



TRABAJO FINAL INTEGRADOR

Título: “El Empleo de Energías Renovables (Paneles Solares fotovoltaicos) como contribución al sostenimiento logístico, aplicados en el despliegue de instalaciones militares de campaña”

Que para acceder al título de Especialista en Planeamiento y Gestión de RRMM de OOMMTT presenta el Mayor Ing Guillermo Omar GONZÁLEZ

Director de TFI: TC (R) Norberto OVEJERO

Ciudad Autónoma de Buenos Aires, de diciembre de 2021.

RESUMEN

El presente Trabajo Final Integrador (TFI), tiene por finalidad analizar la factibilidad de empleo de una energía renovable o de alternativa a las energías tradicionales, que coadyuve al esfuerzo de sostenimiento logístico que una fuerza militar necesita para el funcionamiento de sus medios técnicos y equipos, enmarcado en una operación táctica básica o de apoyo a la comunidad.

La energía alternativa que se analizará será la emanada por la radiación solar, la cual es captada y generada a través de paneles solares o módulos solares fotovoltaicos. El trabajo está dividido en tres partes, en la primera, se expondrá mediante un análisis sobre los antecedentes históricos de consumo de las distintas energías de origen fósil y renovable hasta nuestros tiempos, resaltando de cuál sería la propensión a futuro en el empleo de las distintas energías según la evolución de los tiempos actuales.

En la segunda parte, se hará un compendio de los sistemas solares que se están utilizando hoy en día y los productos que ofrece el mercado mundial en materia de energías limpias. Asimismo, se indagará en el ámbito militar, los desarrollos de equipos solares de otros ejércitos del mundo, tratando de exponer sus principales peculiaridades tecnológicas en cuanto a eficiencia energética, fiabilidad de empleo, durabilidad, mantenimiento, entre otras características.

Por último, se analizará, si la aplicación de este tipo de energías, son viables con los recursos y medios disponibles en nuestro país, mediante datos obtenidos de pruebas de campo, costos monetarios, experiencias en el empleo, entre otros datos, que permitan concluir sobre la factibilidad de aplicar energía solar en las instalaciones militares de campaña y como impactaría en el costo logístico de resultar factible.

PALABRAS CLAVE

Fotovoltaico – Energía renovable – Instalaciones - Combustibles

INDICE		PÁGINA
INTRODUCCIÓN		I
Antecedentes y Justificación del problema.		1-2-3 -4
Formulación del problema.		4
Objetivo general y específicos.		4
Metodología a emplear.		4
Esquema Gráfico Metodológico		4
DESARROLLO		
CAPÍTULO I		
EL USO DE LAS DISTINTAS ENERGÍAS EN EL MUNDO.		
	Finalidad del capítulo.	5
Sección I	Niveles de consumo de energías.	5
Sección II	La energía en el ámbito de las FF.AA.	8
Sección III	Necesidades energéticas en operaciones.	9
Sección IV	Las energías renovables o alternativas.	11
Sección V	Principio de funcionamiento de los paneles solares.	14
Sección VI	Conclusión Parcial.	17
CAPITULO II		
LA ENERGÍA SOLAR APLICADA		
	Finalidad del capítulo.	18
Sección I	Los Sistemas fotovoltaicos.	18
Sección II	Equipos Generadores de Energía Tradicional	22
Sección III	Equipos Solares de Campaña	25
Sección IV	Conclusión Parcial.	31
CAPÍTULO III		
FACTIBILIDAD DE EMPLEO DE PANELES SOLARES EN INSTALACIONES MILITARES DE CAMPAÑA		
Sección I	Instalaciones Militares de Campaña	32
Sección II	Diseño de Sistema Fotovoltaico	35
Sección III	Reporte de generación de energía.	39
Sección IV	Conclusión Parcial.	41
Sección V	Consideraciones a futuro	42
CONCLUSION FINAL		44
	Bibliografía	46
ANEXOS		
	1. Esquema Gráfico Metodológico	--

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo final integrador, se basa en una investigación sobre la energía solar como recurso alternativo de empleo y aplicación en instalaciones militares de campaña, la cual podría impactar de forma favorable, (en caso de ser factible) en varias áreas de una organización. Dichas áreas serían, en el planeamiento, la organización, de optimización de recursos y de reducción en la servidumbre logística. De ahí la elección del tema y la justificación del mismo, al ser un recurso renovable de empleo e interés creciente en el mundo energético por las ventajas que ofrece y beneficios que trae aparejado su utilización.

a. Tema y Áreas de conocimiento.

El empleo de Energías Renovables (Paneles Solares fotovoltaicos) como contribución al sostenimiento logístico, aplicados en el despliegue de instalaciones militares de campaña. Integra las áreas de operaciones, materiales y administración financiera.

b. Antecedentes y justificación del problema.

En las últimas décadas, mucho se ha debatido en los ámbitos académicos, científicos, de negocios, y de organizaciones del medio ambiente, sobre cual/es serán el/los recursos energéticos que han de predominar en los próximos años y cuál será la proyección a futuro que los recursos tradicionales como el carbón, el gas, y el petróleo tendrán.

Estos recursos energéticos, resultan fundamentales en sociedades modernas de hoy, ya que alimentan y dan movimiento a un sinnúmero de actividades que forman parte de la vida cotidiana del ser humano. Por lo que el principal interrogante que se plantean los científicos y analistas mundiales, es: ¿Con qué cantidad de reservas de energía fósil cuenta el planeta para seguir abasteciendo al mercado económico mundial? y ¿Cuál es la proyección en tiempo que se estima que se sostenga dicha función, teniendo en cuenta que la demanda de dicho recurso es cada vez mayor?

Motivados por dicho planteo sin una clara respuesta, es que las naciones más avanzadas e industrializadas del mundo, se encuentran experimentando desde hace varios años con un sinnúmero de proyectos energéticos, con el objeto de buscar en los elementos de la naturaleza, alternativas de abastecimiento de energías, distintas a las tradicionales. Es así que diseñaron equipos y medios para aprovechar las energías emanadas por el sol, por el viento, el agua, la biomasa, dicho de otra forma, captar de dichos elementos, energías limpias y confiables que permitan abastecerse

según sus necesidades, y poder complementar o sustituir a los combustibles de origen fósil.

Ante el planteo de un panorama incierto referido la vida útil de las reservas de hidrocarburos del planeta, toma una mayor fuerza, la idea de encontrar en el aprovechamiento de las energías renovables una alternativa energética que permita aprovechar recursos no contaminantes y de fuentes inagotables de energía para el autoabastecimiento propio.

Si la mencionada idea, se lo tomara y se lo trasladaría a la realidad que vive la mayoría de las unidades militares del país, donde las necesidades energéticas para el funcionamiento son grandes y el presupuesto asignado resulta por lo general insuficiente, no se considera como algo irracional.

La necesidad energética para el funcionamiento de una Unidad en guarnición es elevada y más aún si este, debe movilizar su personal y medios al terreno donde las necesidades de consumo cambian sustancialmente.

El pago de servicios básicos abarca entre un 20 al 45% de la Asignación Funcional de las Unidades, lo que, sumado a otras necesidades, como ser, compra de repuestos para los vehículos, elementos de ferretería, librería, limpieza, contratación de servicios de mantenimiento, entre otras necesidades, termina abarcando un gran porcentaje del mismo.

