



Facultad del Ejército
Escuela Superior de Guerra
"Tte Grl Luis María Campos"



UNDEF
Universidad de la
Defensa Nacional

TRABAJO FINAL INTEGRADOR

Título: El empleo de la artillería de campaña en ambiente urbano y la reducción de los daños colaterales

Que para acceder al título de Especialista en Conducción Superior de OOMMTT, presenta el Mayor de Artillería Juan Manuel POMÉS.

Director de TFI: MY A Diego Sebastián CHANIQUE

Ciudad Autónoma de Buenos Aires, de marzo de 2023.

Resumen

El presente trabajo final integrador tiene por finalidad establecer aquellos factores que permitan reducir los daños colaterales en el empleo de la artillería de campaña del Ejército Argentino en ambiente urbano, empleando los medios actuales a disposición en el corto plazo. El impacto mediático producido por las bajas civiles, que repercute de manera significativa en la toma de decisiones en los niveles tácticos, operacionales y estratégicos, la carencia de doctrina al respecto y la falta de tecnología relacionada con la precisión en el objetivo, impone la necesidad de compensar esta falencia con una combinación de procedimientos tácticos y técnicos para suplir esta insuficiencia. Asimismo, se analiza y comparan los medios orgánicos propios y la doctrina con la República Federativa del Brasil, a los efectos de establecer similitudes y diferencias que coadyuven con el objetivo previsto.

Palabras clave: Ejército Argentino, artillería de campaña, ambiente urbano, daños colaterales.

Índice de contenidos

Contenidos	Página
Introducción	
<i>Tema</i>	1
<i>Formulación del problema</i>	1
<i>Antecedentes y justificación del problema</i>	1
<i>Objetivos de la Investigación</i>	7
<i>Metodología a Emplear</i>	8
Capítulo I	
<i>Tecnología y precisión</i>	9
<i>M982 Excalibur</i>	11
<i>Krasnopol – M2</i>	12
<i>Vulcano V155 GLR-SAL</i>	14
<i>M712 Copperhead</i>	15
<i>M1156 PGK (Precision Guided Kit)</i>	16
<i>Top Gun</i>	18
<i>Spacido</i>	18
<i>Conclusiones parciales</i>	20
Capítulo II	
<i>¿Muy lejos?</i>	24
<i>Material de artillería de tubo del Ejército de Brasil</i>	24
<i>Material de artillería del Ejército Argentino</i>	29
<i>Comparación técnica</i>	31
<i>Doctrina de Brasil</i>	32
<i>Doctrina de Argentina</i>	36
<i>Comparación doctrinal</i>	38
<i>Conclusiones parciales</i>	39

Capítulo III

<i>Hacia una posible solución.....</i>	40
<i>Tiro con gran ángulo de elevación.....</i>	40
<i>Disminución de la distancia de tiro.....</i>	41
<i>Reglaje con munición inerte.....</i>	41
<i>Empleo de drones para el observador adelantado.....</i>	42
<i>Empleo de una menor cantidad de piezas de artillería.....</i>	44
<i>Confirmación visual de blanco seguro.....</i>	45
<i>Centralizar la decisión.....</i>	45
<i>Obligatoriedad del reglaje previo.....</i>	46
<i>Incremento de la instrucción.....</i>	47
<i>Paciencia táctica.....</i>	47
<i>Evacuación de civiles.....</i>	48
<i>Diseño de puestos.....</i>	49
<i>Conclusiones parciales.....</i>	51
<i>Conclusiones Finales.....</i>	52
<i>Referencias.....</i>	54

Índice de figuras y tablas

Figuras	Página
Figura 1: M982 Excalibur.....	11
Figura 2: Krasnopol M2.....	13
Figura 3: Malakhit.....	14
Figura 4: Vulcano V155 GLR-SAL.....	15
Figura 5: M712 Copperhead.....	16
Figura 6: M1156 PGK.....	17
Figura 7: Top Gun.....	18
Figura 8: Spacido.....	19
Figura 9: Mortero Pesado Estriado M2.....	25
Figura 10: Obús 105mm Oto Melara.....	25
Figura 11: Obús 105 mm L118 AR “Light Gun”.....	26
Figura 12: M101 AR.....	26
Figura 13: Howitzer M114.....	27
Figura 14: Obús M109 A3.....	28
Figura 15: M109 A5+ BR.....	28
Figura 16: Mortero Brandt Cal 120mm.....	29
Figura 17: Cañón Argentino CITER 155mm L33.....	30
Figura 18: VCA Cal 155mm PALMARIA.....	31
Figura 19: Ejemplos de restricción de los fuegos en base al tipo de área edificada...	35
Figura 20: Medidas permisivas y restrictivas de los fuegos en área urbana.....	35
Figura 21: Medidas restrictivas de los fuegos en área urbana.....	36
Figura 22: Munición explosiva y de ejercicio.....	42
Figura 23: Visualización del uso del SARP por parte de la OA en el medio urbano..	44

Tablas	Página
Tabla 1: <i>Comparación de tecnologías de precisión</i>	22

Introducción

Tema

Área de Investigación

Operaciones – Derecho Militar – Metodología para la Toma de Decisiones – Apoyo de Fuego

Tema de Investigación

El apoyo de fuego de la artillería de campaña en ambiente urbano.

Tema Acotado

El empleo de la artillería de campaña en ambiente urbano y la reducción de los daños colaterales.

Problema

Formulación del Problema

¿Cómo reducir los daños colaterales en el empleo de la artillería de campaña en ambientes urbanos con los medios actuales del Ejército Argentino?

Antecedentes y Justificación del Problema

Luego de la devastación producida en los campos de combate, especialmente de Europa durante la Segunda Guerra Mundial, en la cual gran cantidad de sus ciudades quedaron prácticamente destruidas producto mayoritariamente por la acción de los bombardeos aéreos estratégicos y la artillería de campaña, se plantearon entre otras cosas, un sinnúmero de acciones tendientes a minimizar el impacto catastrófico que la guerra tenía sobre la población civil no combatiente. De ahí que, en 1949 la Cuarta Convención de Ginebra trate sobre la Protección de Personas Civiles en Tiempos de Guerra.

En los años 1977 y 2005 se amplió el Convenio con los Protocolos Adicionales I y II. De aquel se extraen los siguientes conceptos:

Es persona civil quien no pertenezca a la fuerzas armadas (...) Siempre hay que hacer la distinción entre población civil y combatientes, así como entre bienes civiles y objetivos militares (...) Se prohíben los ataques indiscriminados (...) No sólo están prohibidos los ataques contra personas y contra bienes civiles, sino que deben tomarse todas las precauciones posibles cuando se atacan objetivos militares o cuando se sitúan esos objetivos, para evitar y, en todos los casos, reducir al mínimo las pérdidas y los daños civiles causados incidentalmente. En ningún caso las pérdidas y los daños serán excesivos con respecto a la ventaja militar concreta y directa prevista. (Convención de Ginebra, 1977, P.I, 48, 50, 51, 57, 58)

Producto de la mayoría de los conflictos que se sucedieron después de la segunda mitad del siglo XX, en los cuales predominaron aquellos de carácter asimétrico, entendiéndose desigual capacidad operacional entre los contendientes, provocaron la tendencia de aquellos que no podían establecer un combate de tipo convencional debido a su naturaleza más débil, optaran por aprovechar las ventajas que los ejidos urbanos brindaban para defenderse, emboscar o simplemente mimetizarse en la sociedad para no ser detectados.

Al problema del uso de las ciudades como campo de batalla hay que agregar que la tendencia en el mundo es al incremento de las mismas. El porcentaje de personas que vivía en zonas rurales ha caído en favor de las grandes urbes, hecho que complica el escenario de las actuales y futuras guerras. Según lo descrito en el artículo *Cómo prever la guerra futura de la Military Review* “se prevén urbanos los futuros ambientes operacionales” (Johnson, 2014, p. 52).

El empleo de la artillería de campaña como apoyo de fuego a los elementos básicos de combate, prácticamente no ha cambiado desde la Segunda Guerra Mundial hasta el presente, más allá de los avances tecnológicos introducidos al arma. El problema radica en que, vistos los daños que provocan las bocas de fuego, utilizadas normalmente en masa con relativa

precisión debido al desvío probable de sus proyectiles, se ha visto limitada su aplicación en zonas donde se pueda afectar a la población civil. Entendiendo a la guerra como continuación de la política por otros medios, según palabras de Von Clausewitz, y producto mismo de la naturaleza del hombre, va a seguir acompañando el curso de la historia y por ende tampoco la utilización de los medios que facilitan su empleo, en este caso, la artillería. (Clausewitz, 2003)

La velocidad y la cantidad de información, prácticamente en tiempo real, que manejan los medios de información masiva, de mayor alcance, por el momento, que de las agencias de noticias independientes o el uso particular de las redes sociales; en su gran mayoría grandes monopolios que condicionan inclusive las políticas de los estados, hacen que la repercusión de los daños colaterales producidos en los conflictos actuales cobren una dimensión de carácter estratégica moldeando la opinión pública en favor o en contra de un determinado contendiente, normalmente afectando la sensibilidad emocional del público. En relación a las Fuerzas Armadas y los medios de comunicación de un trabajo publicado en la Academia de Guerra del Ejército de Chile titulado Combate urbano: realidad creciente en los conflictos bélicos se extrae lo siguiente:

Se pueden conducir las operaciones en directo, lo que puede ser apoyado por los medios de comunicaciones, en una operación exitosa y sin daños colaterales, o en un revés catastrófico, por una imagen que muestre la acción con fuerza desmedida o desnecesaria en una localidad. Las informaciones son difundidas en la prensa en la mayoría de las veces antes que las fuentes del sistema de información militar. Una acción aislada de un soldado puede convertirse en una acción con consecuencias estratégicas. (Dorneles de Matos, 2011, p. 28)

El término daño colateral se empezó a utilizar durante la guerra de Vietnam a partir de los bombardeos de las aldeas vietnamitas por parte del ejército norteamericano. Sigue presente en la retina de millones de personas la imagen que recorrió el mundo donde una niña huye

desnuda con la mitad del cuerpo quemado. Gran impacto en esta opinión pública han tenido por ejemplo, los bombardeos norteamericanos en Kosovo en el año 1999 o los israelíes en Gaza en 2014. Hechos que, no siendo los únicos, han despertado la inquietud creciente de emplear nuevas formas de ataque minimizando la afectación de la población no combatiente, especialmente en escenarios donde la batalla se presenta en ambientes urbanos. Según la publicación Rey de la Batalla, tu Consejo está Llamando de la Asociación de Artillería de Campaña del Ejército de E.E.U.U “Pelear legalmente mejora la legitimidad, un principio de guerra que es cada vez más importante en los conflictos modernos” (De Paul, 2020).

