORRECTA Y OPORTUNA*

Estos procedimientos y medios permitirán que nuestras decisiones y conducción de las operaciones tengan una alta probabilidad de que sean acertadas. Queda un tercer elemento que es sumamente crítico para asegurar que tendremos éxito, es el personal del Estado Mayor, en particular el de Inteligencia y Operaciones, que tendrán que poseer conocimientos profundos, así como gran poder deductivo e intuición.

El ejemplo del juego de ajedrez que antes dimos es plenamente válido. El jugador que conoce las jugadas tiene una alta probabilidad de ganar, el que sólo aprendió de memoria el manual de cómo se mueven las piezas, estará condenado al fracaso.

Lo mismo sucede en los estados mayores, recordemos Malvinas.

Nos queda por resolver mediante sendas líneas de investigación:

- La estructura más conveniente para realizar el manejo óptimo del Sistema de Comando y Control y todo lo relacionado con el espectro electromagnético, ya que lo aquí bosquejado sólo fue una aproximación al tema.
- La organización de las fuerzas armadas que resulte más conveniente para estar en condiciones de actuar plenamente en condiciones de conflicto o guerra; y que permita una transición fluida desde la condición de paz.
- La parte del Sistema de Comando y Control correspondiente a la toma de decisión y al planeamiento.
- El sistema de control de las operaciones.
- El sistema de control y manejo de efectores y otros medios.
- Otros aspectos que, aunque no directamente relacionados con el Comando y Control, lo pueden afectar, como ser:
 - La relación con otros organismos del estado y su infraestructura.
 - El ambiente informacional y la guerra de percepción.
 - La relación con la población civil, propia, neutral y del enemigo.
 - La relación con terceros, involucrados o no.
 - La relación con otras fuerzas, operaciones y sistemas fuera de los propios.

ANEXO A

LOS SENSORES

DE

LOS CAPTORES

Y DE

LOS EFECTORES

TABLA DE CONTENIDO

Conoce a tu enemigo. Conócelte a ti mismo	253
PARTE I	
LOS SENSORES Y EL ESPECTRO ELECTROMAGNÉTICO	254
El uso del espectro electromagnético	255
Transmitancia, reflexión, emisividad	258
Los tipos de sensores por bandas de frecuencia	261
PARTE II	
LOS SENSORES DE IMAGEN	263
Algunas particularidades a considerar	263
Pixel, resolución, field of view (campo visual)	264
Pixel	264
Resolución	264
Field of view /campo visual	264
Soporte en el que registran la imagen	265
Los equipos optoelectrónicos	267
Sensores que necesitan la luz diurna	270
Visión directa y TV	270
Fotografía y video digitales	270
Las cotas de vuelo para la fotografía aérea	273
Multi e hiper espectral	274
Sensores de imagen por luz residual	275
Tipos de I2	276
Anteojos de visión nocturna o de luz residual	276
Miras para armas	277
Montados en plataformas	277
TV de bajo nivel de iluminación	278
El rango de frecuencias en las que operan	278
Performances	278
Sensores de imagen térmica	279
Los detectores y su refrigeración	280
Los tipos de TI	282
IRLS/SLIR	282
FLIR	282
Navegación y targeting	283
Uso para navegación	283
Uso para targeting	284
El FLIR para el reconocimiento e identificación de los blancos	285
Seekers por TI	287
Munición con autotracker	287
Seguimiento vía misil	288
GPS y seeker	288
Otra munición guiada	289
TI como visores de tanques y vehículos de combate	289
TI para reconocimiento terrestre	290
TI como miras para armas	290
TI para defensa aérea	291
IR TV	291
Radar de apertura sintética – SAR	291

El efecto doppler	292
Funcionamiento del SAR	293
Frecuencias	294
Polarización	294
Los barridos	295
Usos	295
Mapeo 2D y 3D	295
MTI – GMTI	297
ISAR	298
Aplicaciones militares	298
Las plataformas	300
Ladar/lidar, radar milimétrico, radiómetro milimétrico	300
PARTE III	
LOS SENSORES DE SEÑAL	301
Conceptos previos	301
Señal	301
Los sensores según los parámetros que detectan	301
Tracker y seeker	301
Targeting (asignación-marcación de blancos)	302
Activo, semiactivo y pasivo	302
Sensores activos	302
Sensores semiactivos	302
Sensores pasivos	304
La localización del blanco	304
Pasivos y activos	305
Sensores de señal pasivos	305
Sensores de señal activos	306
Sensores IR	306
IR search and track	306
IR tracker y seeker	307
IR localizador de artillería y misiles balísticos	307
IR warning receiver	308
Sensores laser	308
Ladar/lidar	308
Laser range finder	308
Laser locator	309
Laser seeker	309
Laser spot tracker	309
Laser warning system	309
Sensores UV	310
Sensores en frecuencias milimétricas	310
Radar milimétrico	311
Radiómetro milimétrico	311
Radares	312
Conjunto transmisor-receptor (Tx-Rx)	314
Onda continua pura	314
Doppler básico	315
Doppler modulado en frecuencia	315
De pulso	316
Doppler pulsado	316
Las antenas	317
La forma del lóbulo	317
Antenas de reflector	317

Antenas planares	320
Antenas activas	321
El barrido de las antenas (según la aplicación del radar)	322
Mecánico o electrónico	322
El cubrimiento dado por el desplazamiento total de la antena	323
Radars para sistemas de armas contra blancos aéreos	324
Radars para sistemas de armas superficie (tierra)-aire	324
Radars de búsqueda o adquisición	324
Radars de seguimiento de blancos	326
Radars para el guiado de los misiles	326
Radars para sistemas de armas mar-aire	327
Radars para sistemas de armas aire-aire	327
Radar a bordo del misil	328
Radars para sistemas de armas contra blancos navales	328
Radars para sistemas de armas contra blancos terrestres	329
Radars contra misiles balísticos	329
Los misiles	329
La trayectoria y la defensa	329
Los radars	331
Radars para búsqueda y vigilancia aérea	332
En instalaciones terrestres	332
A bordo de buques	333
Aeroportado	333
Biestático	333
Radars para ayuda al tránsito aéreo	334
Para control en ruta	335
Para TMA	335
De aeropuerto	336
Para aterrizaje GCA/PAR	336
Decca para aterrizaje	336
Radars para uso propio de las plataformas aéreas	337
De seguimiento del terreno	337
Meteorológico/para navegación	338
De navegación doppler	338
Altímetro	339
Para detección de obstáculos	339
De cola	339
Radars para búsqueda y vigilancia marítima	339
De búsqueda superficie	339
Para patrulla marítima	339
Costeros	340
Para ayuda al tráfico marítimo	340
Para uso de las plataformas (buques)	340
De vigilancia en submarinos	340
Radars para búsqueda y vigilancia terrestre	340
Aeroportados para la detección de blancos terrestres	341
Terrestres para detección de vehículos, personas y helicópteros	341
Terrestres para localización de morteros y artillería	342
Terrestres para seguridad de instalaciones	343
Radars para detección de misiles balísticos	343
Radars para detección y seguimiento de satélites	344
Radar meteorológico	345
Radar de seguimiento de globos y cohetes sonda	346
Radar UWB	346
Detección de plataformas furtivas	347

Radar para espoletas de proximidad	347
PARTE IV	
SENSORES PASIVOS DE EMISIONES RADIOELECTRICAS, DE CONTENIDO, Y OTROS SENSORES	348
Sensores pasivos de señales o emisiones radioléticas	348
SIGINT y su subdivisión: ELINT y COMINT, ¿o EMINT?	348
Los sensores en sí	350
Usos	350
Categoría del equipamiento	351
Sensores de contenido	352
El cable	353
Otros sensores fuera del espectro electromagnético	354
GLOSARIO, ACRONIMOS Y ABREVIATURAS	457
IMAGENES Y GRAFICOS	478

SUN TZU¹⁵ decía:

Por tanto os digo: Conoce a tu enemigo y concóctete a ti mismo; en cien batallas, nunca saldrás derrotado. Si eres ignorante de tu enemigo pero te conoces a ti mismo, tus oportunidades de ganar o perder son las mismas. Si eres ignorante de tu enemigo y de ti mismo, puedes estar seguro de ser derrotado en cada batalla.

Conoce a tu enemigo. Concóctete a ti mismo.

Estos dos conceptos son fundamentales en el guerrear actual para que las decisiones que se tomen sean correctas y oportunas.

Para hacerlo, debemos conocer plenamente nuestras fuerzas, nuestros medios, para tener claro cuáles son sus capacidades con las que podemos contar, y cuáles son sus debilidades, a las que debemos prestar atención.

También debemos conocer plenamente las fuerzas y medios de nuestro enemigo. Y no sólo eso, sino que debemos conocer, en el momento que está sucediendo, qué es lo que está haciendo, y qué es lo que está intentando hacer, para actuar antes y negarle sus posibilidades, por semejanza con el juego de ajedrez que usamos como comparación.

Esto significa que debemos conocer plenamente aquellos medios que nos permitan saber qué está pasando; y también aquellos que nos permitan detectar y localizar a nuestro enemigo para poder actuar sobre él. Estos medios, que nos brindan información en tiempo real, son los *sensores*, tanto de nuestros *captore*s como de nuestros *efectores*.

Como nuestro enemigo tratará de hacer lo mismo, también deberemos conocer plenamente *sus* sensores, de captore y efectores, con sus características, capacidades y debilidades, de forma de explotar estas últimas, y degradar las capacidades, para que no sepa qué es lo que está pasando, ni pueda actuar adecuadamente con sus efectores.

Por eso en las páginas que siguen hemos redactado breves descripciones de todos los tipos de sensores usados para guerrear que están disponibles en el mercado internacional, y que pueden ser utilizados por nuestros posibles oponentes.

El objetivo es siempre el mismo: conocerlos plenamente para degradarlos si son de nuestro enemigo, para protegerlos y optimizarlos si son nuestros.

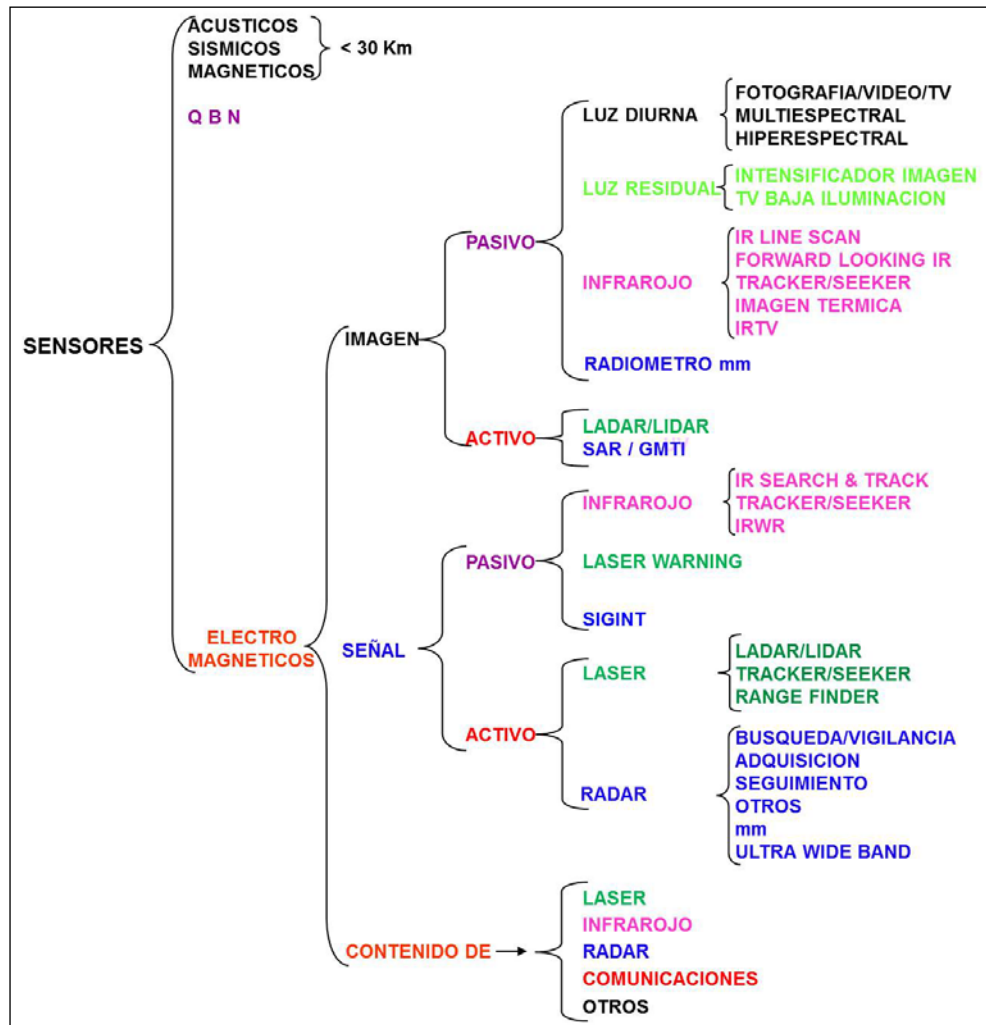
Los hemos colocado en un anexo debido a lo extenso del tema, y para no distraernos en medio del análisis que hemos estado haciendo del Sistema de Información y del Ciclo de Reacción.

¹⁵ Sun Tzu: *The Art of War* (alrededor de 400 BC), traducido por Thomas Clearly, Shambhala Publications inc, Boston & London, 1988

PARTE I

LOS SENSORES Y EL ESPECTRO ELECTROMAGNETICO

Comenzaremos el análisis mostrando en el gráfico *gr-A1 sensores* un listado de todos los tipos de sensores que están disponibles en la actualidad para ser utilizados en el guerrear.



gr-A1 sensores

Como vemos, la mayoría de ellos hacen uso del espectro electromagnético (EEM).

Hemos hecho una primera clasificación o agrupación en aquellos que presentan la información como una imagen, los que lo hacen como señales, y en un tercer agrupamiento, aquellos que nos permiten analizar el contenido de las señales emitidas, sean de radar, laser, otras emisiones, o comunicaciones.

Aunque se dispone de términos-conceptos relacionados con el análisis de equipos emisores, como por ejemplo *MASINT* (measurement and signature intelligence – inteligencia de mediciones e improntas), Estados Unidos todavía no ha acuñado un término que contemple el

tercer agrupamiento, como podría ser *CONTINT* (inteligencia de contenido).

La aclaración es porque en general, cuando se piensa en contenidos, estos se relacionan con *COMINT* (communications intelligence – inteligencia de comunicaciones), pero el concepto que estamos presentando va más allá de *COMINT*.

Debemos tener en cuenta que este análisis de los contenidos de las señales es sumamente importante por la riqueza de información que puede brindar, más allá de las características del emisor, ya que las tecnologías actuales hacen que gran parte de las señales, como radares, que antes eran simples, ahora tengan un contenido inteligente, a veces oculto, como los trenes de pulso codificados. Lo mismo sucede con las señales de comando y otras.

El gráfico está escrito en una mezcla de español e inglés porque, aunque todos los términos estén traducidos al español, los usos y costumbres hacen que el empleo doméstico del término sea en inglés, no importa el idioma que se esté utilizando.

En las páginas siguientes, cada tipo de sensor tiene una pequeña descripción de sus características y forma de empleo, que permiten una fácil comprensión.

Notaremos que a veces nos estamos refiriendo a tecnologías ya superadas. Sucede que cuando vamos al mundo real vemos que en nuestra región, Latinoamérica, numerosos países continúan utilizando equipos de viejas tecnologías. Por eso hemos optado por conservar la descripción de todas las tecnologías, para que tengamos los antecedentes de conceptos y características, cualquiera sea el equipamiento de nuestro posible oponente.

EL USO DEL ESPECTRO ELECTROMAGNETICO

Como muestra el gráfico, existe una extraordinaria variedad de sensores, desde los más complejos abordo de satélites, hasta los anteojos de luz residual del infante; desde los que tienen un alcance de 400 km hasta los que sólo llegan a los 400 metros.

Todos estos sensores son los que alimentan al ciclo de reacción, brindando la información que permite poder tomar las decisiones correctas. Este hecho hace que, además de ser los que brindan esa información, sean también: los sensores a degradar cuando son los del enemigo; los sensores a proteger cuando son los nuestros; y son estos mismos sensores los que nos permiten obtener la información que necesitamos para realizar la degradación de los sensores del enemigo.

Aunque parece un párrafo escrito para confundir, es la realidad, realidad que nos permite, también a nuestro enemigo, degradar al oponente al accionar sobre cualquiera de estos sensores, cegando al increíble Hulk que es nuestro enemigo, afectando su capacidad de guerrear.

Cada sensor es un elemento del entramado que conforma la red de C2, y que presenta mayor o menor vulnerabilidad, pero con la particularidad, al ser parte del C2, que el daño que se le puede hacer normalmente no tiene un efecto local, sino que repercute en toda la red.

Una simple observación de los sensores permite apreciar que cada uno tiene sus características particulares, y está diseñado para operar dentro de determinados parámetros, lo que a veces los hace completamente disímiles.

Esa gran diversidad de características que poseen hace difícil su análisis y comprensión; por eso a continuación intentaremos agruparlos o clasificarlos, y describir en forma sencilla su funcionamiento, de forma que sea posible entender sus capacidades y vulnerabilidades.

De los sensores que operan fuera del espectro electromagnético, los acústicos, sísmicos y magnéticos, estos sensan características particulares en una determinada área, lo que hace que sus alcances sean reducidos, mensurables en metros, por lo que resultan útiles sólo puntualmente.

Los que sensan la presencia de agentes QBN (químicos bacteriológicos nucleares) también suelen ser puntuales, y sólo cubren una distancia importante cuando se los usa para captar los agentes arrastrados por los vientos.

Si observamos los encuadrados en el EEM, podemos distinguir dos grandes agrupaciones: *pasivos* y *activos*. Esta clasificación está dada porque los últimos, los activos, necesitan recurrir a un emisor propio para captar el reflejo (eco) de su emisión. Estos son los radares y el laser.

Los pasivos en cambio, utilizan como señal a detectar la emisión propia de los objetos (los blancos), o, en el rango de las frecuencias ópticas (fotografía, video o TV) y parte del IR (cercano), el reflejo de una fuente de luz, natural o artificial.

Para analizarlos hay diversas posibles formas de agruparlos, algunas pueden ser:

- Por la parte del EEM en que operan.
- Por el tipo de información que brindan.
- Por el blanco que buscan.
- Por las plataformas captoras que los portan.

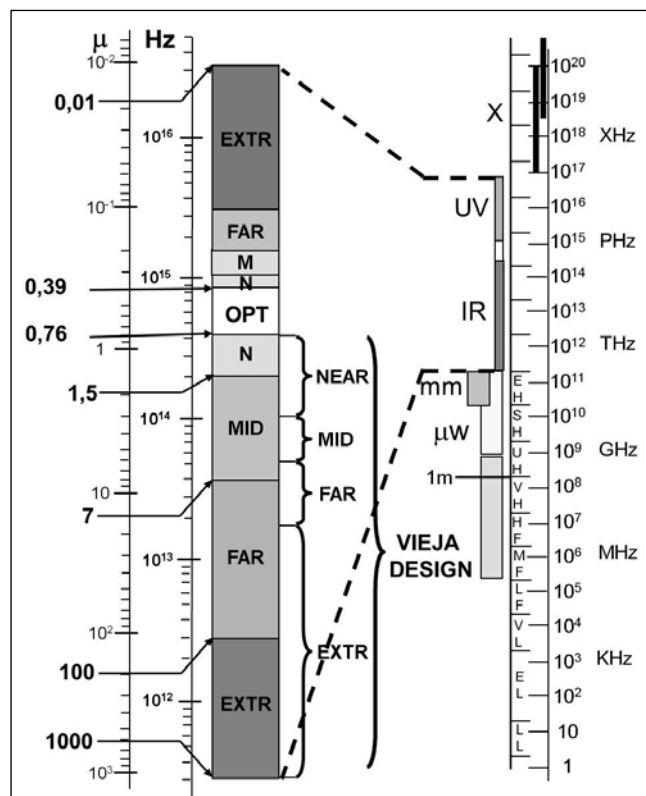
Como muestra, a continuación hemos agregado dos gráficos para mostrar cómo está organizado el espectro electromagnético (EEM) por bandas de frecuencias.

Las referencias están dadas en frecuencias, con GigaHertz (GHz) como unidad, y en longitudes de onda, indicadas como λ , con unidades de medida del metro al micrómetro.

En el gráfico *gr-A2 radiofrecuencias*, hemos representado parcialmente la parte inferior del espectro electromagnético, mostrando las bandas de frecuencias comúnmente llamadas *de radiofrecuencia* (hasta 100 GHz). Esta es la parte que a través de los años, y por diversos motivos, ha sido subdividida en formas distintas y con varias designaciones, lo que ha dado por resultado una pequeña anarquía que a veces lleva a confusión, sea que se hable de equipos civiles, militares, o de guerra electrónica.

En el gráfico se han tratado de mostrar todas las alternativas.

El gráfico que sigue *gr-A3 IR óptico UV* muestra en cambio la parte superior del EEM; la de las emisiones infrarrojas, ópticas, ultravioletas, y más allá están los rayos X y gamma.



257

Debido a las características de operación y a ciertas limitaciones en cuanto a tecnologías que no estaban disponibles hasta hace algunas décadas (años 1980s), durante mucho tiempo se construyeron equipos que llegaban hasta los 18 GHz, en la parte baja del espectro, para luego saltar a las frecuencias IR y ópticas.

Por eso aún hoy la mayoría de los equipos operan en ambos extremos del espectro, no obstante que los nuevos desarrollos buscaron aquellas bandas de frecuencias más altas que mejor propagan, por ejemplo entre 30 y 40 GHz, o entre 90 y 100 GHz.

Aunque siempre se hace referencia al espectro en función de las bandas de frecuencia, en la parte alta (IR, ópticas, etc.) se hizo costumbre, debido a las magnitudes involucradas, a referirlas en función de las longitudes de onda.

Para una conversión simple y práctica entre estas unidades, resulta útil recordar que la frecuencia (si la tomamos en GigaHertz – GHz) es igual a 30 sobre la longitud de onda λ (dada en centímetros).

Haciendo una clasificación del EEM, podemos comenzar por la banda de frecuencias de 90 a 100 GHz, a la que se hace referencia en forma indistinta, sea por su frecuencia o por su longitud de onda: *milimétrica*. Aun cuando ésta en realidad cubre una mayor parte del espectro, de 30 a 300 GHz, por ahora la mayoría de los emisores están concentrados en esa *ventana* de 90 a 100 GHz.

Los 300 GHz corresponden a un λ de 1 milímetro ($=1000 \mu = 1000$ micrómetros); a partir de aquí comienza el espectro IR, que abarca hasta los $0,76 \mu$.

Al IR se lo subdivide por referencia a su proximidad al espectro óptico, denominándolo:

- *IR cercano*: abarcando desde los $0,76 \mu$ (límite con el óptico) hasta los $1,5 \mu$ (algunos lo hacen llegar hasta los 3μ).
- *IR medio*: desde $1,5 \mu$ a 7μ (o desde 3 a 6μ según otros).
- *IR lejano*: desde 7μ a 1000μ (límite con las longitudes de onda milimétricas), o para otros: de 6 a 15μ el IR lejano, y de 15 a 1000μ el IR muy lejano o IR extremo.

La parte *óptica* del espectro comprende desde $0,39 \mu$ a $0,76 \mu$, y más allá se encuentran las longitudes de onda UV (ultravioleta), de $0,01 \mu$ a $0,39 \mu$, y los rayos X y gamma.

TRANSMITANCIA, REFLEXION, EMISIVIDAD

Siguiendo con el análisis de las frecuencias superiores del espectro, observamos ciertas particularidades.

La energía emitida en el espectro visible tiene su origen en fuentes naturales, como el

sol, las estrellas, o un dispositivo de iluminación, y es reflejada por los diferentes objetos del ambiente.

Esta capacidad de reflexión de la energía del sol se extiende al UV cercano y al IR cercano.

Esta parte del IR que es por reflejo de la radiación del sol, tiene la particularidad que puede identificar agua u otros contenidos químicos, lo que permite por ejemplo determinar el estado de la vegetación, o predecir el producido de las cosechas; y para nuestro caso en particular, puede por ejemplo penetrar el enmascaramiento típico para la detección visual, o detectar zonas húmedas que no permiten el paso de vehículos.

Más allá de los $3,5 \mu$ la radiación térmica emitida supera a la reflejada por los objetos; emana directamente de ellos en virtud de su temperatura absoluta (en grados Kelvin) y su coeficiente de emisividad.

Debemos aclarar que lo que se detecta es la emisión térmica, no la temperatura o calor, aunque están relacionados.

Esta emisividad se basa en la diferente capacidad que tienen los distintos materiales para retener el calor absorbido, por eso permite conocer la existencia de determinados minerales en el suelo, permite identificar objetos enterrados y detectar estructuras ocultas, etc.

Un ejemplo de la guerra del Golfo: los iraquíes habían enterrado sus tanques en la arena; por la noche, ambos, la arena y los tanques se enfriaban pero con distinta rapidez, el resultado: los tanques eran fácilmente detectables de noche usando sensores IR, lo que hacía sencillos su ataque y destrucción.

En las longitudes de onda a partir de 1000μ (1 mm) o milimétricas, las señales a captar son el reflejo de una emisión artificial, por lo que necesitan un emisor radar; salvo un caso particular que veremos más adelante al analizar el radiómetro milimétrico.

En el otro extremo, los detectores UV funcionan en las longitudes de onda de 250 a 300 η (nanómetros; 1000 nanómetros = 1 micrómetro), banda en la cual el sol no tiene casi radiación y que es conocida como *solar blind* (ciega a la radiación solar).

La propagación de estas emisiones a través de la atmósfera presenta ciertas particularidades debido sobre todo a las moléculas en suspensión de diversos componentes, cuyas dimensiones físicas coinciden con determinados largos de onda, haciendo que la emisión sea absorbida o dispersada, (reflejada o refractada en distintas direcciones).

Esto hace que la atmósfera no sea un medio transparente a las radiaciones, con la particularidad que las absorciones y dispersiones no son iguales en las distintas frecuencias del espectro.

Así, en la parte visible, la energía es absorbida por los componentes moleculares, y la dispersión es producida por las partículas de humedad, niebla o moléculas de oxígeno, siendo

particularmente intensa entre los 0,3 y 0,7 μ .

En las frecuencias IR, la absorción se produce por las moléculas de vapor de agua y por el anhídrido carbónico (CO₂). La dispersión es producida sobre todo por las moléculas de niebla en suspensión, pero como sus dimensiones raramente son superiores a los 0,5 μ ; no tienen casi efecto en las frecuencias de 3 μ o más.

Esta es la razón por la que los primeros captores de TV que se utilizaban, y que cubrían la banda de 0,3 a 0,6 μ , eran afectados por la dispersión producida por la humedad.

Cuando el vapor húmedo se condensa, el diámetro de las partículas aumenta, pudiendo llegar hasta los 80 μ , pero con una distribución Gaussiana con centro en los 5 a 15 μ , afectando al IR en la ventana de 8 a 12 μ .

En forma práctica podemos decir que las radiaciones visibles son afectadas por bruma, niebla débil o llovizna; mientras que las radiaciones IR son afectadas por niebla espesa (1 a 10 μ) que contiene partículas líquidas grandes, lluvia y gran humedad, lo que además tiende a uniformar la temperatura de los objetos que están en el mismo ambiente, atenuando la diferencia de emisión entre un blanco y su entorno, que es lo que detecta por ejemplo un FLIR.

Al IR también lo afecta la propia radiación IR de la atmósfera, especialmente cuando ésta queda encerrada entre la tierra y una capa de nubes y se calienta, irradiando entre 5 y 7 μ .

Esto hace que se creen *ventanas* en las cuales la transmitancia (posibilidad de propagación) sea aceptable o adecuada.

Los estudios experimentales han determinado que, en el caso del IR por ejemplo, esas ventanas se encuentran en 1,5 a 1,8 μ ; 2 a 2,5 μ ; 3,5 a 4,2 μ ; 4,5 a 4,8 μ ; y 8,5 a 12,5 μ .

Pero esto no quiere decir que no haya emisión en el resto de las longitudes de onda. Por eso se debe distinguir, ya que muchas veces se presta a confusión, entre emisividad y transmitancia.

La *emisividad* es una característica de todos los *cuerpos* (objetos), que hace que emitan radiaciones IR en determinadas frecuencias según sea su composición, su capa exterior si el cuerpo es opaco, y su temperatura absoluta.

La *transmitancia* en cambio depende del *medio* en el que se propaga la emisión, en nuestro caso: la atmósfera. La composición de este medio hará que tenga mayor o menor transmitancia, y esto hará a su vez que las emisiones tengan mayor o menor alcance (distancia) según la frecuencia en que son emitidas.

Así como hablamos de las moléculas de agua y CO₂, todo otro tipo de moléculas en suspensión (por ejemplo humo) actuarán sobre la transmitancia de la atmósfera.

El elemento de la naturaleza que más actúa es el agua en sus diferentes composiciones de agrupamientos moleculares, desde la bruma y rocío, hasta las gotas de lluvia, nieve o hielo.

Este efecto no sólo se produce en las frecuencias IR, sino que actúa en todo el EEM, haciéndose sentir más en donde las dimensiones físicas de las moléculas y objetos coinciden con las longitudes de onda; por ejemplo, las gotas de lluvia afectan notablemente a los radares milimétricos, porque su dimensión es de algunos milímetros, que es la longitud de onda de los radares.

Cuando consideramos a los sensores, estas características de transmitancia hacen que algunos sean más eficientes que otros en determinadas condiciones climáticas, y asimismo, un determinado sensor no siempre rendirá lo mismo, pues depende notablemente de las características de propagación imperantes.

Volviendo al IR, las ventanas que antes vimos han hecho que desde el punto de vista empleo, se adopten dos ventanas:

- La de longitud de onda media (*mid wave window*) de 3 a 5μ , que es la menos afectada por la humedad y polución; es sensible a objetos *calientes* como el fogonazo de un arma o la cola de gases de un misil.
- La de longitud de onda larga (*long wave window*) de 8 a 12μ , que está limitada por la lluvia y humedad, pero es la más sensible a pequeñas diferencias de temperatura entre el blanco y su entorno.

El IR cercano por su parte, en donde lo que se capta es la energía solar reflejada a igual que en el espectro óptico, tiene la ventaja sobre éste que atraviesa niebla ligera, nubes de polvo, cortinas de humo, y la bruma de baja humedad. Asimismo puede operar de noche sin ninguna degradación.

En cuanto al radar milimétrico, el más próximo a estas frecuencias, puede penetrar el mal tiempo, el follaje y el suelo seco, y los factores que afectan su reflectividad son la conductividad eléctrica de los materiales, y la forma y tamaño en relación a la longitud de onda de la señal radar.

Respecto a los equipos laser, éstos operan en las bandas de frecuencias ópticas e IR, y por lo tanto están sujetos a las condiciones y características de estas bandas.

Los sistemas que operan en la parte baja del espectro, los distintos tipos de radares, las comunicaciones, y los sensores de guerra electrónica, también son afectados en su propagación, pero en una forma diversa, la que veremos al tratarlos más adelante.

LOS TIPOS DE SENSORES POR BANDAS DE FRECUENCIA

Haciendo un resumen de los sensores, hemos visto que las características que sensan están íntimamente ligadas con la parte del espectro que utilizan, por lo que podemos agruparlos en:

- UV
- Opticos
- IR
- Laser
- Radares milimétricos
- Radares en general
- Equipos sensores de guerra electrónica

En las páginas siguientes haremos un análisis de estos sensores, agrupándolos en aquellos que nos brindan la información que obtienen en forma de imágenes, los que nos la entregan en forma de señales, y finalmente los que nos permiten captar un contenido inteligente, sean datos, comunicaciones vocales, o cualquier otro tipo de información.

Estos sensores sirven a una multitud de aplicaciones, ya que serán los sensores que, montados en plataformas *captoras*, permitirán obtener información en tiempo real sobre lo que está sucediendo en el ambiente operacional, en particular sobre los medios y elementos de nuestro enemigo, y por tanto nos darán respuestas para los : *¿qué hay?*, *¿dónde está?*, *¿qué está pasando?*.

También serán los sensores que, montados en plataformas *efectoras*, les permitirán a éstas actuar sobre los blancos del enemigo; y montados sobre estas mismas plataformas u otras de reconocimiento, permitirán evaluar los resultados de las operaciones realizadas.

Esto nos permite apreciar la importancia que tiene poseer un muy buen conocimiento de cómo funciona cada uno, ya que nos dará las posibilidades de su aprovechamiento al máximo si son nuestros, y nos mostrará como degradarlos para que no cumplan su cometido si son los del enemigo.

PARTE II

LOS SENSORES DE IMAGEN

Podemos agrupar a casi todos los sensores en tres grandes áreas:

- Los que brindan la información en forma de *imagen*.
- Los que presentan lo que han captado como características de la *señal* detectada. Esta información se puede referir simplemente a la presencia de la emisión, o puede comprender su ubicación y sus parámetros.
- Los que podemos agrupar arbitrariamente en un tercer tipo de sensores: los de *contenido*. Son los que nos permitirán captar si las transmisiones o emisiones poseen un contenido inteligente, es decir: información.

Podemos tomar como ejemplo a los equipos COMINT; que de la señal transmitida recuperan una información, la voz o datos que contiene.

Para todas las emisiones, a similitud de lo que se hace en el caso del COMINT, además de analizar la transmisión como señal, en la que le prestamos atención a las características del equipo como transmisor o receptor, nos dedicaremos a analizar también la información que está contenida en la emisión transmitida.

A estos sensores los analizaremos en forma separada de los otros dos agrupamientos.

Volviendo a los sensores que presentan la información como *imagen*, estos pueden ser agrupados por su forma de operar en: *pasivos* y *activos*.

A los *PASIVOS* los podemos clasificar en:

- Los que necesitan la *luz diurna* para operar en las frecuencias *ópticas*.
- Los que pueden funcionar con *bajo nivel de iluminación* (L^3 - Low Light Level).
- Los que captan las emisiones *IR*.

A los sensores de L^3 e IR también se los suele agrupar como equipos de visión nocturna (*Night Vision*).

Por su parte, los *ACTIVOS* están constituidos por:

- *Radares milimétricos*.
- *Radares de apertura sintética* (SAR – Synthetic Apperture Radar).
- *LADAR* (LAser Detection And Ranging), a veces también denominado *LIDAR* (LIght Detection And Ranging), que es un laser operado con los principios del radar.

ALGUNAS PARTICULARIDADES A CONSIDERAR

A continuación analizaremos algunas características y parámetros que definen capacidades y debilidades de los sensores.

Píxel, Resolución, Field Of View (campo visual)

PIXEL

Es la composición por contracción de las palabras *PICTure* *ELement* (Elemento de Imagen); es la unidad de superficie de imagen, es una unidad en sí, aun cuando una costumbre muy popularizada lo suele describir en milímetros.

Lo que sí es posible es relacionarlo; por ejemplo, si se presenta una imagen de 2000 X 2000 pixels en una pantalla de 40 cm de lado, cada píxel tendrá un valor de superficie correspondiente de 0,2 X 0,2 mm; la misma imagen sobre una pantalla de 20 X 20 cm determinará que el píxel tenga un valor correspondiente de 0,1 X 0,1 mm.

La primera pantalla tendrá 5 pixel/cm y la segunda 10 pixel/cm.

RESOLUCION

También se puede relacionar la imagen en pixels con la escena que representa; así por ejemplo, si la imagen de 2000 X 2000 pixel representa una escena de 20 X 20 km, cada píxel tendrá un valor correspondiente a 10 X 10 metros; si la escena a representar tiene 10 X 10 km, cada píxel cubrirá 5 X 5 metros.

El píxel es el mínimo elemento discriminable en una imagen, y por tanto definirá la *resolución* de la escena representada por esa imagen, en los ejemplos que vimos recién, 10 X 10 m, ó 5 X 5 m.

FIELD OF VIEW / CAMPO VISUAL

Lo recién expresado nos muestra que con la misma cantidad de pixels podremos lograr una mayor o menor resolución, según sea el tamaño de la escena a captar. A este tamaño lo podemos referir como una apertura angular o campo visual (*FOV - Field Of View*) que queremos cubrir, y que estará inversamente relacionado con la resolución que queremos lograr.

A igualdad de pixels, mayor resolución significa menor FOV, y viceversa, mayor FOV significa menor resolución.

El grado de resolución y el FOV requeridos dependerán del uso del sensor, y en algunos casos, un mismo sistema tendrá varios FOV con sus correspondientes resoluciones.

Normalmente se suelen considerar dos FOV:

- *Narrow FOV* (angosto): de aperturas menores a 20°, usados para reconocimiento e identificación de blancos, para su marcación, o para realizar la puntería.
- *Wide FOV* (ancho): de más de 20°, usados para observación, vigilancia, navegación, o adquisición de blancos.

Puede suceder que en algunos casos particulares se necesiten un gran FOV y una gran resolución pero no se disponga de la suficiente cantidad de pixels en la estructura de detectores.

Una forma de lograr esa resolución es usar un FOV *instantáneo* (el que en ese momento capta el sistema), y un FOV *total*, producto de la integración de varios FOV instantáneos.

Actualmente aún se continúa con un cambio generacional en cuanto a las técnicas utilizadas para formar los FOV, por lo que trataremos de describirlas a todas.

Repetimos lo que dijimos unas páginas antes: aunque hay tecnologías que en teoría ya fueron superadas, lo mismo las describiremos, porque en nuestra región, Latinoamérica, hay países que continúan usando tecnologías anteriores.

Si queremos dominar la situación, debemos conocerlas a todas en cuanto a capacidades y debilidades.

Una de estas técnicas consiste en utilizar una rueda de espejos giratoria (micro scanner – mirrored wheel) que va enfocando la escena por partes sobre la estructura de detectores, la que permanece fija, y que sólo puede cubrir una parte de la escena por vez.

En este proceso, la parte de la escena enfocada por las ópticas del sensor es reflejada por uno de los espejos hacia los detectores; una vez detectada esta parte, se cambia de espejo para que refleje la parte siguiente de la escena, y se repite el proceso hasta que se completa la escena. A esta técnica se la conoce como *entrelazado*.

Por ejemplo, supongamos tener una escena de 20 X 20 km a la que queremos captar con una determinada resolución. Si usamos una estructura de detectores de 256 X 1024 pixels (con la que sólo cubriremos 5 X 20 km, debido a la resolución buscada), y repetimos 4 veces el proceso, lograremos representar la escena en una imagen de 1024 X 1024 pixels, a la que fuimos detectando de a cuartos. Y diremos que esta imagen tiene un entrelazado 4:1.

Más adelante veremos como la tecnología fue permitiendo aumentar la cantidad de detectores en una estructura, logrando grandes FOV con muy buenas resoluciones.

Soporte en el que Registran la Imagen

Entre los elementos a considerar cuando se analizan los sensores, se debe tener en cuenta cual es el tipo de soporte en el que registran la imagen que captan, este es un factor sumamente importante ya que indica la rapidez (CR) con que se dispondrá de la información.

Actualmente, lo normal es que ese soporte sea una memoria digital, como en las fotografías o videos que se obtienen con los teléfonos celulares, pero así como hay fotógrafos profesionales que continúan usando película, en la misma forma hay sistemas de sensores que continúan con tecnologías anteriores.

Lo lógico, debido al ciclo de reacción y a todas las facilidades que ofrece, es que el soporte sea digital, por su fácil manipulación.

No obstante, aquí mostraremos todas las posibilidades de este soporte, que puede ser:

- *Wet Film* (película húmeda): se refiere a la película emulsionable que debe ser procesada en laboratorio, utilizando revelador, fijador, etc. Esto significa que la

información que brinda no será en tiempo real, ya que la plataforma que porta la cámara debe llevar la película al sitio de procesamiento y realizar éste, que es relativamente lento, antes de tener acceso a la imagen captada.

Para su transmisión requiere otro proceso previo que también significa consumo de tiempo.

- *Dry Film* (película seca): Es la tipo polaroid, que permite el procesamiento abordo de la misma plataforma del sensor, disponiendo de la imagen a los pocos segundos. Sigue siendo un elemento voluminoso, es caro, y para su transmisión tiene los mismos inconvenientes que el *wet film*.
- *Video Tape* (cinta de video): En la década 1980 se comenzó a utilizar componentes electrónicos sensibles a la luz en reemplazo de la película; de esta forma las ópticas enfocaban la imagen sobre un detector fotosensible, el cual, al ser alcanzado por los fotones liberaba electrones.

Esto permitió que la imagen fuese manipulada como si fuera una señal electrónica. Así surgieron los equipos electro-ópticos (EO) u *optoelectrónicos*, conformados por una parte óptica y otra electrónica.

En esos tiempos, el soporte (la memoria) más adecuado que podía registrar esa gran cantidad de información era la cinta de video. Esta no requería procesamiento alguno, sólo bastaba oprimir una simple tecla *play* en el equipo adecuado; pero todavía era información secuencial y lenta, aunque ya tenía la posibilidad de ser transmitida directamente desde la plataforma del sensor a medida que era captada.

Para 1988 se logró utilizar la cinta de video para producir una imagen tipo fotografía; a esta técnica se la conoció como *still video* (video-fotografía), pero todavía era analógica.

- *Estado Sólido*: La evolución tecnológica finalmente permitió que mediante la utilización de dispositivos *CCD* (Charge Coupled Device / Dispositivo de Carga Acoplado) la información se registre directamente en memoria de estado sólido (como la RAM de las computadoras personales).

El uso de CCD, que se hizo también popular en todos los equipos comerciales, permitió la conversión de la información analógica en digital, con todas las ventajas que ello implica, sobre todo en su procesamiento y transmisión, ya que lo que se busca ahora de los sensores es el procesamiento abordo en tiempo real, para una rápida y precisa marcación del blanco (dentro de su *VTb* – *ventana de tiempo del blanco*).

Cabe aclarar que esta técnica utiliza un soporte magnético de cualquier tipo, sea cinta, disquete, CD o disco duro. En un principio lo común era usar la cinta de video (como los video grabadores caseros) debido a la limitada capacidad de memoria que poseían los otros medios. A igual que los video grabadores caseros, todo esto ya fue superado.

Los Equipos Optoelectrónicos

Como recién mencionamos, los sistemas *optoelectrónicos* o *EO* (electroópticos), están compuestos por una parte óptica (las lentes) y una electrónica (del detector hacia atrás, es decir: detector > lector > conversor A/D > archivo, y transmisión o presentación).

Para su funcionamiento, una vez que los fotones activan el detector, éste los convierte en electrones, y el proceso que sigue es totalmente electrónico; y salvo los sistemas de L^3 (Low Light Level / Bajo Nivel de Iluminación) que utilizan válvulas intensificadoras de imagen, el resto de los sistemas utiliza componentes de estado sólido.

Según las características de los materiales que componen el detector, el sensor podrá captar imágenes en las longitudes de onda ópticas, IR cercano, o IR medio y lejano.

La mejor forma de describir su funcionamiento es relatando su evolución, para lo cual tomaremos como referencia un *generador de imagen térmica* o IR (Thermal Imager – *TI*), con la aclaración que lo que se describe a continuación se aplica a todos los sistemas EO, no sólo a los IR.

Los precursores fueron los *IRLS* (*IR Line Scanners* – barredor o escaneador lineal IR), llamados así porque la imagen era formada por el escaneado lineal de una franja de terreno directamente debajo y perpendicular al sentido de desplazamiento del avión portador. Este escaneado lo hacía mediante un espejo giratorio que enfocaba secuencialmente la imagen captada por las ópticas hacia un detector.

La señal detectada, que era producto de la conversión en electrones de los fotones que incidían sobre el detector, era amplificada y presentada en un tubo de rayos catódicos (TRC), el que actuaba como conversor de imagen, ya que sobre su pantalla se desplazaba una película emulsionable (wet film), en la que quedaba registrada la señal luminosa presente en el TRC.

El movimiento de avance de la plataforma permitía ir captando sucesivas franjas de terreno, las que se integraban para formar la imagen completa.

El ancho de la franja de terreno captada en cada escaneado lineal, dependía por tanto de las ópticas, de la altura de vuelo del avión, y de su velocidad de desplazamiento.

El paso siguiente fue colocar toda una línea de detectores, uno por cada píxel de imagen a captar. En los primeros experimentos se utilizaron 40 detectores por línea (o columna).

Había un problema a resolver: en la conversión a electrones también se produce ruido, el que era amplificado junto con la señal que nos interesaba.

Este ruido tiene la particularidad que es gaussiano, es decir, no es siempre el mismo sino que se distribuye siguiendo una curva de Gauss, lo que hace que si se suman sucesivas detecciones, parte de ese ruido se anula a si mismo (uno con otro); lo que no sucede con las señales, que se suman.

Por eso se crearon ristras o tiras de detectores que aunque conservaban la misma cantidad por línea o columna (por ejemplo los 40 originales), cada elemento detector fue

multiplicado por 4 en la misma posición dentro de la línea o columna, con lo que constituían filas que captaban 4 veces la misma porción de imagen; y así se armó una estructura de 40 filas y 4 columnas. A estas estructuras se las referenciaba como 40 X 4, 180 X 4 (estas fueron las primeras europeas), o 288 X 4 (el standard europeo), mientras que USA adoptó 480 X 4.

También se las conoce como *TDI* (*Time Delay and Integration* / retraso de tiempo e integración).

Para describir su funcionamiento, si tomamos una de las filas de 4 detectores como referencia, la técnica consiste en retrasar (TD) proporcionalmente la señal de los primeros 3 detectores para luego hacer la suma (integración / I) de la señal captada por los 4 detectores.

Al integrarse la imagen que se recibe en forma repetitiva, tanto sea la señal como el ruido, aquella se multiplica por 4, mientras que éste, que como dijimos es gaussiano, se amplifica en la proporción $\sqrt{4}$ con lo que se refuerza la sensibilidad y la homogeneidad de la imagen.

Otro problema que se presentaba era la interconexión detector-lector de la señal, pues hasta entonces la conexión entre cada elemento detector y su lector se hacía por cable, lo que limitaba y hacía problemática la cantidad de conexiones, ya que los elementos medían 20 X 20 μ , a igual que la separación entre ellos.

Desarrollos posteriores encontraron como solución realizar pequeñas protuberancias de Indio (llamadas *bump*) en la matriz de los elementos lectores, de forma que la matriz de detectores apoyase directamente sobre ellos. Esto dio origen a los *CCD* (*Charge Coupled Device* / dispositivos de carga acoplados), que son circuitos que permiten la transferencia directa de las cargas eléctricas de los detectores a los lectores.

Adquirida esta tecnología, hubo un paso intermedio de estructuras de 288 ó 480 X 16, con lo que la relación señal ruido (S/N) era 4 a 1, antes de pasar a las estructuras bidimensionales, primero de 256 X 256 pixels (elementos detectores), y actualmente de 2000 X 2000, 5000 X 5000, y mayores, que presentan la imagen completa.

En estas estructuras un mosaico de detectores cubre todo el FOV (campo visual), eliminando así la necesidad del escaneado. Fueron denominados *FPA* (*Focal Plan Array* / estructura en plano focal) y también *Staring Array* (estructura de visión fija), por contraste con los anteriores, los que funcionaban mediante el escaneo sucesivo, de línea por línea, o de las 4 ó 16 columnas en paralelo, y eran conocidos como *LS* (*Line Scan* / barrido o escaneado lineal).

Como ya vimos, al reemplazarse el *wet film* por la estructura de detectores, el sistema pasó de óptico puro a opto-electrónico, y la señal se pudo manipular electrónicamente; esto permitió la grabación sobre cinta de video, al principio aún en forma analógica, y después, al agregar convertidores A/D (analógico/digital) a continuación de los CCD, en forma digital.

Además, la disponibilidad de la imagen en forma de señal electrónica permitió su

transmisión, primero también en forma analógica, y luego digital, y ésta a su vez primero sin compresión y luego en forma comprimida.

Cuando se poseyeron dispositivos de archivo (memorias) de estado sólido con suficiente capacidad, éstos reemplazaron a las cintas de video.

Para terminar de mejorar las imágenes se buscó solución al movimiento de las plataformas que no siempre son lo suficientemente estables, especialmente cuando se usan LS, haciendo que a veces se produzca un *blurring* de la imagen (*imagen borrosa*). Para compensarlo se desarrolló el *FMC* (*Forward Motion Compensation feature* / dispositivo de compensación del movimiento de avance).

Los detectores que vimos hasta ahora son dispositivos que convierten la energía de los fotones en una señal que es proporcional a la cantidad de energía recibida, por eso se los conoce como *detectores de efecto cuántico*. Tienen el problema que parte de los electrones liberados producen el *ruido térmico* que ya mencionamos antes; la solución para esto, como veremos al considerar los detectores IR, fue la refrigeración de los dispositivos, lo que también tiene sus correspondientes inconvenientes.

En procura de una solución se recurrió a *detectores bolométricos*, consistentes en composiciones de materiales que tienen la propiedad de variar su resistencia eléctrica en función de la cantidad de fotones que reciben; esto hace que se elimine el problema del ruido térmico, y por lo tanto también la necesidad de refrigeración.

Pero aunque ya han evolucionado notablemente, aún no han alcanzado su madurez, ya que resultan relativamente difíciles de producir, debido a que el material detector debe ser extremadamente delgado para que pueda reaccionar rápidamente a los cambios en la cantidad de fotones que recibe.

Como el sustrato sobre el que se fabrican es el *CMOS* (*Complementary Metal Oxide Semiconductor* / semiconductor de óxido metálico complementario), es con este nombre que se los conoce.

En resumen, para la captación de imágenes podemos encontrar actualmente sistemas sensores:

- De escaneado lineal (*LS* – Line Scan), con procesamiento fotográfico y registro en wet film.
- De escaneado lineal electroóptico (*EOLS*), con:
 - o Procesamiento analógico y registro en cinta de video.
 - o Procesamiento digital y registro en cinta de video.
 - o Procesamiento digital y registro en estado sólido.
- De visión fija (*Staring*) o *FPA* (*Focal Plan Array* / estructura en plano focal) electroóptico, con procesamiento digital y registro en estado sólido. Es lo común que se utiliza actualmente.

Aun cuando gran parte de estas tecnologías ya han sido superadas, debemos conocer con precisión las características de los sensores que utiliza nuestro enemigo, para saber cuáles son sus capacidades y debilidades, y así explotar estas últimas, o degradarle las primeras.

Asimismo, podemos agrupar a estos sensores de imagen según sus características de sensibilidad en:

- Los que necesitan la *luz diurna* para operar.
- Los de *luz residual*.
- Los *IR*.

SENSORES QUE NECESITAN LA LUZ DIURNA

Estos son los sensores más conocidos, por lo que no insistiremos en ellos. Sólo consideraremos algunos aspectos, en especial aquellos que son fruto del desarrollo de sensores digitales.

Visión Directa y TV

Los del tipo de *visión directa* y de visión mediante *TV* diurna siguen basados en los mismos conceptos, sea que se los utilice para las armas de defensa aérea o como visores para plataformas.

Fotografía y Video Digitales

Como vimos al hablar de los sensores en general, el gran cambio, sobre todo en fotografía, se debió a la posibilidad de reemplazar la película emulsionable (wet film) por un soporte de estado sólido, con lo que la imagen se hizo digital, con todas las posibilidades que ello significa.

Por supuesto, quien más se benefició con esta tecnología fue el reconocimiento aéreo fotográfico.

Ya han pasado varios años, ya que la empresa Kodak logró la primera fotografía digital en 1991, desarrollando el *DCS* (Digital Camera System – sistema de cámara digital), que logró lo que denominaron *Still Video* (video fotografía) *digital*, utilizando como base una Nikon F3, a la que le reemplazó la película por un FPA que tenía 1,3 Mpixels (1000 X 1200 elementos).

La cámara fue conectada a una computadora laptop con un software desarrollado por USNAVY llamado *LITE* (Laptop Imagery Transmission Equipment / equipo de transmisión de imágenes con laptop). Operada por el OSA (Oficial del Sistema de Armas) de un avión biplaza, permitió la transmisión en tiempo real de la imagen captada; esto contrastó con el procedimiento que se poseía con las cámaras de película, que necesitaban que el avión regresase a su base y la película procesada en un laboratorio antes de que la imagen estuviese disponible.

La cámara digital y la transmisión simultánea es la única que resuelve el problema tiempo para el targeting de blancos móviles.

Esta capacidad permite que no haya misiones que ataquen blancos que ya fueron destruidos, o que no encuentren a las unidades móviles a las que fueron a atacar porque éstas cambiaron de ubicación. Igualmente solucionó los problemas que existían cuando se utilizaba la técnica de apuntado mediante comparación de imágenes.

Desde entonces hubo una gran evolución en las cámaras, tanto fotográficas como de video o TV, y en la transmisión de las imágenes. Lo podemos apreciar a nivel doméstico, donde cualquier teléfono celular, por simple que sea, tiene ambas capacidades.

Pero en el nivel superior, el de las cámaras para fotografía aérea, la tecnología sigue siendo costosa; por eso aún se pueden encontrar incluso cámaras antiguas a las que se les injertó un FPA en el plano que antes ocupaba la película.

Un ejemplo; a una vieja cámara KA-55 se le colocó un CCD de 32.000 X 8.000 pixels, con lo que lograba imágenes, a 20 Kft, con un ancho de barrido (swath) de 6 NM y 1 pie de resolución; cubriendo 600 millas náuticas cuadradas por hora.

La otra capacidad que brinda la imagen digital está relacionada con su manipulación.

Una de sus aplicaciones primigenias fue la detección del desplazamiento de blancos móviles sobre el terreno; para ello se sacaban 2 fotografías de la misma escena, una detrás de otra con 0,4 a 0,6 segundos de diferencia; luego se combinaban las imágenes, superponiéndolas electrónicamente con polaridad inversa; de esta forma el proceso rescataba sólo aquellos objetos que no coincidían, con un procedimiento parecido al que se aplicaba antiguamente con el MTI (Movil Target Indicator / indicador de blancos móviles) en radar, pero utilizando la información contenida en cada píxel como referencia. Este procedimiento incluso permitía determinar la dirección y la velocidad de los móviles.

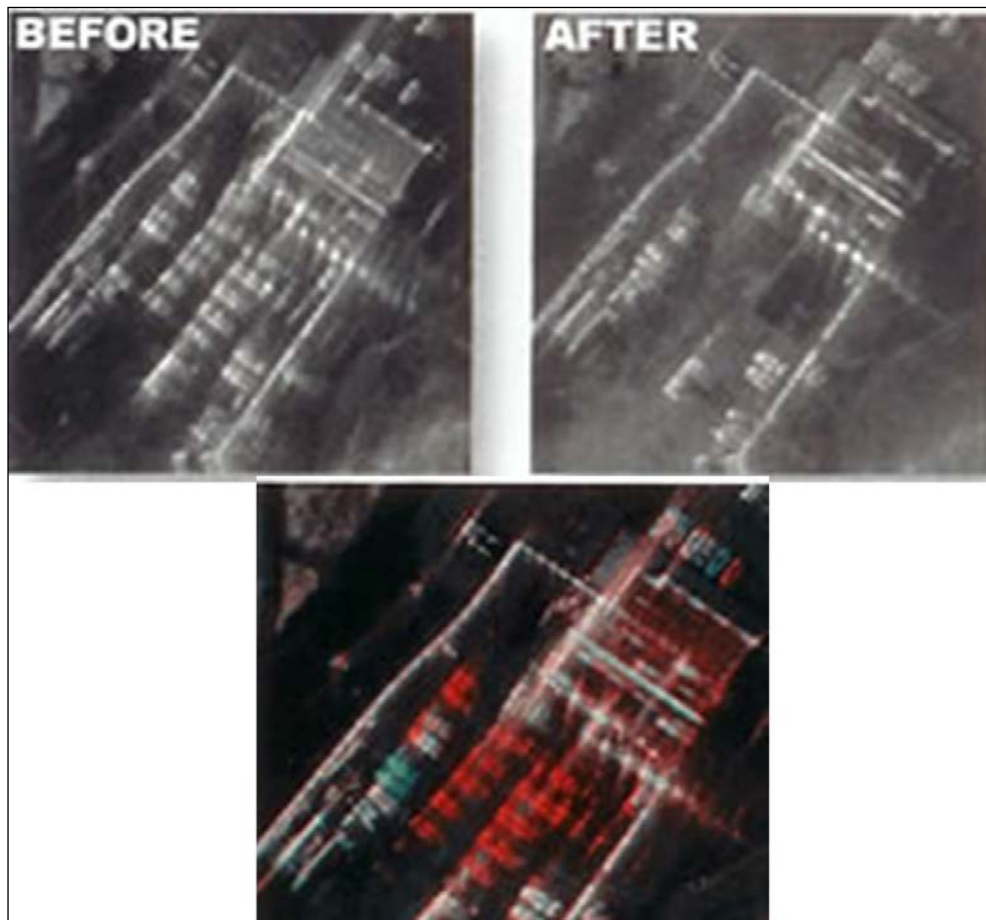
Era una opción económica a falta de un SAR en modo GMTI.

Asimismo, las dos posiciones de la plataforma permitían hacer una triangulación para determinar la distancia a los blancos, en el caso de las fotografías oblicuas.

La misma técnica permite actualmente bajar notablemente los tiempos para el análisis de las imágenes, ya que al superponer para comparar 2 imágenes sacadas con un cierto intervalo, inmediatamente van a resaltar aquellos objetos nuevos que fueron agregados a la escena, o aquellos que no aparecen en la segunda toma, además por supuesto de los que han sido desplazados.

Esto permite detectar en forma inmediata, sin necesidad de un análisis, cualquier variación en la escena que indique por ejemplo si ha habido actividad de los blancos móviles; y asimismo, analizando ahora si en detalle las imágenes, cuales blancos móviles no se han movido, sea porque están fuera de servicio, sea porque son señuelos, etc.

Es lo que muestran las imágenes de *grA4-movimientos*.



grA4-movimientos

Las dos imágenes superiores han sido sacadas con un intervalo de algunas horas entre ambas. Corresponden a un área de estacionamiento de vehículos.

La imagen inferior es el resultado de la superposición de ambas imágenes, mostrando en verde los vehículos que no estaban en la primera imagen y aparecieron después en la segunda.

En la misma forma, muestra en rojo aquellos vehículos que estaban en un principio, y luego se fueron.

Como vemos, con una simple superposición y un click los datos de ambas fotografías se han transformado en información por demás útil. Quien esté analizando la situación sabe que entre las horas de toma de ambas fotografías, varios vehículos han salido del área, y por tanto debe comenzar a buscar información que responda a: *¿dónde están ahora?*; *¿qué está pasando?*; *¿por qué está pasando?*; y *¿qué podría pasar?*.

Preguntas del ciclo de reacción que están siendo utilizadas en un nivel bajo y simple, que permitirán tomar decisiones correctas y actuar antes de que el enemigo utilice estos vehículos en procura de algún objetivo.

En la misma forma, la comparación de imágenes del terreno o la infraestructura tomadas en diferentes momentos mostrará cualquier alteración que indique que hubo actividad de nuevas

construcciones.

Igualmente, la imagen digital y su posibilidad de transmisión en tiempo real brindó otras capacidades.

Una de ellas fue solución para la evaluación del efecto de daño producido por las armas (BDA – Battle/Bomb Damage Assessment). Antiguamente era necesario un vuelo de reconocimiento para determinarlo; ahora, la imagen que capta el avión atacante que sigue, sea ésta óptica o IR, sea la provista directamente por los sensores del avión, o la captada por el seeker de la munición guiada y transmitida a la plataforma guiadora. Esta será la imagen que se transmitirá hacia los puestos comando para evaluar el efecto que produjeron las armas que lanzó el avión anterior.

Esta misma imagen es la que será utilizada por las misiones que siguen, en aquellos casos en que el seeker se base en la comparación de imágenes; con lo que se soluciona el problema que existía hasta hace unos años, de que los seekers no reconocían al blanco porque la forma de éste había sido modificada por los ataques anteriores.

Igualmente, el piloto no tiene que sufrir las presiones de los interrogatorios post-misión, ni se debe esperar su aterrizaje para saber que pasó; ya que todo lo que los sensores de la plataforma captaron, más la posición GPS y actitud de la plataforma en el momento de la captación, ya fueron transmitidas en forma inmediata.

Esto, además de permitir que el piloto se concentre en el ataque, elimina el grado de subjetividad que solían tener las apreciaciones post-misión.

Cabe aclarar que aun cuando hemos estado hablando de sensores ópticos de luz diurna, lo analizado es válido también para los sensores de luz residual y de imagen IR.

Las Cotas de Vuelo para la Fotografía Aérea

Por lo que hemos visto sobre las defensas aéreas, si el sensor nos obliga a volar por debajo de los 15 Kft, deberemos prever todo lo que la plataforma necesitará para supervivir, en especial si para las tomas se requiere que el vuelo sea recto y nivelado. Aunque, a la luz de lo demostrado en los últimos conflictos, lo más conveniente sería tener una buena dotación de aviones de reconocimiento, ya que la probabilidad de supervivencia sin duda es muy baja.

Esto nos lleva a que la verdadera solución es hacer el reconocimiento por arriba de esos 15 Kft. Pero aquí surgen dos problemas; aparte de la necesidad de disponer de equipamiento con la adecuada resolución para esas cotas, el cubrimiento de las nubes limita las oportunidades para captar imágenes ópticas; lo vimos en el conflicto de Kosovo.

Como referencia, estadísticamente, el cielo está cubierto alrededor del 75% del tiempo en los trópicos, y el 30 al 50% del tiempo en las zonas templadas.

Multi e Hiper espectral

Sabemos que en el espectro visible a cada color le corresponde una longitud de onda específica en la cual refleja la luz; cuando se analiza esta *respuesta espectral*, no como colores, sino como la emisión o reflexión que producen los cuerpos (objetos) en las distintas longitudes de onda, se observa que un mismo cuerpo tiene una radiación o reflexión de características particulares para cada una de las distintas bandas o subbandas en las que se pueden dividir los espectros óptico e IR.

Esto se debe a que la composición de los cuerpos, o de su capa exterior en el caso de los opacos; es decir, los materiales de que están hechos, los minerales que componen el terreno, tipo de vegetación, sus condiciones de humedad, etc., hacen que sus emisiones sean más intensas en una frecuencia que en otra.

Esto ha permitido que, si se divide la banda del espectro a sensar en subbandas, según la reflectividad o emisividad que se detecta en cada subbanda se pueden determinar las propiedades físicas y la composición del cuerpo u objeto emisor.

En nuestro caso particular, esta técnica nos permitirá distinguir por ejemplo un tanque real, hecho en metal, de un señuelo hecho con caucho inflable.

También de esta forma se pueden detectar los blancos camouflados, dado que las respuestas del blanco y su camouflaje son diferentes en las distintas subbandas, o se lo puede detectar porque su emisión es diferente a la de la vegetación que lo cubre.

Es decir que, según sea la parte del espectro que se analice, se pueden obtener imágenes distintas pero que guardan una cierta similitud, y cada una expresa una determinada característica del objeto, la que no se detecta al observarlo con el espectro completo.

Por eso se comenzaron a subdividir las bandas en subbandas cada vez más estrechas, cada una con su correspondiente dispositivo detector.

El resultado de esto fue el diseño de sensores, primero *multiespectrales*, divididos en 2 a 15 subbandas, en el orden de 10 a 15 nanómetros de ancho; aunque lo usual y más simple es 4 bandas, en las frecuencias del verde, rojo, azul, e IR cercano.

La posterior evolución llevó al desarrollo de sensores *hiperespectrales*, con capacidad para analizar 100 o más subbandas. Un ejemplo es el dado por el satélite Mightysat II lanzado el 19JUL00, que cubría la banda de 0,45 a 1,05 μ con 145 subbandas o canales.

A la capacidad de discriminación que brinda esta subdivisión se la denominó *resolución espectral*, y en proporción, cada subbanda del hiperespectral abarca la décima parte de lo que cubre cada subbanda del multiespectral.

Como en cada una de las subbandas se forma una imagen completa, la que se debe procesar en paralelo con las otras imágenes del resto de las subbandas; esto se traduce en sistemas voluminosos y que requieren extraordinarias capacidades de archivo de la información y de su posterior procesamiento y comparación o integración.

Por eso lo normal es usar pocas subbandas, salvo que se requiera un análisis muy detallado y puntual. Lo clásico en estos casos es utilizar el sistema multispectral con una de sus subbandas en el IR cercano.

Aun cuando por ahora el hiperespectral tiene más aplicación en el campo científico que en el militar, se espera que en el futuro sea usado para identificar los blancos mediante la determinación de su *impronta* (signature) dada por la composición de sus materiales. De esta forma la identificación se realizaría por resolución *espectral* en lugar de resolución *espacial* (imagen visual).

En el campo comercial ya se ha logrado que esta resolución espectral permita hacer, por ejemplo, un análisis de las cosechas o vegetación que posibilita estimar:

- Contenido o producción de nitrógeno.
- Contenido de clorofila.
- Contenido de pesticidas.

SENSORES DE IMAGEN POR LUZ RESIDUAL

Estos sensores, también conocidos como *Image Intensifiers* (I2 - Intensificadores de Imagen), son pasivos, y se basan en la intensificación de la luz residual que existe durante la noche, normalmente de fuentes naturales como la luna o las estrellas; o la producida por fuentes artificiales. Basta esa poca iluminación para que puedan captar imágenes que son invisibles al ojo desnudo.

La agudeza visual del ojo humano en condiciones nocturnas medias, es de 20/200; con los intensificadores de imagen, esa agudeza fue llevada a 20/40, y últimamente a 20/30.

El corazón del sistema es una válvula amplificadora/conversora (image intensifier tube / válvula intensificadora de imagen) con un cátodo sensible a los fotones (fotocátodo), una grilla amplificadora (MCP – microchannel plate / grilla de microcanales), y una pantalla de fósforo que actúa como ánodo.

Los fotones de la luz residual estimulan al fotocátodo haciendo que éste emita electrones, éstos son encaminados a través del MCP, el que producirá la amplificación de la señal. El MCP es una placa con millones de microperforaciones: los canales. Los electrones al pasar por los canales chocan con sus paredes, produciendo el desprendimiento de más electrones en un efecto avalancha. El resultado es la amplificación de la débil señal de entrada.

El flujo de electrones luego choca con la pantalla de fósforo produciendo el desprendimiento de fotones cuya frecuencia de emisión es la que capta el ojo humano, al que llegan a través de un acoplador de fibra óptica.

Delante del fotocátodo se encuentra la parte óptica (las lentes) que dará la magnificación y el campo visual (FOV – Field Of View) de la imagen.

El clásico color verde-amarillento de las imágenes se debe al tipo de fósforo usado, el cual emite en el centro del espectro visual (el ojo humano ve entre las longitudes de onda de 390 y 760 nanómetros).

Aunque el elemento esencial es una válvula, los usos y costumbres han hecho que en castellano normalmente se lo llame *tubo*, por la traducción inapropiada del inglés *tube* (válvula), en la misma forma que se hablaba del *tubo* de rayos catódicos de los viejos televisores.

Tipos de I2

Su uso más difundido es como *anteojos de luz residual* o de *visión nocturna* (**NVG** – Night Vision Goggles), pero también son empleados como miras para las armas o como sensores montados en plataformas, generalmente vehículos, tanques y helicópteros.

ANTEOJOS DE VISION NOCTURNA O DE LUZ RESIDUAL

Los anteojos de visión nocturna pueden ser de mano (tipo anteojos de campaña) o ser parte de la indumentaria (wearables), originalmente con un arnés para la cabeza, y luego montados en el casco o integrados a él.

Pueden estar constituidos por un solo intensificador para los dos ojos, o por un intensificador para cada ojo. Desde hace varios años en Estados Unidos se ha experimentado con los *PNVG* (Panoramic NVG / anteojos panorámicos) que utilizan dos intensificadores por cada ojo.

Estas variantes están relacionadas con el campo visual (FOV – Field Of View) y con la posibilidad de tener visión estereoscópica.

El FOV de la mayoría de los equipos es de 40° X 40°, algunos poseen 60° en el plano horizontal, y en el caso del *PNVG* éste es de 100°, de los cuales los 30° centrales son binoculares.

En el caso de su uso por pilotos, éstos tienen otras necesidades de visión, sobre todo el instrumental de cabina, que en muchos casos, todavía no está preparado para ser visto a través de los anteojos, ya que la luz que irradia es demasiado intensa, produciendo halos y el enceguecimiento del piloto, aún en el caso de los anteojos de última generación que poseen un control de ganancia que actúa en función de la cantidad de luz que reciben.

Una de las opciones fue aprovechar la separación de aproximadamente 25 mm que queda entre el ojo y el antejo, y así mirar el instrumental por debajo de los anteojos, pero la adaptación de un tipo de visión a otro demanda un tiempo, tiempo que a veces el piloto no tiene.

Otra solución es la que utilizaba USAF hasta hace poco, que también es de tipo casero. Antes del vuelo se tapaba el instrumental con la película fabricada para proteger las ópticas de los efectos de los laser, la que sólo permite pasar las longitudes de onda del rojo e IR cercano; pegando además con velcro luces químicas (Chemglo Sticks) en lugares estratégicos de la

cabina para que la iluminación fuese adecuada a los NVG.

Lo ideal y actual, es tener una cabina adaptada para los dos tipos de iluminación: con y sin anteojos.

El mismo problema de las fuentes de luz intensa se tiene cuando se vuela en formación, con las luces de posición del otro avión.

Otro problema más. En caso de tener que eyectarse, el peso de los anteojos fuera del eje de la columna produce un momento de fuerza que repercute en el cuello.

Buscando solución a todos estos problemas se fue evolucionando hacia una presentación indirecta de la imagen, usando CCD para poder manipular electrónicamente la imagen y proyectarla holográficamente sobre un visor transparente incorporado al casco frente a los ojos del piloto, y con los I2 adosados o integrados al casco.

De esta forma la imagen de los intensificadores y la normal están integradas, y además, se le puede superponer información crítica para el vuelo o la misión, como si fuera un *HUD* (Head Up Display), dándole plena libertad de movimientos al piloto. Son los *HMD* (Head/Helmet Mounted Display / presentación montada en el casco).

El uso de CCD presenta otra ventaja; lo que el piloto ve se puede grabar, o lo ideal, se puede transmitir directamente a retaguardia, con lo cual el piloto se transforma en una fuente de información en tiempo real, más la ventaja de que el interrogatorio de inteligencia al regreso de la misión ya no es más necesario.

Aunque hemos hablado de pilotos, lo mismo es aplicable a los infantes, tripulantes de tanques, o cualquier otro tipo de personal.

MIRAS PARA ARMAS

Las miras I2 para las armas utilizan el mismo principio, y sólo cambia la parte óptica según sea el alcance de cada arma, permitiendo, como valores standard, distinguir a una persona a 300 m, o detectar un blanco hasta 400 ó 600 m.

Sus FOV son más reducidos, entre 8,5 y 15°, estando la mayoría de los visores alrededor de los 10°.

MONTADOS EN PLATAFORMAS

En este caso los I2 siempre van a estar acoplados a CCD que permitirán que la imagen sea presentada en una pantalla frente al usuario, por ejemplo, el conductor de un vehículo, que puede conducir perfectamente de noche sin luces, mediante una pantalla adosada a su parabrisas. Esta fue la solución a uno de los problemas que se detectaron en la guerra del Golfo: la logística, munición, etc. no podía seguir a los sistemas de armas de noche en forma discreta (sin luces).

TV DE BAJO NIVEL DE ILUMINACION

Estos sistemas, también conocidos como L^3 TV (Low Light Level TV), están basados también en la intensificación de imagen. Su característica es que para la captación de la imagen el sistema de TV lo hace a través de un I2.

Hay dos técnicas distintas en las que se basan los sistemas. En la primera, un tubo de cámara de TV, equipado con una adaptación de fibra óptica, está acoplado al I2.

En la segunda, el cañón de la cámara de TV y el I2 están contenidos en una misma válvula al vacío. Se los conoce como *Intensified Vidicons* (vidicones intensificados).

Los L^3 TV son muy sensibles a las luces brillantes, por eso no han sido muy aceptados, prefiriéndose los equipos de imagen térmica.

El Rango de Frecuencias en las que Operan

La distribución espectral de la luz y sus reflexiones no es uniforme; depende de la fuente y de los objetos que la reflejan.

Por ejemplo, la luz de las estrellas está en el rojo y el IR cercano, la luz de la luna en el azul/verde. La vegetación refleja más el rojo y el IR cercano, las costas y el desierto el azul y el verde.

Los primeros I2 trataban de cubrir principalmente el mismo espectro que el ojo humano, por eso los equipos cubrían entre los 350 y los 880 η (nanómetros).

Luego se observó que en las condiciones más críticas, con sólo la luz de las estrellas, la mayor iluminación provenía del rojo e incluso del IR cercano; y los intensificadores comenzaron a correrse poco a poco en el espectro, primero entre 450 y 950 η , y luego entre 600 y 1100 η . Y se acuñó el término de *dispositivos de espectro dual*.

Asimismo, gran parte de la luz que molesta o daña, produciendo halos brillantes o saturación de luminosidad está en las frecuencias azul/verde, sucediendo lo mismo con los lasers llamados azules; esto llevó a que se procurara poseer poca sensibilidad en las longitudes de onda por debajo de los 600 η .

Performances

No hay normas precisas para evaluar las performances de los I2, lo más práctico es la comparación bajo condiciones idénticas; no obstante se puede considerar que:

- A bajos niveles de iluminación la performance dependerá de la relación S/N (señal/ruido).
- Con relativamente altos niveles de iluminación, será la resolución quien dé la performance; y a igual que la resolución óptica, puede estar dada en *pares de líneas/mm*, en *miliradianes*, o en *ciclos/miliradian*.

Sus alcances están en el orden de los cientos de metros.

Son fácilmente degradables, sea con una iluminación intensa y continua que capture el CAG (Control Automático de Ganancia), sea con una radiación, normalmente en el IR cercano, en forma de flash y con una cadencia tal que puede provocar la desorientación espacial del usuario.