El crédito restante, al momento de utilizarlo en actividades de adiestramiento de la fuerza se traduce en una menor cantidad de combustible para los vehículos, grupos electrógenos, o en el peor de los casos, con la reprogramación de las actividades para otro trimestre del año.

Ante situaciones planteadas como las descritas (créditos insuficientes, cancelación o reprogramación de actividades operacionales, entre otras), resulta positivo pensar en la aplicación de energías renovables como complemento a las energías tradicionales. El poder contar con instalaciones solares en lugares de despliegue de una Fuerza, podría impactar positivamente en varios aspectos de una organización, optimizando recursos, disminuyendo costos, reduciendo la servidumbre logística, logrando cierta independencia energética dentro de una base o instalación desplegada.

En la actualidad, es frecuente ver y escuchar a través de los distintos medios de comunicaciones en publicaciones de índole científico y técnico sobre cuál es el empleo dado a las distintas energías renovables, A nivel país, podemos mencionar varios ejemplos prácticos de esas aplicaciones. El pueblo de OLAROS CHICO en la provincia de JUJUY, es un ejemplo, el cual es

considerado como el primer pueblo solar de la República Argentina¹. La puesta en funcionamiento de 14 parques solares a nivel país, en la localidad de ULLUM en la provincia de SAN JUAN, el cual genera suficiente potencia de energía para abastecer a 48.000 viviendas².

Otros proyectos de similar envergadura se encuentran en las provincias de CATAMARCA, LA RIOJA, JUJUY y MENDOZA. En la provincia de BUENOS AIRES, se presenta el complejo Eólico – Fotovoltaico, sobre el camino del Buen Ayre, que genera una energía del orden de los 500Kw.³

En el continente europeo, los Ejércitos de la OTAN, desde tiempo atrás realizan el despliegue de equipos de energía solar, eólicos, de biomasa, los que son probados en el marco de ejercitaciones anuales ante situaciones hipotéticas de conflicto, donde se plantean situaciones como ser la escases o falta de combustibles, inundaciones, catástrofes naturales de diversa índole que afecten la capacidad energética de sus ejércitos.⁴

Por otro lado, el Ejército de EE. UU en base a sus intervenciones recientes en conflictos como IRAK y AFGANISTAN, han experimentado de forma amplia con el empleo de las energías renovables. En gran parte para buscar reducir la servidumbre logística, la que se había transformado durante la ocupación en IRAK en un factor de debilidad para los convoyes de abastecimientos de combustible. Durante dicho conflicto, dichos elementos se convirtieron en blanco de los ataques de fuerzas rebeldes, llegando a tener grandes bajas siendo en su mayoría tropas logísticas.

Con la generación y empleo de energías renovables, buscaban darle cierta independencia energética a sus bases e instalaciones de campaña, reducir la servidumbre logística y a su vez, disminuir la cantidad de bajas entre las tropas afectadas a tal función.

Las energías renovables, es el sector que más a avanzado en los últimos años en nuestro país, y más aún, después que se sancionará la Ley 27.191, que recomienda al país para el año 2025 obtener un 20% de su energía de consumo proveniente de fuentes de energías limpias⁵.

De lo mencionado en los párrafos anteriores, se puede inferir que las energías renovables cumplen un rol muy importante en el seno de nuestra sociedad, no solo en el beneficio que trae aparejado en lo social, económico, cultural y del medio ambiente, sino en la gran relevancia que el mismo ha ido tomando con el transcurso del tiempo, donde países como los EE.UU de América, lo

¹ <https://www.ejesa.com.ar/info/pwa/institucional/primer-pueblo-solar>.

² <https://www.epse.com.ar/web/proyecto/proyectos-fotovoltaicos-de-epse-/22>.

³ <https://www.lanacion.com.ar/buenos-aires/buen-ayre-buena-energia-la-primera-autopista-sustentable-nid1843727/>

⁴ <https://www.elfinanciero.com.mx/mundo/la-energia-verde-va-a-la-guerra/>

⁵ <http://servicios.infoleg.gob.ar/infolegInternet/anexos/250000-254999/253626/norma.htm>

han adoptado como un tema de seguridad nacional y más aún, en el seno de sus FF.AA.

c. Formulación del problema

¿Es posible implementar un tipo de energía renovable en instalaciones de campaña que permita la generación autónoma de energía y coadyuve al sostenimiento logístico de los elementos desplegados?

d. Objetivo general.

Analizar la factibilidad de aplicación de una fuente de energía renovable (Paneles Solares fotovoltaicos), que contribuya a las actividades de sostenimiento logístico en instalaciones militares de campaña.

e. Objetivos específicos.

a. Objetivo 1

Analizar la situación actual del consumo de energías de origen fósil y renovable, y cómo influye en las operaciones militares y cuál es su tendencia de empleo para los próximos años.

b. Objetivo 2

Indagar sobre los equipos y sistemas fotovoltaicos que existen y que ofrece el mercado actual para generar energía eléctrica y que pueden ser de aplicación en instalaciones militares de campaña.

c. Objetivo 3

Analizar si la aplicación de energías renovables en instalaciones militares es factible y si contribuye a reducir el esfuerzo logístico y la optimización de recursos.

f. Metodología empleada.

El método será deductivo, partiendo de la descripción, el análisis y comparación de la información recabada, se formularán conclusiones parciales por cada capítulo, a fin de llegar a una conclusión final para dar respuesta al objetivo general del presente Trabajo Final Integrador.

El diseño de la investigación será, explicativo, se describe el problema y se analiza e identifica las causas para luego expresar conclusiones.

Técnicas de validación: se realiza mediante análisis bibliográfico, lógico y documental.

g. Esquema gráfico metodológico.

Ver Anexo 1

CAPÍTULO I

EL USO DE LAS DISTINTAS ENERGÍAS EN EL MUNDO.

El presente capítulo tiene por finalidad caracterizar a las energías renovables, en especial la energía solar fotovoltaica, resaltando sus características, principios de aplicación, eficiencia energética, entre otras particularidades. Se expondrá datos estadísticos de consumo de las energías a nivel mundial, seguido de un análisis pormenorizado en el ámbito de las FF.AA. Asimismo, se verá los principales inconvenientes que se suscitan en el empleo de las energías tradicionales y cuál es la tendencia a futuro sobre el empleo de energías renovables.

SECCIÓN I

NIVELES DE CONSUMO DE ENERGÍAS

En la actualidad, los combustibles de origen fósil siguen siendo la fuente de energía más utilizada en el mundo, con un consumo promedio anual del 83%⁶. Estos recursos energéticos, son los que se formaron a partir de la acumulación de materias orgánicas (Plantas, microorganismos, bacterias y algas), durante largos períodos de tiempo en el fondo de lagos y mares, los que, con escaso oxígeno y cubiertos con capas de sedimentos funcionaron como una gran cocina geológica, dando origen a lo que se conoce como combustibles de origen fósil (petróleo, gas y carbón).

Con el avance de las distintas revoluciones industriales del siglo XVIII al XX junto al crecimiento de los grandes centros urbanos, la civilización fue definiendo con el transcurso del tiempo, los recursos energéticos necesarios que habían de requerir para el desarrollo de sus actividades. Para ello, encontró en los hidrocarburos (Petróleo, gas y carbón), a los principales vectores generadores de energía. Esta premisa de empleo continúa hasta la actualidad, por lo que no hay otras fuentes de energía de similares características o iguales propiedades energéticas a los hidrocarburos que lo puedan sustituir.