Para referirse al daño colateral el PC 00-02 Glosario de Términos de Empleo Militar para la Acción Militar Conjunta dice “Daño no intencional o incidental que se produce a personas e instalaciones civiles, o al ambiente como consecuencia del empleo de los medios militares en una operación” (Estado Mayor Conjunto de las Fuerzas Armadas, 2019, p.61)

En el trabajo final integrador de título Análisis del Daño Colateral en el Diseño y planificación de la Campaña el autor menciona:

El análisis del daño colateral en el proceso de planeamiento ha sido abordado por el Ejército de los Estados Unidos de Norteamérica elaborando una herramienta de análisis del daño colateral para aprobar o no un ataque sobre un blanco. La misma ha sido adoptada por la Organización del Tratado del Atlántico Norte (OTAN) y por consiguiente derramado sobre las fuerzas armadas de los países que la componen. En el marco regional de América del Sur, los ejércitos no tienen desarrollada doctrina al respecto, no obstante, las fuerzas armadas de Brasil y Chile están avanzando en la confección de procedimientos y métodos para la evaluación del daño colateral mientras que las de Perú tienen establecido por ley la obligación de tratamiento del Daño Colateral. (Basabe, 2019, p. 2)

En dicho trabajo se aborda la factibilidad de insertar dicho análisis en el Proceso de Planeamiento de Comando (PPC) en nivel operacional. Es en el proyecto de actualización del ROD 71-01 Organización y Funcionamiento de los Estados Mayores donde se aborda el tratamiento del daño colateral, especialmente por el Oficial Auditor, el cual deberá elaborar una matriz de análisis jurídico-operacional inserta en el anexo 13. La cuestión radica en que si bien nuestra doctrina prevé la implementación de este método, no se ha profundizado en el plano de las cuestiones técnicas o procedimientos de combate, salvo aquellos aspectos referidos a evitar cometer fratricidio.

En el texto Reduciendo el impacto humanitario en el uso de armas explosivas en áreas pobladas, no solamente se aborda el tema de la cuestión legal en el daño a civiles, sino que el apoyo de la población es fundamental en ciertas operaciones. Además, insiste en que los daños colaterales crearían una presión política que limitaría la libertad de acción de las tropas, el apoyo político de la nación anfitriona, a nivel internacional y público en general (Oficina de la ONU para la Coordinación de Asuntos Humanitarios, 2017)

El arma de artillería no ha escapado a los avances tecnológicos que, si bien como prioridad buscan destruir o neutralizar el blanco con menor cantidad de disparos, obteniendo de esta manera una ventaja notable en la procura del cumplimiento de la misión y una optimización en el ámbito de la logística, gran limitación del apoyo de fuego; también este avance ha logrado afectar el blanco de manera precisa evitando la dispersión y, por ende, las bajas civiles que se encuentren en cercanías del enemigo.

Ejércitos de países desarrollados han creado misiles y proyectiles guiados con láser o cabezas inteligentes con dispositivos GPS (Global Positioning System) que permitieron la afectación de blancos en todo tipo de ambientes con una precisión de hasta +- 2 metros de margen de error. Esto les brinda la capacidad de neutralizar blancos con menor posibilidad de provocar daños colaterales que puedan ser aprovechadas para manipular la opinión pública en

su contra, además obviamente de no causar daños innecesarios en personas no involucradas en el conflicto, llámese población civil no combatiente.

En la reunión de expertos llamada Armas Explosivas en Zonas Pobladas en la ciudad de Chavannes de Bogis (Zuiza), se menciona que los ejércitos pueden manipular ciertas variables para evitar los incidentes en la población, como ser tipo y tamaño de la ojiva, espoleta, sistema de lanzamiento, distancias, ángulos y momentos del ataque. Además, enfatiza que si bien no todos los países disponen de tecnología para mitigar efectos negativos, se puede reemplazar con la elección del medio y los métodos, e inclusive con intensa instrucción y adiestramiento. Por último, un participante subrayó que la sofisticación no es relevante, sino la decisión de no utilizar proyectiles con alto poder explosivo en zonas densamente pobladas y que la conversión de armas convencionales en guiadas no escapaba a estados con presupuesto de defensa modesto. (Comité Internacional de la Cruz Roja, 2015)

En el ensayo Munición guiada para armas de apoyo de fuego de artillería y morteros, el autor menciona “Una vez que esta tecnología se encuentre ampliamente disponible tanto para Artillería como para los Morteros, deberá realizarse una revisión de la doctrina en estos niveles, ya sea para adaptarla a las capacidades que ofrecen, o para estar en capacidad de dar una respuesta en el caso de que no se adquieran” (Quinodoz, 2016, p. 94). La realidad de nuestro país, y por ende de nuestro Ejército, refleja la imposibilidad debido a varios factores, especialmente presupuestario, de adquirir o desarrollar la tecnología que permita la utilización de estas facilidades. Es por ello que la respuesta, por lo menos en el corto y mediano plazo será el estudio de la forma de evitar daños colaterales con los medios disponibles.

Si bien en el ROB 00-01 Conducción para las Fuerzas Terrestres, refiriéndose al apoyo de fuego en ambiente urbano dice “...a los fines de evitar o disminuir los daños colaterales, el empleo de las armas, tanto de apoyo de fuego indirecto como directo, se verá seriamente limitado...” (Ejército Argentino, 2015, Cap XIII, p. 27) , la realidad es que en el caso de tener

que afrontar un combate en el cual se presente esta característica particular, la ejecución del fuego se va a realizar, disponga o no de los medios tecnológicos para minimizar los efectos no deseados. De ahí la necesidad imperiosa de desarrollar los métodos o procedimientos que permitan afrontar esta restricción.

Continuando la idea del párrafo anterior, la única referencia a los daños colaterales en los reglamentos del Arma de Artillería del Ejército Argentino se encuentra en el ROD 03-01-I Artillería de Campaña – Conceptos Rectores Tomo I, que dice “Establecer medidas de coordinación y control claras y restrictivas, especialmente dentro de la coordinación de apoyo de fuego” y “Aislar a los combatientes oponentes de la población civil” (Ejército Argentino, 2019, Cap X, p. 18).

Objetivos

Objetivo general

Establecer los factores que permitan reducir los daños colaterales en el empleo de la artillería de campaña en ambiente urbano con medios actuales en el corto plazo.

Objetivo particular 1

Evaluar los desarrollos militares de la actualidad en materia de precisión en el empleo de la artillería de campaña para determinar aquellos que puedan ser tenidos en cuenta por el EA en el corto plazo.

Objetivo particular 2

Analizar y comparar los medios orgánicos y la doctrina de artillería de campaña del Ejército Argentino con su homólogo de Brasil para extraer similitudes y diferencias que permitan adaptar técnicas y procedimientos con el país más avanzado de la región.

Objetivo particular 3

Determinar las acciones tácticas, técnicas y el diseño de puestos que permita reemplazar la carencia de tecnología actual.

Metodología a empleada***Explicación del método***

El método será deductivo

Diseño de la investigación

El diseño será explicativo

Técnicas de validación

Análisis bibliográfico y lógico

Capítulo 1

Tecnología y precisión

La finalidad del capítulo consiste en evaluar los desarrollos militares de la actualidad en materia de precisión en el empleo de la artillería de campaña para determinar aquellos que puedan ser tenidos en cuenta por el Ejército Argentino en el corto plazo. La investigación se centra en las municiones inteligentes y espoletas guiadas, probadas o no en combate. Las variables para analizar y comparar son precisión, alcance, confiabilidad y costos. Para ello se tendrá especialmente en cuenta la situación presupuestaria actual que atraviesa la Institución y su proyección a futuro no más allá de los tres años. Por su carácter prohibitivo en ambiente urbano no serán tenidos en cuenta los sistemas de lanzadores múltiples.

De los últimos conflictos armados del siglo XXI, especialmente aquellos en los cuales han participado países considerados potencias, se ha visto el empleo de tecnologías aplicadas a obtener precisión en el impacto de los proyectiles, cohetes y misiles, en un primer momento para lograr eficiencia, letalidad y menor carga logística, aspecto lógico que cualquier fuerza armada buscaría a los efectos de obtener una ventaja táctica sobre el enemigo. En una segunda instancia, este desarrollo permitió aprovechar sus beneficios para no causar lesiones o muerte a los no combatientes en el campo de batalla, minimizando de esta manera la repercusión negativa que estas bajas no intencionales causan en la opinión pública y en el sistema de alianzas, si los hubiere. Es parte del oficio de las estrategias generales o militares justificar sus acciones, ya sean ofensivas o defensivas, en base a la legalidad de sus métodos, por ende, es aquí donde radica la importancia de no causar bajas civiles, más allá del infortunio que es en sí mismo.

La precisión alcanzada por los avances tecnológicos, especialmente desde principios del siglo ha sido excepcional, pero si bien estos extraordinarios progresos mejoran en demasía la

exactitud del apoyo de fuego, no hay que olvidarse que el error humano es posible y hasta bastante frecuente, dado el hecho de que el proyectil puede dar en el blanco con una precisión quirúrgica, pero si el operador se equivoca en la determinación de las coordenadas, la ciencia no salvará el error. En el Memorial de Artillería del Ejército de Tierra de España se establece que:

A pesar de la alta sofisticación de los modernos sistemas de armas, si los datos de localización del objetivo no son lo suficientemente exactos, la precisión de las armas cuenta poco por sí misma. El problema se agrava en situaciones de contacto con el enemigo, al limitarse el tiempo para calcular y transmitir las coordenadas a los centros directores de fuego. Es decir, el reto está no solo en la adquisición precisa del objetivo, sino en la transmisión rápida y segura de sus coordenadas. (Moya y González Mené, 2017, p. 24)

Si bien la artillería de campaña se clasifica en artillería de tubo (cañones, obuses y morteros de artillería) y sistemas de lanzadores múltiples (cohetes y misiles), este trabajo de investigación sólo se centrará en el primero, teniendo en cuenta que más allá de los adelantos tecnológicos desarrollados por las potencias correspondientes a este sistema de armas, como por ejemplo el HIMARS, siglas de *High Mobility Artillery Rocket System* (Sistema de cohetes de artillería de alta movilidad), desarrollado por los Estados Unidos, con un alcance total de 500 Km con misiles de precisión, la Argentina no posee la capacidad en el corto y mediano plazo de desarrollar o adquirir armamento de ese nivel. Por otro lado, tanto el SLAM Pampero como el CP 30 se considerarán prohibidos para el empleo del ambiente urbano debido a la dispersión de sus proyectiles, aspecto éste que ha sido recomendado para aquellos lanzadores múltiples de proyectiles no guiados en la Reunión de Expertos llamada Armas Explosivas en Zonas Pobladas en la ciudad de Chavannes de Bogis, Zuiza. (CICR, 2015)

Actualmente, los desarrollos tecnológicos relacionados con los proyectiles de precisión de artillería de campaña en el ámbito internacional son los siguientes:

M982 Excalibur

El proyectil Excalibur (Figura 1) es una munición guiada de calibre 155mm desarrollada por los Estados Unidos de Norteamérica y Suecia, por las empresas *Raytheon Missiles & Defense* y *BAE Systems AB* respectivamente. Actualmente es utilizado por Canadá, Alemania, India, Italia, Países Bajos, Suecia, Ucrania y Estados Unidos. Con un peso de 48 Kg y un alcance promedio de 40 Kms (se han realizado pruebas con un M109A7 con cañón extendido y alcanzó los 70 Kms) puede alcanzar un objetivo con un error circular probable (CEP), o dicho de otra manera como desvío probable en alcance y dirección de 2/4 metros. Este tipo de proyectil cuenta con guiado láser y GPS/INS (*Inertial Navigation System*).

Figura 1
M982 Excalibur



Nota. Tomado de M982 Excalibur proyectil guiado por GPS de alcance extendido | Military-Today.com

Como lo expresa la *Raytheon Missiles & Defense*, este proyectil cuenta con las siguientes variantes:

- **Excalibur 1B:** Posee un software de trayectoria mejorada y se puede seleccionar el ángulo de ataque en la fase final del recorrido.
- **Excalibur HTK:** La ojiva de esta variante penetra el objetivo y utiliza el diseño inteligente *StormBreaker* (para misiles aire – aire). Tiene la capacidad de adquirir objetivos en vuelo e impactarlos en movimiento y es efectiva aún a través de una adquisición de blancos imprecisa.
- **Excalibur S:** Esta versión incorpora el guiado láser y permite impactar objetivos en movimiento y con adquisición poco precisa. Esta capacidad reduce la posibilidad de la interferencia de la señal GPS.