Basados en la forma en que fueron evolucionando, se los agrupa por generaciones:

- GEN 0: Disponible en los años 50 y 60, tenían una sensibilidad de 60μ amperes/lumen; operaban en la región del azul-verde y la mayoría necesitaba recurrir a un iluminador IR.
- GEN I: Se mejoraron los fotocátodos, con lo que se alcanzó una sensibilidad de $180 - 200 \mu$ amperes/lumen. Fueron los primeros realmente pasivos.
- GEN II: En los años 70 se comienza a utilizar el μ channel plate (MCP), lográndose sensibilidades de $250 - 300 \mu$ amperes/lumen; utilizando también el IR cercano.
- GEN III: En los años 80, nuevos fotocátodos y MCP logran una sensibilidad de más de 800μ amperes/lumen, cubriendo las longitudes de onda de 450 a 950 nanómetros.
- GEN (IV) III th: A fines de los años 90 se soluciona un problema de emisiones de retroalimentación que tenía la GEN III, y se mejora la relación S/N, logrando imágenes más limpias. Pero los resultados de la nueva tecnología no fueron satisfactorios, y se la redesignó III th (thin film).
- 4G: Hace pocos años se amplió la sensibilidad espectral y se mejoró la resolución, surgiendo la GEN IV, con nueva designación: 4G.

SENSORES DE IMAGEN TERMICA

Son conocidos como *TI (Thermal Imagers)*.

Ya vimos que en la parte media del espectro IR se encuentran dos *ventanas* de buena transmitancia, una entre 3 y 5μ conocida como de *IR medio*, y otra entre 8 y 12μ (algunos la extienden hasta 14μ) llamada de *IR lejano*; las que son utilizadas para captación de imágenes IR.

Las condiciones ambientales y meteorológicas afectan a ambas bandas, haciendo que lo que es bueno en determinadas condiciones ambientales, es malo en otras; por eso es vital saber sobre los regímenes meteorológicos y de temperatura, y como afectan a las bandas.

Por ejemplo, la de 3 a 5μ es menos afectada por las variaciones de temperatura atmosférica ambiente, pero es más dispersada por el humo y neblina. Igualmente, la hora del día hace que su comportamiento sea distinto, las peores horas son del amanecer al anochecer; sobre

todo en la banda de 8 a 12 μ la imagen a veces se ve un poco velada entre las 4 y 7 PM.

Con las temperaturas típicas diurnas que van de 10 a 35°, la longitud de onda de la emisión IR de la mayoría de los cuerpos y objetos naturales es de 10 μ , longitud de onda que se transmite fácilmente a través de neblina, bruma, polvo y humo.

Vemos así que la temperatura de los objetos y su entorno son muy variables, ya que dependen del estado operativo del blanco, la hora del día, la meteorología, el tipo de entorno (árboles, pasto, arena, desierto, etc.) y la ubicación geográfica.

Por otra parte, como la representación del ambiente se realiza sobre la base de las diferencias térmicas en lugar de las cromáticas como es el caso de la luz visible, el IR permite detectar un número de detalles diferentes; por eso puede superar el enmascaramiento visual, o puede descubrir otra información relacionada con la temperatura y que la imagen visible no muestra.

Por ejemplo, se puede saber si un vehículo acaba de ser usado por las radiaciones de sus cubiertas o el motor. Asimismo, los objetos calientes dejan una imagen térmica en el lugar donde estuvieron colocados (detenidos): un avión o un vehículo que acaba de ser movido, deja su impronta marcada por un cierto tiempo en el lugar de la plataforma donde estuvo estacionado.

Si se compara a los TI con los I2, los primeros tienen mayor alcance y pueden ser usados con cualquier intensidad luminosa, tanto de día como de noche sin recaudos especiales; tenían los inconvenientes de precio y volumen, pero las últimas tecnologías los han ido solucionando, por lo que paulatinamente van reemplazando a los I2 en las instalaciones en plataformas.

Los Detectores y su Refrigeración

La captación en el espectro IR se basa en la conversión en señal o imagen de la energía irradiada.

Los elementos conversores de esa energía son los detectores, cuya sensibilidad es función de la composición de los materiales de que están fabricados. La más utilizada es una composición de Cadmio, Mercurio y Telurio, y por eso normalmente los detectores son referidos como *CMT*; a veces también se los menciona como *fotovoltaicos* o *de fotoconducción*, esto es por la forma en que fueron fabricados.

También se los llama *cuánticos*, ya que la señal eléctrica que emiten es proporcional a la cantidad de radiación de energía que están captando.

La composición CMT es una de las más sensibles en ambas bandas, y para operar en una u otra banda sólo es necesario ajustar la proporción de sus componentes en el momento de su fabricación.

Cuando la radiación IR que incide sobre los detectores es convertida en electrones, éstos no se desplazan todos en la misma dirección al ser liberados, sus vectores velocidad tienen dos componentes, una en el sentido axial: la deseada de desplazamiento, y otra tangencial. Esta componente tangencial va a provocar una agitación de los electrones que se conoce como *ruido térmico* o *electrónico*.

Este ruido será el causante del pobre rendimiento del sistema debido a una baja relación S/N (señal/ruido). Para mejorarla (para *aquietar* a los electrones), los dispositivos deben ser refrigerados.

Aquí hay dos elementos que intervienen, uno es la energía de los fotones, la que disminuye a medida que aumenta la longitud de onda, disminuyendo por lo tanto la señal que producen. Por eso se necesita menos enfriamiento para disminuir el ruido en la banda 3 a 5 μ que en la 8 a 12 μ .

El otro aspecto que influye en la necesidad de refrigeración está dado por los materiales de los que está compuesto el detector, por lo que algunos necesitan más refrigeración que otros.

En los últimos años se ha desarrollado una nueva técnica conocida como *Quantum Well Photodetector*, que consiste en pequeños reservorios de electrones que son activados por los fotones, mejorando la emisión de electrones.

También existen unos materiales llamados *piroeléctricos*, que permiten su funcionamiento con poca o ninguna refrigeración; pero no debemos olvidar que los materiales de la composición del detector son los que establecen su sensibilidad según la banda de frecuencias de operación, y por ahora los piroeléctricos encontrados no satisfacen las expectativas.

Mientras tanto, para tener una buena relación S/N los detectores que operan en la banda de 3 a 5 μ deben refrigerarse a aproximadamente 175°K (grados Kelvin, -98°C), mientras que los de 8 a 12 μ deben estar a 77°K (-196°C).

A estos valores generales se les deben agregar las variaciones que son función de las características propias de los materiales usados en el detector.

Existen dos tipos de refrigeradores:

- *Termoeléctricos*, o de técnica *Peltier*: Se basan en las características de disipación de calor que tienen algunos elementos cuando pasa una corriente eléctrica. Son aptos para refrigerar a 175/210°K a los sistemas que operan en 3 a 5 μ .
- *Criogénicos*: conocidos como refrigeradores de *ciclo cerrado* o *Joule Thomson*. Utilizan gases licuados y funcionan igual que una heladera doméstica. Son los que más enfrían y son necesarios cuando se quiere utilizar la banda 8 a 12 μ , que opera a 77°K aproximadamente.

Los Tipos de TI

Según la forma en que se realice el barrido de captación IR y se procese la información, dispondremos de ésta en forma de imagen (mediante un *TI* - thermal imager / generador de imagen térmica), o en forma de un punto caliente (hot spot) en el espacio.

Por ahora sólo trataremos los generadores de imágenes térmicas (TI).

El principio de funcionamiento ya fue descripto cuando lo utilizamos como base para explicar cómo había sido la evolución de los dispositivos detectores en general. A esa descripción la tomaremos como referencia en el análisis de los distintos sistemas que haremos a continuación.

IRLS / SLIR

Como vimos, el *IRLS* fue el precursor de los sistemas de imagen IR; montado en la parte inferior de un avión, lograba las imágenes por el escaneado sucesivo de franjas de terreno, el que combinaba con el desplazamiento del avión portador para formar las imágenes; por lo que se debían sincronizar la velocidad de escaneo y la velocidad del avión para que ocurriera una continuidad de la imagen.

Actualmente a nivel internacional se pueden encontrar, desde el primitivo sistema que utilizaba película (wet film) como soporte, hasta los de tipo *staring*, a los que en realidad no correspondería llamar *line scanning*, pero los usos y costumbres han hecho que se los clasifique como IRLS.

Tomando como base el mismo principio, cuando las cámaras se colocaron en posición oblicua para captar imágenes laterales, surgieron los *SLIR* (Side Looking IR / IR de visión lateral).

FLIR

El *FLIR* (Forward Looking IR / visión IR hacia delante) fue la evolución lógica cuando los sistemas pudieron liberarse del wet film y presentar la información en forma de imagen en una pantalla.

Fueron llamados FLIR porque en su primera aplicación fueron montados en los aviones de ataque al suelo para lograr una visión hacia el frente que posibilitara la navegación y detección de blancos terrestres durante los vuelos nocturnos. El término se difundió tanto que a veces se aplica para definir a cualquier TI.

Aunque todos se basan en dispositivos optoelectrónicos, se encuentran aquellos que usan el escaneo lineal (LS), por ejemplo con estructuras (arrays) de 480 X 4 elementos detectores; o los que usan la imagen de visión fija (*staring*) o FPA, por ejemplo con estructuras desde 480 X 640 detectores hasta 5000 X 2000.

Se los suele agrupar por generaciones (de evolución tecnológica):

- Gen I: Son los de escaneado lineal de una sola línea o columna.
- Gen II: Son los TDI; por ejemplo de 480 X 4 elementos.
- Gen III: Son los FPA o staring.

El alcance también fue evolucionando con las generaciones, así ahora se dispone de FLIR que, como valores standard, pueden: detectar un vehículo en movimiento a 50 km o más, e identificarlo a los 20 km o más.

Cuando se usa abordaje de un helicóptero cumple las mismas funciones, con la ventaja, si está montado en una torreta en la parte inferior o en un mástil sobre el rotor, que tiene un campo visual total (*FOR – Field Of Regard*, a veces también llamado *TFOV – Total FOV*) (el campo visual total que puede cubrir el FOV cuando se lo gira o desplaza), de 360°.

Navegación y Targeting

El FLIR es utilizado en dos funciones: *navegación* y *targeting* (detección y marcación de blancos), debido a que para un buen lanzamiento de las armas se necesita una buena navegación de aproximación.

Ambas funciones tienen requerimientos diferentes: mientras para la navegación se necesita el mayor FOV posible, que le permita al piloto apreciar la situación de su entorno y le facilite las corridas a baja altura, para el targeting se necesita una imagen lo más definida posible para poder reconocer e identificar los blancos, y que esto se pueda hacer lo más lejos posible.

Ello hace que los FLIR tengan al menos 2 FOV, y deseable 3 FOV, para:

- Navegación: con un FOV de aproximadamente 20° X 25°.
- Detección del blanco: con un FOV que oscila en los 5° X 5°.
- Selección del blanco: con valores de FOV de alrededor de 1° X 1°.

Como en los aviones de ataque la imagen se mueve muy rápidamente con respecto al avión, el régimen de escaneado debe ser alto, y los tiempos de integración de la imagen deben ser bajos, para asegurar que lo que el piloto ve es la escena real de ese momento.

USO PARA NAVEGACION: Aunque para navegación se dispone del SAR en modo mapeo, o de un radar de seguimiento del terreno (Terrain Following Radar), se prefiere el FLIR por ser discreto, ya que no emite.

El FOV de 20° a 25°, aunque amplio, lo mismo es una limitación para navegar con comodidad y con cierta seguridad, sobre todo en los virajes a baja cota, ya que el piloto sólo ve dentro de esos aproximadamente 20° X 25°.

Por eso para algunos FLIR se desarrollaron las capacidades *snap look* (dar una ojeada) y *look into turn* (mirar hacia el viraje), que permiten apuntar el FLIR hacia el costado o hacia el lugar hacia donde se va a realizar el viraje.

Esto hace que un parámetro importante, válido también para targeting, sea el desplazamiento angular que puede cubrir el FLIR haciendo que las ópticas cabeceen o roten independientemente del avión: el llamado FOR, o a veces TFOV.

Como ayuda para la navegación, usualmente son complementados con una base de datos del terreno, integrada con el sistema de navegación y con un generador de símbolos de vuelo para proveer detalles de altitud y velocidad, así como información de precaución.

USO PARA TARGETING: Cuando se analiza todo el proceso de targeting, se aprecia que el blanco puede ser alcanzado por una munición guiada:

- Mediante la iluminación permanente del blanco (por ejemplo con un laser) para que la munición se guíe por la señal del iluminador (homing semiactivo o haz cabalgado).
- Mediante un enlace de transmisión de comandos a la munición (guía por comando o seguimiento vía misil).
- Utilizando una munición con capacidad de autoguía (autotracker) (homing activo o pasivo).

Este último es el sistema ideal, ya que es del tipo lanza y olvida, es decir que permite liberar a la plataforma apenas lanza el arma. Pero es el más sofisticado y caro; los otros son más baratos y simples, pero obligan a la plataforma a mantener enganchado al blanco durante la operación, más cerca o lejos del blanco y de las armas que lo defienden, según sea el designador elegido.

En el caso del avión como plataforma, se recurre normalmente a un designador laser (laser designator) para el guiado semiactivo, ya que el alcance del laser permite que el avión permanezca a 10 km del blanco, una distancia de relativa seguridad, sirviendo además como medidor de distancia (range finder) ya que el FLIR no tiene capacidad para medirla.

Existe por supuesto la posibilidad que el designador esté montado en otra plataforma o sea operado por un OCAA (Oficial de Control Aéreo Adelantado) en tierra.

Los conflictos de Bosnia y Kosovo mostraron como muy importante una vulnerabilidad del laser; éste no puede atravesar nubes o humo, y en ambos conflictos muchas de las misiones debieron ser abortadas por nubes bajas.

Anteriormente se habría ido con el laser por debajo de las nubes, pero como ya dijimos antes, la poca supervivencia de los aviones debajo de los 15Kft hace que este tipo de procedimiento no se practique más, salvo cuando la situación lo justifique.

Volviendo al FLIR; para el targeting utilizará 2 FOV; uno relativamente ancho (*wide FOV*) para adquirir el blanco, cambiando a otro angosto (*narrow FOV*) con una gran resolución y magnificación del blanco, que permite su reconocimiento e identificación.

Esta necesidad de identificación determinará un rango máximo en el cual es factible realizarla, lo que a su vez creará una situación de compromiso con el alcance de las armas a utilizar; y también con un tercer alcance, el de las armas que defienden al blanco, las que a su

vez determinan que el FLIR debe tener capacidad para detección del blanco desde fuera del alcance (stand-off); normalmente en el orden de los 20 a 30 km.

Pero si se necesita confirmar la identidad del blanco en forma visual (por TV por ejemplo) o IR, el avión se debe acercar a los 4 km, y por lo tanto de poco sirven los misiles de alcance mayor, lo cual determina que los misiles a utilizar sean los de un alcance de aproximadamente 4 km, y que además se tomen recaudos para aumentar la supervivencia del avión, que ya no estará fuera de alcance.

Hay todavía otros factores a considerar, ya que el FLIR también debe llevar al avión hasta el *basket* (la canasta) de lanzamiento de las armas: el cilindro o embudo virtual que se crea sobre el blanco y dentro del cual se deben lanzar las armas para asegurar su guiado e impacto en el blanco.

En algunos casos, según la altura y distancia de lanzamiento, el blanco se va por debajo de la trompa del avión, por lo que algunos FLIR tienen capacidad para mirar más hacia abajo mediante el *DLIR* (Downward Looking IR / visión IR hacia abajo).

Este aspecto ha pasado a ser importante, ya que aunque los FLIR originalmente fueron desarrollados para ataques a baja cota, los riesgos que implica volar por debajo de los 15 Kft han promovido los ataques a cotas medias y altas, y por lo tanto los FLIR ahora deben operar adecuadamente a estos niveles, para darle una relativa seguridad a la plataforma que lo porta, al volar por encima de la mayoría de las amenazas.

También deben tener muy buena capacidad de reacción y precisión de apuntado, ya que deben seguir al blanco no importa cuál sea la maniobra que realice el avión.

El FLIR Para el Reconocimiento e Identificación de los Blancos

Para determinar algunos parámetros de los FLIR se pueden usar algunas normas de referencia; por ejemplo, si se requiere una identificación precisa de los blancos, estos deben ocupar el 10% del FOV aproximadamente.

Para poder identificar a un blanco de 10 m a 20 km, éste ocupará un ángulo de 0,5 mils (miliradianes), lo que significa que se necesita un FOV de alrededor de 5 mils ó 0,286 grados; por eso vemos que la mayoría de los sistemas prácticos tiene valores de alrededor de 1 grado de FOV para la selección del blanco.

Manteniendo como referencia ese blanco de 10 m, y como la mayoría de los FLIR tienen una resolución aceptable hasta los 6 a 10 km; si se desea obtener la adecuada resolución para la identificación, se necesita una gran magnificación óptica; pero ésta no es siempre la solución, ya que con los actuales generadores de imagen IR, al magnificar las imágenes éstas tienden a volverse borrosas (blurring); por eso se debe recurrir a acercarse o a otros dispositivos.

Si el problema es el fratricidio, complementando al FLIR se pueden utilizar medios para identificar por descarte aunque implique riesgos: si responde es propio, si no, es enemigo (tal

vez). Es el principio en el que está basado el IFF.

Este principio es el que se aplica cuando se recurre al empleo de paneles o marcas IR identificatorias, como las que se utilizaron en la guerra del Golfo, basadas en el uso de cintas térmicas (thermal tape) con muy baja radiación IR, formando figuras fácilmente identificables al observarlas a través de visores IR.

Otros usan una luz estroboscópica de gas xenon, emitiendo en el IR cercano con un régimen de, por ejemplo, 50 flashes por minuto.

Después del Golfo se comenzó a desarrollar otro dispositivo, que consiste en 2 placas de 30 X 30 cm colocadas sobre un mástil una contra otra formando un diedro; una de ellas se calienta mientras que la otra se deja a temperatura ambiente. Al hacerlas rotar a una determinada velocidad producen un parpadeo IR que permite identificar a la plataforma portadora.

Pero si lo que se busca es la identificación cierta para evitar daños colaterales, se debe recurrir a sensores complementarios, por ejemplo TV o I2, pero no olvidando que sus limitaciones en rango se traducen en limitaciones para el lanzamiento de las armas y en riesgo para la plataforma.

La identificación por TI se basa en parámetros distintos de los visuales y que resaltan en el IR. En los tanques por ejemplo, los motores, los escapes, o las orugas cuando ruedan.

A veces se genera un concepto erróneo cuando se muestran fotos IR, I2 y visuales muy parecidas, pero que fueron sacadas a unos pocos metros del objeto.

En la realidad interesa la nitidez, pero a la mayor distancia posible; y a esta distancia las formas y rasgos identificatorios IR son diferentes de los visuales, ya que lo que se destaca son los elementos de mayor radiación y no las formas.

Esto obliga a aprender a conocer los blancos según como se los ve en las imágenes IR, las que varían si el blanco está quieto o andando, si acaba de disparar, si su motor está encendido o apagado, etc.

En el caso de los aviones, estos se ven bastante parecidos a su silueta visual, debido a la radiación IR producida por la fricción del aire sobre sus superficies.

En los helicópteros, las superficies no se calientan como en el avión, pero los motores y su posición se destacan a gran distancia permitiendo su identificación, por eso el IR se utiliza bastante como sensor pasivo de las defensas aéreas.

El calentamiento del fuselaje que producen los escapes también forma siluetas distinguibles. Asimismo, debido al efecto de barrido estroboscópico de los TI, los rotores aparecen como detenidos, permitiendo contar las palas. Y el cristal de la cabina se marca claramente como una zona de muy baja radiación, ya que no permite el paso de las radiaciones que hay en su interior, reflejando el cielo frío que la rodea, y permitiendo distinguir su forma.

A veces facilita la identificación la posibilidad de poder variar la polaridad de la imagen, es decir que se puede representar: lo más caliente como blanco, o lo más caliente como

negro.

SEEKERS POR TI

La traducción correcta que expresa el concepto *seeker* sería *perseguidor*, ya que es usado abordo de la munición para que ésta persiga al blanco, pero los usos y costumbres hicieron que se lo referenciara como buscador o seguidor.

Los primeros *seekers* IR eran del tipo *hot spot* debido a las limitaciones tecnológicas de entonces, puesto que para detectar blancos como imagen contra un terreno de fondo se necesitan: una imagen 2D (del tipo FPA) y algoritmos adecuados para procesar esa imagen y resaltar el blanco. Cuando esto fue posible y los dispositivos TI se hicieron lo suficientemente pequeños como para poder ser montados en la proa de la munición guiada (misiles y bombas), comenzaron a ser utilizados, por similitud con los *seekers* de TV, para el guiado de esa munición.

La ventaja de los *seekers* por TI sobre los de TV es que proveen mayores rangos de adquisición, pueden detectar blancos que están oscurecidos por la niebla o el humo, y pueden detectar blancos que están bien enmascarados visualmente.

En contraste, los *seekers* por TI son caros, más si se requiere que sean completamente autónomos.

El procedimiento de *targeting* con los *seekers* por TI requiere, como en todos los casos, una detección y designación del blanco; lo que permitirá realizar luego el seguimiento y guiado de la munición, sea que éstos sean automáticos (*autotracker*), sea que intervenga un operador humano en el proceso.

Este tipo de *seeker* por TI abre la posibilidad de solución a un problema aún no resuelto de la identificación fehaciente del blanco para evitar el fratricidio.

En Estados Unidos, el Sidewinder AIM-9X fue el primer misil aire-aire de corto alcance que utilizó un TI como *seeker*. En este caso el objetivo de obtener una imagen del blanco no es tanto su detección; lo que se busca es lograr hacer que el misil sea inmune a las contramedidas actualmente existentes.

Munición con Autotracker

Hay dos formas de realizar la detección y designación del blanco:

- *Utilizando el FLIR de la plataforma*: Mediante éste se comanda al TI de la munición, apuntándola en forma coincidente con el FLIR; una vez que se localiza el blanco con el FLIR, se lo designa y transfiere al TI de la munición, el cual registra esa imagen y el blanco (el punto a apuntar) como imagen de referencia.

A partir de aquí el *seeker* está en condiciones de realizar el seguimiento y guiado automático en forma completamente independiente de la plataforma. Una vez lanzada la

munición el seeker va comparando continuamente la imagen que capta con la de referencia, relocalizado el blanco y corregida la trayectoria, la nueva imagen pasa a ser la de referencia, y así sucesivamente hasta el impacto.

- *Utilizando el TI de la munición guiada:* En este caso el sistema permite que en la cabina se pueda visualizar la imagen que está recibiendo el TI de la munición; utilizando esta información se realiza la detección y selección del blanco en la misma forma que con el FLIR; la imagen es registrada como referencia y la munición está en condiciones de ser lanzada.

Los procedimientos de seguimiento y guía son los mismos recién descritos.

Seguimiento Vía Misil

Este procedimiento también es conocido como *man in the loop* (hombre dentro del ciclo), ya que la información captada por el sensor del misil no es procesada por él, sino que es transmitida y presentada a un operador para que éste comande a la munición guiada.

Los procedimientos para la detección y designación del blanco son los mismos que los explicados para el autotracker.

La diferencia está en el seguimiento y la guía. En el autotracker todo el procesamiento es realizado a bordo de la munición, independizándola de la plataforma lanzadora; en el seguimiento vía misil en cambio, el procesamiento se realiza en la plataforma.

La imagen que capta el TI de la munición guiada es transmitida a la plataforma que la lanzó, en ésta el Oficial de Sistemas de Armas (OSA), usando esta imagen como referencia, envía comandos de guía a la munición para corregir su trayectoria hasta el impacto.

GPS y Seeker

La posibilidad de uso del GPS permitió desarrollar munición guiada para ser lanzada desde fuera del alcance, no sólo de las armas del enemigo, sino también fuera del alcance de los sensores de la propia plataforma.

La munición, que es lanzada sin ver al blanco, realiza una navegación por Inercial/GPS hasta un punto dentro de la canasta del blanco, en donde ya se encontrará a una distancia tal que le permita captar al blanco con su TI.

Y aquí se pueden dar las dos situaciones que antes vimos: que la imagen sea usada para autotracker, o que sea transmitida a la plataforma que está fuera de alcance para que el OSA realice el guiado por comando.

En el caso del guiado por autotracker, la munición escanea la escena en busca de una imagen que coincida con la de referencia que tiene archivada, la que en este caso, a igual que sucede con los misiles de crucero (CM), ha sido obtenida previamente por otros sensores. Por supuesto, a igual que con los CM, el blanco debe reunir ciertas características de imagen que

resulten fácilmente identificables, ya que no hay un humano que lo designe.

Por eso lo usual es utilizar el procedimiento de guiado vía misil que antes vimos, en donde el OSA recibe la imagen que está captando la munición, y en base a ella localiza el blanco y realiza el guiado hasta el impacto.

Otra Munición Guiada

Aunque hasta aquí se ha hablado de bombas guiadas y misiles aire-superficie, los mismos conceptos y procedimientos son aplicados para los misiles antitanques, sean lanzados desde tierra o desde helicópteros, así como la munición guiada antibuque.

En el caso de los antitanque desde helicóptero, buena parte de los TI disponibles satisfacen los rangos y la resolución necesarios como para ser empleados como seekers de estos misiles, ya que el alcance de la mayoría de ellos oscila entre los 4 y 5 km. Hay algunos casos, como las últimas versiones de Hellfire, en donde los TI actuales se vuelven marginales cuando los alcances son de 8 a 9 km o más, es por eso que a veces se recurre al radar milimétrico en lugar del TI.

Hay un seeker que es un híbrido por la forma particular en que presenta la información que obtiene, por lo que normalmente no es considerado como por TI. Tiene una presentación circular que es producto de la forma en que se realiza el barrido para obtener la imagen. Es un escaneador lineal (LS) que barre radialmente y permite enganchar y seguir blancos aéreos.

TI COMO VISORES DE TANQUES Y VEHICULOS DE COMBATE

Son los derivados lógicos de los FLIR; por eso a menudo también se los denomina FLIR, aunque en realidad son más simples.

Su principio de funcionamiento es similar a los IRLS o los FLIR, pero las menores velocidades de las plataformas permiten que para algunas aplicaciones no se necesite un *staring FPA*, y sea plenamente satisfactorio un *LS paralelo*.

Los más comúnmente usados actualmente son los denominados de segunda generación, por ejemplo de 480 X 4 elementos. Estos permiten, con valores standard, ver un camión a 5 km y un tanque a 6 km.

Hasta los 500 metros aproximadamente permiten apreciar las formas de los objetos; más allá la imagen se va transformando en puntos calientes; ya que debido a la sensibilidad del sensor y a la atenuación por distancia, los elementos que se siguen detectando son sólo los de mayor radiación.

Recurriendo al cambio de la polaridad de la imagen, que hace que lo más caliente sea visto como negro o sea visto como blanco, se pueden reconocer distintas características del blanco.

La mayoría opera en los 8 a 12 μ , y no necesitan una gran refrigeración.

Normalmente están complementados con ópticas de visión directa y con TV diurna.

En el caso de los *TANQUES*, se los puede emplear en tres funciones:

- *Visor del Comandante*: Le permite vigilar el campo de batalla e identificar blancos mientras el sensor principal es utilizado para enganchar los blancos que él ya identificó y fueron pasados al artillero. Tiene un FOV de aproximadamente 45° en horizontal por 35° – 40° en vertical y puede rotar en los 360 grados para poder observar todo el entorno. También puede ser empleado para adquirir los blancos.
- *Visor para el Control del Fuego*; (artillero): Dispone de un TI (en algunos tanques es un I2, lo que significa limitación en alcance) combinado con un medidor de distancias laser (laser range finder), y una computadora para el targeting. El alcance que debe poseer para enganchar los blancos es de 3 km o más.
- *Visor para el Conductor*: Aun cuando las distancias involucradas para conducir y evitar obstáculos permiten usar un I2, para asegurar la operación en total oscuridad, mal tiempo o humo del combate, es conveniente que posea un TI. Este le da capacidades para navegar y reconocer particularidades del terreno.

A veces, debido a los costos de los TI, un tanque tendrá un TI de largo alcance para el Comandante y un I2 de corto alcance para el conductor.

Los sensores del tanque suelen ser uno de sus puntos más vulnerables, ya que la coraza va a proteger al tanque, pero no al sensor, que normalmente debe sobresalir de la coraza; incluso en algunos casos, la misma coraza reactiva puede dañar al sensor, degradando al tanque como sistema de armas, aun cuando todavía pueda rodar, tirar y tener visión óptica directa.

Para el *resto de los vehículos* se suele conectar el TI a una pantalla tipo TV frente al conductor.

Comparado con un I2, el TI es superior, pero su mayor contra es su diferencia de precio, que puede rondar entre 5 a 10 veces el de un I2.

TI PARA RECONOCIMIENTO TERRESTRE

Más simples y livianos, pueden ser empleados montados en vehículos de reconocimiento, o portados por infantes, sea con trípodes o como binoculares. Permiten detectar vehículos a 3 – 4 km.

TI COMO MIRAS PARA ARMAS

Hasta hace poco, el costo, peso, tamaño y necesidad de gran refrigeración de los TI los hacía difíciles para ser usados como miras; pero a mediados de la década 90, cuando la tecnología fue solucionando esos problemas, comenzaron a reemplazar a los I2 en las armas de mayor alcance.

Hacia 1996 comenzaron a usarse también como miras para rifles, con dos tipos de

lentes telescópicas: *medium sight* hasta 1.100 metros, y *heavy sight* hasta 2.200 metros; con un peso cercano a los 2 kg. Al tener más alcance, han comenzado a ser empleados en lugar de los I2.

TI PARA DEFENSA AEREA

En defensa aérea, tanto para sorprender al enemigo como para sobrevivir a los misiles antirradiación (ARM – antiradiation missile) se debe recurrir a los sensores pasivos.

En aquellos basados en las radiaciones IR se deben distinguir dos tipos de sensores: los que detectan imágenes; y los que detectan sólo puntos calientes (hot spot) contra un fondo homogéneo (el cielo).

Aunque a estos últimos los veremos al analizar los *IRST* (IR Search and Track – Búsqueda y Seguimiento IR), haremos aquí una pequeña consideración.

Si el sensor IR es por imagen, es el hombre el que debe buscar al blanco dentro de la imagen; si es un hot spot IR, el blanco se destaca fácilmente contra el fondo homogéneo y relativamente frío del cielo, por lo que la detección se puede hacer incluso automáticamente.

Además, como lo que busca el hot spot es una diferencia de radiación y no una imagen, los alcances pueden llegar a los 10 – 15 km. Por eso los que utilizan TI se emplean para:

- Vigilancia y detección de blancos, particularmente helicópteros, a corta distancia, ya que lo que se busca es la captación de la imagen del blanco para su identificación.
- Designación y seguimiento de blancos, montados colinealmente con otros sensores, radar y TV por ejemplo, en las baterías superficie-aire.

Como dijimos, al ser pasivos tienen la ventaja sobre los activos como radar o laser, que no pueden ser detectados; y respecto a otros sensores pasivos como I2, TV o visión directa, son los de mayor alcance y más nobles ante tiempo adverso, humo, etc.

IR TV

Estos equipos difieren de los TI debido a que su principio de funcionamiento es el de los clásicos TV, con la particularidad que utilizan vidicones que son sensibles a la radiación IR, conocidos como *Pyroelectric Vidicons*.

A diferencia de los TI, el detector es el mismo vidicon; la ventaja que tienen sobre los TI es que no necesitan refrigeración y son más baratos; la contra es que no pueden competir con los TI en cuanto a sensibilidad y alcance.

RADAR DE APERTURA SINTETICA – SAR

El SAR (Synthetic Aperture Radar) es un sistema complejo que hace uso de diversos

conceptos, todos basados en el efecto Doppler: el corrimiento en frecuencia de los ecos devueltos por un objeto cuando hay un desplazamiento relativo entre éste y el emisor.

En primer lugar, permite integrar los ecos recibidos de un mismo objeto, recurriendo a un dispositivo que puede diferenciar cada uno de los corrimientos doppler que corresponden a cada pulso sucesivo emitido.

En segundo lugar, permite discriminar un objeto móvil de su entorno, con lo que dispondrá de capacidad para presentar sólo blancos móviles (*MTI* – Mobile Target Indicator / Indicador de Blancos Móviles).

Utilizando el mismo concepto, puede discriminar dos corrimientos doppler distintos pertenecientes a un mismo objeto; por ejemplo, las orugas de un tanque en desplazamiento. Capacidad conocida como *ISAR* (Inverse SAR / Sar Inverso).

Asimismo, mediante otros algoritmos puede dividir azimutalmente el eco recibido, logrando una discriminación que es propia de antenas mucho mas anchas. Esta capacidad es la que le ha dado su nombre: SAR, ya que la técnica empleada crea una antena *virtual* llamada *de apertura sintética*.

Finalmente, utilizando técnicas de interferometría, brinda información 3D. A esta técnica se la llama *IFSAR* (InterFerometric SAR / SAR interferométrico).

El Efecto Doppler

En radar se denomina así al corrimiento en frecuencia que se produce cuando hay un desplazamiento relativo entre la fuente emisora y el objeto que refleja esa emisión.

Este corrimiento es función de la frecuencia de emisión y de la componente velocidad de desplazamiento en la dirección emisor-objeto (o blanco), que será a su vez función del ángulo que forma esta dirección con la dirección de desplazamiento real del blanco, del emisor, o de ambos.

Esto hará que ese corrimiento doppler sea máximo cuando la dirección de desplazamiento sea coincidente con la dirección emisor-blanco, y cero o nulo cuando el desplazamiento relativo es perpendicular a la dirección emisor-blanco, debido a que en este caso particular la distancia emisor-blanco no varía.

Cuando emisor y blanco se aproximan, la frecuencia de corrimiento será superior a la emitida, y será inferior cuando se alejan.

Esta componente de la velocidad relativa y el correspondiente corrimiento doppler deben ser considerados bajo tres condiciones distintas:

- Cuando el emisor está fijo y es el blanco el que se desplaza; por ejemplo en el caso de los radares terrestres de búsqueda.
- Cuando es el emisor el que se desplaza; es el caso del SAR para mapeo del terreno
- Cuando ambos se desplazan; lo que hace que el SAR tenga capacidad para detectar

blancos móviles en el terreno.

Funcionamiento del SAR

La denominación SAR se debe a que, recurriendo al desplazamiento lineal de la plataforma portadora del radar para producir el efecto doppler, se genera una antena *virtual* con una apertura horizontal varias veces más grande que su apertura real (de ahí su nombre: apertura sintética), lo que se traduce en un haz sumamente estrecho (virtualmente) en azimuth, con su consiguiente alta resolución angular.

El SAR es la evolución lógica como reemplazo, consecuencia de los adelantos tecnológicos de la década 80, del SLAR (Side Looking Airborne Radar / Radar Aeroportado de Visión Lateral), que fuera desarrollado a fines de la década 50 y principios de la 60, y que fuera instalado inicialmente a bordo de aviones.

Para entender su funcionamiento consideremos un blanco puntual en el terreno; al hacer que la plataforma se desplace tangencialmente a él, dejándolo a un costado (por eso el nombre primitivo de Side Looking), a medida que la plataforma del SLAR/SAR avanza, el ángulo formado por la dirección de avance y la dirección emisor-blanco variará continuamente, y por tanto también lo hará el corrimiento de frecuencia doppler correspondiente.

Si se logran registrar las frecuencias doppler devueltas por ese blanco puntual en los sucesivos PRI (Pulse Repetition Interval / Intervalo de Repetición de Pulsos) del radar, se pueden integrar esos ecos y presentarlos en una imagen.

Haciendo lo mismo con todos los puntos próximos (elementos de resolución) del terreno, se logrará tener una imagen completa de la escena captada por el radar.

En el antiguo SLAR, la tecnología de los años 70 obligaba a que se recurriera a un tubo de rayos catódicos como elemento para impresionar una película emulsionable (conocida como película de señal), la que a su vez servía como fuente para impresionar, a través de lentes especiales, a una segunda película, llamada película de imagen radar.

El trabajo era lento y requería un gran esfuerzo de laboratorio, y por supuesto no permitía la resolución azimuthal de los SAR modernos.

En los SAR actuales todo ese embrollo de tubos y películas ha sido reemplazado por bancos de filtros de frecuencias sintonizados, que permiten discriminar las frecuencias doppler que se reciben, y por tanto los azimuth correspondientes, con lo que la resolución azimuthal depende ahora de la capacidad de discriminar entre 2 frecuencias doppler próximas, independientemente de la distancia al emisor, como sucede en el radar clásico.

A esta técnica también se la suele denominar *Doppler Beam Sharpening* (DBS / Afinado del Haz por Doppler), ya que permite subdividir azimuthalmente el eco correspondiente al ancho de haz, discriminando sus partes por sus diferentes corrimientos doppler.

Esta nueva forma de procesamiento, que es en tiempo casi real, sumada a la posibilidad

de procesar gran cantidad de información a altísima velocidad, marca una notable diferencia con los SLAR. Por eso a menudo en la literatura actual a los SLAR se los suele denominar *RAR* (*Real Aperture Radar / Radar de Apertura Real*) para diferenciarlos de los actuales SAR, aun cuando todavía suele verse sus conceptos mezclados.

La resolución en la otra dimensión, en rango, se logra con técnicas de compresión de pulso, lo que presenta otro desafío, ya que la mayoría de estas técnicas usan codificación de fase para lograr la compresión.

Otro elemento a considerar es el ángulo de depresión, ya que al estar el SAR montado a bordo de un avión o satélite, los algoritmos utilizados para calcular los corrimientos doppler para cada ángulo azimutal deben ser corregidos a su vez en función del ángulo de depresión particular para cada distancia.

FRECUENCIAS

El SAR, como todo radar, permite detectar blancos terrestres oscurecidos por cubrimientos de nubes, lluvia, niebla y humo, que limitan a otros sensores de imagen como los ópticos o IR.

Además, presenta ciertas particularidades según sean sus frecuencias de operación, las que le permiten captar distintas características del terreno e incluso penetrar sus capas superiores.

Por ejemplo, las frecuencias bajas, con longitudes de onda del orden de los 65–75 cm, tienen mejor penetración en la vegetación, las corrientes aluvionales y el hielo glaciar que las frecuencias más altas, que se encuentran en el orden de 1 a 3 cm, las que por su parte son útiles para clasificar las pequeñas rugosidades de la superficie.

Esto ha llevado a que los SAR utilicen varias frecuencias para lograr la sumatoria de virtudes que brinda cada frecuencia particular, por lo que se los encuentra en diferentes partes del espectro electromagnético, cubriendo longitudes de onda que van desde las más largas, desde los 65 -75 cm, hasta las más cortas, en el orden de los 0,3 -1 cm.

En el caso del SAR que operó a bordo del Shuttle en Feb 2000 por ejemplo, se utilizaron frecuencias relativamente bajas, denominadas *blandas* (1,25 GHz – 24 cm) para penetrar el suelo varios metros, con lo que se logra información útil por ejemplo para arqueología e hidrología; intermedias, conocidas como *duras* (3,75 GHz – 8 cm) para captar la textura del terreno; y otras superiores *muy duras* (5 GHz – 6 cm) para remarcar el relieve.

POLARIZACION

Si se utilizan las características particulares que brindan las polarizaciones vertical y horizontal de las antenas para transmitir y recibir, se lograrán captar diferentes características del terreno o del objeto-blanco, producto de las diferencias en la reflexión y dispersión que

producen los volúmenes de la superficie e incluso los materiales de la subsuperficie.

Esto determinó que haya SAR *polarimétricos*, cuyas posibles combinaciones de polarización en transmisión y recepción son HH, VV, y VH/HV. (H = horizontal, V = vertical).

La combinación de multifrecuencias y multipolarizaciones permite hacer una clasificación de la escena píxel a píxel usando variaciones de sus improntas *espectral* y *polarimétrica*, logrando una imagen que es la de mejor resultado, sobre todo en contraste.

LOS BARRIDOS

En cuanto a las antenas, a igual que en los otros tipos de radares, estamos en un período de transición tecnológica, por lo cual hay SAR con antenas fijas, de barrido mecánico, o de barrido electrónico, lo que permite según la antena cubrimientos:

- En forma de franja o tira (*STRIP*), a lo largo del desplazamiento del sensor; suele ser denominado *Radar Referenced Coverage* (RRC / Cubrimiento con el radar como referencia).
- Por barrido de un sector (*SCAN*), en el que la antena barre varias veces un determinado sector mientras el sensor se desplaza. Denominado *Ground Referenced Coverage* (GRC / Cubrimiento con el terreno como referencia).
- Por barrido de un área puntual (*SPOT*); el sector a barrer es mínimo a fin de asegurar tanto el máximo de detalle en la imagen a obtener como, y especialmente, su visualización en tiempo real (dentro del minuto de captada la escena).

Usos

MAPEO 2D Y 3D

La nueva tecnología permitió un extraordinario desarrollo de la aplicación del SAR a otros usos además del militar, en particular todo lo atinente a la geografía terrestre.

La mayoría de ellos son fruto de mapeados topográficos que permiten:

- Caracterizar la superficie de la tierra mostrando: sus características geográficas y las construcciones hechas por el humano.
- Determinar los recursos naturales, y realizar su planeamiento.
- Realizar apreciaciones ecológicas y ambientales.
- Efectuar estudios geológicos y análisis de deformaciones sísmicas y volcánicas.
- Realizar estudios meteorológicos.
- Seguir el desplazamiento de los glaciares y la evolución de los hielos polares.

Por supuesto, gran parte de estos usos civiles tienen su aplicación en el ámbito militar, además de los ya clásicos como monitoreo de buques, tanques, tropas, etc., y la designación de blancos, evaluación del efecto de daño, etc.

La información que se obtiene puede consistir en imágenes de dos dimensiones, o, utilizando una técnica que se llama interferometría, de tres dimensiones.

En radar existe el mismo efecto estereoscópico de la visión humana o de la fotografía, por el cual, si se observa una escena desde dos posiciones ligeramente diferentes, mediante triangulación se puede determinar la posición en las 3 dimensiones de un determinado punto de la escena.

En el caso del radar, esto se logra mediante esa técnica llamada interferometría, en la cual dos antenas receptoras separadas una cierta distancia captan el mismo eco pero con un pequeño desplazamiento en la fase de las señales recibidas.

Este tipo de SAR es conocido como *IFSAR* (InterFerometric SAR / SAR Interferométrico).

El mejor ejemplo es el SAR usado con el Shuttle, el *SRTM* (Shuttle Radar Topography Misión / Misión de topografía radar con el Shuttle) que permitió un relevamiento casi total de la superficie terrestre (entre 60° Norte y 56° Sur) con el que Estados Unidos creó un modelo topográfico 3D con unas precisión y resolución casi fotográficas, de 16 metros en precisión y un píxel de 30 X 30 metros.

Como es de imaginar, estas precisión y resolución tienen aplicación militar, por lo que públicamente, según el área de la tierra que se trate, se encuentran resoluciones de 30 X 30 m, o de 90 X 90 m, y en algunos casos particulares, resoluciones que pueden estar por debajo del metro.

Estas resoluciones por debajo del metro se lograron utilizando IFSAR en otras plataformas aéreas; normalmente complementadas por la información que brindan fotografías de la misma área, desplegadas sobre el sustrato de la información IFSAR, como si fueran una manta o sábana que sigue el contorno 3D del IFSAR. Es lo que vemos en Google Earth y otros sistemas públicos de referencia geográfica *SIG-GIS*.

Debido a la amplitud del ancho del barrido (swath) del SAR, éste tiene una gran capacidad para relevar grandes áreas en muy poco tiempo, a diferencia de los sensores ópticos. Tomando nuevamente como ejemplo el SRTM, éste sólo tardó 11 días en realizar todo el relevamiento de la tierra. Por contraste, el procesamiento posterior tardó aproximadamente 2 años, al final de los cuales se dispuso de un *DEM* (Digital Earth/Elevation Model / Modelo digital de la tierra) en tres dimensiones, que se hizo popular con los SIG-GIS.

En el caso de mapeo con SAR abordo de aviones, éste permite mayores resoluciones, así por ejemplo lo normal es que a 40.000 ft y con un barrido (swath) de 10 km de ancho, se pueden lograr resoluciones de 10 X 10 metros con precisiones de 3 metros en las 3 dimensiones. Sistemas más sofisticados como el del U2, u otras plataformas, tienen resoluciones y precisiones por debajo del metro.

Extender digitalmente, como si fuera una manta o sábana, una fotografía sobre un

modelo 3D realizado a partir de un mapa con curvas de nivel, se conoce como *falso 3D*. Si se utiliza un IFSAR, el trabajo consiste en reemplazar estas curvas por la información del SAR 3D, con lo que se logra un modelo fotográfico 3D extraordinariamente preciso y detallado.

El procesamiento del SAR requiere algoritmos precisos, no sólo para rehacer la imagen, sino también para corregir pequeñas deformaciones, por ejemplo las producidas por la forma en que el frente de onda del haz de radar llega a la superficie terrestre en función del ángulo de depresión; o por la parcial autosupresión de la información de pixels individuales como consecuencia de la anulación entre sí de los ecos sucesivos recibidos, cuando se realiza su sumatoria.

MTI - GMTI

Cuando analizamos el efecto Doppler vimos que una de las capacidades que brinda es la detección de blancos móviles debido al corrimiento en frecuencia que produce al desplazarse.

Con el SAR se puede utilizar esta capacidad para detectar los blancos móviles terrestres, por lo que se lo llamó *GMTI* (Ground MTI / MTI terrestre). Esta misma técnica o similares suelen también denominarse *AMTI* (Airborne MTI / MTI aeroportado) o *MGTD* (Mobile Ground Target Detector / Detector de blancos terrestres móviles).

Cuando se procura realizar detección de blancos móviles con un sensor a bordo de una plataforma que se desplaza, existen 2 corrimientos Doppler a considerar en el eco devuelto, un corrimiento producido por el desplazamiento del sensor, y otro producto del desplazamiento del blanco.

Aparentemente es sencillo discriminar entre esos dos corrimientos, bastando con suprimir el correspondiente a la plataforma del sensor para lograr detectar sólo los blancos móviles.

Pero cuando uno quiere realizar esto con un SAR se encuentra con otro problema: para cada azimut particular dentro del haz del radar corresponde un corrimiento también particular debido a la plataforma, es decir, cada píxel tendrá su propio corrimiento, el que tendremos que determinar para poder discriminar si dentro de ese píxel hay un blanco móvil. Esto se puede hacer con algoritmos complejos y procesos que, por supuesto, son consumidores de tiempo.

Por eso normalmente se suelen usar dos modos de operación distintos en MTI, correspondiendo a dos áreas de cubrimiento diferentes:

- Uno que permite el cubrimiento de un área extensa (10.000 km² ó más), apto para detectar los blancos móviles existentes en el área.
- Otro que cubre sólo un sector reducido (20 a 50 km²) para poder examinar en detalle la zona de los blancos móviles y discriminarlos, por ejemplo, vehículo por vehículo dentro de un convoy, e incluso en algunos casos, identificarlos y utilizar la información para

atacarlos.

Asimismo, hasta ahora la tecnología actual no permite operar simultáneamente en modos SAR (mapeo) y MTI (detección de blancos móviles), ni tan siquiera el JSTARS E8-C, el más poderoso de los sistemas de procesamiento actuales.

Esto a veces presta a confusión, pues se ha producido una pequeña anarquía, en donde a todos los radares que detectan algo sobre la superficie terrestre se los denomina SAR, cuando en la realidad sólo unos pocos tienen la real capacidad SAR, o la del modo GMTI, menos aún la posibilidad de presentar SAR y MTI simultáneamente.

Al respecto el JSTARS se aproxima a este objetivo; recurre a un procedimiento en el que primero busca los blancos móviles por MTI, y una vez detectados, pasa al SAR en modo SPOT (sector puntual) en el área de interés donde están los blancos, y alterna los modos MTI y SAR, con lo que logra una imagen integrada de ambos, superponiendo la información obtenida secuencialmente con pocos segundos de diferencia.

ISAR

Si se logra distinguir entre pequeñas diferencias en las frecuencias de corrimiento Doppler, se pueden discriminar los diferentes corrimientos que están presentes dentro de un mismo blanco móvil; el ejemplo clásico es el que ya mencionamos de un tanque, en donde es posible distinguir entre el corrimiento producto del desplazamiento del tanque en sí, y el corrimiento producido por las orugas, que tienen una velocidad de desplazamiento diferente.

Esta capacidad permite identificar, o al menos clasificar por tipo, a los blancos móviles detectados, pudiendo distinguir por ejemplo un vehículo de orugas de uno con ruedas.

Esta técnica es conocida como *ISAR* (Inverse SAR / SAR Inverso) debido a que el SAR en este caso no utiliza los corrimientos producidos por el desplazamiento de la plataforma del sensor, sino los corrimientos correspondientes al blanco.

Por supuesto, todavía hay grandes especulaciones con las posibilidades de identificación que esta técnica brinda, porque aún está en plena evolución, asumiendo que podrá identificar tanques por su particular velocidad relativa tanque-oruga, y hacer lo mismo con los aviones y helicópteros por el Doppler particular de sus hélices o álabes de turbina, etc.

Aplicaciones Militares

Desde ya, la primera aplicación es la disponibilidad de mapas con información 3D sumamente precisa, así como la posibilidad de elaborar modelos en tres dimensiones.

Y como antes mencionamos, todos los usos civiles tienen su aplicación en el ámbito militar; por ejemplo, una vez obtenida la imagen de un área determinada, se puede detectar fácilmente si hubo cambios en la escena por simple comparación con otra imagen obtenida después de un tiempo determinado.

Así como el SAR permite estudiar el desplazamiento de glaciares o los cambios por actividad volcánica, también permite detectar los cambios hechos por el hombre en una escena en particular, y en el caso militar específicamente, se pueden detectar por ejemplo nuevas construcciones subterráneas por el movimiento de tierras o por la variación de la forma del terreno.

Esta comparación de imágenes digitalizadas, sean de SAR o de fotografías, tomadas con un cierto intervalo, es la solución a uno de los mayores problemas de la inteligencia militar: el tiempo que demanda el análisis de las imágenes, ya que por la simple comparación digital, resaltan inmediatamente las diferencias, y así el analista se debe dedicar sólo a éstas. Aunque nunca debemos menospreciar la habilidad e ingenio de nuestro oponente para ocultarse.

Cuando el análisis se efectúa sobre imágenes MTI, la información se puede comprimir en el tiempo, de forma que se visualice en pocos minutos el movimiento producido durante varias horas; o ver en 15 segundos lo que pasó en la última hora en un determinado lugar.

Esto permite apreciar los desplazamientos y maniobras, permite ver la batalla y evitar que las fuerzas empeñadas sean sorprendidas por refuerzos o rodeadas; permite que las fuerzas terrestres avancen rápidamente cuando saben que no tienen nada delante que los pueda sorprender, y les permite ir directamente al lugar de empeño.

Volviendo a la imagen SAR, la tecnología actual todavía demanda demasiado tiempo para su procesamiento, por eso como ya dijimos, el procedimiento utilizado para la localización y ataque a blancos terrestres recurre primero al MTI para detectar el blanco, pasando luego al SAR en modo Spot para identificar al blanco en su entorno y así apreciar la real situación.

Por ejemplo, en la guerra del Golfo el JSTARS en modo MTI mostró movimiento de vehículos cruzando un río a pesar de que los puentes habían sido destruidos, pasando al SAR en modo Spot, se visualizó que habían construido un puente de pontones junto al destruido.

Otras capacidades: al detectar de donde salen los blancos móviles se puede detectar el lugar donde se ocultan; marcando el lugar donde desaparecen se puede determinar donde se están concentrando las fuerzas. Un trabajo parecido, salvando las diferencias, se hizo durante la guerra de Malvinas: localizando con el radar TPS-43 donde desaparecían los helicópteros se localizaban los lugares de reunión de las fuerzas británicas, y hacia estos puntos se guiaba a los Canberra para el bombardeo.

Igualmente el SAR en su modo GMTI da un extraordinario preaviso de la actividad aérea enemiga, ya que así como detecta vehículos en el terreno, también los detecta dentro de las Bases Aéreas, no sólo a los vehículos, cuyo movimiento da una idea de la actividad, sino también a los aviones que se desplazan, especialmente cuando ruedan hacia cabecera, con lo que se obtiene información del futuro movimiento aéreo antes que los aviones decolen.

Las Plataformas

El SAR necesita una plataforma que le brinde una adecuada posición relativa respecto a la escena a detectar y que sea muy estable; y en adición a ello normalmente necesita un soft para compensar los movimientos no deseados de la plataforma durante el intervalo de repetición de pulsos (PRI).

Hasta ahora las plataformas son aéreas o satélites, aunque hay algunos desarrollos para vehículos terrestres y buques. En el caso de plataformas aéreas, la mayoría tiene sus antenas colocadas de forma que brindan una buena visión lateral, para poder utilizar adecuadamente el efecto Doppler; no obstante, el SAR puede ser instalado en la trompa abordo de aviones de combate, o ser uno de los modos de operación del radar de estos aviones, con la salvedad que, con la tecnología actual, no puede ser aplicado a blancos que se encuentran directamente al frente en una apertura de aproximadamente 15° a cada lado, por eso se suele decir que este tipo de SAR es ciego directamente al frente, salvo que el ángulo de depresión sea superior a esos 15° .

Asimismo, la miniaturización ha permitido que incluso se pueda disponer de SAR montados en pods.

LADAR / LIDAR, RADAR MILIMETRICO, RADIOMETRO MILIMETRICO

En estos tres tipos de sensores, aunque en su origen constituyen sensores de señal, sus características de frecuencia, o más correctamente sus longitudes de onda de operación, hacen que resulten aptos para presentar imágenes, con la limitación lógica del tamaño de los pixels, pero suficiente como para brindar información importante.

Los veremos luego cuando desarrollemos los sensores de señal.

PARTE III

LOS SENSORES DE SEÑAL

CONCEPTOS PREVIOS

Señal

Bajo la denominación *señal* consideraremos todo tipo de emisiones, cualquiera sea la parte del EEM en que se produzcan; pudiendo ser generadas por el elemento o dispositivo a detectar, al que denominaremos *blanco*, o reflejadas por él.

Apartándonos de la clasificación clásica que se hace desde el punto de vista de Guerra Electrónica, también consideraremos como señales todas las emisiones de comunicaciones, ignorando su contenido o información transmitida; contenido que consideraremos después bajo el título *Sensores de Contenido*.

Es decir que arbitrariamente separaremos, a los efectos del análisis, a los sensores COMINT: en aquellos que miden la emisión y sus parámetros, y en los que recuperan y descifran el contenido.

Los Sensores Según los Parámetros que Detectan

Podemos agrupar arbitrariamente a los sensores en aquellos que detectan:

- Sólo la *presencia* de una emisión dentro de su campo visual, sin ninguna referencia de distancia o posición relativa. Ejemplo: un sensor IR que capta el fogonazo del lanzamiento de un misil.
- *Distancia*, debiendo ser apuntado, o al menos orientado para que el blanco quede dentro de su campo visual. Ejemplo: un *laser rangefinder* (medidor de distancia laser).
- Una *posición angular* relativa respecto al eje del sensor. Ejemplo: un *seeker* (perseguidor / cabeza buscadora de un misil).

Esta posición angular relativa estará formada por una *dirección rotacional* (arriba, abajo, izquierda, derecha, y todas las posiciones intermedias), normalmente medidas en grados (360°); y una determinada *apertura angular* respecto al eje del sensor, medida también en grados o en mils.

- Una *triangulación*; Utilizando dos mediciones separadas (direcciones de arribo) de la señal para localizar espacialmente al emisor.
- *Posición angular y distancia*, con lo que determinan la ubicación espacial relativa del blanco. Ejemplo: un radar de búsqueda.

Tracker y Seeker

A veces estos conceptos se mezclan, ya que los dos dispositivos son similares y se

basan en el mismo procedimiento: la determinación de la posición angular relativa del blanco respecto al eje del sensor.

Los usos y costumbres han llamado *tracker* (seguidor) al sensor montado en un sistema de armas y que permite realizar el apuntado continuo del blanco; y denominado *seeker* (perseguidor / buscador) al dispositivo instalado en la trompa de la munición guiada o misiles, y utilizado para su guiado.

Targeting (asignación-marcación de blancos)

Al conjunto de sensores necesarios para detectar y localizar un blanco, y para designarlo como tal, se lo denomina *targeting system* (sistema de asignación de blanco).

Estará conformado por un sensor para la detección y localización (Ej.: FLIR), otro sensor para su completa ubicación espacial (Ej.: laser rangefinder – medidor de distancia laser), y recurrirá a algún dispositivo para la designación del blanco y su iluminación continua (Ej.: laser designator – designador laser), lo que permitirá que otro sensor (Ej.: laser seeker – perseguidor laser) realice el guiado de la munición.

Activo, Semiactivo y Pasivo

Se suele hacer una clasificación de la forma en que operan los sensores según lo que utilicen como fuente emisora de señal.

SENSORES ACTIVOS

Son aquellos que utilizan un emisor propio montado en la misma plataforma que el sensor y coalineado con él, para que ilumine al blanco y así su reflejo sea captado por el sensor. Ejemplo: un radar de seguimiento.

SENSORES SEMIACTIVOS

Son en realidad sensores pasivos, ya que no emiten, pero necesitan que el usuario del sensor posea un emisor instalado en otro lugar o plataforma (no la misma del sensor), próximo al blanco y en una posición adecuada para que lo ilumine, de forma que el sensor pueda captar el reflejo. Ejemplo: las bombas de guiado laser.

Cabe aclarar que el sensor en sí es completamente pasivo, y por lo tanto el enemigo no puede detectar su presencia, pero necesita un iluminador / marcador / designador próximo, que sí será detectado por el enemigo, y por lo tanto lo alertará de la posible amenaza.

Y cabe otra aclaración; muchas veces se ilumina al enemigo sólo para que éste reaccione, aun cuando no hay intención de atacarlo, sea porque está fuera del alcance de las armas, sea por otras razones tácticas o técnicas.

Ejemplo: Durante la guerra de Malvinas los Harrier enganchaban su radar sobre los

Mirage que regresaban al continente, aun cuando estaban fuera del alcance de sus armas, con la esperanza que el piloto argentino, al ver la amenaza en su RWS (Radar Warning System – sistema de alerta radar), acelerara para escapar, consumiese más combustible, y por tanto no llegase al continente.

Si bien estamos haciendo una clasificación de los sensores en activos, semiactivos, y pasivos; la tecnología, y las nuevas necesidades de guerrear, han llevado a concepciones que podemos considerar híbridas.

Esto sucede en particular con los radares, que siempre han sido clasificados como: activos.

Los radares son sumamente vulnerables a los misiles antirradiación. El mejor ejemplo fue dado en la guerra del Golfo de 1991. Esto llevó a buscar solución a que el radar pudiese seguir funcionando a pesar de la presencia de plataformas con misiles antirradiación.

Una de las técnicas desarrolladas fue mantener el radar en standby (sin emitir), y encenderlo recién después de lanzado el misil que tiene que guiar, para procurar negarle al enemigo el suficiente tiempo de reacción como para que lance su misil. Para ello necesita que otro sistema sensor detecte al blanco, lo localice, y le pase la información para poder hacer los cálculos de intercepción, y así lanzar su misil sin encender el radar propio.

La otra técnica fue el desarrollo de lo que se llamó *radares biestáticos*. El receptor del radar se encuentra junto con las rampas de misiles si es de un sistema de armas, o en un lugar de adecuado cubrimiento si es de alerta temprana o de adquisición; pero como no emite, sólo recibe, no puede ser detectado.

Al transmisor se lo coloca en un *santuario*, normalmente una plataforma aérea, alejada y por fuera del alcance de las armas del enemigo.

De esta forma podemos considerar que éste sería un radar semiactivo.

Existe otra técnica, que todavía no está plenamente desarrollada, y que se basa en las emisiones de oportunidad como transmisor del radar. Estas emisiones de oportunidad serían las de emisoras públicas de televisión, comunicaciones civiles, o cualquier otro tipo de emisión que no pueda ser atacada.

El principio de operación es relativamente simple con las tecnologías de procesamiento actuales, y se basa en la fórmula de la elipse, en donde en uno de los focos está el emisor, y en el otro está el receptor.

Ya se encuentra en operación, bastante extendido en las zonas montañosas de Europa, un sistema que se basa en un concepto parecido, y que es utilizado por los radares secundarios de tránsito aéreo para la identificación de aeronaves, conocido como *multilateralización*.

Estas técnicas, desde el punto de vista militar, permiten proteger, justamente en un *santuario*, al transmisor de radar, cuya emisión es la que guía al misil antirradiación.

Por eso debemos también tener en cuenta esta nueva característica de radares

semiactivos, si el emisor es propio, o *pasivos*, si el receptor capta las emisiones de oportunidad.

SENSORES PASIVOS

Son aquellos que: o captan directamente una emisión propia del blanco (Ej.: los misiles IR como el Sidewinder), o captan el reflejo que produce el blanco de una fuente emisora que no es operada por el usuario del sensor, y esta fuente puede ser natural o artificial (Ej.: un sensor óptico, que capta la imagen que produce el reflejo de la luz solar sobre el blanco).

La Localización del Blanco

Vimos que en los sensores de imagen se procura que el pixel (la celda de resolución espacial) sea lo más pequeña posible para lograr mayor definición de la imagen; esto requiere sistemas y procesamientos complejos, y normalmente consumo de tiempo.

Cuando lo que se busca es sólo detectar la presencia y ubicación del blanco; como es el caso de los sensores de señal, se puede recurrir a sistemas más simples y rápidos, ya que lo que se requiere de las celdas de resolución espacial no es la formación de una imagen, sino que se busca que sean sólo lo suficientemente chicas como para satisfacer la precisión angular que se necesita según el uso que se le dé al sensor.

Estas *celdas de resolución espacial* (ángulo volumétrico) en que será dividido el campo visual (FOV) del sensor, si son sensadas por un detector adecuado determinarán la posición angular relativa del blanco al captar la presencia de señal en una celda (o grupo próximo) en particular.

Esta posición angular estará formada por una *dirección rotacional* (arriba, abajo, izquierda, derecha, y todas las posiciones intermedias), normalmente medidas en grados (360°); y una determinada *apertura angular* respecto al eje del sensor, medida también en grados o en mils.

A similitud de lo que ya vimos cuando describimos el IRLS al considerar los sensores de imagen, este sensado podrá ser hecho por:

- Un único detector que realizará un barrido particular que le permita determinar la posición angular relativa del blanco.
- Una ristra o tira (string) de detectores y el correspondiente barrido para localizar al blanco.
- Una estructura focal planar (FPA – Focal Plane Array) en donde no se requiere barrido (es un sensor staring) ya que el FPA cubre completamente el FOV.

La tecnología de los últimos años ha permitido que cada vez sea más sencillo reducir el tamaño de las celdas de resolución espacial, y que el procesamiento de la información sea lo suficientemente rápido como para visualizar imágenes en lugar de señales en una posición angular. El ejemplo es el misil Sidewinder X.

PASIVOS Y ACTIVOS

A continuación se han tratado de plasmar todos los sensores que se basan en la captación de una señal para operar.

Como vemos, se los ha agrupado en pasivos y activos para facilitar su interpretación, pero debemos recordar lo que recién expresamos sobre activos, pasivos y semiactivos.

Al hacer más abajo su descripción, nuevamente se los ha vuelto a agrupar, esta vez según la parte del espectro que utilizan.

Sensores de Señal, PASIVOS

Comprenden los siguientes sensores:

- IR – que operan en frecuencias del infrarojo
 - o IRST (IR Search and Track – búsqueda y seguimiento IR)
 - o Seeker (perseguidor)
 - o Tracker (seguidor)
 - o Detector de misiles balísticos
 - o Detector del fogonazo de armas.
 - o MWS/IRWR (missile warning system / sistema de alerta de misiles) / (IR warning receiver / receptor de alerta IR)
- Laser
 - o Seeker (perseguidor)
 - o Spot tracker (seguidor del punto laser)
 - o LWS (laser warning system / sistema de alerta laser)
- UV – que operan en frecuencias del ultravioleta
 - o MWS (missile warning system / sistema de alerta de misil)
- mm – que operan en frecuencias milimétricas
 - o Radiómetro
- SIGINT – signal intelligence / inteligencia de señales – INTEM – inteligencia de emisiones
 - o ELINT – electronic intelligence / INTEL – inteligencia electrónica
 - o COMINT – communications intelligence / INCOM – inteligencia de comunicaciones (considerando el sentido de las comunicaciones sólo como señales transmitidas).
 - o ES(M) – electronic support (measures) / (M)AE – (medidas de) apoyo electrónico
 - o RWR – radar warning receiver / RAR – receptor de alerta radar
 - o XXXINT (todos los demás INT en los que arbitrariamente se suele agrupar al análisis de señales, ej.: MASINT, URINT, etc.)

Sensores de Señal, ACTIVOS

- Laser
 - o LADAR/LIDAR – laser radar
 - o Range Finder (medidor de distancia)
 - o ALS (active laser seeker / perseguidor laser activo)
 - o Tracker (seguidor)
 - o Chemical detector (detector de agentes químicos)
 - o Mapping (mapeado)
- Radar Milimétrico
- UWB Radar (Ultra WideBand Radar / radar de banda ultra ancha)
- Radar en todas sus variantes:
 - o aéreos, terrestres, navales y satelitales
 - o de pulso, onda continua y doppler pulsado.
 - o de búsqueda, seguimiento, etc.

SENSORES IR

Los sensores de señal que trabajan en la parte IR del EEM se basan en el alto contraste de la radiación del blanco respecto a la correspondiente a su entorno; por eso la mayoría de estos sensores son utilizados contra blancos aéreos o blancos navales; por su gran diferencia de radiación contra el cielo o el agua.

Su gran ventaja sobre los otros sensores es que son completamente pasivos, y que los blancos poco pueden hacer (salvo por diseño) para evitar emitir y por tanto ser detectados.

IR Search and Track

El *IRST* (IR Search and Track / búsqueda y seguimiento IR) es utilizado para la vigilancia pasiva de una zona o sector en reemplazo de los radares, que son activos y por tanto detectables.

Esto se debe a que los sistemas de armas (aviones por ejemplo) deben ser lo más furtivos (stealth) posible si quieren sobrevivir; y esto no sólo se refiere a su eco radar, sino que no tienen que generar emisiones de ningún tipo por ningún motivo para evitar ser detectados. Por lo tanto deben recurrir en lo posible a sensores pasivos.

Esta es una alternativa para que el atacado no detecte que está siendo seguido, pues si se usa el radar, el blanco lo detectará con su RWS y realizará maniobras evasivas aún antes que el atacante tenga una buena señal en su radar o esté en distancia de tiro.

El objetivo es siempre el mismo, no dar tiempo al CR del enemigo.

Por suerte la tecnología actual ya permite que los *IRST* instalados en aviones para

intercepción aérea (MiG 29 y posteriores por ejemplo) tengan un alcance acorde con los misiles que utilizan.

ElIRST siempre es complementario del radar de abordaje, o es utilizado con un medidor de distancia, ya que ésta es una información importante que no puede brindar. Por sus frecuencias de operación provee una mejor resolución que el radar, aunque se ve limitado por la presencia de niebla, ya que el tamaño de las partículas de ésta coinciden con las longitudes de onda del IR.

ElIRST tiene también muy buena aplicación a bordo de buques, sobre todo para detectar a los misiles antibuque a ras del agua (sea *skimming*), ya que detectan la radiación IR producida por el rozamiento aerodinámico del misil, y al ser pasivos no permiten que el misil haga el *homming* sobre una emisión como sería el caso si el buque usara radares para detectarlo.

También es usado, por el mismo motivo, por la defensa aérea contra blancos aéreos próximos y a muy baja cota, como los helicópteros y los VANT o VeNTri (Vehículos No Tripulados).

Hace unas décadas, los primeros sensores IR eran fáciles de confundir, pero la tecnología de los últimos años ha permitido que posean una adecuada resolución espectral, que les posibilita discriminar claramente al blanco de su entorno, distinguir entre un blanco y un señuelo o una IRCM (contra medida IR), e incluso, diseñados en base a un adecuado análisis espectrográfico de los posibles blancos, identificarlos, o al menos agruparlos por tipo.

IR Tracker y Seeker

Ambos sistemas, el *tracker* (seguidor) y el *seeker* (perseguidor) se basan en el mismo principio que elIRST: la localización angular de un blanco; por supuesto que con campos visuales mucho más estrechos.

En el caso del tracker, la información comanda automáticamente al dispositivo en que está montado el sensor para mantener al blanco continuamente apuntado, y al mismo tiempo brinda información al operador de la plataforma portadora para su gobierno.

El apuntado permanente permite la designación del blanco y el lanzamiento de las armas.

El seeker en cambio, montado en la proa de la munición a la que guiará, utiliza la información angular respecto a su eje para realizar el *homming* sobre la señal que capta, comandando las aletas de la munición.

IR Localizador de Artillería y Misiles Balísticos

Basado en los mismos principios que recién vimos, la intensidad de radiación IR que produce el fogonazo del disparo de la artillería de campaña o el lanzamiento de un misil balístico, permite detectarlo y localizar su emplazamiento. Para ello el sensor debe estar

montado en una plataforma aérea lo suficientemente elevada o abordo de un satélite.

En el caso de los misiles balísticos, el sensor IR puede también seguir la cola de gases del misil, y por tanto determinar su trayectoria y posible lugar de impacto.

IR Warning Receiver

El *IRWR* (IR Warning Receiver / receptor de alerta IR) es utilizado para detectar las emisiones IR producidas por las posibles amenazas a la plataforma portadora.

Como esta amenaza es normalmente un misil, del cual detecta su cola de gases o la radiación producida por el calentamiento de su superficie al rozar con el aire, se lo denomina también *MWS* (Missile Warning System / sistema de alerta de misil).

Cabe aquí aclarar que estas siglas *MWS* también suelen ser utilizadas para hacer referencia al *Multi Warning System* (sistema de alerta múltiple), que comprende a un conjunto de sensores para alerta, formado por un Radar WS más un Laser WS, más el Missile WS, sea éste basado en IR o en UV.

SENSORES LASER

En el caso de los sensores laser, éstos pueden ser de los tres tipos: activos, semiactivos y pasivos.

Ladar/Lidar

Es un radar basado en técnicas laser, de ahí su designación *LADAR* (Laser Detection And Ranging), a veces también designado *LIDAR* (LIght Detection And Ranging).

Por sus características, su haz es sumamente estrecho, y por tanto con muy buena precisión angular, a lo que se suma que no necesita *antenas* de gran apertura para lograrlo, como en el caso de los radares; por lo que resulta un elemento muy útil cuando se dispone de muy poco espacio frontal para su instalación.

A diferencia del radar, su aplicación se ve restringida por su alcance y porque su haz estrecho significa FOV pequeños o grandes tiempos de barrido. En algunos casos, su corto alcance y haz estrecho significan una ventaja.

El haz estrecho brinda un tamaño de pixel que permite, utilizando un barrido adecuado, crear una imagen con una definición que resulta aceptable para determinadas aplicaciones. Por eso al *LADAR/LIDAR* se lo suele clasificar como sensor de imagen.

Laser Range Finder

Es la aplicación más conocida del *LADAR*, normalmente está ligado a otros sensores que no pueden medir distancia para complementarlos, por ejemplo el FLIR en los sistemas de

armas aéreas; o complementando al IR de las armas superficie-aire.

En esta configuración, como su nombre lo indica, no mide posición angular, sólo distancia.

Laser Locator

Con este término existe una pequeña anarquía, ya que lo suelen utilizar con dos definiciones completamente distintas.

Para algunos, es un LADAR que utiliza sus capacidades para medir una posición angular y una distancia, y así establecer la localización de un blanco, en forma similar a como lo hace un radar.

En su definición más común, es un LWS que posee la capacidad para determinar la dirección de arribo de la señal, que puede ser de una amenaza o propia, permitiendo su localización; por eso su designación *laser locator* (localizador de señal laser).

Se lo suele utilizar junto con el Laser Spot Tracker.

Laser Seeker

Es el detector colocado en la proa de la munición guiada y los misiles, que puede determinar la dirección de arribo de una señal laser, y realizar el homming sobre la misma.

El seeker puede ser activo o semiactivo. El activo suele ser identificado por las siglas *ALS* (active laser seeker / perseguidor laser activo) utilizando un LADAR con barrido cónico o secuencial.

El semiactivo necesita un emisor colocado en la plataforma lanzadora u otra próxima para que ilumine el blanco. Ejemplo: el seeker de una bomba guiada que capta el reflejo de un *laser designator* (designador laser, a veces también denominado *laser marker*), operado por un infante situado en proximidades del blanco.

Para evitar que el seeker sea engañado o confundido con otras emisiones laser, normalmente el designador emite una señal codificada.

Laser Spot Tracker

Es similar al seeker, pero en lugar de estar montado en una munición, lo está a bordo de una plataforma, que puede ser tripulada o no, y que permite la detección y localización pasiva de un blanco o elemento de referencia que le marca un designador láserico externo.

Sirve para transferir un blanco de una plataforma a otra.

Laser Warning System

El LWS (laser warning system / sistema de alerta laser) cumple la misma función que un RWS pero en las longitudes de onda en que operan los laser, para alertar a la tripulación en caso

que detecte cualquier emisión que ilumina a la plataforma y que puede constituir una amenaza.

El auge que últimamente ha tenido la munición guiada contra blancos terrestres ha producido una gran demanda de LWS para instalación tanto en vehículos acorazados como de otros tipos.

SENSORES UV

Cuando el misil amenaza es de guiado pasivo (ej.: IR) hay tres formas de detectar su presencia: verlo; utilizar un radar para captar su eco; o captar alguna emisión involuntaria que produzca el misil; estas emisiones involuntarias se encuentran en dos bandas del espectro, la IR y la UV.

El sensor que opera en UV capta las radiaciones producidas en las longitudes de onda de $0,2\mu$ a $0,3\mu$, conocidas como de *ceguera solar* (solar blind), en donde el sol tiene poca emisividad.