⁶ <https://www.worldenergydata.org/world-total-energy-supply/>

En Argentina, la matriz de consumo energética corresponde en un 85% a los hidrocarburos, donde el petróleo abarca un 33% del consumo, el gas un 52% y el carbón un 2%, siendo el resto del porcentaje abarcado por otras energías⁷.

Los elevados niveles de consumo de energía y la constante demanda energética a nivel mundial, han hecho que los productores de estos amplíen su producción hacia otros lugares de extracción, a los de fines de poder mantener los niveles de demanda de abastecimientos. Ante esto, se han comenzado a explotar los llamados recursos no convencionales de petróleo y gas, en lugares de rocas de baja permeabilidad y porosidad, los cuales requieren del empleo de equipamiento y tecnologías específicas a mayores costos. Estos lugares son conocidos como shale gas y shale oil. Estas acciones buscan evitar escases o disminución en los recursos energéticos de carácter no renovables.

Este notable aumento en la demanda de hidrocarburos, viene como consecuencia de las economías emergentes, aumento en la población mundial, elevada demanda energética para abastecer industrias y economías que ayudan a sostener y hacer funcionar el estilo de vida moderno de estos tiempos.

El hallazgo de nuevas fuentes de hidrocarburos, no sería a futuro una garantía ante las grandes demandas energéticas actuales, mucho menos representaría una solución a los serios problemas medio ambientales que acarrea el proceso y tratamiento del producto. Esto último, bien lo corroboran los acuerdos de París en 2016⁸ donde las principales potencias económicas del planeta expresaron sus preocupaciones frente al cambio climático en el mundo.

En lo que hace al uso de energías limpias "...La tendencia actual, está orientada a la búsqueda de fuentes de energías alternativas que permitan no solo suplir las necesidades energéticas de tiempo presente, sino que también que vaya de la mano con el cuidado del medio ambiente" (Santos Mosquera, 2011, p 397).

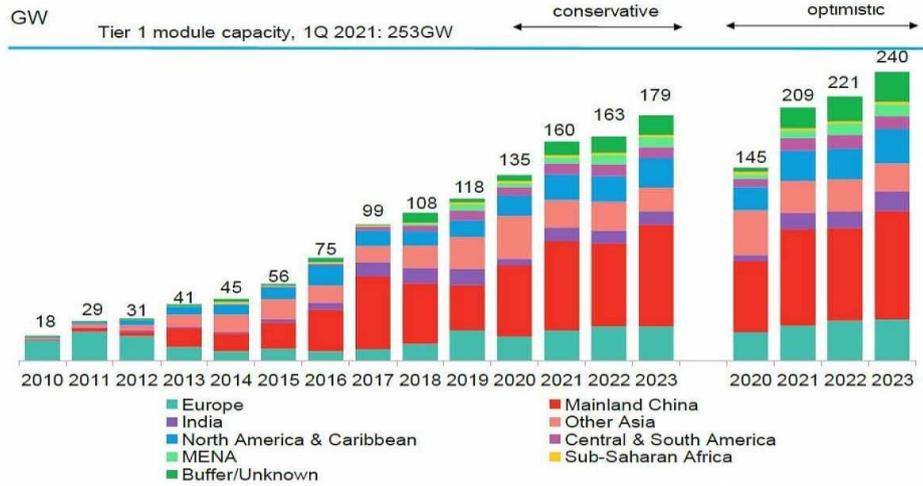
Las alternativas energéticas para complementar o sustituir a los combustibles fósiles, se lo encuentran en las energías obtenidas de los recursos naturales, como ser la radiación solar, la fuerza del viento, el agua, la biomasa, entre otras. Este tipo de energías, entre las ventajas que presenta están la de ser seguras, limpias, ilimitadas y accesibles en casi cualquier parte del mundo.

⁷ <http://www.shaleenargentina.com.ar/la-matriz-energetica-de-la-argentina>

⁸ https://unfccc.int/sites/default/files/spanish_paris_agreement.pdf

Fig1. Proyección de producción de energía solar período 2010/2023

Figure 1: PV new build, historical and forecast

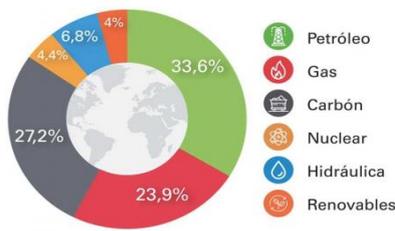


Source: BloombergNEF Note: For updates see Capacity and Generation tool ([web](#) | [terminal](#)).

Fig 2. Índice de variación de consumo energético mundial 2017/2018

La energía en el mundo

Mix de energía primaria mundial



Variación del consumo de energía 2018 vs 2017

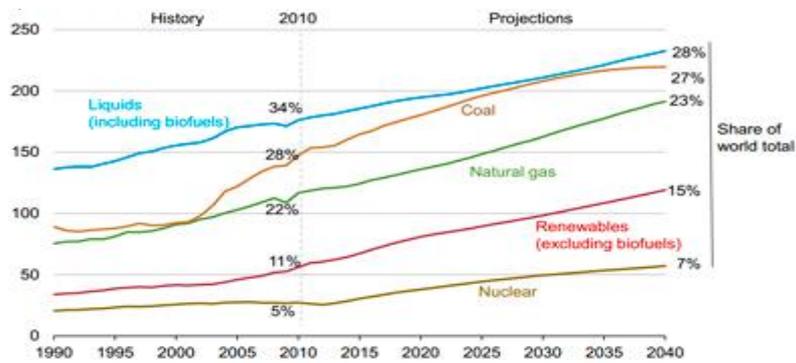


Emisiones de CO₂ +2%

El consumo de energía +2,9%

Fuente: <https://www.interempresas.net/Estaciones-servicio/Articulos/251773.html>

Fig 3. Perspectiva de consumo energético mundial al Año 2040.



Source: EIA, International Energy Outlook 2013

Fuente: <https://www.iea.org/reports/world-energy-outlook-2017>.

SECCIÓN II

LA ENERGÍA EN EL ÁMBITO DE LAS FF.AA.

Las FF. AA de EE. UU, durante sus últimas campañas militares en Medio Oriente y Asia, se han percatado que la total dependencia en el uso de combustibles fósiles puede llegar ser un factor de debilidad en sus operaciones militares. En ese sentido lo expresa un documento elaborado en 2009 por los Altos mandos militares del país, llamado “Powering America Defense: Energy and Risk to National Security”⁹. En dicho escrito se afirma que la postura estadounidense en materia energética constituye una seria amenaza para su seguridad nacional.

En materia energética, la República Argentina, cuenta dentro de su territorio con bastos yacimientos de petróleo en VACA MUERTA (30.000 km² de superficie), los cuales abarcan las provincias de NEUQUEN, MENDOZA, RÍO NEGRO y LA PAMPA. El proyecto, se encuentra al día de hoy, en una etapa de exploración y extracción de hidrocarburos, con la participación de más de 30 proyectos claves, liderados en su mayoría por YPF.