El proyectil Excalibur puede ser disparado desde los cañones de la familia M109, el AS-90 inglés, el *Panzerhaubitze 2000* de origen alemán, el G6 sudafricano, el *Archer* de Suecia y compatible también con el CITER argentino y el SOFMA de origen francés.

Es de destacar que ha sido probado en combate en el verano de 2007 en Afganistán con excelentes resultados, hecho que provocó el incremento en la provisión por parte del Ejército de EEUU.

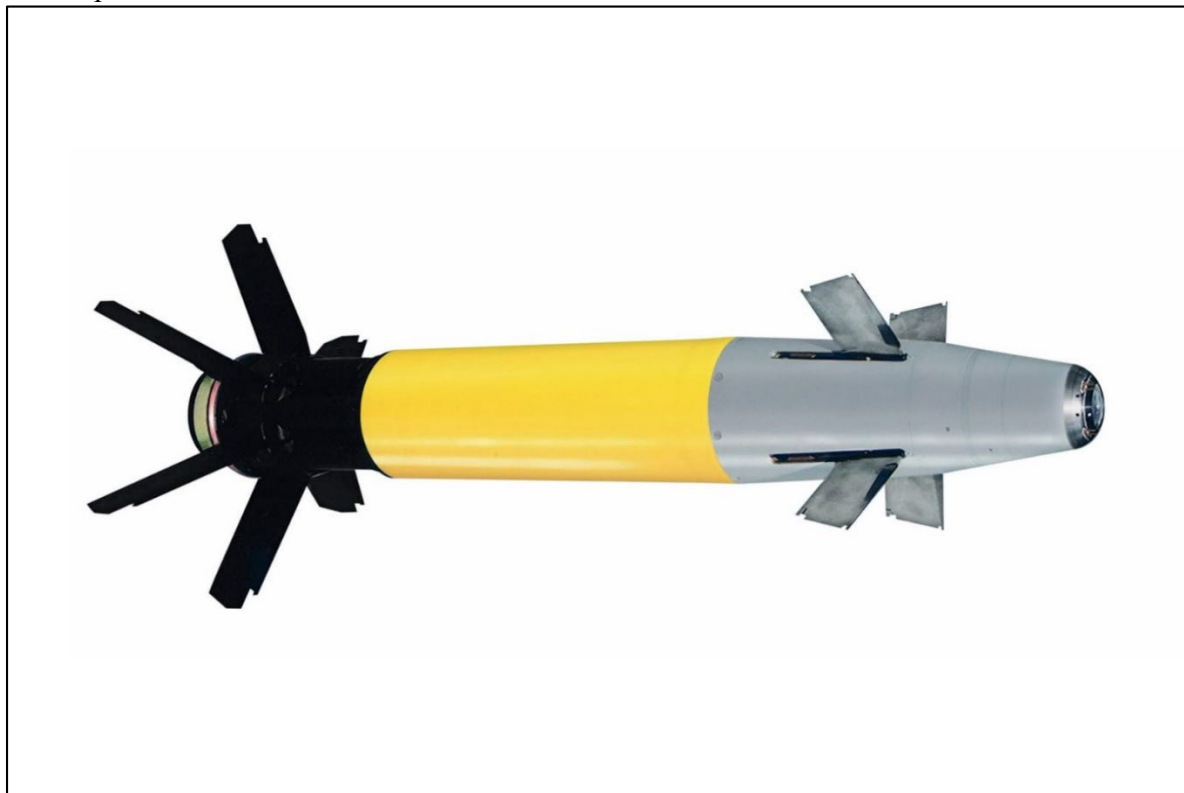
La principal desventaja del *Excalibur* es su costo, oscila entre los 50.000 dólares estadounidenses. Es por ello que su utilización se restringe a objetivos de alto valor táctico o estratégico y no a los blancos habituales de la artillería de campaña (Quinodoz, 2016).

Krasnopol – M2

El *Krasnopol* (Figura 2) es un proyectil de artillería de campaña producido por la empresa rusa KBP Ltd, es disparado por un cañón y funciona con guiado láser. Su producción

comenzó en el año 1986 y tiene dos calibres, 152mm para la mayoría de los cañones rusos y 155mm para que sea compatible con los producidos por la Organización del Tratado del Atlántico Norte (OTAN).

Figura 2
Krasnopol M2



Nota. Tomado de <https://kalashnikovgroup.ru/>

Desarrolla un alcance máximo de 25 Km y posee un CEP de tres metros, pero tiene la desventaja de no ser un proyectil todo tiempo ya que necesita que el blanco esté iluminado por un observador con un equipo especial que integra el sistema de armas *Malakhit* (Figura 3).

Además de Rusia, sus principales usuarios son China y la India, este último lo empleó con éxito en su conflicto con Pakistán. Según la agencia de noticias estatal rusa *Sputnik*, el *Krasnopol* también ha logrado ser eficaz en el actual conflicto entre Rusia y Ucrania. La principal ventaja de este proyectil es su precio unitario que oscila entre los 20.000 a 25.000 dólares estadounidenses.

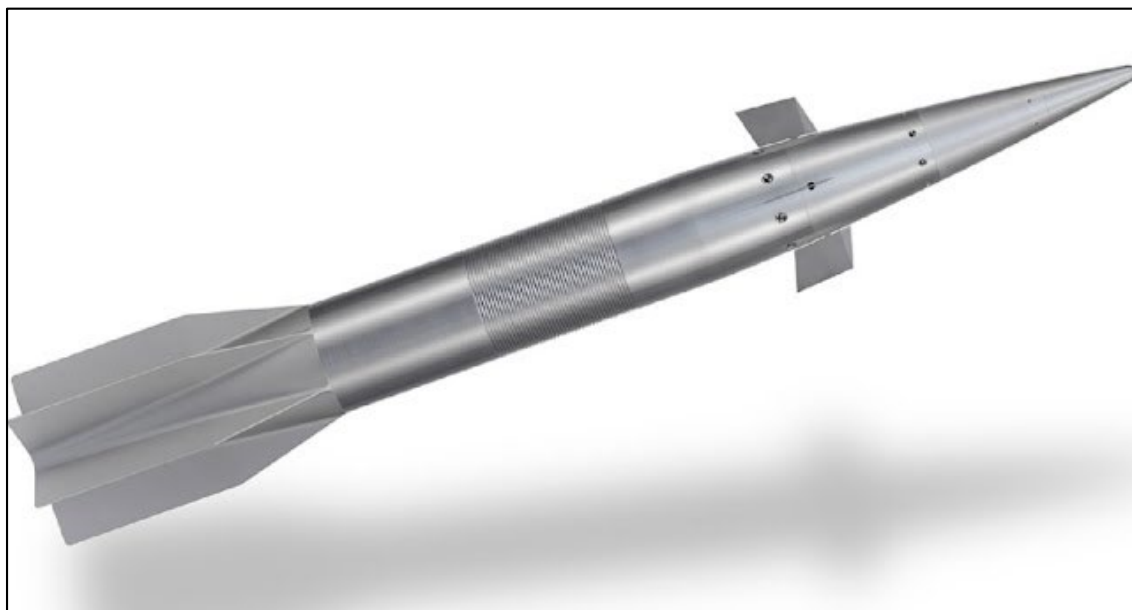
Figura 3
Malakhit



Nota. Tomado de Munición guiada para armas de apoyo de fuego de artillería y morteros. Quinodoz, F.

Vulcano V155 GLR-SAL

El proyectil de precisión *Vulcano* (Figura 4) de alcance extendido es producido por la empresa italiana Leonardo, ex Oto Melara y la alemana *Diehl Defence*. Tiene dos variantes, de 127mm para artillería naval y 155mm para artillería de campaña. Al igual que el *Excalibur 1b* funciona con sistema de guiado GPS/INS y guiado láser a través de un observador, pero a diferencia de este, tiene un alcance de 80 Km, siendo en la actualidad el proyectil de precisión más avanzado del mundo. El aumento de la trayectoria se debe a una mayor velocidad inicial y a una menor resistencia al aire. Con guiado GPS/INS tiene un CEP de 7/20 metros, pero si se le agrega el guía láser se reduce a 1 metro.

Figura 4*Vulcano V155 GLR-SAL*

Nota. Tomado de <https://svppbellum.blogspot.com>

Al igual que el proyectil *Excalibur*, el *Vulcano* posee la desventaja de su coste unitario, se estima alrededor de 50.000 dólares estadounidenses. Si bien esta munición inteligente es considerada la más avanzada en la actualidad, no ha sido probada en combate aún.

M712 Copperhead

Este proyectil de precisión (Figura 5) fue desarrollado en los Estados Unidos por la empresa Martín Marietta, posteriormente llamada, luego de una fusión, Lockheed Martin, a partir de la década del 70. Es de calibre 155mm y tiene un alcance de 16 Km. Funciona con un sistema de guiado láser semi activo.

Este proyectil fue probado en combate. Fue utilizado en la ofensiva norteamericana Tormenta del Desierto destruyendo varias fortificaciones y estaciones de radar iraquíes.

Figura 5
M712 Copperhead



Nota. Tomado de <https://www.globalsecurity.org/>

Es utilizada por los ejércitos de los EEUU, Egipto, Jordania, Líbano y Taiwán. En cuanto a su desventaja, el proyectil Copperhead no es todo tiempo, al igual que su homólogo y competencia el *Krasnopol*, necesita que el blanco esté iluminado por un observador.

También, al igual que el *Krasnopol*, su precio es relativamente mas económico que el *Excalibur* y Vulcano, oscilando entre los 22.000 y 24.000 dólares estadounidenses.

M1156 PGK (*Precision Guided Kit*)

La M1156 PGK (Figura 6) es una espoleta correctora de trayectoria desarrollada en los Estados Unidos por la empresa *Orbital Sciences Corporation* que posteriormente se fusionó formando la *Northrop Grumman Innovation Systems*. La misma posee aletas y un sistema GPS

incorporado que reemplaza a las espoletas de impacto y de tiempo, para guiar al proyectil estándar hacia el objetivo. En cuanto a el error circular probable pasó de los 50 a 10 metros actualmente. Hay que tener en cuenta que a diferencia de los sistemas GPS/INS/SAL (posicionamiento y guiado láser), esta adaptación no es efectiva contra objetivos en movimiento y además es vulnerable a la interferencia de señales GPS (*GPS jamming*).

Figura 6
M1156 PGK



Nota. Tomado de <https://www.northropgrumman.com/>

El dispositivo posee un sistema de NO detonación que permite evitar daños colaterales si la espoleta detecta que no va a impactar dentro de los 10 metros de CEP. Según Quinodoz (2016) “Para cargar los datos del blanco a la espoleta, se utiliza el mismo sistema con el que cuenta el Excalibur, el EPIAFS (*Enhanced Portable Inductive Artillery Fuze Setter*), integrado mediante el PIK (*Platform Integration Kit*) al receptor GPS de la plataforma de tiro y al control de fuego computarizado” (P.90).

La M1156 PGK ha sido probada con éxito por el Ejército de los Estados Unidos en Siria, Irak y Afganistán.

La principal ventaja de este modelo es su costo unitario, 10.000 dólares estadounidenses, en contraposición con los proyectiles inteligentes arriba mencionados.