Aunque existen diversos desarrollos y prototipos para lograr una presentación por imagen, su mayor aplicación es como alertador de la presencia de un misil (MWS) al detectar las emisiones UV de la cola de gases.

En esta función compite con los detectores IR con ventajas y desventajas, ya que es menos vulnerable a las falsas alarmas producidas por elementos calientes en la superficie terrestre, pero es inferior al IR para detectar misiles aire-aire a altas cotas, debido a que el ozono atenúa las radiaciones UV de la cola de gases.

Como también compite como sensor con el radar milimétrico, para entender sus pros y contras es conveniente recordar que la propagación en las bandas UV, IR y mm (a igual que en la parte óptica), está muy relacionada con el tamaño de las partículas suspendidas en el ambiente, como las de niebla, lluvia, humo, etc., y por tanto, según sea su tamaño en relación con la longitud de onda del sensor, afectará más o menos a éste, al hacer que la radiación sea absorbida o dispersada.

Recordemos que los sensores en UV operan en $0,2$ a $0,3\mu$, los IR operan en 3 a 14μ , y los milimétricos en 1.000 a 3.000μ .

SENSORES EN FRECUENCIAS MILIMETRICAS

En las frecuencias milimétricas encontramos dos tipos de sensores, uno activo: el radar milimétrico, y otro pasivo: el radiómetro.

La región milimétrica del espectro cubre de 30 a 300 GHz (10 a 1 mm). Como ya vimos, estas longitudes de onda coinciden con las dimensiones físicas de algunas partículas en

suspensión en la atmósfera, sobre todo agua y anhídrido carbónico, lo que hace que existan bandas de frecuencia de mayor o menor absorción o dispersión de las radiaciones, presentando grandes restricciones a la transmisión.

Esto genera las llamadas ventanas de propagación, que comprenden: 39,5 a 51,4 GHz, 66 a 105 GHz, 134 a 170 GHz, y 190 a 275 GHz.

Fuera de estas ventanas la emisión se atenúa rápidamente con la distancia, y por lo tanto afecta notablemente al alcance de los sensores; en algunos casos esta característica, en lugar de ser una limitación es en realidad una ventaja, ya que asegura que, debido a su limitada propagación, el enemigo no podrá detectar la señal más allá de la distancia útil del equipamiento.

Radar Milimétrico

Aun cuando los radares milimétricos se ven limitados por las condiciones de tiempo adverso cuando se los compara con los sistemas que operan en bandas de microondas (centimétricas), tienen mayores características de resolución que éstos, y son típicamente más pequeños.

Si se los compara con los sensores que operan en las frecuencias más altas de las regiones IR y óptica, no tienen las muy buenas resoluciones de éstos, pero tienen mejores características de propagación a través de humo, bruma, polvo y niebla.

Poseyendo características de ambas regiones, la de microondas y la óptica, los radares milimétricos integran las ventajas de ambas, de forma de reducir o minimizar sus limitaciones o desventajas.

Debido a sus frecuencias de operación muy altas, se pueden lograr antenas de mucha ganancia, altamente direccionales, por lo que tienen una muy buena discriminación entre dos blancos muy próximos.

La alta frecuencia permite asimismo que pulsos de pocos picosegundos contengan los ciclos suficientes como para usarlo como doppler pulsado, a la vez que brinda una muy buena resolución (1 psec – picosegundo - equivale a una distancia de 0,15 mm).

Además de su aplicación para la asignación de blancos (ej.: misiles aire-superficie para helicópteros), esta alta resolución lo hace apto como sensor para evitar obstáculos, sobre todo en helicópteros, ya que por ejemplo permite distinguir la presencia de cables de alta tensión a 2 km.

Radiómetro Milimétrico

Estos equipos miden la energía termodinámica de la atmósfera que es emitida / reflejada por la superficie terrestre y los objetos sobre ella.

Esta energía termodinámica es distinta de la energía térmica IR, y a diferencia de ésta, no guarda relación con la temperatura de los objetos.

El radiómetro puede ser comparado con un radar biestático, en donde el transmisor es el cielo.

Aprovecha la particularidad que la superficie del agua y los objetos metálicos, como tanques, aviones, misiles de crucero, etc., presentan características de reflexión de la energía termodinámica muy bajas en frecuencias milimétricas.

Lo que hace que, al reflejar las temperaturas (radiométricamente) frías del cielo, sean fácilmente detectables por su contraste con el entorno más caliente de la superficie terrestre.

Esto es debido a que en las frecuencias milimétricas, la mayor parte de los componentes de la superficie terrestre (suelo, pasto, follaje) son emisivos antes que reflectivos, teniendo por lo tanto temperaturas radiométricas que son independientes de la del cielo, de la que si dependen los objetos metálicos, que son reflectivos antes que emisivos.

Ello permite detectar pequeños vehículos aéreos, tales como los misiles de crucero, a baja cota, o captar a los aviones del tipo furtivo (stealth), ya que la detección se realiza desde arriba por contraste con el terreno; lo que constituye una solución para las defensas aéreas, que tienen limitaciones para detectar este tipo de blancos con medios más convencionales como los radares.

Ya vimos que comparados con los sistemas también convencionales en IR y ópticos, los sensores mm pueden captar información aún en condiciones de nubosidad o bruma, y polvo o humo del campo de batalla.

El inconveniente que presentan es la plataforma portadora, ya que ésta debe ser un avión o un VANT/VeNTri operando a altas cotas, o un satélite, colocados en una posición adecuada que permita captar las reflexiones termodinámicas atmosféricas que los objetos producen.

Una de las primeras aplicaciones operativas ha sido como sensores de la munición antitanque que los ataca desde arriba, aprovechando justamente el contraste radiométrico entre el tanque y su entorno.

Su longitud de onda permite en algunos casos utilizarlo como sensor de imagen.

RADARES

Existe una extraordinaria variedad de radares con aplicaciones de las más diversas, tanto en el ambiente militar como en el civil y el científico, por lo que resulta sumamente difícil tratar de realizar un análisis completo que sea breve, y sobre todo digerible.

Por eso a continuación, aun cuando todos los radares se basan en los mismos principios, hemos realizado una clasificación completamente arbitraria, como se ha hecho en otros casos del presente trabajo, para agruparlos tomando su aplicación o función como base, y así poder analizarlos.

Los agruparemos en aquellos:

- Para sistemas de armas contra blancos:
 - o Aéreos.
 - o Navales.
 - o Terrestres.
 - o Misiles balísticos.
- Para búsqueda y vigilancia de blancos:
 - o Aéreos.
 - o Terrestres.
 - o Marítimos.
 - o Satélites.
 - o Misiles balísticos.
- Terrestres para ayuda al tránsito:
 - o Aéreo.
 - o Marítimo.
- Abordo de plataformas para su navegación.
- Otros para:
 - o Penetración de superficies.
 - o Espoletas de proximidad.
- Biestáticos.
- De banda ultra ancha (UWB).
- Milimétricos.

Sobre esa base intentaremos una aproximación al tema, sin entrar en detalles, ya que esto haría que los conceptos se tornaran complejos y el trabajo voluminoso.

No obstante, aunque no se traten aquí, los detalles son sumamente importantes, ya que si no se conocen en profundidad las particularidades de las distintas emisiones, puede suceder que se confunda un inocente radar de uso civil con una amenaza; y su contraparte, un radar amenaza puede simularse para que sea tomado como una inocente emisión civil. Además de no saber cómo degradarlo o como protegerlo.

Algunos de los radares que describiremos ya se han ido, o se están yendo de los inventarios de la mayoría de los países, pero lo mismo los hemos colocado aunque sea como referencia transitoria, hasta que formen parte sólo de los museos.

Tratando de hacer en pocos párrafos el mejor análisis posible, lo iniciaremos considerando que todo radar está compuesto por dos grupos o conjuntos más o menos definidos: uno es el formado por el *transmisor* y el *receptor* (TxRx) y el otro es el conjunto *antena*; mereciendo una consideración particular las antenas activas, ya que éstas tienen incorporados

transmisores o receptores discretos en su estructura.

Como sabemos, el radar se basa en que la energía que irradia es reflejada por un blanco. La posición espacial de ese blanco la sabremos mediante dos posiciones angulares relativas (azimut y elevación/depresión) dadas por la antena; y dependerá de la forma en que sea modulada la energía radiada para que obtengamos la tercera información de posición: la distancia, o en cambio, sólo información de velocidad.

Conjunto Transmisor-Receptor (Tx-Rx)

En su diseño intervienen distintos factores a definir, que determinarán su función o aplicación, tales como potencias, sensibilidades, bandas de frecuencia, anchos de banda, etc.

Absteniéndonos por ahora de considerar las funciones, podemos dedicarnos a hacer un primer análisis que define o clasifica a los radares según las características de modulación de la energía radiada.

Esto nos permite hablar de radares:

- De *onda continua* o *CW* (continuous wave), a los que podemos subdividir en:
 - o Onda continua pura
 - o Doppler básico
 - o Doppler modulado en frecuencia o *FMCW*
- De *pulso*.
- *Doppler pulsado* (pulsed doppler).

ONDA CONTINUA PURA

Cuando el radar no tiene modulación alguna, cuando es *CW* (continuous wave) pura, es poca la inteligencia que brinda; si la energía es devuelta por un blanco, sólo nos dirá que hay un blanco, pero no nos dará ninguna otra información.

Son los radares más simples, pero no obstante son útiles, ya que por ejemplo: conectados a una antena de haz suficientemente estrecho, servirán para marcar un blanco; y los encontramos en los sistemas de armas como *radar illuminator* (iluminador radar), cumpliendo las mismas funciones que un marcador laser.

También sobre esta base pueden cumplir la función de guiado de misiles, los que lanzados dentro de su haz, constituyen los misiles del tipo *haz cabalgado*, que se mantendrán dentro del haz dirigiéndose al punto (blanco) iluminado por el radar.

Otra alternativa de uso es el guiado de un misil *semiactivo*, el que en lugar de montarse sobre el haz emitido por el radar, se guiará, y apuntará, hacia la fuente (el blanco apuntado) que refleja la energía radiada.

En todos estos casos, el radar en sí no necesita tener un receptor, ya que éste estará abordo del misil o de cualquier otro elemento que utilice la energía para guiarse, sea ésta la

transmitida, o la reflejada por el blanco.

Si se quiere tener la certeza que el radar está apuntando correctamente, entonces sí se recurre a un receptor en el radar, montado junto al transmisor, y que nos indicará, por el eco recibido, que está siendo apuntado correctamente. Como la transmisión es continua, el receptor necesitará una segunda antena montada junto a la del transmisor.

Si a la parte receptora le adaptamos un dispositivo, por ejemplo una antena de barrido cónico, como veremos más adelante, podremos saber si el radar está perfectamente centrado en el blanco o si está desplazado; esto nos permitirá agregarle otros dispositivos adecuados con los que podremos hacer que el radar se autocentre automáticamente sobre el blanco, y lo siga.

DOPPLER BASICO

Cuando la plataforma en la que está montado el radar de CW se mueve, o se mueve el blanco que refleja la energía, o se mueven ambos, se produce un efecto físico conocido como *corrimiento doppler*.

En una explicación simple, aunque no cierta, es como si las ondas sinusoidales que conforman la energía que se desplaza, se comprimiesen cuando transmisor y receptor se acercan entre sí, y se expandiesen cuando transmisor y receptor se alejan.

Esto hace que se produzca un corrimiento (doppler) en la frecuencia que se recibe, aumentando la frecuencia al acercarse (compresión de la longitud de la senoide - λ), y disminuyendo la frecuencia al alejarse (alargamiento de la senoide - λ).

La magnitud de este corrimiento de frecuencia es proporcional a la velocidad relativa a la que se desplaza un objeto, sea éste el transmisor, el objeto reflejante, el receptor, o los tres; lo que permite determinar velocidades con precisión a partir de ese corrimiento.

En su versión más simple, sirve como detector de movimientos en sistemas de seguridad de instalaciones, y su presentación es una simple luz o un par de auriculares.

Esta capacidad para determinar velocidades ha permitido múltiples desarrollos, como el SAR; y un sinnúmero de aplicaciones.

Por ejemplo, en el campo de las armas, permite realizar los cálculos de trayectorias, sea para apuntar los cañones, sea para calcular la intercepción con misiles; tiene aplicación en las espoletas de proximidad; y también, este mismo efecto doppler es el que permitió la creación de una CCME (contra contra medida electrónica, o protección electrónica – PE), la *velocity gate* (compuerta o ventana de velocidad) para evitar el desvío del misil por señuelos o chaff.

DOPPLER MODULADO EN FRECUENCIA

Comúnmente es conocido como *FMCW* (Frequency Modulated Continuous Wave / onda continua modulada en frecuencia).

El efecto doppler permite determinar velocidades pero no distancias; una opción para

poder hacerlo fue modular en frecuencia a la onda continua que se transmite, lo que produce una variación continua y normalmente lineal de la frecuencia que se emite, recurriendo a una modulación en frecuencia de forma triangular o diente de sierra.

Como el desplazamiento es continuo y constante en el tiempo, basta con comparar la magnitud del desplazamiento en frecuencias de la señal recibida con la que se está transmitiendo en ese instante para saber la distancia a la que se encuentra el blanco que produjo el eco.

Este tipo de radares, utilizando la antena adecuada, permite conocer la posición espacial precisa del blanco, así como su dirección de avance y su velocidad.

Por supuesto que es sofisticado, ya que utiliza dos desplazamientos de frecuencia, el de la FM para medir distancias, y el corrimiento doppler que indica velocidad.

Recién en los últimos años la tecnología permitió disponer de circuitos de procesamiento con la capacidad para distinguir los dos tipos de desplazamiento.

DE PULSO

Basa su funcionamiento en la modulación por amplitud, transmitiendo un pulso con la suficiente energía como para recibir un eco devuelto por un blanco determinado (cuyo tamaño es definido con la unidad de medida: *superficie radar equivalente*, o *RCS* – radar cross section, y medido en m^2), a una distancia también determinada.

Estos radares permiten, utilizando la antena adecuada, determinar la precisa localización espacial de los blancos.

Hasta la década 70, la energía a transmitir estaba constituida por un pulso con una amplitud (potencia pico) lo más alta posible, y una duración (tiempo de transmisión) lo más corta posible; basados en el concepto que permitía la tecnología del momento: mayor potencia pico significaba mayor alcance; mientras que si más corto era el pulso, mayor era la discriminación.

Esto era así porque si se aumentaba la duración del pulso para tener más energía, se perdía en discriminación; recordemos que cada microsegundo de pulso equivale a 150 metros de discriminación.

Con el desarrollo de técnicas de compresión de pulso esto se solucionó, y la discriminación no dependió más del ancho del pulso, con lo que se pueden utilizar potencias pico más bajas, lo que a su vez significa más posibilidades para la manipulación de potencias, anchos de banda, etc.

DOPPLER PULSADO

Una forma de poder medir distancias es hacer que la transmisión continua sea interrumpida cada cierto tiempo, de forma de medir distancias en forma similar al radar de pulso; esto dio origen al radar doppler pulsado, que en cierta forma resulta similar al radar de

pulso con MTI (Movil Target Indicator / indicador de blanco móvil).

La diferencia estriba en que el doppler pulsado busca medir velocidades sin ambigüedades, pero con ambigüedad en distancia, mientras que al radar de pulso con MTI le interesa sólo rescatar los blancos móviles entre el clutter (empastamiento) de la señal reflejada, sin preocuparse por la velocidad de los mismos, o cuando más, aquellos cuya velocidad está dentro de ciertos márgenes muy amplios.

Su característica principal es que detecta la presencia de una frecuencia en lugar de tratar de detectar una señal por arriba de un determinado nivel de amplitud, lo que hace al doppler pulsado sumamente útil para rescatar al eco de un blanco en medio de clutter muy intenso y a un alto régimen de acercamiento, por ejemplo: los misiles rasantes.

Las Antenas

Constituyen la interfase entre el radar y el medio ambiente donde se propagará la energía electromagnética.

A igual que los otros sensores que ya vimos, los radares, y todo equipamiento que utilice antenas (comunicaciones, SIGINT. etc), tendrán distintos campos visuales (FOV); uno fijo o instantáneo: la forma del lóbulo de la antena; y otros FOV formados por el barrido de esos lóbulos.

LA FORMA DEL LOBULO

Las antenas de varilla o los dipolos que se utilizan comúnmente en comunicaciones, tienen una irradiación y una recepción omnidireccional, es decir, en los 360°.

Como los radares necesitan determinar la ubicación espacial de un objeto o fenómeno, requieren antenas que sean direccionales; que dirijan y capten energía en un haz más o menos estrecho tanto en azimut como en elevación; y según la aplicación que tendrá el radar, será la forma que se le procurará dar a este haz o lóbulo.

Para lograr la direccionalidad del lóbulo, se puede recurrir a distintos dispositivos reflectores, directores, lentes, o híbridos.

Antenas de Reflector

Cuando se recurre a un reflector para conformar el lóbulo, la antena estará constituida por ese reflector y un dispositivo *emisor* (muchos lo llaman genéricamente *bocina*) colocado en el foco del reflector.

La más popular de las antenas de este tipo es la satelital, en donde el reflector es una superficie de forma parabólica (su curvatura responde a una parábola) y tiene en su foco una pequeña antenita: el emisor/captor, de donde parte una conexión hacia el equipamiento electrónico.

Las antenas de radar son similares, y la forma final que tendrá el lóbulo dependerá de las características de ambos: el reflector y el emisor.

A fin de no hacer aún más complejo el análisis, evitaremos hablar de los emisores, y nos concentraremos en los reflectores.

Recién mencionamos las antenas parabólicas de satélite; este mismo tipo de reflector se utiliza por ejemplo para los radares de seguimiento o apuntado de las armas, porque la forma del lóbulo que se genera es circular y estrecho, llamado muchas veces *tipo lápiz* porque se parece a uno.

Permite ubicar con suma precisión un objeto en el espacio mediante la información de un ángulo en elevación, y un ángulo en azimut. La distancia, el tercer elemento para la completa ubicación espacial, estará provista, como vimos antes, por la señal modulada del radar.

Este tipo de lóbulo estrecho sirve para apuntar; pero si lo que queremos hacer es buscar para detectar, necesitaremos recurrir a lóbulos que tengan una de sus aperturas angulares (vertical u horizontal) lo suficientemente ancha.

Este es el caso de los radares de vigilancia o búsqueda (search), sea que busquen en el espacio aéreo (radares de alerta temprana por ejemplo), sea que busquen sobre el mar (patrulla marítima por ejemplo), sea que busquen detectar vehículos o personas en el campo terrestre.

Para cumplir con estas aplicaciones el lóbulo tendrá una apertura vertical lo suficientemente ancha como para detectar su blanco cualquiera sea la altura o elevación angular en que se encuentre (depresión angular si es patrulla marítima), y una apertura angular en azimut lo más estrecha posible para poder localizarlo azimutalmente.

De esta forma brindará dos de las coordenadas necesarias para localizar su blanco: azimut y distancia. Por eso se los suele denominar radares *2D*.

A las antenas de este tipo, que generarán un lóbulo con la forma de una mano extendida, se los suele llamar *cosecante cuadrada*, porque su abertura vertical obedece a la representación de una cosecante cuadrada.

A otras antenas similares se las conoce como *paraboloides* simples o compuestas, también porque sus curvaturas siguen la forma de la representación de una paraboloide. Un ejemplo clásico son algunos radares de tránsito aéreo que aún se ven en los aeropuertos.

Como a este tipo de radares les falta una tercera dimensión, altura (o ángulo de elevación), se ha recurrido a diferentes alternativas para obtenerla.

En los primitivos sistemas, se recurrió a un segundo radar, llamado *de altura*, cuyo lóbulo tenía una aceptable apertura en el sentido azimutal, y era estrecho en la apertura vertical (denominado *cola de castor*); al imponerle un adecuado movimiento de oscilación arriba y abajo a la antena (barrido de cabeceo) se lograba medir el ángulo de elevación del blanco: el tercer parámetro.

Estos radares ya casi no existen, y son más pieza de museo que equipamiento operativo.

Un ejemplo es el FPS-89/90 (de altura) que actuó junto al FPS-100/113 (2D).

Lo mismo sucede, aunque todavía hay algunos operativos, con unos radares soviéticos llamados de lóbulos *en V*, cuyas fotografías eran muy populares en la década 70.

Consistían en dos antenas del tipo cosecante cuadrada montadas juntas, una con su lóbulo exactamente vertical, y la otra a un determinado ángulo de inclinación (de allí la V).

La altura se obtenía como producto del tiempo que transcurría entre la aparición del blanco en la primera y en la segunda antena, cuando éstas rotaban; mayor era el tiempo, más alto estaba el blanco; recurriendo a unos ábacos manuales, según ese tiempo y la distancia al blanco, se determinaba la altura.

Nuevos desarrollos de la década 70 y posteriores procuraron obtener este tercer parámetro (altura) conformando este lóbulo único con varios sublóbulos *apilados*, con la posibilidad de distinguir entre las señales (ecos) provenientes de uno u otro sublóbulo.

Esto se logró con varios emisores superpuestos y apuntados a distintas partes del reflector. El ejemplo es el TPS-43.

Otra alternativa fue utilizar varios emisores separados $\frac{1}{2} \lambda$ (media longitud de onda) entre sí, y apuntados al reflector. Haciendo que la energía que emiten tenga un pequeño corrimiento de fase entre un emisor y otro, se logra que la energía emitida por el conjunto de emisores sea reflejada por partes distintas del reflector, y así obtener los sublóbulos, distinguibles unos de otros y con diferentes elevaciones según la magnitud del corrimiento de la fase. Se los llamó *phase shift lobe* (lóbulo por corrimiento de fase). Ejemplo el FPS-117.

El mismo procedimiento se utilizó, pero cambiando la frecuencia de emisión en lugar de realizar el corrimiento de fase, lográndose el mismo efecto. Se los llamó *frequency shift lobe* (lóbulo por corrimiento de frecuencia).

Otros desarrollos buscaron una combinación de los lóbulos *apilados* y los de *shift*; produciendo por ejemplo 3 lóbulos apilados que se convertían en 6 por el shift de la fase de la señal emitida. Ejemplo el RAT-31.

Una técnica que no continuó en desarrollo, salvo muy pocos ejemplares, fue una que formaba el lóbulo mediante un barrido electromecánico. El emisor rotaba mecánicamente a alta velocidad en el sentido vertical, apuntando un único lóbulo estrecho a distintas partes del reflector, en forma directa o utilizando un reflector secundario, con lo que producía el lóbulo total por barrido.

Fue llamado de barrido *electromecánico* o barrido *Robinson*; y se encuentra en algunos radares fabricados por Thales en la década 70; algunos usados para búsqueda y otros para medición de altura.

Otra técnica que se basa en el barrido de un sublóbulo para conformar el lóbulo único es la conocida como *frescan* (barrido de frecuencia). En ella toda una línea o ristra de emisores (por ejemplo una guía de ondas ranurada), utilizando la técnica de *frequency shift* iluminan al

reflector en distintas posiciones para producir el lóbulo.

A diferencia de los sistemas por *shift*, el corrimiento de frecuencias se hace en forma continua, logrando que el sublóbulo varíe continuamente su ángulo de elevación, hasta conformar el lóbulo completo. Ejemplo el AR3-D británico.

Finalmente, podemos utilizar la técnica de lóbulos apilados de la que hablamos al principio, pero agrupando los emisores en una forma especial, por ejemplo dos arriba y dos abajo (formando un cuadrado), juntos y superpuestos para que conformen un único lóbulo pero de cuatro sublóbulos.

Si los sublóbulos están lo suficientemente próximos, los cuatro captarán a la vez el eco que refleja un blanco; probablemente no todos con la misma intensidad, lo que indicará que el eco está desplazado hacia el lóbulo cuyo eco es el más intenso. De esta forma tendremos un sistema de apuntado que necesita un único retorno de un pulso para indicarnos si el blanco está centrado o no. Por eso a este tipo de radares se los conoce como *monopulso*.

Hasta ahora hemos estado hablando de *antenas con reflector*, y como dan forma al lóbulo radar, sin considerar ni su aplicación ni la plataforma portadora, aún cuando hemos dado ejemplos para clarificar los conceptos. Veamos ahora las antenas cuya forma es un plano.

Antenas Planares

Aun cuando habían sido concebidas antes, recién comenzaron a tener aplicación operativa en la segunda mitad de la década 70.

Si se colocan varios emisores agrupados uno junto al otro (como si fuera el ojo de una mosca) la energía total que se irradiará (y captará en recepción) será igual a la sumatoria de todas las energías parciales de cada emisor.

Si los emisores son colocados a una determinada distancia particular unos de otros, medida en longitud de onda (λ), y adecuadas las fases de sus emisiones, lograremos producir un lóbulo cuya forma será función de esa disposición (en longitudes de onda - λ) y de las fases.

Así, sin recurrir a un reflector, lograremos un lóbulo tan estrecho como deseemos.

Las primeras de estas antenas utilizaban como emisores a conjuntos de guías de onda ranuradas; por eso las antenas, por ejemplo la del AN/APG-66 del F-16, tienen el aspecto de una placa con ranuras uniformemente espaciadas.

Luego la tecnología permitió utilizar otro tipo de emisores para conformar la placa o estructura (array) de la antena, y que posibilitaba ajustar la forma del lóbulo mediante la acomodación de la fase. De ahí el nombre *phase array* (arreglo en fase, o distribución en fase, o estructura por fase).

Las primeras antenas de este tipo estaban mecánicamente estructuradas, de forma que produjeran una determinada forma de lóbulo, sin ninguna posibilidad de cambiarlo.

La tecnología posterior permitió manejar las fases por grupos de emisores, o colocar en

los emisores pequeños dispositivos que produjeran el corrimiento de fase en forma individual (phase shifters / desplazadores-corredores de fase).

Si se controlan todos esos *phase shifters* mediante una computadora, se puede lograr que el lóbulo se mueva (barra) sin que se mueva la antena; lo que dio lugar al *electronic scanning* (barrido electrónico).

Además, la computadora podía jugar con los phase shifters acomodándolos para que generaran lóbulos con distintas formas, e incluso varios lóbulos de formas distintas en forma simultánea, dando origen a las antenas *multilobe* (multilóbulos).

Como cada uno de estos lóbulos puede barrer según una determinada función o aplicación; al radar se lo llamó *multifunction* (multifunción).

Todas estas facilidades hicieron que ya no fuese necesario que las antenas se movieran, lo que significaba una gran ventaja, tanto en el caso de grandes antenas, como cuando no se dispone de espacio suficiente, como es el caso de los aviones de combate.

A estas antenas que pueden hacer que sus lóbulos *se orienten* aunque ellas permanezcan *fijas* se las llamó *Electronically Steerable Antennas (ESA / antenas rotables u orientables electrónicamente)*.

Antenas Activas

En lo que hemos visto hasta aquí, sea con antenas de reflector sea con antenas planares, la constitución del radar sigue siendo la misma: un conjunto TxRx y un conjunto antena.

La miniaturización de los componentes electrónicos permitió ir más allá.

Primero se desarrollaron preamplificadores para recepción, que se colocaron directamente en cada captor de la antena, asegurando una máxima captación de la señal que llega a la antena, y eliminando o reduciendo notablemente el ruido que podía ser agregado por la propia antena.

Una evolución posterior permitió colocar, primero etapas amplificadoras de transmisión, y finalmente, los transmisores en sí en la antena; tomando la comparación que hicimos antes, como si fueran los ojos de una mosca.

De esta forma, tanto el transmisor como una parte del receptor del radar quedaron incorporados a la antena.

A estos transmisores en antena se los llamó *transmisores discretos*, y a las antenas *active array antenna* (antena de estructura activa); y finalmente a la ESA con transmisores discretos se la llamó *AESA* (Active Electronically Steerable Array / antena, o estructura, o arreglo, o conformación, activa orientable electrónicamente). Es por ejemplo la del F-18E.

EL BARRIDO DE LAS ANTENAS (según la aplicación del radar)

Definida en rasgos generales la forma en que se generan los lóbulos de las antenas,

veamos ahora los distintos cubrimientos que se logran mediante el barrido que se les imprime a esos lóbulos.

Estos barridos permiten satisfacer la aplicación o función que cumplirá el radar; por eso la explicación que daremos a continuación es sólo una introducción al tema, el que será completado cuando se consideren las distintas aplicaciones de los radares bajo el título *los tipos de radares*.

Sea para lograr la detección de los blancos, sea para lograr sus ubicaciones espaciales, sea para poder seguirlos o apuntarlos; se necesita que los lóbulos de las antenas se muevan (barran) de una determinada forma para cubrir un cierto volumen en el espacio aéreo, o una cierta superficie terrestre.

Mecánico o Electrónico

Una de las formas de lograr este barrido es haciendo que las antenas se muevan angularmente; por ejemplo: en un radar de vigilancia o búsqueda, que necesita detectar blancos en los 360°, la haremos rotar en forma circular para que su lóbulo cubra sucesivamente esos 360°.

Cuando lo que se mueve es la antena, a ese barrido se lo llama **mecánico**; normalmente lo que se mueve es toda la estructura de la antena; pero en algunos casos, cuando las restricciones de lugar disponible, o el tamaño de las antenas, hacen que eso sea complejo, y además no se requiera que el barrido cubra una gran apertura angular, lo que se moverá, también mecánicamente, será el emisor.

Es el caso, por ejemplo, de algunas antenas para seguimiento de misiles o satélites, o de algunos radares abordó de aviones.

Hay una tendencia a confundir a estas antenas en las que lo que se mueve es el emisor, con las antenas tipo *Cassegrain* o *Gregorian*, las que tienen la particularidad que, debido a que utilizan un reflector con un radio de curvatura muy grande, recurren a un reflector secundario, cóncavo en el caso de las Cassegrain y convexo para las Gregorian, para evitar hacer una estructura demasiado larga para colocar el emisor en el foco del reflector.

La otra alternativa para lograr el barrido del lóbulo, es hacerlo en forma electrónica, como ya estuvimos viendo cuando consideramos las distintas formas para generar el lóbulo.

Utilizando el mismo principio, de corrimiento de la frecuencia o corrimiento de la fase, se logra que todo el lóbulo se desplace, produciendo el barrido. Por supuesto, esta técnica de barrido es sólo aplicable cuando el sector angular a barrer no es grande, normalmente inferior a los 150/160°; cuando se requiere mayor cubrimiento, se debe recurrir a dos o más antenas que se complementen.

Ejemplo, los radares AESA de las fragatas AEGIS de USNAVY, o el del F-18E que recién mencionamos.

En resumen, el barrido puede ser producido por un desplazamiento:

- mecánico:
 - o de toda la antena
 - o del emisor solamente
- electrónico del lóbulo

EL CUBRIMIENTO DADO POR EL DESPLAZAMIENTO TOTAL DE LA ANTENA

Hasta ahora hemos visto dos coberturas o cubrimientos, o FOV del radar:

- Uno dado por el lóbulo en sí: cuanto mide angularmente en azimut y en elevación.
- El segundo dado por el desplazamiento o barrido de ese lóbulo, sea en forma mecánica o electrónica, y que determina angularmente cual es el volumen total que cubre el lóbulo durante su barrido.

Hay una tercera cobertura, o cubrimiento, que estará dado por los máximos desplazamientos angulares entre los que se puede *posicionar* la antena.

Un ejemplo: el radar de barrido cónico que veremos más adelante; este tipo de radar, usado para el seguimiento de blancos, tiene:

- Un lóbulo con una *apertura* (cubrimiento) muy estrecha tanto en azimut como en elevación. Por ejemplo 1°.
- Un cubrimiento de *barrido*, producido por el lóbulo al rotar con un cierto descentrado angular alrededor de un eje, y que produce un volumen de cubrimiento en forma de cono.
- Ese cubrimiento en forma de cono, podrá ser apuntado, tanto en azimut como en elevación, para abarcar diferentes áreas en el espacio. Los *máximos desplazamientos* que admita la antena determinarán el tercer cubrimiento. La antena del ejemplo, si pertenece a un sistema superficie aire, normalmente podrá ser apuntada en los 360° en azimut y entre -1° y +70° en elevación.

De esta forma, al analizar los radares debemos considerar tres cubrimientos diferentes dados por:

- La apertura del lóbulo. Representado por el IFOV (instantaneous field of view – campo visual instantáneo).
- El barrido del lóbulo. Representado por TFOV (total FOV – Campo visual total).
- Los máximos desplazamientos de la antena. Representado por el FOR (field of regard – sin traducción al español, ésta podría ser: campo de mirada, o de máximo apuntado de antena).

Cuando analizamos el sistema de armas completo, a estos cubrimientos debemos agregar un *cuarto cubrimiento*, o más precisamente: envolvente; el dado por el alcance de las

armas (cañones o misiles).

Radares Para Sistemas de Armas Contra Blancos Aéreos

Para poder atacar un blanco, es necesario:

- Buscarlo, detectarlo, y adquirirlo como blanco.
- Seguirlo, para poder hacer los cálculos necesarios para interceptarlo.
- Guiar el misil, o apuntar los cañones hacia él.

Esta secuencia se debe realizar siempre, de una forma u otra, recurriendo a cualquiera sea el dispositivo, y que no siempre será un radar.

Esta secuencia también se realizará, sea que el blanco sea aéreo, terrestre o naval; y que la plataforma en que esté montado el o los radares sea aérea, terrestre, naval, o el mismo misil.

Para tratar de hacer un análisis más o menos digerible, relacionaremos a determinadas plataformas y blancos, comenzando por aquellos que resultan tal vez los más comunes o más tratados en otras bibliografías: las plataformas (sistemas de armas) terrestres contra blancos aéreos; o sea los radares para baterías antiaéreas y para misiles superficie-aire.

RADARES PARA SISTEMAS DE ARMAS SUPERFICIE (TIERRA) - AIRE

Estos sistemas normalmente no tienen limitaciones de espacio, peso, energía, etc. y por eso suelen emplear varios radares, uno para cada función.

Las posibles combinaciones son muchísimas, incluso algunas combinando radares con sistemas ópticos o infrarojos, por lo que sólo trataremos de explicar los más clásicos.

Radares de Búsqueda o Adquisición

Recién dijimos que lo primero que debe hacer el sistema de armas es buscar el blanco, detectarlo y adquirirlo; lo hará con un radar al que se denomina *de búsqueda* o *de adquisición*; el más comúnmente usado es uno que tenga un lóbulo con una gran apertura en elevación y estrecha en azimut, con la antena rotando en los 360° o barriendo un sector, según la situación táctica.

Aunque algunos de estos radares sólo tienen un lóbulo y por lo tanto no miden altura, la mayoría utiliza al menos dos lóbulos y alguna técnica, de las que vimos al considerar las antenas, para lograr al menos un ángulo de elevación aproximado del blanco, que permita el apuntado del segundo de los radares, el de seguimiento, que necesita recibir como información la posición del blanco en azimut y en elevación.

En la mayoría de los sistemas, este proceso es automático; es el radar de búsqueda el que apunta a la antena del radar de seguimiento sobre el blanco que se ha seleccionado.

En otros casos, el radar de seguimiento sólo es apuntado en azimut, y necesita su propio operador para que lo apunte en elevación.

Otras configuraciones no utilizan un radar de seguimiento, y lo que el radar de búsqueda apunta es la rampa de misiles o los cañones, y un operador, mediante sistemas ópticos o infrarojos, realiza el seguimiento manual del blanco para mantenerlo apuntado.

La función del radar de búsqueda o adquisición es brindar uno, dos o los tres parámetros siguientes del blanco:

- Angulo en azimut.
- Angulo en elevación.
- Distancia.

Algunos sistemas, para ahorrar en equipamiento, volumen, energía, etc., han recurrido a utilizar el radar de seguimiento (descrito más abajo) para cumplir también funciones de adquisición del blanco.

Esto lo han logrado dándole a la antena de seguimiento la posibilidad de efectuar un segundo tipo de barrido que permita la adquisición del blanco.

Esto significa limitaciones, sobre todo en cuanto al tiempo de renovación de la información, y esto a su vez significa limitaciones para la detección del blanco, y por lo tanto, significa vulnerabilidades que pueden ser explotadas.

Lo común es hacer que los radares de seguimiento, aún cuando la apertura de su lóbulo es estrecho, realicen barridos de búsqueda y adquisición. Según la forma en que lo realizan reciben las siguientes denominaciones:

- *Helicoidal*
- *Raster o Secuencial*
- *Espiral*

Como el cambio de barrido, para pasar del de adquisición al de seguimiento, demandaba tiempo y generaba problemas de esfuerzos en las estructuras de las antenas, se desarrolló el sistema *Palmer*, que realiza simultáneamente ambos barridos durante la adquisición, resultando así más fácil pasar al de seguimiento una vez adquirido el blanco, a la vez que aumenta el volumen de cubrimiento por unidad de tiempo. Así surgieron los barridos:

- *Palmer helicoidal*
- *Palmer secuencial*
- *Palmer espiral*

Los soviéticos desarrollaron un sistema que, aunque limitado en cubrimiento azimutal, les aseguraba rapidez en la adquisición del blanco, y además les permitía tanto adquirir como seguir varios blancos simultáneamente.

Para hacerlo utilizaron dos antenas con un lóbulo de gran apertura en uno de los ejes y estrecha en el otro, colocando ambas antenas de forma que produjeran dos barridos perpendiculares, uno en azimut y el otro en elevación. El radar fue denominado *Track While*

Scan (TWS / seguimiento mientras barre).

Por supuesto, el advenimiento de las antenas *phase array*, con sus posibilidades de conformar y mover el lóbulo a voluntad, cambió completamente estas concepciones, que estaban basadas en antenas de reflector.

Como estos radares de adquisición suelen ser de un alcance limitado, normalmente están asociados a sistemas de defensa aérea que poseen radares de búsqueda de largo alcance, también llamados de *alerta temprana* (EW – Early Warning), que les agregarán entre otras cosas, el suficiente tiempo de reacción contra blancos veloces.

Radares de Seguimiento de Blancos

Estos radares necesitan tener capacidad para seguir (mantener apuntado permanentemente) al blanco en forma automática, y hacerlo con la suficiente precisión espacial (al menos angular, en azimut y elevación) que permita apuntar cañones o guiar misiles.

En los comienzos, el más clásico fue el de *barrido cónico* (conical scan - COS), que como ya dijimos, consistía en un lóbulo de apertura estrecha (tipo lápiz) que producía un barrido cónico al hacer que su antena rotara en forma continua y descentrada alrededor de un eje.

Una variante hizo que en lugar de que la antena rotase en forma continua, lo hiciese por pasos, apuntándose a determinados lugares del cono, lo que creó una antena de *apuntado secuencial* (sequential lobing - SL).

El paso lógico fue hacer que en lugar de ir apuntando el lóbulo en forma secuencial, se hiciese el apuntado simultáneo de varios lóbulos (normalmente 4), uno a cada dirección del apuntado secuencial.

Como todos los lóbulos apuntaban simultáneamente, todos a la vez recibían información de la posición relativa del blanco, por lo que bastaba un sólo pulso para determinar con precisión la posición del blanco, llamándosele por lógica *radar monopulso*.

A todo esto hubo que agregar las necesidades de supervivencia que impuso la guerra electrónica, que llevaron a desarrollar nuevas opciones, en las que el radar sólo efectuaba el barrido en la recepción, utilizando para la transmisión un único lóbulo lo suficientemente ancho como para cubrir el mismo volumen que en recepción.

Estos fueron los llamados radares de barrido del receptor solamente (LORO – Lobe On Receive Only); surgiendo el COSRO (barrido cónico del receptor solamente) y el SLRO (barrido secuencial del receptor solamente); también el TWS tuvo su contraparte: TWSRO.

Radares para el Guiado de los Misiles

Una vez adquirido y localizado con precisión el blanco, sólo queda: o apuntar los cañones, lo que se hace automáticamente porque éstos normalmente son solidarios con el radar

de seguimiento; o guiar al misil superficie-aire.

En general, para el guiado del misil por radar existen dos posibilidades:

- Que tanto el transmisor como el receptor de radar estén a bordo del misil.
- Que a bordo del misil sólo se encuentre el receptor del radar.

Para los casos que estamos considerando ahora de los misiles superficie-aire, lo común es que a bordo del misil sólo se encuentre un receptor de radar, el que puede ser utilizado en tres formas diferentes:

- Captando directamente la señal proveniente del radar de seguimiento, mediante antenas en su cola; lo que lo definirá como un guiado de *haz cabalgado* o *beam rider*.
- Captando el eco reflejado por el blanco, mediante antenas en su trompa; con lo que su guiado será *semiactivo*.
- Utilizando un receptor de radar especialmente adecuado para captar las emisiones del radar del blanco, por ejemplo, su radar de navegación, por lo cual al guiado se lo llama *pasivo*.

Cabe aclarar que este último tipo de guiado, aunque lo hemos mencionado aquí, no está relacionado con los radares propios del sistema superficie-aire, y no es exclusivamente un guiado basado en la emisión radar, ya que como guiado pasivo se considera aquel que utiliza cualquier señal emitida por el blanco.

RADARES PARA SISTEMAS DE ARMAS MAR-AIRE

Abordo de los buques, el sistema contra blancos aéreos es bastante parecido al terrestre.

Normalmente estará constituido por un radar de búsqueda *aire* y uno de seguimiento y guiado.

Los radares de búsqueda *aire* son similares a los de alerta temprana terrestres, pero con parámetros y características de propagación optimizados para su operación en el mar.

Los radares para el seguimiento y guiado de los misiles son similares a su contraparte terrestre.

RADARES PARA SISTEMAS DE ARMAS AIRE-AIRE

En el caso de los aviones de combate como plataformas, existen limitaciones de espacio y peso; por eso es un único radar el que cumple todas las funciones: detección del blanco, seguimiento, y guiado de los misiles.

Para hacerlo, el radar de abordo debe tener por lo menos dos modos diferentes de operación, y de barrido de la antena; uno para búsqueda, y otro para seguimiento; y en el caso que el misil sea del tipo semiactivo, también deberá realizar la iluminación permanente del blanco.

A veces, se suele recurrir a otros sensores en lugar de uno de los modos del radar. Por

ejemplo, si se desea no emitir para guardar discreción y no ser detectados hasta estar dentro de la envolvente de los misiles propios, se puede utilizar un FLIR o unIRST para realizar la búsqueda y detección en lugar del radar; es el caso del MiG-29 y de varios otros aviones, como el F-16 de los Emiratos Arabes entre otros.

Como la superficie terrestre refleja las señales de radar, si se quiere tener capacidad para detectar, adquirir y seguir blancos que se encuentren por debajo del nivel propio, se deberá poseer un radar que, recurriendo a las características del doppler, pueda *mirar hacia abajo* (*look down*).

Lo estrecho del espacio disponible para las antenas en la trompa de los aviones de combate crea grandes penalizaciones en cuanto a cubrimiento, sobre todo a los lados, limitando también la estrechez de la apertura del lóbulo, cuando la antena es la clásica de reflector.

Las antenas planares, aun cuando sean de barrido mecánico, mejoran notablemente estos aspectos, en especial el ancho del lóbulo; y la solución a todas las limitaciones la constituyen las antenas de barrido electrónico (ESA o AESA).

El mismo radar también suele ser utilizado para navegación y para meteorología, con lo cual se obtiene un radar *multimodo*, que como recién dijimos, sólo tiene reales capacidades en todos sus modos cuando la antena es ESA o AESA; si es de barrido mecánico, tendrá soluciones de compromiso para satisfacer a todos los modos de operación.

RADAR ABORDO DEL MISIL

El radar también puede ser usado como *seeker activo* montado en la trompa de un misil, con lo cual el misil es completamente autónomo, no dependiendo en absoluto de ayuda exterior una vez lanzado; son los conocidos como *lanza y olvida*, y clasificados como de guiado activo.

Aunque no son comunes contra blancos aéreos, en el mercado se encuentran algunos de muy largo alcance (superior a las 50 NM) basados en esta técnica.

Radares Para Sistemas de Armas Contra Blancos Navales

Resulta relativamente sencillo discriminar a un buque de su entorno, mar y cielo, utilizando la técnica adecuada; pero en general, el buque constituye un blanco peligroso, ya que normalmente posee suficientes defensas como para repeler un ataque.

Por eso, cualquiera sea la plataforma portadora que se utilice para lanzar misiles contra buques (*anti ship*), éstas normalmente los lanzaran fuera del alcance de las armas defensivas del buque, y en la mayoría de los casos el lanzamiento se realizará a la cota lo más baja posible, para evitar ser detectado, negándole así al buque–blanco tiempo para reaccionar. Recordemos la especulación sobre CR.

Esto hace que la mayoría de los misiles antibuque sean de guiado radar activo (con el radar completo, tx y rx, abordó del misil), no importa que la plataforma lanzadora sea aérea

(avión o helicóptero), otro buque, o sea lanzado desde tierra.

Para el apuntado y lanzamiento del misil se utiliza el radar de búsqueda u otro sensor de la plataforma portadora.

Radares Para Sistemas de Armas Contra Blancos Terrestres

A diferencia del buque en el mar, resulta complejo, al menos por ahora, discriminar al blanco terrestre de su entorno, por lo que el radar, salvo el milimétrico, (Ej.: el Longbow Hellfire), no es utilizado contra este tipo de blancos.

En este caso el radar es utilizado como iluminador para que el seeker del misil se monte sobre la señal reflejada por el blanco.

Radares Contra Misiles Balísticos

Para analizar estos radares debemos repasar brevemente algunos conceptos sobre Misiles Balísticos; lo haremos basados en la concepción de Estados Unidos, ya que es quien más ha desarrollado el tema, y por tanto es quien fija los lineamientos generales que después adopta el resto de los países.

Cuando se trata de misiles balísticos, el problema a resolver no es exactamente el radar, ya que éste opera a la velocidad de la luz; el problema a enfrentar en el CR (la ventana de tiempo que brinda el misil balístico como blanco), está dado por la velocidad del misil atacante, que obliga a lograr un sistema de armas con un misil capaz de actuar dentro de esa escasa ventana de tiempo.

No obstante, los radares en sí deben ser adecuados a las características de la trayectoria (balística) del blanco.

LOS MISILES

Antiguamente, durante la guerra fría, se solía hablar de misiles balísticos intercontinentales (ICBM), de rango medio (MRBM), y de rango intermedio (IRBM).

Al desaparecer el conflicto NATO-Pacto de Varsovia, Estados Unidos realizó una nueva clasificación de los mismos y comenzó a considerarlos según el siguiente agrupamiento:

- ICBM: Considerando como tales a los que son amenaza para Estados Unidos continental (CONUS).
- Theater BM (de teatro): Los que se emplean en el campo táctico dentro de un teatro de operaciones; con alcances de 1500 km (algunos consideran 3000 km) o menos.

LA TRAYECTORIA Y LA DEFENSA

Como con todo blanco, lo primero a realizar es su detección, para luego poder actuar contra él; pero a esta primera tarea la consideraremos después, al hablar de los radares para la

detección de los misiles, para concentrarnos en el ataque al misil balístico.

Para actuar contra los misiles balísticos se deben considerar las distintas fases de su trayectoria, que son:

- *Boost* (empuje o aceleración): Inmediatamente luego del lanzamiento; es la parte más vulnerable, ya que el misil está acelerando, es fácilmente detectable por su cola de gases (IR), y mantiene un ángulo (trayectoria) de ascenso casi constante. Según el misil, esta fase demora entre 2 a 5 minutos.
- *Ascenso*: Apagados y separados sus motores, seguirá ascendiendo por otros 3 a 10 minutos.
- *Midcourse* (parte superior de la parábola o vuelo intermedio): Que en los intercontinentales puede durar hasta 20 minutos. Algunos misiles al final de la misma lanzan cabezas señuelo.
- *Terminal*: La parte final de la trayectoria, que es muy breve, apenas 30 ó 40 segundos; en la que aparte de seguir al misil, también se debe discriminar entre la cabeza verdadera y los señuelos.

Para los misiles de alcances superiores a los 1500 km hay técnicas particulares para su detección e intercepción; pero para los misiles de teatro y de corto alcance, podemos considerar que las técnicas que se aplican se basan en radares y sistemas que son bastante similares a los utilizados para defensa contra blancos aéreos.

El interés por estos sistemas comenzó después de la guerra del Golfo, especialmente entre 1993 y 1995, aún cuando para la guerra ya se poseían los primeros modelos de Patriot.

Siempre tomando como referencia lo hecho por Estados Unidos, a la defensa contra los misiles se la ha clasificado según la fase de la trayectoria en:

- *Boost Defense Segment* (BDS / Segmento defensa en la fase de empuje).
- *Midcourse Defense Segment* (MDS / Segmento defensa en la parte intermedia de la trayectoria).
- *Terminal Defense Segment* (TDS / Segmento defensa en la fase terminal).

Los desarrollos posteriores al Golfo llevaron hacia sistemas de armas que procuran la intercepción en la fase terminal (TDS) o un poco más allá, en la parte final del midcourse; y por supuesto, buscan la detección lo más temprana posible; por eso la mayoría busca como función primaria la detección en la fase de Boost, recurriendo a sensores IR en satélites, como es el sistema *SBIRS* (space based IR system – sistema IR basado en el espacio).

Aunque en un principio se hablaba sólo de defensa contra misiles balísticos de teatro (TBMD – Theater Ballistic Missile Defense), que llegan a los 1200 – 1500 km, los programas y desarrollos posteriores fueron ampliando el espectro, y actualmente se tiene al TBMD subdividido en:

- *Upper Tier* (nivel o capa superior – o exoatmosféricos): que comprende los sistemas de mayor alcance:
 - o El *THAAD* (Theater High Altitude Area Defense / Defensa de área del teatro de alta altitud), de Estados Unidos.
 - o El *AWS* (Arrow Weapon System / Sistema de arma Arrow), desarrollado en conjunto por Estados Unidos e Israel.
- *Lower Tier* (nivel o capa inferior – o endoatmosférico): basado en el Patriot PAC-3 (Patriot Advanced Capability – 3).

En la segunda mitad de la década 90 surgieron nuevas opciones:

- *EAD* (Extended Air Defense / defensa aérea extendida): para misiles de 500 a 750 km.
- *MEADS* (Medium Extended Air Defense System / sistema de defensa aérea medio extendida): es el reemplazo/evolución del Patriot, en el que junto a Estados Unidos participan Alemania e Italia.

LOS RADARES

Esta gran variedad de sistemas de armas ha hecho que también sean variados los radares utilizados.

No obstante, todos se basan, con algunas salvedades, en un mismo procedimiento, similar al utilizado para la localización de morteros, pero por supuesto utilizando radares completamente diferentes.

Su objetivo es detectar el lanzamiento de los misiles balísticos, si es posible, en su etapa de ascenso, o cuando comienzan la parte superior de la parábola, y así determinar su trayectoria.

Para ello el radar posee un lóbulo que ilumina un sector azimutal fijo sobre el área de probable lanzamiento, cubriendo la máxima apertura horizontal posible, y con una adecuada apertura vertical que permita la detección e iniciar el seguimiento.

Esta forma de lóbulo suele llamarse *fence* (cerca), y paradójicamente utiliza la misma técnica que los primitivos radares experimentales de la década 30, ya que detecta al misil cuando éste atraviesa el lóbulo, a igual que lo hacían aquellos radares con los aviones.

Una vez ubicado el lugar del espacio donde se detectó el cruce del misil, si no es posible seguirlo a partir de esta detección, se buscará de detectar nuevamente al misil en un segundo lugar de cruce, para calcular la trayectoria y esperarlo con los radares de seguimiento y control de fuego.

La conformación de los sistemas de armas es similar a los sistemas de defensa aérea, con un radar para la vigilancia y detección, uno o dos radares de seguimiento, y los lanzadores de misiles.

Por ejemplo, el MEADS comprende:

- 1 radar de vigilancia en UHF

- 2 radares de seguimiento en banda X (MFCR – Multifunction Fire Control Radar)
- 6 lanzadores de 12 misiles cada uno.

En algunos desarrollos los radares de vigilancia se basan en radares (del tipo active phase array) ya existentes para defensa aérea, optimizados mediante modificaciones para su uso tanto contra misiles balísticos como de crucero, aviones o VANT/VeNTri; por ejemplo el radar SPY-1 de los buques AEGIS de Estados Unidos, o el radar TPS-59.

Ejemplo de este tipo de sistemas son: el Arrow israelí, el Patriot PAC-3, y el ruso S-300V.

Radares Para Búsqueda y Vigilancia Aérea

Son los radares de mayor alcance aplicados a la defensa aérea convencional, que procuran cubrir el máximo espacio aéreo en donde puede operar un avión, dentro de las limitaciones que impone la curvatura de la tierra.

Como el eco que devuelve un avión depende de su tamaño, forma y reflectividad; que resulta en lo que es conocido como *superficie radar equivalente* (Radar Cross Section – RCS – *sección transversal radar*); la unidad que se toma generalmente como referencia para determinar el cubrimiento teórico del radar, es una superficie equivalente de 1 m² (avión metálico pequeño).

EN INSTALACIONES TERRESTRES

Como ya dijimos, la curvatura de la tierra impone una gran limitación, ya que el haz de radar se propaga en forma casi tangencial a la superficie terrestre en el sitio de emplazamiento del radar.

Por eso, aun cuando ahora las energías radiada y recibida no presentan problemas para lograr más alcances, la limitación dada por la curvatura de la tierra ha hecho que estos radares de alerta temprana no cubran más allá de las 220/230 NM; ya que a estas distancias, un radar al nivel del mar, sólo detecta aviones a aproximadamente 36.000 ft o más.

Como en defensa aérea siempre se procura lograr un cubrimiento continuo y a la cota más baja posible, los radares se deben colocar próximos, con sus cubrimientos solapándose.

Los radares se pueden colocar más separados si se rellenan los huecos que quedan entre la parte inferior de sus lóbulos y la superficie de la tierra con radares de menor alcance, conocidos como *gap filler* (rellenador de huecos).

Cualquiera sea la aplicación militar de estos radares de largo alcance, se les va a requerir que brinden una ubicación más o menos precisa de los ecos en el espacio aéreo, por lo que deberán brindar las tres dimensiones, sea cual sea la técnica que utilizan.

ABORDO DE BUQUES

El equivalente del radar de alerta temprana abordo de los buques es el radar de *búsqueda aire*, cuyos parámetros y características de propagación, como antes mencionamos, son optimizados para su uso en el mar.

AEROPORTADO

Una de las formas de lograr cubrimientos (detección) a bajas cotas es elevar la altura de la antena del radar.

Esto ha llevado a montar radares de alerta temprana abordo de plataformas aéreas, pudiendo ser aviones, helicópteros, VANT/VeNTri, o aeróstatos. Son los radares conocidos como *AEW* (Airborne Early Warning / Alerta Temprana Aeroportados).

Como estos radares van a mirar hacia abajo, y por lo tanto van a captar el reflejo de la superficie terrestre, que les empastará la pantalla impidiéndoles detectar a sus blancos, deben tener la capacidad de suprimir este empastamiento.

Actualmente existen plataformas y sus radares asociados de las más diversas características. El más conocido es el *AWACS* (Airborne Warning And Control System / sistema aeroportado de alerta y control).

La diferencia entre *AWACS* y *AEW* está dada en que el término *AEW* sólo se refiere a un radar y una pequeña capacidad de visualización montada abordo de una aeronave. El término *AWACS* en cambio, significa que la plataforma, además del radar, posee una cierta capacidad de C2 (tiene la capacidad de un CIC pero es Aeroportado).

Aunque este distingo en siglas sólo se hace para el *AWACS*, existen otros sistemas aeroportados que también tienen capacidad de C2, aun cuando no se marque la diferencia en sus siglas.

Por supuesto, las capacidades de cada sistema son particulares, ya que además de la diferencia de poseer o no una cierta capacidad de C2, los radares instalados a veces cubren los 360° y otras sólo sectores parciales.

Igualmente, las capacidades de unos y otros para procesar determinados tipos y cantidades de blancos son diferentes, pues esto depende de la técnica usada para procesar la eliminación del empastamiento que produce la superficie terrestre.

Son utilizados en forma indistinta, sobre tierra o sobre mar.

BIESTATICO

Una de las formas de buscar la supervivencia de los radares, e incluso lograr que fueran eficientes contra aviones furtivos (tipo F-117), fue separar la ubicación del transmisor y el receptor, colocándolos en dos ubicaciones completamente separadas; dando nombre al radar *biestático*.

De esta forma, la parte receptora al menos quedaba más protegida al no poder ser localizado por las emisiones.

Entre las opciones para la ubicación del transmisor surgió su instalación abordo de una plataforma aérea, procurando ubicarla en un santuario, más allá del alcance de las armas del enemigo.

También se puede lograr que este tipo de radares funcione obviando el transmisor propio, recurriendo a otros emisores *de ocasión* u oportunidad.

Ese transmisor radar de ocasión puede ser cooperativo o no, pero en éste último caso su posición se debe conocer con precisión para poder determinar la ubicación de los blancos, ya que el procedimiento consiste en colocar emisor y receptor en los focos de una elipse imaginaria, y así los blancos son posicionados según la curvatura del perímetro de esa elipse.

El sincronismo para la posición se logra por la recepción del pulso transmitido, tanto en forma directa como vía el eco reflejado por el blanco.

En el caso de los buques por ejemplo, uno de los buques emite con su radar y los otros reciben en forma pasiva el eco reflejado por los blancos.

Se han hecho investigaciones incluso para utilizar cualquier emisor que irradie en las frecuencias adecuadas como transmisor, por ejemplo, captando el reflejo (rebote) que los blancos producen de las emisiones de TV comerciales, ya que los experimentos han mostrado que las mejores bandas para esta técnica es la de emisiones de FM y TV, entre 50 y 800 MHz.

Por ahora esto sólo es investigación de una técnica llamada *Passive Coherent Location* (PCL / localización coherente pasiva).

Radares para Ayuda al Tránsito Aéreo

Como ayuda y control del tránsito aéreo existen varios tipos de radares que son útiles en su aplicación al campo militar, y que por lo tanto debemos conocer.

Para el movimiento aéreo el espacio se divide en volúmenes o áreas de diversas dimensiones; para cada una de estas áreas hay un determinado tipo de radar a usar, pudiendo distinguir entre los utilizados para controlar las distintas fases del vuelo, y los empleados para ayuda al aterrizaje.

Sobre esa base los podemos agrupar en aquellos para:

- Control de:
 - o Rutas aéreas.
 - o TMA (Area Terminal)
 - o Aeropuerto.
- Ayuda al aterrizaje mediante:
 - o GCA/PAR
 - o Decca.

Aquí debemos hacer una aclaración, ya que es común que nos confundamos debido a la denominación incorrecta que se le da al mal llamado *radar secundario* (SSR – Secondary Search Radar). Por este nombre se conoce en tránsito o aéreo al IFF/SIF, pero SSR e IFF/SIF no son exactamente lo mismo, teniendo en común sólo los modos 3/A, 5/S, y C; lo que también presta a confusión, ya que hace creer que tienen la misma aplicación militar.

El SSR no es en realidad un radar, ya que está constituido por un conjunto transmisor y receptor terrestre, denominado *interrogador*, y un transmisor y receptor abordo de las aeronaves denominado *transponder*.

En este mal llamado radar secundario, el interrogador transmite un tren de pulsos codificados, el que es captado por el receptor del transponder, y éste en respuesta transmite un nuevo tren de pulsos codificados que es recibido por el receptor del interrogador.

En realidad se lo denominó radar secundario para diferenciarlo del radar en si, al que se denomina *radar primario*.

PARA CONTROL EN RUTA

Son los de mayor alcance, normalmente alrededor de las 220 NM.

En las décadas 60 y 70 éstos y los de alerta temprana utilizados para defensa aérea eran similares; pero cuando los últimos comenzaron a ser 3D, se produjo una diferencia entre ellos, ya que los de tránsito aéreo no necesitan medir altura, pues ésta es provista por el modo C del radar secundario.

A fines de los 70 el concepto se revirtió, ya que en procura de ahorro de medios se comenzó a integrar lo más posible todos los elementos que podían servir tanto para el tránsito aéreo como para la defensa aérea, partiendo de la utilización de un mismo radar, por lo que algunos de los radares de tránsito aéreo en ruta ahora también son 3D, para así servir a la defensa aérea.

En general son radares con lóbulos del tipo cosecante cuadrada, con alcances de 220 NM y que rotan a 6 RPM.

PARA TMA

La TMA es un área crítica para el control del tránsito aéreo, ya que dentro de ella las aeronaves están continuamente cambiando sus parámetros de vuelo; por eso se utilizan radares con lóbulos también de forma cosecante cuadrada, midiendo sólo 2 dimensiones (azimut y distancia), y cubriendo un poco más allá del límite de la TMA, normalmente 60 NM, rotando a mayor velocidad que los de ruta, a 15, 20 ó 30 RPM, para adecuarse al régimen de renovación de información que se requiere.

DE AEROPUERTO

Orientado al control del movimiento aéreo en la superficie del aeropuerto, para permitir ver más allá del alcance visual de la torre, se basa en el doppler pulsado para poder discriminar las aeronaves y otros vehículos dentro de la infraestructura del aeropuerto.

Su alcance es sólo el del perímetro del aeropuerto.

PARA ATERRIZAJE GCA/PAR

Este radar, denominado *PAR* (Precision Approach Radar / radar de aproximación precisa), consiste en dos radares con sus antenas realizando un barrido sectorial y a 90° una de otra; y orientadas con la trayectoria de descenso.

Una posee un lóbulo de haz estrecho en horizontal y amplio en vertical, que barre sectorialmente a ambos lados de la proyección del eje de la pista. La otra posee un lóbulo de haz estrecho en vertical y ancho en horizontal, que cabecea arriba y abajo de la pendiente de descenso.

Ambas informaciones se presentan en una única pantalla permitiendo al operador del radar visualizar si la aeronave que se aproxima está correctamente ubicada en la trayectoria de descenso; dándole indicaciones de correcciones por radio al piloto.

Esta ha sido una ayuda siempre polémica, debido a que la responsabilidad del aterrizaje es compartida entre el piloto y el controlador radar; por eso donde ha sido posible ha sido remplazado por ILS o MLS, quedando sólo relegado a aquellos sitios en donde las características orográficas del terreno no permiten un buen desempeño del ILS o MLS. Estaría próximo a desaparecer, ya que la solución definitiva a los aterrizajes está ahora basándose en el GPS.

En sus variantes móviles, es muy utilizado por las fuerzas en sus despliegues a teatros de operaciones en donde los aeródromos no poseen radioayudas adecuadas.

A veces, el radar *PAR* está complementado con un radar de búsqueda 2D con un alcance no superior a las 30/40 NM, y que sirve para localizar inicialmente a la aeronave y llevarla hacia la trayectoria de descenso.

Al conjunto completo se lo llama *GCA* (Ground Control Approach / control de aproximación desde tierra).

DECCA PARA ATERRIZAJE

Este radar conservó como designación el nombre de su fabricante. Ya prácticamente no queda ninguno operativo.

Mucho más sencillo que el *GCA/PAR*, era un radar que rotaba en los 360° y emitía un haz estrecho en horizontal y con una apertura de 2° en vertical, orientado para que el centro de estos 2° coincidieran con la pendiente de descenso.

El operador de radar guiaba a las aeronaves para que se mantuvieran dentro de esos 2° y sobre la prolongación del eje de pista.

Radares para Uso Propio de las Plataformas Aéreas

Cuando vimos los radares para sistemas de armas aire-aire, describimos los que normalmente son conocidos como *radares de tiro*. Para poder cumplir con sus misiones los aviones o helicópteros necesitan de otros radares, o en realidad *modos* de radar, ya que lo normal es que un mismo radar cumpla varias funciones diferentes.

DE SEGUIMIENTO DEL TERRENO

A fines de la década 70 y a principios de la 80 hubo una obsesión para escapar a la detección de los radares de las defensas aéreas enemigas, la solución que se encontró fue volar lo más bajo que fuese posible, para quedar oculto por la orografía y la vegetación.

Incluso en esa época se desarrollaron nomogramas y gráficos para determinar la mejor relación velocidad/altura para no dar tiempo a reaccionar (CR) a las armas antiaéreas.

Volar a pocos metros del suelo y a .8 ó .9M (mach – velocidad del sonido) durante un cierto tiempo requiere muy buenos reflejos y es agotador, por lo que se desarrollaron sistemas que automáticamente controlaban los comandos del avión para hacer que éste siguiese un perfil de vuelo pegado al terreno.

El sensor al que se recurrió para poder hacerlo fue un radar, llamado *terrain following* (de seguimiento del terreno) que según la altura de los obstáculos que captaba delante del avión, lo hacía mover en el plano vertical.

Como este radar tenía la limitación que sólo veía una franja de terreno angosta al frente, sólo podía dar indicaciones para mover al avión en el plano vertical, obligándolo a veces a grandes aceleraciones cuando en realidad hubiese sido más fácil esquivar el obstáculo moviéndose hacia el costado.

Esto llevó al desarrollo de un sistema que permitía evitar los obstáculos con desplazamientos tanto verticales como horizontales; a este radar se lo llamó *terrain avoidance* (traducido normalmente como evitación de obstáculos).

En la mayoría de los casos, recurría a un modelo del terreno que permitía su comparación con lo real que captaba el radar, dando un preaviso suficiente al saber como será el terreno a encontrar a los costados y adelante.

La posterior gran proliferación de armas superficie-aire de corto alcance (alturas menores a 15 kft), llevó a que fuese más práctico, como ya lo analizamos antes, volar por arriba de los 15 kft, previa la supresión de las defensas aéreas que superan esa cota; por lo que fue cayendo en desuso, al menos por ahora, este tipo de radares.

METEOROLOGICO / PARA NAVEGACION

Este es un radar que tiene aplicación en todos los aviones, no sólo los de combate.

Utiliza las características particulares del reflejo de la energía electromagnética que producen las masas acuosas en suspensión en la atmósfera, sean nubes, agua, hielo, nieve, etc.

Como los reflejos (ecos) están relacionados con la humedad y temperatura de las moléculas de agua, además de su tamaño, resulta relativamente sencillo determinar las características de las nubosidades que se encuentran frente al avión.

El radar tiene el suficiente barrido a ambos lados como para mostrarle al piloto el mejor perfil de vuelo para evitar las áreas de mayor actividad meteórica o de conflicto a lo largo de la ruta.

Como este radar presenta una imagen que permite distinguir líneas costeras, islas, ríos, y ciertas conformaciones del terreno, se lo utiliza también como ayuda a la navegación.

Suelen trabajar en banda de 3 cm, con modulación por pulso y un alcance máximo de 300 km.

DE NAVEGACION DOPPLER

Ya prácticamente desaparecido, este radar tuvo una gran aplicación tanto civil como militar hace algunas décadas atrás, ya que era la solución para la navegación, hasta que se produjo el desarrollo del sistema inercial, y por el cual fue paulatinamente reemplazado, brinda información basada en el efecto doppler, pero no da imágenes; solamente mide la velocidad del avión con referencia al suelo y su deriva; estos dos datos permiten darle una precisión aceptable a la navegación.

Existen diferentes técnicas o modos para hacer las mediciones:

- Para medir la velocidad se puede utilizar:
 - o Una antena montada en una plataforma estabilizada, con un haz único apuntado hacia abajo y delante del avión; al mantener un ángulo constante respecto al plano horizontal, un simple cálculo trigonométrico indica la velocidad.
 - o Dos antenas solidarias con la estructura del avión, una apuntando su haz hacia abajo y adelante, y otra apuntándolo hacia abajo y atrás; las mediciones de ambos haces compensa el cabeceo y permite una medición precisa de la velocidad por doppler.
- Para medir la deriva se utilizan dos antenas con sus haces apuntados hacia abajo, adelante, y a ambos costados del avión; la comparación de las mediciones de ambos haces determina la deriva.

Lo normal es una antena de 4 haces (se puede imaginar como si fuera un trípode pero de 4 patas); de esta forma, la comparación de las mediciones de los 4 haces determina velocidad y deriva.

ALTIMETRO

Es un radar de onda continua modulado en frecuencia (FMCW), como el que describiéramos al principio; la medición del desplazamiento de la FM permite una muy buena medición en la precisión de altura.

PARA DETECCION DE OBSTACULOS

Este radar normalmente es usado a bordo de helicópteros, ya que sirve para detección de obstáculos y evitar la colisión cuando se vuela bajo; para ser efectivo debe trabajar en frecuencias milimétricas, por lo que ya lo describimos al tratar el radar milimétrico.

DE COLA

En la época de la guerra fría los grandes bombarderos necesitaban tener un sistema de alerta por si algún avión, y sobre todo algún misil, se aproximaba por su sector trasero; los soviéticos en especial, recurrieron a un radar simple, normalmente doppler, que detectaba cualquier objeto que se aproximaba por su cola.

Radares para Búsqueda y Vigilancia Marítima

Mientras se experimentaba en la década 30 procurando desarrollar el radar, ya se habían hecho algunas pruebas que demostraban como factible usarlo para la detección de buques.

Así al llegar la Segunda Guerra Mundial se utilizaron algunos radares para detectar buques, incluso montados abordo de un avión para detectar submarinos emergidos.

DE BUSQUEDA SUPERFICIE

Así como antes vimos que los buques poseen radares para *búsqueda aire*, también poseen otros de *búsqueda superficie*, dedicados a la detección de buques e incluso misiles rasantes que tengan suficiente superficie reflectora.

Por supuesto las alturas de antena y blanco limitan enormemente los alcances posibles, cuyos máximos están en el orden de las 25/30 NM.

PARA PATRULLA MARITIMA

Esas limitaciones de altura de antena han llevado al desarrollo de plataformas sensoras aéreas, las que además de lograr aumentar enormemente el alcance de detección, pueden ser emplazadas adelantadas, brindándole a las flotas o buques detección más allá del horizonte, y por lo tanto mayor CR.

Existe una gran variedad de plataformas, entre ellas VANT/VeNTri, helicópteros y aviones; algunos poseen sensores simples, ya que su objetivo es sólo aumentar el alcance de los sensores mediante el logro de altura.

Otros, como es el caso de los aviones de patrulla marítima, no sólo están equipados con radares, sino con todo tipo de sensores que permiten la detección de buques, misiles crucero y submarinos; y que ya no son utilizados para aumentar el alcance de los sensores para defensa de la flota o buque, sino que están concebidos para operar en la lejanía, operando muchas veces desde tierra (ej.: el P-8), procurando la detección y localización de las flotas o elementos del enemigo a la mayor distancia posible.

COSTEROS

Estos radares terrestres para detección de buques, siempre estuvieron emplazados en lugares claves, para asegurar la vigilancia y control de estrechos, fiordos, bahías, entradas a puertos, etc.

Ultimamente han tenido un nuevo auge debido al nuevo concepto *From the Sea* (desde el mar), de llevar a los buques a combatir en las aguas litorales para participar del combate terrestre.

PARA AYUDA AL TRAFICO MARITIMO

Son radares similares a los costeros, pero su aplicación es civil; normalmente están emplazados en ríos, puertos, o zonas costeras peligrosas. Ej.: una de las cadenas de radares más grande para el tránsito marítimo, la del puerto de Hamburgo a lo largo del río Elba.

PARA USO DE LAS PLATAFORMAS (BUQUES)

A lo largo de la descripción que venimos haciendo ya hemos mencionado los radares de búsqueda aire, búsqueda superficie, y los de las armas. Queda para mencionar el radar de navegación.

Estos radares están orientados a darle seguridad anticolidión al buque, ya que permiten la detección con el suficiente preaviso de otros buques o cualquier obstáculo, como costas, islotes, etc. que se encuentren próximos al buque.

DE VIGILANCIA EN SUBMARINOS

Cuando los submarinos emergen recurren a dos tipos de radares para alerta, uno de búsqueda aire, y otro de búsqueda superficie, limitados por supuesto a las posibilidades de tamaño de sus antenas y sobre todo a sus alturas.

Radares para Búsqueda y Vigilancia Terrestre

A estos radares los podemos agrupar en aquellos:

- Aeroportados para la detección de blancos terrestres.
- Terrestres para detección de vehículos, personas y helicópteros.

- Terrestres para localización de morteros.
- Terrestres para seguridad de instalaciones.

AEROPORTADOS PARA LA DETECCION DE BLANCOS TERRESTRES

La reflexión que produce la superficie terrestre siempre ha sido un obstáculo para el uso de radares; a esto se sumaba la limitación de espacio abordo de las aeronaves como para poseer una antena de dimensiones adecuadas, por lo que durante muchos años los desarrollos se limitaron al SLAR, el que ya describimos al hablar de sensores de imagen y SAR.

Cuando la tecnología permitió reemplazar la película sensible por componentes de estado sólido, y al mismo tiempo se pudo medir con precisión el desplazamiento relativo sensor-blanco, y procesar todo esto; es decir, con el advenimiento del SAR en su variante *GMTI* (Ground Movil Target Indicator / indicador de blancos móviles terrestres), fue posible la detección y seguimiento de móviles terrestres, y por ende su marcación como blancos.

Esta tecnología tuvo un debut espectacular con el JSTARS durante la guerra del Golfo.

Desde allí en adelante los diferentes equipamientos se multiplicaron; constituyendo los únicos sensores aeroportados que brindan información sobre blancos terrestres en una extensa área.

Cabe recordar que aunque en el lenguaje común se habla de SAR, se debe distinguir entre dos modos de operación y capacidades diferentes, las que ya vimos al hablar del SAR en sensores de imagen:

- GMTI: Es la utilización del efecto doppler y otras características que provee este tipo de radares para detectar y localizar móviles sobre la superficie terrestre. Esta técnica no brinda una imagen, sólo la localización en coordenadas espaciales de blancos móviles individuales.
- Imagen SAR: Es un proceso mucho más complejo que el GMTI, y esta técnica **si** brinda una imagen de la superficie terrestre que va captando, representando todos los accidentes del terreno y los elementos superpuestos.

Aunque el más popular es el GMTI (SAR/GMTI) a bordo del JSTARS, existen varios sistemas más simples, a bordo de aviones y helicópteros, en pods para aviones de combate, o abordo de VANT/VeNTri.

Desde ya las capacidades y prestaciones, sobre todo en superficie vigilada, son completamente diferentes, pero todas están basadas en la medición del corrimiento doppler; y la descripción del GMTI que se hace en sensores de imagen es válida también para estos otros equipos.