A pesar de lo espectacular del descubrimiento del yacimiento y de las grandes reservas de gas y petróleo que tendría en sus entrañas, la misma se mueve a un ritmo muy lento del esperado (exploración, extracción, procesamiento y distribución del producto), por diversas razones. Entre éstas, podemos encontrar causas políticas, de falta de inversión, de infraestructura, falta de perspectivas por parte de las empresas extranjeras que no visualizan en nuestro país un mercado seguro y redituable. Estas razones hacen que su tope máximo de producción este muy lejos del nivel ideal deseado.

Las Fuerzas Armadas, como organización dependiente de los combustibles de origen fósil para su funcionamiento, se podrían ver afectadas en el hipotético caso que los recursos energéticos del país se vieran comprometidos. Las causas podrían ser, la suba de precios del petróleo, disminución en los procesos productivos de los combustibles, falta de abastecimiento o en el peor de los casos, verse afectado por factores externos, como ser actos de sabotaje o ataques a los yacimientos claves del país. En ese sentido, puede referirse el hecho ocurrido en el mes de septiembre del año 2019 a las refinerías de petróleo más grandes del mundo en Arabia Saudita las cuales sufrieron un ataque con drones. Dicho ataque no solo afecto a los procesos de producción, sino también al

⁹ <https://www.resilience.org/stories/2009-09-23/review-cna-report-powering-americas-defense-energy-and-risks-national-security/>

abastecimiento de petróleo a nivel global e insidio en la suba de los precios del barril de crudo en los principales mercados del mundo.¹⁰

Las consecuencias para el entorno operativo, ante algunas de estas causas, se traduciría en una paralización parcial o total de las mismas, por lo que considerar como alternativa el empleo de energías limpias para ser implementadas en las operaciones militares, la que no resultaría como algo imposible o remoto de llevarse a la práctica. Bien lo están impulsando hace más de una década las Fuerzas Armadas de EE. UU en sus bases continentales y en sus recientes guerras en AFGANISTÁN e IRAK, con el desarrollo y aplicación de equipos solares que les permiten autoabastecerse de energía limpia a sus instalaciones desplegadas en los distintos teatros de operaciones alrededor del mundo.

SECCIÓN III

NECESIDADES ENERGÉTICAS EN OPERACIONES.

El desarrollo de una operación militar por parte de un ejército cualquiera sea su nacionalidad e independientemente de sus características, precisa cumplimentar una serie de pasos previos al momento de entrar en operaciones. Esos pasos abarcan, el alistamiento y movilización de las unidades de combate, logísticas y de apoyo de combate, desde los lugares de origen, hasta los lugares de concentración o reunión, ya sea por modo de transporte particular o multimodal.

En el teatro de operaciones, las tropas movilizadas, llevarán adelante actividades de apoyo logísticas, administrativas y propias del combate. Para poder cumplir con las actividades señaladas, las fuerzas militares, deberán contar con una infraestructura logística de proporciones desde donde poder sostener y proyectar sus operaciones en tiempo y espacio. Todas las actividades previas, como posteriores, que se lleven a cabo en una zona de operaciones dependerán básicamente de los recursos asignados a la fuerza, tanto de material como financieros, entre otros.

En Argentina, el crédito asignado a cada Fuerza Armada, es administrado y gastado por los diferentes Organismos, Direcciones y Unidades según las necesidades y prioridades que cada uno determine. El gasto del crédito se desglosa en gastos para el funcionamiento y mantenimiento de las instalaciones, educación, protocolo y ceremonial, adquisición de insumos prioritarios como ser, librería, limpieza, repuestos de diferentes tipos y efectos críticos como ser combustibles en sus diferentes tipos.

¹⁰ <https://www.bbc.com/mundo/noticias-internacional-49736688>

En los últimos años en Argentina, el presupuesto asignado a la fuerza Ejército nunca fueron los ideales por distintas circunstancias. La realidad instalada en los cuarteles del Ejército es que la asignación funcional (AF) otorgada para el funcionamiento de los Elementos (Administrativa y Operativa), en muchos casos, solo alcanza para ser gastados en el pago de servicios básicos, actividades de protocolo y ceremonial o requerimientos de urgencia que afectan al funcionamiento de la Unidad.

Ante estas situaciones, es que las actividades operacionales con frecuencia pasan a ocupar otro orden de prioridades, quedando relegadas ya sea por falta de créditos para el combustible, falta de repuestos, de raciones o razones ajenas a las Unidades, afectando el estado operativo del Elemento y de preparación del personal.

El presente siglo XXI, ha demostrado la heterogeneidad de misiones con las que se enfrentarán las distintas Fuerzas Armadas del mundo a futuro, las que tendrán características variables, debido a una serie de factores nuevos. Entre esos factores se pueden mencionar, el incremento en los conflictos en distintas regiones del mundo por diversas causas, como ser, inestabilidad política, social, económica, narcotráfico, catástrofes naturales como consecuencia del cambio climático, acuerdos de cooperación entre Fuerzas Armadas a nivel regional, entre otras.

Esto sumado a las características propias de cada misión, como ser, el grado de hostilidad de la población local hacia el despliegue de tropas, implicancias geográficas y ambientales, duración de la misión, tipología de la misma, desde misiones de ayuda humanitaria, a misiones de mantenimiento de la paz e incluso de imposición directa. Todo esto conforma el nuevo entorno operativo de las misiones.

Otra variable no menos importante en el entorno de las futuras misiones, sería la limitación en la disponibilidad de combustibles de origen fósil, donde se espera en el corto plazo, un incremento en la demanda de los hidrocarburos por parte de las economías emergentes que conducirían a picos máximos históricos en el precio de los combustibles.

En ese sentido, el Departamento de Defensa de EE. UU como el Ministerio Federal de Defensa de Alemania en el año 2010, publicaron por separado distintos informes referidos al consumo energético en sus respectivos países, en los que estiman que el pico máximo de producción de petróleo se produciría en las siguientes décadas (Silveira da Gomes, 2004, p 26).

Estos hechos, tendrían serias implicancias desde el punto de vista estratégico, donde el entorno operativo de una FF. AA de un Estado, se podría ver afectado su operatividad en mayor o menor medida. Las causas podrían ser incremento en los costos de los hidrocarburos, escasez o limitación en la obtención de los mismos, lo que llevaría la incorporación de energías alternativas como un posible sustituto o complemento a la matriz energética de una organización.