Top Gun

Este dispositivo (Figura 7), al igual que el PGK, consiste en una espoleta de corrección de trayectoria fabricada en Israel por la empresa IAI (*Israel Aerospace Industries*). A diferencia de aquella, la espoleta Top Gun emplea el sistema de guiado GPS/INS que la convierte en TODO TIEMPO, no siendo afectada por interferencia de la señal GPS. El grado de precisión es de 10 metros de CEP y con un precio unitario de 20.000 dólares estadounidenses.

Figura 7
Top Gun



Nota. Tomado de <https://militaryedge.org/>

Spacido

Es una espoleta (Figura 8) con control de trayectoria de calibres 105mm y 155mm desarrollada en conjunto por Francia y Alemania por las empresas *Nexter* y *Junghans* respectivamente. Funciona a través de una señal que le envía un dispositivo de radar ubicado en el tubo cañón de la pieza que le proporciona la información necesaria para impactar el blanco. Al no disponer de GPS/INS, tiene la ventaja de no poder ser interferida su señal durante el vuelo, pero su desventaja radica en que la espoleta sólo corrige en alcance, no en dirección, convirtiéndola en una espoleta correctora 1-D, es decir, una dimensión. Por esta razón, los

disparos se deben ejecutar largos para que las aletas del dispositivo ajusten la trayectoria y alcance el objetivo.

Figura 8
Spacido



Nota. Tomado de <https://www.gicat.com/>

En cuanto al error circular probable (CEP), el sistema disminuye una cuarta parte del mismo comparado con una espoleta convencional (Aproximadamente +/-50 Mt). Se destaca de entre sus pares por su bajo costo ya que no posee demasiada tecnología incorporada dentro de la misma. Se estima que el valor comercial ronda los 3.000 dólares estadounidenses (Brustlein, 2015).

Conclusiones parciales

A través del análisis de los distintos desarrollos que comenzaron a partir de la década de los 70, se puede concluir que los avances producidos en la materia han sido excepcionales. En cierto sentido y aspecto, se ha visto ampliado el empleo tradicional de la artillería de campaña que consistía en brindar apoyo a la libertad de acción de la maniobra de los elementos básicos de combate a través de la saturación de una zona amplia, masa y volumen, con la destrucción de objetivos de alto valor táctico y estratégico utilizando munición de precisión.

Como se ha explicado en la introducción del presente trabajo de investigación, la búsqueda constante de obtener eficiencia en el campo de combate deriva, por consecuencia, en un alivio a la hora de evitar, a través de impactos certeros, los daños colaterales que se traducen en heridos y muertes de civiles no combatientes presentes en el campo de batalla.

La evaluación de las distintas opciones se centrará en la calidad de las prestaciones de cada sistema / espoleta / proyectil, considerando su alcance, precisión y confiabilidad, pero por sobre todo y teniendo en cuenta la situación presupuestaria del Ejército Argentino, su costo. Se entiende que la intención de cualquier nación, a largo plazo, sería la de desarrollar la más avanzada tecnología en materia de armamentos para afrontar las amenazas del siglo XXI, ello implica la producción nacional atendiendo a su vez la calidad de sus productos y su posible venta al exterior. En el presente caso de análisis sólo se propondrá la adquisición de material bélico en el extranjero ya que el lapso de tiempo es reducido, es decir solo se considera el corto plazo (1/3 años), siendo esto una limitación importante para la fabricación nacional.

Evaluación de precisión

Si se establece un orden de mayor a menor en cuestión de precisión se obtienen los siguientes resultados:

1. Vulcano: 1 Mt
2. Excalibur: 2/4 Mts
3. Krasnopol: 3 Mts
4. Copperhead: No hay datos. Se estima que similar al Krasnopol
5. PGK y Top Gun: 10 Mts
6. Spacido: +/- 50 Mts

Evaluación de alcance

Escala de mayor a menor en cuanto al alcance máximo de la trayectoria:

1. Vulcano: 80 Kms
2. Excalibur: 70 Kms
3. Krasnopol: 25 Kms
4. Copperhead: 16 Kms
5. PGK, Top Gun y Spacido: Depende del proyectil. La espoleta no determina el alcance.

Evaluación de confiabilidad

Se establecerá un orden de mayor a menor en cuanto a la evaluación de su capacidad todo tiempo:

1. Vulcano y Excalibur
2. Krasnopol y Copperhead
3. Top Gun
4. PGK
5. Spacido

Evaluación de costos

La comparación se realizará en base al precio en dólares estadounidenses. Se aclara que el valor es estimativo y depende de varios factores.

1. Excalibur y Vulcano: USD 50.000
2. Krasnopol: USD 20.000/25.000
3. Copperhead: USD 22.000/24.000
4. Top Gun: USD 20.000
5. PGK: USD 10.000
6. Spacido: USD 3.000

De acuerdo a la siguiente tabla (Tabla 1) se puede apreciar de mejor manera la comparación efectuada.

Tabla 1
Comparación de tecnologías de precisión

Nro	Tecnología	Presición (Mts)	Alcance (Kms)	Costo (USD)
1	Vulcano	1	80	50.000
2	Excalibur	2/4	70	50.000
3	Krasnopol	3	25	20.000/25.000
4	Copperhead	+/- 3	16	22.000/24.000
5	Top Gun	10	-	20.000
6	PGK	10	-	10.000
7	Spacido	+/- 50	-	3.000

No es de extrañar que la escala de valor de estas tecnologías aplicadas a la precisión de la artillería de campaña determine cuál es el más eficiente. Otra de las características importantes a considerar será el tipo de blancos que se quiera batir, normalmente objetivos de alto valor y situaciones en las cuales se quiera evitar los daños colaterales, razón por la cual el porcentaje de munición de precisión en comparación con los proyectiles no guiados, es mínima. La experiencia del Ejército de los EEUU en Irak y Afganistán demuestra que estas tecnologías sólo se usaron contra objetivos importantes y no para los blancos estándar a batir por la artillería.

Teniendo en cuenta que en toda guerra es necesario contar con armamento que en determinadas situaciones desequilibre a favor y/o evite los daños colaterales a civiles en ambientes donde la población se entremezcla con el enemigo, y la situación presupuestaria de la Institución, por lo menos en el corto plazo, es recomendable la adquisición, al menos en cantidades moderadas y austeras, de las espoletas Spacido, en primer lugar, y de las M1156

PGK como segunda opción, ambas compatibles con los cañones 155 y 105 milímetros provistos en el Ejército Argentino.

Capítulo 2

¿Muy lejos?

El objeto de este capítulo consiste en analizar y comparar los medios orgánicos y la doctrina de artillería de campaña del Ejército Argentino con su homólogo de Brasil como país más avanzado de la región y referente, a fin de extraer similitudes y diferencias que permitan adaptar técnicas y procedimientos aplicables a la reducción de los daños colaterales en la población civil. En primer lugar, se listará el material de dotación y sus características técnicas, y a continuación, se comparará su doctrina de empleo actual relacionada con la precisión en el combate urbano.

Aspecto técnico

Por analogía y de acuerdo a lo explicado en el capítulo precedente no se tendrá en cuenta el material de lanzadores múltiples en su carácter prohibitivo en las operaciones en localidades.

Material de artillería de tubo del Ejército de Brasil

Mortero Pesado Estriado M2 (Figura 9)

- Año: 2012
- Fabricante: Brasil
- Calibre : 120 mm
- Peso total: 717 kg
- Alcance : Con proyectil estándar 6,5 km, con propulsión adicional 13 km.
- Cadencia de tiro : 18 disparos / min
- Uso: Comando o automático
- Longitud: 3,060 m

Figura 9*Mortero Pesado Estriado M2*

Nota. Tomado de <https://estrategiaglobal.blog.br/>

Obús M56 OTO MELARA (Figura 10)

- Año: 1956
- Fabricante: Italia – Oto Melara
- Calibre : 105 mm
- Peso total: 1290 Kg
- Alcance : 10.200 m
- Transporte: Remolcado, helitransportado, a lomo, aerolanzable.

Figura 10*Obús 105mm Oto Melara*

Nota. Tomado de <http://military-today.com/>

Obús 105 mm L118 AR “Light Gun” (Figura 11)

- Año: 1975
- Fabricante: Reino Unido – *Royal Ordnance Factory (Actual BAE Systems)*
- Calibre : 105 mm
- Peso total: 1.858 Kg
- Alcance : 17.000 m
- Transporte: Remolcado, helitransportado, aerolanzable.

Figura 11

Obús 105 mm L118 AR “Light Gun”



Nota. Tomado de <https://desarrolloydefensa.blogspot.com>

M101 AR (Figura 12)

- Año: 1940
- Fabricante: Estados Unidos – *Rock Island Arsenal*
- Calibre : 105 mm
- Peso total: 2.260 Kg
- Alcance : 11.000 m

Figura 12

M101 AR



Nota. Tomado de <https://www.weaponssystem.net/>

Howitzer M114 (Figura 13)

- Año: 1941
- Fabricante: Estados Unidos – *Rock Island Arsenal*
- Calibre : 155 mm
- Peso total: 5.800Kg
- Alcance : 14.600 m
- Transporte: Remolcado

Figura 13

Howitzer M114



Nota. Tomado de <https://vehiculosarmamentosmilitares.blogspot.com/>

M109 A3 (Figura 14)

- Modelo: A3 (cuarta variante)
- Año: 1963
- Fabricante: Estados Unidos
- Calibre : 155 mm
- Peso total: 27,5 T
- Alcance : 18.000 m
- Tripulación: 8
- Autonomía: 350 Km
- Arma secundaria: Browning M2 12,7 mm
- Motor: 405 HP

Figura 14
Obús M109 A3



Nota. Tomado de <http://viaturasbrasil.blogspot.com/>

M109 A5+ BR (Figura 15)

- Modelo: A5+ BR
- Año: 1963
- Fabricante: Estados Unidos
- Calibre : 155 mm
- Peso total: 27,5 T
- Alcance : 30.000 m
- Tripulación: 8
- Autonomía: 350 Km
- Arma secundaria: Browning M2 12,7 mm
- Motor: 440 HP

Figura 15
M109 A5+ BR



Nota. Tomado de <https://wardefensenews.blogspot.com/>

Material de artillería del Ejército Argentino

Mortero Brandt Cal 120mm (Figura 16)

Si bien el mortero es un arma de dotación para apoyo de fuego de los elementos básicos de combate, Infantería y Caballería, es considerado ya que el Grupo de Artillería Paracaidista 4, orgánico de la Cuarta Brigada Aerotransportada con asiento de paz en la provincia de Córdoba lo dispone en su cuadro de organización.

- Año: 1941
- Fabricante: Estados Unidos – Francia (Hotchkiss – Brandt)
- Calibre : 120 mm
- Peso total: 105 Kg
- Alcance : 6.650 m
- Transporte: Remolcado, helitransportado, aerolanzable, a pie.

Figura 16

Mortero Brandt Cal 120mm



Nota. Tomado de Curso de Jefe de Sección de Morteros Pesados – Infantería Argentina

Obús M56 OTO MELARA

Este material de artillería del Ejército Argentino posee las mismas características que la pieza citada anteriormente (artillería brasilera).