TERRESTRES PARA DETECCION DE VEHICULOS, PERSONAS Y HELICOPTEROS

A veces llamados *combat radar* (radar de combate), son radares sumamente sencillos,

que pueden rotar para cubrir los 360° o barrer en forma sectorial, por ejemplo 180°; pueden estar montados en vehículos o ser transportados por un par de personas; y se basan en el efecto doppler para la detección; los más complejos recurren al doppler pulsado para poder obtener información de distancia y a la vez mejorar la discriminación y eliminación del clutter (empastamiento) producido por el terreno.

Para la presentación de la información pueden: utilizar una pantalla digital, recurrir a simples diodos colocados en forma radial para indicar la dirección y distancia, o los más sencillos, utilizar la frecuencia del corrimiento doppler transformándola en audible, permitiendo determinar el tipo de blanco por el tono de audio que se escucha, y que es función del corrimiento doppler particular de cada blanco detectado.

Sus alcances normalmente oscilan en:

- 5 a 15 km para personas
- 15 a 17 km para jeep
- 20 a 35 km para tanques y camiones
- 25 a 30 km para helicópteros.

TERRESTRES PARA LOCALIZACION DE MORTEROS Y ARTILLERIA

Estos radares están diseñados para captar la señal que refleja la munición de morteros, artillería y cohetes; y sobre la base de las coordenadas de la trayectoria que logra medir, determinar tanto el lugar de emplazamiento desde donde fue disparada, como el posible lugar de impacto.

Para hacerlo necesita medir al menos dos puntos de la trayectoria, lo que puede realizar utilizando dos lóbulos superpuestos en vertical, uno con un ángulo lo más bajo posible para detectar la munición apenas disparada, el otro con un cierto ángulo por arriba del primero.

Cuando el enemigo dispara su munición, ésta atraviesa el primer lóbulo determinando un punto en el espacio; al atravesar el segundo lóbulo, que puede ser el mismo primero al que se le varía su posición angular vertical (tilt), determina un segundo punto, y con ambos se puede aplicar un algoritmo simple que indicará con bastante precisión los lugares de disparo y de caída de la munición, tomando los puntos de cruce de los lóbulos como parte de la parábola que describe la munición en su trayectoria.

Para hacer esto los lóbulos a utilizar tendrán una gran apertura horizontal, buscando cubrir la mayor superficie de terreno posible, pero al mismo tiempo estos lóbulos estarán divididos en sublóbulos para poder determinar el azimut con la mayor precisión posible.

Estos parámetros nos darán: la posición de la pieza de artillería, y el lugar probable donde hará impacto la munición.

Al respecto cabe aclarar que la munición de mortero tiene trayectorias parabólicas bastante precisas, lo que no sucede con la de artillería o los cohetes, salvo cuando se disparan

por arriba de 45°, lo que exige algoritmos más complejos.

Estos radares utilizan doppler pulsado para discriminar los proyectiles entre el clutter del terreno, logrando alcances entre los 20 y 50 km, y una precisión de localización de aproximadamente 20 metros.

Para lograr buenas precisiones se necesitan 3 mediciones, ideal 4, en la rama de ascenso de la trayectoria.

Los radares más sofisticados permiten también medir ciertas características de la munición, con lo que, además de precisión, brindan información sobre el tipo de munición, discriminando entre la de artillería, mortero o cohetes.

TERRESTRES PARA SEGURIDAD DE INSTALACIONES

Son miniradares doppler instalados en los perímetros o el interior de instalaciones, para detectar cualquier tipo de intrusión. Su principal requerimiento es que el área a vigilar sea controlada para evitar las falsas alarmas, sobre todo producidas por animales sueltos.

Radares Para Detección de Misiles Balísticos

Actualmente la mayor parte de la detección de misiles balísticos está basada en sensores IR colocados en plataformas satelitales, como por ejemplo el *SBIRS* (Space Based IR System / sistema IR basado en el espacio), y hasta hace poco en radares de banda X abordo de los satélites DSP.

Pero cuando no se posee la posibilidad de contar con estas plataformas satelitales, como es, por ejemplo, el caso actual de Australia con su radar *Jindalee*, así como cuando apareció la amenaza de los misiles balísticos intercontinentales en las décadas 50 y 60 y aún no se poseía capacidad espacial, la única alternativa era el uso de radares que pudiesen ver a grandes distancias, mucho más allá del horizonte, y con este nombre *OTH* (Over The Horizon – más allá del horizonte) se los conoce.

Se basan en el principio de la reflexión ionosférica de las ondas electromagnéticas, en forma similar a las comunicaciones por HF.

Para poder captar al misil, deben tener capacidad para colocar la suficiente cantidad de energía sobre el misil en su trayectoria de ascenso luego del lanzamiento, lo que significa grandes distancias, y que se traduce en grandes estructuras de antenas, fijas y complejas.

Hay dos formas de poder detectar al misil y determinar los parámetros de su trayectoria:

- *OTH-B* (OTH Backscattering / OTH – reflejo devuelto): Funciona como un radar común, en donde la emisión transmitida es reflejada por el misil y captada por una antena receptora que está emplazada en el mismo lugar o en las proximidades de la antena transmisora.
- *OTH-F* (OTH Forward scattering / OTH - hacia adelante): Las antenas transmisora y

receptora están emplazadas en lugares opuestos, dejando al lugar de posible lanzamiento de los misiles entre ambas. La emisión transmitida es captada continuamente por la antena receptora, recibiendo una señal de características casi constantes, sólo afectada por algunas variaciones en la propagación.

Cuando un misil balístico atraviesa el lóbulo de la transmisión, produce una variación característica en la señal recibida en el otro extremo (la estación receptora), que permite detectar el lanzamiento.

Aun cuando varios de estos radares todavía se mantienen operativos, las facilidades y capacidades que brindan los sensores abordo de satélites, en especial los SBIRS que recién mencionamos, están haciendo que este tipo de radares poco a poco vayan siendo desactivados por aquellos que ya poseen la capacidad abordo de satélites.

Radares Para Detección y Seguimiento de Satélites

El conocimiento de donde se encuentran en todo momento los satélites, especialmente aquellos de reconocimiento, es fundamental para saber qué es lo que puede estar captando nuestro enemigo o posible oponente.

Esta necesidad se satisface mediante radares que permiten la detección y seguimiento de los satélites.

La tarea no es sencilla, ya que además de los satélites hay una gran cantidad de restos en órbita, por lo que el mayor trabajo consiste en la identificación de cada elemento y la discriminación de aquellos satélites que nos interesan.

Por supuesto el espacio a cubrir es enorme, y es compleja la identificación, por lo que se necesitan suficientes radares con cubrimientos tales que abarquen todo el espacio que interesa.

Si estamos en la posición opuesta, necesitamos saber si nuestro oponente ha detectado e identificado a nuestros satélites, y si tiene capacidad para seguirlos.

Tanto una como otra información permitirán desarrollar técnicas y procedimientos, sea para degradar al enemigo, sea para protegernos.

En rasgos generales existen dos tipos de sensores para esta tarea. Uno basado en emisiones de onda continua, que permite determinar la dirección y la velocidad radial de cada satélite detectado; con estas mediciones se puede determinar la órbita completa, y así correlacionarlo en sus órbitas siguientes

.Los del otro tipo son de baja frecuencia (UHF) con anchos de pulso de más de 2.000μ seg y potencias picos mayores a 3 Mw; lo que les permite detectar blancos de 1 m^2 a 2.000 NM.

El radar no permite la identificación de los satélites detectados, pero a través de sus parámetros de órbita se los puede relacionar con los parámetros que obran en las bases de datos de Naciones Unidas presentados por los lanzadores.

El más característico es el *Space Fence* de Estados Unidos, todavía en pruebas, y orientado tanto al uso militar para la detección de satélites y posibles amenazas, como al aspecto civil de riesgos de colisión de restos de satélites y cohetes con satélites como los del sistema GPS, e incluso con la estación espacial internacional.

Radar Meteorológico

Para su operación este radar se basa en la variación de los índices de refracción de la atmósfera, los cuales dependen de la distribución de temperatura y humedad respecto a la altura.

Según sean las características de propagación de la energía electromagnética, éstas permitirán el análisis y medición de las masas de agua presentes en la atmósfera (nubes, lluvia, hielo, nieve, etc).

Cuando analizamos las frecuencias ópticas, IR y milimétricas vimos los efectos de propagación, y sobre todo absorción, que producen las moléculas en suspensión; estos efectos también se producen en longitudes de onda mayores, en donde operan los radares meteorológicos.

Estas particularidades permiten la detección e identificación de:

- Nubes.
- Precipitaciones.
- Zonas de engelamiento (agua sobre enfriada).
- Cristales de hielo.
- Turbulencias.
- Actividades convectivas.
- Discriminación de áreas, tanto de gran actividad como de poca actividad.

Recurriendo a diferentes técnicas, por ejemplo las *polarimétricas* (variando la polaridad de la emisión), se puede distinguir entre diferentes tipos de precipitación, determinando el contenido de agua al medir la forma, alto y ancho de las gotas de agua en un específico volumen de aire; ya que por ejemplo, las gotas grandes tienden a aplanarse al caer, mientras que las gotas chicas tienden a mantenerse redondas.

Como las gotas de agua a detectar normalmente son aquellas de diámetro superior a los $100\ \mu$, la longitud de onda que más rinde (detecta) cuando se procura información detallada para el uso aeronáutico es la de 8,6 mm; esta emisión radar debe ser complementada con otra en las longitudes de onda de 5 a 10 cm para disponer de una información meteorológica completa y más extensa.

La suma de los diferentes parámetros: la detección de las partículas de agua o hielo, más la zona de transición o isoterma de 0° , más la temperatura y la humedad, factores que actúan en la refracción, dan el mayor resultado meteorológico, ya que permiten detectar e identificar, por

las particularidades de los ecos y su comportamiento, las características y desplazamientos de las distintas masas.

El radar meteorológico puede estar abordo de plataformas terrestres o satelitales, lo que hará que la información entregada sea diferente, ya que es diferente el ángulo con el que el radar capta la reflexión de sus emisiones.

Radar de Seguimiento de Globos y Cohetes Sonda

Son radares similares a los de seguimiento de las armas superficie-aire, pero desde ya, diseñados para prestaciones civiles. A veces suele usarse para esta actividad radares de seguimiento de armas ya desactivados como tales.

Radar UWB

Aunque ya se hacía desde antes, después de la guerra del Golfo creció el ansia por cavar y enterrarse; esto llevó a otra ansia, la de detectar lo enterrado, renovando el interés en los radares UWB.

La tecnología *UWB* (Ultra Wide Band / banda ultra ancha) consiste en emitir pulsos de muy corta duración, menores a 2 nanosegundos, con muy baja potencia y con un ancho de banda extremadamente grande.

Aunque la teoría ya se conocía en los 60s y comenzó a desarrollarse a fines de la década 80, el hecho que utilizase las mismas bandas de frecuencia ya asignadas a otras emisiones puso resguardos a su empleo, basados en el temor a que interfiriese en la recepción de las otras emisiones, especialmente aquellas frecuencias asignadas a emergencias, actividades críticas como el tránsito aéreo, o las emisiones de TV.

Esto hizo que la autorización para su uso estuviera frenada, al menos oficialmente, en Estados Unidos y Europa durante toda la década 90. Finalmente la FCC (Federal Communications Commission / Comisión Federal de Comunicaciones) de Estados Unidos normó sobre su empleo en 2002.

El radar UWB, que en el comienzo de su desarrollo fue denominado *MIR* (micropower Impulse Radar / radar de impulsos de micropotencia) por sus características, está orientado a la detección de objetos enterrados o que se encuentren detrás o en el interior de estructuras tales como paredes.

Las posibles aplicaciones de uso militar comprenden:

- Radar que penetra el terreno (*GPR* – Ground Penetration Radar): que permite detectar la ubicación, y presentar la imagen de objetos enterrados en el suelo.
- Equipos para detectar la ubicación o movimiento de personas u objetos que están colocados detrás de una estructura, por ejemplo una pared.
- Equipos para detectar y localizar objetos dentro de estructuras tales como paredes,

estructuras de hormigón, puentes, etc.

- Radar para la protección de una determinada área, detectando el movimiento de personas u objetos que intenten la intrusión.

Se basa en el principio de reflexión de la energía por la subsuperficie del terreno en lugar de la superficie. En los radares normales la rugosidad de la superficie del terreno refleja y refracta la energía; si se logran evitar estos reflejos, lo que logra el UWB por lo extenso de su ancho de banda y lo estrecho de sus pulsos, la energía del radar será reflejada por la subsuperficie.

Hay una tendencia a confundir los radares UWB con aquellos que operan en frecuencias muy bajas, en el orden de los 100 MHz o menores, y que utilizan un gran ancho de banda, pero que no son UWB.

DETECCION DE PLATAFORMAS FURTIVAS

En algunos artículos se menciona la aplicación de los radares UWB para la detección de plataformas furtivas (stealth), pero se desconoce si se ha realizado alguna demostración con éxito.

Se basa en el concepto que, al emitir en un gran ancho de banda, las probabilidades que alguna parte de la plataforma coincida con alguna de las longitudes de onda emitidas aumenta. Su sumatoria permitiría detectarla a mayor distancia.

Radar Para Espoleta de Proximidad

Algunas espoletas de proximidad utilizan el efecto doppler para su activación. El sistema es sencillo y se basa en la medición del corrimiento doppler producido por el desplazamiento relativo munición-blanco; en el momento en que se están cruzando ambos el corrimiento se hace cero, activando la espoleta.

PARTE IV

SENSORES PASIVOS DE EMISIONES RADIOELECTRICAS, DE CONTENIDO, Y OTROS SENSORES

SENSORES PASIVOS DE SEÑALES O EMISIONES RADIOELECTRICAS

SIGINT, y su subdivisión en ELINT y COMINT, ¿o EMINT?

La mayoría de los lectores han de estar familiarizados con la clasificación tradicional de SIGINT de las décadas 70 y 80, dividido en COMINT y ELINT; el primero dedicado al análisis de todo lo que sea comunicaciones, comprendiendo tanto el contenido, la información o inteligencia que se transmite, como las características de los equipos de comunicaciones; mientras que ELINT analiza todo lo que sea NOCOM (NO COMunicaciones), todo lo que no está incluido en COMINT.

Aun cuando se refería a NOCOM los usos y costumbres hacían que se pensase en ELINT como la parte de SIGINT dedicada a analizar radares. Esto probablemente debido a que en la mayoría de la bibliografía, cuando se hablaba de las amenazas sólo se consideraba los distintos tipos de radares.

Pero la tecnología ha hecho que tanto los radares como los equipos de comunicaciones evolucionen, y asimismo, que se les preste más atención a todas aquellas señales que no son ni radar ni comunicaciones.

Incluso la distribución de las emisiones dentro del espectro electromagnético estaba hecha más o menos según esos conceptos, y sólo eran utilizados los dos extremos del espectro, hasta 18 GHz en la parte baja, y luego una zona central sin aplicaciones, hasta llegar a las frecuencias IR.

Cuando se hablaba de radares, en ese entonces la tecnología imponía un límite superior en los 18 GHz, por arriba del cual sólo había algunos desarrollos de laboratorio y teorías, como sucede ahora con los radares UWB.

Si uno analizaba la distribución espectral, la mayoría de los radares estaban agrupados entre los 1 GHz y 9 GHz, e incluso era fácil determinar la aplicación operativa conociendo la frecuencia de operación.

La evolución posterior permitió primero llegar a los 40 GHz y desarrollar radares milimétricos entre 90 y 100 GHz, para, actualmente, cubrir desde los 40 a los 100 GHz, e incluso extenderse hasta los 300 GHz, abarcando completamente toda la parte del espectro a la que podemos llamar radioeléctrica.

Aquí conviene hacer una pequeña aclaración respecto al espectro y los equipos que lo utilizan, para facilitar la comprensión.

Arbitrariamente podemos dividirlo en dos grandes agrupaciones:

- Desde aproximadamente los 3 KHz hasta los 300 GHz/1.000 μ . Comprende las partes del espectro que suelen denominarse: de radiofrecuencia, o microondas, y milimétrico; en ellas los equipos, sean para transmitir (emitir) sean para recibir (captar) utilizan antenas.
- Desde los 300 GHz/1.000 μ hasta 1 PHz/0,1 μ ; comprendiendo las partes IR, óptica y UV; en donde las antenas son sustituidas por emisores y captosres de características particulares.

Esto hace que la forma de tratar y analizar las emisiones sea diferente en una y otra parte del espectro.

La tecnología también permitió un incremento de equipos y emisiones que son *NOCOM*unicaciones y también *NORADar* , pero que son sumamente importantes como para no analizarlas.

Estas emisiones son muy variadas, ya que comprenden por ejemplo las señales de comando para el guiado de los misiles, las de comando para guiado de los VANT/VeNTri, las de IFF, de navegación y GPS, las radioayudas, etc; y las producidas en forma involuntaria por los equipos electrónicos o emitidas por los objetos.

Algunas estaban consideradas en los otros XXINT, como URINT, IRINT, LASINT, etc, pero aisladas en cierta forma del contexto SIGINT.

Si analizamos los equipos de comunicaciones, vemos que en ellos la evolución tecnológica ha sido mayor aún.

Hace varios años, en la época del ELINT y COMINT, sólo se los encontraba como equipos independientes, la mayoría operando en las bandas de HF, VHF, y parte baja del UHF; mientras que por arriba de los 500 MHz sólo se encontraban algunos equipamientos fijos, como las redes de microondas o los sistemas de dispersión troposférica; y el 90% de lo transmitido era voz.

Ahora cubren todo el espectro, desde pocos KHz hasta las frecuencias ópticas; pero sobre todo, evolucionaron notablemente en cuanto a las características de transmisión, las que se hicieron sumamente complejas y por tanto difíciles de analizar.

Volviendo a los radares, en ellos el clásico pulso o la onda continua también evolucionaron, haciendo que las características de las señales radar también sean complejas, así como las técnicas de transmisión utilizadas.

No sólo eso, sino que a la señal radar se le incorporó información, haciendo por ejemplo, que también cumpla funciones de IFF, al utilizar la codificación del pulso transmitido

de forma tal que sirva como interrogador, y haciendo que el interrogado sobreimponga una modulación determinada sobre el eco que devuelve, brindando la información que permitirá su identificación.

Igualmente, la señal de un radar de seguimiento puede ser modulada con los comandos para el guiado del misil.

El resultado es que actualmente, al captarse una señal, a la que podemos llamar moderna, resulta difícil determinar de entrada, por su complejidad, si es de radar, de comunicaciones, o de otro tipo, existiendo el riesgo que sea mal clasificada, e ignorada o eliminada porque se piense que no pertenece a la categoría que se está analizando.

Por eso resulta conveniente no trabajar las señales como de ELINT o de COMINT según los procedimientos clásicos, sino volver a los inicios, y tratar a todas las *señales* en forma común, hasta que se las haya reconocido y clasificado.

A esto obedece la clasificación, siempre arbitraria al efecto de la comprensión, que hemos hecho en:

- Sensores de Señales o Emisiones.
- Sensores de Contenido.

Los primeros consideran las señales o emisiones en sí, de todo tipo, sin considerar el contenido inteligente (información, datos o voz) que puedan poseer; y comprende:

- Radares.
- Comunicaciones (como meros transmisores).
- Todas las otras emisiones.

Los segundos; los sensores de contenido, se dedican a analizar detalladamente la información o inteligencia que está siendo transmitida, no importa cuál sea el equipamiento o la parte del espectro que se utilice.

Los Sensores en Sí

Desde ya, a continuación no haremos un análisis detallado y profundo de todo lo referido al tipo de equipamiento, técnicas y procedimientos que se utilizan, pues ello nos llevaría a otro voluminoso estudio. Como la bibliografía disponible sobre el tema es abundante, nos dedicaremos a mencionar algunos aspectos interesantes que se deben considerar.

USOS

Uno de ellos es el uso posible a darle a este tipo de sensores; hay una tendencia a emplearlos para obtener información aplicable sólo a dos áreas:

- El *OBE* (Orden de Batalla Electrónico) del enemigo.
- Determinación o desarrollo de las CME a aplicar.

En realidad, los sensores de señales o emisiones sirven para cumplir muchos otros roles, entre ellos:

- Como sensores del C2 propio.
- Para degradar el C2 del enemigo.
- Como sensores pasivos de la defensa aérea propia.
- Para degradar la defensa aérea del enemigo.
- A estos se agrega los clásicos para:
 - o Desarrollar técnicas, procedimientos y equipos para CME (AE), CCME (PE), MAE (AE) y RWR o MWS.
 - o Programar el equipamiento de autoprotección de los sistemas de armas.
 - o Releva el OBE.

CATEGORIA DEL EQUIPAMIENTO

Cuando habitualmente se considera el equipamiento, se lo clasifica o agrupa en 3 categorías:

- SIGINT, o estratégico.
- MAE (AE), o táctico.
- Para autoprotección, pudiendo ser:
 - o RWR (Radar Warning Receiver / receptor de alerta radar).
 - o MWS, en sus dos acepciones:
 - Missile Warning System / sistema de alerta de misiles
 - Multiple Warning System / sistema de alerta múltiple, incluyendo el LWS (laser warning system).

Muchas veces sucede que los usuarios, normalmente, como consecuencia de las doctrinas y los reglamentos vigentes, se autolimitan en el empleo de las capacidades que poseen estos equipos, ajustándose a esta clasificación aun cuando el equipamiento en sí posea una mayor capacidad. Y sólo lo utilizan para su autoprotección cuando en realidad lo pueden aprovechar como una muy buena fuente de información para saber qué está pasando.

Esto se da sobre todo con el equipamiento de última generación, ya que por ejemplo, un RWR actual tiene mucha más capacidad que un equipo ELINT de la década 70, pero como está categorizado como de autoprotección, algunos se resisten a utilizar las capacidades que posee para detectar y medir nuevas emisiones, y así aprovecharlo como un buen sistema de inteligencia de señales.

Por supuesto que los equipamientos están optimizados para cumplir con una de las tres funciones, pero no debemos autolimitarnos y usarlos sólo para ella; la inteligencia de emisiones o señales es un área en donde debemos aprovechar todo lo que nos dé el equipamiento y nuestro

ingenio, no importa la categoría del equipamiento; además, recordemos que a lo mejor esa es la única oportunidad en que podremos captar y medir a ese emisor.

Si no obstante queremos categorizarlos, podemos hacer la siguiente clasificación:

- Cuando detecta y mide nuevas emisiones, cumple funciones estratégicas.
- Cuando confirma y localiza, es empleado tácticamente.
- Cuando alerta y activa CME, es de autoprotección.

En la realidad, casi todos los equipos, en mayor o menor grado, pueden cumplir los tres requisitos.

Así como en el ejemplo anterior no debíamos autolimitarnos para usar un RWR para detectar y medir nuevas emisiones, tampoco debemos restringirnos en el empleo de equipamientos SIGINT en el campo táctico, o, si poseemos un adecuado enlace de comunicaciones con los sistemas de armas, usarlos para alertarlos de las amenazas. Recordemos que la información que se obtiene, cualquiera sea su fuente, debe ser distribuida en tiempo real a todos los que la necesitan.

SENSORES DE CONTENIDO

Como ya vimos al considerar los sensores de señales o emisiones, el *CONTENIDO* de las transmisiones ha crecido extraordinariamente en la última década, sobre todo porque hay un uso intensivo en el ámbito civil.

Todos sabemos que no pasa un día sin que escuchemos o leamos que estamos en la era de la información, todo es información; pero la información necesita transmitirse, y es aquí donde intervienen los sensores de contenido.

Como dijimos, hasta hace un poco más de dos décadas todo era más fácil; la mayoría de las comunicaciones eran de voz, y aquellas de datos eran simples, muchas veces la sola modulación en amplitud o en frecuencia de una portadora; recordemos que el término *baudio* era la comprensión de bit de *audio*, porque era un simple pulso utilizado para modular la señal portadora como si fuera audio.

El auge que tomó la comunicación entre computadoras, y la posibilidad de su uso civil con el advenimiento de Internet, más el hecho que cualquier persona puede usarla, produjeron una explosión en la cantidad de información que está circulando en cualquier momento dado.

Para colmo, Internet no se quedó en el cable, pasó a los equipos de radio, inundando el espectro.

A esto debemos agregar la proliferación de teléfonos celulares, y su capacidad de acceso a internet; más el uso intensivo de equipos de radio por empresas de taxis y de transporte, etc. etc.

El resultado: la saturación del espectro.

El verdadero problema: en medio de ese espectro completamente saturado debemos tener la habilidad de poder detectar y discriminar aquellas transmisiones cuyo contenido nos interesa.

Pero no todo termina acá; la necesidad de poder comunicar computadoras entre sí hizo que se crearan protocolos de comunicaciones, y que hubiese distintos niveles (levels o layers) en donde se aplican estos protocolos.

A ello debemos sumar el encriptado, que no es más de uso exclusivo de los militares o de las empresas importantes a nivel mundial; todo el mundo encripta.

Y uno no puede categorizar para descartar, debe analizar todo, porque lo más probable es que la información que busca sea transmitida por el oponente usando el más inocente de los medios.

Tampoco se puede discriminar entre equipamiento de uso militar y de uso civil; un buen sistema de telefonía celular actual equivale al MSE (Message Switching Equipment / equipo de distribución de mensajes) utilizado por Estados Unidos en la guerra del Golfo. El ejemplo fue dado pocos años después por los combatientes serbios, que hicieron un uso intensivo de los teléfonos celulares como medio de comunicación militar entre las unidades en el conflicto de Kosovo.

A ello debemos agregar que la tecnología actual permite que haya contenido inteligente en cualquier otro tipo de transmisión NOCOM.

Como vemos, el sintonizar una frecuencia para escuchar la comunicación vocal de nuestro oponente está pasando a ser parte del romanticismo de la historia, como lo fue el pañuelo agitado por el viento en los combates aéreos.

El verdadero problema pasa ahora por el cribado de todas las emisiones que congestionan el espectro electromagnético para rescatar aquellas cuyo contenido nos interesa. Y aún cuando para hacerlo se poseen equipos poderosos y sofisticados, cada vez se depende más de operadores con gran capacidad e ingenio.

El Cable

Aun cuando el COMINT clásico, del cual deriva el análisis de contenido actual, sólo se dedicó a comunicaciones en el espectro electromagnético, y el análisis de las comunicaciones por cable era realizado en forma separada, la tecnología ha llevado a que los contenidos, sea que se transmitan por cable o usando el espectro, sean los mismos; y utilicen los mismos protocolos, encriptados, etc.. Es más, incluso el encaminamiento de un contenido puede ser indistintamente por uno cualquiera de los medios, o utilizar ambos.

Por ello es conveniente agrupar todo lo que sea análisis de contenido; sea por cable o mediante el espectro electromagnético.

OTROS SENSORES FUERA DEL ESPECTRO ELECTROMAGNETICO

Aun cuando no los analizaremos, debemos recordar que fuera del espectro electromagnético tenemos sensores:

- Acústicos.
- Sísmicos.
- De anomalías magnéticas.
- QBN, para detección de agentes químicos o bacteriológicos, y de detonaciones nucleares.

ANEXO B

OTROS FACTORES Y ASPECTOS A CONSIDERAR

**ES TRADUCCION DE LOS CAPITULOS II, III Y IV
DE LA PUBLICACION CONJUNTA**

JP2 01 3

**JOINT INTELLIGENCE PREPARATION OF
THE OPERATIONAL ENVIRONMENT**

(preparación del ambiente operacional por la inteligencia conjunta)

DE ESTADOS UNIDOS

21 May 2014

NOTA ACLARATORIA:

Como se expresa en el cuerpo del escrito, este **Anexo B: Otros Factores y Aspectos a Considerar** ha sido creado a efectos de mostrar en detalle otros factores y aspectos que se deben tener en cuenta cuando se buscan las respuestas a *¿qué hay?* y *¿dónde está?* en los primeros pasos del proceso del Sistema de Información.

Adoptamos como opción su colocación en un anexo por dos motivos: en primer lugar para no extender demasiado el cuerpo del escrito, entrando en grados de detalle cuya lectura distraería del hilo conductor que buscamos mantener en el desarrollo del análisis; en segundo lugar, para aprovechar, ya que nos resulta útil, lo ya considerado por Estados Unidos respecto al ambiente operacional y escrito en la publicación de doctrina conjunta:

JP2-01-3 – Joint Intelligence Preparation of the Operational Environment (JIPOE)
(Preparación del Ambiente Operacional mediante la Inteligencia Conjunta)

La publicación desarrolla una descripción detallada y completa de todos los factores y aspectos a considerar, no sólo en la primera parte, la del Sistema de Información, sino también en lo correspondiente al Sistema de Planeamiento del Ciclo de Reacción; por lo que su lectura resulta sumamente interesante.

Los conceptos son muchos, y su desarrollo extenso. Teníamos dos opciones, colocarlo directamente en su formato original en inglés, o traducir aquellas partes que resultasen útiles a nuestro enfoque sobre el Sistema de Información. Hemos optado por esta segunda opción, la que consideramos como lo más práctico ya que facilita su lectura directamente en español; y los capítulos que hemos tomado son el 2, 3 y 4.

La traducción es conceptual, no literal, ya que lo que importa son las ideas y conceptos vertidos.

Lo hemos tomado del sitio web de la *Federation of American Scientists* – Federación de Científicos Americanos en: www.fas.org

Para facilitar la lectura directa del manual completo en inglés a efectos de su consulta, en el sitio www.radarmalvinas.com.ar hemos colocado un acceso directo a través de la opción *nuevo guerrear* del menú.

Los aspectos expresados en el manual conjunto JP2 01 3 y aquí traducidos están orientados al accionar de las fuerzas de Estados Unidos en cualquier región del mundo.

Esto hace que el peso de esa orientación sea hacia la parte sociocultural del ambiente operacional, por lo que algunos de ellos, en particular del capítulo III, tendrán bajo impacto en Argentina y su región, pero los hemos conservado en la traducción considerando que:

- 1) Su lectura puede despertar ideas y conceptos no expresados que resulten útiles para otros aspectos del ambiente operacional.
- 2) Son de aplicación para el caso de las fuerzas y personal que participen en operaciones combinadas en otras regiones del mundo.

TABLA DE CONTENIDO

CAPITULO II DEFINIR EL AMBIENTE OPERACIONAL – PASO 1

1. Resumen	361
2. Identificar el Area Operacional de la Fuerza Conjunta	362
3. Analizar la Misión e Intención del Comandante de la Fuerza Conjunta	363
4. Determinar las Características Significativas del Ambiente Operacional	363
5. Identificar los Límites del Area de Interés de la Fuerza Conjunta	365
6. Determinar el Nivel de Detalle Requerido y Posible Dentro del Tiempo Disponible	366
7. Determinar las Prioridades de Inteligencia e Información, Huecos, y Carencias	367
8. Recolectar Material y Proponer Requerimientos de Información para Apoyar Análisis Posteriores	367

CAPITULO III DESCRIBIR EL IMPACTO DEL AMBIENTE OPERACIONAL—PASO 2

1. Resumen	369
2. Desarrollar una Perspectiva Geoespacial del Ambiente Operacional	370
3. Desarrollar una Perspectiva de Sistemas del Ambiente Operacional	401
4. Describir el Impacto del Ambiente Operacional en las Capacidades Propias y del Adversario	411

CAPITULO IV EVALUAR AL ADVERSARIO Y OTROS ACTORES RELEVANTES—PASO 3

1. Resumen	419
2. Actualizar o Crear Modelos del Adversario y de Otros Actores Relevantes	420
3. Determinar las Situaciones Actuales del Adversario y de Otros Actores Relevantes	426
4. Identificar los Centros de Gravedad y Puntos Decisivos del Adversario y de Otros Actores Relevantes	428
5. Identificar las Capacidades y Vulnerabilidades del Adversario y de Otros Actores Relevantes	432
GLOSARIO: Acrónimos usados en el ANEXO B: JP2 01 3	469
IMÁGENES Y GRAFICOS del ANEXO B	479

CAPITULO II

DEFINIR EL AMBIENTE OPERACIONAL – PASO 1

“La guerra irrestricta es una guerra que sobrepasa todos los límites y restricciones. Toma formas tanto militar como no militar y crea una guerra en varios frentes. Es la guerra del futuro”

Coronel Qiao Liang y Coronel Wang Xiangsui, *Guerra Irrestricta*, Beijing, 1998

1. Resumen

En el primer paso del proceso de preparación del ambiente operacional por la inteligencia conjunta (JIPOE), el estado mayor conjunto asiste al Comandante de la Fuerza Conjunta (JFC) y a los Comandantes de Componente en la definición del ambiente operacional (OE), identificando aquellos aspectos y características significativas que pueden ser relevantes para la misión de la fuerza conjunta (ver figura II-1). El equipo del J-2 trabaja con otros equipos de la fuerza conjunta y del comando de componente para formular una búsqueda inicial sobre el adversario y otras características relevantes que pueden impactar a las operaciones tanto propias como del adversario. Esta rápida búsqueda de las características generales es usada por el Comandante de la Fuerza Conjunta (JFC) y su estado mayor para visualizar el ambiente operacional (OE), delinear el área de interés (AOI), determinar los vacíos de información e inteligencia y los requerimientos de recolección, desarrollar suposiciones realistas, y proveer guiado y dirección al esfuerzo que demanda el proceso de preparación del ambiente operacional por la inteligencia conjunta (JIPOE).

a. Definir exitosamente el ambiente operacional del comando es crítico para el éxito del proceso de preparación del ambiente operacional por la inteligencia conjunta (JIPOE). Los pasos sucesivos del proceso de preparación del ambiente operacional por la inteligencia conjunta (JIPOE) se deben concentrar en aquellos aspectos y características del ambiente operacional que pueden influir en el cumplimiento de la misión de la fuerza conjunta. Definir correctamente los aspectos relevantes del ambiente operacional (OE) durante este paso ahorra tiempo que puede influir en las decisiones del Comandante de la Fuerza Conjunta y en la selección de los modos/cursos de acción propios.

(1) Los aspectos geoespaciales del ambiente operacional están definidos dentro de la estructura de referencia del World Geodetic System (sistema geodético mundial) de acuerdo con la instrucción 3900.01C *Procedimientos de Referencia de Posición (puntual y de área)* del Presidente Conjunto de los Jefes de Estado Mayor (CJCSI). Cualquier producto desarrollado o usado que esté asociado con el sistema de información geoespacial (GI&S) debe cumplir las normas y orientaciones de la Agencia Nacional de Inteligencia Geoespacial (NGA). Para una discusión detallada de las normas sobre información geoespacial y sus servicios (GI&S), remitirse al JP 2-03, *Geospatial Intelligence in Joint Operations* (inteligencia geoespacial en operaciones conjuntas).

(2) El estado mayor de la fuerza conjunta debe también reconocer y entender aquellos aspectos del ambiente operacional que trascienden las características físicas y los elementos. Una visión holística del ambiente operacional incluye aspectos que no son físicos que pueden directamente afectar, y que se extienden más allá, del área operacional designada. Ejemplos de estos aspectos no físicos incluyen la dimensión cognitiva del ambiente informacional, la opinión pública internacional, las políticas económicas, operaciones ciberespaciales (CO), y factores socioculturales y de relación.

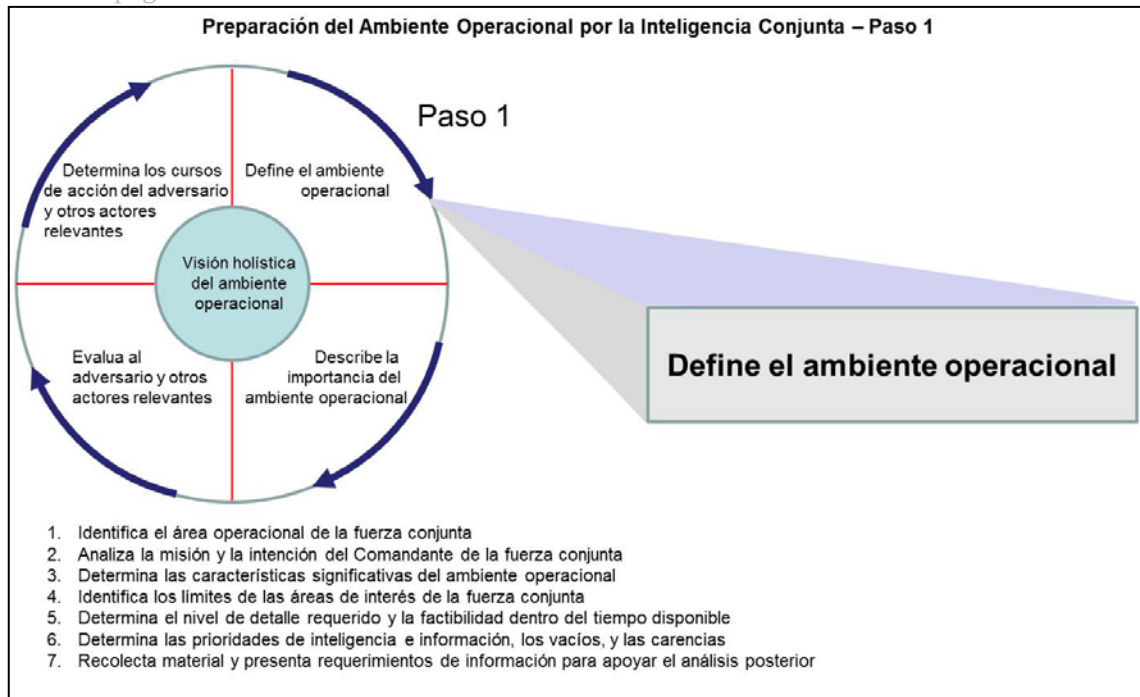


Figura II-1 Preparación del Ambiente Operacional por la Inteligencia Conjunta – Paso 1

b. La falla en enfocar las características **relevantes** del ambiente operacional conduce a la pérdida de tiempo y esfuerzo. Una preparación del ambiente operacional por la inteligencia conjunta (JIPOE) pobremente enfocada puede dar por resultado la recolección y análisis de información innecesaria. Pero más importante, la falla en identificar **todas** las características relevantes puede conducir a que la fuerza conjunta sea sorprendida y no esté preparada cuando alguno de los aspectos subestimados del ambiente operacional ejerza su influencia en el cumplimiento de la misión de la fuerza conjunta.

2. Identificar el Area Operacional de la Fuerza Conjunta

Cuando sea necesario, el Comandante Combatiente Geográfico (GCC) [ver nota aclaratoria en glosario] puede designar teatros de guerra y teatros de operaciones subordinados para cada amenaza mayor. Los límites de estas áreas son normalmente especificados en la orden o plan de operaciones (OPLAN) del nivel superior que asigna la misión a la fuerza conjunta. Para asistir en la coordinación y solución de conflictos en la acción conjunta, el Comandante de la Fuerza Conjunta (JFC) puede definir áreas operacionales. El tamaño de estas áreas, y los tipos de fuerzas empleadas en su interior, dependen del objetivo y naturaleza de la crisis y de la duración proyectada de las operaciones. Para las operaciones a veces limitadas en objetivo y duración, el Comandante Combatiente Geográfico (GCC) puede designar áreas operacionales tales como áreas de operaciones conjuntas (JOAs), áreas de operaciones especiales conjuntas, áreas de seguridad conjuntas, áreas de objetivos anfibios, o áreas de operaciones. Las áreas operacionales pueden ser contiguas o no. Normalmente, las áreas de operaciones no contiguas se caracterizan por límites especialmente designados y por elementos de la fuerza que están enlazados por el concepto de la operación (CONOPS). El nivel superior es responsable de las áreas que quedan entre áreas operacionales no contiguas.

3. Analizar la Misión e Intención del Comandante de la Fuerza Conjunta

El análisis de la misión normalmente se realiza bajo el liderazgo del Comandante de la Fuerza Conjunta (JFC) en cooperación con el estado mayor conjunto como parte del proceso de planeamiento. La intención expresada por el Comandante (JFC) y todas las características de la misión que pueden influir en las decisiones del Comandante (JFC) o afectar los modos (cursos) de acción (COAs) disponibles para la fuerza conjunta o para el adversario son de especial significación para el proceso de preparación del ambiente operacional por la inteligencia conjunta (JIPOE). En varias situaciones, esas características del ambiente operacional (OE) de la fuerza conjunta se extenderán más allá de los límites designados del área operacional. Por ejemplo, a fin de proteger a la fuerza, el Comandante de la fuerza conjunta (JFC) deberá conceptualizar el ambiente operacional (OE) incluyendo los misiles superficie-aire, misiles de crucero, y misiles balísticos que posean terceras naciones o grupos potencialmente hostiles que puedan amenazar a las operaciones propias, aun cuando puedan estar ubicadas fuera de los límites designados del área operacional.

Las características de la misión que podrían ser importantes incluyen: el tipo de operación militar que está siendo considerada o planeada; el propósito de la operación; el tiempo disponible para el planeamiento y la ejecución; lo que se espera que durará la operación; los riesgos a ser manejados; y si habrá fuerzas multinacionales involucradas. El analista debe también considerar las limitaciones operacionales (constreñimientos y restricciones) impuestas al Comandante de la fuerza conjunta (JFC) por el liderazgo militar nacional, que podría impactar la conducción de las operaciones. Por ejemplo, las restricciones en las bajas civiles y las declaraciones de objetos o entidades que no deben ser atacados proveerán un marco al objetivo de la misión del Comandante de la fuerza conjunta (JFC) e influirán directamente en el esfuerzo de la preparación del ambiente operacional por la inteligencia conjunta (JIPOE). Durante el análisis de la misión estos esfuerzos comienzan a revelar huecos para entender el ambiente operacional (OE) y al adversario, y ayudan a identificar los requerimientos iniciales de inteligencia para apoyar las necesidades de toma de decisión del Comandante.

4. Determinar las Características Significativas del Ambiente Operacional

Este paso consiste en un examen simple de cada aspecto del ambiente operacional (OE) a fin de identificar aquellas características de posible significancia o relevancia para la fuerza conjunta y su misión. Esto incluye una identificación mínima de los tomadores de decisión claves, y de los procesos de toma de decisión frente al competidor, adversario, nación huésped (HN), pueblo, y partícipes neutrales, y es una parte crítica de la identificación de las características significativas del ambiente operacional (OE). Por ejemplo, durante este paso el análisis de las fuerzas militares adversarias y de terceros está limitado a la identificación de aquellas fuerzas que podrían influir a la misión de la fuerza conjunta, basados en su ubicación, movilidad, capacidades generales, alcances de las armas significativas, y la intención estratégica. Una evaluación más profunda del impacto de cada característica relevante del ambiente operacional (OE) tiene lugar durante el paso dos del proceso de preparación del ambiente operacional por la inteligencia conjunta, el que es discutido en el Capítulo II, "Descripción del Impacto del Ambiente Operacional – Paso 2". Las capacidades específicas del adversario y los posibles modos (cursos) de acción (COAs) son evaluados en detalle durante el tercer paso del proceso de preparación del ambiente operacional por la inteligencia conjunta (JIPOE), el que se discute en el Capítulo IV, "Evaluar al Adversario y a otros Actores Relevantes – Paso 3".

a. Ciertas características del ambiente operacional (OE) pueden adquirir significancia extra basadas en el tipo de la misión asignada a las fuerzas conjuntas. Por ejemplo, la presencia de organizaciones de ayuda civil sería un factor importante durante la operación de asistencia humanitaria extranjera.

JP2 01 3 página II-4

Durante una operación antinarcóticos, las características significativas pueden incluir las relaciones entre las organizaciones narcotraficantes y los gobiernos de la región. Durante las operaciones principales, las características significativas del ambiente operacional (OE) incluirían la ubicación de recursos críticos (tales como fuentes de agua durante las operaciones en zonas desérticas), las líneas de comunicación (LOCs) del adversario y fuentes externas de aprovisionamiento, y la ubicación y disponibilidad de fuerzas amigas y de terceros. Dependiendo de la misión asignada, los acuerdos económicos entre el adversario y terceros países podrían influir en el proceso de toma de decisión del Comandante de la fuerza conjunta (JFC).

b. Cuando se están identificando las características significativas del ambiente operacional (OE), deben ser considerados todos los aspectos que podrían afectar el cumplimiento de la misión de la fuerza conjunta. Dependiendo de la situación, estos deberían incluir lo siguiente:

(1) Los elementos geográficos y las características meteorológicas y oceanográficas (METOC).

(2) Los factores socioculturales (grupos étnicos, facciones ideológicas y políticas, grupos y sectas religiosos, distribución etaria, grupos de ingreso económico, condiciones de salud pública, condiciones económicas).

(3) Infraestructura, tales como sistemas de transporte, de comunicaciones, y de información.

(4) Limitaciones operacionales tales como reglas de empeñamiento (ROE), reglas para el uso de la fuerza (RUF), o restricciones legales para las operaciones militares, según lo especifiquen tratados o acuerdos internacionales.

(5) Todas las fuerzas adversarias, convencionales, no convencionales, y paramilitares, y su disponibilidad general, capacidades y objetivos estratégicos.

(6) Las condiciones del ambiente (terremotos, actividad volcánica, polución, enfermedades de ocurrencia natural).

(7) Las características cognitivas de la toma de decisión del adversario (sistemas de creencias, agravios o humillaciones históricos, valores, ambiciones personales, aspiraciones nacionales, etc.).

(8) La ubicación de todas las embajadas extranjeras, organizaciones inter gubernamentales (IGOs), y organizaciones no gubernamentales (NGOs).

(9) La actitud y percepción de la población local, y de las redes de actores neutrales, respecto a Estados Unidos (US) y los socios multinacionales.

(10) Las sensibilidades culturales particulares asociadas con tecnologías de avanzada como sistemas de armas no letales y de energía dirigida, y la esperada efectividad de planes para contrarrestar esas sensibilidades.

(11) Redes criminales y legales que podrían ser influenciadas por el adversario.

5. Identificar los Límites del Área de Interés de la Fuerza Conjunta

El ambiente operacional (OE) comprende todas las características, factores, y condiciones que deben ser entendidos para aplicar exitosamente el poder de combate, proteger a la fuerza, o completar la misión. No obstante, no todos estos aspectos están referidos a las responsabilidades o capacidades de la **inteligencia**. Por ejemplo, las capacidades logísticas, el adiestramiento militar, y la moral de las **fuerzas amigas**, están fuera de las responsabilidades de la preparación del ambiente operacional por la inteligencia conjunta (JIPOE). Por lo tanto, el Comandante de la fuerza conjunta (JFC) y el J-2 deberían identificar y establecer los límites de estas áreas físicas, y de los aspectos no físicos del ambiente operacional (OE), que son considerados relevantes para el esfuerzo de preparación del ambiente operacional por la inteligencia conjunta (JIPOE).

a. Áreas Físicas. Las áreas físicas pertinentes del ambiente operacional (OE) incluyen las áreas operacionales asignadas, las áreas de influencia asociadas, y la áreas de interés (AOIs) descritas en los párrafos siguientes. La designación de las áreas de influencia y de interés ayuda a los comandantes y a los estados mayores a ordenar sus pensamientos tanto durante el planeamiento como la ejecución, y ayudan a enfocar el esfuerzo de preparación del ambiente operacional por la inteligencia conjunta (JIPOE).

(1) Área de Influencia. Un área de influencia es un área geográfica en donde un comandante tiene directa capacidad para influir en las operaciones mediante maniobras o sistemas de apoyo de fuego, normalmente bajo el comando y control del comandante. El área de influencia normalmente rodea e incluye al área operacional asignada, pero puede también comprender varios centros comerciales o poblacionales, de transporte y comunicaciones, y redes sociales, u otras áreas geográficas dentro del área operacional. En las operaciones de guerra no convencional el área de influencia puede constituir sólo un pequeño porcentaje del espacio geográfico total dentro del área operacional. La extensión del área de influencia del comando subordinado es un factor que el comandante del nivel superior considera cuando define el área operacional del subordinado. Entender cuál es el área de influencia del comando ayuda al comandante y al estado mayor a planear ramificaciones de la operación en curso que podrían requerir que la fuerza emplee capacidades por fuera del área operacional asignada.

(2) Área de Interés (AOI). Un área de interés (AOI) es aquella área que preocupa al comandante, incluyendo el área de influencia, las áreas adyacentes comprendidas, y extendiéndose dentro del territorio enemigo hasta los objetivos de las operaciones en curso o planeadas. Un área de interés (AOI) sirve para focalizar el apoyo de inteligencia a monitorear las actividades del adversario, de neutrales, u otros actores relevantes, por fuera del área operacional que puede afectar a las operaciones en curso o futuras. El área de interés (AOI) se puede extender bastante más allá del área de influencia y no está restringida por fronteras políticas. En las operaciones de combate por ejemplo, el área de interés (AOI) normalmente se extiende dentro del territorio enemigo hasta los objetivos de las operaciones en curso o planeadas de las fuerzas propias, si esos objetivos no están actualmente ubicados dentro del área operacional asignada. De la misma forma, si los desarrollos políticos de países vecinos, o su apoyo al adversario, podrían afectar al cumplimiento de la misión de la fuerza conjunta, el Comandante de la fuerza conjunta (JFC) debería incluir a ese país dentro del área de interés (AOI). El comandante puede describir el área de interés (AOI) gráficamente, pero el gráfico resultante no representa una frontera u otra medida de control.

(a) Una consideración clave al establecer un área de interés (AOI) es la capacidad del adversario (y cualquiera de sus potenciales aliados) de proyectar su poder, proveer apoyo logístico, mover fuerzas a través de las áreas operacionales de la fuerza conjunta, o conducir operaciones de inteligencia dirigidas contra la fuerza conjunta. Por ejemplo, los puertos y aeródromos

JP2 01 3 página II-6

ubicados fuera del área de operaciones conjunta (JOA) estarían dentro del área de interés (AOI) si ellos pueden ser utilizados para lanzar ataques navales y aéreos contra la fuerza conjunta, o reabastecer y/o reforzar las fuerzas adversarias. Por lo tanto, es importante considerar todas las posibles ubicaciones desde las cuales un adversario o un tercero pueden lanzar ataques terroristas o de guerra no convencional contra las fuerzas propias o las líneas de comunicaciones (LOCs). Los posibles sitios para el lanzamiento de misiles balísticos que pertenecen a un país amigo de un adversario que es capaz de atacar o influir en los blancos dentro de área operacional deben ser incluidos en el área de interés (AOI).

(b) El tiempo es otro factor importante para establecer los límites de un área de interés (AOI). Cuando se examina la relación entre el tiempo y el área de interés (AOI), el analista de inteligencia conjunta para la preparación del ambiente operacional (JIPOE) debe considerar tanto la movilidad del adversario (en tierra, aire, mar y espacio) como el tiempo necesario para cumplir la misión propia. Por ejemplo, si un Comandante de fuerza conjunta (JFC) estima que le tomará 48 horas completar una operación, el estado mayor del Comandante (JFC) necesita tener en cuenta todas las fuerzas o actividades adversarias que podrían influir en el cumplimiento de la misión dentro del espacio de tiempo para el área de interés (AOI) dada. Para misiones que son de relativamente corta duración, tales como las operaciones de evacuación de no combatientes (NEOs) o raids, las amenazas inmediatas y directas a la operación pueden ser las únicas consideraciones. En estos casos, el área de interés (AOI) puede ser relativamente pequeña. Algunas misiones a largo plazo, tales como la reconstrucción de una nación, que comprende muchos factores políticos y económicos así como factores militares más tradicionales, puede dar como resultado el establecimiento de un área de interés más grande.

b. Aspectos No Físicos. El estado mayor de la fuerza conjunta debería también mirar más allá de los límites geoespaciales del área de interés (AOI) para identificar cualquier factor que no sea físico que pueda impactar en el cumplimiento de la misión de la fuerza conjunta. Varios de estos factores trascienden el concepto tradicional de los límites físicos y tienen implicaciones y relevancias en todo el mundo. Los aspectos que no son físicos pueden hacer que el área de interés (AOI) no sea contigua. El ambiente informacional permite tomar decisiones instantáneas a través del globo. Por ejemplo, un tomador de decisión clave de un adversario u otro actor relevante puede estar en un país o continente diferente de aquellos sobre los que toma decisiones. El ciberespacio facilita una imagen operacional común (COP) de nuestros adversarios, que les permite potenciar los aspectos no físicos del ambiente operacional (OE) en su beneficio. Asimismo, el uso propio y adversario del espectro electromagnético (EMS), el tiempo en su relación con la toma de decisión, las capacidades y vulnerabilidades de los sistemas de información propios y del adversario, las percepciones y actitudes de otros actores relevantes tanto dentro como fuera del área operacional, y las relaciones (links) entre varios nodos del sistema político, militar, económico, social, de información, e infraestructura (PMESII) adversario son algunos ejemplos de aspectos no físicos del área de interés (AOI) de la fuerza conjunta que deben ser considerados.

6. Determinar el Nivel de Detalle Requerido y Posible Dentro del Tiempo Disponible

Puede suceder que el tiempo disponible para completar el proceso de preparación del ambiente operacional por la inteligencia conjunta (JIPOE) no permita que cada paso sea realizado en detalle. Superar las limitaciones de tiempo requiere enfocar el proceso de preparación del ambiente operacional por la inteligencia conjunta (JIPOE) en la información que es más importante para el Comandante de la fuerza conjunta (JFC) y los comandantes subordinados para el planeamiento y ejecución de la misión conjunta. Identificar la cantidad de detalle requerido para contestar los requerimientos prioritarios de inteligencia (PIRs) del Comandante de la fuerza conjunta (JFC) evita el consumo de tiempo para desarrollar más detalle del necesario en cualquier paso del proceso.

JP2 01 3 página II-7

a. Puede que algunas situaciones no requieran un análisis de todas las fuerzas adversarias u otros aspectos del ambiente operacional (OE). Por ejemplo, de aquellas fuerzas adversarias dentro del área de interés (AOI) que no interfieren con la operación conjunta se puede requerir sólo un resumen de sus capacidades. En algunos casos, puede que sólo algunos aspectos seleccionados del ambiente operacional requieran un análisis detallado basado en el tipo de la misión asignada u otras consideraciones de planeamiento

b. El J-2 consulta al Comandante de la fuerza conjunta (JFC) y a otros elementos del estado mayor para determinar la cantidad de detalle referido al ambiente operacional (OE) que es requerido para apoyar al planeamiento de la operación. El J-2 planea, prioriza, y estructura el esfuerzo de la preparación del ambiente operacional por la inteligencia conjunta (JIPOE) balanceando el nivel de detalle requerido con la cantidad de tiempo disponible.

7. Determinar las Prioridades de Inteligencia e Información, Huecos, y Carencias

El equipo del J-2 evalúa las bases de datos de inteligencia e información disponibles para determinar si la información necesaria está disponible para realizar lo que resta del proceso de la preparación del ambiente operacional por la inteligencia conjunta (JIPOE). Los equipos rojos asisten al Comandante y al estado mayor realizando revisiones críticas para identificar huecos en los datos y las interpretaciones alternativas de los datos disponibles que son relevantes para el ambiente operacional (OE). En casi toda situación, habrá huecos en las bases de datos existentes y carencias en la habilidad del J-2 para llenar todos estos huecos. Estos huecos y carencias deben ser identificados prematuramente a fin de que el estado mayor de la fuerza conjunta inicie los requerimientos de inteligencia apropiados. El J-2 usará la intención establecida por el Comandante de la fuerza conjunta (JFC), los requerimiento de información críticos, y los requerimientos prioritarios de inteligencia (PRIs) iniciales para establecer las prioridades en la recolección de inteligencia, su procesamiento, producción y diseminación.

a. El J-2 debe identificar e informar al Comandante de la fuerza conjunta (JFC) y a los elementos apropiados del estado mayor sobre cualquier hueco de inteligencia o información que no pueden ser llenados dentro del tiempo disponible para la preparación del ambiente operacional por la inteligencia conjunta (JIPOE).

b. Cuando sea necesario, el equipo del J-2 debería formular suposiciones razonables basadas en hechos históricos o actuales para llenar los huecos. Durante el resto del proceso de la preparación del ambiente operacional por la inteligencia conjunta (JIPOE), y durante el proceso de toma de decisión del Comandante, el J-2 debe asegurar que cualquier suposición que sea hecha sea claramente identificable como tal.

c. Los analistas de inteligencia deberían revisar los sitios basados en la web (en todos los niveles de clasificación disponibles) y bases de datos de información que pueden ser aplicables al esfuerzo de preparación del ambiente operacional por la inteligencia conjunta (JIPOE). Por ejemplo, Intellipedia es una enciclopedia basada en Interlink de artículos relacionados con inteligencia e información. Los artículos de Intellipedia pueden proveer un listado de, e hiperlinks a, las bases de datos actuales que pueden ser de interés a los analistas de inteligencia conjunta para la preparación del ambiente operacional (JIPOE). Estas bases de datos deberían ser revisadas y evaluadas para determinar la disponibilidad de los datos actuales, información, y productos de inteligencia relativos al ambiente operacional y misión de la fuerza conjunta.

8. Recolectar Material y Proponer Requerimientos de Información para Apoyar Análisis Posteriores

a. Recolectar datos e incorporarlos dentro del proceso de la preparación del ambiente

operacional por la inteligencia conjunta (JIPOE) es un esfuerzo continuo. El equipo del J-2 inicia los requerimientos de recolección y genera los requerimientos de información (RFIs) para llenar los huecos de inteligencia al nivel de detalle requerido para apoyar el esfuerzo de la preparación del ambiente operacional por la inteligencia conjunta (JIPOE). A medida que se recibe información e inteligencia adicional, el equipo del J-2 o la celda de coordinación (si se establece) de la inteligencia conjunta para la preparación del ambiente operacional (JIPOE) actualiza todos los productos de la preparación del ambiente operacional por la inteligencia conjunta.

JP2 01 3 página II-8

b. Cuando se tiene una nueva inteligencia que confirma o rechaza las suposiciones, el J-2 informa al Comandante de la fuerza conjunta y a los Comandantes de componente y sus estados mayores. Si cualquier suposición es rechazada por la nueva inteligencia, el J-3 y otros elementos apropiados del estado mayor deberían reexaminar cualquier evaluación y decisión que estuvieron basadas en estas suposiciones.

CAPITULO III

DESCRIBIR EL IMPACTO DEL AMBIENTE OPERACIONAL—PASO 2

“Conoce al enemigo, concóctete a ti mismo – tu victoria nunca estará en riesgo. Conoce el terreno, conoce el clima – tu victoria será total”.

Sun Tzu
The Art of War, C. 500 B.C.

1. Resumen

El Segundo paso en el proceso de preparación del ambiente operacional por la inteligencia conjunta (JIPOE) evalúa y describe los modos (cursos) de acción en general (COAs) y el impacto del ambiente operacional (OE) en las capacidades militares del adversario, las propias fuerzas, y neutrales (ver la figura III-1). Todos los aspectos relevantes, físicos y no físicos del ambiente operacional (OE) son analizados por los analistas del equipo de preparación del ambiente operacional por la inteligencia conjunta (JIPOE), el personal del Comando Combatiente (CCMD), y los analistas de inteligencia geoespacial (GEOINT), para producir una perspectiva geoespacial. De la misma forma, se desarrolla una perspectiva de los sistemas a través del análisis de los factores socioculturales relevantes y los nodos y links del sistema. Los productos desarrollados durante esta paso podrían incluir, pero no estarán limitados a, capas, diagramas, y matrices, que muestran el impacto en lo militar de la geografía, el análisis de las redes, los factores de meteorología y oceanografía (METOC), los demográficos, y el ambiente informacional. Otros productos incluyen las evaluaciones de factores socioculturales y los diagramas de análisis de las redes asociadas con los aspectos político, militar, económico, social, de información, e infraestructura (PMESII) del adversario y neutrales, y con otros sistemas.

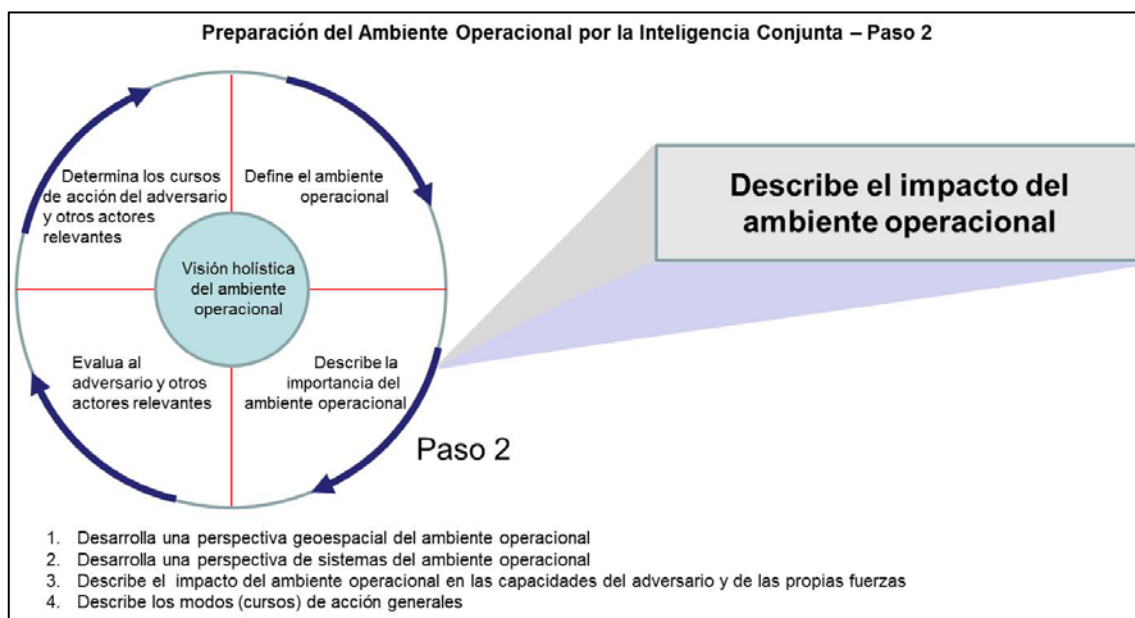


Figura III-1 Preparación del Ambiente Operacional por la Inteligencia Conjunta – Paso 2

2. Desarrollar una Perspectiva Geoespacial del Ambiente Operacional

Una perspectiva geoespacial soporta a todas las visiones del ambiente operacional (OE) al ayudar a analizar los aspectos relevantes físicos, no físicos, y de ubicación del ambiente operacional (OE). Cada aspecto del ambiente operacional (OE) es evaluado en un proceso de dos pasos que analiza sus características relevantes y evalúa su impacto potencial en las operaciones militares. Debido a los requerimientos del planeamiento militar, el análisis de las áreas operacionales de la fuerza conjunta generalmente requerirá más detalle que el del (AOI). Asimismo, dado que los aspectos físicos del ambiente operacional no son homogéneos, varias áreas marítimas y terrestres pueden requerir mayor o menor análisis, dependiendo de la complejidad geográfica relativa de la región. Las condiciones de meteorología y oceanografía (METOC) son consideradas tanto en términos de su habilidad para modificar los aspectos individuales del ambiente operacional (OE) como en su capacidad para afectar directamente todas las operaciones militares. Por ejemplo, una lluvia intensa puede impactar el área operacional con arroyos crecidos, degradando la transitabilidad del suelo, reduciendo las capacidades de reconocimiento desde arriba, degradando las comunicaciones de radio, inhibiendo los accesos portuarios y litorales, y limitando la efectividad de los sistemas de armas. Estos efectos físicos pueden también afectar los sistemas económico y político y por lo tanto influir en el punto de vista de la población. El análisis también debería identificar el impacto que tendrán el comportamiento del ambiente y del clima en el campo de los peligros químico, bacteriológico, radiológico y nuclear (CBRN). La destrucción de reactores nucleares y facilidades de producción y almacenamiento de armas químicas, bacteriológicas, radiológicas y nucleares (CBRN) presentan problemas especiales. Para cada ubicación conocida de facilidades químicas, bacteriológicas, radiológicas y nucleares (CBRN) el terreno circundante y las condiciones y patrones de los pronósticos meteorológicos deberían ser analizados para facilitar el modelo de la contaminación post ataque. Se deberían dibujar los patrones de dispersión potencial a sotavento de cada sitio para facilitar el entendimiento de la extensión potencial de la contaminación.

a. El Dominio Terrestre. El análisis del ambiente operacional (OE) en el dominio terrestre se concentra en los rasgos del terreno, tales como sistemas de transporte (información de rutas y puentes), materiales de la superficie, agua subterránea, obstáculos naturales tales como grandes extensiones de agua y montañas, los tipos y distribución de la vegetación, y la configuración del drenaje de superficie. El análisis del terreno debe siempre considerar los efectos del clima, así como los cambios que puede posibilitar en el resultado de las acciones militares. Por ejemplo, las temperaturas de congelamiento pueden eliminar el valor como obstáculo de ríos o pantanos al congelar sus superficies lo suficiente como para permitir la maniobra operacional. De la misma forma, las características de movilidad del área operacional pueden ser afectadas por acciones militares que pueden reducir las áreas construidas a escombros, destruir diques y puentes, y posiblemente crear largas concentraciones de refugiados que bloqueen las líneas de comunicaciones (LOC). También es importante analizar los efectos combinados de viento, temperatura, humedad, luz solar, topografía, y precipitación, en el uso potencial de armas químicas y biológicas y sus riesgos asociados, a fin de tomar las medidas de defensa pasiva apropiadas. El primer paso en este proceso es analizar los aspectos militares del terreno (la observación y los campos de tiro (fuego), ocultación y cubiertas, obstáculos, terrenos claves (llaves) y avenidas de aproximación). Este análisis será seguido por una evaluación de cómo el dominio terrestre afectará las operaciones militares. Es importante recordar que el análisis del terreno no es el producto final del proceso de preparación del ambiente operacional por la inteligencia conjunta (JIPOE). Por el contrario, el análisis del terreno es el medio para determinar cuáles de los modos (cursos) de acción (COAs) propios pueden explotar mejor las oportunidades que brinda el terreno, y cómo el terreno afecta a los modos (cursos) de acción (COAs) disponibles del enemigo.

(1) Observación y Campos de Tiro. "Observación" es la habilidad para ver a (o ser visto por) el adversario sea visualmente o a través del uso de dispositivos de vigilancia. Un "campo de tiro (fuego)" es el área que un arma o grupo de armas puede cubrir efectivamente con su fuego desde una posición dada. Las áreas que ofrecen una buena observación y campos de tiro generalmente favorecen los modos (cursos) de acción (COAs) defensivos. Los factores que dificultan la observación y los campos de tiro incluyen: la altura y densidad de la vegetación y edificios; rasgos del relieve tales como cerros y desfiladeros; obstrucciones a líneas de vista (LOSs) específicas; capacidades de sensores y adquisición de blancos; y visibilidad, precipitación, y cubrimiento de nubes. El análisis de cada factor limitativo debería ser combinado en un producto único. Si el tiempo lo permite, las envolventes de las líneas de mira (LOSs) deberían ser preparadas para asistir al estado mayor de la fuerza conjunta en la evaluación potencial de los modos (cursos) de acción (COAs) propios o adversarios, las avenidas de aproximación operacionales, y el empleo de las líneas de mira (LOS) de los sensores terrestres y aéreos y de las redes de comunicaciones. La evaluación de la observación y de los campos de tiro facilita la identificación de:

- (a) Las potenciales áreas de empuñamiento o "zonas letales".
- (b) El terreno defendible y las ubicaciones de sistemas o equipamientos específicos.
- (c) Las áreas donde las fuerzas que maniobran son más vulnerables a la observación y el fuego.

(2) Ocultamiento y Cubiertas. El "ocultamiento" (cubiertas para las vistas) es la protección de la observación, y puede ser provisto por dispositivos tales como arboledas, arbustos, acumulaciones de nieve, pasto largo, y cultivos. La "Cubierta" (para el fuego) es la protección de los fuegos directos e indirectos. Puede ser provista por cosas tales como zanjas, cuevas, túneles, banquinas de ríos, pliegues en el terreno, cráteres de explosivos, edificios, paredes, y terraplenes. Las áreas con un buen ocultamiento y cubiertas favorece a los modos (cursos) de acción (COAs) tanto ofensivos como defensivos. Dado que el ocultamiento y las cubiertas son básicamente los inversos de la observación y del campo de tiro, el análisis de estas 4 categorías debería estar integrado a fin de:

- (a) Identificar el terreno defendible y las potenciales posiciones de batalla.
- (b) Evaluar las avenidas de aproximación.
- (c) Identificar las áreas de concentración y de dispersión.

(3) Obstáculos. Los obstáculos son obstrucciones diseñadas o empleadas para interrumpir, fijar, girar, o bloquear los movimientos de las fuerzas en oposición y para hacer que las fuerzas en oposición empuñen recursos adicionales de personal, tiempo y equipamiento. Los obstáculos pueden ser naturales, hechos por el humano, o una combinación de ambos. Pueden incluir edificios, pendientes pronunciadas, ríos, lagos, forestas, pantanos, junglas, ciudades, campos minados, trincheras, y alambradas de púas. Una evaluación de los obstáculos lleva a la identificación de los corredores de movilidad. Estos a su vez, ayudan a identificar los terrenos defendibles y las avenidas de aproximación.

(a) Si el tiempo lo permite, se deberían preparar máscaras (overlays) de los obstáculos para evaluar cada una de las siguientes categorías y factores: densidad de la vegetación; drenaje de la superficie (cursos vadeables, áreas anegadizas); obstáculos naturales y hechos por el humano; infraestructura de transporte (clasificación de los puentes y anchos de caminos, pendientes, y radios de las curvas); la letalidad y el área de patrones predictivos de dispersión peligrosa química, bacteriológica, radiológica y nuclear (CBRN); y los efectos de las condiciones meteorológicas y oceanográficas (METOC) actuales o proyectadas. Estas máscaras (overlays) de factores luego son combinadas para formar un producto único conocido como la máscara de obstáculos combinados (ver figura III-2).

LOS ACORAZADOS ALEMANES EN LOS BOSQUES DE LAS ARDENNES

Los analistas de inteligencia deben ser cautos al evaluar los terrenos restrictivos. Durante la segunda guerra mundial, las fuerzas acorazadas alemanas desafiaron la creencia militar convencional y maximizaron la sorpresa atacando a través de los bosques "impenetrables" de las Ardenes.

Como muestra el siguiente extracto, los aliados fueron sorprendidos, no una sino dos veces.

"El éxito en la preservación del secreto había sido un factor importante para sorprender al Alto Mando Francés en mayo de 1940. El punto sobre el cual caería el peso principal de la ofensiva alemana había sido ocultado hasta el último momento. Para cuando las fuerzas francesas habían alcanzado el Meuse entre Givet y Namur, las divisiones acorazadas alemanas estaban ya a la vista del Semois, y los franceses habían sido sorprendidos mientras aún estaban en movimiento. Pero esto había pasado en la primavera y la teoría del estado mayor general francés había sido que las Ardenes eran impasables.

La penetración de Guderian en Sedan había mostrado la falacia de la teoría de la "fortaleza" de las Ardenes. Pero cuatro años después nadie imaginaba que la misma situación se repetiría. Los generales estadounidenses pueden haber sido inexpertos en el campo de batalla, pero sin duda ciertamente habían estudiado la operación de 1940."

FUENTE: Jacques Nobecourt

(b) La máscara (overlay) de obstáculos combinados es utilizada para representar las áreas en donde la movilidad puede ser categorizada como irrestricta, restringida, o severamente restringida. Las áreas irrestrictas están libres de cualquier obstáculo o restricciones de movimiento. Las áreas restringidas se representan normalmente como máscaras con líneas diagonales para indicar terrenos que dificultan en un cierto grado los movimientos. Las áreas severamente restringidas son normalmente representadas por líneas diagonales cruzadas para indicar terrenos que dificultan severamente o retrasan los movimientos militares, salvo que se haga algún esfuerzo para reforzar la movilidad. Esta clasificación de movilidad de los terrenos no es absoluta pero refleja los efectos relativos del terreno en los tipos de fuerzas y las formaciones de maniobras de combate. Está basada en la habilidad de una fuerza para maniobrar en formaciones de combate, usualmente lineal, o en transición de un tipo de formación a otro, por oposición a simplemente moverse a través de un trozo de terreno. Identificar un área como terreno "severamente restringido", por ejemplo, no implica que moverse a través de esa área sea imposible, sólo que en algunas operaciones militares puede ser impráctico. Las unidades que se mueven en formaciones de columna a lo largo de caminos generalmente tienen poco inconveniente en atravesar terrenos severamente restringidos.

(4) Terreno Clave (llave). El terreno clave (llave) es cualquier localidad, o área, cuya toma o retención permite una marcada ventaja a cualquier fuerza. Por lo tanto, a menudo es elegido como un punto decisivo y un objetivo a nivel táctico u operacional. Algunos terrenos clave (llave) tales como un aeropuerto o un puerto, puede ser designado como un objetivo de nivel operacional si afecta significativamente la habilidad del Comandante de la fuerza conjunta (JFC) para desplegar o emplear componentes de la fuerza conjunta. Por ejemplo, un comandante operacional puede considerar como terreno clave (llave) un complejo urbano que es un centro de transportes importante, una red de caminos que provee pasaje a través de un terreno restringido, o un área geográfica que provee recursos agroindustriales, industriales, o naturales críticos.