En este sentido, países como Arabia Saudita tiene proyectado en el corto plazo importantes cambios con su principal recurso energético que es el petróleo.¹¹

SECCIÓN IV

LAS ENERGÍAS RENOVABLES O ALTERNATIVAS

En pleno siglo XXI, todavía es frecuente escuchar noticias sobre distintas poblaciones y centros urbanos alrededor del mundo, que no poseen suministro de energía eléctrica o que el abastecimiento de la misma es insuficiente. Las razones suelen ser variadas, como ser, poca producción de energía, una deficiente infraestructura energética, falta de inversión, entre otras causas. Hoy en día, existe además del mercado común de hidrocarburos, un mercado emergente de energías alternativas, los cuales son aprovechados en menor escala a las energías tradicionales pero que han ido teniendo una relevancia notoria en los últimos tiempos. Estas energías alternativas son:

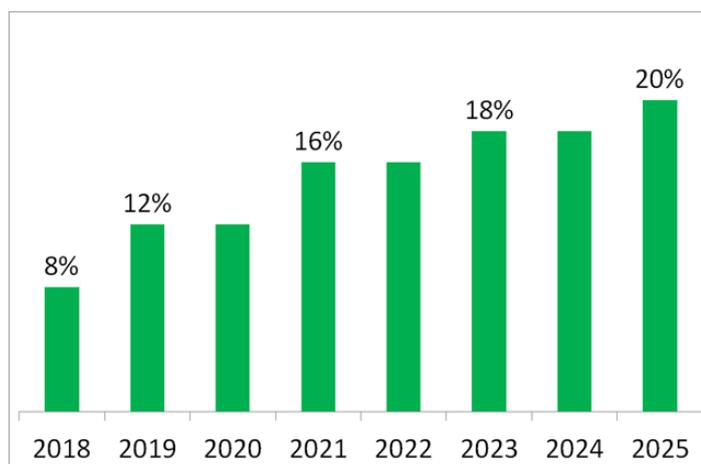
1. **Energía solar:** La misma llega a la superficie terrestre en forma de radiación electromagnética. Se las puede utilizar de tres maneras, ya sea como radiación fotovoltaica, mediante la conversión de la luz electromagnética en energía eléctrica, como sistema fototérmico, transformando la energía solar en energía térmica almacenada en un fluido, o como energía solar termoeléctrica, generando electricidad mediante las etapas de transformación de la radiación solar en calor, y de éste en electricidad mediante ciclos termodinámicos.
2. **Energía eólica:** Se aprovecha la fuerza del viento para generar energía eléctrica, mediante el empleo de aerogeneradores, los cuales transforman la energía cinética en energía mecánica. A estos aerogeneradores, se los suele ubicar en zonas donde hay gran incidencia del viento, en terrenos seleccionados o en número variable, conformando los llamados parques o

¹¹ <https://www.vision2030.gov.sa/v2030/vrps/nidlp/>

campos eólicos. Su recurso es ilimitado, inagotable, no contaminante y es una de las principales fuentes de energía renovables del mundo.

3. **Biomasa:** Sintetiza sustancias orgánicas a partir del CO₂ del aire y de otras sustancias simples, aprovechando la energía solar, la cual queda almacenada en las plantas por el proceso de la fotosíntesis. Esta energía puede ser utilizada para obtener electricidad, calor, o biocombustibles líquidos. Es por tanto una energía barata, segura y eficiente, y ayuda a conservar el medioambiente.
4. **Energía hidráulica:** Del agua almacenada en lugares como ser embalses, represas o de causas naturales como un río, se obtiene energía eléctrica, utilizando el potencial que produce la caída del agua (energía cinética), transformándola en energía eléctrica. Este tipo de energía tiene una gran dependencia de las condiciones meteorológicas.
5. **Energía geotérmica:** Es considerada una energía renovable, consiste en aprovechar el calor de las capas más profundas de la tierra, que están durante todo el año a una temperatura constante, para obtener agua caliente sanitaria. Es una energía muy eficiente y limpia. A diferencia de otras energías renovables, aprovecha la diferencia de temperatura entre la superficie terrestre y el centro de la tierra.

Fig 4. Proyección de consumo de energías renovables en Argentina al Año 2025



Fuente: <https://www.carbonneutralplus.com/es/2021/03/18/energias-renovables-y-la-ley-27-191/>

La propagación de estas nuevas tecnologías junto a un amplio mercado de costos de los equipos de energías renovables, originaron que el mercado de energía solar creciera más que cualquier otra tecnología en los últimos tiempos.

LA ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA.

Consiste en la transformación directa de la energía que irradia los rayos del sol en energía eléctrica sin mediación de ningún tipo de reacción química, ciclo termodinámico, ni procesos mecánicos. Dicha transformación se realiza a través de módulos fotovoltaicos, los cuales están formados por células fotovoltaicas. Las células pueden estar compuestas por una o varias láminas de material semiconductor y recapadas de un vidrio transparente que deja ingresar los rayos solares a la misma y minimiza las pérdidas de calor.

La energía fotovoltaica es una energía limpia y renovable, la cantidad de energía que aporta este tipo de energía al consumo, es más bajo que otras fuentes de tipo tradicional, pero que en los últimos años ha tenido un notable crecimiento en el mercado mundial. Se espera un 20% de incremento a nivel mundial para el 2022 en cuanto a potencia instalada. Esto último se da principalmente en países con economías poderosas como ser la República Popular CHINA, como bien lo refleja el cuadro a continuación donde se refleja su potencial fotovoltaico instalado durante el año 2019.

Potencias fotovoltaicas Capacidad total instalada en MW (2019)

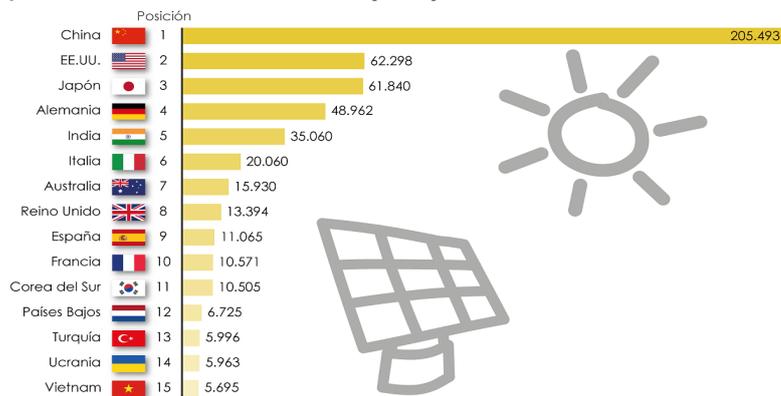


Gráfico: Abel Gil Lobo (2020)
Fuentes: IRENA, Estadísticas de capacidad renovable (2020)



Fuente: <https://elordenmundial.com/mapas/grandes-productores-energia-solar-mundo/>

Los grandes avances tecnológicos de las últimas décadas, la sofisticación de los equipos y la economía de escala, hizo que la eficiencia de la energía solar fotovoltaica vaya aumentando a partir de la incorporación de nuevos materiales, logrando que el coste medio de generación eléctrica sea más competitivo con otras fuentes de energía convencionales en varias regiones del mundo.

SECCIÓN V

PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO DE LOS PANELES SOLARES.

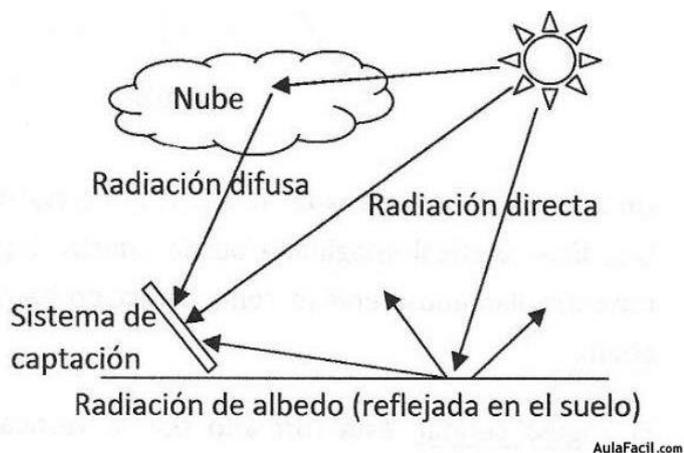
Para lograr entender el funcionamiento de los paneles fotovoltaicos, debemos entender en primera instancia, el llamado fenómeno de la irradiación solar, la cual se denomina, a la intensidad de energía radiante emitida en el espacio interplanetario, la que incide sobre una superficie de 1m^2 (Kw/m^2), y que se produce a partir de las reacciones termonucleares de fusión, generando la radiación solar en varias frecuencias o longitudes de onda.