Cañón CITER – SOFMA Cal 155mm (Figura 17)

- Año: 1977
- Fabricante: Argentina (Fabricaciones Militares) – Francia
- Calibre : 155 mm
- Peso total: 8.200 Kg
- Alcance : 20.000 m
- Transporte: Remolcado

Figura 17

Cañón Argentino CITER 155mm L33



Nota. Tomado de <http://4puts.blogspot.com/>

Vehículo de Combate de Artillería (VCA) Cal 155mm PALMARIA (Figura 18)

- Año: 1982
- Fabricante: Argentina (TAMSE)
- Calibre : 155 mm
- Peso total: 40 T
- Alcance : 24.000 m
- Tripulación: 5
- Autonomía: 590 Km
- Arma secundaria: MAG 7,62mm
- Motor: 720 HP

Figura 18

VCA Cal 155mm PALMARIA



Nota. Tomado de <http://4puts.blogspot.com/>

Comparación técnica

Comparando los materiales de ambos ejércitos se pueden extraer las siguientes conclusiones. En cuanto a las piezas de mortero, el M2 brasilero supera en seis kilómetros el alcance promedio con propulsión adicional del *Brandt* y al disponer del tubo rayado permite mayor estabilidad de los proyectiles, logrando superioridad en la precisión de los impactos.

Con respecto al material calibre 105mm, el M56 Oto Melara del Ejército Argentino posee características similares con el M101 AR en cuanto a su alcance, no así con el L118 *Light Gun* que alcanza los 17.000 metros, diferencia que manifestó sus efectos en la Guerra de las Malvinas. Esta disparidad en la trayectoria no influye en la precisión a lograr en la zona de blancos.

El Cañón Argentino CITER L33, mismas características que el SOFMA francés, es análogo y similar al M114 norteamericano, sólo superándolo en alcance (2.000 metros). El material autopropulsado es semejante si se compara el PALMARIA con el M109 A3, no así si se confronta con el M109 A5+ BR, material más moderno que incluye sistema computarizado

integrado sumado al radar de velocidad inicial, aumentando la velocidad de procesamiento y precisión en menor tiempo.

Para finalizar con las cuestiones de carácter técnico, durante la elaboración de la presente investigación, el Ejército de Brasil no posee proyectiles inteligentes, léase *Copperhead*, *Krasnopol*, *Excalibur*, *Vulcano*, tampoco espoletas correctoras de trayectoria citadas en el capítulo primero. No se han encontrado publicaciones oficiales acerca de la adquisición o fabricación por parte de la industria brasilera.

Aspecto doctrinal

Doctrina de Brasil

El tratamiento del problema relacionado con los daños colaterales en operaciones de ambiente urbano se ve reflejado, en cierta manera, cuando es volcado en la doctrina, especialmente en los reglamentos militares en vigencia.

El Ejército de Brasil incorpora la temática en los siguientes reglamentos:

EB70-MC-10.346 Planeamiento y coordinación de los fuegos

En cuanto a los principios básicos de la planificación y coordinación de los fuegos, este reglamento menciona: “Consideración de los efectos secundarios de las municiones: la letalidad de las armas y los sistemas de municiones utilizados debe ser lo más selectiva y eficaz posible, teniendo en cuenta la posibilidad de daños colaterales de las operaciones militares” (Ejército Brasileño, 2017, Cap. II, p. 12).

Con respecto al uso de misiles y cohetes:

Los conceptos y fundamentos para el uso de misiles y cohetes son los mismos que utiliza la artillería de campaña. Sin embargo, estos medios tienen peculiaridades, como el largo alcance, la precisión métrica en el caso de los misiles y el alto volumen de fuego en el

uso de cohetes. Las peculiaridades generan consecuencias para los objetivos y lineamientos estipulados por el escalón superior, en cuanto al cumplimiento de las reglas de enfrentamiento, restricciones legales (DICA) y daños colaterales (Derecho Internacional Humanitario - DIH), entre otros. (EB, 2017, Cap III, pp. 5-6)

En consonancia y respecto de la configuración de los blancos refiere: “El uso de misiles y cohetes no es ideal para objetivos fugaces, ya que requiere una planificación y coordinación relativamente tempranas del espacio aéreo. Los cohetes no son adecuados contra objetivos que son pequeños o requieren precisión. Los misiles, debido a su precisión, no causan daños colaterales no deseados” (EB, 2017, Cap III, p. 6).

Con respecto a la precisión, “el objetivo es minimizar la ocurrencia de daños colaterales y efectos indeseables del disparo para las operaciones; y – el estudio de la precisión del disparo debe basarse en las características de las armas disponibles (armamento y municiones)” (EB, 2017, Cap IV, p. 37).

“El proceso de coordinación debe ser eficaz para identificar posibles situaciones de fratricidio y minimizar la posibilidad de daños colaterales” (EB, 2017, Cap V, p. 1).

C 6.40 Técnica de Artillería de Campaña – Volumen II

En este reglamento se explica la función y características del proyectil norteamericano *Copperhead*. (EB, 2001)

EB70-MC-10.303 Operaciones en áreas edificadas

Este reglamento de reciente edición, 2018, aborda a lo largo de sus capítulos la problemática de los daños colaterales en la población civil. El capítulo 6, Apoyo a las operaciones en áreas edificadas, específicamente la sección tercera, apoyo de fuego, refiere al accionar de la artillería.

Sobre los proyectiles inteligentes establece “Las municiones inteligentes y de precisión se utilizan para prevenir el fratricidio, minimizar las bajas civiles y limitar los daños colaterales, y el método de selección de objetivos dentro de las zonas urbanizadas debe planificarse cuidadosamente” (Ejército Brasileño, 2018, Cap. VI, p. 4).

Acerca de la dirección y velocidad de los vientos:

En un área edificada, el entorno está dividido por estructuras artificiales de diferentes alturas y densidades, además de irregularidades en el terreno. Esta característica produce el efecto “cañón urbano”, que puede impactar negativamente. Los “cañones urbanos” a menudo provocan vientos de alta velocidad, direcciones impredecibles y turbulencias que pueden afectar la trayectoria de algunas municiones, lo que aumenta el riesgo tanto de daños colaterales como de fratricidio. (Ejército Brasileño, 2018, Cap. VI, pp. 4-5)

Algunos aspectos referidos a la minimización de efectos colaterales:

Por lo tanto, los daños colaterales pueden afectar el uso de los fuegos, y se deben emitir lineamientos encaminados a: a) restringir los ataques a ciertas horas; b) autorización para la ejecución de fuegos dirigidos a blancos restringidos, únicamente por el escalón más alto presente; c) la ejecución de fuegos avisando a los no combatientes, para permitirles evacuar las zonas a atacar; y d) la aplicación de restricciones a la ejecución de fuegos, en base a un nivel mínimo de precisión a alcanzar. (Ejército Brasileño, 2018, Cap. VI, p. 6)

En la figura 19, 20 y 21 se pueden observar algunas medidas de coordinación y control de los fuegos (MMCC) aplicables a áreas urbanas. Se destacan tres tipos de zonas a afectar, aquella en la que están permitidos los fuegos convencionales, la zona donde sólo se podría ejecutar fuegos con proyectiles inteligentes, y una tercera variante, el apoyo de fuego con armas convencionales pero con medidas restrictivas. El resto de las MMCC son compatibles con la doctrina del Ejército Argentino.

Figura 19

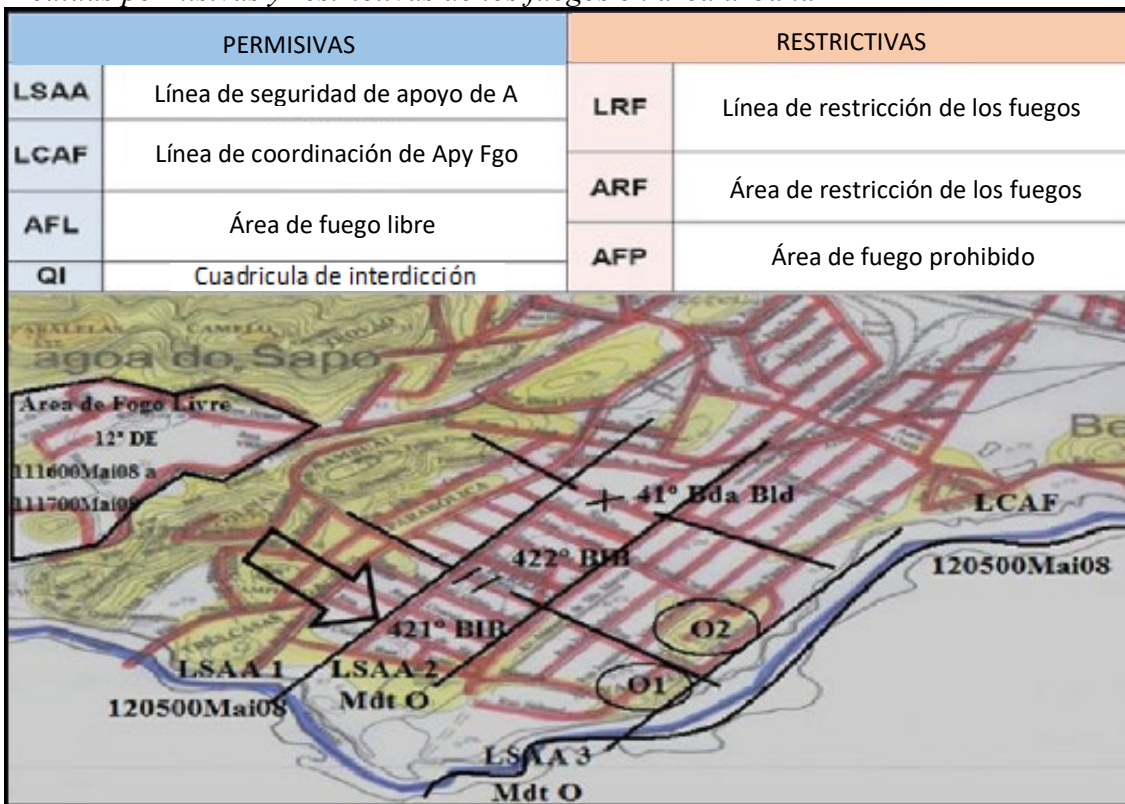
Ejemplos de restricción de los fuegos en base al tipo de área edificada



Nota. Tomado de EB70-MC-10.303 Operaciones en áreas edificadas

Figura 20

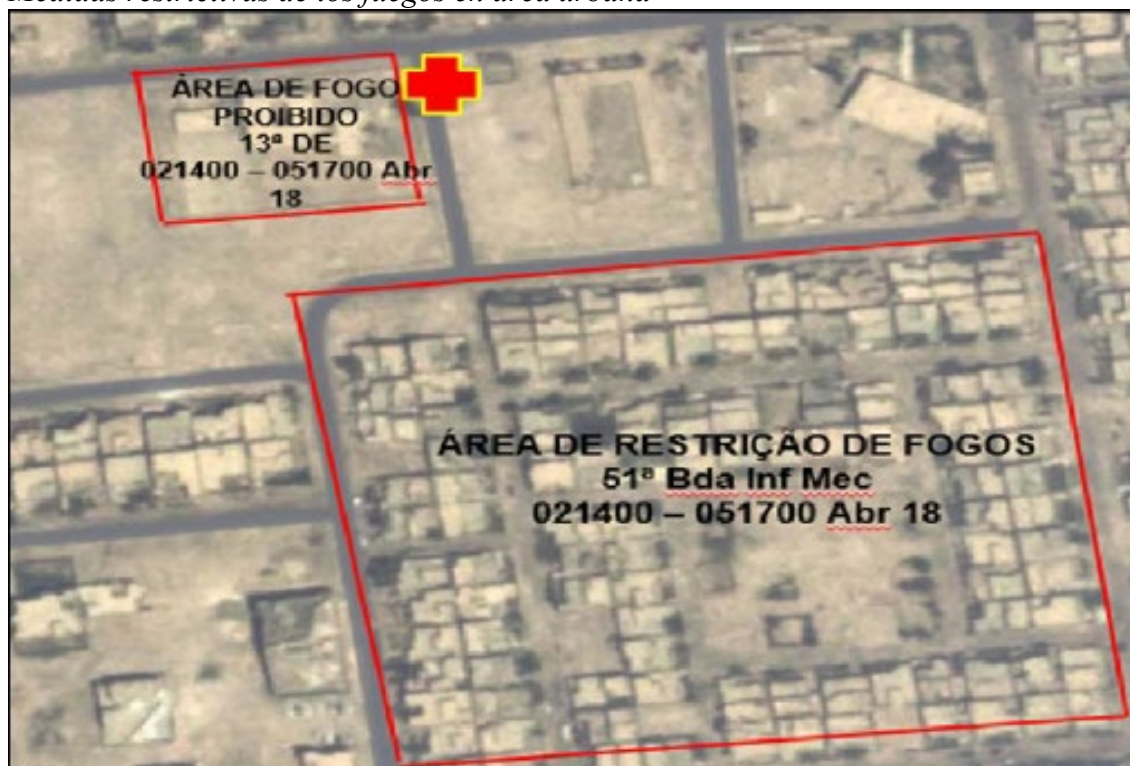
Medidas permisivas y restrictivas de los fuegos en área urbana