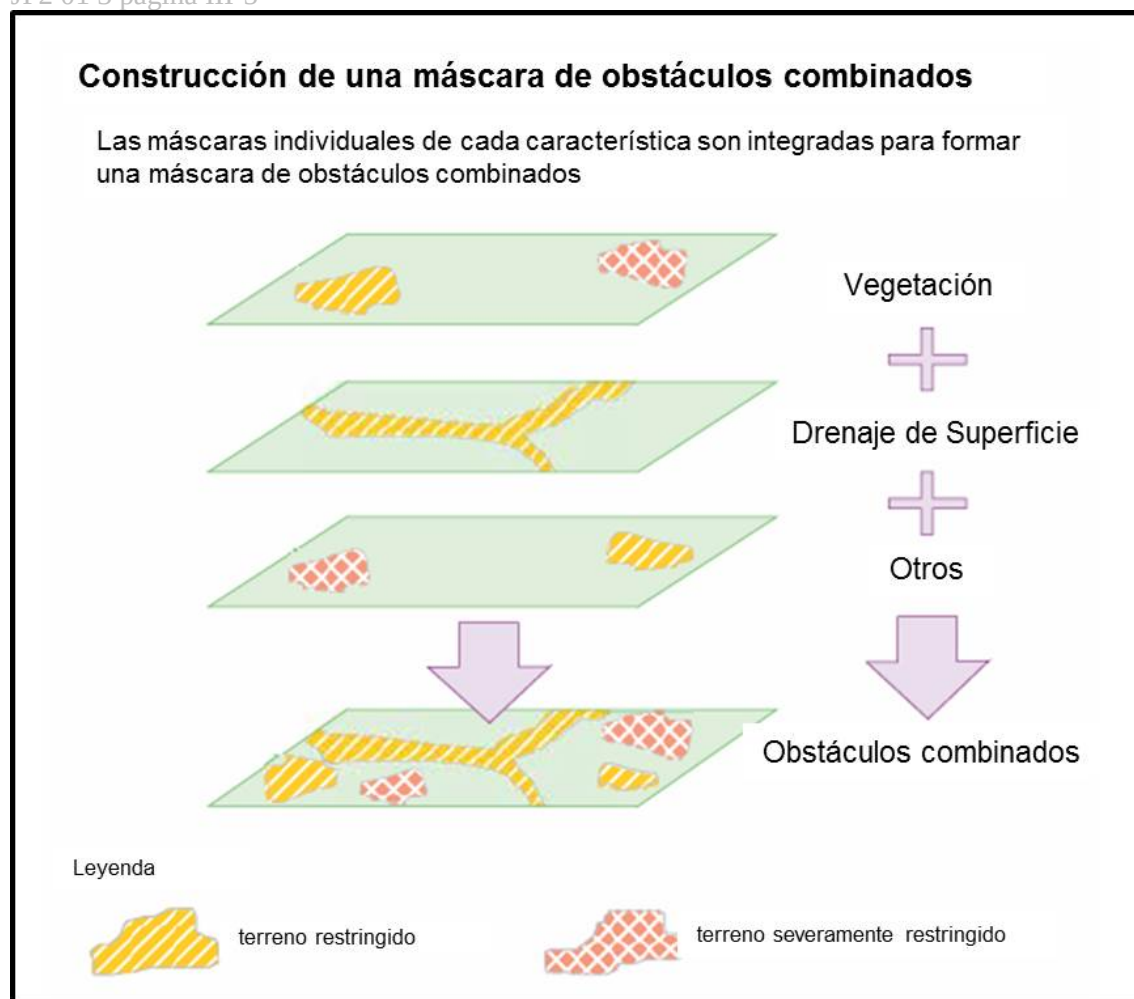


Figura III-2. Construcción de una Máscara de Obstáculos Combinados

El terreno clave (llave) es evaluado calculando el impacto sobre el resultado de la batalla de su captura por cualquier fuerza. Hay dos técnicas sugeridas para asistir en este análisis.

(a) Evaluar primero los otros cuatro aspectos militares del terreno; luego integrar estos resultados para identificar y evaluar el terreno clave (llave). Por ejemplo, el terreno clave (llave) podría incluir un grupo de cerros con buena observación y campos de tiro que cubren un área que provee a las fuerzas adversarias una cantidad de avenidas de aproximación rápidas.

(b) Si el tiempo lo permite, realizar un “mini juego de guerra” para visualizar los posibles resultados de la batalla. El terreno clave (llave) normalmente es representado en máscaras con una “K” mayúscula dentro de un círculo o una curva que contiene y sigue los contornos del terreno designado. En la ofensiva, los dispositivos del terreno clave (llave) están usualmente delante de las fuerzas amigas y son a menudo asignados como objetivos. En la defensa, el terreno clave (llave) usualmente está dentro o detrás del área defensiva y debería ofrecer buena observación sobre las avenidas de aproximación, y permitir al defensor cubrir un obstáculo por el fuego.

(c) Las consideraciones adicionales incluyen lo siguiente:

1. El terreno clave (llave) varía con el nivel de comando. Por ejemplo, una gran ciudad puede representar un objetivo importante para un comandante de nivel operacional, mientras que un comandante táctico puede considerarla como un obstáculo.

2. El terreno que permite o niega la maniobra, tal como puentes o estrangulamientos, pueden ser terrenos clave (llave).

3. Los grandes obstáculos raramente constituyen terreno clave (llave). Por lo tanto, la altura que domina un río, en lugar del río en sí mismo, es considerada el terreno clave (llave).

4. El terreno clave puede incluir áreas y facilidades que pueden tener un impacto extraordinario en el cumplimiento de la misión (ej.: las facilidades de lanzamiento de misiles, lugares de lanzamiento de misiles de crucero, aeródromos).

(5) Avenidas de Aproximación. Una avenida de aproximación es una ruta aérea o terrestre que una fuerza atacante de una determinada magnitud usa como camino al dirigirse hacia su objetivo o terreno clave (llave). La identificación de las avenidas de aproximación es importante porque todos los modos (cursos) de acción (COAs) que comprenden maniobras dependen de las avenidas de aproximación disponibles. Durante las operaciones ofensivas, la avenidas de aproximación son evaluadas en términos de su habilidad para facilitar la maniobra propia hacia el objetivo y de la capacidad del adversario para abandonar o reforzar el objetivo. A la inversa, durante las operaciones defensivas, las avenidas de aproximación son analizadas en relación con sus habilidades para facilitar un ataque adversario a posiciones propias y con la capacidad de las fuerzas propias para reforzar el área de batalla. Las avenidas de aproximación deberían ser analizadas utilizando los siguientes procedimientos:

(a) Identificar los Corredores de Movilidad (desplazamiento). Los corredores de movilidad (desplazamiento) son áreas relativamente libres de obstáculos donde una fuerza puede capitalizar los principios de masa y velocidad, pero que están canalizados debido al terreno restrictivo a lo largo de ambos flancos. En operaciones convencionales, se usa la máscara de obstáculos combinados para identificar los corredores de movilidad (desplazamiento) lo suficientemente anchos como para permitir la maniobra táctica. Los mejores corredores contienen terreno irrestricto lo suficientemente ancho como para permitir a una fuerza moverse según sus formaciones doctrinariamente preferidas mientras evita los obstáculos mayores. Normalmente, los corredores de movilidad (desplazamiento) son identificados para fuerzas dos escalones debajo del tamaño de las fuerzas propias. Los corredores de movilidad (desplazamiento) también dependen del tipo y movilidad de la fuerza que está siendo evaluada. Por ejemplo, las unidades mecanizadas y acorazadas generalmente requieren grandes áreas abiertas, mientras que las unidades de infantería desmontada, los insurgentes, y terroristas son menos entorpecidos por el terreno abrupto y prefieren áreas que proveen algún ocultamiento y cubierta. Las fuerzas de infiltración pueden evitar los corredores de movilidad (desplazamiento) y en su lugar usar rutas a lo largo de líneas de riscos o desfiladeros.

(b) Categorizar los Corredores de Movilidad (desplazamiento). Los corredores de movilidad (desplazamiento) deberían ser categorizados de acuerdo con el tamaño o tipo de fuerza que pueden acomodar, tales como una división mecanizada o una brigada acorazada. Los corredores de movilidad (desplazamiento) pueden también ser priorizados ordenadamente por el uso deseado. Por ejemplo, un corredor a través de un terreno irrestricto apoyado en una red de caminos es generalmente más deseable que uno a través de un terreno restringido sin caminos.

JP2 01 3 página III-7

(c) Agrupar los Corredores de Movilidad (desplazamiento) para Formar Avenidas de Aproximación. Dos o más corredores de movilidad (desplazamiento) son agrupados juntos para formar avenidas de aproximación (ver Figura III-3). Este agrupamiento puede estar basado en factores tales como cruces (huecos en el terreno restringido que separa corredores de movilidad (desplazamiento)) o dos o más corredores que llevan al mismo objetivo. Las avenidas de aproximación están normalmente identificadas para fuerzas de un escalón más bajo que el comando propio, y pueden incluir áreas de terreno severamente restringido. Las avenidas de aproximación son representadas utilizando flechas que muestran los corredores de movilidad (desplazamiento) que constituyen la avenida.

(d) Evaluar las Avenidas de Aproximación. Identificar las avenidas de aproximación para evaluar aquellas que mejor apoyan a las capacidades de la maniobra. Cada avenida es evaluada en términos de su idoneidad para acceder a terrenos claves (llaves) y avenidas adyacentes, el grado de canalización y la facilidad de movimiento, el uso del ocultamiento y cubiertas, el uso de la observación y campos de tiro, la sustentabilidad a través de las líneas de comunicaciones (LOCs) y la claridad del objetivo.

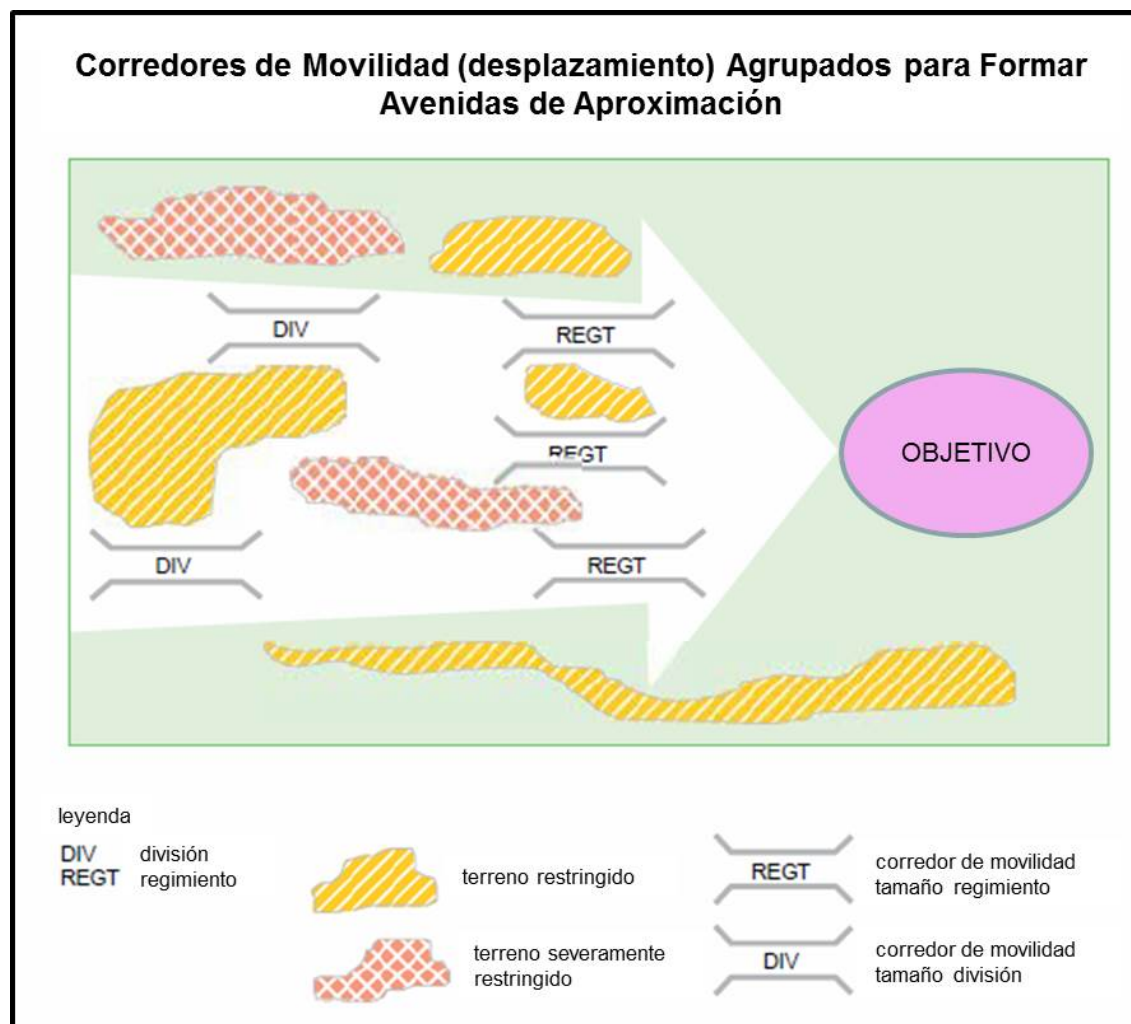


Figura III-3. Corredores de Movilidad Agrupados para Formar Avenidas de Aproximación

(e) Priorizar las Avenidas de Aproximación. Priorizar cada avenida de aproximación basados en su habilidad total para apoyar la maniobra.

(6) Evaluar el Impacto del Dominio Terrestre en las Operaciones Militares. El paso final en el análisis del dominio terrestre es relacionar la evaluación de los aspectos militares del terreno con los varios modos (cursos) de acción (COAs) generales disponibles para las fuerzas terrestres propias y adversarias. Para este propósito, los modos (cursos) de acción (COAs) son usualmente identificados como para operaciones ofensivas, defensivas, de refuerzo, y retrógradas. El posible impacto del terreno en cada modo (curso) de acción (COA) es analizado para identificar áreas a lo largo de cada avenida de aproximación que son aptas para ser usadas como áreas de empuñamiento potenciales, sitios de emboscada, posiciones de batalla, y objetivos inmediatos o intermedios. Las áreas de empuñamiento y los sitios de emboscada están usualmente ubicadas en áreas con ocultamiento y cubiertas mínimos donde una fuerza que maniobra será vulnerable al fuego de las armas de una fuerza opositora. A la inversa, las posiciones de batalla son usualmente seleccionadas basados en la disponibilidad de cubiertas y ocultamiento donde la fuerza que maniobra así como una buena observación y campos de tiro. El terreno raramente favorece a un tipo de operación o modo (curso) de acción (COA) a través de los enteros ancho y profundidad del ambiente operacional (OE). Por ejemplo, las áreas con pobres posiciones de batalla y áreas de empuñamiento mínimamente aceptables usualmente favorecen la ofensiva, mientras que la defensa se ve facilitada por buenas posiciones de batalla. Las áreas del ambiente operacional (OE) en donde el terreno favorece predominantemente un modo (curso) de acción sobre otros debería ser identificado y representado gráficamente. La técnica de graficación más efectiva es construir una máscara modificada de obstáculos combinados (MCOO) representando (en adición a las áreas restringidas y severamente restringidas ya mostradas) ítems tales como avenidas de aproximación y corredores de movilidad (desplazamiento), sistemas de obstáculos contra la movilidad, terreno defendible, áreas de empuñamiento, y terreno clave (llave) (ver figura III-4). El resultado del análisis del terreno debería ser diseminado al estado mayor de la fuerza conjunta lo más pronto posible, y hacerlo accesible a los comandantes subordinados y de apoyo y sus estados mayores, mediante la estimación (apreciación) de inteligencia, el análisis del área operacional, y la máscara modificada de obstáculos combinados (MCOO).

b. El Dominio Marítimo. El dominio marítimo – los océanos, mares, bahías, estuarios, islas, áreas costeras, litorales, y el espacio aéreo sobre ellos – es un vasto espacio de maniobra que permite la maniobra táctica en el aire, la superficie, y debajo de la superficie del agua. No obstante, aún en áreas oceánicas abiertas, las masas de tierra distantes y la infraestructura de apoyo en tierra pueden impactar las operaciones navales primariamente debido al rango de los sistemas de armas y sensores del adversario. Las áreas litorales pueden contener elementos tales como estrechos o estrangulamientos que restringen la maniobra táctica o afectan la efectividad de armas y sensores. Tanto las porciones de océano abierto como litorales del área operacional y del área de interés (AOI) deberían ser analizadas. Los aspectos militares claves del dominio marítimo pueden incluir espacios de maniobra y estrangulamientos; puertos naturales y fondeaderos; infraestructuras hechas por el humano; líneas de comunicaciones marítimas (SLOCs), en donde la nación es signataria de la Convención de Naciones Unidas sobre la Ley del Mar, y las características de la superficie del océano y de la sub superficie.

(1) Espacio de Maniobra y Estrangulamientos. Los buques de superficie compensan la falta de cubrimiento y ocultamiento del mar utilizando la maniobra para reducir la habilidad de un adversario para localizarlos en un tiempo y lugar específicos. El espacio marítimo confinado limita la habilidad de maniobra de una fuerza marítima, incrementando por lo tanto el peligro de que pueda ser localizada y empeñada. Asimismo, la proximidad a tierra de una fuerza marítima incrementa la amenaza potencial de los misiles antibuque y aviones del adversario. Una fuerza marítima operando en

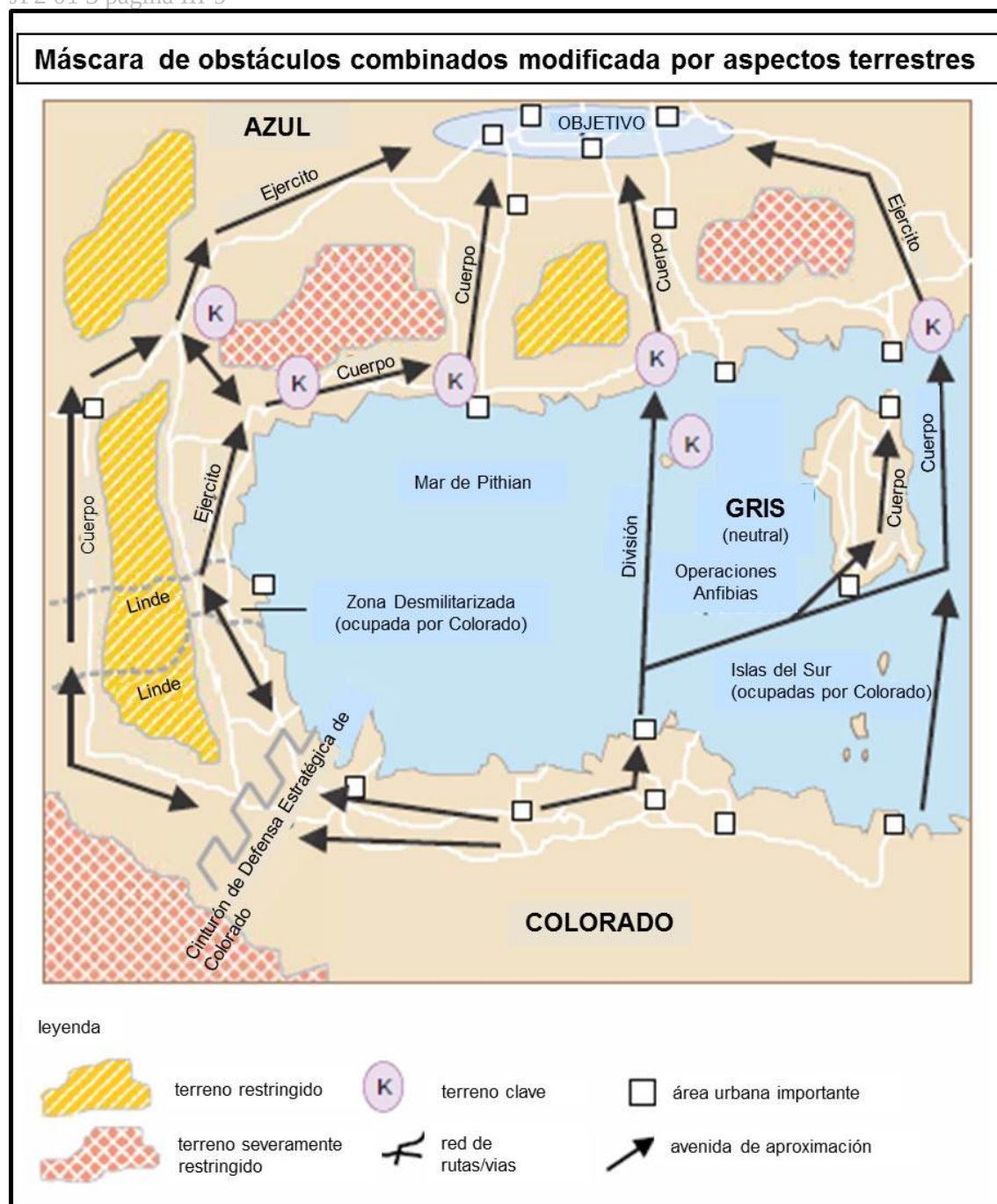


Figura III-4. Máscara de Obstáculos Combinados Modificada por Aspectos Terrestres

aguas confinadas cerca de medios aéreos o misiles del adversario basados en la costa puede tener insuficiente tiempo de alerta disponible para contrarrestar una amenaza aérea ingresando. Esto es porque la efectividad del sistema de defensa aérea de una fuerza marítima depende grandemente de la distancia a la cual la amenaza aérea puede ser detectada. Los estrangulamientos tales como estrechos o angostamientos son áreas extremadamente peligrosas debido a su habilidad para limitar severamente la maniobra táctica. Este efecto es magnificado por las operaciones de la fuerza de tareas, ya que algunas formaciones de buques éstos pueden ser forzados a "acercarse"

en un espacio de agua confinado y el área requerida por una formación de varios buques para maniobrar es significativamente mayor que la de un buque individual. Finalmente, la efectividad de las minas navales puede ser reforzada notablemente en aguas confinadas.

(2) Puertos Naturales y Fondeaderos. Los puertos naturales y fondeaderos pueden ser explotados tanto por fuerzas navales propias como adversarias y deberían estar identificadas y analizadas. Dependiendo del terreno circundante, algunos puertos y fondeaderos naturales, tales como fiordos, pueden ofrecer cubiertas y ocultamiento limitados para los combatientes navales y pueden brindarle al adversario una oportunidad para lanzar salidas inesperadas contra los buques propios. Igualmente las fuerzas propias pueden utilizar estas áreas como santuarios para frustrar los intentos de un adversario para localizarlas y marcarlas como blancos.

(3) Infraestructura Hecha por el Humano. Toda la infraestructura hecha por el humano que sea capaz de influir en las operaciones navales en el área de interés (AOI) debería ser identificada y analizada. Esto incluye facilidades de puertos civiles, bases navales, aeródromos, y sitios de misiles antibuque estén ocupados o no. La capacidad de las facilidades de puertos civiles es particularmente importante cuando se analizan las capacidades de apoyo logístico adversarias y propias. Las bases navales deberían ser analizadas en relación a cuán bien están posicionadas para apoyar el control del mar, proyección del poder, u operaciones anfibas en aguas adyacentes.

(4) Líneas de Comunicación Marítima (SLOCs). Las líneas de comunicación marítima (SLOCs) deberían ser identificadas y analizadas teniendo en cuenta su importancia relativa para un país adversario, propio o neutral en el área de interés (AOI). Las áreas potenciales de interdicción (tales como los estrangulamientos) junto con las líneas de comunicación marítima (SLOCs) deberían ser identificados junto con las bases navales, facilidades de defensa costera, y aeródromos desde los cuales se podrían originar las operaciones de interdicción. Factores adicionales a considerar incluyen el tipo, densidad, y facilidad de identificar el movimiento de buques a lo largo de las líneas de comunicación marítima (SLOCs).

(5) Características de la Superficie Oceánica. El ambiente de la superficie oceánica actualmente varía ampliamente dependiendo de las condiciones de meteorología y oceanografía (METOC). El oficial superior de meteorología y oceanografía (METOC) (SMO) evalúa los efectos de las variaciones estacionales de meteorología y oceanografía (METOC) en las operaciones marítimas de superficie a través del área de interés (AOI). Ejemplos de algunas consideraciones importantes de meteorología y oceanografía (METOC) incluyen vientos y temperatura. Los vientos y tormentas proveen el mecanismo para formación de olas, y por lo tanto determinan la rugosidad de la superficie del océano y el estado del mar. El estado del mar es un factor importante en la determinación de las posibilidades de las operaciones navales y de la funcionabilidad de las plataformas de armas marítimas. La temperatura controla la extensión de las formaciones de hielo e impacta en la fuerza y dirección de las corrientes oceánicas. La presencia del hielo oceánico es una variable estacional significativa que afecta directamente la navegación, las operaciones portuarias, y las disponibilidades portuarias. En algunas instancias, las condiciones severas de hielo pueden forzar a las unidades navales a redespiegues estacionales a bases alternativas. La presencia de corrientes oceánicas es una variable importante en tiempo real que impacta directamente en la navegación y las operaciones navales.

(6) Características de la Subsuperficie Oceánica. Las características de la subsuperficie del océano son cruciales para el comportamiento de submarinos, vehículos submarinos no tripulados, y operaciones antisubmarinas y de minado (colectivamente conocidas como guerra submarina). Las capacidades del sonar son significativamente afectadas por variables tales como las meteorológicas y oceanográficas (METOC), incluyendo: la composición del fondo marino, el contenido salino y temperatura del agua a varias profundidades, la presencia de corrientes oceánicas y torbellinos, y el ruido ambiental en varias áreas del

JP2 01 3 página III-11

océano. Los combatientes también necesitan tener conocimiento de las propiedades ópticas de la columna de agua a fin de calcular la vulnerabilidad de la detección no acústica en superficie y en sub superficie, la efectividad de los sistemas de escaneo laser, y la vulnerabilidad/visibilidad del buzo durante las operaciones de buceo. Esto incluye el entendimiento del potencial de la bioluminiscencia en un área que puede iluminar a fuerzas adversarias o propias en la noche. La batimetría puede proveer a los submarinos con una versión marítima del enmascaramiento terrestre y las avenidas de aproximación. La profundidad oceánica es otro ejemplo de una característica meteorológica y oceanográfica de la sub superficie, vitalmente importante para las operaciones navales. Por ejemplo, la disponibilidad del patrón de propagación acústica en la zona convergente requiere exceso de profundidad. La profundidad oceánica también es particularmente crucial cuando se conducen operaciones bajo hielo, ya que la variación del grosor del hielo oceánico crea un techo que puede ser severamente restrictivo para el espacio vertical de maniobra de un submarino. Además, la utilización de modelos oceanográficos que proveen estimaciones batimétricas y pronósticos de las condiciones oceánicas pueden ser usados por el combatiente para lograr ventaja durante los procesos de planeamiento y de toma de decisión.

(7) Características del litoral. Características tales como pendiente y composición de las playas, dispositivos del terreno costero e infraestructura de transporte, mareas, y corrientes son factores críticos en el planeamiento y conducción de las operaciones navales. Por ejemplo, debido a la relativamente plana trayectoria del fuego naval, las líneas de acantilados costeros perpendiculares a la dirección de fuego facilitan el enmascaramiento del terreno. Los buenos lugares de desembarco anfibio dependen no solamente de la pendiente y composición de la playa, ya que debería tener también disponibilidad de acceso costero de la infraestructura de transporte para facilitar el rápido movimiento hacia el interior y la captura de terreno clave. El oficial superior de meteorología y oceanografía (SMO) calcula los efectos del ambiente meteorológico y oceanográfico (METOC) litoral en las operaciones anfibias propias y adversarias.

(8) Ubicaciones y Areas Operacionales Potenciales de la Aviación Basada en Portaaeronaves y de Misiles de Crucero Lanzados desde el Mar (SLCM). Si el adversario tiene un portaaeronaves, submarino, capacidad de misiles de crucero lanzados desde el mar, los cuerpos de agua en el área de interés (AOI) deberían ser analizados para determinar posibles ubicaciones de despliegue. Las fuerzas de tareas de portaaeronaves normalmente requieren un adecuado espacio marítimo en el cual maniobrar y mantener la seguridad. Los portaaeronaves normalmente evitarán los cuerpos de agua confinados o restrictivos a lo largo de un litoral adversario. No obstante, pueden operar en tales aguas si el nivel de amenaza es bajo, si la operación así lo requiere, o si pueden tomar ventaja de características geográficas tales como el enmascaramiento del terreno. Identificar las ubicaciones de lanzamiento potenciales de los misiles lanzados desde el mar (SLCM) es más problemática, y depende grandemente de factores tales como ubicación del blanco, alcance del misil de crucero lanzado desde el mar, y la plataforma de lanzamiento adversaria (ej.: combatiente de superficie versus submarino). Por ejemplo, la composición del fondo marino y las curvas fantasmas necesitan ser analizadas para determinar las posibles ubicaciones del submarino dentro del alcance de los blancos potenciales de los misiles de crucero lanzados desde el mar.

(9) Evaluar el Impacto del Dominio Marítimo en las Operaciones Militares. Las características militares del dominio marítimo deberían ser evaluadas para determinar cómo pueden afectar los modos (cursos) de acción (COAs) adversario o propio. Esto debería incluir una evaluación de varios cuerpos de agua y áreas litorales en el ambiente operacional (OE) para determinar si constituyen geografía clave. Por ejemplo, el control o negación de un cuerpo de agua cerca de un sitio de desembarco anfibio, o adyacente a una avenida de aproximación que corre a lo largo de una llanura costera, puede ser crítica tanto para las operaciones conjuntas propias o adversarias. La ubicación de bases navales debería ser evaluada en relación con sus habilidades para apoyar el control del mar u operaciones anfibias en estas áreas geográficas claves. La geografía clave adicional podría incluir

JP2 01 3 página III-12

elementos tales como estrangulamientos, canales, ríos, puertos, bases aéreas, e islas. La evaluación de geografía potencialmente clave debe estar basada en el grado en que los elementos marítimos controlan o dominan el ambiente operacional (OE) o dan una marcada ventaja a uno de los modos (cursos) de acción (COAs) del adversario o propio; por ejemplo, el Estrecho de Gibraltar y el Canal de Suez controlan la habilidad para reforzar o abastecer operaciones en el Mar Mediterráneo y en el Golfo Pérsico, bases aéreas en Islandia dominan las líneas marítimas en el medio del océano del Atlántico Norte, y Diego García sirve como una base marítima preposicionada para apoyar operaciones conjuntas en el Océano Índico y el Golfo Pérsico. Durante las operaciones anfibia, las evaluaciones de los dominios marítimo y terrestre deberían ser combinadas para identificar áreas de desembarco anfibio que no sólo pueden ser soportadas desde el mar, sino también que conectan con ventajosas avenidas terrestres de aproximación que llevan a objetivos terrestres claves. Otras características ambientales a considerar incluyen el grado en que las áreas con limitado espacio marítimo pueden limitar las capacidades navales, las áreas donde las características de la sub superficie oceánica pueden degradar al sonar o facilitar el uso de minas navales (ej.: corrientes, gradientes de temperatura, y geografía del fondo), y áreas dentro del alcance de misiles antibuques y aeródromos del adversario basados en tierra. Las ubicaciones de las bases navales adversarias deberían ser evaluadas en relación a qué tan bien apoyan las capacidades de la fuerza conjunta adversaria para atacar, defender, reforzar, o retrogradar. Los ejes y avenidas de aproximación adversarios, las áreas de alto riesgo, las áreas de bajo riesgo. Y las áreas de potencial empeñamiento naval deberían ser identificadas. Todas las características significativas del dominio marítimo deberían ser representadas gráficamente en una máscara de obstáculos combinados modificada (MCOO) (ver figura III-5). El resultado final debería ser una evaluación de cómo el dominio marítimo ayuda o dificulta la presencia adelantada, disuasión, control del mar, proyección del poder, u operaciones anfibia en y alrededor de áreas geográficas claves identificadas como cruciales por los modos (cursos) de acción (COAs) conjuntos adversario o propio.

c. El Dominio Aéreo. El dominio aéreo es el medio de operación para las aeronaves de ala fija y ala rotativa, los sistemas de defensa aérea, los sistemas de vehículos aéreos no tripulados, misiles de crucero, y algunos sistemas de misiles y antimisiles balísticos. Las avenidas aéreas de aproximación son diferentes de las avenidas terrestres y marítimas. No obstante, el dominio aéreo es parcialmente influenciado por las características de la superficie. Por ejemplo, algunas operaciones aéreas militares pueden obtener ventaja del enmascaramiento del terreno. La ubicación o potencial ubicación de aeródromos, sitios de misiles, portaaeronaves, submarinos con misiles de crucero, y silos de lanzamiento reforzados también afectan a las operaciones aéreas y deberían ser considerados cuando se analiza el dominio aéreo. Las características de la superficie tales como la triple cubierta de la jungla y áreas urbanas densas pueden presentar dificultades para la recolección y la adquisición/reconocimiento de los blancos. Igualmente, los edificios urbanos presentan mayor riesgo de daño colateral no deseado y bajas civiles como resultado de operaciones letales. Además, los efectos de las condiciones de meteorología y oceanografía (METOC) son particularmente cruciales en el dominio aéreo. Por ejemplo, la combinación de picos montañosos y un bajo techo de nubes puede hacer que las operaciones aéreas sean peligrosas o no factibles para algunos tipos de aeronave y para armas de guiado óptico.

(1) Características y Configuración del Blanco. Basados en un análisis de la misión de la fuerza conjunta y los modos (cursos) de acción generales del adversario, los blancos potenciales deberían ser identificados y analizados. Un blanco es una entidad que realiza una función que el adversario puede considerar como para posible empeñamiento u otras acciones. Los blancos deberían estar agrupados en paquetes acordes a cómo van a apoyar la postura ofensiva o defensiva adversaria. Por ejemplo, los adversarios normalmente colocarán una parte de sus aeronaves para defender

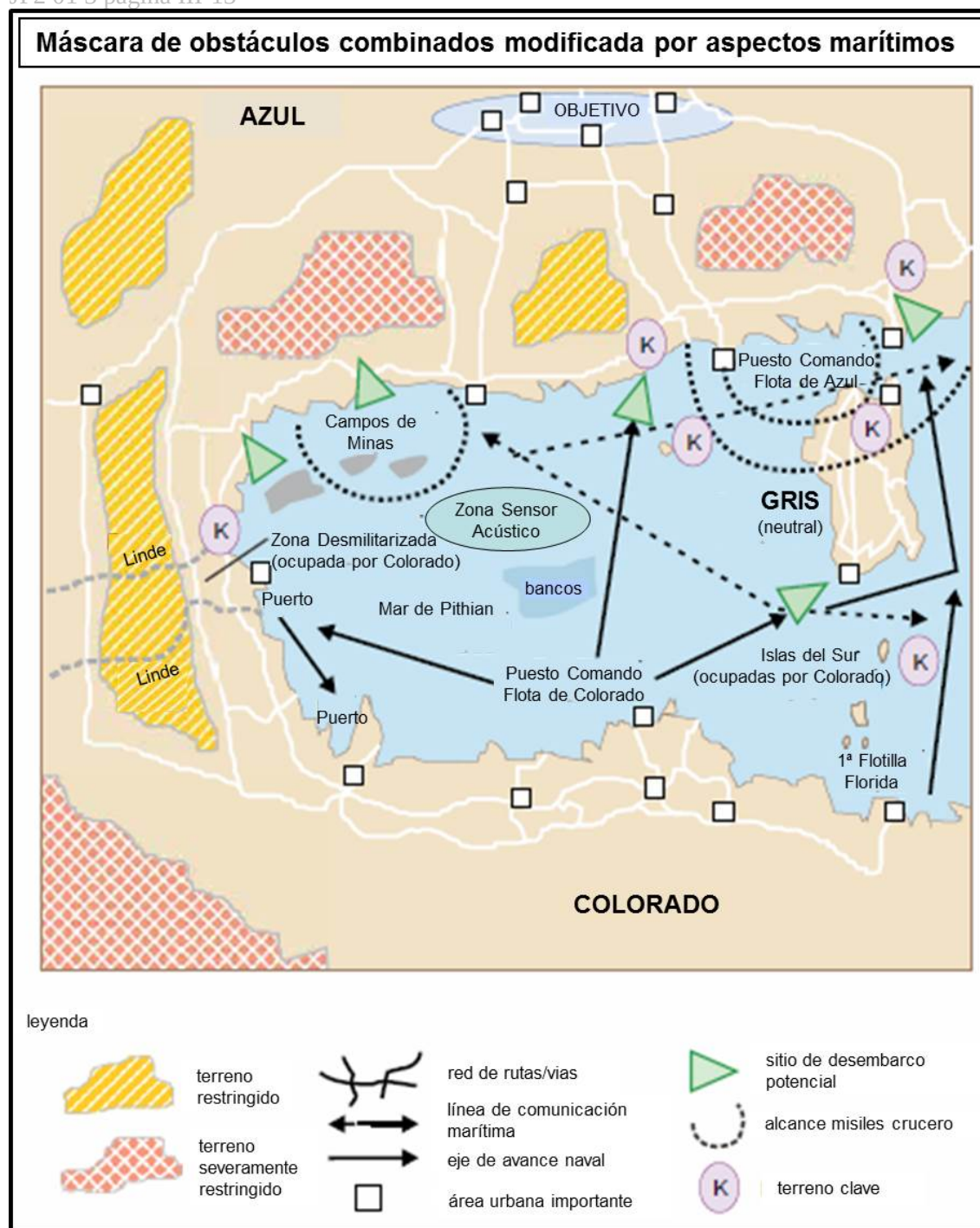


Figura III-5. Máscara de Obstáculos Combinados Modificada por Aspectos Marítimos

sus facilidades de alto valor; tal infraestructura constituiría por lo tanto un conjunto de blancos con una postura aérea "defensiva" para el adversario. De la misma forma, los medios críticos para las fuerzas propias constituirían un conjunto de blancos con una postura aérea "ofensiva" para el adversario. Estas áreas de blancos son luego analizadas en relación a varios factores que pueden influir en cómo serán atacados y desde qué dirección. Estos factores pueden incluir si el blanco es

duro o blando, la presencia de defensas aéreas próximas, y las características de los elementos del terreno circundante. Por ejemplo, algunos dispositivos subterráneos profundos pueden requerir el uso de armas de penetración profunda en el terreno lanzadas desde altitudes más altas que las que serían necesarias para ataques a baja altitud a blancos blandos, o pueden requerir un daño funcional al atacar los enlaces del blanco con el mundo exterior. Las capacidades del sistema de defensa aérea pueden conducir a que el perfil de ataque aéreo sea alto, medio, o bajo. Consecuentemente, factores tales como el enmascaramiento del terreno y potenciales envolventes de defensa aérea son consideraciones cruciales en el análisis de los perfiles de ataque aéreo en el área del blanco. El propósito último del análisis de este tipo de blancos es determinar el rumbo y perfil de ataque aéreo óptimos. El rumbo de ataque puede estar combinado con un análisis de las ubicaciones de los aeródromos y una evaluación del terreno para determinar las avenidas de aproximación apropiadas. Los analistas que conducen la preparación del ambiente operacional por la inteligencia conjunta (JIPOE) deberían mantener una relación con los analistas de los blancos a ambos niveles, el de la fuerza de tareas conjunta y el del comando de componente.

(2) Aeródromos e Infraestructura de Apoyo. Todos los aeródromos actuales y potenciales dentro del rango de las áreas de blancos identificadas deberían ser identificados y analizados. Deberían incluir no sólo los aeródromos militares, sino también los civiles o aquellos abandonados capaces de ser rápidamente modificados para apoyar operaciones aéreas. Además, las zonas de aterrizaje potenciales de aeronaves tácticas tales como ensanchamientos de autopistas, campos de futbol o estadios, o las ubicaciones de las pistas de tierra deberían ser consideradas. También, el terreno debe ser evaluado para localizar potenciales sitios de futuras bases aéreas, y para determinar si su elevación será un factor limitativo para el tipo de aeronave que puede utilizar un aeródromo específico. El análisis de los aeródromos debería incluir a todos aquellos capaces de aceptar aeronaves de alas rotativas, alas fijas, o alas rotativas. El análisis de los aeródromos militares actuales y potenciales debería considerar factores tales como:

(a) Largo de pista, ancho, capacidad de peso soporte, elevación, iluminación, ayudas a la navegación, y potencial de expansión.

(b) Proximidad al apoyo logístico y líneas de comunicación (LOCs).

(c) Cantidad de espacio disponible para el estacionamiento de aeronaves militares y su apoyo de infraestructura requerida, para incluir equipos de manipulación de materiales.

(d) Disponibilidad de agua y comida.

(e) Adecuación de la infraestructura de C2.

(f) Disponibilidad, capacidad, y fortalecimiento de las facilidades de depósito de combustibles, aceites y lubricantes.

(g) Capacidades de apoyo militar o civil de la nación anfitriona (HN).

(h) Seguridad de la Base requerida/disponible.

(i) Requerimientos legales relevantes (ley de guerra).

(3) Sitios de Lanzamiento de Misiles. Los arcos de máximo alcance deberían ser dibujados para todos los sitios adversarios de lanzamiento de misiles de crucero y balísticos. Estos deberían incluir los sitios fijos

JP2 01 3 página III-15

así como la ubicación de las guarniciones de las unidades de misiles móviles. El terreno circundante a las ubicaciones de las guarniciones de misiles así como las áreas de operación de los misiles deberían ser analizadas para determinar posibles ubicaciones pre investigadas de lanzamiento, de ocultamiento, y de recarga. Se debería conducir un análisis de los movimientos a campo traviesa para determinar las posibles áreas de operación de sistemas móviles. Las posibles ubicaciones de despliegue deberían ser también identificadas para las unidades de misiles móviles que acompañan a las fuerzas terrestres de avanzada. Las ubicaciones de posible ocultamiento y recarga para los misiles móviles de avanzada podrían incluir áreas forestadas con buen acceso por caminos, pasos bajo nivel de autopistas, depósitos, y posiblemente áreas urbanas. Las fuerzas propias y recursos críticos dentro del alcance de los sitios de lanzamiento potenciales del adversario deberían ser identificados. Esto a su vez facilitará la determinación de las posibles trayectorias de los misiles balísticos adversarios y los azimut de lanzamiento.

(4) Dispositivos de Superficie y Techos de Servicio. El análisis de los dispositivos de superficie y el techo de servicio entre la base aérea y el área del blanco facilitará la identificación y evaluación de las avenidas aéreas de aproximación. El terreno es crítico para el planeamiento de la ruta aérea. Tanto los dispositivos hechos por el humano como los naturales pueden presentar obstáculos a las aeronaves de vuelo bajo, especialmente aquellos que utilizan corredores terrestres como rutas aéreas. Los obstáculos para el vuelo podrían incluir objetos o dispositivos tales como líneas de energía de alta tensión, puentes, edificios altos, represas, torres, o vueltas en el corredor del terreno demasiado cerradas para ser realizadas por aeronaves de alta performance. Los techos de servicio son otro aspecto del ambiente que es crucial para el planeamiento de la ruta. Las operaciones a altitudes extremas (en algunas regiones montañosas o plateau en altura) a menudo limitarían el uso efectivo de aeronaves de ala rotativa. Esto puede ser debido a la inhabilidad para portar la suficiente cantidad de armamento, un inadecuado apoyo ambiental para las tripulaciones, o que exceden el techo operacional de las aeronaves.

(5) Avenidas Aéreas de Aproximación. Las avenidas aéreas de aproximación difieren de las avenidas terrestres de aproximación en que las primeras son de tres dimensiones y a menudo no están constreñidas por los dispositivos geográficos. Las avenidas aéreas de aproximación consideran aspectos no geográficos del ambiente, tales como restricciones de sobrevuelo, características de performance de las aeronaves, capacidades contra aire, cubrimiento de radar de alerta temprana, y la ubicación de las envolventes de defensa aérea. La disponibilidad de espacio aéreo tanto vertical como horizontal para el deconflicto entre aeronaves es también un factor. Bajo ciertas circunstancias el terreno, en combinación con las capacidades del adversario, puede influir en la elección de rutas particulares. Por ejemplo, los corredores terrestres son usualmente deseables para las aeronaves de alas rotativas, porque ellas pueden aprovechar algunos desfiladeros de los sistemas de defensa aérea ubicados fuera del corredor. Por el contrario, las avenidas aéreas de aproximación en un ambiente urbano están a menudo restringidas debido a los obstáculos construidos por el humano (ej.: líneas de energía, la altura de edificios y la posibilidad de sistemas de defensa portátiles) ocultos dentro de la ciudad. La evaluación de los corredores del terreno para uso potencial por las aeronaves de alas rotativas como avenidas aéreas de aproximación debe prestar particular atención a la ubicación de cualquier obstáculo natural o hecho por el humano para volar dentro del corredor. Dependiendo de la vulnerabilidad de la aeronave a la detección, puede ser deseable el enmascaramiento del terreno para proveer el ocultamiento a la observación terrestre o al radar de adquisición. Además, las áreas a lo largo de potenciales avenidas aéreas de aproximación que proveen un buen reflejo del terreno (clutter) contra los radares que miran y disparan hacia abajo son particularmente importantes para las aeronaves de vuelo bajo.

(6) Evaluación del Impacto del Dominio Aéreo en las Operaciones Militares. El paso final en el proceso es evaluar el impacto total del dominio aéreo en las capacidades adversarias

JP2 01 3 página III-16

y propias para conducir operaciones aéreas ofensivas y defensivas y para apoyar los modos (cursos) de acción (COAs) conjuntos o de multi Fuerzas Armadas (Service) tales como ataque, defensa, refuerzo, o retrógrado. Todas las características significativas militares de los ambientes de superficie y aéreo que pueden constreñir o facilitar las operaciones aéreas deberían estar representadas gráficamente en una máscara de obstáculos combinados modificada (MCOO) (ver figura III-6).

(a) Sostenimiento de las Operaciones Aéreas. Los medios aéreos deben estar disponibles para sostener un régimen de salidas suficiente como para cumplimentar todos los objetivos de la porción aérea de la campaña. Factores críticos en la habilidad de la fuerza para sostener las operaciones aéreas incluyen: disponibilidad y estado de entrenamiento de las tripulaciones, régimen de utilización de las aeronaves, disponibilidad de combustible y armamento, efectividad de las medidas de protección de la fuerza, la capacidad de la infraestructura de apoyo, la disponibilidad de zonas de lanzamiento y de extracción, y la capacidad de las líneas de comunicación (LOCs) entre los aeródromos y las facilidades de apoyo logístico. El analista de la preparación del ambiente operacional por la inteligencia conjunta (JIPOE) debe estar preparado para resolver la forma en que estos factores impactarán en el régimen de salidas.

(b) Altitudes y Rangos Operativos. Las operaciones aéreas utilizarán una amplia variedad de aeronaves realizando varios tipos de misiones, incluyendo contra aire, interdicción aérea, apoyo aéreo cercano, ataque estratégico, transporte, operaciones especiales, recolección de inteligencia, reabastecimiento en vuelo, y búsqueda y salvamento en combate. Para realizar estas misiones, las aeronaves tendrán que operar a diferentes altitudes y rangos por diferentes períodos de tiempo. El analista de inteligencia conjunta para la preparación del ambiente operacional (JIPOE) debe por lo tanto estar plenamente familiarizado con las elevaciones del terreno y las variaciones estacionales de la densidad de vuelos en el área operacional, así como con las restricciones de sobrevuelo y las capacidades aéreas y las envolventes de defensa aérea del adversario. De esta forma, el analista podrá identificar y proponer ubicaciones apropiadas para establecer áreas de reunión, ejes de aproximación, y puntos de orbitaje.

(c) Ejecución de la Misión. El analista de inteligencia conjunta para la preparación del ambiente operacional (JIPOE) debe identificar cualquier factor ambiental que pueda asistir o dificultar el cumplimiento de una misión aérea. Estos factores pueden incluir fuentes potenciales de daño colateral; el uso de camouflaje, ocultamiento, y decepción en las áreas de blancos; la ubicación de sistemas de defensa aérea adversarios a lo largo de las avenidas de aproximación; la ubicación de obstáculos para el vuelo; y la meteorología.

(d) Empeñamiento Aéreo y Areas de Emboscada. Las áreas de patrulla aérea de combate, sitios de defensa aérea, y la ubicación de sitios de alerta temprana y detección pasiva son altamente influenciados por el terreno. Estos medios estarán usualmente posicionados para maximizar las líneas de mira (LOS) ópticas y de radar y evitar el enmascaramiento del terreno. El analista debería estar preparado para identificar estas áreas del ambiente operacional (OE) donde los sistemas de defensa aérea y dispositivos del terreno pueden ser integrados para formar óptimas áreas de empeñamiento aéreo y sitios de emboscada.

d. El Dominio Espacial. Las fuerzas que tienen acceso al dominio espacial tienen acceso a un amplio espectro de opciones que pueden ser usadas para mejorar y reforzar las capacidades militares. Cada país tiene acceso sea a sus propios satélites o a los de otro país o entidad comercial mediante la compra de servicios. Por lo tanto el monitoreo y seguimiento de medios espaciales propios, hostiles, e incluso neutrales es necesario para completar el entendimiento del ambiente operacional (OE).

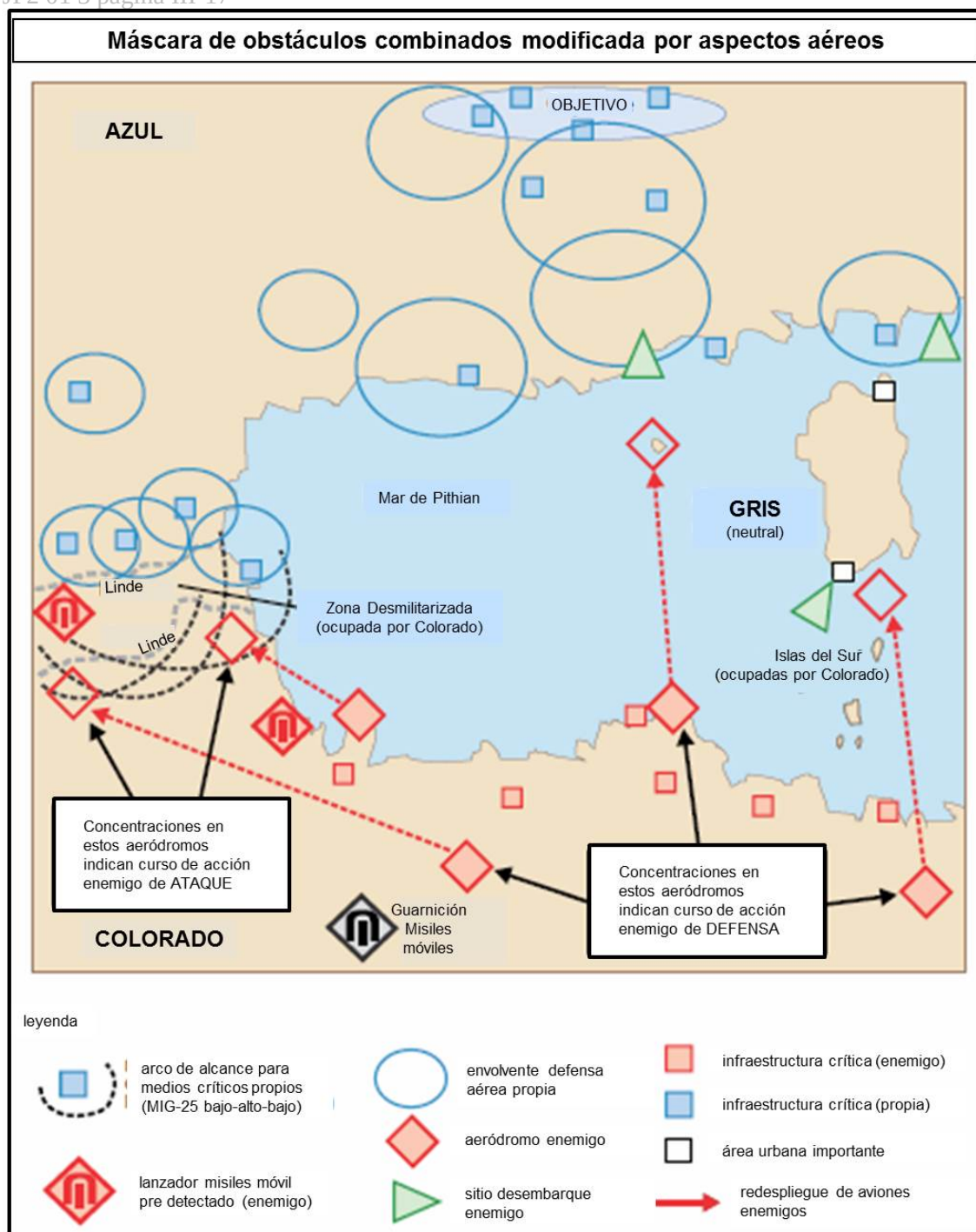


Figura III-6. Máscara de Obstáculos Combinados Modificada por Aspectos Aéreos

(1) El Comando Estratégico de Estados Unidos es responsable de monitorear la actividad espacial extranjera y realizar el análisis mediante todo tipo de fuentes de las operaciones espaciales extranjeras. No obstante, el analista de inteligencia conjunta para preparación del ambiente operacional (JIPOE) también necesita estar familiarizado con algunas características del ambiente espacial a fin de integrar efectivamente los medios de inteligencia espacial con el análisis completo de la inteligencia conjunta para la preparación del ambiente operacional (JIPOE) y para formular los apropiados requerimientos de información (RFIs). Las siguientes características ambientales

tienen el mayor potencial para afectar el uso militar del espacio tanto para las fuerzas propias como adversarias:

(a) Mecánica Orbital. Los satélites terrestres están sujetos a leyes físicas que restringen sus órbitas, y sus parámetros orbitales están gobernados por fuerzas en cierta forma predecibles. Por lo tanto, la órbita de un satélite debe ser conocida para permitir al analista de inteligencia conjunta para la preparación del ambiente operacional (JIPOE) que determine sus impactos en las operaciones de apoyo. Estas restricciones y parámetros pueden ser usados para predecir las ubicaciones de los satélites y para calcular sus funciones y capacidades basados en su asociación con varios tipos de órbitas. Los factores que restringen las órbitas de los satélites incluyen la inclinación y lugar de lanzamiento, tipo de órbita y altitud, y plano orbital y ventanas de lanzamiento.

(b) Propagación. Aunque la energía electromagnética pasa esencialmente sin atenuación a través del espacio, la energía electromagnética asociada con los sistemas de comunicaciones y navegación por satélite y los satélites de reconocimiento y sensado de la tierra son significativamente impactados por los parámetros atmosféricos tales como temperatura, humedad, y presión cuando la energía entra en la atmósfera de la tierra. La absorción atmosférica y la dispersión también impactan en la performance de propagación electromagnética del medio espacial cuando la energía entra en la atmósfera terrestre.

(c) Densidad de las Órbitas y Restos. Dependiendo de su utilidad relativa para las aplicaciones civil y militar, algunas órbitas contienen mayor número de satélites que otras. Esta "tendencia al apiñamiento" presenta un amplio rango de problemas para los planeadores de operaciones espaciales relacionadas con el planeamiento de la ventana de lanzamiento, el posicionamiento del satélite y el control espacial. Un problema relacionado con la densidad orbital es el incremento de la cantidad de restos espaciales en órbita.

(d) Actividad Solar y Geomagnética. El fenómeno del clima espacial ocurre dentro del espacio y el ambiente próximo a la tierra y típicamente es originado por las erupciones solares y las eyecciones de la masa coronal. Las erupciones solares, partículas cargadas, rayos cósmicos, los anillos de radiación de Van Allen, y otro fenómeno natural en el espacio pueden degradar las comunicaciones de radio terrestres y satelitales, degradar los sistemas de radar, inducir anomalías eléctricas en espacionaves, y presentar un riesgo de radiación a los vuelos de alta altitud y a los operadores espaciales. El daño a la red eléctrica o los cortes pueden ocurrir durante las tormentas solares más intensas. Esto puede impactar la precisión de los satélites de posicionamiento global, las comunicaciones en alta frecuencia, los retransmisores en vuelo de comunicaciones, y el reconocimiento basado en el espacio por un período de tiempo en una ubicación específica.

(e) Dependencia del Espectro Electromagnético (EMS). Los medios basados en el espacio dependen del espectro electromagnético (EMS) como su único medio para transmitir y recibir señales. Las frecuencias electromagnéticas que la mayoría de los sistemas basados en el espacio utilizan son fijas y no pueden ser cambiadas después del lanzamiento.

Ver JP 3-14, Space Operations (Operaciones Espaciales), para información adicional sobre las características espaciales.

Ver JP 3-59, Meteorological and Oceanographic Operations (Operaciones Meteorológicas y Oceanográficas), para información adicional sobre METOC.

(2) Evaluar el Impacto del Dominio Espacial en las Operaciones Militares. Los sistemas espaciales son predecibles en cuanto a que ellos están colocados en órbitas que maximizan sus

JP2 01 3 página III-19

capacidades de misión. Por ejemplo, los satélites meteorológicos de alta resolución están normalmente emplazados en órbitas terrestres bajas, mientras que los satélites de comunicaciones y climatológicos que deben ver continuamente un área dada son operados más eficientemente a muy altas altitudes en órbitas geosincrónicas. Igualmente, las órbitas altamente elípticas que proveen grandes tiempos de permanencia sobre el hemisferio norte son útiles para las comunicaciones y otras actividades. Además, el limitado número de facilidades de lanzamiento en el mundo, combinados con las ventanas de lanzamiento predecibles para planos orbitales específicos, facilita la predicción de los lanzamientos de satélites pendientes. Una vez que un satélite es seguido y su órbita determinada, el personal de operaciones espaciales e inteligencia pueden usualmente predecir sus funciones y su posición futura (asumiendo que no maniobre). La trayectoria que realiza el satélite cuando pasa directamente sobre porciones de la tierra puede ser predicha y presentada en un mapa como una traza terrestre del seguimiento del satélite, asumiendo que el satélite no es maniobrado. Los planeadores deberían notar que en momentos de incremento de tensiones, las entidades dueñas de satélites pueden determinar que vale la pena maniobrar un satélite para complicar el seguimiento oportuno por los potenciales adversarios. Esta predictibilidad permite a los analistas de inteligencia conjunta para la preparación del ambiente operacional (JIPOE) alertar a las fuerzas propias respecto a los próximos huecos que se producirán en el cubrimiento del sistema espacial propio o en las capacidades de la misión (tales como cambios en la precisión de los satélites de posicionamiento global), así como las próximas ventanas de vulnerabilidad que se producirán en los sistemas espaciales adversarios. A la inversa, las fuerzas espaciales adversarias están capacitadas para hacer lo mismo. Los seguimientos terrestres predichos y las áreas de vigilancia de los satélites de reconocimiento adversarios, así como las ubicaciones de la infraestructura relacionada con el espacio (ej.: facilidades de lanzamiento espacial, estaciones terrestres de control de satélites), deberían ser representadas en la máscara de obstáculos combinados espacial (MCOO) (ver figura III-7). El analista de inteligencia conjunta para la preparación del ambiente operacional (JIPOE) debería usar esta máscara para identificar los huecos en las capacidades de reconocimiento basadas en el espacio del adversario.

e. El Ambiente de Información. El ambiente de información es el agregado de individuos, organizaciones, y sistemas para recolectar, procesar, diseminar, o actuar sobre la información e incluye el ciberespacio. Tanto las fuerzas propias como adversarias están alertadas del significado y el alcance de las capacidades relacionadas con la información (IRCs) para ganar una ventaja asimétrica en el ambiente de información.

(1) Los actores en el ambiente de información incluyen líderes civiles y militares, tomadores de decisión, individuos, y organizaciones. Los recursos incluyen la información en sí misma y los materiales y sistemas empleados para recolectar, analizar, aplicar, diseminar, y presentar la información y para producir productos relacionados con la información tales como informes, órdenes, y folletos. Las características significativas del ambiente de información pueden ser evaluadas posteriormente dentro de las dimensiones física, informativa, y cognitiva (ver figura III-8).

(a) La Dimensión (Nivel) Física. La dimensión física está compuesta por los sistemas de comando y control (C2), tomadores de decisión claves, y la infraestructura de apoyo que permite a los individuos y organizaciones crear efectos. Es la dimensión en donde residen las plataformas físicas y las redes de comunicaciones que las conectan. La dimensión física incluye, pero no se limita a, los seres humanos, las facilidades de C2, periódicos, libros, torres de microondas, unidades de procesamiento de computadoras, laptops, teléfonos inteligentes, tablets, o cualquier otro objeto que esté sujeto a mediciones empíricas. La dimensión física no está confinada solamente a los sistemas y procesos militares o incluso de base nacional; es una red difusa conectada a través de fronteras nacionales, económicas, y geográficas.

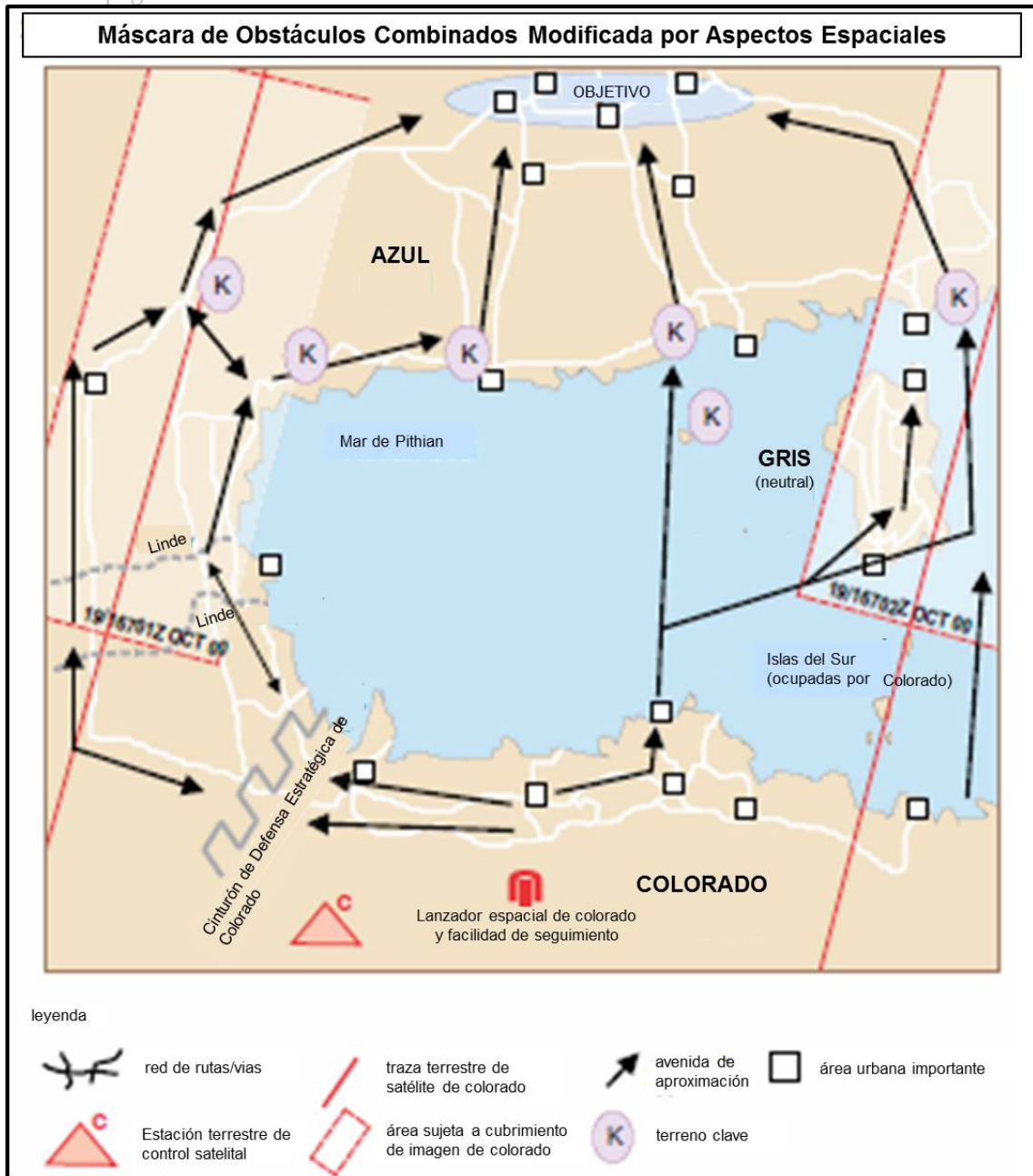


Figura III-7. Máscara de Obstáculos Combinados Modificada por Aspectos Espaciales

(b) La Dimensión (Nivel) Informativa. La dimensión informativa establece donde y como la información es recolectada, procesada, archivada, diseminada, y protegida. Es la dimensión donde el comando y control (C2) de las fuerzas militares es ejercido y donde se expresa la intención del Comandante. Las acciones en esta dimensión afectan al contenido y flujo de la información. La dimensión informativa es parcialmente conformada por estas normas,

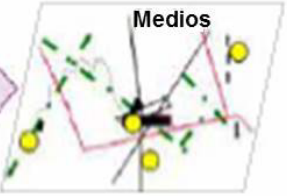
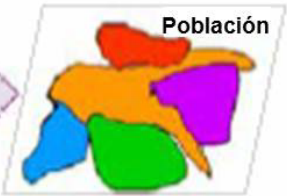
Impacto del Ambiente de Información en las Operaciones Militares			
Característica Significativa	Dimensión (Nivel)	Efecto en Operaciones	Plantilla de la Característica
Medios	Cognitivo	Medios son generalmente positivos con operaciones militares propias	
	Informativo	Propalación medios alcanza 74% de población; informan sobre crimen y sociales	
	Físico	Infraestructura de radio disponible; limitado equipamiento satelital	
Población	Cognitivo	Cree que guerrilleros son criminales, pero no desea apoyar fuerzas propias	
	Informativo	Se basa en boca a boca para informarse; temas principales son justicia, economía, y seguridad	
	Físico	75% Árabe, 23% Persa, generalmente viven en grandes ciudades – foco del esfuerzo en ambiente urbano	
Estructura de Comunicación	Cognitivo	Población tiene limitada confianza en la infraestructura	
	Informativo	Comunicación lenta por infraestructura no confiable; lleva a mayor confianza en intercambio información no técnica	
	Físico	Redes terrestres de comunicaciones limitadas; uso del celular como reemplazo	

Figura III-8. Impacto del Ambiente de Información en las Operaciones Militares

reglas, políticas y procesos, y heurística que guía, informa, y potencialmente encasilla a los tomadores de decisión dentro del ambiente operacional (OE).

(c) La Dimensión (Nivel) Cognitiva. La dimensión (nivel) cognitiva abarca las mentes de aquellos que transmiten, reciben, y responden o actúan en base a información. Se refiere al procesamiento, percepción, juzgamiento, y toma de decisión de individuos o grupos basados en información. Estos elementos son influenciados por varios factores, que incluyen creencias individuales y culturales, normas, vulnerabilidades, motivaciones, emociones, experiencias, moral, educación, salud mental, identidad, e ideologías. Definir estos factores que influyen en

un ambiente dado es crítica para entender cómo influenciar de la mejor forma posible la mente del tomador de decisión y crear los efectos deseados. Por ello, esta dimensión constituye el componente más importante del ambiente de información. El análisis de la dimensión (nivel) cognitivo es un proceso de dos pasos que identifica y calcula todas las características humanas que pueden tener un impacto en la creencia de la población como un todo, en la jerarquía militar y su estructura, y en los líderes militares y civiles, y evalúa la influencia que estas características humanas tienen en las operaciones militares.

1. La Población. Esta parte del análisis de la preparación del ambiente operacional por la inteligencia conjunta (JIPOE) consideraría tanto las poblaciones civiles como militares, especialmente en países donde las instituciones militares pueden tener una relación adversa u opresiva con toda o partes de la población civil. El grado en que las actitudes, creencias, y antecedentes de la jerarquía militar y su estructura coinciden o colisionan con valores fundamentales sostenidos por la población como un todo y/o con el liderazgo es extremadamente importante para este análisis. Otros factores adicionales significativos a considerar incluyen patrones de población, condiciones de vida, agravios históricos reales o percibidos, conflictos y rivalidades nacionales/étnicas/sectarias, lenguas y dialectos, distinciones culturales o de clases, actitudes políticas, creencias y leyes religiosas, niveles de educación, reacciones emocionales a eventos recientes y condiciones de cambio, manipulación de la información, y cualquier situación de refugiados existente o potencial. La imagen cognitiva completa debería incluir un entendimiento de cómo las redes propias, neutrales, y amenazas ven a Estados Unidos y sus socios así como cómo se ven entre ellos. Este entendimiento facilita el desarrollo del modo (curso) de acción que toma en consideración cómo las acciones de cualquiera de las redes afecta a las otras.

2. El Liderazgo. Los datos biográficos de la experiencia de los militares adversarios y de los líderes políticos, tanto de quienes gobiernan como de la oposición, deberían ser compilados. Estos datos deberían incluir información referida a los antecedentes étnicos, de clase, y de familia de los líderes; las relaciones, educación, experiencia, y entrenamiento; y las creencias y valores fundamentales. Los datos de rasgos de carácter tales como las creencias y valores fundamentales de un líder, las tendencias en percepción, fuentes de información, y estilo de toma de decisión deberían ser combinados con un seguimiento del registro histórico de las anteriores decisiones del líder. Tal información puede ser usada para construir un perfil psicológico del líder que pueda asistir en la predicción de cómo ese líder puede responder en una situación dada. Dependiendo de la cantidad de datos disponibles, es posible construir un perfil psicológico del liderazgo como un todo, así como de individuos específicos.

(2) Ciberespacio. Un entendimiento completo de los efectos del ciberespacio en las operaciones es crucial para entender el ambiente de información y del ambiente operacional (OE). El ciberespacio es un dominio global dentro del ambiente de información consistente en la red interdependiente de infraestructuras de tecnología de información y datos residentes, incluyendo a Internet, las redes de telecomunicaciones, sistemas de computadoras, y procesadores y controladores incrustados. Dentro del ciberespacio, la electrónica y el espectro electromagnético (EMS) son usados para archivar, modificar, e intercambiar datos vía sistemas de redes. El ciberespacio puede ser descripto en términos de tres capas (layers) relacionadas con la preparación del ambiente operacional por la inteligencia conjunta (JIPOE): red física, red lógica, y ciber-persona.

(a) La capa de red física del ciberespacio comprende componentes geográficos y físicos y es el medio a través del cual los datos viajan. El componente geográfico es la ubicación en tierra, aire, mar, o espacio donde los elementos de la red residen.

JP2 01 3 página III-23

El componente de la red física consiste en el hardware, la infraestructura (que incluye enlaces de cable e inalámbrico, de satélite y óptico) y nodos/conexiones (para incluir routers (enrutadores) de cable/inalámbrico, switches (llaves), servidores, repetidores, y hosts (anfitriones-hospedajes). Esta capa es un blanco primario para la inteligencia incluyendo inteligencia de señales (SIGINT), inteligencia humana (HUMINT), y fuentes abiertas de inteligencia, y es una capa primaria para la inteligencia geoespacial (GEOINT) y marcación de blancos.

(b) La capa de red lógica es un espacio virtual abstraído de la geografía que está caracterizado por los datos, las aplicaciones, los protocolos de la red de comunicaciones y las topologías que facilitan la creación, archivo, transferencia, procesamiento, y presentación de la información en y a través de la capa de la red física a los usuarios y operadores de la red. La capa lógica representa cómo la red trabaja. Los elementos que están dentro de la capa lógica no están necesariamente relacionados con individuos específicos o nodos físicos. Esta capa también es crítica desde el punto de vista de la inteligencia y marcación de blancos y puede ser muy dinámica en carácter.

(c) La capa de ciber-persona es una abstracción mayor que la capa lógica que es una representación digital de un usuario o identidad de entidad en el ciberespacio. La capa de ciber-persona consiste en gente que está actualmente en la red. Algunos ejemplos de ciber-personas puede incluir direcciones de email, identidades de redes sociales, alias en foros de web o chat room, o números telefónicos de protocolo de voz sobre Internet (voice over Internet – VOI). Un usuario puede tener múltiples ciber-personas y una ciber-persona puede tener múltiples usuarios. Debido a que las ciber-personas pueden no estar ligadas a una ubicación geográfica o nodo físico, se requiere que la recolección y análisis de inteligencia sean significativos para marcar los blancos en esta capa del ciberespacio.

Para información adicional, ver JP 3-12, Cyberspace Operations (operaciones en el ciberespacio).

(3) Evaluar el Impacto del Ambiente de Información en las Operaciones Militares.

El impacto del ambiente de información debería ser analizado para considerar cómo las características significativas afectan las capacidades y modos (cursos) de acción propios, neutrales, y adversarios. Un entendimiento completo del estado actual del ambiente de información, los medios de comunicación local, métodos, fuentes ciertas, influenciadores claves, patrones cognitivos establecidos, normas culturales, perspectivas, narrativa histórica, sistemas de la oposición, y las capacidades relacionadas con la información (IRCs) tanto del adversario como del país anfitrión (host) son críticos para el desarrollo del esfuerzo de sincronización de comunicaciones del Comandante.