Una de sus mayores desventajas en la producción de energía solar son las condiciones meteorológicas reinantes del momento, de ahí que los días de poco sol, nublados o que presenta una atmósfera sucia, con partículas en el aire y que cubre a los paneles solares, disminuye en gran medida la generación de energía.

La radiación de las ondas solares al impactar en la superficie terrestre no llega de forma uniforme, sino que la misma, se ve afectada por diversos factores atmosféricos, como ser la lluvia, la nubosidad, la hora del día, etc. En función de cómo se reciben la radiación solar los objetos situados en la superficie terrestre, se pueden distinguir los siguientes tipos de radiación:

1. **Radiación Directa:** Es la radiación solar que llega a la superficie de la tierra en forma de rayos proveniente del sol sin haber sufrido difusión, ni reflexión alguna.
2. **Radiación Difusa:** Es la que atraviesa la atmosfera y es reflejada por las nubes o absorbida por estas, la misma se dispersa en todas direcciones y se caracteriza por no producir sombra.
3. **Radiación Reflejada:** Es aquella reflejada por la superficie terrestre y depende del coeficiente de reflexión conocido como “albedo” (Porcentaje de radiación que una superficie refleja respecto a la radiación que influye sobre ella).
4. **Radiación Global:** Es la radiación total o suma de las 3 radiaciones anteriores.

Fig 6. Tipos de Radiación Solar

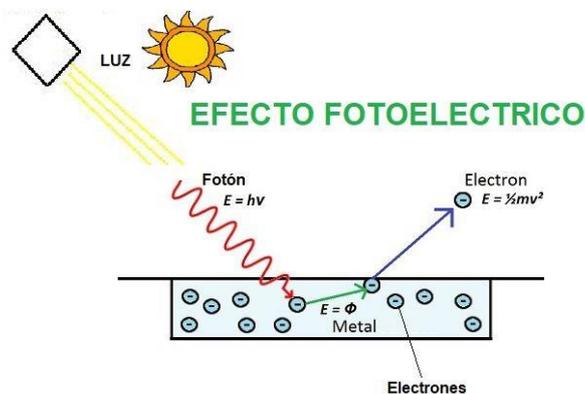


Fuente: <https://www.aulafacil.com/cursos/medio-ambiente/energia-solar-fotovoltaica-1/incidencia-de-la-radiacion-solar-137868>

EL EFECTO FOTOELÉCTRICO

Es la expulsión o emisión de electrones por parte de un material cuando se lo ilumina con radiación electromagnética (luz visible o ultravioleta, en general).

Fig 7. Gráfico de Efecto Fotoeléctrico



Efecto Fotoeléctrico = Emisión de los electrones de un metal cuando incide sobre el metal una luz

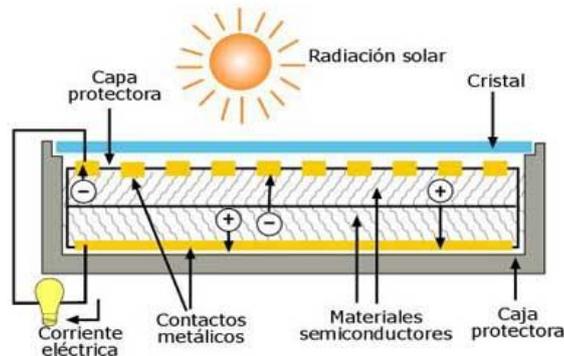
Fuente: <https://www.areatecnologia.com/electricidad/efecto-fotoelectrico.html>

EL EFECTO FOTOVOLTAICO.

Se conoce al Efecto Fotovoltaico (FV) como “la base del proceso mediante el cual una célula FV convierte la luz solar en electricidad” (Barbera Santos, 2002. p 1). El llamado efecto fotoeléctrico genera electrones libres (cargas) mientras que el efecto fotovoltaico produce corriente eléctrica gracias a los electrones libres liberados mediante el efecto fotoeléctrico.

Los dispositivos que generan energía a través del efecto fotovoltaico, se llaman generadores fotovoltaicos y la unidad mínima donde se lleva a cabo dicho efecto se llama celda solar.

Fig 8. Gráfico de Efecto Fotovoltaico

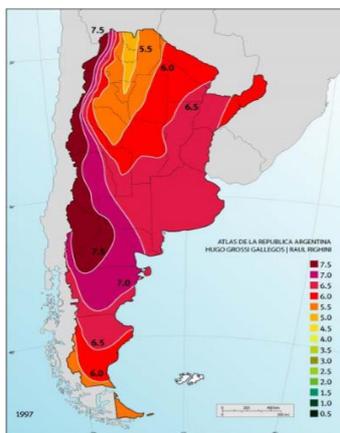


Fuente: https://canaltic.com/blog/html/exe/energias/energa_solar_fotovoltaica.html

HORA SOLAR PICO

Se puede decir que la Hora Solar Pico (HSP), es la cantidad de energía solar que recibe un metro cuadrado de superficie, y esta medición es la que se utiliza para realizar los cálculos fotovoltaicos. Esta energía no es la misma, según el lugar geográfico y el momento del día y época del año. La HSP, está relacionado con la capacidad que nos va a generar un panel solar al día. La zona geográfica de nuestro país, que presenta un enorme potencial en cuanto promedio de radiación solar al año es la región del noroeste, la cual tiene una ubicación ideal para producir energía eléctrica aprovechando la energía solar que ofrece.

Fig. Mapa de irradiación solar de la República Argentina



Fuente: <https://www.argentina.gob.ar/economia/energia/informacion-geografica-energia/mapas-irradiancia-solar>

SECCIÓN VI

CONCLUSIÓN PARCIAL

Las distintas energías renovables en el mundo, han tenido una evolución notoria en los últimos años en lo que a producción y consumo se refieren, en comparación a las energías tradicionales que bajaron o mantuvieron sus niveles de consumo en los últimos años. Esto da cuenta de una tendencia hacia el aprovechamiento de energías más limpias, no solo como un cuidado del medio ambiente, sino como un recurso sumamente valioso ante los vaivenes que representa la economía de los hidrocarburos y sus inciertos, prueba de esto, son las altas producciones de energía renovable de las principales economías del mundo (China y EE. UU).

En el ámbito militar los países más desarrollados acompañan los cambios que se suceden, con el diseño y experimentación de equipos militares, los que ven en este tipo de recursos, una opción válida al momento de ser empleada en los conflictos actuales y que les pueda llegar a representar una ventaja en el campo de combate.

CAPÍTULO II

LA ENERGÍA SOLAR APLICADA

El presente capítulo tiene por finalidad, exponer sobre los distintos equipos de generación de energía eléctrica utilizados en el ámbito civil y militar. Por un lado, aquellos equipos más tradicionales, cuyo funcionamiento se basa en el empleo de combustibles de origen fósil y por otro lado, aquellos equipos que emplean energías renovables para su funcionamiento. De estos últimos se mencionarán los sistemas fotovoltaicos utilizados y se hará un compendio de proyectos solares existentes a nivel local y que son de aplicación dual en instalaciones de campaña.