Nota. Tomado de EB70-MC-10.303 Operaciones en áreas edificadas

Figura 21

Medidas restrictivas de los fuegos en área urbana



Nota. Tomado de EB70-MC-10.303 Operaciones en áreas edificadas. ARRIBA A LA IZQUIERDA: Área de fuego prohibido. ABAJO A LA DERECHA: Área de restricción de los fuegos

La doctrina brasilera en relación al uso de cohetas en áreas urbanas dice “Dada la gran dispersión de los fuegos y los consiguientes daños colaterales, no se recomienda la saturación del área con el uso de cohetes en las zonas urbanizadas, restringiendo así el uso de lanzacohetes por parte de la artillería (Ejército Brasileño, 2018, Cap. VI, p. 11).

Doctrina de Argentina

En cuanto a la doctrina del Ejército Argentino concerniente a la reducción de los daños colaterales ya se han mencionado en la introducción de la presente investigación en la página 7, los párrafos que describe el reglamento ROD 03-01-I Artillería de Campaña – Conceptos Rectores Tomo I, aspectos muy generales teniendo en cuenta la relevancia del tema en cuestión. Es apropiado y entendible que el ROB 00-01 Conducción para las Fuerzas Terrestres aborde la temática con cierta superficialidad debido a que al ser un reglamento generador de doctrina no

se puede ahondar en profundidad en todas las cuestiones que la doctrina derivada si puede abarcar, por ende, sería conveniente que en algún reglamento de artillería argentino este tema sea tratado con más insistencia.

Relacionado a los proyectiles inteligentes, la doctrina del EA menciona al *Copperhead*, *Krasnopol* y el proyecto *Excalibur* en el RFP 03-51-I Tiro para la Artillería de Campaña Tomo I- Fundamentos del Tiro de Artillería de Campaña, pero su enfoque apunta a la eficiencia en campo de combate respecto de la precisión y no de la reducción de los daños colaterales (EA, 1996, pp. 158-160).

En el ROP 04-15 Operaciones en Áreas Fortificadas y en Localidades no se hace mención alguna a los efectos de los fuegos en términos de daños colaterales, quizás se explica porque en la época en el cual fue escrito la repercusión mediática en estos temas no era importante (EA, 1968).

Las medidas de coordinación y control de los fuegos citadas en el ROD 03-01-I Artillería de Campaña – Conceptos Rectores Tomo I son aplicables a todas las operaciones y en todos los ambientes en general. Mas allá de que en el Cap X, Sec IX (El sistema de artillería de campaña en ambiente urbano) no las mencione, aquellas con mayor incidencia son: Línea de coordinación y seguridad de los fuegos (LCSF), que si bien una de sus finalidades es evitar que las acciones de apoyo de fuego afecte a las propias tropas, se podría aplicar con el propósito de no perjudicar a la población civil. Área de no fuego (ANF), medida que prohíbe los fuegos en una zona o área determinada, de relevante importancia para proteger, entre otros factores, a los no combatientes. Área de fuego restringida (AFR), la cual regula los fuegos en relación a restricciones fijadas, esencial para el apoyo con posibilidades de cometer daños colaterales. Por último, y de crucial importancia, la Cancelación, a los efectos de cesar inmediatamente todos los fuegos en la desafortunada circunstancia de estar cometiendo daños colaterales no deseados.

Comparación doctrinal

Al comparar ambas doctrinas en relación a la importancia que se le imprime a la reducción de los daños colaterales se puede concluir a priori que Brasil evolucionó tratando la temática en varios reglamentos destacando el rol de la artillería como cabeza de los efectos no deseados producidos en el combate.

Con respecto a las medidas de coordinación y control, la única diferencia radica en la incorporación por parte del Ejército de Brasil de la Cuadrícula de Interdicción, también llamada *Kill Box* (Caja de la Muerte), que permite los fuegos conjuntos sin mayor coordinación que el comando que la estableció, otorgando flexibilidad y prontitud en la ejecución del apoyo. También el Área de Fuego Libre (AFL), en la cual no se necesita ningún tipo de coordinación. Ha de ser analizado si es conveniente la utilización en ambiente urbano y la posibilidad de cometer excesivos daños colaterales. Dependerá de la densidad de la urbanización y su fraccionamiento.

Si bien no son formalmente medidas de coordinación y control, las tres zonas de restricción / liberación de los fuegos (A, B y C) para ambiente urbano están estrechamente relacionadas a ellas y permiten identificar rápidamente en qué áreas se puede batir blancos sin afectar población civil y en cual se necesita mayor reserva.

Los procedimientos y técnicas relacionadas a obtener la precisión de los proyectiles de artillería no difieren de cualquier reglamento correspondiente a todos los ejércitos conocidos, siempre teniendo en cuenta que el objeto es lograr la eficiencia en el campo de combate produciendo la mayor cantidad de bajas en las filas enemigas.

Conclusiones parciales

Luego de analizar y comparar los medios orgánicos de ambos países en relación a la precisión y la reducción de los daños colaterales en ambiente urbano, se puede concluir en que la diferencia a favor del Ejército Brasileiro es mínima, haciendo hincapié nuevamente en la adquisición de los morteros con tubo rayado que le otorga la capacidad de efectuar apoyo de fuego a una distancia superior a la de un mortero estándar con una precisión similar a la de un cañón de artillería. A su vez, el salto cualitativo que brindaría la utilización de municiones inteligentes es inexistente, ya que Brasil al igual que Argentina aún no disponen de esa tecnología.

En cuanto a la doctrina, el país vecino desarrolla con mayor claridad y énfasis la problemática de los daños colaterales y el fuego de artillería, especialmente en el EB70-MC-10.303 Operaciones en áreas edificadas, editado en el año 2018, donde el apoyo de fuego ocupa gran parte del capítulo sexto y tiene como centro de gravedad la reducción de los mismos. El reglamento argentino que se ocupa de la guerra en áreas urbanas, como se mencionó, es el ROP 04-15 Operaciones en Áreas Fortificadas y en Localidades del año 1968, el cual si bien dedica un capítulo a los apoyos, entre ellos los fuegos, no hace alusión ni siquiera una vez a los posibles daños a la población civil. Se considera necesaria su actualización para responder a los requerimientos de la guerra del siglo XXI.

Para finalizar, es aconsejable la adaptación de la doctrina del Ejército Brasileiro al propio en relación al establecimiento de las tres zonas de restricción / liberación de los fuegos en ambiente urbano, las cuales no persiguen otra finalidad que la de evitar daños colaterales.

Capítulo 3

Hacia una posible solución

El propósito de este capítulo es determinar las acciones tácticas y técnicas relacionadas con la reducción de los daños colaterales en el empleo de la artillería de campaña en ambiente urbano que permitan sustituir la carencia de tecnología asociada a la precisión. Asimismo, se analizará la posibilidad de crear puestos específicos o la agregación de funciones a aquellos ya previstos, con el objeto de considerar los posibles efectos de las armas de apoyo de fuego sobre áreas urbanas en el nivel brigada / división.

Analizando siempre la situación táctica imperante de acuerdo al sinnúmero de condicionantes que limiten o restrinjan una opción u otra, o una combinación de ellas, los posibles procedimientos o acciones tácticas a implementar son los siguientes:

Tiro con gran ángulo de elevación

Esta forma de efectuar el tiro de artillería permite batir blancos en desfilada o entre áreas edificadas debido al ángulo vertical de caída de los proyectiles, evitando de esta manera que su trayectoria se vea obstruida antes de alcanzar el blanco, en consecuencia, en ambiente urbano, este procedimiento ayudaría a disminuir los daños colaterales.

A propósito de ello el RFP 03-51-II Tiro para la Artillería de Campaña – Tomo II – Observación del tiro, dice “El tiro con gran ángulo de elevación, será a menudo requerido cuando se hiciere fuego desde o hacia desfiladas profundas o el interior de localidades” (EA, 1995, p. 159).

En el ensayo Domina la Potencia de Fuego, un Desafío para las Fuerzas Terrestres del Instituto Francés de Relaciones Internacionales, se menciona “Para ser útiles en un entorno urbano, es decir, para proporcionar apoyo a las unidades cuerpo a cuerpo limitando los riesgos

de pérdidas colaterales, fratricidio y destrucción involuntaria, los recursos de apoyo de fuego deben seguir trayectorias que ofrezcan un gran ángulo de llegada al objetivo” (Brustlein, 2015, p.51).

Disminución de la distancia de tiro

El error circular probable (CEP), o dicho de otro modo, el desvío probable en alcance y dirección se encuentra directamente relacionado con la distancia de tiro y duración de la trayectoria. Cuanto mayor sea el tiempo en que los factores externos incidan en el proyectil en vuelo, más considerable será la diferencia entre los datos de tiro obtenidos y el punto de caída del impacto. Es por ello que será un factor a tener en cuenta al momento de mejorar la precisión del tiro de artillería para evitar daños colaterales.

En el trabajo publicado en la Revista Internacional de la Cruz Roja llamado Minimizar el daño civil en áreas pobladas: Lecciones del examen de la Fuerza Internacional de Asistencia para la Seguridad (ISAF) y políticas de la Misión de la Unión Africana en Somalia (AMISON) se menciona:

El daño civil (muerte, lesiones y daños a la propiedad) se puede evitar o minimizar a través de muchos métodos diferentes. Elegir un sistema de armas apropiado, fusible de ojiva de municiones y sistema de entrega; considerando la distancia desde la cual se lanza un arma; y el ángulo y el momento del ataque afectan potencialmente el nivel de daño civil infligido. (Muhammedally, 2017, p. 231)

Reglaje con munición inerte

A los efectos de reducir los daños colaterales durante la fase reglaje en la ejecución de una misión de fuego, se puede optar por utilizar munición de ejercicio o inerte antes de servirse de proyectiles explosivos para la fase de tiro de eficacia. Las ojivas de ejercicio o inertes de

color azul, para diferenciarlas de aquellas que poseen TNT, ostentan las mismas características balísticas en vuelo, hecho que permite intercambiarlas sirviéndose de las mismas tablas de tiro.