(a) Las características significativas, analizadas dentro de las dimensiones física, informativa, y cognitiva, pueden ser gráficamente representadas en una máscara de información combinada (ver figura III-9). El analista puede usar esta máscara para identificar las fortalezas y/o debilidades del ambiente operacional que pueden ser explotadas por fuerzas propias o adversarias. La mentalidad del adversario debería ser evaluada para determinar el probable estado de la moral tanto en la población civil como militar. La moral es un factor significativo no sólo para calcular la capacidad total de una fuerza militar, sino también para evaluar el grado en que la población civil soportará las operaciones militares. El grado de lealtad al sistema debería ser calculado no sólo para la población, sino también, si es posible, para los líderes individuales. Dependiendo de la situación, factores tales como el sentimiento de agravio o diferencias étnicas, religiosas, políticas, o de clases pueden ser explotables para propósitos de operaciones de apoyo a la información militar (MISO). Los perfiles psicológicos de líderes militares y

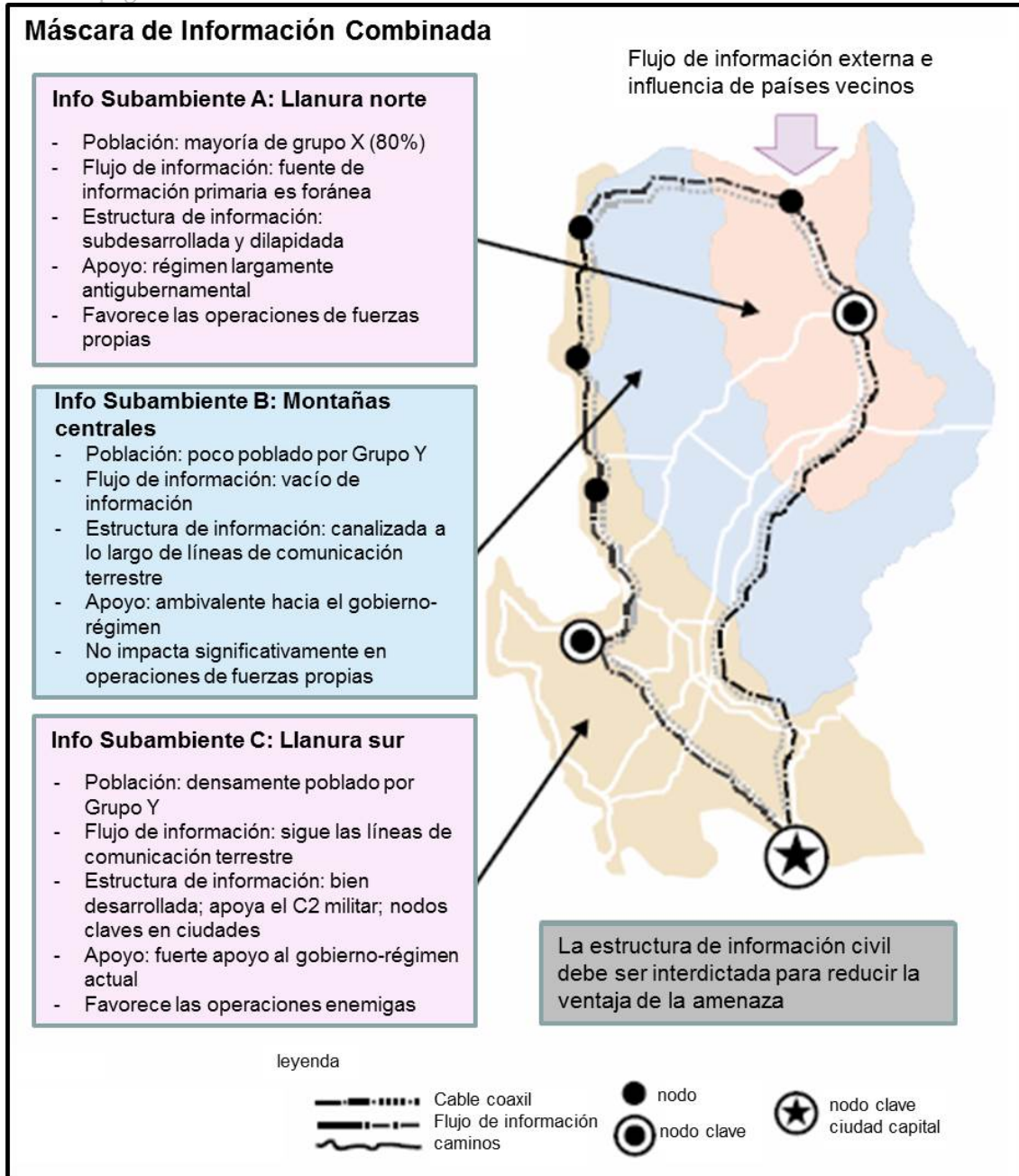


Figura III-9. Máscara de Información Combinada

políticos pueden facilitar entender el comportamiento del adversario, evaluar la vulnerabilidad del adversario a la decepción, y valorar la probabilidad relativa de los modos (cursos) de acción que adopte el adversario.

(b) El impacto del ciberespacio debería ser evaluado mediante la identificación y priorización de estos sistemas de información y redes considerados los más críticos para el planeamiento y ejecución de las operaciones militares. Dependiendo de la criticidad del sistema, los efectos de la pérdida de datos o aún un corto tiempo muerto puede producir como efecto una confusión prolongada en

JP2 01 3 página III-25

las operaciones militares que pueden durar días, semanas, o meses. La relativa vulnerabilidad de cada sistema crítico debería también ser valorada: primero, evaluando las fortalezas y debilidades de cada uno de sus aspectos en el ciberespacio, segundo, identificando cualquier sistema de respaldo, desvíos, o enlaces redundantes. Estos sistemas que son valorados como los más importantes y los más vulnerables deberían ser identificados como blancos probables para ataques cibernéticos, guerra electrónica (EW), o ataque físico. Este análisis puede ser representado gráficamente como una matriz de evaluación de la vulnerabilidad del sistema de información. La figura III-10 es un ejemplo de una matriz que evalúa la vulnerabilidad de varios sistemas de información hipotéticos listados en orden para determinar su vulnerabilidad total. En el ejemplo mostrado, el sistema INTECH es más vulnerable a un ataque cibernético que el sistema KEYLINK. La vulnerabilidad total de un sistema o red, no obstante, no necesariamente determina la criticidad del sistema o la probabilidad de un intento de ataque. El riesgo de la operación es

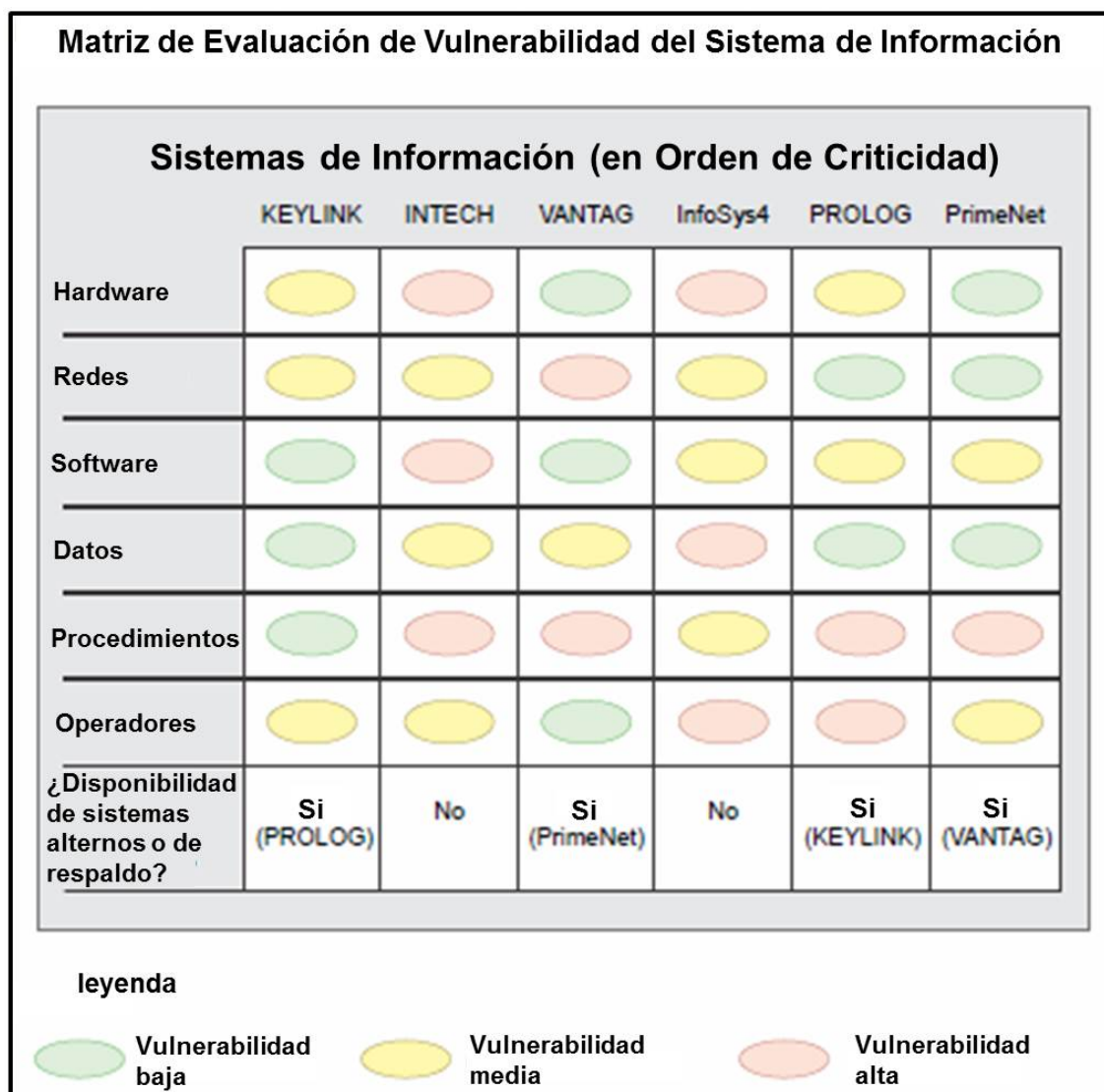


Figura III-10. Matriz de Evaluación de Vulnerabilidad del Sistema de Información

calculado mediante el análisis de la vulnerabilidad de una red o sistema, la amenaza al sistema, y el impacto total (criticidad) de la red o sistema.

f. Otros Aspectos Relevantes del Ambiente Operacional. Otros aspectos incluyen todas esas características del ambiente operacional (OE) que podrían afectar modos (cursos) de acción (COAs) propios o adversarios que quedan fuera de los parámetros de las categorías previamente discutidas. Los siguientes son algunos aspectos adicionales que deberían ser considerados cuando se evalúa el ambiente operacional (OE):

(1) Espectro Electromagnético (EMS). El aspecto electromagnético del ambiente operacional incluye todas las partes significativas del espectro electromagnético (EMS), para incluir aquellas frecuencias asociadas con equipos de radio, radar, laser, electroópticos, infrarojo (IR), y sistemas de energía dirigida no letal. Es una combinación de la infraestructura electromagnética civil; fenómeno natural; y orden de batalla (OB) electromagnético adversario y propio. El espectro electromagnético (EMS) provee el medio operativo para las comunicaciones; imágenes electroópticas, radar e infrarojos (IR); SIGINT; inteligencia de mediciones e impronta (firma); operaciones de guerra electrónica (EW). El uso del espectro electromagnético para propósitos militares y civiles está restringido por una variedad de factores, que van desde los acuerdos internacionales en el uso de las frecuencias hasta las características físicas de las ondas electromagnéticas. A fin de evaluar como el espectro electromagnético afectará a las operaciones militares en un área geográfica específica, el analista de inteligencia conjunta para la preparación del ambiente operacional (JIPOE) debería considerar tales factores como los siguientes:

(a) Uso Militar de la Banda Infraroja (IR). Dependiendo de sus temperaturas, los objetos emiten cantidades variables de energía electromagnética en la banda infraroja (IR). El análisis del ambiente operacional (OE) en el uso del espectro infrarojo (IR) debería incluir la identificación de factores tales como el tiempo de recolección óptimo, períodos normales de intercambio térmico, la prevalencia de cubrimiento nuboso, neblina, o niveles significativos de polvo atmosférico, y los niveles de energía de la radiación infraroja (IR) del fondo (ambiente). El analista de inteligencia conjunta para preparación del ambiente operacional (JIPOE) debería considerar cómo estos factores afectan la recolección de inteligencia propia y las operaciones (visión nocturna, munición de guiado infrarojo) así como sus efectos en los medios adversarios. Además, la imagen infraroja (IR) obtenida por sensores aeroportados o los basados en el espacio pueden ser usados para determinar la temperatura de la superficie del mar, los patrones de corrientes oceánicas, y para localizar los frentes oceánicos y núcleos de torbellinos fríos y calientes.

(b) Uso Militar de Imagen Multiespectral (MSI) e Hiperespectral (HSI). La imagen multiespectral (MSI) e hiperespectral (HSI) permiten el análisis de los perfiles espectrales para identificar características de la superficie captada que son militarmente significativas y útiles para detectar los esfuerzos de camuflaje, ocultamiento, y decepción. El analista de inteligencia conjunta para la preparación del ambiente operacional (JIPOE) debería estar familiarizado con las capacidades multiespectrales (MSI) e hiperespectrales (HSI) tanto propias como del adversario y de la potencial aplicación de esta tecnología para apoyar las operaciones militares.

(c) Uso Militar del Radar de Apertura Sintética (SAR). A diferencia de los sensores multiespectrales (MSI) o infrarojos (IR), el radar de apertura sintética es un sensor activo aeroportado o basado en el espacio. Opera mediante la emisión de una energía hacia la tierra, y luego mide la energía que retorna al sensor. La imagen del radar de apertura sintética (SAR) puede ser muy útil para propósitos militares siguiendo a blancos móviles tales como vehículos o botes contra el empastamiento (clutter) del fondo, o para seguir elementos oceanográficos como olas. Estos sensores no son afectados por la cubierta nubosa o por períodos de oscuridad. El analista de inteligencia conjunta para la preparación del ambiente operacional (JIPOE) debería estar familiarizado con las capacidades de radar de apertura sintética (SAR) tanto propias como adversarias y de la potencial aplicación de esta tecnología para apoyar las operaciones militares.

(d) Atenuación de las Ondas de Radio. Las características de la superficie afectan la calidad de las comunicaciones y de la distancia de comunicación obtenible utilizando las ondas terrestres (ondas de radio que se propagan paralelas a la superficie de la tierra). La superficie sobre la cual la onda terrestre viaja debe tener buenas características de conducción a fin de prevenir que la onda se atenúe tanto que no resulte apta para comunicaciones. Por ejemplo, el agua de mar es un relativamente buen conductor, mientras que el terreno de jungla puede debilitar a la onda terrestre hasta el punto que no sea utilizable para comunicaciones. La cantidad de vapor de agua o precipitación presente en el aire es un factor adicional capaz de degradar la propagación de las ondas. Se puede requerir fuentes de poder adicionales o sitios repetidores para reforzar la intensidad de la señal de ondas terrestres en áreas con pobres características de superficie o meteorología. Las áreas donde las características de la superficie pueden imponer problemas de atenuación significativos deberían ser identificadas y presentadas en una máscara de obstáculos combinados modificada (MCOO) por el ambiente electromagnético (ver figura III-11).

(e) Zonas de Salto y Distancias de Salto. Las ondas aéreas (ionosféricas) son reflejadas por la ionósfera para extender las comunicaciones hasta a 2,500 millas (4.000 km) por salto ("hop"). Una zona de salto es esencialmente un espacio muerto (sin comunicación) entre el transmisor y el punto en donde la onda aérea regresa a tierra. El tamaño de la zona de salto está relacionada con la frecuencia de la onda aérea, el ángulo de despegue, y el cambio constante de las características de la ionósfera. En general, las frecuencias más bajas rebotan en la ionósfera a altitudes más bajas que las frecuencias más altas, y por lo tanto retornan a tierra a una mejor distancia del transmisor. Los factores que influyen en la ionósfera incluyen la hora del día, la estación, las llamaradas solares, las tormentas geomagnéticas, y las detonaciones nucleares.

(f) Interferencias. La radio interferencia puede ser el resultado de causas naturales o hechas por el humano. Por ejemplo, en los trópicos donde prevalecen las tormentas, las comunicaciones de onda terrestre en baja frecuencia pueden no ser confiables, requiriendo una mayor dependencia en las frecuencias más altas de las ondas ionosféricas. Al revés, en las regiones polares donde las tormentas son raras, las ondas ionosféricas son seriamente interrumpidas por los disturbios magnéticos, y las operaciones militares pueden basarse más en las comunicaciones de onda terrestre de baja frecuencia. La interferencia hecha por el humano puede ser intencional, como es el caso de la interferencia por ruido (jamming), o como resultado no intencional del amontonamiento de frecuencias. El analista de inteligencia conjunta para la preparación del ambiente operacional (JIPOE) debería construir una carta de fuentes de interferencia (ver figura III-12) para identificar todas las fuentes potenciales de interferencia y graficar sus rangos de frecuencia a lo largo del espectro electromagnético (EMS). Ejemplos de fuentes potenciales de interferencia pueden incluir emisores militares y civiles propios, adversarios, y neutrales, así como cualquier disturbio climático o geomagnético.

(g) Evaluar el Impacto del Ambiente Electromagnético en las Operaciones Militares. La evaluación del ambiente electromagnético se realiza mediante la oficina conjunta de manejo de frecuencias y el elemento conjunto de manejo del espectro del J-6, en cumplimiento del Manual Conjunto CJCSM 3320.01, *Joint Electromagnetic Spectrum Management Operations in the Electromagnetic Operational Environment* (Operaciones Conjuntas de Manejo del Espectro Electromagnético en el Ambiente Operacional Electromagnético) del Presidente de los Jefes de Estado Mayor. El analista de inteligencia conjunta para la preparación del ambiente operacional (JIPOE) debe trabajar junto con el personal del J-6 para asegurar que este análisis está completamente integrado en el esfuerzo de preparación del ambiente operacional por la inteligencia conjunta y está basado en la información más actualizada sobre el adversario y terceros. Dependiendo de las condiciones actuales de superficie y atmosféricas, el ambiente electromagnético, en mayor o menor grado, facilitará actividades tales como: el comando y control (C2) de las fuerzas militares; operaciones de guerra electrónica (EW);

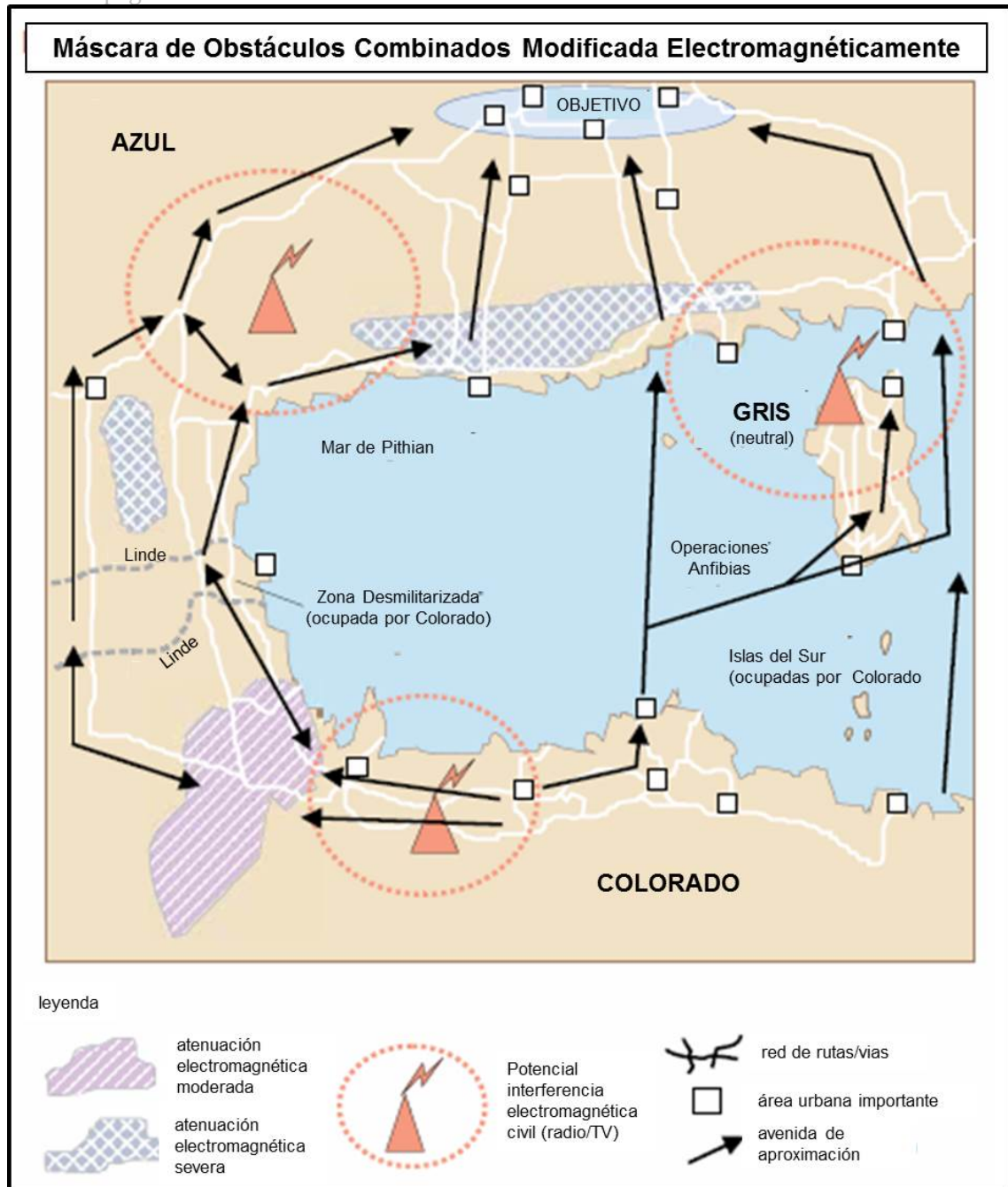


Figura III-11. Máscara de Objetos Combinados Modificada por Aspectos Electromagnéticos

posición, navegación y ritmo (PNT); y recolección de inteligencia. Los efectos de potencial interferencia, zonas de salto, espacio muerto de radio, y atenuación de onda de radio en tipos específicos de operaciones militares deberían ser evaluadas. Por ejemplo, las áreas geográficas o períodos de meteorología que degradan las comunicaciones de radio pueden entorpecer a una fuerza atacante debido a la necesidad de desplazar los transmisores. A la inversa, puede ser posible que una fuerza que defiende recurra a comunicaciones alternativas como pueden ser las líneas terrestres fijas

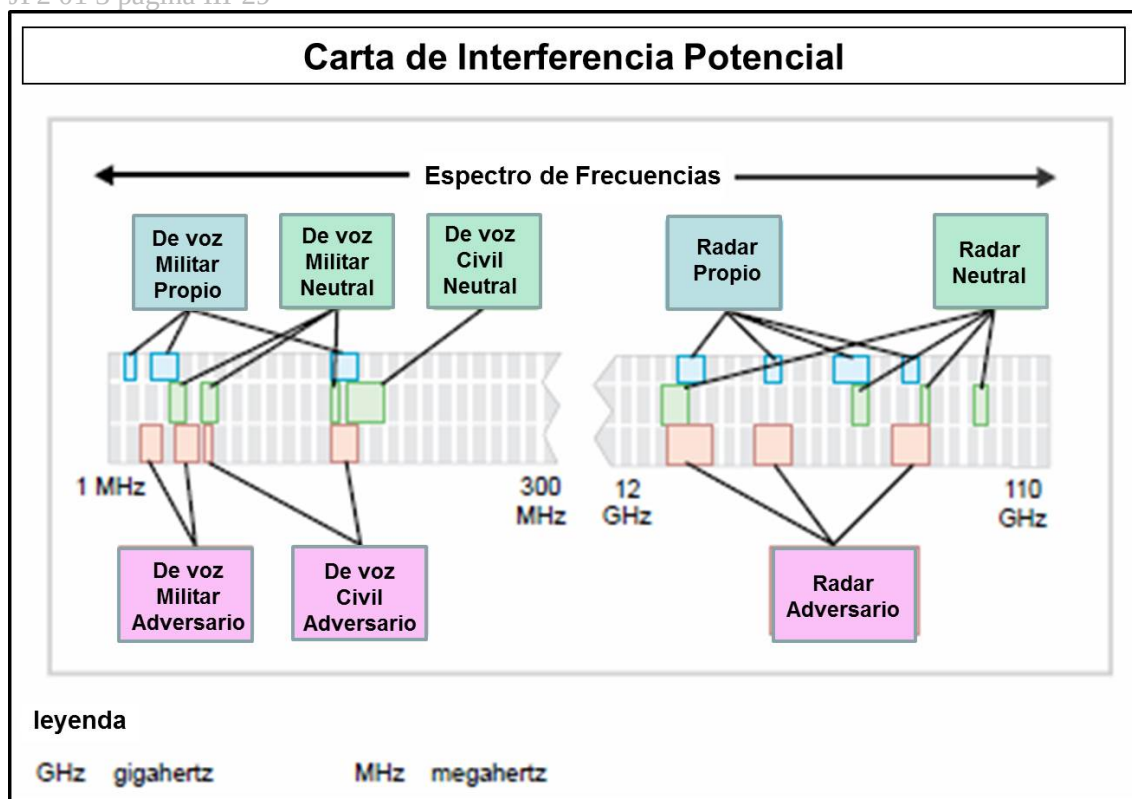


Figura III-12. Carta de Interferencia Potencial

(2) Condiciones Meteorológicas y Oceanográficas (METOC). El término METOC es utilizado para expresar todos los factores ambientales meteorológicos, oceanográficos y espaciales incluyendo el rango completo de fenómenos atmosféricos (meteorología) y oceanográficos, desde el subsuelo de los océanos hasta la parte superior de la atmósfera y el ambiente espacial (meteorología espacial). Los aspectos meteorológico y oceanográfico (METOC) no sólo incluyen las condiciones de un punto dado en un momento dado, sino también las medias climáticas de largos períodos sobre las condiciones y riesgos para operar tales como hielo, turbulencias, y tormentas. Los ambientes atmosférico y/u oceanográfico pueden interactuar con, y por lo tanto modificar, las características de cada dominio físico y lo meteorológico y oceanográfico (METOC) puede tener un efecto directo en las operaciones militares a través del ambiente operacional (OE). El personal del equipo meteorológico y oceanográfico (METOC) asegura la integración de la información meteorológica y oceanográfica (METOC) en los procesos de planeamiento y toma de decisión para permitirle al Comandante de la fuerza conjunta (JFC) y a las fuerzas asignadas optimizar el empleo de las capacidades militares (armas, sensores, plataformas, perfiles de misión, tácticas técnicas y procedimientos (TTP), y personal) mientras marginaliza el beneficio del ambiente para el adversario, creando por lo tanto una ventaja asimétrica para las fuerzas propias. La integración efectiva de la información de los aspectos meteorológico y oceanográfico (METOC) ayuda al planeamiento de las operaciones militares conjuntas y facilita a los comandantes anticipar y por lo tanto mitigar o explotar los impactos ambientales en las operaciones planeadas. Ejemplos de algunos parámetros meteorológicos y oceanográficos (METOC) y cómo impactan en las operaciones militares conjuntas incluyen:

(a) Visibilidad: Visibilidad es largamente el resultado de varias condiciones meteorológicas. Por ejemplo, las degradaciones atmosféricas a la transmisión en varias partes del espectro afectan la trayectoria atmosférica de esas longitudes de onda. La humedad en forma de niebla o nubes afecta las longitudes de onda de la luz visible, mientras que la humedad absoluta (otra unidad de medida de humedad) alta, degrada la transmitancia en las longitudes de onda infrarojas y a los sensores que operan en el espectro infrarojo (IR).

JP2 01 3 página III-30

Los aerosoles atmosféricos (partículas tales como humo, polvo o neblina) pueden también afectar la transmitancia: operaciones ofensivas con humo, utilizando partículas de un tamaño específico, son diseñadas para degradar los sensores. Obviamente, la visibilidad del blanco puede ser afectada por la luz disponible, pero la luz ambiente es función de la transmitancia atmosférica y de las obstrucciones (nubes cubriendo la luz lunar) así como las obstrucciones del terreno (montañas que crean sombras en la salida y puesta de la luna) o que causan la ocurrencia más temprano o más tarde de la penumbra, dependiendo de la geometría física del ambiente. Otros factores importantes interactúan con la salida, puesta y fases de la luna (las nubes cirrus altas y finas refuerzan la luz ambiente nocturna), así como en los momentos asociados con el inicio de la penumbra náutica matinal/penumbra civil matinal, salida del sol, puesta del sol, y el final de la penumbra náutica nocturna/penumbra civil nocturna. La baja visibilidad es beneficiosa para las operaciones terrestres ofensivas o retrógradas. En la ofensiva, oculta la concentración y movimiento de fuerzas militares, por lo tanto reforzando la posibilidad de lograr la sorpresa. A la inversa, la baja visibilidad dificulta la defensa porque la cohesión y el control resultan difíciles de mantener, y el reconocimiento, vigilancia, y adquisición de blancos son degradados. Las operaciones aéreas son típicamente afectadas en forma adversa por la pobre visibilidad. La excepción a esto son aquellas misiones que no son dependientes de las referencias visuales.

(b) Vientos: Los vientos de suficiente velocidad pueden reducir la efectividad de combate de una fuerza que está en contra del viento como resultado del polvo, humo y arena que vuelan, o por precipitación. La fuerza que está de espaldas al viento usualmente tiene mejor visibilidad. Las operaciones químico bacteriológica radiológica nuclear (CBRN) también usualmente favorecen a las fuerzas que están de espaldas al viento. Un vez que un área es contaminada, los cambios de viento tales como cambios de dirección o cortantes pueden causar que áreas previamente libres de contaminación rápidamente se vuelvan peligrosas. Las estructuras se pueden comportar como barreras que mantienen a los agentes en el lugar así como formar canales que crean nuevos y únicos patrones de diseminación de los agentes. Los vientos fuertes y las turbulencias, especialmente aquellas causadas por el entubamiento o canalización a través de medios del terreno u otros obstáculos, tales como aquellos en los ambientes urbanos actuales, pueden limitar las performances de las aeronaves así como la operación de las fuerzas aéreas o de misiles de teatro. La evaluación de la meteorología en apoyo de las operaciones aéreas requiere información sobre el viento en superficie así como a diferentes altitudes. Los grandes vientos cerca del terreno incrementan las turbulencias, pueden inhibir las maniobras de aeronaves, y pueden prevenir que las fuerzas aeromóviles realicen operaciones de lanzamiento o aterrizaje. Los grandes vientos a las altitudes más altas pueden incrementar o reducir el consumo de combustible, limitando potencialmente el alcance o tiempo de permanencia de la aeronave. Las variaciones de dirección y velocidad del viento en diferentes capas entre la superficie y la altitud de la aeronave pueden afectar grandemente las trayectorias de las municiones no guiadas. La arena, polvo, lluvia, o nieve volada por el viento puede reducir la efectividad de los radares y sistemas de comunicaciones. Los fuertes vientos pueden también entorpecer la eficiencia de los sistemas de antenas direccionales induciendo una oscilación en la antena, o dañando/destruyendo la antena. En los océanos, los vientos crean encrespado y olas que pueden volverse riesgos significativos para las operaciones y los esfuerzos logísticos. Además, las tormentas (ej.: huracanes, tifones, y tormentas de invierno intensas) afectan a los puertos/fondeaderos y bases aéreas y pueden tener efectos disruptivos en las operaciones forzando a los buques y aeronaves a partir para evitar el efecto directo de la tormenta. Los vientos también tienen un efecto significativo en las condiciones actuales de la superficie del mar e imponen un impacto significativo a las operaciones litorales.

(c) Precipitación. La precipitación afecta a la visibilidad y al funcionamiento de varios sensores infrarrojos y electroópticos, radar, y sistemas de comunicaciones, y puede reducir la calidad de los abastecimiento en depósito. La lluvia fuerte causa anegamientos sorpresivos en

JP2 01 3 página III-31

terreno montañoso y generaliza los anegamientos sobre grandes áreas que pueden afectar significativamente al transporte de superficie. Cuando la lluvia cae en los pack de nieve, acelera el derretimiento y la potencial avalancha o anegamiento. La gran acumulación de nieve puede reducir la eficiencia de varios sistemas de comunicaciones así como degradar la precisión y efectos de varios tipos de munición, la lluvia helada y la acumulación de hielo causa significantes impactos en el transporte de superficie, incluyendo caminos y operaciones marítimas y portuarias, y afecta severamente las operaciones de aeronaves tanto en vuelo como en tierra. Dependiendo del enfoque de la misión del comandante, las lluvias anegantes (o la falta de lluvia por un largo período) en áreas agrícolas pueden ser un factor significativo en las operaciones cívico-militares (CMO). Cuando un Comandante es responsable del funcionamiento de la infraestructura de una ciudad, la lluvia y los anegamientos pueden presentar desafíos serios para el tratamiento de agua y la sanitización y terminar en cuestiones médicas.

(d) Cubrimiento de Nubes. La nubosidad intensa puede degradar la efectividad de varios sistemas de adquisición de blancos y vigilancia al ocultar las fuerzas militares y al reducir el calentamiento solar de algunos blancos. El cubrimiento de nubes puede por lo tanto reducir la efectividad de la munición guiada por infrarojo (IR). Los techos bajos pueden evitar que las aeronaves decolen, aterricen, realicen misiones de baja cota, empleen sus armas o realicen lanzamientos.

(e) Temperatura y Humedad. Las temperatura y humedad extremas tienen efectos debilitantes en el personal y reducen las capacidades del equipamiento, El personal que viste equipamiento de protección individual químico bacteriológico radiológico nuclear (CBRN) tiene una carga térmica adicional que puede acelerar y/o amplificar los efectos que producen las temperaturas extremas. Las temperaturas degradan el uso de los sistemas térmicos de adquisición de blancos cuando las temperaturas del blanco y del fondo son casi iguales o han alcanzado el punto de "cruzamiento térmico". La duración del tiempo de cruzamiento térmico depende de la temperatura del aire, las características del fondo tales como tipos de suelo y vegetación, o de la construcción de edificios y la geometría del sol, la cantidad de nubosidad, y otros factores. La alta humedad también afecta a la transmitancia infraroja (IR), degradando la capacidad de carga aérea a alta cota (altitud de densidad disminuida); y limitando la capacidad de los perros de guerra porque la inestabilidad atmosférica próxima a la superficie hace que el animal pierda la sensibilidad olfativa. Las variaciones en temperatura y humedad en la dimensión vertical, a través de los más bajos miles de pies de la atmósfera, afectan a la propagación electromagnética y pueden degradar las señales de radar, creando huecos en el cubrimiento vertical. Las temperaturas extremas pueden restringir o prevenir la operación de aeronaves, vehículos aéreos no tripulados, u otros sistemas de armas conteniendo componentes sensibles.

(f) Evaluar el Impacto de lo Meteorológico y Oceanográfico (METOC) en las Operaciones Militares. Dependiendo de las actuales condiciones meteorológicas y oceanográficas (METOC), los parámetros tales como los de los ejemplos expresados arriba tendrán un impacto, para bien o para mal, en varios tipos de operaciones militares, sistemas de armas, y personal propio, neutral y adversario. El personal del equipo meteorológico y oceanográfico (METOC) transforma la información en adecuadas ayudas a la decisión y en productos de pronóstico para el planeamiento y ejecución de la misión. Un método común es evaluar los efectos favorables, marginales o desfavorables mediante el cálculo de los parámetros de umbrales específicos meteorológicos y oceanográficos (METOC) para una misión, plataforma, o sistema. Por ejemplo, puede determinar que una visibilidad menor a una milla (1.600 metros) es desfavorable para operaciones aéreas, temperaturas de 95 a 110 grados Fahrenheit (35 a 43,33 °C) degradan marginalmente las operaciones terrestres ofensivas, o techos de menos de 200 pies (61 metros) pueden evitar las operaciones aéreas. Los efectos meteorológicos y oceanográficos pueden ser resumidos en una matriz similar al ejemplo que muestra la figura III-13.

JP2 01 3 página III-32

Para mayor información en los efectos de la meteorología y el clima en las operaciones militares, ver: JP 3-59, Meteorological and Oceanographic Operations (*operaciones meteorológicas y oceanográficas*).

Para mayor información en cómo la temperatura y la humedad afecta los riesgos químico biológico radiológico nuclear (CBRN) ver: JP 3-11, Operations in Chemical, Biological, Radiological, and Nuclear Environments. (*operaciones en ambientes químico, biológico, radiológico, y nuclear*).

(3) Tiempo. El tiempo es un elemento de consideración significativa en las operaciones militares. Analizarlo como un aspecto del ambiente operacional (OE) lo enfoca en cómo la duración de una operación podría ayudar o dificultar a cada lado. Esto tiene implicaciones en todos los niveles de planeamiento.

(a) La decisión y el tiempo de reacción de un adversario es un factor crucial e impactará directamente en los recursos que un adversario puede llegar a aplicar en una situación dada. Por ejemplo, una operación propia, si es planeada y ejecutada en forma relativamente rápida, puede limitar la habilidad del adversario para reforzar o redespargar unidades militares a tiempo para contrarrestar la operación. En este escenario, los modos (cursos) de acción (COAs) potenciales del adversario estarían considerablemente más limitados que si la misma operación fuese precedida por un largo período de preparación de las fuerzas propias.

(b) Los adversarios con limitada capacidad militar usualmente ven a los conflictos prolongados como ventajosos para ellos. Ellos evitan las batallas y sólo se empeñan cuando las condiciones son aplastantes a su favor. Esto es una estrategia de agotamiento, que sigue

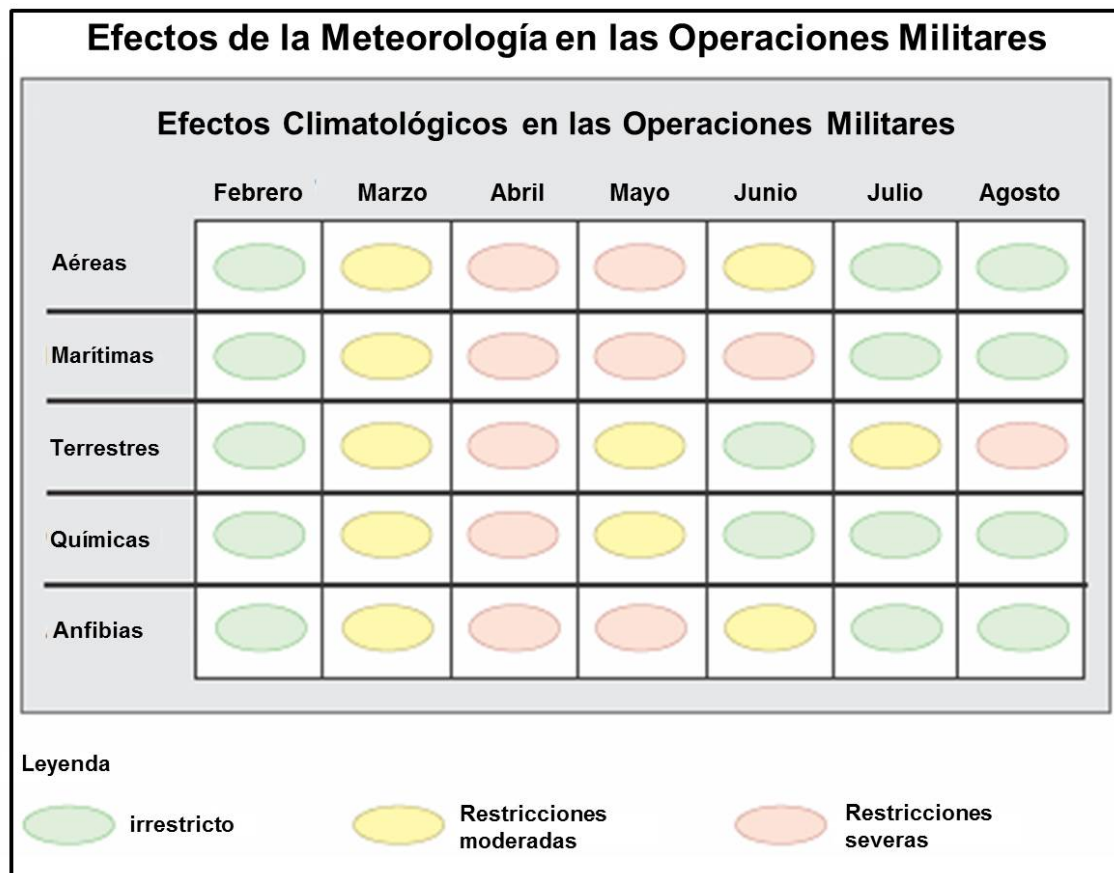


Figura III-13. Efectos de la Meteorología en las Operaciones Militares

JP2 01 3 página III-33

siendo efectiva hoy día. El adversario se concentra en supervivir e infligir bajas a lo largo del tiempo. Aun cuando el balance militar puede no cambiar, esto crea oportunidades para afectar a la forma en que las audiencias doméstica e internacional ven al conflicto. A la inversa, un adversario puede intentar masificar los efectos y lograr resultados decisivos en un corto tiempo.

(c) La duración y elección del momento de las operaciones afecta las percepciones que tiene la gente de la efectividad operacional y estratégica – tanto en el área operacional como doméstica. La duración de una operación puede afectar la flexibilidad operacional y el apoyo popular a las operaciones militares de protección pueden disminuir si los resultados no son evidentes. Los planes de operación y de campaña que empeñan a las fuerzas conjuntas antes de lo anticipado y que permiten un rápido progreso hacia el estado final estratégico usan el tiempo para ventaja de las fuerzas conjuntas. El tiempo es tanto un factor del planeamiento operacional como una herramienta para manipular las ventajas estratégica y táctica.

(d) Los adversarios tratan de controlar el tempo y la iniciativa infligiendo bajas y realizando actividades de información para influir en los líderes políticos de Estados Unidos, su población, y sus relaciones con socios multinacionales. Las fuerzas conjuntas deben empeñarse activamente en el ambiente de información para mitigar los efectos de tales acciones y disminuir las capacidades adversarias. En las operaciones en donde predominen tareas de estabilidad, los objetivos a largo plazo y las relaciones son críticos para los éxitos operacional y de la misión.

(e) La percepción y la experiencia en cuanto a la oportunidad están entre los aspectos más centrales de cómo los grupos funcionan e interactúan. Cuando la gente experimenta el tiempo en forma diferente, surgen típicamente tremendos problemas de comunicación y relación. La conciencia cultural incluye la sensibilidad a cómo las culturas dentro de un área operacional perciben el tiempo.

3. Desarrollar una Perspectiva de Sistemas del Ambiente Operacional

a. Resumen. Entender a los sistemas del ambiente operacional (OE) y sus relaciones e interdependencias puede ayudar a los Comandantes de las fuerzas conjuntas (JFCs) y a sus estados mayores a visualizar y describir cómo las acciones militares pueden afectar a otras agencias y a los socios multinacionales así como las acciones de los socios pueden afectar a las operaciones de los Comandantes de las fuerzas conjuntas. Visualizar y describir la interacción de los sistemas político, militar, económico, social, informacional e infraestructura pueden facilitar la colaboración de los Comandantes de las fuerzas conjuntas (JFCs) con sus contrapartes de otras agencias y organizaciones y ayudan a influir en acciones que van más allá de la autoridad directa de los Comandantes de las fuerzas conjuntas. El desarrollo de una perspectiva de los sistemas del ambiente operacional (OE) típicamente requerirá la participación funcional cruzada de otros elementos del estado mayor de la fuerza conjunta y la colaboración con varias organizaciones de inteligencia, otros departamentos y agencias del gobierno de Estados Unidos (USG), y centros de excelencia no gubernamentales. El J-2 debe considerar la mejor forma de manejar este esfuerzo funcional cruzado. Organizaciones tales como la celda de coordinación de la inteligencia conjunta para la preparación del ambiente operacional (JIPOE), el elemento adelantado de la Agencia de Inteligencia de Defensa (DFE), y el Centro de Operaciones de Inteligencia Conjunta (cuando esté formado) de la fuerza de tareas conjunta, son particularmente útiles para coordinar acciones y obtener apoyo conjunto externo y a nivel nacional para el desarrollo y mantenimiento de una perspectiva de sistemas comprehensiva. Como la figura III-14 muestra, esta perspectiva ayuda al Comandante de la fuerza conjunta y su estado mayor a visualizar potenciales o actuales fortalezas, debilidades, nodos claves, centros de gravedad (COGs), y otros factores que afectan el desarrollo y análisis de los modos (cursos) de acción (COAs) y eventual aprobación de un concepto de operación (CONOPS). Una perspectiva de sistemas está basada en un análisis de nodo-enlace de los sistemas político, militar, económico, social, informacional e infraestructura asociados con el adversario y otros actores relevantes.

b. El Adversario y Otros Actores Relevantes. El desarrollo de una perspectiva de sistemas requiere la identificación y análisis de todos los actores relevantes, para incluir sus relaciones e interdependencias. La relevancia de los actores está determinada por la identificación del comportamiento individual o grupal y las capacidades que podrían impactar potencialmente (en forma negativa o positiva) en la operación conjunta. Agregados al adversario, algunos ejemplos de actores relevantes pueden incluir, pero no limitarse a, el gobierno y población del país que hospeda (HN), los aliados, actores estatales y no estatales internacionales, la comunidad de las organizaciones no gubernamentales (NGO), y organizaciones de la sociedad civil.

(1) El Adversario. En muchas operaciones conjuntas habrá un adversario identificable que será el foco primario del esfuerzo de la inteligencia conjunta para la preparación del ambiente operacional (JIPOE). Entender al adversario y como se interrelaciona con los otros actores ayuda a los analistas y planificadores a progresar



Figura III-14. Perspectiva de Sistemas del Ambiente Operacional

JP2 01 3 página III-35

desde un entendimiento general del ambiente operacional (OE) hacia un análisis preciso de la red del sistema. Al desarrollar una perspectiva de sistemas, algunos factores relevantes respecto al adversario pueden incluir:

- (a) Quienes son los individuos y grupos que constituyen el adversario;
- (b) Orígenes y evolución del adversario a través del tiempo;
- (c) Organización y estructuras internas de la toma de decisión;
- (d) Extensión del fraccionamiento y entidades que compiten internamente;
- (e) Relaciones con la población y la sociedad civil;
- (f) Relaciones con sectores claves locales o transnacionales de la economía/intereses de negocios;
- (g) Reclutamiento y base de recursos/logística;
- (h) Relaciones con varias entidades gubernamentales del país que hospeda (HN) (si el adversario es un actor que no es un estado) e instituciones no gubernamentales.
- (i) Relaciones con otros estados en la región;
- (j) Relaciones con otros actores locales o transnacionales que no son estados (tales como grupos criminales, diáspora de comunidades, redes de terrorismo, y autoridades religiosas globales);
- (k) Variación de estas características a través de diferentes facciones y/o regiones.

(2) El Gobierno del País que Hospeda. El gobierno del país que hospeda (HN) es siempre un actor relevante en una operación y puede servir como un socio confiable o no confiable en diferentes estadios de un conflicto. En algunas situaciones, las deficiencias del gobierno del país que hospeda (HN) son parcial o completamente responsables del conflicto en sí mismo. Un entendimiento reforzado de los factores que impactan en el ciclo de decisión del gobierno del país que hospeda (HN) permite al Comandante de la fuerza conjunta predecir, responder a, y/o darle forma al comportamiento probable de ese gobierno (HN) respecto al estado final operacional deseado. Los factores que pueden ser de ayuda para la construcción de la perspectiva de sistemas que sea relevante para el gobierno del país que hospeda (HN) incluyen:

- (a) Naturaleza del gobierno (autoritario, democrático, confesional, teocrático, monárquico, u oligárquico);
- (b) Percepciones, intereses, valores, y motivaciones;
- (c) Fuentes de legitimidad;
- (d) Base económica y sistemas para la recolección y distribución de los ingresos;

- (e) Estructura, roles, e intereses políticos de diferentes instituciones y niveles de gobierno;
- (f) Proceso/criterio de selección para el liderazgo;
- (g) Procesos formales para establecer, reforzar, y reformar leyes y políticas;
- (h) Relación entre las instituciones políticas, de seguridad y judiciales;
- (i) Facciones o divisiones dentro de la élite política y dentro de las instituciones de servicio civil;
- (j) Orígenes, ideologías, y aspiraciones de los partidos políticos;
- (k) Roles, capacidad, y políticas del sistema de justicia;
- (l) Estructura y cultura de las fuerzas de seguridad (militares, policiales, paramilitares, prisioneros);
- (m) Relaciones cívico militares;
- (n) Relaciones con diferentes componentes de la sociedad del país que hospeda (HN) (tales como grupos étnico culturales y grupos de interés);
- (o) Mecanismos de consulta popular (incluyendo elecciones, ayuntamiento, y audiencias con autoridades locales);
- (p) Relaciones con actores transnacionales (tales como corporaciones y redes de diásporas).

(3) La Población. Las diferentes poblaciones a menudo son actores relevantes en una operación. Los analistas de inteligencia conjunta para la preparación del ambiente operacional (JIPOE) deberían determinar cuáles poblaciones son relevantes y por qué. Para entender a la población, es importante entender el rango de factores que dan forma a sus percepciones y comportamiento, incluyendo las relaciones entre esos factores (ej.: la interdependencia entre los aspectos geográfico, demográfico, social, cultural, político, económico, e institucional de la población). Las características que los analistas pueden identificar como que tienen influencia en las relaciones, proceso de toma de decisión, y comportamiento asociado de las poblaciones relevantes incluyen:

- (a) La gente y grupos que conforman las poblaciones relevantes;
- (b) Percepciones, intereses, valores, y motivaciones;
- (c) Seguridad de la población;
- (d) Demografía;
- (e) Geografía;

(f) Identidades y comunidades políticamente relevantes que pueden estar basadas en etnicidad, clase/casta, tribu/clan, religión/secta, región geográfica, educación, ideología, o profesión;

(g) Economía, empleo, y fuentes de ingreso;

(h) Métodos de comunicación;

(i) La identidad y criterio de selección para las élites políticas y sociales a nivel local, provincial, y nacional;

(j) Conexiones con comunidades en diáspora;

(k) Relaciones con/percepciones del adversario, especialmente en lo que se relaciona con los intereses de comunidades específicas;

(l) Relaciones con/percepciones de otros estados o actores no estatales regionales;

(m) Relaciones con el gobierno del país que hospeda (HN) incluyendo variaciones en contratos sociales/expectaciones del gobierno a través de diferentes regiones/sectores de la sociedad, variaciones a través de diferentes instituciones del gobierno (HN) (ej.: los servicios judiciales, policiales, militares, de seguridad interna, gobiernos municipales/distritales, y parlamento), nivel de acceso/participación en el gobierno a varios niveles, relaciones entre líderes informales o de la sociedad civil y el gobierno formal, agravios históricos y actuales y los intentos para resolverlos.

(4) Actores No estatales Regionales y Globales. La presencia de grupos no estatales transnacionales que amenazan los intereses de Estados Unidos, tales como el terrorismo internacional o los grupos del crimen organizado transnacional, requiere una significativa pero compleja consideración. En donde están presentes los grupos terroristas, los analistas deben calcular cuidadosamente sus relaciones con el adversario y las comunidades locales. La intervención a gran escala de fuerzas extranjeras o del gobierno del país que hospeda (HN) pueden provocar una reacción violenta de la gente local que está alineada con una presencia gubernamental creciente. Las opciones que combinan la amenaza transnacional con el adversario local y las comunidades locales puede llevarlos a su unión, internacionalizando el conflicto y proveyendo a los extremistas provenientes desde el exterior del país afectado una base de sustento a explotar. Otras potenciales categorías significativas de actores no estatales transnacionales que podrían influir en la dinámica del conflicto incluyen:

(a) Redes de diásporas, que pueden apoyar o asociarse con el adversario;

(b) Corporaciones transnacionales, cuyas actividades pueden ser una fuente de estabilidad o inestabilidad;

(c) Instituciones financieras transnacionales, que van desde bancos modernos a redes informales que pueden jugar un rol clave en la interdicción del apoyo material a los grupos adversarios.

(5) Actores Estatales Regionales. Los actores estatales regionales pueden ser pivotes para la dinámica y resultados de una operación conjunta. Si soportan al adversario, pueden proveer acceso crítico a áreas santuario y de reabastecimiento, así como brindar recursos en una escala y objetivo que de otra forma no estarían típicamente disponibles para los grupos armados no estatales. A la inversa, los actores estatales regionales aliados con la fuerza conjunta pueden coordinar el control de las fronteras, cortar las redes logísticas adversarias, interdicar las actividades ilícitas, y contrarrestar la explotación de las áreas fronterizas como santuarios.

(6) Organizaciones Intergubernamentales (IGOs). Las organizaciones intergubernamentales (IGOs), formadas cuando dos o más gobiernos nacionales firman un tratado multilateral para formar ese tipo de cuerpo y financian sus operaciones y poseen personalidad legal en la ley internacional. La mayoría de las organizaciones intergubernamentales (IGOs) están enfocadas regionalmente, y cuando los estados miembro de la organización intergubernamental (IGO) pueden ser afectados adversamente por un conflicto en su región, la organización puede actuar colectivamente para negar la legitimidad, santuario, y apoyo a un adversario. Las organizaciones intergubernamentales (IGOs) pueden actuar como facilitadores importantes en la cooperación entre los estados, presionando al gobierno del país que hospeda (HN) para que haga reformas políticas que son difíciles pero necesarias, imponiendo sanciones al adversario y a los que lo soportan, y en algunos casos reunir y desplegar capacidades expedicionarias militares y civiles multilaterales para apoyar los esfuerzos de estabilización. Las organizaciones intergubernamentales pueden también jugar un rol importante en la asistencia y el desarrollo humanitarios.

(7) Organizaciones No Gubernamentales. Las organizaciones no gubernamentales (NGOs) caen típicamente en tres categorías: desarrollo, asistencia humanitaria, y la implementación de socios de la agencia para el desarrollo internacional (USAID). Las organizaciones no gubernamentales locales e internacionales empeñadas en trabajos de desarrollo son inherentemente políticas, y no disfrutan del mismo status en la ley de la guerra como organizaciones humanitarias. No obstante, a menudo tratan de mantenerse neutrales en el medio del conflicto, o incluso se empeñan en construir para la paz para crear espacio para sus esfuerzos de desarrollo. Como resultado, pueden tener impactos importantes en la población civil y en las dinámicas políticas y económicas del conflicto. Debido a su típica larga presencia en el área operacional, a menudo tienen conocimiento detallado de la población local. Para las organizaciones humanitarias no gubernamentales, los grupos de coordinación tales como Interaction o la UN Office for Coordinating Humanitarian Affairs pueden servir como elementos de enlace útiles. Algunas organizaciones humanitarias no gubernamentales coordinan con las actividades de asistencia, pero esa coordinación debería ser realizada prestando gran atención a la seguridad e independencia de estas organizaciones. Los socios que se implementan para la agencia para el desarrollo internacional (USAID) pueden ser contratistas o concesionarios. El grado de control directo varía, pero su conducta y habilidad para adaptarse y cooperar con el Comandante de la fuerza conjunta depende del contrato que esté vigente. Ellos están claramente alineados con los intereses de Estados Unidos, multinacionales, o del gobierno del país que hospeda y pueden ser tomados como blanco por la oposición, o extorsionados por otros actores para su beneficio.

(8) Organizaciones de la Sociedad Civil. Las organizaciones de la sociedad civil incluyen instituciones religiosas, grupos culturales, y sociedades de ayuda locales. Cada una de estas puede enfrentar represalias si son vistas como asistiendo a la fuerza conjunta. Las actividades y relaciones de estas organizaciones pueden tener un impacto significativo en la operación conjunta y deberían ser consideradas en la perspectiva de sistemas total del ambiente operacional. (OE)

c. Sistemas Político, Militar, Social, Informacional e Infraestructura (PMSEII). El desarrollo de una perspectiva de sistemas debería estar fundada en la identificación y análisis de todas las características relevantes de la misión del adversario y de los sistemas de otros actores. Debido a la relevancia de los sistemas los factores y características

JP2 01 3 página III-39

dependerán de la situación específica asociada con cada misión, puede que no haya una lista definitiva de todas las características apropiadas para todas las circunstancias. Por ejemplo, algunas de las características que pueden ser consideradas significativas durante una operación sostenida de asistencia humanitaria puede recibir un poco menos de énfasis durante operaciones de combate contra un adversario convencional. El análisis de los sistemas político, militar, económico, social, informacional e infraestructura (PMESII) de un adversario u otros actores relevantes podría proveer indicaciones significativas respecto a las circunstancias (ideales, objetivos, territorio) que pueden hacer que un país recurra al uso de la fuerza militar o que ejerza otras opciones políticas. Por ejemplo, algunas naciones pueden estar dispuestas a usar la fuerza militar para proteger principios internacionales tales como la libertad de navegación, mientras que otros pueden combatir sólo para proteger sus propias fronteras nacionales. Los factores y características político, militar, económico, social, informacional e infraestructura (PMESII) pueden proveer importantes pistas de cómo una nación puede usar la fuerza militar y hasta qué grado. Por ejemplo, un país hará un esfuerzo descomunal para defender áreas que considera que son política, cultural, o económicamente críticas, mientras que otras porciones menos cruciales de su territorio pueden ser utilizados para negociar espacio por tiempo. Además, un profundo entendimiento de los sistemas político, militar, económico, social, informacional e infraestructura (PMESII) y las relaciones de todos los actores relevantes en el ambiente operacional (OE) es vital para el éxito de la misión. Las siguientes variables son ejemplo de los tipos de factores y características político, militar, económico, social, informacional e infraestructura (PMESII) que pueden ser considerados por el analista de inteligencia conjunta para la preparación del ambiente operacional (hay una discusión más extensa de estos factores en el Capítulo VII, “Special Considerations,” y en el Apéndice D, “Analyzing and Depicting a System”):

(1) Características Políticas y Militares. Las consideraciones políticas pueden incluir pero no están limitadas a los gobiernos locales y regionales; relaciones internacionales; alianzas extranjeras; centros de poder no oficiales (gansters, carteles, organizaciones multinacionales, y milicias); y reclamos y afiliaciones políticas o étnicas. Las consideraciones militares pueden incluir pero no está limitadas a: reglas de empuñamiento (ROE); establecimiento y ubicación de zonas de exclusión y de no vuelo; zonas de defensa marítima; aguas territoriales; reclamos marítimos excesivos; y zonas de identificación de defensa aérea. No obstante, se debe actuar con precaución cuando se analiza el impacto de las limitaciones militares que no imponen una restricción física real (como los obstáculos hechos por el humano), y podrían por lo tanto ser altamente transitorios.

(2) Características Económicas. Las consideraciones deben incluir pero no estar limitadas a las fortalezas y debilidades de los elementos monetarios del adversario (tales como el dinero o las transferencias electrónicas); los sistemas financieros (tales como los bancos o instituciones financieras informales); tasa de inflación; áreas comerciales claves; el mercado laboral; leyes y regulaciones que impactan en los negocios; requerimientos de visa o permiso de trabajo; y fortaleza de los sindicatos. Las consideraciones industriales deberían incluir los depósitos de combustible a granel y sistemas de transporte; los recursos naturales; centros industriales; capacidades científicas y tecnológicas; instalaciones nucleares; y material industrial tóxico (TIM) los analistas también deberían considerar factores agroindustriales tales como patrones de uso de la tierra; mayores cosechas; estaciones de sembrado y cosecha; propiedad de la tierra; disponibilidad de facilidades y servicios relacionados con importación y exportación; y el sistema de distribución de alimentos.

(3) Características Sociales. Las consideraciones pueden incluir pero no limitarse a el impacto cultural de las guerras y conflictos militares del pasado; reclamos territoriales y disputas; historia de explotación colonial o interferencia foránea; luchas étnicas o sociales; patrones geográficos o regionales de afiliación religiosa; conflictos religiosos del pasado y del presente entre grupos de población; peculiaridades y sensibilidades religiosas; y relación de la religión

JP2 01 3 página III-40

con otras fuentes de afiliación social (ej.: etnia, clase económica, ideología política, clanes de familia, sectas, tribus). La salud de la población debería también ser considerada y debería incluir la determinación de presencia de enfermedades transmisibles; riesgos de material industrial tóxico; ubicación de epidemias; métodos de transmisión de enfermedades; y la ubicación, tipo, y extensión de polución ambiental (radiación, derrames de petróleo, y contaminación del agua potable).

(4) Características de la Información. Las consideraciones deberían enfocarse en las fuentes y medios a través de los cuales la información llega a la población general en el área de interés (AOI). Estos pueden incluir fuentes oficiales tales como medios de noticias controlados por el gobierno; fuentes no oficiales tales como medios de noticias locales independientes; fuentes internas no autorizadas tales como radio y periódicos del submundo; y terceras fuentes tales como la prensa internacional y varios medios sociales. Los analistas deberían también enfocarse en los medios mediante los cuales la información es diseminada a, y compartida dentro, de la estructura del liderazgo adversario. La credibilidad de varias fuentes y medios de información, según son percibidos por los grupos involucrados, es crítica.

(5) Características de la Infraestructura. Las consideraciones pueden incluir pero no estar limitadas a fuentes de agua potable; medios y sistemas de transporte (redes de rutas y vías, canales, vías de agua); nodos de comunicaciones; instalaciones de producción de energía y redes de transmisión; poliductos; e instalaciones de tratamientos médicos. Es importante evaluar no sólo el estado actual de la infraestructura del adversario, sino también el impacto de las operaciones militares proyectadas sobre la infraestructura que puede ser crítica para la recuperación post combate.

d. Metodología. Un sistema es una red, grupo, o cadena interconectada o interrelacionada, - un grupo relacionado en forma física, funcional, o por su comportamiento, de elementos que interactúan regularmente o son interdependientes y que forman un todo unificado. El analista de inteligencia conjunta para la preparación del ambiente operacional (JIPOE) desarrolla una perspectiva de sistemas del ambiente operacional (OE) a través de la identificación y análisis de todos los elementos principales dentro de los sistemas y subsistemas político, militar, económico, social, informacional, e infraestructura (PMESII) propios, del adversario, neutrales, o de otros actores que son potencialmente relevantes para el éxito de una operación conjunta. Basado en el entendimiento de los objetivos estratégicos, la misión de la fuerza conjunta, la intención del Comandante de la fuerza conjunta, los objetivos, las condiciones requeridas para lograr los objetivos, y el cumplimiento de tareas, el J-2 identifica los sistemas político, militar, económico, social, informacional, e infraestructura (PMESII) y sus componentes subordinados que son relevantes para la misión y la operación. Entender la interacción de estos sistemas entre sí y cómo sus relaciones e interdependencias cambian con el tiempo puede ayudar al Comandante de la fuerza conjunta (JFC) a visualizar como las acciones de la fuerza conjunta sobre un sistema puede afectar a los otros sistemas. Una variedad de restricciones, incluyendo el tiempo de planeamiento disponible y los recursos del estado mayor, afectarán el detalle de este análisis.

(1) Un sistema consiste en nodos y enlaces interconectados. Los nodos representan los elementos dentro de un sistema que pueden ser marcados como blancos para la acción, tales como personas, organizaciones, gobiernos, instalaciones, derechos de paso, ubicaciones virtuales, compañías, recursos naturales, conocimiento, municipalidades, software, equipamiento, o leyes. Los enlaces son la relación técnica, humana, social, funcional, organizacional, y de pensamiento e intención entre los nodos, tales como las órdenes o estructuras de supervisión que conectan a un superior con un subordinado; la relación de un vehículo con la fuente de combustible; y la ideología que conecta a un

JP2 01 3 página III-41

propagandista con un grupo terrorista. Los enlaces ayudan al Comandante de la fuerza conjunta (JFC) y el estado mayor a visualizar como varios sistemas trabajan internamente e interactúan entre ellos. Establecen la relación e interdependencias entre los nodos que les permiten trabajar juntos como un sistema – para comportarse en una forma específica (cumplir una tarea o realizar una función). Tanto los nodos como los enlaces son representaciones simbólicas concebidas para simplificar la complejidad del mundo real, y son útiles en identificar los centros de gravedad (COGs) y otras cosas que el Comandante de la fuerza conjunta puede desear influenciar o cambiar durante una operación.

(2) La figura III-15 muestra un ejemplo simple de nodos y enlaces en un sistema militar adversario. El sistema de defensa aérea (un nodo en el sistema militar) y sus radares y misiles (nodos en el sistema de defensa aérea) están enlazados entre ellos y con las divisiones en maniobra y con los puestos comando de cuerpos por su rol y habilidad para proteger estos nodos de ataques aéreos. Si los radares del sistema son vulnerables a los misiles antirradiación propios. El usar esta ventaja de atacar y destruir los radares de defensa aérea elimina la relación electromagnética (enlace) entre los radares y los misiles de defensa aérea, degradando la habilidad del sistema de defensa aérea para funcionar efectivamente. Esto reduce el nivel de protección de defensa aérea para las divisiones en maniobra y las hace más susceptibles al ataque de las fuerzas propias. En otras palabras, podría ser innecesario atacar todos los nodos en el sistema de defensa aérea a fin de degradar su función primaria. En este ejemplo, los analistas de inteligencia conjunta para la preparación del ambiente operacional designan los radares de defensa como a un nodo clave – un nodo que es crítico para el funcionamiento del sistema de defensa aérea.

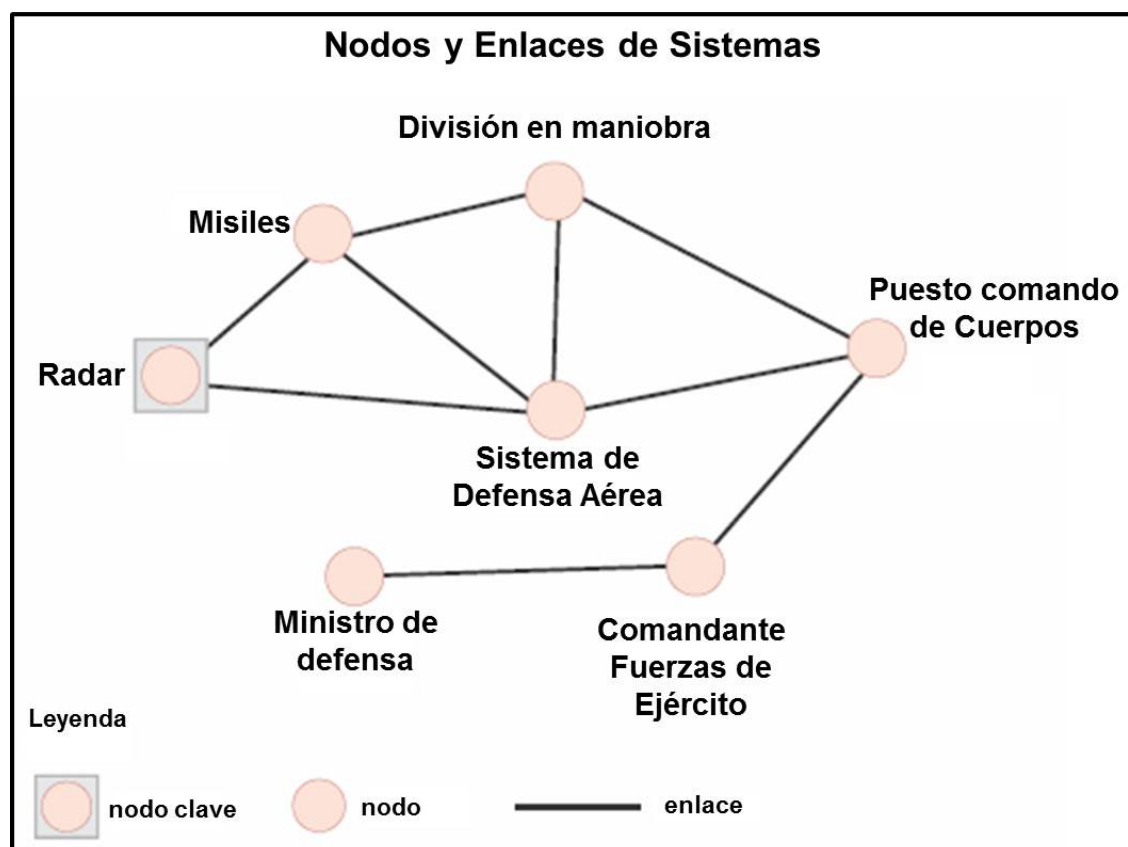


Figura III-15. Nodos y Enlaces de Sistemas

(3) Debido a la complejidad de representar gráficamente la miríada de nodos y enlaces de los sistemas político, militar, económico, social, informacional, e infraestructura (PMESII) del adversario, los analistas de inteligencia conjunta para la preparación del ambiente operacional (JIPOE) necesitarán hacer un máximo uso de herramientas analíticas automáticas. La siguiente discusión describe el proceso para un análisis de la red para identificar los nodos relevantes, determinar y analizar los enlaces entre los nodos, identificar los nodos claves, y evaluar el impacto que las variables de los sistemas político, militar, económico, social, informacional, e infraestructura (PMESII) en las operaciones militares.

e. Identificar los Nodos Relevantes. El análisis de todos los posibles nodos y enlaces en el ambiente operacional sería una tarea insalvable. No obstante, no todos los nodos y enlaces son relevantes para la misión del Comandante de la fuerza conjunta (JFC). Los analistas de inteligencia conjunta para la preparación del ambiente operacional (JIPOE) deberían desarrollar su entendimiento con el suficiente detalle como para identificar los sistemas relevantes, subsistemas, nodos, y potenciales nodos claves. La identificación de nodos relevantes debería estar basada en la evaluación de una variedad de características (incluyendo aquellos recientemente discutidos en el párrafo 2, “Desarrollar una Perspectiva Geoespacial del Ambiente Operacional”) combinado con un entendimiento de los objetivos estratégicos propios, de la misión de la fuerza conjunta, y de la intención del Comandante de la fuerza conjunta, objetivos, condiciones requeridas para lograr los objetivos, y tareas.

(1) Los siguientes ejemplos ilustran los tipos de nodos que podrían ser relevantes para las operaciones conjuntas. Al más bajo nivel, los nodos son personas discretas, lugares, o cosas – tales como un líder del país, un punto de abastecimiento de munición, o un lanzador de cohetes – que típicamente no están divididos en partes subordinadas. No obstante, para que algo sea considerado un nodo o un sistema depende típicamente de la perspectiva a un nivel particular de comando. El Comandante Combatiente (CCDR) podría pensar en el sistema de defensa aérea de la figura III-15 como un simple nodo en el sistema militar, mientras que al nivel operacional el Comandante de la fuerza conjunta (JFC) y los comandantes de componente pensarían en él como en un sistema compuesto por nodos subordinados (misiles, radares, etc.).

(a) Muestra de Nodos Políticos: Asesores, gobernadores, intendentes, grupos de interés político, ministros de gabinete, judiciales, documentos de políticas.

(b) Muestra de Nodos Militares: Líderes individuales a todos los niveles, planes y órdenes, ministro de defensa, puestos de Comando y Control, sistema de defensa aérea, instalaciones de mantenimiento de artillería, punto de depósito de munición, terreno clave.

(c) Muestra de Nodos Económicos: Bancos, corporaciones, sindicatos, lugares de mercado, instalaciones de embarque, contrabandistas, depósitos comerciales.

(d) Muestra de Nodos Sociales: grupos étnicos, clanes, tribus, grupos religiosos, sindicatos, asociaciones, escuelas, centros culturales, instalaciones de salud y bienestar.

(e) Muestra de Nodos de Infraestructura: Plantas de energía nuclear, presas hidroeléctricas, gasoductos, estaciones de bombeo, playas de ferrocarril, aeropuertos, instalaciones portuarias, fábricas relevantes, hospitales, escuelas, refugios de defensa civil.

(f) Muestra de Nodos de Información: Planes y órdenes, periódicos, noticias, ministro de información, redes de televisión, redes de computadoras, centros de tecnología de información, agencias de inteligencia, instalaciones postales, estaciones de radio, periódicos y revistas especializadas

JP2 01 3 página III-43

nacionales o influyentes, medios sociales, accesos de internet, y otras infraestructuras de información existentes y capacidades de comunicación masiva.

(2) Los agrupamientos funcionales de nodos y enlaces tienen aspectos tanto horizontales como verticales. Sus relevancias a menudo dependen de la escala requerida (ancho y profundidad) para el análisis según lo determinan las necesidades del Comandante de la fuerza conjunta (JFC) y el nivel al cual el Comandante de la fuerza conjunta opera. Por ejemplo, la figura III-16 muestra nodos y enlaces en el ambiente operacional en los que el Comandante Combatiente (CCDR), su subordinado Comandante de la fuerza conjunta (JFC) y los Comandantes de las fuerzas componentes podrían enfocarse en forma relevante para sus objetivos específicos, tareas asignadas, y la intención del comandante del mayor nivel. El ambiente operacional del Comandante Combatiente (CCDR) en una operación específica puede abarcar una región geográfica entera compuesta por varias naciones estados. Por lo tanto, el análisis de la red de sistemas del comando combatiente (CCMD) se enfocaría en los aspectos del nivel superior de los sistemas específicos relevantes para los objetivos y misiones estratégicos del Comandante Combatiente (CCDR) (el nivel superior en la figura III-16) y profundizaría en aspectos más detallados de estos sistemas según se requiera. Por ejemplo, desde la perspectiva del Comandante Combatiente (CCDR) un cuerpo acorazado enemigo podría ser un nodo único en el sistema militar adversario. Pero para el nivel operacional del Comandante de la fuerza conjunta (JFC) y los comandantes de componente, el cuerpo sería un sistema separado compuesto por

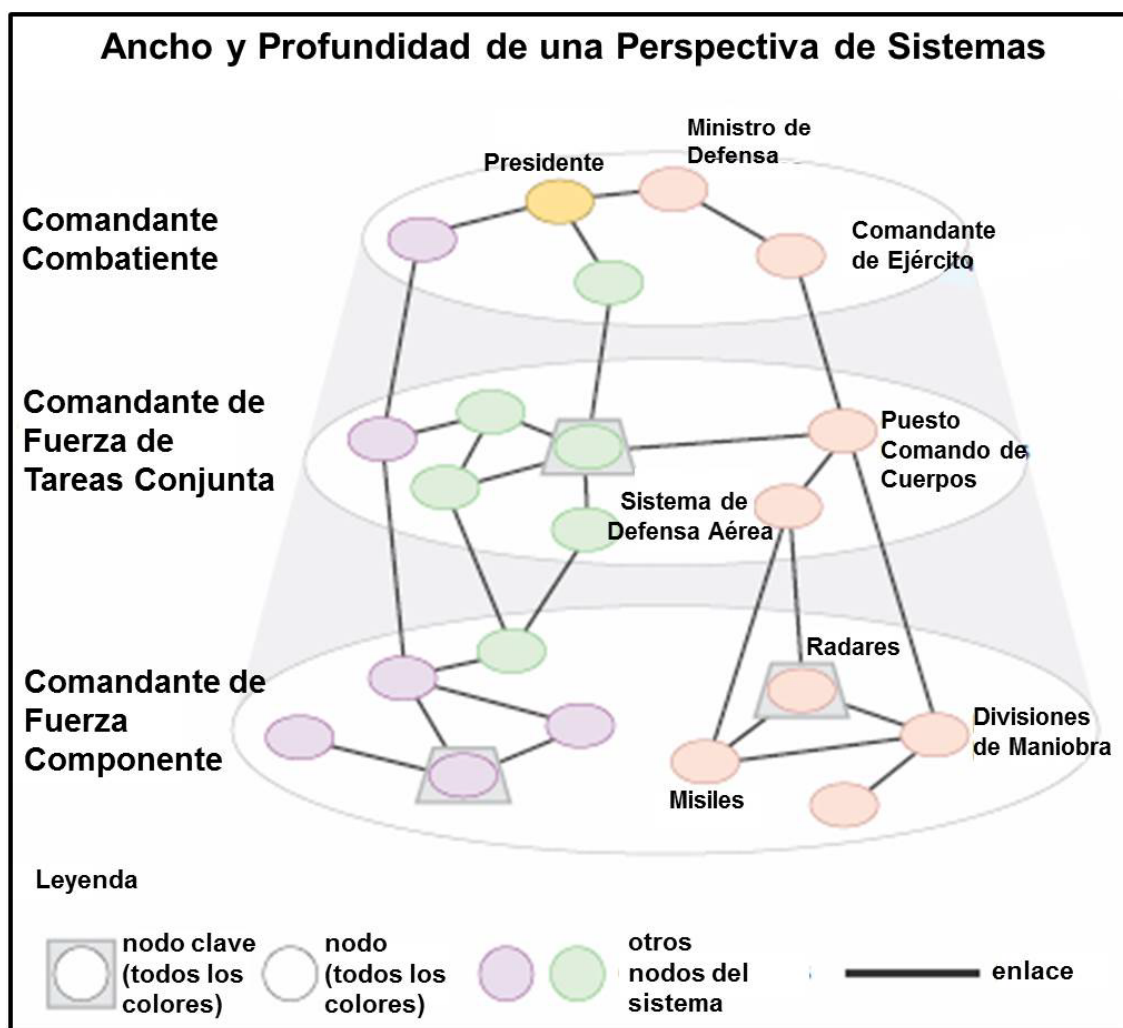


Figura III-16. Ancho y Profundidad de una Perspectiva de Sistemas

nodos y enlaces de los niveles operacional y táctico representando unidades de maniobra, puestos de Comando y Control, y varias capacidades de apoyo para defensa aérea, apoyo de fuego indirecto, y logística.