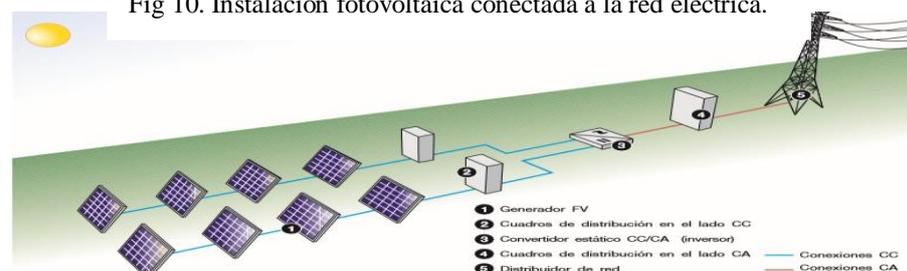
SECCIÓN I

LOS SISTEMAS FOTOVOLTAICOS

Un sistema fotovoltaico, consta de varios subsistemas funcionales integrados entre sí (Paneles, baterías, reguladores, inversores) con el propósito de satisfacer la demanda de energía eléctrica. La conformación y cantidad de dicho sistema, variara en razón de características como ser la ubicación, demanda energética y dimensiones de la misma. Existen 3 sistemas de generación de energía bien definidos:

1. **Sistema de energía solar conectado a la red eléctrica:** En este caso, la red eléctrica domestica aprovecharía la energía captada del sol mediante los paneles solares fotovoltaicos para alimentar al sistema. Los componentes a incorporar serían mínimas, además de los paneles mencionados, se agregaría un inversor. Cuando se produce más energía de la requerida, el exceso se canalizaría hacia la red eléctrica. El esquema funcionaría a la inversa cuando hubiera un déficit de energía captada por los paneles, como ser al atardecer.

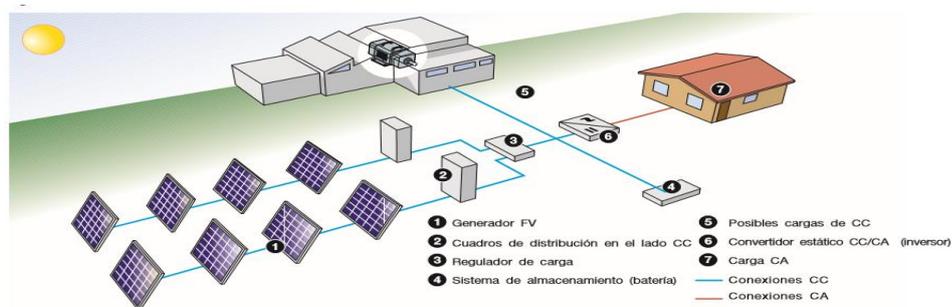
Fig 10. Instalación fotovoltaica conectada a la red eléctrica.



Fuente: <https://globalelectricity.wordpress.com/2013/09/30/instalaciones-fotovoltaicas-conectadas-a-la-red-electrica/>

2. **Sistema aislado de energía solar fotovoltaica:** En esta clase de sistema, la energía que se produce a partir de la conversión fotovoltaica, se utiliza para cubrir pequeños consumos eléctricos en el mismo lugar donde se produce la demanda.

Fig 11. Instalación aislada de paneles fotovoltaicos.

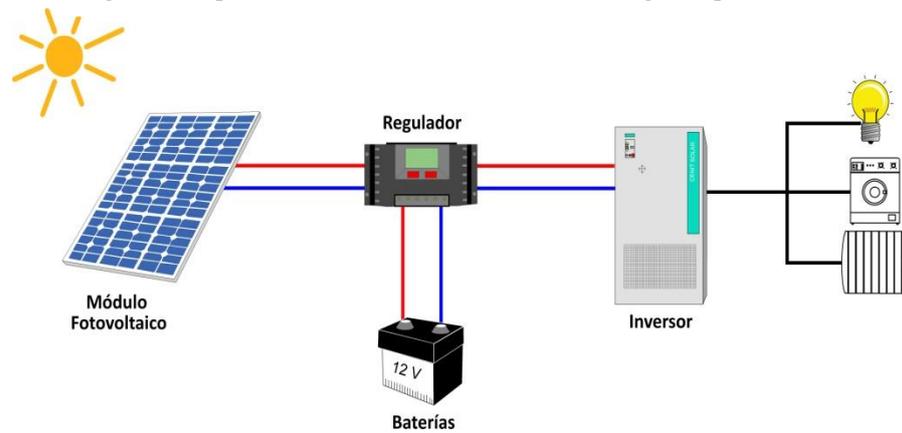


Fuente: <https://globelectricity.wordpress.com/2013/09/30/instalaciones-fotovoltaicas-aisladas-de-la-red-electrica/>

Los paneles solares de los sistemas fotovoltaicos, se encargan de captar la radiación solar no así del almacenamiento de la energía, ni convertirla en corriente alterna (CA) para alimentar a los equipos instalados, por lo que el sistema aislado, requerirá de la integración de otros componentes como ser:

- a. **Baterías de ciclo profundo:** Este es uno de los componentes claves del sistema puesto si no se contará con el mismo, el almacenamiento y suministro de la energía se vería comprometido en horarios nocturnos o en días de condiciones meteorológicas desfavorables. La energía captada se acumula en las baterías que, a su vez, la distribuyen a los distintos equipos del hogar. Este componente, constituye el de mayor costo del sistema.
- b. **Inversores:** Este componente tiene una función fundamental, que es la de transformar la corriente continua que procede de las placas solares fotovoltaicas en corriente alterna (CA).
- c. **Regulador de carga:** Este elemento, permite que la batería no sufra de sobrecargas durante el proceso de almacenamiento, buscando la optimización en la gestión de la energía que ingresa y egresa del equipo para el almacenamiento doméstico.

Fig 12. Componentes de un Sistema Aislado de energía de paneles solares



Fuente: http://www.cenitsolar.com/fotovoltaica_red_esquema.php

3. **Sistema de energía solar híbrido:** Esta clase de sistema se utiliza en combinación con otros sistemas como ser, eólicos, biomasa, etc, es decir si uno de los sistemas falla, el otro sistema seguirá con la generación de energía y evitará la interrupción en la alimentación.

Fig 13. Sistema Híbrido solar - eólico



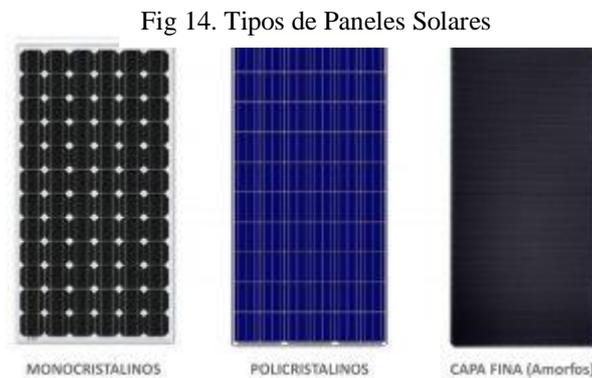
Fuente: <https://www.tutiendadecoracion.com/Sistema-hibrido-solar-eolico>

El primer tipo de sistema en cuestión, es la más empleada y en cierto sentido la más confiable y económica. Los sistemas aislados o fuera de la red, si bien ofrecen independencia requieren de una inversión inicial mayor, por el hecho de tener que contar con un mayor número de baterías para almacenar la energía captada, inversores, reguladores, entre otros componentes, para poder

garantizar el suministro de energía cuando la radiación del sol se vea afectado por las condiciones climáticas.