En un artículo publicado en la página oficial del Ejército de los Estados Unidos llamado La innovación tiene como objetivo reducir los daños colaterales en Afganistán (Figura 22) se menciona:

Los soldados del 4º Batallón, 319º Regimiento de Artillería de Campaña Aerotransportada, elaboraron una forma de disparar rondas de entrenamiento no explosivas en la fase de ajuste, y luego cambiar a una ronda letal en la fase de fuego por efecto. Utilizando este método, se disparan menos balas reales, lo que reduce los daños colaterales y las víctimas civiles. (Cobbeldick, 2010)

Figura 22

Munición explosiva y de ejercicio



Nota. Tomado de <https://www.army.mil/>

Empleo de drones para el observador adelantado (OA)

Desde los combates en Karbala y Faluya en Irak, la 2da guerra de Nagorno Karabaj entre Armenia y Azerbaiyán, hasta el actual conflicto bélico en Ucrania, el empleo de ANT (aeronave no tripulada) ha ido creciendo rápidamente llegando a jugar papeles de relevancia

por las tareas realizadas. Los drones han cumplido diversas funciones, desde la simple exploración del campo de combate hasta el ataque con misiles o empleado como arma kamikaze, el dron ha captado todas las miradas del espectro bélico en el mundo.

Como complemento y para extender la localización de objetivos de los observadores adelantados de artillería, varios ejércitos han dotado a sus elementos de adquisición de blancos con estos instrumentos. De más está decir que existen varias categorías de drones relacionadas a su costo, tecnología, alcance, duración y forma de empleo; aquellos que sólo proporcionan imágenes en tiempo real hasta los que proveen coordenadas precisas de un blanco específico.

Teniendo en cuenta que durante el combate en ambiente urbano la visibilidad de un observador adelantado de artillería se ve reducida debido a la innumerable cantidad de obstáculos, es de gran utilidad la posibilidad de utilizar este medio para detectar blancos que de otra manera sería imposible.

La contribución a la reducción de los daños colaterales por parte de un dron, con capacidad exclusiva de transmisión de imágenes, se resume en su capacidad de confirmar la no existencia de personal civil en proximidades de un objetivo y contribuir a un mejor análisis de daño colateral (Figura 23). Al respecto, en el trabajo final llamado El empleo del sistema de aeronaves pilotadas a distancia por el observador adelantado en ambiente urbano, presentado en la Escuela de Perfeccionamiento de Oficiales del Ejército de Brasil, dice:

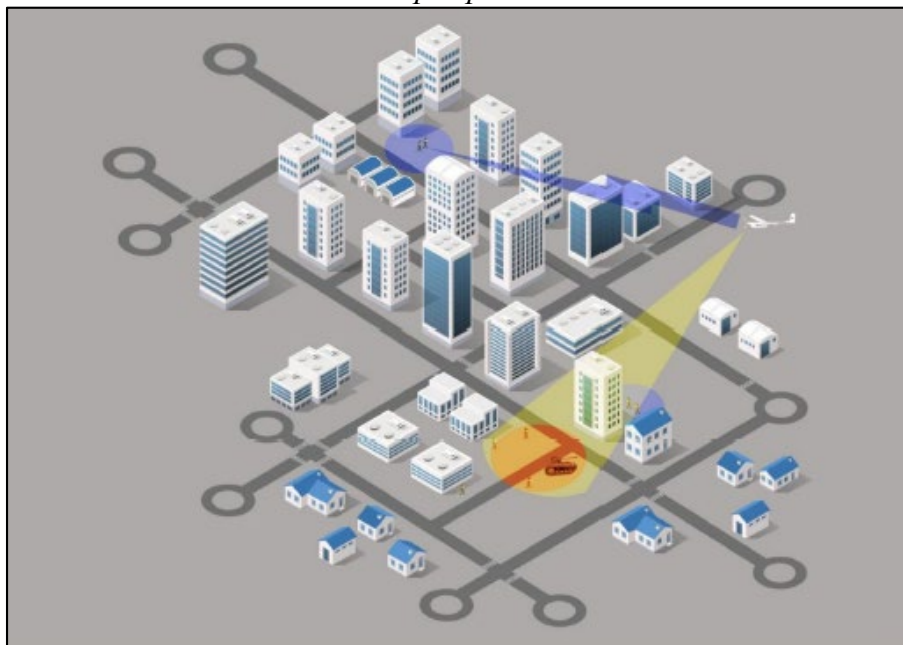
El OA, en el combate moderno, amplía sus responsabilidades para cumplir con los innumerables requisitos para acciones puntuales, selectivas y eficaces. Respeto al DICA (Derecho Internacional de los Conflictos Armados) y la garantía del apoyo de fuego de artillería, dentro de este contexto complejo y cambiante, son factores que intentan superponerse y definir el umbral para el uso de los fuegos. Además, el SARP¹ demuestra ser una solución factible capaz de sumar capacidades al OA, influyendo en sus acciones

¹ SARP: Sistema de aeronave remotamente pilotada

en la A Camp y abriendo posibilidades para el mantenimiento del apoyo de fuego en combate urbano. (Martini, 2017, p. 85)

Figura 23

Visualización del uso del SARP por parte de la OA en el medio urbano



Nota. Tomado de El empleo del sistema de aeronaves piloteadas a distancia por el observador adelantado en ambiente urbano.

Empleo de una menor cantidad de piezas de artillería

El empleo normal del apoyo del fuego de artillería consiste concentrar un gran volumen de fuego sobre un blanco, este principio de la conducción es llamado masa. Se satura con fuego un área determinada debido a, entre otras variables, la dispersión inherente de sus proyectiles.

La aplicación de la masa en ambiente urbano se ve seriamente restringida por la lógica consecución de los daños colaterales ocasionados, es por ello que se necesita disminuir la cantidad de bocas de fuego para atacar un blanco. Esto, no implica necesariamente la descentralización de la decisión en la ejecución del apoyo de fuego o la separación física de las piezas, sino simplemente la reducción de los impactos en el blanco.

Confirmación visual de blanco seguro

Teniendo en cuenta la dificultad para observar el campo de combate en ambiente urbano por parte del observador adelantado de artillería y, a los efectos de evitar la ejecución del apoyo de fuego sin poder confirmar realmente, no solo un blanco enemigo, sino la proximidad de civiles que puedan ser afectados por el fuego, se hace imperativo exigir la corroboración de la visualización de la zona o área a ser atacada; aún a costa de desaprovechar la oportunidad táctica. En este sentido, se puede implementar la doble confirmación de blanco seguro, al menos una de ellas por un medio humano de modo visual.

Al respecto, en un libro publicado en la Biblioteca Conjunta de la Escuela Superior de Guerra Conjunta de las Fuerzas Armadas (ESGCFFAA) se menciona:

Durante la guerra en Irak, las fuerzas terrestres de los Estados Unidos tuvieron en cuenta, para realizar los ataques, un margen de seguridad, entre 300 y 500 metros, ante la presencia de civiles u objetos civiles y requerían, normalmente, una confirmación visual antes de abrir fuego, excepto en el caso de estar siendo atacados. (Trama, Ribeiro y Vigliero, 2016, p. 110)

Centralizar la decisión

De acuerdo a la experiencia y ante la necesidad de afrontar problemas de carácter complejo, cualquier organización, sea militar o civil, se reserva la potestad de ejercer la centralización de la toma de decisiones con el objeto de no dejar librado al juicio de los escalones inferiores aquellas acciones que implican riesgo de daño colateral o consecuencias importantes.

La problemática de la presente investigación no escapa al hecho de que el daño colateral tiene efectos nocivos para el desarrollo de la guerra, por ende, se incrementa la atención especial

de los comandos a cargo de la defensa o el ataque en una localidad con posibilidad de daños a civiles.

En la *Compilación de Prácticas y Políticas Militares: Reduciendo el impacto en el uso de armas explosivas en áreas pobladas* de la Oficina de la ONU para la Coordinación de Asuntos Humanitarios, se aconseja:

El uso propuesto de armas explosivas en zonas pobladas debe estar sujeto a la autoridad de mando superior, en particular cuando esas armas tienen efectos de área amplia, para reflejar el mayor riesgo para la población civil inherente a dicho uso. Esto proporcionaría un escrutinio adicional y acceso potencial a recursos adicionales de inteligencia, vigilancia y reconocimiento, y garantizaría que el riesgo elevado para la población civil esté sujeto a la consideración suficiente, tanto humanitaria como política.

(Bagshaw, 2017, p.7)

Obligatoriedad del reglaje previo

Si bien los medios tecnológicos actuales, prescindiendo de los proyectiles inteligentes, permiten efectuar la eficacia del tiro de artillería sin la necesidad de efectuar un reglaje previo (tiro con correcciones teóricas producto del empleo del parte meteorológico) con cierto grado de precisión con el objeto de lograr la sorpresa y de esta manera producir una degradación mayor en el enemigo; no es aplicable al ambiente urbano, ya que la efectividad mencionada responde a la ejecución de los fuegos en masa, prohibitivo en localidades.

Por lo expresado y siempre atendiendo a disminuir los daños colaterales, se recomienda la ejecución del reglaje, o fase ajuste, antes de pasar al tiro de eficacia.

Incremento de la instrucción

Quizás resulte una obviedad o indiscutible la necesidad de la instrucción y el adiestramiento de las tropas para la ejecución de cualquier actividad militar a los efectos de lograr mayor eficiencia en las tareas. La realidad es que debido a la complejidad de la problemática cobra mayor interés la exigencia de dotar a las organizaciones de artillería de individuos con debida preparación para realizar el apoyo de fuego en ambiente urbano. La precisión de los impactos se encuentra íntimamente relacionada con la instrucción de sus organizaciones, en consecuencia, la posibilidad de ocasionar daños no deseados está directamente emparentada con la falta de instrucción.

Al respecto, en la Reunión de Expertos: Armas explosivas en zonas pobladas se menciona:

A pesar de las mejoras tecnológicas, la artillería y los morteros son armas de área y sus imprecisiones inherentes permanecen. Esto significa que los daños colaterales son inevitables, especialmente en terrenos complejos. A pesar de esto, enfatizó el orador, el entrenamiento adecuado y la capacidad de los equipos de artillería y morteros calificados para lograr una precisión relativa siguen siendo muy importantes. (Comité Internacional de la Cruz Roja, 2015, p. 27)

Paciencia táctica

El ejercicio de la paciencia táctica consiste en esperar el momento adecuado y oportuno para ejecutar una acción militar evitando la normal premura derivada del fragor del combate. La no aplicación de este concepto puede originar daños colaterales en la población civil, por ello es aconsejable instruir a los combatientes acerca de la importancia de este principio, aunque en la práctica sea difícil su ejecución, ya que es probable que este concepto contraste o se

oponga a la conveniencia de la oportunidad táctica para batir un blanco enemigo, pero que se encuentre en un alto riesgo de producir daños colaterales.

Según Bagshaw (2017) “Cuando las decisiones se toman rápidamente, existe una mayor probabilidad de actuar sobre la base de información incorrecta, causar daños incidentales a los civiles o enfrentarse a un objetivo que de hecho no era una amenaza” (p. 22).

Evacuación de civiles

La Cuarta Convención de Ginebra, relativa a la Protección de Personas Civiles en Tiempos de Guerra se encarga de enumerar todas aquellas acciones tendientes a proteger a los no combatientes de los flagelos de la guerra. En ella se aborda la necesidad de la evacuación de civiles de las zonas de conflicto.

Como fue explicado en la introducción de la presente investigación, en relación a la tendencia moderna de combatir en áreas urbanas y la dificultad que en la práctica refleja el retiro de personas de zonas de conflicto, sumado a la propensión de ciertas teorías de guerra asimétrica vistas desde el lado del oponente débil el cual prefiere la mimetización con la sociedad y en algunos casos no permite la evacuación de civiles; es que se considera esta tarea/función como extremadamente ardua.