(3) Todos los Sistemas en el Ambiente Operacional Pueden ser Complejos. Por ejemplo, un sistema típico social consiste en numerosos subsistemas, teniendo cada uno capas subordinadas adicionales. Puede haber cientos de nodos y enlaces a diferentes niveles que conforman el sistema social completo. No obstante, varios o todos estos nodos y enlaces podrían no ser relevantes para los objetivos estratégicos y para la misión del Comandante de la fuerza conjunta (JFC). Por ejemplo, el J-2 podría determinar que a pequeña escala, operaciones enfocadas tales como evacuación de ciudadanos de Estados Unidos desde una embajada tendrá poco impacto en los sistemas de una nación y región. Pero las operaciones militares a gran escala de Estados Unidos y multinacionales en un país afectarán a los sistemas principales en mayor o menor grado, y el impacto probablemente se extenderá también a lo largo de la región. Los analistas de inteligencia conjunta para la preparación del ambiente operacional (JIPOE) deben identificar los probables efectos indeseados de las operaciones militares a gran escala en estos sistemas, tales como el impacto en el bienestar, actitudes, y comportamiento de la población. Mientras los efectos indeseados podrían no poner en peligro el cumplimiento a corto plazo de las tareas y objetivos del Comandante de la fuerza conjunta, podrían tener consecuencias no deseadas a largo plazo asociadas con la actitud hacia Estados Unidos de la región o el país, con el plan de campaña del Comandante Combatiente Geográfico (GCC), los temas y mensajes estratégicos del gobierno de Estados Unidos (USG), y su estado final estratégico. El Comandante de la fuerza conjunta (JFC) y los planeadores deben considerar estos potenciales efectos indeseados durante la comparación y selección de los modos (cursos) de acción. El apéndice D, "Análisis y Representación de un Sistema", provee ejemplos genéricos de los sistemas principales y los posibles subsistemas.

f. Determinar y Analizar las Relaciones Nodo-Enlace. Los enlaces representan las relaciones e interdependencias entre nodos y son derivados de los datos recolectados o extrapolaciones basadas en la recolección de datos. El beneficio de mostrar gráficamente las relaciones nodo-enlace (con el mayor detalle que el tiempo y los recursos permitan) es que el impacto potencial de acciones contra ciertos nodos puede resultar más evidente. Por ejemplo, el número de enlaces entre un nodo y otros nodos puede indicar la importancia del nodo en un agrupamiento funcional mayor. La fuerza o intensidad de un enlace único también podría ser relevante para determinar la importancia de la relación funcional entre nodos y el significado total para con el sistema mayor. Por lo tanto, tanto el número como la fuerza de los enlaces a un nodo o conjunto de nodos pueden ser indicadores de nodos claves y de un posible centro de gravedad (COG). Dada la potencial complejidad de las relaciones de los sistemas, las técnicas de visualización gráfica tales como aquellas descritas en los párrafos siguientes pueden facilitar el análisis de las redes.

(1) Matriz de Asociación. El formato de una matriz de asociación es útil para organizar datos de relación y caracterizar los enlaces que ya existen (o se sospecha que existen) entre los nodos. Cuando se construye una matriz de asociación, los nodos relevantes son plotados a lo largo de un eje diagonal. Una asociación entre dos nodos puede ser indicada en la intersección de los ejes horizontal y vertical y puede estar caracterizada como confirmada o sospechada, dependiendo del criterio establecido localmente. Un ejemplo de una matriz de asociación está representado en el apéndice E, "Productos Especializados de la Inteligencia Conjunta para la Preparación del ambiente Operacional".

(2) Diagrama de Análisis de Red. Los diagramas de análisis de red representan gráficamente las relaciones entre un conjunto de entidades, que puede ser gente, organizaciones, comunidades,

JP2 01 3 página III-45

o computadoras, en tanto estén conectados de una forma significativa. Estos enlaces, o relaciones, pertenecen al grupo y pueden ser representados de varias formas diferentes de interacción, incluyendo relaciones de parentescos (padre de o hermano de), basadas en roles (jefe de o rival de), interactivas (viaja con, se encuentra con), y afectivas (creer, gustar). Los enlaces típicamente representan direcciones de influencia entre nodos antes que una progresión lineal. Un ejemplo de un diagrama de análisis de red está representado en la figura III-17. Los analistas de inteligencia conjunta para la preparación del ambiente operacional (JIPOE) pueden construir un diagrama de análisis de red de sistemas manualmente o mediante sistemas de apoyo automatizados selectivos, herramientas de sincronización, etc. Un diagrama de análisis de red consolidado

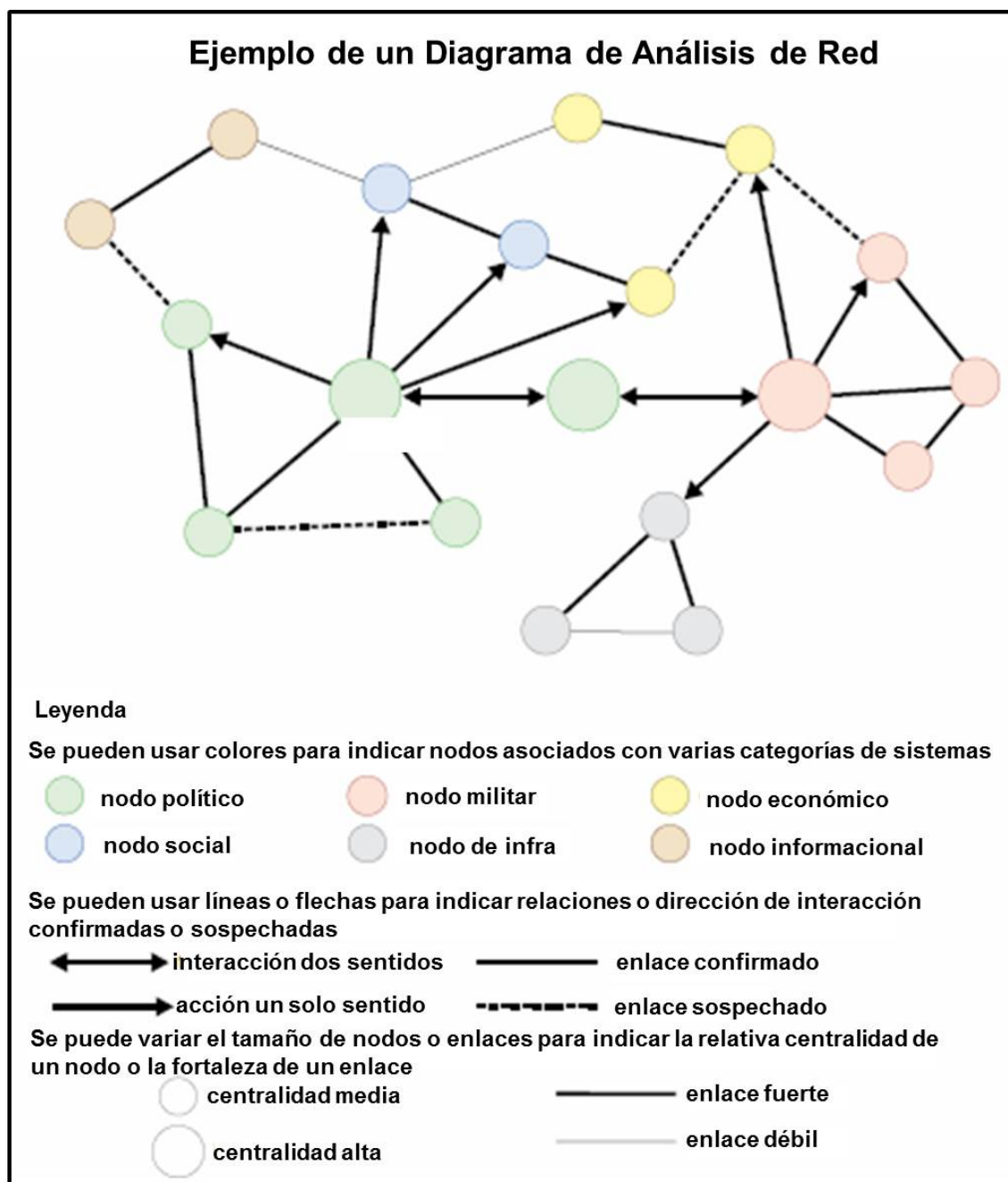


Figura III-17. Ejemplo de un Diagrama de Análisis de Red

está constituido por la combinación de los diagramas de red individuales de cada sistema. Aun cuando se puede establecer localmente una metodología de análisis de red específica, se recomiendan los siguientes procedimientos generales:

(a) Los nodos son representados por círculos, codificados por color para representar su asociación con un sistema específico. El tamaño del nodo puede variar para representar su centralidad relativa.

(b) Los enlaces son representados por líneas entre los nodos. Las líneas sólidas indican relaciones confirmadas, las líneas punteadas indican relaciones sospechadas. Las flechas pueden ser usadas para caracterizar la relación (ej.: subordinación, flujo de información).

(c) En todo lo posible, los nodos y enlaces deberían ser ubicados de forma de minimizar el cruce de líneas.

g. Identificar los Nodos Claves. Los nodos claves existen en todo sistema y subsistema principal y son críticos para el funcionamiento de sus sistemas asociados. Por ejemplo, una planta hidroeléctrica podría ser un nodo clave en una red de energía de un área metropolitana (un subsistema del sistema de infraestructura). Algunos pueden convertirse en puntos decisivos para las operaciones militares dado que, cuando se actúa sobre ellos, le podrían permitir al Comandante de la fuerza conjunta (JFC) ganar una marcada ventaja sobre el adversario o en alguna forma contribuir materialmente al logro del éxito. Debilitar o eliminar un nodo clave debería causar que el grupo de nodos y enlaces relacionados funcionen menos efectivamente o no funcionen en absoluto, mientras que el fortalecimiento de un nodo clave podría mejorar la performance del subsistema y del sistema mayor. Los nodos claves a menudo están enlazados a, o residen en, múltiples sistemas. Por ejemplo, el subsistema religión de un país podría ser central para el funcionamiento del sistema social del país, y un grupo central de líderes religiosos (o un único líder) podría ser el nodo clave del sistema religioso. Dependiendo de las estructuras social y política, este mismo grupo de líderes religiosos también podría ser un nodo clave en el sistema político. Dado que cada sistema y subsistema político, militar, económico, social, informacional y de infraestructura (PMESII) está compuesto por nodos y enlaces, las capacidades de los instrumentos del poder nacional de Estados Unidos (diplomático, informacional, militar, y económico) pueden ser empleados contra nodos claves seleccionados para crear efectos operacionales y estratégicos. Aun cuando sea grandemente influenciada por juicios subjetivos, la identificación de un nodo clave potencial puede ser facilitada mediante un análisis de la centralidad de los nodos (ej.: cómo las entidades individuales calzan en la red de sistemas). La centralidad de un nodo puede destacar posibles posiciones de importancia, influencia, o prominencia, y los patrones de conexión. La centralidad relativa de un nodo se determina mediante el análisis de tres características mensurables: grado, proximidad, y posición como intermediario (ver figura III-18).

(1) **Grado**, examina la centralidad del nodo en términos de sus enlaces directos con otros nodos. (ej.: su ubicación dentro de la red). Como se indica en la figura III-18, el nodo D tiene el número más alto de enlaces directos con otros nodos (alto grado de centralidad), y es un ejemplo de lo que puede definirse como un "hub" (centro o "cubo" de la rueda). Una red centralizada alrededor de un cubo bien conectado puede ser eficiente pero puede caer abruptamente si el cubo es desactivado o removido. En este ejemplo, el nodo D probablemente sería designado como un nodo clave. Los nodos con un bajo grado de centralidad (pocos enlaces directos) son descriptos a veces como nodos periféricos (ej.: los nodos I y J en la figura III-18). Aunque ellos tienen un puntaje de centralidad relativamente bajo, los nodos periféricos pueden no obstante jugar roles significativos como recolectores de recursos o fuentes de información fresca desde fuera de la red principal.

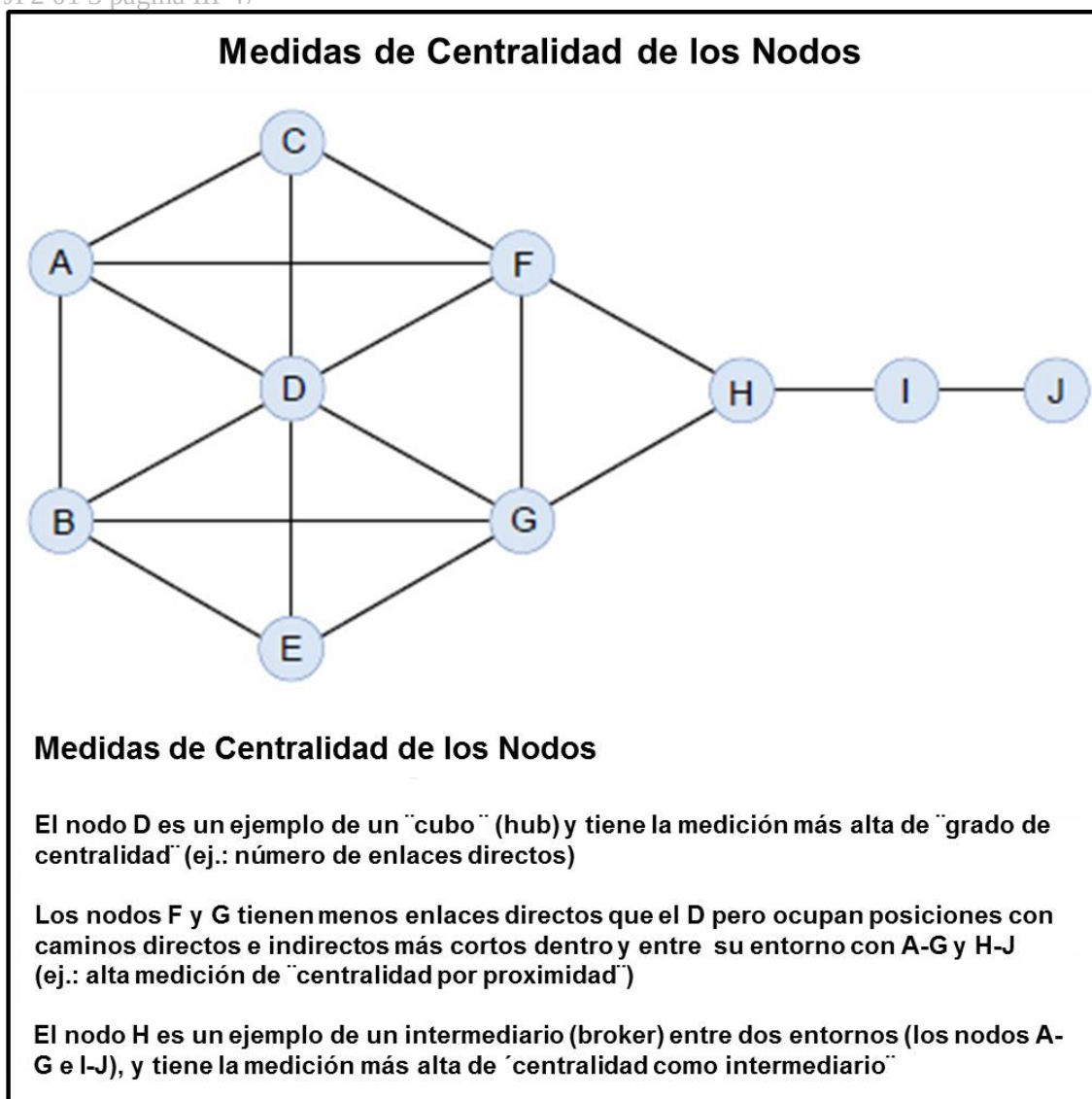


Figura III-18. Medidas de Centralidad de los Nodos

(2) Proximidad, examina la posición absoluta de un nodo en una red (ej.: su posición global). La diferencia entre grado y proximidad es una distinción importante, porque una entidad individual puede tener varios contactos directos, pero estos contactos pueden no estar bien conectados a la red como un todo. Consecuentemente, aun cuando un individuo puede tener un alto grado de centralidad, su poder e influencia sólo pueden ser ejercidos localmente, no a través de la entera red. La proximidad es calculada mediante la suma del número de saltos entre un nodo y todos los otros de una red (ej.: sumando el número de saltos del nodo A al nodo B, del nodo A al nodo C, y del nodo A al nodo D). Un puntaje bajo indica que un individuo necesita menos saltos para alcanzar a otros en la red, y está por lo tanto "más próximo" a los otros en la red. Por ejemplo, los nodos F y G de la figura III-18 tienen menos enlaces directos que el nodo D, pero tienen caminos más cortos con los otros nodos. Los nodos con gran centralidad de proximidad están en una excelente posición para monitorear todo el flujo de actividad dentro de la red.

(3) Posición como Intermediario, mide el número de veces que un nodo se encuentra en el camino más corto entre otros dos. Para el intercambio de información o servicios, un nodo con una alta posición como intermediario puede jugar un rol importante en la intermediación. Por ejemplo, en la figura III-18, el nodo H ocuparía una de las posiciones más importantes en la red al servir como el único enlace entre los nodos I, J, y el resto de la red. El nodo H es un ejemplo de un nodo intermediario y (asumiendo que los nodos I y J fueran suficientemente importantes para la red como un todo) puede también ser designado como un nodo clave. La eliminación o un nodo intermediario puede fragmentar a una red en varios subcomponentes.

h. Evaluar el Impacto de las Redes Política, Militar, Económica, Social, Informativa, y de Infraestructura (PMESII) en las Operaciones Militares. El análisis de las redes de los sistemas facilita la identificación o información significativa acerca de un grupo de entidades que podrían de otra forma pasar desapercibidas. Por ejemplo, el análisis de las redes puede descubrir posiciones de poder dentro de una red, mostrar los subgrupos básicos que cuentan para una estructura de red, encontrar los individuos o grupos cuya remoción alteraría grandemente a la red, y medir el cambio los cambios en la red a través del tiempo. El impacto de la red de un sistema debería ser evaluado en términos de la densidad de la red y la distancia.

(1) Densidad. La densidad de la red examina cuán bien conectada está una red mediante la comparación del número de vínculos actualmente presentes en una red con el número total de vínculos posibles. La densidad de la red puede indicar varias cosas. Cuando una red está altamente interconectada existen menos restricciones para los individuos en su interior; ellos probablemente dependerán menos de otros como intercambiadores de información, estarán en una mejor posición para participar en actividades, o más próximos a los líderes, y por lo tanto podrán ejercer mayor influencia sobre ellos. Una red con una baja interconectividad puede indicar que hay una clara división dentro de la red (ej.: a lo largo de líneas políticas o de clan), o que la distribución del poder o la información es altamente despareja y fuertemente controlada.

(2) Distancia. La distancia en la red mide el número de saltos entre dos cualesquiera nodos en la red. Por ejemplo, hay un salto entre dos nodos que están directamente conectados; hay dos saltos entre nodos que están separados por un nodo intermediario. Evaluar la distancia en la red ayuda a entender como la información y la influencia fluyen a través de la red y determina la cohesión de la red. Las mayores distancias pueden inhibir la diseminación de información porque cada salto disminuye la probabilidad de una interacción exitosa. En las redes política, social, y posiblemente militar, las mayores distancias pueden también disminuir la habilidad de los individuos para influenciar a otros.

4. Describir el Impacto del Ambiente Operacional en las Capacidades Propias y del Adversario

Las evaluaciones de todos los aspectos individuales del ambiente operacional (OE) y de la perspectiva de los sistemas son finalmente combinadas en una evaluación única integrada que se enfoca en el impacto total del ambiente operacional (OE) en todos los modos (cursos) de acción (COAs) conjuntos disponibles tanto para las fuerzas propias como del adversario. Esta evaluación puede tomar la forma de un briefing, un conjunto de imágenes, un análisis escrito sobre el ambiente operacional (OE), una estimación de inteligencia, o cualquier otro formato que el Comandante de la fuerza conjunta considere apropiado. Al margen del formato, este producto es diseñado para soportar el desarrollo y evaluación de los modos (cursos) de acción (COAs) conjuntos proveyendo al J-3 y al J-5 con un conjunto evaluado y priorizado de las avenidas de aproximación terrestres, marítimas, y aéreas, de las áreas de potencial empujamiento, de la geografía clave terrestre y marítima,

JP2 01 3 página III-49

los nodos claves y enlaces, y un análisis identificando los períodos de condiciones meteorológicas óptimas para tipos específicos de operaciones militares. Igualmente, el producto permite al J-2 evaluar el ambiente operacional (OE) desde la perspectiva del adversario, y expresar esta evaluación en términos de un conjunto priorizado de los modos (cursos) de acción (COAs) militares del adversario, incluyendo cualquier opción diplomática, informativa o económica. A fin de cumplir con esto, el J-2 debe tener en mente considerar las capacidades generales militares de la fuerza adversaria así como las otras características del ambiente operacional (OE). Por ejemplo, el ambiente operacional (OE) puede contener varios excelentes lugares de desembarco anfibio, pero si el adversario no tiene acceso a buques de apoyo anfibio, el ataque anfibio no debería estar listado como un modo (curso) de acción viable del adversario. El J-2 debería también considerar la magnitud de la fuerza militar normalmente posicionada en cada base naval, aérea y terrestre del adversario, y debería evaluar si constituyen una postura ofensiva o defensiva. El resultado final del paso dos del proceso de preparación del ambiente operacional por la inteligencia conjunta (JIPOE) es una priorización preliminar de los modos (cursos) de acción del adversario basados en cuan bien cada uno es soportado por el impacto total del ambiente operacional (OE). Esta priorización preliminar de los modos (cursos) de acción (COAs) será posteriormente refinada y ajustada durante el paso cuatro del proceso de preparación del ambiente operacional por la inteligencia conjunta (JIPOE), como se expresa en el capítulo V “Determinación de los Cursos de Acción del Adversario y de Otros Actores Relevantes – Paso 4”.

Intencionalmente en blanco

CAPITULO IV

EVALUAR AL ADVERSARIO Y OTROS ACTORES RELEVANTES—PASO 3

“No importa cuán absorto pueda estar un comandante en sus propios pensamientos, a veces es necesario que tome al enemigo en consideración”

Winston Churchill
The World Crisis, 1911-1918
1923

1. Resumen

El tercer paso en el proceso de preparación del ambiente operacional por la inteligencia conjunta (JIPOE) identifica y evalúa las capacidades y limitaciones del adversario, la situación actual, los centros de gravedad (COGs), y la doctrina, patrones de operación, y empleo de tácticas técnicas y procedimientos empleados por las fuerzas adversarias, sin aquellas restricciones que se identificaron en el paso dos (figura IV-1). Durante este paso, se desarrollan modelos que interpretan cómo las fuerzas adversarias ejecutan normalmente las operaciones militares o cómo reaccionaron a situaciones militares específicas en el pasado. También son analizados los sistemas adversarios para desarrollar posibles indicadores (cambios hipotéticos anticipados de las relaciones nodo-enlace normales) asociados con varios modos (cursos) de acción (COAs).

a. El analista de inteligencia conjunta para la preparación del ambiente operacional JIPOE) debe tener cuidado de no evaluar las capacidades conjuntas del adversario tomando como referencia la doctrina conjunta y de las fuerzas de Estados Unidos. Los “red teams” que son efectivos sirven como verificadores



Figura IV-1. Preparación del Ambiente Operacional por la Inteligencia Conjunta - Paso 3

JP2 01 3 página IV-02

del esfuerzo analítico para evitar la referencia a la doctrina propia, y para incluir modos (cursos) de acción (COAs) no considerados. En algunos casos la doctrina conjunta de potenciales adversarios puede ser embrionaria o no existir. Aun cuando los componentes de un adversario pueden operar en la misma área geográfica y pueden tratar, en mayor o menor medida, de soportarse mutuamente, las operaciones conjuntas, como las practican las fuerzas de Estados Unidos, son raramente realizadas. No obstante, en virtualmente todos los casos, las Fuerzas componentes de la fuerza en oposición van en algún nivel de comando a coordinar sus operaciones de acuerdo a un conjunto de procedimientos ya establecidos ad hoc. El analista de inteligencia conjunta para la preparación del ambiente operacional (JIPOE) debe tratar de discernir la habilidad del adversario para integrar sus capacidades en operaciones de armas combinadas, no importa cuán rudimentario pueda parecer.

b. Las capacidades adversarias son identificadas en términos de modos (cursos) de acción (COAs) generales y de operaciones de apoyo que el adversario puede realizar que pueden influir en el cumplimiento de la misión propia. La falla en evaluar con precisión al adversario puede causar que el comando sea sorprendido por una capacidad adversaria inesperada, o resultar en el gasto innecesario de recursos limitados contra capacidades de la fuerza adversaria que no existen.

c. además del adversario, es importante entender a otros actores relevantes que pueden impactar positiva o negativamente en la misión propia. Estos actores pueden incluir a la población, el gobierno del país que hospeda, y potenciales líderes opositores. Otros actores relevantes pueden incluir actores estatales y no estatales internacionales y/o la comunidad de organizaciones no gubernamentales (NGO). Entendiendo en un principio quienes son los actores relevantes y aprendiendo tanto como sea posible acerca de ellos y de las relaciones entre sí, el Comandante de la fuerza conjunta (JFC) puede desarrollar una aproximación que facilitará la toma de decisión y el comportamiento (activo o pasivo) entre los actores relevantes que es consistente con el estado final deseado de la operación. El análisis sociocultural (SCA) y la inteligencia de identidad (I2) permiten un entendimiento mejor de los actores relevantes. Nótese que los individuos pueden calzar en más de una categoría de actores. Por ejemplo, un líder tribal puede también trabajar como gobernador distrital, mientras también trabaja detrás de escena para proveer apoyo financiero y material a la insurgencia. Un entendimiento comprensivo de los actores relevantes es especialmente crítico en las guerras irregulares (IW) y es descrito en mayor detalle en la Sección A "Support During Irregular Warfare", Capítulo VII "Special Considerations".

2. Actualizar o Crear Modelos del Adversario y de Otros Actores Relevantes

Los modelos del adversario y de los actores relevantes pueden representar sea el modo doctrinario de operar el adversario o sus patrones de operación ya observados en condiciones similares. Le sirven mejor al Comandante de la fuerza conjunta (JFC) cuando no sólo están basados en un estudio detallado de su organización normal o "doctrinaria", equipamiento, procedimientos operacionales, y relaciones de nodo-enlace, sino también toman en cuenta cómo el adversario reaccionará a una situación militar específica. Los modelos del adversario son normalmente completados antes del despliegue, y son continuamente actualizados según se requiera durante las operaciones militares. Los modelos consisten en tres mayores partes: representación gráfica de los patrones del adversario para operaciones relacionadas con modos (cursos) de acción (COAs) específicos (plantillas adversarias); descripciones de las tácticas y opciones preferidas por el adversario; y listas de los blancos de alto valor (HVTs).

a. Plantillas del Adversario. Las plantillas del adversario ilustran los patrones de empleo y disposiciones preferidas por un adversario en la misma forma o similar a las del ambiente operacional (OE). Son usualmente representaciones gráficas a escala de las disposiciones adversarias para tipos específicos de operaciones militares

JP2 01 3 página IV-03

tales como: movimientos de contacto, operaciones de guerra antisuperficie, ataques insurgentes en áreas urbanas, patrullas aéreas de combate, y emboscadas aéreas. La preparación del ambiente operacional por la inteligencia conjunta (JIPOE) utiliza plantillas para fuerza única del adversario que muestran las operaciones adversarias terrestres, aéreas, marítimas, especiales, o espaciales, con las que produce plantillas conjuntas del adversario que muestran las relaciones entre todas las fuerzas componentes del adversario cuando se realizan operaciones conjuntas. Por ejemplo, una plantilla conjunta del adversario que muestra la ofensiva terrestre convencional, además de mostrar la organización y disposición de la fuerza terrestre, también mostraría el tipo, cantidad, patrón de despliegue, y tácticas de todos los elementos de apoyo. Una plantilla del adversario también puede ser utilizada para mostrar los cambios anticipados en los nodos y enlaces político, militar, económico, social, informacional, y de infraestructura (PMESII) que serían indicativos de intenciones o modos (cursos) de acción (COAs) específicos del adversario.

(1) Plantilla de Amenaza Mostrando la Perspectiva Geoespacial. Las plantillas del adversario orientadas geoespacialmente muestran los métodos de operación preferidos del adversario en cada dominio físico (tierra, aire, mar, espacio) para cada uno de los componentes de la fuerza adversaria (ver figura IV-2 y figura IV-3). Las plantillas conjuntas del adversario serían construidas para todos los modos (cursos) de acción (COAs) generales del adversario, tales como de ataque, defensa, refuerzo, o retrógrado. Las plantillas del adversario se construyen analizando toda la inteligencia disponible en

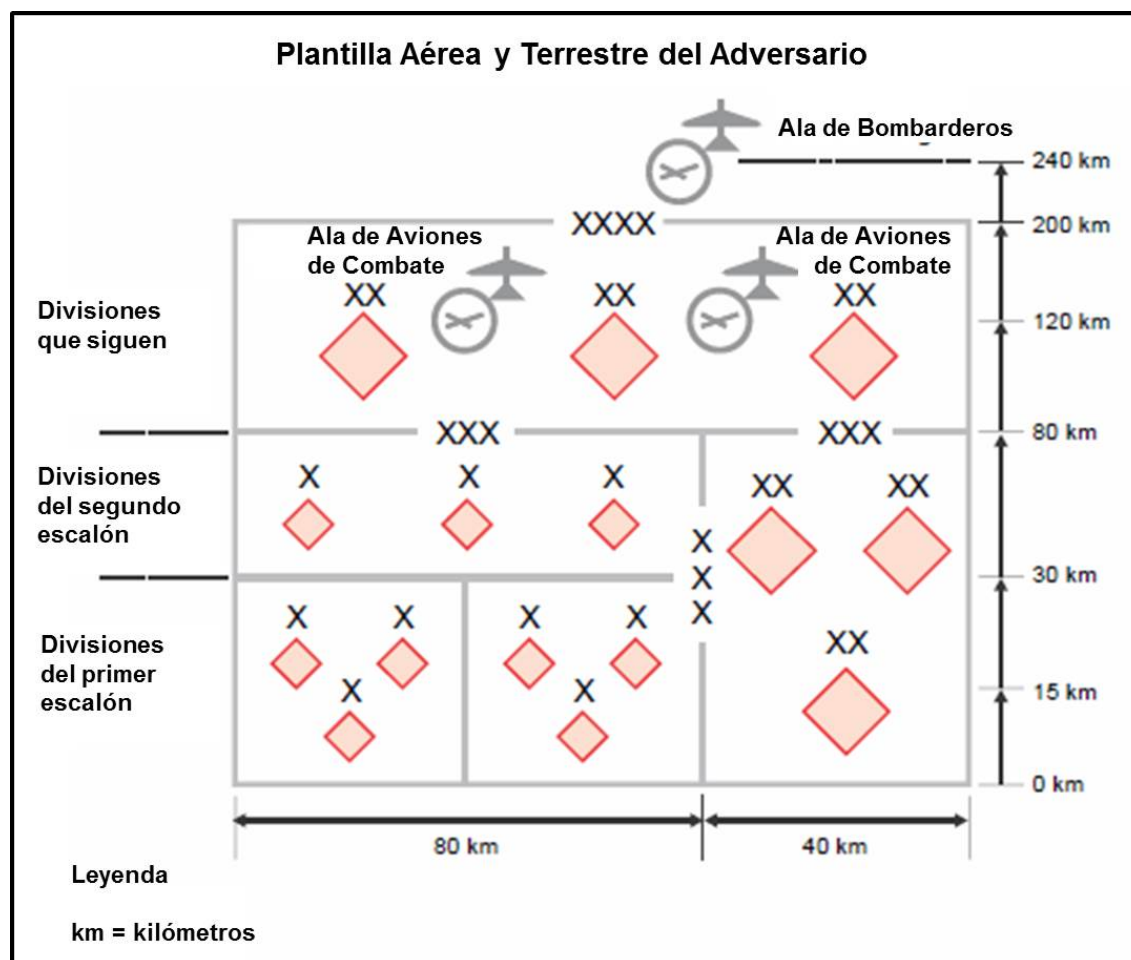


Figura IV-2. Plantilla Aérea y Terrestre del Adversario

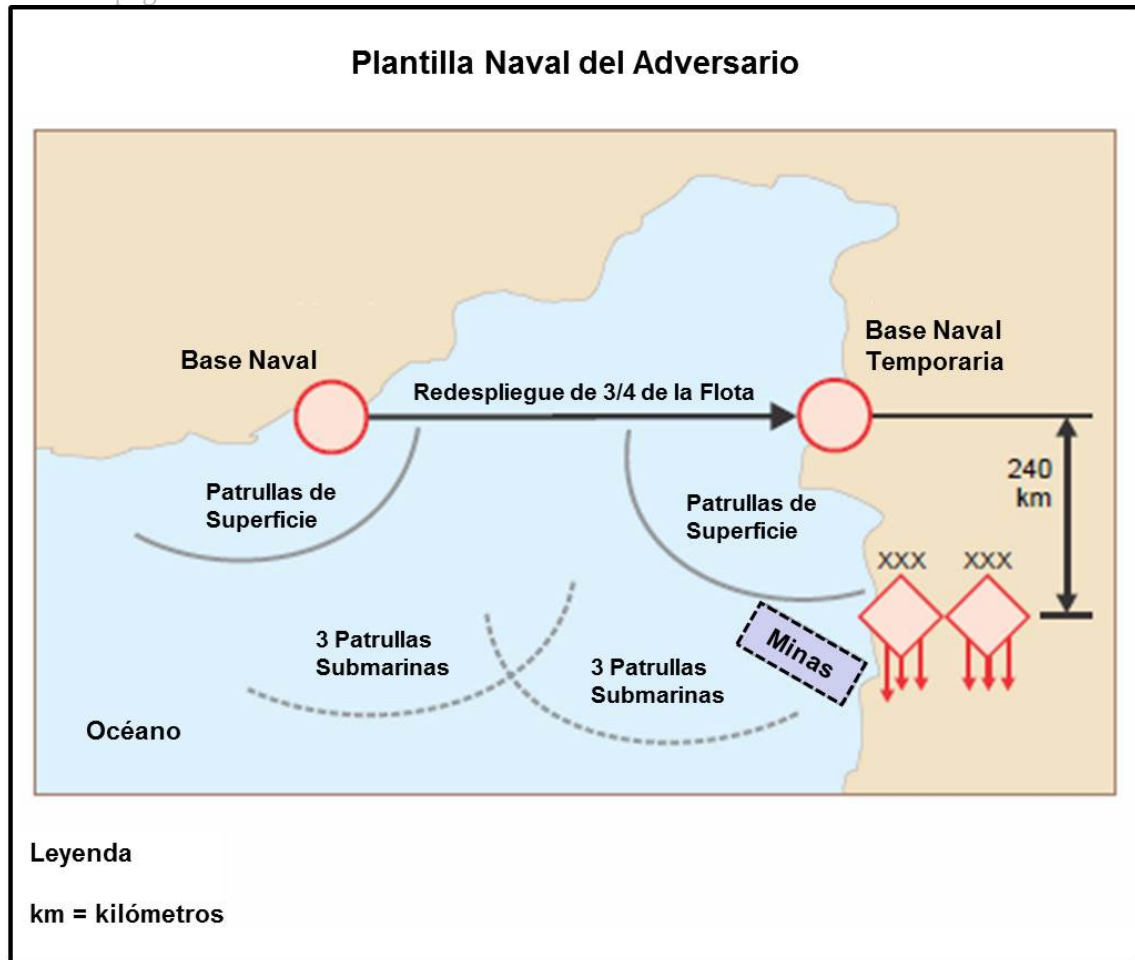


Figura IV-3. Plantilla Naval del Adversario

los patrones de operación del adversario y a través de una evaluación de las operaciones pasadas del adversario, ejercicios militares, y prácticas preferidas. Los factores específicos que deberían ser considerados en este tipo de plantilla del adversario incluyen, pero no están limitados a:

- (a) Organización para el combate.
- (b) Distancias (tales como frentes, profundidad, lindes, espacio entre buques, e intervalos entre unidades de marcha u olas de aviones atacantes).
- (c) Funciones (tales como irrupción, asalto, explotación, fijación, contacto, protección, o contraataque) que varias partes de la fuerza adversaria están intentando realizar a fin de cumplir los objetivos en un cierto tipo de operación.
- (d) Areas de empeñamiento.
- (e) Patrones para el uso del terreno y de la meteorología.
- (f) El ritmo y las fases de las operaciones.
- (g) Ubicaciones relativas y agrupamientos de las fuerzas y de las unidades de apoyo.

JP2 01 3 página IV-05

(2) Plantilla de Amenaza Mostrando una Perspectiva de Sistemas. Los analistas de inteligencia conjunta para la preparación del ambiente operacional (JIPOE) deberían identificar también los cambios anticipados en las relaciones nodo-enlace (ej.: establecimiento de potenciales nuevos enlaces, desactivación o modificación de enlaces actuales) que podrían ser indicadores (cuándo o si ya se estableció) de los futuros modos (cursos) de acción (COAs) de un adversario o actores relevantes. Estas apreciadas desviaciones de la estructura normal (o actual) del nodo-enlace son potenciales indicadores de las intenciones del adversario o del actor relevante y deberían estar asadas en sus prácticas pasadas, patrones de operación, requerimientos físicos, o preferencias esperadas. Como aclaración, se puede usar una matriz de asociación para resumir los cambios anticipados nodo-enlace asociados con cada modo (curso) de acción (COA). Este tipo de matriz de asociación modificada forma la contraparte de una perspectiva de sistemas respecto a las plantillas de adversario más orientadas geoespacialmente expresadas anteriormente. La figura IV-4 provee un ejemplo de una plantilla de perspectiva de sistemas del adversario.

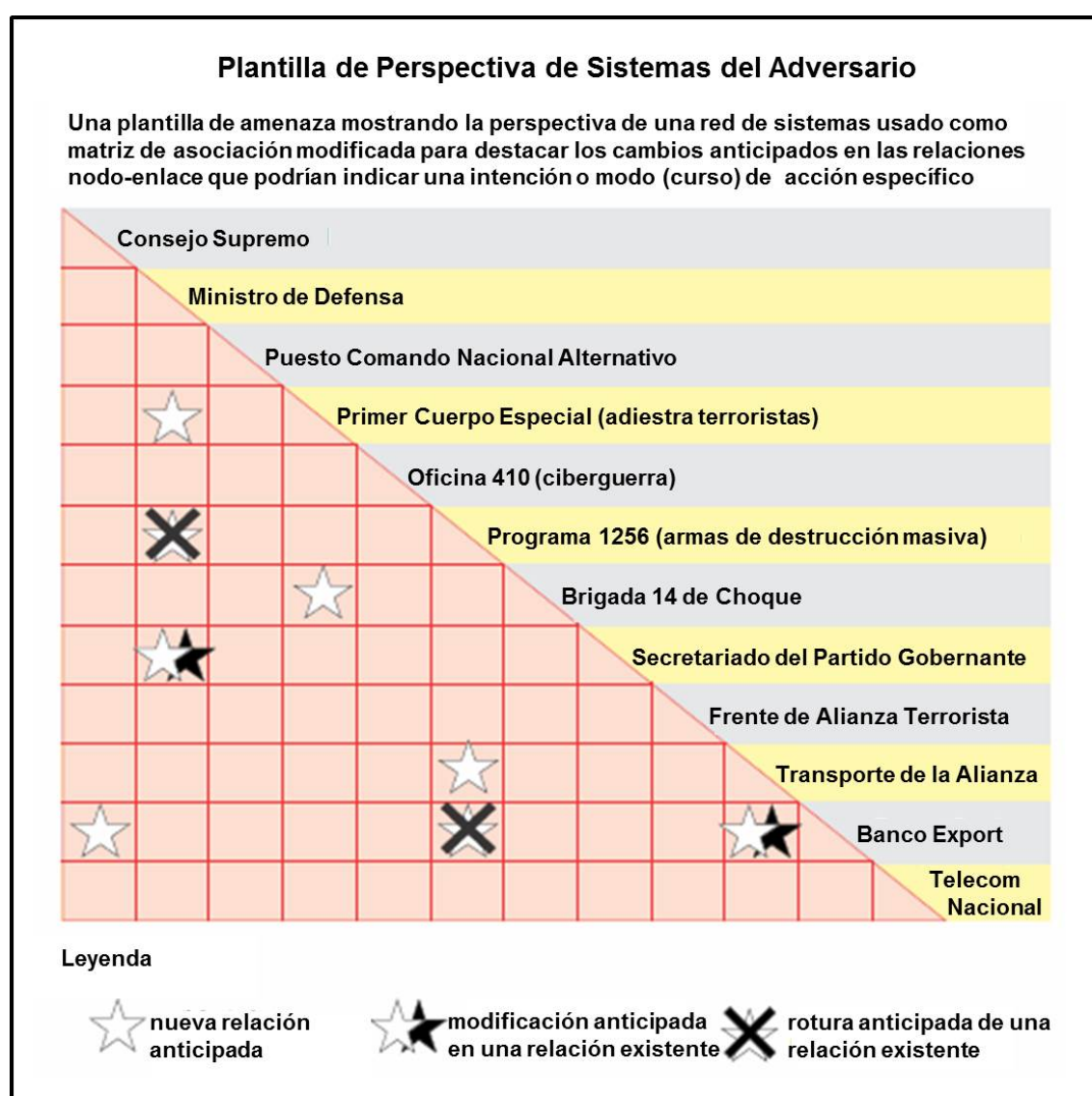


Figura IV-4. Plantilla de Perspectiva de Sistemas del Adversario

b. Descripción de las Tácticas y Opciones del Adversario. Además de la descripción gráfica de las operaciones del adversario mostradas en la plantilla del adversario, un modelo del adversario también incluye una descripción escrita de las tácticas preferidas por el oponente. Esta descripción muestra los tipos de actividades y operaciones de apoyo que se espera que realicen las varias unidades adversarias que se muestran en la plantilla del adversario. También contiene un listado o descripción de las opciones (ramificaciones) disponibles para el adversario – fuera que la operación conjunta o cualquiera de las operaciones de apoyo fallen – o las operaciones subsecuentes (secuelas) si tienen éxito. Por ejemplo, un oponente podría preferir seguir los ataques exitosos con persecución. Si un ataque comenzase a fallar, las ramificaciones preferidas del adversario podrían incluir comprometer las reservas, reforzar, o desplazar el esfuerzo principal. Si el ataque falla, la secuela preferida podría ser una defensa apresurada. Además, se deben indicar las preferencias de un oponente respecto al uso de la meteorología o el terreno. Por ejemplo, algunos adversarios pueden preferir iniciar acciones ofensivas durante tormentas de nieve o de noche. Las siguientes son algunas técnicas sugeridas para usar cuando se formule la descripción de las tácticas y opciones adversarias.

(1) Identificar un tipo específico de operación conjunta, tal como un ataque anfibio, y luego analizar cómo cada uno de las fuerzas componentes del adversario contribuyen o proveen apoyo a esa operación. En otras palabras, identificar los tipos de operaciones de apoyo que cada componente está en condiciones de realizar como parte del plan conjunto total del adversario.

(2) Desarrollar una matriz de tiempo-evento para describir como un adversario normalmente realiza tipos específicos de operaciones. Por ejemplo, puede ser imposible representar gráficamente las relaciones complejas entre las operaciones terrestres, aéreas, y navales de la operación de un adversario. En este caso, una matriz de tiempo-evento podría ser usada para mostrar la secuencia de tipos específicos de operaciones y las de apoyo de componente adversarias, así como los cambios en la organización, composición, y la disposición probable de las fuerzas adversarias durante cada fase de la operación (ver figura IV-5).

(3) Completar la plantilla del adversario con notas marginales que están ligadas a eventos claves o a posiciones en la plantilla. Por ejemplo, las notas marginales podrían describir como un adversario normalmente reubica los medios aéreos si se produce una penetración durante una ofensiva terrestre.

(4) Identificar y listar cualquier criterio de decisión conocido para hacer que el adversario prefiera una opción en lugar de otra. Esta información ayudará en la simulación del juego de guerra entre los modos (cursos) de acción (COAs) del adversario y propios, la asignación de blancos, y el plan de decepción.

(5) Describir las acciones de cada componente de la fuerza conjunta con detalle suficiente como para facilitar la última identificación de los blancos de alto valor (HVTs) y los de alta rentabilidad (HPTs). Un blanco de alto valor (HVT) es un blanco que el comandante enemigo necesita tener para el logro exitoso de la misión. Un blanco de alta rentabilidad (HPT) es un blanco cuya pérdida por el enemigo contribuirá significativamente al éxito del modo (curso) de acción (COA) propio. Dado que el valor del blanco usualmente varía con su rol en cada fase de la operación, cada fase debería ser examinada y descrita por separado.

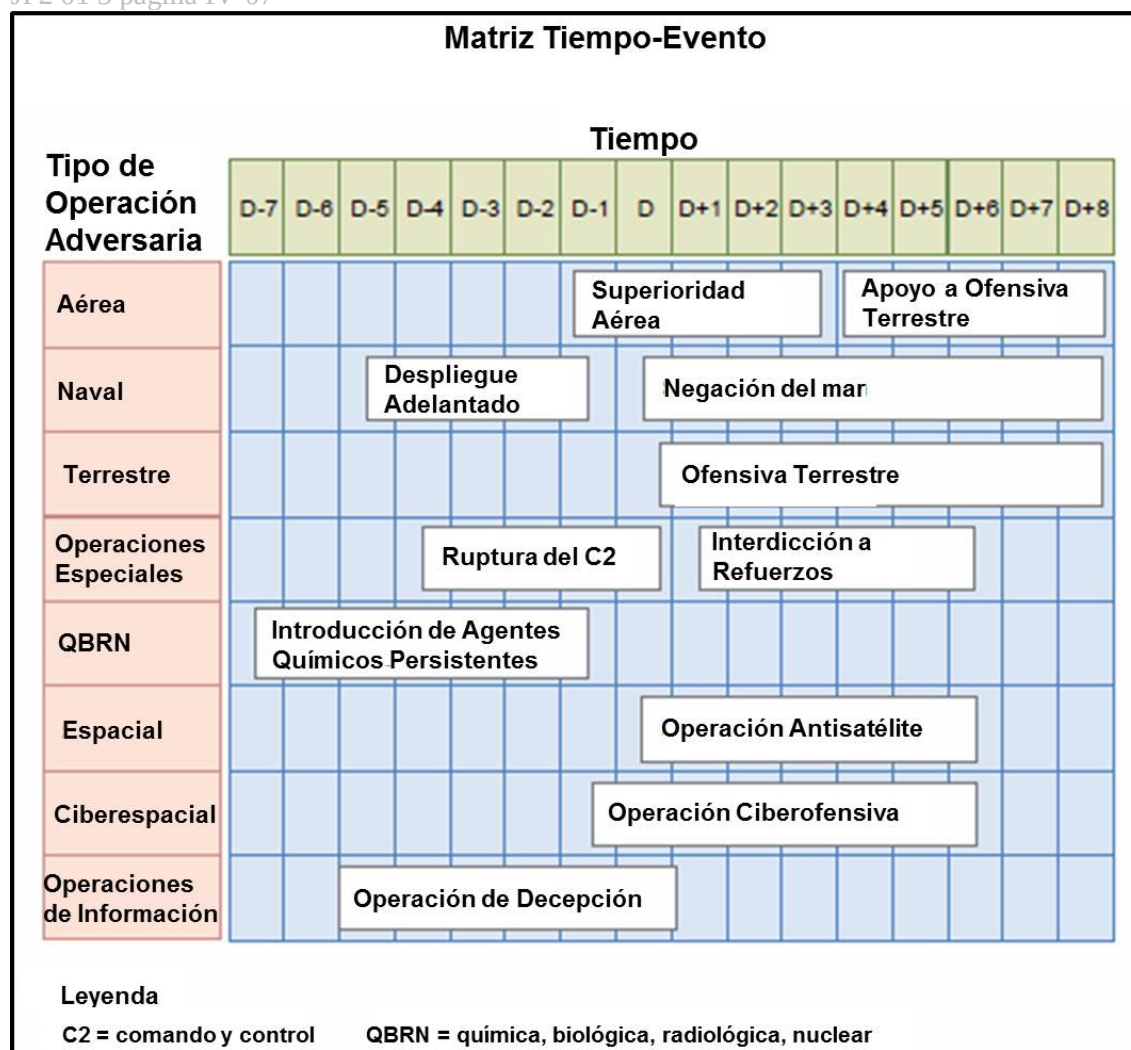


Figura IV-5. Matriz Tiempo-Evento

c. Listado de Blancos de Alto Valor (HVTs). El modelo adversario debería también incluir un listado de los blancos de alto valor (HVTs). Estos blancos son identificados al combinar el juicio operacional con una evaluación de la información contenida en la plantilla y descripción conjunta del adversario. Se identifica a los medios que son críticos para el éxito de la misión del adversario, que son claves para cada operación de apoyo de los componentes adversarios, o que son cruciales para la adopción de diferentes ramificaciones o secuelas de la operación. Por ejemplo, una fuerza terrestre adversaria defendiendo un frente a lo largo de una península puede ser vulnerable a los ataques anfibios en los flancos o en la retaguardia. En esta situación, la habilidad del adversario para negar el acceso a las aguas costeras en su retaguardia puede ser crucial, y por lo tanto sus medios de defensa costera (artillería, misiles crucero antibuques, combatientes locales de superficie y subsuperficie) pueden constituir blancos de alto valor (HVTs). El análisis sociocultural (SCA) puede ser útil para identificar y ampliar el entendimiento del Comandante de la fuerza conjunta sobre los blancos de alto valor (HVTs) así como potencialmente revelar opciones adicionales para acciones letales o no letales contra ellos y determinar los efectos de segundo y tercer orden de esas acciones. Dentro de los ambientes de guerra irregular (IW), los blancos de alto valor (HVTs) adversarios pueden incluir nodos claves dentro de la red de amenazas humanas asociada.

JP2 01 3 página IV-08

Por ejemplo, el adversario puede ser dependiente del apoyo de los líderes tribales o de villas locales, o de organizaciones transnacionales criminales o de tráfico de drogas para operar en las cercanías locales, ciudad, villa, o región provincial, o para ganar acceso a bases propias a través de contratos o empleados nacionales locales. Cualquiera de estos grupos puede también ejercer influencia con las organizaciones extremistas violentas regionales o internacionales, y todas ellas pueden proveer en forma directa o indirecta apoyo a las operaciones adversarias. En esta instancia, los individuos usados como intermediarios para comunicarse o coordinar entre los ancianos de las tribus o villas u organizaciones criminales pueden constituir blancos de alto valor (HVTs). El Comandante de la fuerza conjunta (JFC), en conjunción con la comunidad de inteligencia (IC) nacional, colabora con los centros de producción analítica apropiados para identificar los blancos de alto valor (HVTs). Esta colaboración debería ser realizada mediante cualquier medio de comunicaciones seguras disponible. Las siguientes técnicas pueden ser útiles para identificar y evaluar los blancos de alto valor (HVTs):

- (1) Identificar los blancos de alto valor (HVTs) mediante la representación mental (wargaming) de la evolución de la operación conjunta en consideración, e imaginando cómo el adversario utilizará los medios de cada componente para apoyarla.
- (2) Determinar cómo el adversario podría reaccionar ante la pérdida de cada blanco de alto valor (HVT) identificado. Considerar la habilidad del adversario para substituirlos con otros medios (de otro componente o área operacional diferente), o para adoptar un opción diferente.
- (3) Evaluar y ordenar por importancia todos los blancos de alto valor (HVTs) según su importancia relativa para la operación del adversario. También, analizar si la importancia de un blanco depende de, o cambia con, cada fase de la operación.
- (4) Construir una matriz de la importancia de los blancos agrupándolos de acuerdo con su función. La matriz de importancia de los blancos debería indicar el valor relativo de cada categoría de blancos de alto valor (HVTs) y describir como un ataque a esa categoría (incluyendo la oportunidad del ataque) afectaría a la operación del adversario (ver figura IV-6).

d. La caracterización del ambiente informacional debería ser integrado a los modelos del adversario y de los otros actores relevantes para proveer la imagen más completa posible del ambiente operacional (OE).

3. Determinar las Situaciones Actuales del Adversario y de Otros Actores Relevantes

Todas las fuentes de inteligencia disponibles, los métodos, tecnologías, y bases de datos deberían ser continuamente explotados en un esfuerzo para analizar y determinar la situación actual del adversario y de otros actores relevantes. Este esfuerzo analítico debería enfocarse en factores del orden de batalla (OB) para cada unidad adversaria aérea, naval, terrestre, o de operaciones especiales (SOF) que se conozca que será desplegada dentro del área de interés (AOI), o que es capaz de interferir con la misión propia.

a. La información actual correspondiente a la composición y disposición de las fuerzas adversarias es particularmente importante y normalmente será mantenida por el J-2 en la máscara de situación adversaria.

b. La situación actual adversaria está basada en apreciaciones de los siguientes factores del orden de batalla (OB) para cada fuerza o unidad militar adversaria:

Matriz de la Importancia de los Blancos						
Efecto en el Adversario			Blanco	Valor Relativo		
Interrupción	Retraso	Limitación				
X		X	Comando, Control y Comunicaciones	X	X	X
X			Puesto Cdo Principal del 1er Ejército			
X		X	Puesto Cdo Defensa Aérea Nacional			
		X	Puesto Cdo Defensa del Estado			
	X		Líneas de Comunicación	X		
	X		Puente en Autopista 102			
	X		Playa Ferroviaria Principal			
	X	X	Combustible a Granel	X	X	
	X	X	Refinería # 707			

Lo más importante durante la fase inicial de la campaña aérea. No tiene Pto Cdo alternativo

Retrasa refuerzos durante Fase 2 y reabastecimiento durante Fase 3

Limita a las unidades militares a 45 días de capacidad diesel

Figura IV-6. Matriz de la Importancia de los Blancos

- (1) Composición;
- (2) Disposición;
- (3) Fortaleza;
- (4) Tácticas, técnicas, y procedimientos;
- (5) Estado de adiestramiento;
- (6) Logística;
- (7) Efectividad;
- (8) Datos técnicos electrónicos;
- (9) Personalidades;
- (10) Datos varios (información que contribuye a saber que está pasando (situational awareness – conciencia situacional), estudios históricos, idiosincrasias culturales, relaciones civil-militar).

JP2 01 3 página IV-10

c. En algunas situaciones, por ejemplo cuando se lidia con amenazas asimétricas, los modelos del orden de batalla (OB) adversario pueden no ser suficientes. En estas situaciones resulta particularmente importante analizar la situación no sólo según el adversario, sino considerando todos los otros actores relevantes. La situación actual de actores propios, neutrales, y amenaza, está basada en apreciaciones de las siguientes capacidades:

- (1) Logística;
- (2) Líderes;
- (3) Ideología;
- (4) Combatientes;
- (5) Adiestramiento;
- (6) Armas;
- (7) Santuarios;
- (8) Libertad de movimientos;
- (9) Inteligencia;
- (10) Comunicaciones; y,
- (11) Finanzas.

4. Identificar los Centros de Gravedad y Puntos Decisivos del Adversario y Otros Actores Relevantes

a. Los centros de gravedad (COGs). Una de las más importantes tareas que enfrenta el analista de inteligencia conjunta para la preparación del ambiente operacional (JIPOE) es la identificación de los centros de gravedad (COGs) del adversario. Un centro de gravedad (COG) es la fuente de poder que provee fortaleza moral o física, libertad de acción, y voluntad de hacer. Un centro de gravedad (COG) siempre está ligado con el objetivo. Si el objetivo cambia, el centro de gravedad (COG) también podría cambiar. En el **nivel estratégico**, un centro de gravedad podría ser una fuerza militar, una alianza, líderes políticos o militares, un conjunto de capacidades o funciones críticas, o la voluntad nacional. En el **nivel operacional** un centro de gravedad a menudo está asociado con las capacidades militares del adversario – tales como un elemento de poder de las fuerzas armadas – pero podría incluir otras capacidades en el ambiente operacional (OE). Dado que el adversario protegerá el centro de gravedad (COG), éste muchas veces se encuentra entre las fortalezas antes que entre las debilidades o vulnerabilidades. Los analistas de inteligencia conjunta para la preparación del ambiente operacional (JIPOE) continuamente evalúan el liderazgo adversario, las fuerzas desplegadas, los recursos, capacidades de inteligencia, infraestructura, población, sistemas de transporte, y las relaciones internas y externas para determinar de cuales elementos el adversario obtienen libertad de acción, fortaleza física, o la voluntad de guerrear. Se hace un análisis para determinar si los centros de gravedad (COGs) son realmente críticos para la estrategia adversaria, y esta determinación debe incluir un profundo examen de los mecanismos y enlaces por los cuales los centros de gravedad (COGs) afectan a la estrategia adversaria y a los potenciales modos (cursos) de acción. La figura IV-17 muestra un número de características asociadas con los centros de gravedad (COGs).

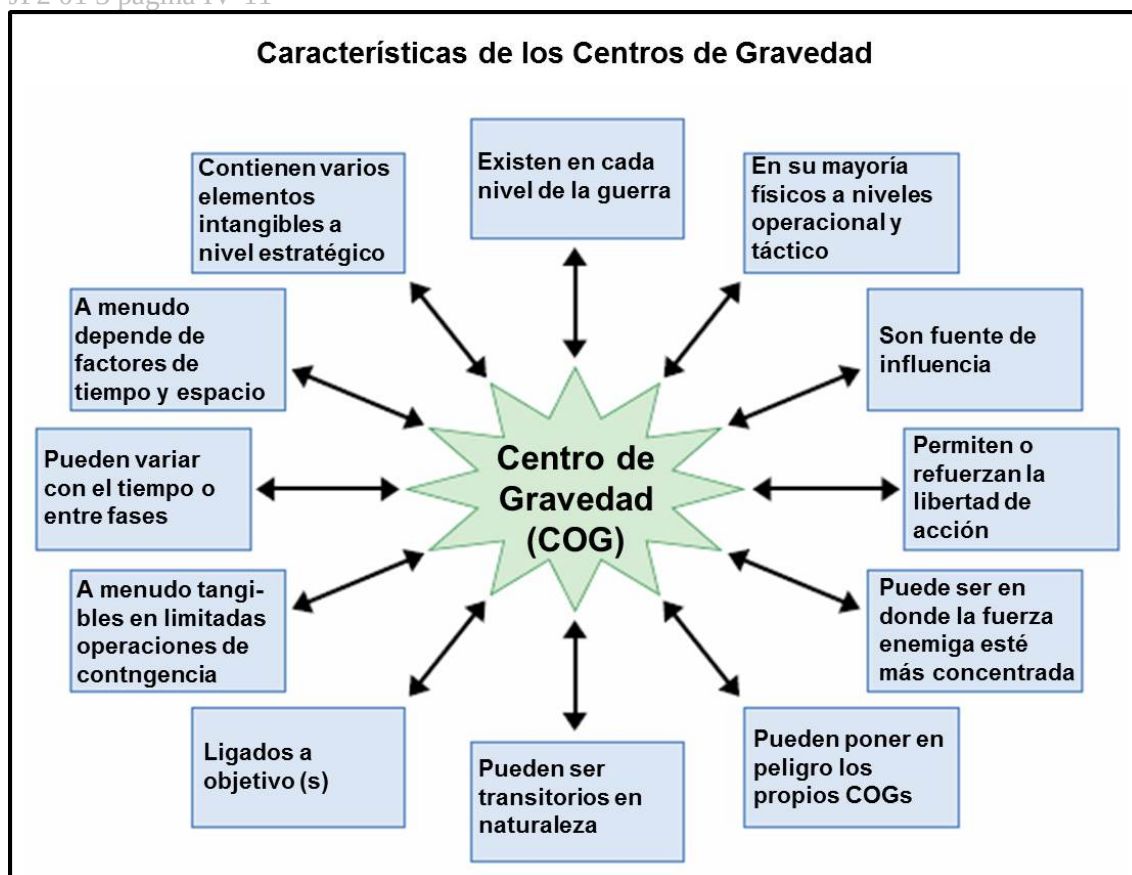


Figura IV-7. Características de los Centros de Gravedad

(1) El método más efectivo de los analistas de la inteligencia conjunta para la preparación del ambiente operacional (JIPOE) para identificar los centros de gravedad (COGs) adversarios es visualizar el rol o función de cada centro de gravedad (COG) en relación a cada uno de los varios sistemas y subsistemas. Por ejemplo, el líder de una nación adversaria podría ser un centro de gravedad (COG) estratégico en los sistemas político y militar así como un nodo clave en el sistema social de la nación. Los analistas también pueden visualizar a un centro de gravedad (COG) como un sistema (nodos, enlaces, funciones, etc.) para analizar que elementos dentro del sistema protegen, soportan, integran, o facilitan sus varios elementos o componentes. En este contexto, un centro de gravedad (COG) podría estar compuesto por nodos y enlaces completamente dentro de un sistema único, el que más a menudo es el caso en las fases de tomar la iniciativa y dominio de las operaciones de combate a gran escala. No obstante, un centro de gravedad (COG) puede también estar compuesto por un conjunto de nodos y enlaces de sistemas cruzados que pueden abarcar nodos claves en uno o más sistemas. Esta distinción provee visibilidad a estos nodos en el proceso de asignación de blancos y enfatiza sus importancias potenciales para la operación.

(2) Un centro de gravedad (COG) típicamente no será un nodo único en el sistema, pero consistirá en un conjunto de nodos y sus respectivos enlaces. No obstante, un nodo único podría ser considerado un centro de gravedad (COG) como excepción, como cuando el líder militar adversario de mayor jerarquía es también el líder político y la naturaleza de los sistemas político y militar del adversario es tal que el fallecimiento del líder causaría el colapso del apoyo al conflicto por otros líderes de estos sistemas. También, los sistemas son vistos en forma diferente a distintos niveles. Por ejemplo,

JP2 01 3 página IV-12

el Comandante Combatiente (CCCR) podría considerar que una capacidad crítica adversaria (como un cuerpo de blindados) podría ser un nodo único en el sistema militar adversario, mientras que el Comandante de fuerza conjunta que es quien debe atacar esa capacidad podría analizarla como a un sistema de nodos y enlaces en un esfuerzo para determinar sus capacidades y vulnerabilidades críticas.

(3) El análisis adecuado de los factores críticos adversarios debe estar basado en el mejor conocimiento disponible de como el adversario se organiza, combate, piensa, toma decisiones, y de sus fortalezas y debilidades físicas y psicológicas. Los analistas de la inteligencia conjunta para la preparación del ambiente operacional (JIPOE) deben entender las capacidades y vulnerabilidades de sus adversarios, y los factores que podrían influir en el adversario para que abandone o cambie sus objetivos estratégicos. Deben también prever como se ven desde el punto de vista adversario las fuerzas propias y sus acciones. Si no, pueden caer en la trampa de asumir las particulares actitudes del adversario, sus valores, y reacciones como reflejo de las propias.

(4) El equipo de la inteligencia conjunta para la preparación del ambiente operacional (JIPOE) debería analizar los centros de gravedad (COGs) dentro de la estructura de tres **factores** – las capacidades críticas, requerimientos críticos, y vulnerabilidades críticas. Las **capacidades críticas** son aquellos medios que son considerados cruciales facilitadores de que un centro de gravedad (COG) funcione como tal, y son esenciales para el cumplimiento de los objetivos específicos o asumidos del adversario. Los **requerimientos críticos** son las condiciones, recursos, y medios que permiten que una capacidad crítica se convierta en plenamente operacional. Las **vulnerabilidades críticas** son aquellos aspectos o componentes de los requerimientos críticos que son deficientes, o vulnerables al ataque directo o indirecto de manera de lograr resultados decisivos o significativos. No obstante, al identificar las vulnerabilidades críticas, los analistas de la inteligencia conjunta para la preparación del ambiente operacional (JIPOE) deben también comparar su criticidad con su accesibilidad, vulnerabilidad, redundancia, habilidad para recuperarse, e impacto en la población civil. Los analistas de la inteligencia conjunta para la preparación del ambiente operacional (JIPOE) usan la perspectiva de sistemas para identificar los factores críticos asociados con cada centro de gravedad (IV-8 representa las capacidades críticas, los requerimientos críticos, y las vulnerabilidades críticas asociadas con dos centros de gravedad (COGs) estratégico y operacional del adversario.

b. Puntos Decisivos. Un punto decisivo es un lugar geográfico, un evento clave específico, factor crítico, o función que, cuando se concreta, permite al comandante ganar una marcada

CENTRO DE GRAVEDAD Y VULNERABILIDADES CRITICAS

Durante la batalla de Gran Bretaña en 1940, un centro de gravedad operacional para Gran Bretaña fue el Comando de Combate de la Real Fuerza Aérea. Una capacidad crítica para el Comando de Combate fue la habilidad para enfrentar los ataques de la Luftwaffe en forma oportuna. El requerimiento crítico enlazado con esa capacidad crítica específica fue la alerta temprana teniendo en cuenta la oportunidad, magnitud y dirección de los ataques de la Luftwaffe. La vulnerabilidad crítica enlazada con ese requerimiento crítico específico fue la fragilidad y vulnerabilidad del sistema de radar británico que proveía la alerta temprana. No obstante, los Alemanes no se dieron cuenta de la importancia del sistema de radar y no continuaron con sus ataques iniciales contra ellos.

FUENTE: Joe Strange, *Marine Corps University Perspectives on Warfighting*, Number 4, 1996

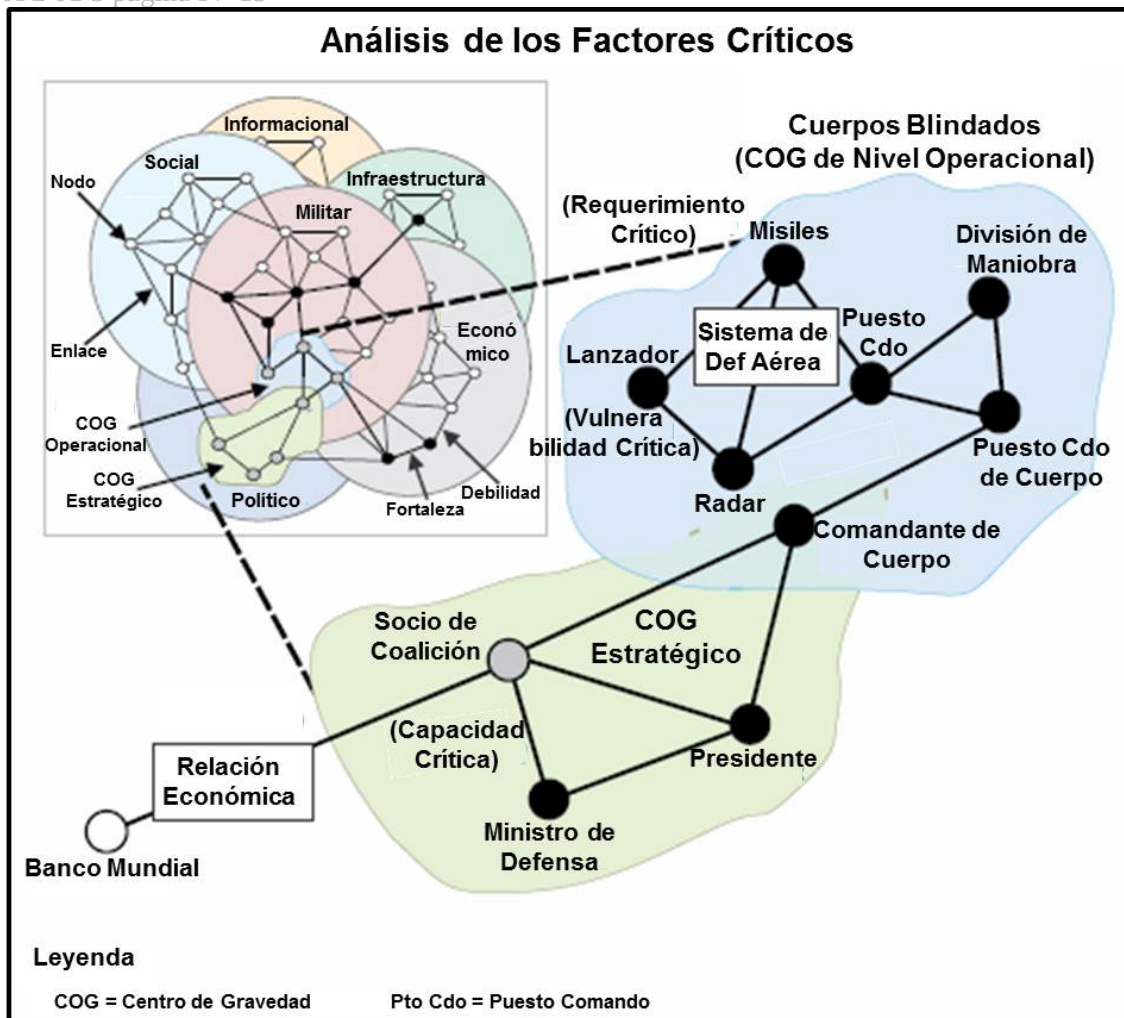


Figura IV-8. Análisis de los Factores Críticos

ventaja sobre un adversario o contribuye materialmente a lograr el éxito (ej.: Creando el efecto deseado, logrando un objetivo). Esto puede influir grandemente en el resultado de una acción. Los puntos decisivos pueden ser físicos en naturaleza, tales como una ruta marítima restringida, un cerro, un pueblo, las capacidades de armas de destrucción masiva (WMD) o de arma química, bacteriológica, radiológica, nuclear (CBRN), o una base aérea; pero podrían incluir otros elementos tales como puestos comando, lindes y fronteras críticos, aeroespacio, o comunicaciones y/o nodos de inteligencia. En algunos casos, también pueden ser puntos decisivos los eventos claves específicos, tales como lograr superioridad aérea o marítima, comprometer a la reserva del adversario, o abrir una ruta de aprovisionamiento durante operaciones humanitarias. En cualquier otro caso, los puntos decisivos pueden tener un mayor impacto sistémico, tal como un nodo o combinación de nodos que, cuando se actúa sobre ellos, pueden afectar substancialmente a los sistemas del ambiente operacional. Un punto decisivo podría también constituirse cuando las capacidades de una red amenaza son disminuidas hasta el punto en donde la capacidad del país que hospeda (HN) puede manejar la amenaza con poca o ninguna asistencia del exterior. Las fuerzas militares y de seguridad del país que hospeda (HN) pueden actuar competentemente para proveer una región estable y legitimar al gobierno del país que hospeda (HN).

(1) Los puntos decisivos más importantes pueden ser determinados mediante el análisis de factores críticos. Como parte del análisis de una red nodo-enlace asociado con una perspectiva de sistemas, entender la relación entre las capacidades críticas, los requerimientos, y las vulnerabilidades de un centro de gravedad (COG), puede iluminar los puntos decisivos.

(2) Los analistas de inteligencia conjunta para la preparación del ambiente operacional (JIPOE) deberían identificar y estudiar los puntos decisivos potenciales y determinar cuáles de ellos ofrecen la mejor oportunidad para atacar indirectamente a los centros de gravedad (COGs) adversarios, extender el alcance operacional propio, o facilitar la aplicación de fuerzas y capacidades propias.

5. Identificar las Capacidades y Vulnerabilidades del Adversario y Otros Actores Relevantes

Las capacidades adversarias están expresadas en términos de modos (cursos) de acción (COAs) generales y operaciones de apoyo que el adversario puede realizar para interferir con el cumplimiento de la misión propia. En operaciones convencionales, estas son generalmente definidas como ofensivas, defensivas, de refuerzo, y retrógradas. Cada uno de estos modos (cursos) de acción (COAs) generales pueden ser divididos en una variedad de modos (cursos) de acción (COAs) más específicos. Por ejemplo, una operación retrógrada podría tomar la forma de un retraso o una retirada, mientras que una operación ofensiva podría consistir en una operación envolvente o una penetración. Otras capacidades significativas pueden incluir el uso de armas químico, bacteriológico, radiológico, nucleares (CBRN), asaltos anfibios, guerra electrónica (EW) y operaciones de decepción. Las armas químico, bacteriológico, radiológico, nucleares (CBRN) pueden ser empleadas para causar bajas, limitar movimientos (negación de área) y/o forzar a individuos a vestir equipamiento protector y por lo tanto limitando su efectividad de misión. La decepción puede comprender información errónea, desinformación, o propaganda apuntando como blanco a audiencias específicas o generales. Los equipos para las operaciones de información (IO) y asuntos públicos colaboran y sincronizan sus respectivas actividades de información en contra de los esfuerzos de influencia de la información adversarios. Un ejemplo de esta sincronización podría incluir el desarrollo y ejecución de un plan de operaciones de información (IO) en contra de los esfuerzos de la propaganda adversarios que podrían prevenir el uso propio de tecnologías tales como armas no letales y sistemas de energía dirigida. Cuando sea apropiado, las técnicas descriptas en los párrafos siguientes deberían también ser aplicados a actores relevantes capaces de influir en la misión propia.

EJEMPLOS DE CAPACIDADES ADVERSARIAS

- (1) "El adversario tiene la capacidad de atacar con hasta seis divisiones apoyadas por 150 salidas diarias de aeronaves de ala fija, pero es capaz de penetrar no más allá de la línea BRAVO debido a las reservas insuficientes de combustible".
- (2) "El adversario tiene la capacidad de interdictar las líneas de comunicación marítimas propias en los puntos de estrangulamiento GRIS y AZUL después de posicionar unidades de la 4ª Flota. Los despliegues navales actuales descartan un ataque antes del 4 de agosto".
- (3) "Los insurgentes adversarios tendrán la capacidad de retomar acciones ofensivas después que la cosecha de otoño esté completada en Octubre".

Fuentes Varias

JP2 01 3 página IV-15

a. Las capacidades del adversario y de los actores relevantes están determinadas por la comparación de la situación actual con cada uno de los modelos ya construidos. Basados en la situación actual, se evalúa la habilidad del adversario y los actores relevantes para alcanzar actualmente el criterio descrito por cada modelo. Usualmente, las capacidades actuales del adversario y los actores relevantes variarán de las capacidades ideales representadas por un modelo. Las capacidades del adversario y los actores relevantes que queden cortas respecto a los requerimientos reflejados en los patrones previos de operación o en la doctrina adversaria deberían ser identificadas como vulnerabilidades, mientras que las capacidades que satisfacen o exceden los requerimientos son listadas como fortalezas. Cuando el tiempo o algún otro factor es evaluado como un elemento crítico en la capacidad del adversario o actores relevantes, debería explícitamente ser expresado en la declaración de capacidad total.

b. El J-2 debería diseminar la evaluación de las capacidades adversarias, fortalezas, y debilidades a las otras secciones del estado mayor conjunto tan pronto como sea posible. La apreciación de inteligencia es el vehículo tradicional para diseminar este tipo de evaluación. No obstante, a fin de facilitar el planeamiento operacional, la evaluación puede ser diseminada por cualquier medio y en cualquier forma considerarla apropiada por el Comandante de la fuerza conjunta (JFC).

Intencionalmente en blanco

ANEXO C

ACCESO DIRECTO A LA BIBLIOGRAFIA DE BASE PARA LA INVESTIGACION

ACLARACION:

En el presente anexo hemos colocado el listado de la bibliografía de base que está más relacionada con la investigación, y que sirve para ampliar conceptos. El primero de los listados está ordenado alfabéticamente por título, y el segundo por autor.

Para facilitar la consulta de la bibliografía, en el primero de los listados, el que está *ordenado alfabéticamente por el título* de las obras, hemos colocado un acceso directo via internet a cada uno de los libros, documentos, o presentaciones power point.

Si el presente escrito está en PDF, basta con colocar el mouse sobre el título y click para bajar el documento y leerlo.

Si el presente escrito está en papel, lo mismo se puede acceder directamente a cada documento. Para ello se debe ingresar al sitio www.radarmalvinas.com.ar ; al clickear en la parte "nuevo guerrear" del menú se abrirá un listado de archivos; se debe colocar el mouse sobre el primero de ellos: **[PDF]** "bibliografía de base para la investigación" para abrir el listado de los documentos; y basta ahora con colocar el mouse sobre cada título para bajarlo y poder leerlo.

Debajo de cada título figura el sitio web de donde lo obtuvimos, para facilitar el acceso al sitio completo si se desea consultar otra bibliografía relacionada con el tema.

En los listados también hemos colocado el número ISBN de los libros y documentos, para que sea fácil su localización en bibliotecas o librerías.

El manual de Estados Unidos **JP2 01 3**, del que traducimos tres capítulos, está colocado al principio del listado, para que también pueda ser accedido directamente.

También hemos colocado el acceso directo al GLOSARIO NATO de 2018, para facilitar la consulta a cualquier definición que se requiera.

**ACCESO DIRECTO
A LA
BIBLIOGRAFIA DE BASE PARA LA INVESTIGACION
POR TITULO**

[AAP-06 GLOSARIO de NATO](#)
[NATO GLOSSARY OF TERMS AND DEFINITIONS \(ENGLISH AND FRENCH\)](#)
[GLOSSAIRE OTAN DE TERMES ET DÉFINITIONS \(ANGLAIS ET FRANÇAIS\)](#)
Edition 2018

[JP2 01 3 Manual de Doctrina Conjunta de Estados Unidos](#)
[JOINT INTELLIGENCE PREPARATION OF THE OPERATIONAL ENVIRONMENT](#)
21MAY14

[ADAPTING MODELING & SIMULATION FOR NETWORK ENABLED OPERATIONS](#)
Moffat, James / Command and Control Research Program – CCRP
www.internationalc2institute.org
2011 / 301 pág / ISBN 978-1-893723-22-1

[AEROSPACE INTELLIGENCE PREPARATION OF THE BATTLESPACE](#)
Air Force pamphlet 14-118 / Department of the Air Force
www.afpubs.hq.af.mil
2001 / 182 pág / ISBNno- USAF manual

[the AGILE ORGANIZATION: FROM INFORMAL NETWORKS TO COMPLEX EFFECTS AND AGILITY](#)
Atkinson, Simon Reay – **Moffat**, James / Command and Control Research Program - CCRP
www.internationalc2institute.org
2005 / 251 pág / ISBN 1-893723-16-X

[the AGILITY ADVANTAGE](#)
Alberts, David S. / Command and Control Research Program - CCRP
www.internationalc2institute.org
2011 / 615 pág / ISBN 978-1-893723-23-8

[BEHIND THE WIZARD'S CURTAIN: AN INTEGRATION ENVIRONMENT FOR A SYSTEM OF SYSTEMS](#)
Krygiel, Annette J. / Command and Control Research Program - CCRP
www.internationalc2institute.org
1999 / 274 pág / ISBN 1-57906-018-8

[the BIG ISSUE, COMMAND AND COMBAT IN THE INFORMATION AGE](#)
Potts, David / **Strategic and Combat Studies Institute**
www.spslibrary.hsps.cam.ac.uk
2003 / 330 pág / ISBN 1-893723-10-0

[C2 BY DESIGN: PUTTING COMMAND AND CONTROL AGILITY, THEORY INTO PRACTICE, VERSION 2.0](#)
Alberts, David S. – **Conley**, Kathleen M. – **Freeman**, Waldo D. – **Kurtz**, James H. – **Tillman**, Mark E. / Institute for Defense Analyses
www.ida.org
2015 / 100 pág / ISBNno-IDA NS D-5614

[C2 CONCEPTUAL REFERENCE MODEL VERSION 2.0 WITH SUGGESTIONS FOR ITS APPLICATION IN CONJUNCTION WITH THE NATO NEC C2 MATURITY MODEL \(N2C2M2\)](#)

Eggenhofer-Rehart, Petra (Team Lead) – **Barath**, Julius – **Farrell**, Philip S.E. – **Huber**, Reiner K. – **Moffat**, James – **Phister**, Paul W. Jr – **Roemer**, Jens / NATO Research Program
www.nato-pubs.ekt.gr

20YY / 106 pág / ISBNno-NATO document

[CAMPAIGNS OF EXPERIMENTATION](#)

Alberts, David S. – **Hayes**, Richard E. / Command and Control Research Program - CCRP
www.internationalc2institute.org

2005 / 257 pág / ISBNno-CCRP series

[CODE OF BEST PRACTICE FOR EXPERIMENTATION](#)

Alberts, David S. – **Hayes**, Richard E. – y otros / Command and Control Research Program – CCRP

www.internationalc2institute.org

2002 / 447 pág / ISBN 1-893723-07-0

[COMMAND ARRANGEMENTS FOR PEACE OPERATIONS](#)

Alberts, David S. – **Hayes**, Richard E. / Command and Control Research Program - CCRP

www.internationalc2institute.org

20YY / 124 pág / ISBNno-CCRP series

[COMMUNICATIONS NETWORKS TO SUPPORT INTEGRATED INTELLIGENCE, SURVEILLANCE, RECONNAISSANCE, AND STRIKE OPERATIONS](#)

Ghashghai, Elham / Rand Corporation

www.rand.org

2004 / 55 pág / ISBNno-RAND Technical Report

[COMPLEXITY, NETWORKING, AND EFFECTS-BASED APPROACHES TO OPERATIONS](#)

Smith, Edward A. / Command and Control Research Program - CCRP

www.internationalc2institute.org

2006 / 385 pág / ISBN 1-893723-18-6

[COMPLEXITY THEORY AND NETWORK CENTRIC WARFARE](#)

Moffat, James / Command and Control Research Program - CCRP

www.internationalc2institute.org

2003 / 201 pág / ISBN 1-893723-11-9

[CONFRONTATION ANALYSIS, HOW TO WIN OPERATIONS OTHER THAN WAR](#)

Howard, Nigel / Command and Control Research Program - CCRP

www.internationalc2institute.org

1999 / 315 pág / ISBN 1-893723-00-3

[COPING WITH THE BOUNDS, A NEO-CLAUSEWITZEAN PRIMER](#)

Czerwinski, Tom / Command and Control Research Program - CCRP

www.internationalc2institute.org

2008 / 251 pág / ISBN 1-57906-009-9

[CYBER WARFARE IS NO COMPUTER GAME](#)

King, Steven – **Gallagher**, Mark – **Horta**, Michael – **Norman**, Ryan – **Davis**, Christopher – **Musman**, Scott – **Harwell**, Stephanie – **Gore**, Christopher / M & S Journal

www.msco.mil

2013 / 57 pág / ISBNno-M&S Journal, Summer Edition 2013, Volume 8 Issue 2

[DOING WINDOWS: NON TRADITIONAL MILITARY RESPONSES TO COMPLEX EMERGENCIES](#)

Hayes, Bradd C. – **Sands**, Jeffrey I. / Command and Control Research Program - CCRP
www.internationalc2institute.org
1999 / 402 pág / ISBNno-DSD JZ6374.H39

[DOMINANT BATTLESPACE KNOWLEDGE](#)

Libicki, Martin C. – **Johnson**, Stuart E. / Institute for National Strategic Studies
www.inss.ndu.edu
1996 / 74 pág / ISSN 1071-7552

[EFFECTS-BASED OPERATIONS: APPLYING NETWORK CENTRIC WARFARE IN PEACE, CRISIS AND WAR](#)

Smith, Edward A. / Command and Control Research Program - CCRP
www.internationalc2institute.org
2003 / 602 pág / ISBNno-CCRP series

[INFORMATION AGE ANTHOLOGY I: AN ANTOLOGY ON ITS IMPACT AND CONSEQUENCES](#)

Alberts, David S. – **Papp**, Daniel S. / Command and Control Research Program - CCRP
www.internationalc2institute.org
1997 / 311 pág / ISBNno-CCRP document

[INFORMATION AGE ANTHOLOGY II: NATIONAL SECURITY IMPLICATIONS OF THE INFORMATION AGE](#)

Alberts, David S. – **Papp**, Daniel S. / Command and Control Research Program - CCRP
www.internationalc2institute.org
2000 / 554 pág / ISBNno-CCRP document

[INFORMATION AGE ANTHOLOGY III: THE INFORMATION AGE MILITARY](#)

Alberts, David S. – **Papp**, Daniel S. / Command and Control Research Program - CCRP
www.internationalc2institute.org
2001 / 861 pág / ISBNno-CCRP document

[INFORMATION AGE TRANSFORMATION: GETTING TO A 21 CENTURY MILITARY](#)

Alberts, David S. / Command and Control Research Program - CCRP
www.internationalc2institute.org
2002 / 155 pág / ISBN 1-893723-06-2

[INFORMATION CAMPAIGNS FOR PEACE OPERATIONS](#)

Avruch, Kevin – **Narel**, James L. – **Siegel**, Pascale Combelles / Command and Control Research Program - CCRP
www.internationalc2institute.org
2000 / 223 pág / ISBN 1-893723-01-1

[INFORMATION SUPERIORITY AND THE FUTURE OF DOD, OPPORTUNITIES, RISKS, AND CHALLENGES](#)

Office of the Assistant Secretary of Defense (C3I)
www.ousdi.defense.gov
20YY / 180 diap pdf / ISBNno

[INFORMATION WARFARE AND DETERRENCE](#)

Wheatley, Gary F. – **Hayes**, Richard E. / National Defense University
www.ndu.edu
1996 / 74 pág / ISBNno-NDU document

[INTELLIGENCE PREPARATION OF THE BATTLESPACE](#)

National Geospatial Intelligence College

www.nga.mil

2001 / 44 pág / ISBNno

[JOURNAL OF DEFENCE SCIENCE vol8 num3 sept 2003: NETWORK ENABLED CAPABILITY](#)

United Kingdom Ministry of Defence

www.gov.uk/government/organizations/ministry-of-defence

2003 / 102 pág / ISBNno-british crown copyright UK

[the LOGIC OF WARFIGHTING EXPERIMENTS](#)

Kass, Richard A. / Command and Control Research Program - CCRP

www.internationalc2institute.org

2006 / 225 pág / ISBN 1-893723-19-4

[METHODOLOGY FOR IMPROVING THE PLANNING, EXECUTION, AND ASSESSMENT OF INTELLIGENCE, SURVEILLANCE, AND RECONNAISSANCE OPERATIONS](#)

Lingel, Sherrill – **Rhodes**, Carl – **Cordova**, Amado – **Hagen**, Jeff – **Kvitky**, Joel – **Menthe**, Lance / Rand Corporation

www.rand.org

2007 / 117 pág / ISBNno-RAND Technical Report

[NATO NETWORK ENABLED CAPABILITY FEASIBILITY STUDY EXECUTIVE SUMMARY : VERSION 2.0](#)

NATO Consultation, Command and Control Agency

www.nato-pubs.ekt.gr

2005 / 29 pág / ISBNno-NATO document

[NATO SAS-026, 039 CODE OF BEST PRACTICE FOR C2 ASSESSMENT](#)

NATO Research and Technology Organization

www.nato-pubs.ekt.gr

2002 / 325 pág / ISBN 1-893723-09-7

[NATO SAS-050 EXPLORING NEW COMMAND AND CONTROL CONCEPTS AND CAPABILITIES FINAL REPORT](#)

NATO Research and Technology Organization

www.nato-pubs.ekt.gr

2006 / 282 pág / ISBNno-NATO document

[NATO SAS-065 NEC C2 MATURITY MODEL](#)

NATO Research and Technology Organization

www.nato-pubs.ekt.gr

2010 / 365 pág / ISBN 978-1-893723-21-4

[NATO SAS-085 C2 AGILITY, A TUTORIAL AND REVIEW OF SAS-085 FINDINGS](#)

NATO Research Group on C2 Agility

www.nato-pubs.ekt.gr

20YY / 172 diapositivas ppt / ISBNno

[NATO SAS-085 FINAL REPORT ON C2 AGILITY](#)

NATO Research and Technology Organization

www.nato-pubs.ekt.gr

20YY / 206 pág / ISBNno-STO-TR-SAS-085

[NETWORK CENTRIC WARFARE DEVELOPING AND LEVERAGING INFORMATION SUPERIORITY](#)

Alberts, David S. – **Garstka**, John J. – **Stein**, Frederick P. / Command and Control Research Program - CCRP

www.internationalc2institute.org

1999 / 287 pág / ISBN 1-57906-019-6

[NETWORK CENTRIC WARFARE DOD REPORT TO CONGRESS REV2 D5 MAIN](#)

US Department of Defense

www.c3i.osd.mil/ncw

2001 / 201 pág / ISBNno-DoD document

[NETWORK CENTRIC WARFARE DOD REPORT TO CONGRESS REV2 D5 APPENDIX](#)

US Department of Defense

www.c3i.osd.mil/ncw

2001 / 341 pág / ISBNno-DoD document

[PLANNING: COMPLEX ENDEAVORS](#)

Alberts, David S. – **Hayes**, Richard E. / Command and Control Research Program - CCRP

www.internationalc2institute.org

2007 / 287 pág / ISBN 1-893723-20-8

[POWER TO THE EDGE: COMMAND AND CONTROL IN THE INFORMATION AGE](#)

Alberts, David S. – **Hayes**, Richard E. / Command and Control Research Program - CCRP

www.internationalc2institute.org

2003 / 303 pág / ISBN 1-893723-13-5

[SCIENCE AND TECHNOLOGY STRATEGIC PLAN 2012](#)

Naval Research Command, Control, Communications, Intelligence, Surveillance & Reconnaissance (C4ISR)

www.onr.navy.mil

2011 / 37 pág / ISBNno-Naval Research document

[SEA POWER 21 PROJECTING DECISIVE JOINT CAPABILITIES](#)

Clark, Vern / US NAVY Proceedings

www.usni.org/magazines/proceedings

2002 / 17 pág / ISBNno-US NAVY Proceedings

[SENSEMAKING SYMPOSIUM FINAL REPORT](#)

Leedom, Dennis K. / Evidence Based Research, Inc.

www.internationalc2institute.org

2001 / 32 pág / ISBNno-CCRP series

[SHOCK AND AWE: ACHIEVING RAPID DOMINANCE](#)

Ullman, Harlan – **Wade**, James Jr – y otros / National Defense University

www.ndu.edu

1996 / 175 pág / ISBNno-NDU document

[UNDERSTANDING COMMAND AND CONTROL](#)

Alberts, David S. – **Hayes**, Richard E. / Command and Control Research Program - CCRP

www.internationalc2institute.org

2006 / 255 pág / ISBN 1-893723-17-8

[UNDERSTANDING INFORMATION AGE WARFARE](#)

Alberts, David S. – **Garstka**, John J. – **Hayes**, Richard E. – **Signori**, David T. / Command and Control Research Program - CCRP

www.internationalc2institute.org

2001 / 319 pág / ISBN 1-893723-04-6

BIBLIOGRAFIA DE BASE PARA LA INVESTIGACION

POR AUTOR

Alberts, David S. / Command and Control Research Program – CCRP
the AGILITY ADVANTAGE

2011 / 615 pág / ISBN 978-1-893723-23-8

Alberts, David S. – Conley, Kathleen M. – Freeman, Waldo D. – Kurtz, James H. – Tillman, Mark E. / Institute for Defense Analyses

C2 BY DESIGN: PUTTING COMMAND AND CONTROL AGILITY, THEORY INTO PRACTICE, VERSION 2.0

2015 / 100 pág / ISBNno-IDA NS D-5614

Alberts, David S. – Hayes, Richard E. / Command and Control Research Program – CCRP
CAMPAIGNS OF EXPERIMENTATION

2005 / 257 pág / ISBNno-CCRP series

Alberts, David S. – Hayes, Richard E. – y otros / Command and Control Research Program – CCRP

CODE OF BEST PRACTICE FOR EXPERIMENTATION

2002 / 447 pág / ISBN 1-893723-07-0

Alberts, David S. – Hayes, Richard E. / Command and Control Research Program – CCRP
COMMAND ARRANGEMENTS FOR PEACE OPERATIONS

20YY 124 pág ISBNno CCRP series

Alberts, David S. – Papp, Daniel S. / Command and Control Research Program – CCRP
INFORMATION AGE ANTHOLOGY I: AN ANTOLOGY ON ITS IMPACT AND CONSEQUENCES

1997 / 311 pág / ISBNno-CCRP document

Alberts, David S. – Papp, Daniel S. / Command and Control Research Program – CCRP
INFORMATION AGE ANTHOLOGY II: NATIONAL SECURITY IMPLICATIONS OF THE INFORMATION AGE

2000 / 554 pág / ISBNno-CCRP document

Alberts, David S. – Papp, Daniel S. / Command and Control Research Program – CCRP
INFORMATION AGE ANTHOLOGY III: THE INFORMATION AGE MILITARY

2001 / 861 pág / ISBNno-CCRP document

Alberts, David S. / Command and Control Research Program – CCRP

INFORMATION AGE TRANSFORMATION: GETTING TO A 21 CENTURY MILITARY

2002 / 155 pág / ISBN 1-893723-06-2

Alberts, David S. – Garstka, John J. – Stein, Frederick P. / Command and Control Research Program – CCRP

NETWORK CENTRIC WARFARE DEVELOPING AND LEVERAGING INFORMATION SUPERIORITY

1999 / 287 pág / ISBN 1-57906-019-6

Alberts, David S. – Hayes, Richard E. / Command and Control Research Program – CCRP
PLANNING: COMPLEX ENDEAVORS

2007 / 287 pág / ISBN 1-893723-20-8

Alberts, David S. – Hayes, Richard E. / Command and Control Research Program – CCRP
POWER TO THE EDGE: COMMAND AND CONTROL IN THE INFORMATION AGE
2003 / 303 pág / ISBN 1-893723-13-5

Alberts, David S. – Hayes, Richard E. / Command and Control Research Program – CCRP
UNDERSTANDING COMMAND AND CONTROL
2006 / 255 pág / ISBN 1-893723-17-8

Alberts, David S. – Garstka, John J. – Hayes, Richard E. – Signori, David T. / Command and Control Research Program – CCRP
UNDERSTANDING INFORMATION AGE WARFARE
2001 / 319 pág / ISBN 1-893723-04-6

Atkinson, Simon Reay – Moffat, James / Command and Control Research Program – CCRP
the AGILE ORGANIZATION: FROM INFORMAL NETWORKS TO COMPLEX EFFECTS AND AGILITY
2005 / 251 pág / ISBN 1-893723-16-X

Avruch, Kevin – Narel, James L. – Siegel, Pascale Combelles / Command and Control Research Program – CCRP
INFORMATION CAMPAIGNS FOR PEACE OPERATIONS
2000 / 223 pág / ISBN 1-893723-01-1

Clark, Vern / US NAVY Proceedings
SEA POWER 21 PROJECTING DECISIVE JOINT CAPABILITIES
2002 / 17 pág / ISBNno-US NAVY Proceedings

Czerwinski, Tom / Command and Control Research Program – CCRP
COPING WITH THE BOUNDS, A NEO-CLAUSEWITZEAN PRIMER
2008 / 251 pág / ISBN 1-57906-009-9

Department of the Air Force, Air Force pamphlet 14-118
AEROSPACE INTELLIGENCE PREPARATION OF THE BATTLESPACE
2001 / 182 pág / ISBNno- USAF manual

Eggenhofer-Rehart, Petra (Team Lead) – Barath, Julius – Farrell, Philip S.E. – Huber, Reiner K. – Moffat, James – Phister, Paul W. Jr – Roemer, Jens / NATO Research and Technology Organization
C2 CONCEPTUAL REFERENCE MODEL VERSION 2.0 WITH SUGGESTIONS FOR ITS APPLICATION IN CONJUNCTION WITH THE NATO NEC C2 MATURITY MODEL (N2C2M2)
20YY / 106 pág / ISBNno-NATO document

Ghashghai, Elham / Rand Corporation
COMMUNICATIONS NETWORKS TO SUPPORT INTEGRATED INTELLIGENCE, SURVEILLANCE, RECONNAISSANCE, AND STRIKE OPERATIONS
2004 / 55 pág / ISBNno-RAND Technical Report

Hayes, Bradd C. – Sands, Jeffrey I. / Command and Control Research Program – CCRP
DOING WINDOWS: NON TRADITIONAL MILITARY RESPONSES TO COMPLEX EMERGENCIES
1999 / 402 pág / ISBNno-DSD JZ6374.H39

Howard, Nigel / Command and Control Research Program – CCRP
CONFRONTATION ANALYSIS, HOW TO WIN OPERATIONS OTHER THAN WAR
1999 / 315 pág / ISBN 1-893723-00-3

Kass, Richard A. / Command and Control Research Program – CCRP
the LOGIC OF WARFIGHTING EXPERIMENTS
2006 / 225 pág / ISBN 1-893723-19-4

King, Steven – Gallagher, Mark – Horta, Michael – Norman, Ryan – Davis, Christopher – Musman, Scott – Harwell, Stephanie – Gore, Christopher / M & S Journal
CYBER WARFARE IS NO COMPUTER GAME
2013 / 57 pág / ISBNno-M&S Journal, Summer Edition 2013, Volume 8 Issue 2

Krygiel, Annette J. / Command and Control Research Program – CCRP
BEHIND THE WIZARD'S CURTAIN: AN INTEGRATION ENVIRONMENT FOR A SYSTEM OF SYSTEMS
1999 / 274 pág / ISBN 1-57906-018-8

Leedom, Dennis K. / Evidence Based Research, Inc.
SENSEMAKING SYMPOSIUM FINAL REPORT
2001 / 32 pág / ISBNno-CCRP series

Libicki, Martin C. – Johnson, Stuart E. / Institute for National Strategic Studies
DOMINANT BATTLESPACE KNOWLEDGE
1996 / 74 pág / ISSN 1071-7552

Lingel, Sherrill – Rhodes, Carl – Cordova, Amado – Hagen, Jeff – Kvitky, Joel – Menthe, Lance / Rand Corporation
METHODOLOGY FOR IMPROVING THE PLANNING, EXECUTION, AND ASSESSMENT OF INTELLIGENCE, SURVEILLANCE, AND RECONNAISSANCE OPERATIONS
2007 / 117 pág / ISBNno-RAND Technical Report

Moffat, James / Command and Control Research Program – CCRP
ADAPTING MODELING & SIMULATION FOR NETWORK ENABLED OPERATIONS
2011 / 301 pág / ISBN 978-1-893723-22-1

Moffat, James / Command and Control Research Program – CCRP
COMPLEXITY THEORY AND NETWORK CENTRIC WARFARE
2003 / 201 pág / ISBN 1-893723-11-9

National Geospatial Intelligence College
INTELLIGENCE PREPARATION OF THE BATTLESPACE
2001 / 44 pág / ISBNno

NATO Consultation, Command and Control Agency
NATO NETWORK ENABLED CAPABILITY FEASIBILITY STUDY EXECUTIVE SUMMARY : VERSION 2.0
2005 / 29 pág / ISBNno-NATO document

NATO Research and Technology Organization
NATO SAS-026, 039 CODE OF BEST PRACTICE FOR C2 ASSESSMENT
2002 / 325 pág / ISBN 1-893723-09-7

NATO Research and Technology Organization
NATO SAS-050 EXPLORING NEW COMMAND AND CONTROL CONCEPTS AND CAPABILITIES FINAL REPORT
2006 / 282 pág / ISBNno-NATO document

NATO Research and Technology Organization
NATO SAS-065 NEC C2 MATURITY MODEL
2010 / 365 pág / ISBN 978-1-893723-21-4

NATO Research Group on C2 Agility
NATO SAS-085 C2 AGILITY, A TUTORIAL AND REVIEW OF SAS-085 FINDINGS
20YY / 172 diapositivas ppt / ISBNno

NATO Research and Technology Organization
NATO SAS-085 FINAL REPORT ON C2 AGILITY
20YY / 206 pág / ISBNno-STO-TR-SAS-085

Naval Research Command, Control, Communications, Intelligence, Surveillance & Reconnaissance (C4ISR)
SCIENCE AND TECHNOLOGY STRATEGIC PLAN 2012
2011 / 37 pág / ISBNno-Naval Research document

Office of the Assistant Secretary of Defense (C3I)
INFORMATION SUPERIORITY AND THE FUTURE OF DOD, OPPORTUNITIES, RISKS, AND CHALLENGES
20YY / 180 diap ppt / ISBNno

Potts, David / **Strategic and Combat Studies Institute**
the BIG ISSUE, COMMAND AND COMBAT IN THE INFORMATION AGE
2003 / 330 pág / ISBN 1-893723-10-0

Smith, Edward A. / Command and Control Research Program – CCRP
COMPLEXITY, NETWORKING, AND EFFECTS-BASED APPROACHES TO OPERATIONS
2006 / 385 pág / ISBN 1-893723-18-6

Smith, Edward A. / Command and Control Research Program – CCRP
EFFECTS-BASED OPERATIONS: APPLYING NETWORK CENTRIC WARFARE IN PEACE, CRISIS AND WAR
2003 / 602 pág / ISBNno-CCRP series

Ullman, Harlan – Wade, James Jr – y otros / National Defense University
SHOCK AND AWE: ACHIEVING RAPID DOMINANCE
1996 / 175 pág / ISBNno-NDU document

United Kingdom Ministry of Defence
JOURNAL OF DEFENCE SCIENCE vol8 num3 sept 2003 NETWORK ENABLED CAPABILITY
2003 / 102 pág / ISBNno-british crown copyright UK

US Department of Defense
NETWORK CENTRIC WARFARE DOD REPORT TO CONGRESS REV2 D5 MAIN
2001 / 201 pág / ISBNno-DoD document

US Department of Defense

NETWORK CENTRIC WARFARE DOD REPORT TO CONGRESS REV2 D5 APPENDIX

2001 / 341 pág / ISBNno-DoD document

Wheatley, Gary F. – Hayes, Richard E. / National Defense University

INFORMATION WARFARE AND DETERRENCE

1996 / 74 pág / ISBNno-NDU document

GLOSARIOS, ACRONIMOS y ABREVIATURAS

Del Cuerpo	450
Del Anexo A	457
Del Anexo B: acrónimos	469

GLOSARIO, ACRONIMOS Y ABREVIATURAS DEL CUERPO

A

Air Tasking Order – ATO

= orden de tarea aérea, usada normalmente sin traducción al castellano

Active Electronically Scan Antenna

= antena activa de barrido electrónico

AESA – active electronically scan antenna

AEW – airborne early warning

AFA – apto, factible y aceptable

Air to Surface Missile – ASM

= misil aire superficie

Airborne Early Warning

= alerta temprana aeroportado

Alerta temprana aeroportado = airborne early warning – AEW

Armas cinéticas = kinetic weapons – son las armas clásicas de daño físico, también conocidas como duras o hard kill

Armas no cinéticas = non kinetic weapons – son las armas que no producen daño físico, también conocidas como blandas o soft kill

ASM – air to surface missile

ATO – air tasking order

B

Barrido lineal infrarojo = InfraRed Line Scan – IRLS

Big picture

= Imagen completa – es la visualización de la situación general de todo el ambiente operacional

Búsqueda y seguimiento mediante infra rojo = infra red search and track –IRST

C

C3CM – Command, Control, and Communications Counter measures

= contramedidas de C3

C4ISR – Command, Control, Communications, Computers, Intelligence, Surveillance and Reconnaissance

= comando, control, comunicaciones, computadoras, inteligencia, vigilancia y reconocimiento

C4ISTAR – Command, Control, Communications, Computers, Intelligence, Surveillance, Target Acquisition and Reconnaissance

= comando, control, comunicaciones, computadoras, inteligencia, vigilancia, adquisición de blancos y reconocimiento

Captore – todo tipo de plataformas y medios equipados con sensores

CCRP – Command and Control Research Program

Centros de Gravedad – CG = Gravity Centers

CEP – Circular Error Probable

Ciclo de reacción – el proceso desde que los medios captore captan la situación que se está viviendo, hasta que los medios efectores actúan

Circular Error Probable – CEP

= Error Circular Probable, del armamento

Comando y Control – C2 = Command and Control

Command and Control Research Program – CCRP

= Programa de Investigación de Comando y Control del Departamento de Defensa de Estados Unidos

Common Operational Picture – COP

= imagen de percepción común

Computer network operations

= operaciones en la red de computadoras

Computer warfare

= guerra de computadoras

Conocimiento dominante del espacio de batalla = dominant battlespace knowledge – DBK

COP – Common Operational Picture

Cross Domains

= Dominios Cruzados, el empleo de las plataformas sin importar a quien pertenezcan

Cyber operations

= operaciones cibernéticas

Cyber warfare

= guerra cibernética

D

Data mining

= minería de datos – búsqueda, localización y extracción de datos

DBK – dominant battlespace knowledge

Deep Green Project

= proyecto *Deep Green*, desarrollado por el Army de Estados Unidos

Degradar – es la afectación de un sistema, elemento o medio que interesa que deje de cumplir sus funciones, desde un daño permanente, la destrucción, hasta uno transitorio por pocas horas o minutos, la neutralización

Desired effect

= efecto deseado, el efecto buscado por la acción u operación

Desired end state

= estado final deseado, la situación final a la que se aspira

Digital battlespace

= espacio de batalla digital

dominant battlespace knowledge – DBK

= conocimiento dominante del espacio de batalla

Dominios Cruzados = Cross Domains – la utilización de las plataformas más adecuadas, sin importar a quién pertenecen

E

EEM – espectro electromagnético

Efecto deseado = desired effect

Efectores – son los medios y sistemas de armas que actuarán sobre nuestro enemigo

Effect based operations

= operaciones basadas en efectos

Electronic Order of Battle

= Orden de Batalla Electrónico – OBE

Electronic Warfare – EW

= Guerra Electrónica

Enemy intentions/intend

= qué quiere el enemigo que pase = intenciones del enemigo – su futuro deseado

EOB – electronic order of battle

Error Circular Probable = Circular Error Probable – CEP, del armamento

Error de localización del blanco = Target Location Error – TLE

Essential points

= puntos esenciales

Estado final deseado = desired end state, objetivo de la campaña

EW – Electronic Warfare

EW radar – early warning radar

= radar de alerta temprana basado en tierra

F

FLIR – forward looking infra red

FOB – forward operations base

Forward looking infra red

= visión infra roja hacia adelante

Forward operations base

= base de operaciones adelantada

Futuros deseados – son los posibles futuros que satisfarán, uno nuestras intenciones, y el otro las de nuestro enemigo

G

GEOINT – geospatial intelligence

Geospatial intelligence

= inteligencia geospacial

Georeferenced Information System

= sistema de información georeferenciado

GIS – Georeferenced Information System

Global positioning system

= sistema de posicionamiento global

GMTI – ground mobile target indicator

GPS – Global Positioning System

Gravity Centers

= Centros de Gravedad - CG

Ground Mobile Target Indicator

= indicador de blancos móviles terrestres

Guerra de percepción = perception warfare, es la que trata de confundir la percepción que el enemigo tiene de la situación, también utiliza los medios de información y redes sociales

Guerra de información = information warfare, antes llamada guerra de Comando y Control

Guerra electrónica = electronic warfare

H

I

IC2I – International Command and Control Institute – ICCI

Imagen de percepción común = common operational picture – COP

Indicador de blancos móviles terrestres = Ground Mobile Target Indicator – GMTI

Information dominance

= dominio de la información

Information operations

= operaciones de información

information warfare

= guerra de información

Infra protection

= protección de la infraestructura, antes llamado guerra de computadoras, después ciberdefensa

InfraRed Line Scan – IRLS

= barrido lineal infrarojo

InfraRed Search and Track – IRST

= Búsqueda y seguimiento por IR

Intención e Intento, representan dos conceptos diferentes. Estados Unidos y NATO hablan de *intent* = lo que *intenta*, lo que *trata de hacer* nuestro enemigo, pero fue traducido al castellano como *intención* del enemigo. El *intento* (que es la *acción física* que trata de realizar), busca concretar la *intención* (que es una *actitud mental*, su *futuro deseado*. Ver página 69 y 70

Intenciones = intentions, intend, serán la expresión del *estado final deseado*, (desired end state) buscado como objetivo de la campaña u operación

Intent

= intento

Intento – lo que *trata de hacer* nuestro enemigo

Intentions, intend

= intenciones

International Command and Control Institute – ICCI – IC2I

= Instituto de Comando y Control Internacional

IRLS – infrared line scan

IRST – infra red search and track

J

K

Kinetic weapons

= armas cinéticas – son las armas clásicas de daño físico, también conocidas como duras o hard kill

L

LADAR/LIDAR – laser detection and ranging, light detection and ranging

= Laser activo, radar en frecuencias de laser

Laser Warning System – LWS

= alertador laser, alerta de que está siendo iluminado por un laser

Line of actions

= líneas de acción, o de operación

LWS – laser warning system

M

Modelo – modelo computacional. Ver página 72

MOUT – military operations in urban terrain

Military Operations in Urban Terrain

= operaciones militares en terreno urbano

MWS – missile warning system

Missile warning system

= alerta de que le han lanzado un misil

N

NCW – Network Centric Warfare

Network centric warfare – NCW

= guerra centrada en redes

Nivel cognitivo – es aquel en donde a la información se le ha realizado un análisis y evaluación, enriqueciéndola con el conocimiento aportado por el humano.

Nivel físico – corresponde a los medios captadores, en donde la información que se dispone normalmente está constituida por datos simples, o información en crudo.

Nivel informativo – comprende sólo información, procesada pero sin ningún aporte de análisis.

Non kinetic weapons

= armas no cinéticas

O

OBE – Orden de Batalla Electrónico

Operaciones en redes de computadoras = computer network operations

Operaciones de información = information operations

Operaciones cibernéticas = cyber operations

Orden de Batalla Electrónico – OBE = Electronic order of battle

OE – operational environment

Operational environment

= ambiente operacional – todo lo que se encuentra presente en el espacio geográfico de interés: lo nuestro, de nuestro posible enemigo, del ambiente, de terceros, y de factores que los impactarán

Operaciones basadas en efectos = effect based operations

P

Packet

= paquete

Paquete – es un conjunto de plataformas aéreas, que acompañarán a los efectores para asegurar el cumplimiento de la misión o tarea

Percepción común, del ambiente operacional = common operational picture – COP – imagen operacional común. Ver página 71

Perception warfare

= guerra de percepción

Por qué está pasando = understanding – entender el porqué de lo que está sucediendo. Ver página 69

Posibles futuros – futuros hacia los que puede derivar la situación actual

Puntos esenciales = Essential points

Q

Qué es lo que hay y donde está – se refiere a todos los elementos y medios que se encuentran en el espacio geográfico de interés, normalmente llamado *ambiente operacional*. Ver página 68

Qué está pasando = situational awareness – conciencia situacional – nos muestra los desplazamientos, pero sobre todo las operaciones y acciones que se están desarrollando. Ver página 68

Qué podría pasar = sense making – darle sentido a lo que está pasando, proyectándolo hacia los posibles futuros. Ver página 69

Qué quiere el enemigo que pase = enemy intentions/intend – intenciones del enemigo – es el futuro deseado por nuestro enemigo. Ver página 69

Qué queremos nosotros que pase – son las intenciones de nuestro Comandante – nuestro futuro deseado

Qué intenta (está tratando de) hacer el enemigo para que pase lo que él quiere que pase = intent – intento. Ver página 69

R

Radar de alerta temprana = early warning – EW, basado en tierra

Radar de apertura sintética = Synthetic Apperture Radar – SAR

Radar de visión lateral = Side Looking Airborne Radar

Radar Warning Receiver – RWR

= alertador de que está siendo iluminado por un radar

Reconnaissance, Surveillance and Target Acquisition – RSTA

= Reconocimiento, Vigilancia y Adquisición de Blancos

Reglas de empuñamiento = rules of engagement

Resilience

= resiliencia

Resiliencia = resilience – la capacidad para soportar daño y recuperarse rápidamente a los intentos de degradación del enemigo

Revolución en Asuntos Militares – revolution in military affairs – RMA

Revolution in Military Affairs – RMA

= Revolución en Asuntos Militares

RMA – Revolution in Military Affairs

ROE – rules of engagement

RSTA – Reconnaissance, Surveillance and Target Acquisition

Rules Of Engagement - ROE

= reglas de empuñamiento

RWR – Radar Warning Receiver

S

SAR – Synthetic Apperture Radar

SEAD – Suppression of Enemy Air Defenses

Sense making

= qué podría pasar – darle sentido

Sensor-shooter

= sensor-tirador – concepto por el que la información sensada por la plataforma *captora* es pasada directamente a la plataforma *efectora*

Side Looking Airborne Radar – SLAR

= radar de visión lateral

SIG-GIS – sistema de información georeferenciado

Sistema de Comando y Control – el sistema integrado por el sistema de información más el sistema de decisión y planes, que le permite a los decisores tomar decisiones. Ver página 13

Sistema de decisión y planes – los procedimientos y medios para decidir, planear e impartir órdenes para actuar eficaz, eficiente y efectivamente. Ver página 13

Sistema de información – los procedimientos y medios para presentar a los tomadores de decisión un conocimiento dominante del espacio de batalla que los coloque en condiciones óptimas para tomar decisiones correctas y oportunas. Ver página 13

Sistema de información georeferenciado – SIG-GIS = Georeferenced Information System – sistema que representa el espacio geográfico de interés donde se llevarán a cabo las acciones. Ver página 71

Situational Awareness

= qué está pasando – conciencia situacional

SLAR – Side Looking Airborne Radar

Supresión de las Defensas Aéreas Enemigas = Suppression of Enemy Air Defenses – SEAD

Suppression of Enemy Air Defenses – SEAD

= Supresión de las Defensas Aéreas Enemigas

Swarm

= enjambre – grupo de pequeñas plataformas tanto de captores como efectores, que actúan juntos, en enjambre

Synthetic Apperture Radar – SAR

= radar de apertura sintética

T

TLE - Target Location Error

Target Location Error – TLE

= error de localización del blanco

U

Understanding

= por qué está pasando = entender el porqué de lo que sucede

V

Ventana de tiempo del blanco – el tiempo en que el blanco permanece expuesto como tal

VNT – Vehículo No Tripulado

W

X

Y

Z

GLOSARIO, ACRONIMOS Y ABREVIATURAS DEL ANEXO A

A

A/D =

analógico/digital

ABL = AirBorne Laser =

laser aeroportado

Active array antenna =

antena de estructura activa

Add on kits =

conjuntos para agregar

ADRG = Arc Second Digitized Raster Graphics =

gráficos digitalizados de barrido secuencial de segundo de arco

AESA = Active Electronically Steerable Array =

antena [o estructura, o arreglo, o conformación] activa orientable electrónicamente

AEW = Airborne Early Warning =

alerta temprana en vuelo - aeroportada

AGS = Airborne Ground Surveillance =

vigilancia terrestre aeroportada

Alcance electromagnético en kilómetros = $4,12 \sqrt{h_{\text{sensor}(m)}}$

Alcance electromagnético en millas náuticas (NM) = $1,23 \sqrt{h_{\text{sensor}(ft)}}$

Alcance óptico en km = $3,57 \sqrt{h_{\text{sensor}(m)}}$

ALS = Active Laser Seeker =

perseguidor laser activo

AMEBA =

Alcances de los Medios de Ejército y sus Baterías Antiaéreas

AMSTE = Affordable Moving Surface Target Engagement =

posibilidad de enganche de blancos móviles de superficie

AMTI = Airborne MTI = MGTD = Mobile Ground Target Detector =

MTI aeroportado / detector de blancos terrestres móviles

Anti Ship Missile =

misil contra buques

ARM = Anti Radiation Missile =

misil anti radiación

AWACS = Airborne Warning and Control System =

sistema aeroportado de alerta y control - para la detección de blancos aéreos

AWS = Arrow Weapon System =

sistema de arma Arrow

B

BDA = Battle – Bomb Damage assessment =

evaluación de daños

BDS = Boost Defense Segment =

segmento de defensa en la fase de empuje

Beam Rider =

haz cabalgado

Blue waters =
aguas azules (de la inmensidad de los mares)
Blurring de la imagen =
imagen borrosa
Bomb damage assessment =
evaluación de daños
Brown waters =
aguas marrones (litorales)

C

C² = Command and Control =
Comando y Control
C²Wf =
guerra de C²
C³ Protection =
protección de C³
C³CM = Command, Control and Communications Counter Measures =
contra medidas de C³
C4ISR = Command, Control, Communications, Computers, Intelligence,
Surveillance and Reconnaissance =
Comando, Control, Comunicaciones, Computadoras, Inteligencia,
Vigilancia y Reconocimiento
CC =
combate cercano
CCD = Charge Coupled Device =
dispositivo de carga acoplado
CE =
Combate Electrónico
CEC² =
CE en sistemas de C²
CEDA =
CE en la defensa aérea
CESA =
CE en sistemas de armas
Chemical detector =
detector de agentes químicos
CI =
caza interceptora
CIC =
Centros de Información y Control
CM = Cruise Missile =
misil de crucero
CMOS = Complementary Metal Oxide Semiconductor =
semiconductor de óxido metálico complementario
Combat radar =
radar de combate
COMINT = COMmunications INTelligence =
INCOM – INteligencia de COMunicaciones
COMSEC = communication security =
seguridad en las comunicaciones
COM =
comunicaciones
CONUS =
Estados Unidos continental

COP = Common Operational Picture =

imagen operacional común

COS = CONical Scan =

barrido cónico

COSRO =

COS en recepción solamente

Counter C³ =

contra C³

CptrWf = Computer Wf =

guerra de computadoras

CR =

Ciclo de Reacción

CW = continuous wave =

onda continua

D

DBK = Dominant Battlespace Knowledge =

conocimiento dominante del espacio de batalla

DBS = Doppler Beam Sharpening=

afinado del haz por doppler

DCS = Digital Camera System =

sistema de cámara digital

DEM = Digital Earth/Elevation Model =

modelo digital de la tierra

Detectors array =

estructura de detectores

Digital Battlefield =

campo de batalla digital

Digital Warrior =

guerrero digital

DLIR = Downward Looking IR =

visión IR hacia abajo

DOA = Direction Of Arrival =

dirección de arribo

Dry Film =

película seca (polaroid)

E

EAD = Extended Air Defense =

defensa aérea extendida

EC = Electronic Combat =

CE - combate electrónico

ECCM = Electronic Counter CounterMeasures =

CCME – contra contra medidas electrónicas

ECM = Electronic Counter Measures =

CME - contramedidas electrónicas

eem = EEM

espectro electromagnético

Electronic scanning =

barrido electrónico

ELINT = ELectionic INTelligence =

INTEL - INTeligencia ELectrónica

EO =

electroóptico u optoelectrónico

EOLS = Electro Optical Line Scan =

escaneado lineal electroóptico

ESA = Electronically Steerable Antenna =

antena rotatable u orientable electrónicamente

ESM = Electronic Support Measures =

MAE - medidas de apoyo electrónico

EW = Early Warning =

alerta temprana

EW = EWf = Electronic Warfare =

guerra electrónica / componente electrónico (parte electrónica) de la guerra

EWSM = EWfSM = Electronic Warfare Support Measures =

MAGE – medidas de Apoyo de Guerra Electrónica

F

FCC = Federal Communications Commission =

Comisión Federal de Comunicaciones

Fence =

cerca o verja, referida como límite de cruce

FIA = Future Imagery Architecture =

futura arquitectura de imágenes

FIC = Fractal Image Compression =

compresión fractal de imagen

FLIR = Forward Looking IR =

visión IR hacia adelante

FMC = Forward Motion Compensation =

compensación del movimiento de avance

FMCW = Frequency Modulated Continuous Wave

onda continua modulada en frecuencia

Follow on forces =

fuerzas que siguen

FOR = Field Of Regard =

campo de mirada (visual) total - a veces también llamado TFOV / Total FOV

Forward, from the sea =

hacia adelante, desde el mar

FOV = Field Of View =

apertura angular o campo visual

FPA = Focal Plan Array =

estructura en plano focal - también "Staring Array" (estructura de visión fija)

Frequency shift =

corrimiento de frecuencia

Frequency shift lobe =

lóbulo por corrimiento de frecuencia

Frescan = frequency scan =

barrido por frecuencia

From the sea =

desde el mar

G

Gap Filler =

radar complementario para asegurar el cubrimiento de huecos

GCA = Ground Control Approach =
control de aproximación desde tierra
GIG = Global Information Grid =
grilla (entramado, red) de información global
GIS = Geographical Information System =
SIG - Sistema de Información Geográfica
GMTI = Ground MTI =
MTI terrestre
GPR = Ground Penetration Radar =
radar que penetra el terreno
GPS = Global Positioning System =
sistema de posicionamiento global
GRC = Ground Referenced Coverage =
cubrimiento con el terreno como referencia

H

Halt phase =
fase de parar al enemigo antes que entre en contacto con las propias fuerzas
Hard kill =
matar duramente - con dureza – arma cinética
HMD = Helmet (o Head) Mounted Display =
presentación (visor) montada en el casco
Hot spot =
punto caliente
HUD = Head Up Display =
presentación para cabeza arriba
HUMINT = HUMAN INTElligence =
inteligencia humana

I

I2 = Image Intensifiers =
Intensificadores de Imagen
ICBM =
misil balístico intercontinental
IFS = Iterated Functions System =
sistema de funciones reiterativas
IFSAR = InterFerometric SAR =
SAR interferométrico
Image intensifier tube =
válvula intensificadora de imagen
INFO =
información
Info grid =
grilla de información (para procesar y distribuir la información)
Infosphere =
infosfera
Infra Protection =
protección de la infraestructura
Infra Wf (infraW) =
guerra de infraestructura
INTEM =
INTeligencia de EMisiones

Intensified Vidicons =
vidicones intensificados
IO = Information Operations =
operaciones de información
IOC = Initial Operational Capability =
capacidad operacional inicial
IR =
infrarrojo
IRBM =
misil balístico de rango intermedio
IRCM =
contra medida IR
IRINT = Infra Red INTelligence =
inteligencia IR
IRLS = IR Line Scanner =
barredor o escaneador lineal IR
IRST = IR Search and Track =
búsqueda y seguimiento IR
IRWR = IR warning receiver =
receptor de alerta IR
ISAR = Inverse SAR =
SAR Inverso
IWf (IW) = Information Warfare =
guerra de información

J

J-STARS = Joint Surveillance Target Attack Radar System =
sistema de radar conjunto para la vigilancia y ataque de blancos – para la
detección de blancos terrestres
JTIDS = Joint Tactical Information Distribution System =
sistema táctico conjunto de distribución de información

K

L

L³ = Low Light Level =
bajo nivel de iluminación
L³ TV = Low Light Level TV =
TV de bajo nivel de iluminación
LADAR = LAser Detection And Ranging =
laser operado con los principios del radar, a veces también denominado
LIDAR (LIght Detection And Ranging)
Laser range finder =
medidor de distancias laser
Laser designator =
designador laser
Laser Locator =
localizador laser
Laser seeker =
perseguidor laser
Layers =
capas, niveles, o máscaras
LC =
línea de Contacto

LCAF =

línea de coordinación de apoyo de fuego

LIM =

línea de intercepción mínima

LITE = Laptop Imagery Transmission Equipment =

equipo de transmisión de imágenes con laptop

Long wave window =

ventana en longitud de onda larga

Look Down =

mirar hacia abajo

Look into turn =

mirar hacia el viraje

LORO = Lobe On Receive Only =

lóbulos en recepción solamente

LOROP = Long Range Oblique Photography =

fotografía oblicua a gran distancia

LOS = Line of Sight =

línea de vista

Lower Tier =

nivel o capa inferior – o endoatmosférico

LS = Line Scan =

barrido o escaneado lineal

LWR = Laser Warning Receiver =

receptor de alerta de que estamos siendo iluminados por un Laser

M

Man in the loop =

hombre dentro del ciclo

Mapping =

mapeado

MCP = microchannel plate =

grilla de microcanales

MDS = Midcourse Defense Segment =

segmento de defensa en la parte intermedia de la trayectoria

MEADS = Medium Extended Air Defense System =

sistema de defensa aérea medio extendida

Measure =

medida

Meteor burst =

comunicación por dispersión meteórica

MFCR = Multifunction Fire Control Radar =

radar de control de fuego multifunción

MGTD = Mobile Ground Target Detector =

detector de blancos terrestres móviles

Mid wave window =

ventana en longitud de onda media

MIR = Micropower Impulse Radar)

radar de impulsos de micropotencia

Mission Planning =

planeamiento de misiones

MLRS = Multiple Launch Rocket System =

sistema de cohetes de lanzamiento múltiple

MRBM =

misil balístico de rango medio

MSE = Message Switching Equipment =
equipo de distribución de mensajes

MTI = Movil Target Indicator =
indicador de blancos móviles

Multifunction =
multifunción

Multilobe =
multilóbulo

MWS = Missile Warning System =
sistema de alerta de misiles

MWS = Multi Warning System =
sistema de alerta múltiple

N

Narrow FOV =
FOV angosto

Network Centric =
centrado en la estructura de red

Night Vision =
visión nocturna

NOE = Nap Of the Earth =
volar pegado al suelo

NVG = Night Vision Goggles =
anteojos de luz residual o de visión nocturna

O

OBE =
orden de batalla electrónico

OCAA =
oficial de control aéreo adelantado

On the fly =
mientras vuela

OPINT = OPTical INTelligence =
inteligencia óptica

OSA =
oficial del sistema de armas

OTH = Over The Horizon =
transhorizonte

OTH-B = OTH Backscattering =
transhorizonte por reflejo devuelto

OTH-F = OTH Forward scattering =
transhorizonte hacia adelante

P

PAC =
patrulla aérea de combate

PAR = Precision Approach Radar =
radar de aproximación precisa

PCL = Passive Coherent Location =
localización coherente pasiva

Phase array =
arreglo en fase, o distribución en fase, o estructura por fase

Phase array antenna =

antena de "estructura por fases", o de "conformación por fases", o "distribución por fases", o "arreglo de fases"

Phase shift lobe =

lóbulo por corrimiento de fase

Phase shifters =

Desplazadores - corredores de fase

Pixel = PICture ELEment =

elemento (unidad) de imagen

Platform Centric =

centrado en la plataforma

PNVG = Panoramic NVG =

anteojos panorámicos de visión nocturna

PRI = Pulse Repetition Interval =

intervalo de repetición de pulsos

Pulsed Doppler =

doppler pulsado

Q

R

Radar illuminator =

iluminador radar

Range finder =

medidor de distancia

RAR = Real Aperture Radar =

radar de apertura real

Raster scan =

barrido secuencial

RCS = Radar Cross Section =

superficie radar equivalente / sección transversal radar

Rivet Joint =

plataforma SIGINT - para todos los blancos que emiten en el eem

RRC = Radar Referenced Coverage =

cubrimiento con el radar como referencia

RWR = Radar Warning Receiver =

receptor de alerta radar

RWS = Radar Warning System)

sistema de alerta radar

S

S-A =

superficie-aire

SAM = Surface to Air Missiles =

misiles superficie-aire

SAR = Synthetic Apperture Radar =

radar de apertura sintética

SBIRS = Space Based IR System =

sistema IR basado en el espacio

Sea skimming =

a ras del agua

SEAD = Suppression of Enemy Air Defenses =

supresión de las defensas aéreas enemigas – SEDA - Supresión de Elementos de Defensa Aérea

Search =
vigilancia o búsqueda
Seeker =
perseguidor (buscador – seguidor)
Sensor grid =
grilla de sensores - para manejar los sensores
Sensor-shooter =
sensor–tirador
Shooters-efectors grid =
grilla de sistemas de armas disponibles para actuar
SIGINT = SIGnal INTelligence =
inteligencia de señales – o INTEM – INTeligencia de EMisiones
Signature =
impronta (algunos lo traducen como “firma”)
Situational Awareness =
saber lo que está pasando / Tener Clara la Situación
SIVAM =
Sistema de Vigilancia da AMazonia
SL = Sequential Lobing =
apuntado secuencial
SLAR = Side Looking Airborne Radar =
radar aeroportado de visión lateral
SLIR = Side Looking IR =
IR de visión lateral
SLRO =
SL en recepción
Snap look =
dar una ojeada
Soft kill =
matar blandamente - con blandura / arma no cinética
Solar blind =
ciega a la radiación solar
Spot tracker =
seguidor del punto (de laser)
Squint angle =
ángulo de desfasaje
SRTM = Shuttle Radar Topography Misión =
misión de topografía radar del shuttle
SSR = Secondary Search Radar =
radar secundario
Staring array =
estructura de FOV total fijo – también “FPA”
Still video =
video-fotografía
Strip =
franja o tira
Swath =
ancho de barrido

T

Tank Plinking =
hacer saltar los tanques
Targeting =
asignación o marcado de blancos

TBMD = Theater Ballistic Missile Defense =
defensa contra misiles balísticos de teatro
TCT = Time Critical Targets =
blancos críticos por tiempo – blancos de tiempo crítico
TDI = Time Delay and Integration =
retraso de tiempo e integración
TDS = Terminal Defense Segment =
Segmento de defensa en la fase terminal
Terrain avoidance =
traducido normalmente como evitación de obstáculos
Terrain following =
de seguimiento del terreno
THAAD = Theater High Altitude Area Defense =
defensa de área del teatro en alta altitud
Theater BM =
misil balístico de teatro
THEL = Tactical High Energy Laser =
laser táctico de alta energía
Thermal image =
imagen térmica
Thermal tape =
cinta térmica (para verla con IR)
TI = Thermal Imager =
generador de imagen térmica o IR
Tilt =
posición angular vertical
TPED = Task, Process, Exploit, Disseminate =
obtención, procesamiento, explotación y distribución de la info
Track While Scan = TWS =
seguimiento mientras barre
Tracker =
seguidor
TRANSEC = transmission security =
seguridad en la transmisión
TRC =
tubo de rayos catódicos
TWS = Track While Scan =
seguimiento mientras barre
TWSRO =
TWS en recepción solamente
TxRx =
transmisor y receptor
UAV = Unmanned Aerial Vehicle =
vehículo aéreo no tripulado

U

Upper Tier =
nivel o capa superior – o exoatmosférico
UWB Radar = Ultra Wideband Radar =
radar de banda ultra ancha

V

VANT =
vehículo aéreo no tripulado

Velocity gate =
 compuerta o ventana de velocidad
VeNTri =
 Vehículo No Tripulado / VNT
VNT =
 Vehículo No Tripulado / VeNTri
VTb =
 ventana de tiempo del blanco

W

Wet Film =
 película húmeda
Wide FOV =
 campo visual (FOV) ancho
Wild Weasel =
 comadreja salvaje

X

Y

Z

GLOSARIO, ACRONIMOS Y ABREVIATURAS DEL ANEXO B

ACRONIMOS USADOS EN EL MANUAL JP2 01 3

AOI	area of interest Area de interés
C2	command and control Comando y Control
CBRN	chemical, biological, radiological, and nuclear Química, biológica, radiológica, y nuclear
CCDR	combatant commander Comandante combatiente
CCMD	combatant command Comando combatiente
CI	counterintelligence Contra inteligencia
C-IED	counter-improvised explosive device Contra dispositivo explosivo improvisado
CJCS	Chairman of the Joint Chiefs of Staff Presidente Conjunto de Jefes de Estado Mayor
CJCSI	Chairman of the Joint Chiefs of Staff instruction Instrucción del Presidente Conjunto de Jefes de Estado Mayor
CJCSM	Chairman of the Joint Chiefs of Staff manual Manual del Presidente Conjunto de Jefes de Estado Mayor
CMO	civil-military operations Operaciones cívico-militares
CO	cyberspace operations Operaciones ciberespaciales
COA	course of action Modo / curso de acción
COG	center of gravity Centro de gravedad
COIC	Counter-Improvised Explosive Device Operations/Intelligence Integration Center (JIEDDO) Operaciones contra dispositivo explosivo improvisado/centro de integración de inteligencia (organización conjunta para frustrar dispositivo explosivo improvisado)
CONOPS	concept of operations Concepto de operaciones
COP	common operational picture Imagen operacional común
CSA	combat support agency Agencia de apoyo de combate
CSS	Central Security Service (NSA) Servicio de seguridad central (agencia de seguridad nacional)
DC	dislocated civilian Civil desplazado
DCO	defensive cyberspace operations Operaciones ciberespaciales defensivas
DFE	Defense Intelligence Agency forward element Elemento adelantado de la agencia de inteligencia de defensa
DIA	Defense Intelligence Agency Agencia de inteligencia de defensa
DNI	Director of National Intelligence Director de inteligencia nacional

DOD	Department of Defense Departamento de defensa
DODD	Department of Defense directive Directiva del departamento de defensa
DOS	Department of State Departamento de estado
DTA	dynamic threat assessment Evaluación dinámica de amenaza
DTRA	Defense Threat Reduction Agency Agencia de defensa para reducción de amenaza
EMS	electromagnetic spectrum Espectro electromagnético
EW	electronic warfare Guerra electrónica
EXORD	execute order Orden ejecutiva
FM	field manual (Army) Manual de campo (ejército)
GCC	geographic combatant commander Comandante combatiente geográfico
GEOINT	geospatial intelligence Inteligencia geoespacial
GI&S	geospatial information and services Información y servicios geoespaciales
GPE	geospatial intelligence preparation of the environment Preparación del ambiente por la inteligencia geoespacial
HN	host nation Nación anfitriona / país que hospeda a fuerzas de Estados Unidos
HPT	high-payoff target Blanco de alta rentabilidad / altamente rentable
HSI	hyperspectral imagery Imagen hiperespectral
HUMINT	human intelligence Inteligencia humana
HVT	high-value target Blanco de alto valor
I2	identity intelligence Inteligencia de identidad
IC	intelligence community Comunidad de inteligencia
IED	improvised explosive device Dispositivo explosivo improvisado
IGO	intergovernmental organization Organización intergubernamental
IO	information operations Operaciones de información
IPB	intelligence preparation of the battlespace Preparación del espacio de batalla por inteligencia
IR	infrared Infra rojo
IRC	information-related capability Capacidad relacionada con la información
ISR	intelligence, surveillance, and reconnaissance Inteligencia, vigilancia, y reconocimiento

IW	irregular warfare Guerra irregular
J-2	intelligence directorate of a joint staff J-2 inteligencia de un estado mayor conjunto
J-2E	joint force exploitation staff element Elemento del equipo de explotación del J-2 de fuerza conjunta
J-2X	joint force counterintelligence and human intelligence staff element Elemento del equipo de contrainteligencia e inteligencia humana del J-2 de fuerza conjunta
J-3	operations directorate of a joint staff J-3 operaciones de un estado mayor conjunto
J-4	logistics directorate of a joint staff J-4 logística de un estado mayor conjunto
J-5	plans directorate of a joint staff J-5 planes de un estado mayor conjunto
J-6	communications system directorate of a joint staff J-6 comunicaciones de un estado mayor conjunto
J-7	operational plans and interoperability directorate of a joint staff J-7 planes operacionales e interoperabilidad de un estado mayor conjunto
J-9	civil-military operations directorate of a joint staff J-9 operaciones cívico-militares de un estado mayor conjunto
JCC	joint cyberspace center Centro ciberespacial conjunto
JFC	joint force commander Comandante de fuerza conjunta
JFLCC	joint force land component commander Comandante de component terrestre de fuerza conjunta
JIACG	joint interagency coordination group Grupo de coordinación interagencias conjunto
JIEDDO	Joint Improvised Explosive Device Defeat Organization Organización para frustrar dispositivos explosivos improvisados
JIOC	joint intelligence operations center Centro de operaciones de inteligencia conjunto
JIPOE	joint intelligence preparation of the operational environment Preparación del ambiente operacional por la inteligencia conjunta
JISE	joint intelligence support element Element de apoyo de la inteligencia conjunta
JOA	joint operations area Area de operaciones conjuntas
JOPP	joint operation planning process Proceso de planeamiento de operaciones conjuntas
JP	joint publication Publicación conjunta
JS	the Joint Staff Estado mayor conjunto
JTF	joint task force Fuerza de tareas conjunta
LOC	line of communications Línea de comunicaciones
LOS	line of sight Línea de mira
MCOO	modified combined obstacle overlay Máscara de obstáculos combinados modificada
MCWP	Marine Corps warfighting publication Publicación para el combatiente del cuerpo de marina

METOC	meteorological and oceanographic Meteorológico y oceanográfico
MILDEC	military deception Decepción militar
MIPOE	medical intelligence preparation of the operational environment Preparación del ambiente operacional por la inteligencia medica
MIS	military information support Apoyo a la información militar
MISO	military information support operations Operaciones de apoyo a la información militar
MOE	measure of effectiveness Medida de la efectividad
MOP	measure of performance Medida de la performance
MSI	multispectral imagery Imagen multiespectral
NAI	named area of interest Area de interés nombrada
NEO	noncombatant evacuation operation Operación de evacuación de no combatientes
NGA	National Geospatial-Intelligence Agency Agencia nacional de inteligencia geoespacial
NGO	nongovernmental organization Organización no gubernamental
NSA	National Security Agency Agencia nacional de seguridad
OB	order of battle Orden de batalla
OCO	offensive cyberspace operations Operaciones ciberespaciales ofensivas
OCS	operational contract support Apoyo de contrato operacional
OE	operational environment Ambiente operacional
OPLAN	operation plan Plan de operaciones
OPSEC	operations security Seguridad en las operaciones
PIR	priority intelligence requirement Requerimiento prioritario de inteligencia
PMESII	political, military, economic, social, information, and infrastructure Politico, military, económico, social, informacional, e infraestructura
PNT	positioning, navigation, and timing Posición, navegación, y tiempo
PR	personnel recovery Recuperación de personal
RFI	request for information Requerimiento de información
ROE	rules of engagement Reglas de empenamiento
RUF	rules for the use of force Regals para el uso de la fuerza
SAR	synthetic aperture radar Radar de aperture sintética

SCA	sociocultural analysis Análisis sociocultural
SecDef	Secretary of Defense Secretario de defensa
SIGINT	signals intelligence Inteligencia de señales
SLCM	sea-launched cruise missile Misil de crucero lanzado desde el mar
SLOC	sea line of communications Línea de comunicaciones marítima
SMO	senior meteorological and oceanographic officer Oficial superior meteorológico y oceanográfico
SOF	special operations forces Fuerzas de operaciones especiales
STO	special technical operations Operaciones técnicas especiales
TAI	target area of interest Area de interés del blanco
TIM	toxic industrial material Material industrial tóxico
TTP	tactics, techniques, and procedures Tácticas, técnicas, y procedimientos
UN	United Nations Naciones Unidas
USAID	United States Agency for International Development Agencia de Estados Unidos para el desarrollo internacional
USG	United States Government Gobierno de Estados Unidos
USNORTHCOM	United States Northern Command Comando Norte de Estados Unidos
USPACOM	United States Pacific Command Comando Pacífico de Estados Unidos
WMD	weapons of mass destruction Armas de destrucción masiva
WTI	weapons technical intelligence Inteligencia técnica de armas

procedimientos y medios para que la toma de decisiones sea correcta y oportuna

IMAGENES Y GRAFICOS

Del Cuerpo	476
Del Anexo A	478
Del Anexo B	479

IMAGENES Y GRAFICOS DEL CUERPO

gr1-ciclo de reacción	012
gr2-ambos ciclos	014
gr3-optimizar proteger degradar	018
gr4-tema de la investigación	019
gr5-defensa aérea	026
gr6-prioridad de blancos	033
gr7-Warden	034
gr8-Boyd	037
gr9-envolventes	048
gr10-Malvinas	056
gr11-posible organización	059
gr12-ciclo de reacción (gr1)	062
gr13-secuencial	063
gr14-sistema de información	067
gr15-envolventes sam	071
gr16-envolventes buque	072
gr17-radar avión	072
gr18-evasión	073
gr19-modelos	074
gr20-skyguard	077/087
gr21-envolventes	078
gr22-cubrimiento vertical	078
gr23-apantallamiento	081
gr24-ataque harrier	081
gr25-cubrimiento por horizonte	083
gr26-zona de no escape	084
gr27-contratale	096
gr28-blancos	105
gr29-qué y dónde	105
gr30-ciclo de reacción (gr1)	110
gr31-efectos del blanco	111
gr32-SIG referenciado	112
gr33-información por capas	114
gr34-iconos	116
gr35-cubrimientos	117
gr36-mantas	118
gr37-GMTI	119
gr38-situational awareness	120
gr39-modelos a escenarios	142
gr40-sensores	144
gr41-triada	146
gr42-1982	148
gr43-2018	148
gr44-flir helicóptero	162
gr45-visor	164
gr46-flir VNT	165
gr47-3D IGN	166
gr48-atajos	167
gr49-street view	168
gr50-ciclo reconocimiento	176
gr51-bonus antitanque	178
gr52-ciclo de reacción (gr1)	180

gr53-sistema de información (gr14)	181
gr54-manejo sensores	183
gr55-proceso captores	187
gr56-información a todos	190
gr57-necesidad fusión	192
gr58-encaminamiento y atajos	194
gr59-sensor-tirador	196
gr60-tiempo real	197
gr61-que pasaría si	199
gr62-manejo del c2	203
gr63-uso eem	206
gr64-manejo eem	207
gr65-espectro	209
gr66-posible y actual	218
gr67-situ del ambiente	222
gr68-qué pasa y pasaría si	224
gr69-optimizar proteger degradar (gr3)	232
gr70-ciclo de reacción	233
gr71-modelos y SIG-GIS (gr19)	233
gr72-situ ambiente operacional	234
gr73-nivel cognitivo	235
gr74-atajos por tiempo	236
gr75-qué pasa y pasaría si (gr68)	237
gr76-manejo del C2 (gr62)	238
gr77-medios del C2	239
gr78-manejo EEM (gr64)	241
gr79-posible y actual (gr66)	242
gr80-el sistema de C2	245

IMAGENES Y GRAFICOS DEL ANEXO A

grA1-sensores	254
grA2-radiofrecuencias	257
grA3-IR óptico UV	257
grA4-movimientos	272

IMAGENES Y GRAFICOS DEL ANEXO B

Figura II-1 Preparación del Ambiente Operacional por la Inteligencia Conjunta - Paso 1	357
Figura III-1 Preparación del Ambiente Operacional por la Inteligencia Conjunta - Paso 2	369
Figura III-2. Construcción de una Máscara de Obstáculos Combinados	373
Figura III-3. Corredores de Movilidad Agrupados para Formar Avenidas de Aproximación	375
Figura III-4. Máscara de Obstáculos Combinados Modificada por Aspectos Terrestres	377
Figura III-5. Máscara de Obstáculos Combinados Modificada por Aspectos Marítimos	381
Figura III-6. Máscara de Obstáculos Combinados Modificada por Aspectos Aéreos	385
Figura III-7. Máscara de Obstáculos Combinados Modificada por Aspectos Espaciales	388
Figura III-8. Impacto del Ambiente de Información en las Operaciones Militares	389
Figura III-9. Máscara de Información Combinada	392
Figura III-10. Matriz de Evaluación de Vulnerabilidad del Sistema de Información	393
Figura III-11. Máscara de Objetos Combinados Modificada por Aspectos Electromagnéticos	396
Figura III-12. Carta de Interferencia Potencial	397
Figura III-13. Efectos de la Meteorología en las Operaciones Militares	400
Figura III-14. Perspectiva de Sistemas del Ambiente Operacional	402
Figura III-15. Nodos y Enlaces de Sistemas	409
Figura III-16. Ancho y Profundidad de una Perspectiva de Sistemas	411
Figura III-17. Ejemplo de un Diagrama de Análisis de Red	413
Figura III-18. Medidas de Centralidad de los Nodos	415
Figura IV-1. Preparación del Ambiente Operacional por la Inteligencia Conjunta - Paso 3	419
Figura IV-2. Plantilla Aérea y Terrestre del Adversario	421
Figura IV-3. Plantilla Naval del Adversario	422
Figura IV-4. Plantilla de Perspectiva de Sistemas del Adversario	423
Figura IV-5. Matriz Tiempo-Evento	425
Figura IV-6. Matriz de la Importancia de los Blancos	427
Figura IV-7. Características de los Centros de Gravedad	429
Figura IV-8. Análisis de los Factores Críticos	431

Miguel Angel Silva

Actualmente Comodoro retirado de la Fuerza Aérea Argentina, luego de su egreso de la Escuela de Aviación Militar en 1964, se especializó en Electrónica y en Defensa Aérea, desarrollando todas sus actividades en esas áreas; finalizando su carrera como Jefe de las dos Unidades madre de esas especialidades, el Departamento de Guerra Electrónica (en 1989), y el Grupo de Vigilancia y Control del Espacio Aéreo (en 1990-92).

En el área de Defensa Aérea mantuvo y operó la mayoría de los radares y sistemas de defensa que fueron dotación de la Fuerza Aérea Argentina entre 1965 y 1992. En cuanto a Guerra electrónica, fue uno de los iniciadores de esa actividad, y autor del primer libro sobre el tema en idioma español (1982).

Paralelamente a su trabajo específico ejerció la docencia, siendo nombrado Profesor Honorario de la Escuela de Transmisiones del Ejército del Aire de España (1984), y Profesor Emérito de la Escuela de Defensa Aérea de la Fuerza Aérea del Perú (1985). Sus libros y manuales fueron utilizados como bibliografía por las Escuelas de Guerra de varios países de Latinoamérica, habiendo servido también como documentación de base para el desarrollo de las Doctrinas.

Durante el conflicto Malvinas, y con el grado de Mayor, se desempeñó como Jefe del Escuadrón VyCA Malvinas, responsable de la operación del radar de control aéreo que instaló en la zona de Puerto Argentino, y que realizó el guiado y control de los aviones argentinos para combatir con los Harrier y para atacar a los buques, y utilizado para todos los otros tipos de operaciones aéreas y contra aéreas, desde el 02 de Abril hasta el 14 de Junio de 1982.

Es autor de los libros:

“CLASIFICACION DE LA GUERRA ELECTRÓNICA”

publicado en Argentina en 1982 y en España en 1985.

“LAS ARMAS DE ENERGIA DIRIGIDA” (Ante el Umbral de un Nuevo Tipo de Guerra)

publicado en Argentina en 1985.

“LOS VEHICULOS NO TRIPULADOS” (los aeromodelistas también van a la guerra)

publicado en Argentina en 1990 y en España en 1991.

“AL ENEMIGO PRIMERO LO DESCEREBRAMOS” (La Guerra de la Información)

publicado en Argentina en 2003.

“DIARIO DE GUERRA DEL RADAR MALVINAS”

publicado en Argentina en 2007.

Actualmente sigue ejerciendo la docencia en la Universidad de la Defensa Nacional.