En el EB70-MC-10.303 Operaciones en áreas edificadas, se mencionan entre otros lineamientos, el siguiente: “la ejecución de fuegos avisando a los no combatientes, para permitirles evacuar las zonas a atacar” (Ejército de Brasil, 2018, Cap VI, p 6).

Al respecto Muhammedally (2017) escribe:

Tanto el atacante como el atacado deben tomar precauciones. La parte que es objeto del ataque tiene la obligación, en la medida de lo posible, de esforzarse por sacar a la población civil y los bienes de carácter civil bajo su control de las inmediaciones de los objetivos militares. (p. 230)

Si bien la tarea específica de la evacuación de civiles no corresponde a las funciones de la artillería de campaña, sino que es propia de Asuntos Civiles, su realización facilita en gran medida la ejecución del apoyo de fuego al disminuir la posibilidad de perpetrar acciones que ocasionen daños colaterales.

Diseño de puestos

Es un hecho que con el transcurrir del tiempo, especialmente en los últimos cincuenta años, se ha visto incrementada la importancia del impacto del daño colateral en las operaciones militares y su repercusión en los niveles más altos de la conducción. La trascendencia del problema en cuestión plantea la necesidad de analizar la factibilidad de crear un rol específico o añadir una función a uno ya existente.

Cualquier tipo de rol / función no reemplazará la labor del observador adelantado que tendrá la responsabilidad de mantener contacto visual con el objetivo y confirmar la presencia o no de civiles en la zona. Por otro lado, se sabe que la carga de la decisión de ejecutar el apoyo de fuego no recae sobre el mismo, sino en instancias de comando superiores.

A nivel Unidad, en el Grupo de Artillería, se puede crear el rol de Analista de Daños Colaterales dentro del Centro de Dirección de Fuego (CDF), que junto al Oficial de Inteligencia (S2) y al Oficial de Operaciones (S3) contribuiría con el análisis de los blancos a batir. De no ser posible la creación del rol debido a la falta o escasez de personal, otra opción es agregarlo como función extra a algún miembro del CDF.

En la Brigada, la tarea mencionada en el párrafo anterior se podría agregar a las funciones del Oficial de Análisis de Blancos (OAB) quien integra el Centro Coordinador de Apoyo de Fuego (CCAF) contribuyendo en el planeamiento e inclusive la posibilidad de asesorar en materia de apoyo de fuego al Auditor en la confección y seguimiento de la matriz de análisis jurídico-operacional inserta en el anexo 13 del proyecto ROD 71-01 Organización

y Funcionamiento de los Estados Mayores. Por analogía, en el nivel División, al OAB integrante del Elemento de Análisis de Blancos (EAB) del CCAF.

Conclusiones parciales

La solución más eficiente para reducir los daños colaterales en el uso de la artillería de campaña en áreas urbanas se encuentra en el uso de proyectiles inteligentes aprovechando los avances tecnológicos de las últimas décadas. Sin embargo, teniendo en cuenta las recomendaciones y consejos del Comité Internacional de la Cruz Roja, todos los países, sean o no desarrollados, deben realizar un esfuerzo por observar este problema.

Si bien la mayoría de los procedimientos técnicos y tácticos presentados en este capítulo no resultan innovadores ya que se encuentran establecidos con anterioridad en los reglamentos de artillería, y responden a la necesidad de lograr precisión para batir blancos y de esta manera afectar el poder de combate del enemigo; no han sido tratados en profundidad hasta el momento, y combinados a los efectos de disminuir daños colaterales en áreas edificadas.

Esta combinación de acciones, diseminadas en reglamentos y publicaciones afines, sin perjuicio de la decisión de emplearlas o no de acuerdo a la situación táctica imperante, facilita la ejecución del apoyo de fuego aplicado al ambiente urbano, ámbito geográfico presente en los conflictos actuales y del futuro.

Es menester hacer énfasis en que si bien ésta investigación trata acerca de la reducción de los daños colaterales por las razones ya explicadas precedentemente, no hay que perder de vista la importancia del principio de la necesidad militar, el cual establece que el daño a civiles debe ser proporcional y no excesivo en relación al objetivo militar atacado.

Por último, se considera imprescindible haciendo alusión a la creciente influencia de los medios de comunicación en el desarrollo de los conflictos bélicos ante la repercusión de las lesiones y muertes de civiles en el campo de combate, disponer de especialistas que se encarguen de asesorar, asistir y velar por la reducción de los daños colaterales, especialmente por los efectos de la artillería.

Conclusiones finales

Existen varios indicios que indican que las guerras del futuro se desarrollarán en ambientes urbanizados, opinan los expertos en conflictos armados y, que mas allá de los grandes esfuerzos realizados para mitigar los daños de la misma sobre la población civil no combatiente, como por ejemplo la adhesión de la mayoría de los países a los Convenios de Ginebra y sus Protocolos Adicionales, se considera una utopía la erradicación total de sus efectos.

Dentro del amplio espectro de la guerra, la artillería de campaña, por el efecto destructivo de sus armas, es considerada como una de grandes culpables de este flagelo. Es por ello que ha sido intención de varios países encontrar la forma de reducir los daños colaterales, al mismo tiempo que se buscaba la eficiencia y letalidad ante el enemigo.

El problema que originó el presente trabajo integrador radica en que si es posible la reducción de los daños colaterales en el empleo de la artillería de campaña en ambiente urbano sin contar con los medios tecnológicos más avanzados utilizados por las grandes potencias militares. La respuesta a la pregunta es que si, se puede lograr. ¿Existen factores que permitan disminuir los efectos colaterales de las granadas explosivas sobre las personas y/o bienes que no se encuentran involucradas en los enfrentamientos? Si, existen, como se ha mencionado en el capítulo tercero de esta investigación. También se ha explicado que la combinación o descarte de alguno de ellos dependerá de la situación táctica existente en el momento particular de ser aplicado.

La Artillería de Campaña del Ejército Argentino no dispone, en la actualidad, de tecnología asociada a la precisión de sus proyectiles. Se aclara que para este análisis se descarta el empleo de la estación meteorológica a través del parte correspondiente para la obtención de correcciones teóricas que proporciona precisión en el tiro; recurso que utiliza la fuerza hace varios años ¿Además de las tácticas y procedimientos descritos, es posible y/o factible la

adquisición de material tecnológico? Si bien el presupuesto anual destinado a la defensa es escaso, se ha probado durante el capítulo primero que la compra de cierta tecnología en el corto plazo es posible, teniendo en cuenta que no se realizaría en grandes cantidades y el valor unitario no representa un gran costo en comparación con las tecnologías de punta.

De la comparación realizada con el país más avanzado de la región en materia militar, Brasil, se concluye que prácticamente no hay diferencia entre los ejércitos en relación a la disminución de los daños colaterales por parte de la artillería de campaña, salvo en ciertos aspectos doctrinarios de los cuales se aconseja adaptar a nuestra doctrina.

Relacionado al trinomio sistémico militar DOCTRINA – ORGANIZACIÓN – TECNOLOGÍA, el cual supone que debe existir armonía entre los tres pilares y, en caso de que una de ellas se modifique, indefectiblemente afectará a las otras, se considera que tanto la adaptación de los aspectos mencionados en los reglamentos del Brasil en el capítulo segundo y las tácticas y procedimientos descriptos en el capítulo tercero, no alteran dicho sistema. En el caso de incorporar la tecnología recomendada en el capítulo primero, se debería realizar una mínima actualización doctrinaria.

Por último, se considera necesario incluir en el ROD 03-01-I Artillería de Campaña – Conceptos Rectores Tomo I, Capítulo X, Sección IX (El SAC en las operaciones en ambiente urbano), los factores a tener en cuenta para reducir los daños colaterales mencionados en el capítulo tres del presente trabajo final integrador.

Referencias

- Bagshaw, S. (2017) *Compilación de políticas y prácticas militares. Reduciendo el impacto humanitario en el uso de armas explosivas en ambiente urbano*. Oficina de la ONU para la Coordinación de Asuntos Humanitarios.
- Basabe, J. (2019) *Análisis del Daño Colateral en el Diseño y Planificación de la Campaña*. Escuela Superior de Guerra Conjunta de las Fuerzas Armadas.
- Brustlein, C. (2015) *Domina la potencia de fuego. Un desafío para las fuerzas terrestres*. Instituto Francés de Relaciones Internacionales
- Clausewitz, C. [Ed.] (2003) *De la Guerra*. Editorial Distal
- Cobbeldick, B. (2010) *La innovación tiene como objetivo reducir los daños colaterales en Afganistán*. Ejército de los Estados Unidos. <https://www.army.mil/>
- Comité Internacional de la Cruz Roja (2015) *Armas Explosivas en Zonas Pobladas: Aspectos Humanitarios, Legales, Técnicos y Militares*. CICR
- Convención de Ginebra (1949) *Protección de Personas Civiles en Tiempos de Guerra*. Ginebra
- Convención de Ginebra (1977) *Protocolo Adicional I Conflictos Internacionales*. Ginebra
- DePaul, K. (2020) *Rey de la batalla, tu consejo está llamando*. United States Field Artillery Association. <https://www.fieldartillery.org/>
- Dorneles de Matos, R. (2011) *Combate urbano: Realidad creciente en los conflictos bélicos*. Academia de Guerra del Ejército de Chile.
- Ejército Argentino (2015). *Conducción para las Fuerzas Terrestres (ROB 00 – 01)*.
- Ejército Argentino (2019) *Artillería de Campaña - Conceptos Rectores Tomo I (ROD 03-01-I)*
- Ejército Argentino (1968) *Operaciones en Áreas Fortificadas y en Localidades (ROP 04-15)*
- Ejército Argentino (1996) *Tiro para la Artillería de Campaña Tomo I- Fundamentos del Tiro de Artillería de Campaña (RFP 03-51-I)*

- Ejército Argentino (1995) *Tiro para la Artillería de Campaña – Tomo II – Observación del tiro* (RFP 03-51-II)
- Ejército Brasileño (2018) *Operaciones en áreas edificadas* (EB70-MC-10.303)
- Ejército Brasileño (2017) *Planificación y coordinación de los fuegos* (EB70-MC-10.346)
- Ejército Brasileño (2001) *Técnica de Artillería de Campaña – Volumen II* (C 6.40)
- Estado Mayor Conjunto de las Fuerzas Armadas (2019) *Glosario de Términos de Empleo Militar para la Acción Militar Conjunta*. (PC 00-02)
- Johnson, R. (2014) *Cómo prever la guerra futura*. Military Review
- Martini, J. (2017) *El empleo del sistema de aeronaves piloteadas a distancia por el observador adelantado en ambiente urbano*. Escuela de Perfeccionamiento de Oficiales. Río de Janeiro.
- Moya, F y González Mené, F (2017) *Posicionamiento preciso de objetivos*. Memorial de Artillería.
- Muhammedally, S. (2017) *Minimizar el daño civil en áreas pobladas: Lecciones del examen de la ISAF y políticas de la AMISON*. Revista Internacional de la Cruz Roja.
- Quinodoz, F. (2016) *Munición guiada para armas de apoyo de fuego de artillería y morteros*. Estudios de Vigilancia y Prospectiva Tecnológica en el área de Defensa y Seguridad.
- Trama, G., Ribeiro, A. y Vigliero, S. (2016) *Reglas de empeñamiento*. Editorial Visión Conjunta. Escuela Superior de Guerra Conjunta de las Fuerzas Armadas.