LOS MÓDULOS SOLARES.

Los paneles solares o módulos fotovoltaicos, son componentes compuestos por un conjunto de células solares que permiten transformar la radiación solar en electricidad. En el mercado de las energías renovables, existe una gran variedad de paneles solares fotovoltaicos que se distinguen unos de otros, según sus capacidades, diseños, componentes, aplicaciones y eficiencia energética. Dentro de esta gama se pueden distinguir 3 formatos tradicionales de paneles, los cuales poseen las siguientes características:



Fuente: <https://tritec-intervento.cl/tipos-de-paneles-fotovoltaicos/>

1. **Paneles Solares Fotovoltaicos Monocrystalinos:** Las celdas que forman el panel, se componen de bloques de silicio en forma de cilindro, con sus extremidades recortadas lo que les da una apariencia única y fácil de reconocer. Estos paneles tienen un proceso de fabricación más difícil, pero con una tasa de eficiencia más alta que va de los 16 a 24% debido a que están fabricados con silicio de alta calidad lo que les otorga una mayor vida útil al producto.
2. **Paneles Solares Fotovoltaicos Policristalinos:** Sus celdas son de forma rectangular y ángulos rectos, siendo su fabricación más económica con respecto a los otros modelos. Los mismos, tienen menor resistencia al calor, lo que la exposición a altas temperaturas no permite un óptimo funcionamiento reduciendo su vida útil. La eficiencia del panel,

varía entre los 15% y 17% debido a que no tienen un silicio tan puro como los monocristalinos.

3. **Paneles Solares Fotovoltaicos Amorfos:** Sus celdas son elaborados de un material llamado CIGS, a base de cobre comprimido y otros metales como galio y selenio. Su peso es menor a los paneles tradicionales por cuanto se pueden transportar e instalar con mayor facilidad. Son utilizados por lo general en actividades al aire libre, en aparatos y pequeños dispositivos. A su vez en el mercado actual, encontramos paneles solares flexibles y enrollables los cuales demuestran ser idóneos para lugares donde no hay suministro de energía eléctrica.

Fig 15. Cuadro de ventajas y desventajas de los

Tipo de panel solar	Ventajas	Desventajas
Monocristalinos	+ Alto rendimiento y eficacia (15-22%) + Estética: células de color negro o azul oscuro y homogéneo	- costo algo más caro
Policristalinos	+ Menor costo	- Rendimiento y eficacia media (15-17%) - Estética: color azul irregular
Amorfo	+ costo más bajo	- Muy bajo rendimiento y eficacia (8-10%)

Fuente: <https://expertasolar.com/guia-de-placas-solares-tipos-caracteristicas-usos/>

SECCIÓN II

EQUIPOS GENERADORES DE ENERGÍA TRADICIONAL

Al día de hoy, los equipos adoptados por el Ejército Argentino para la generación de energía eléctrica en campaña, son mediante los grupos electrógenos de mediana y alta capacidad, los cuales funcionan a base de combustibles tradicionales como ser el GASOIL DIESEL.

Los requisitos técnicos y de diseño de estos equipos, es que éstos deben ser de estructura robusta y resistente (militarizadas) para poder operar en ambientes variados, ser fiables en su funcionamiento, como así también transportables por varios modos, entre otras características.

A la necesidad de utilizar equipos de distintos tipos y potencias, se le añade la necesidad de tener un abastecimiento continuo de combustible, períodos de tiempo para el mantenimiento de los equipos, tener stock de repuestos para afrontar reparaciones, contar con equipos de reserva, es decir, una serie de previsiones para asegurar una continua producción de energía lo que significa una carga logística importante en recursos y tiempo para una organización.

La cantidad de energía necesaria en un teatro de operaciones aislado de toda infraestructura eléctrica, puede fluctuar en función a distintas variables, como ser, el clima, el tamaño del contingente, el tiempo de duración de la misión, características y consumo promedio de los distintos equipos electrogenos, magnitud de la infraestructura logística a sostener, entre otros. De esto último, solo cuando se tiene bien definida la infraestructura de instalaciones a sostener en una base o zona de reunión, se podrá obtener un valor real de energía y potencia requerida.

Otro aspecto importante a considerar sería la subdivisión en sectores que tendría una zona de reunión o base, es decir, un sector para el abastecimiento, sector de mantenimiento, puestos de comando, sector de sanidad, de alojamientos, lo que obligaría a la organización a contar con suficientes equipos generadores para abastecer a los distintos sectores.

Fig 16. Entrega de Grupos Electrónicos de 100Kva al Ejército Argentino.



Fuente: <https://www.defensa.com/argentina/nuevos-equipos-para-ingenieros-ejercito-argentino>

El Ejército Argentino, en el transcurso del año 2017, recibió un número importante de grupos electrógenos de 100KVA de potencia marca HIMOINSA¹². Otros modelos de equipos utilizados son los siguientes.

¹² <https://interesestrategicoargentino.wordpress.com/2017/09/18/nuevos-materiales-para-unidades-militares-de-respuesta-a-la-emergencia/>

CONSUMO DE EFECTOS CLASE III POR OTROS MATERIALES DE INGENIEROS

Denominación	Combust	Consumo x hora	Consumo aceite carter	Reposición grasa diferencial y caja
Motocompresor sobre ruedas naftero M4T6	Mezcla (1)	20	0,7 c/60Hs	-.-
Motocompresor portátil IRME NORTOF 60 DL	Gas-Oil	25	2 c/8Hs	--
Motocompresor portátil ELZE NORTOF 451 R	Gas-Oil	30	2 c/8Hs	--
Motocompresor ATLAS C4KV	Gas-Oil	18	2 c/8Hs	--
Motocompresor rotativo	Nafta	15	1 c/8Hs	--
Motocompresor Cap Tqe 425 Lt presion 21Kg/cm2	Gas Oil	30	2 c/8 Hs	
Gpo Electrógono de 60 KW	Gas Oil	6	1 c/200Hs	
Gpo Electrógono de 40 KW	Gas Oil	5	1 c/200Hs	
Gpo Electrógono YAMAHA BDK 10000T 10kva	Gas-Oil	30	2c/8Hs	

Fuente: PT 22 – 03 Datos Logísticos de Intendencia. Ed. 2003

De los datos del cuadro, se podría obtener un promedio de consumo de combustible que tendría estos equipos. Para ello, se tendría en cuenta las horas de uso de los equipos y los días que estarían operando, por lo que se deduce a grandes rasgos que la cadena logística para abastecer de combustible a una cantidad variable de estos ingenios debería ser voluminosa.

A los fines de establecer un dato estimativo de consumo, se tomará como referencia el Grupos Electrógonos de 100Kva HIMOINSA para el cual se establecerá un promedio de tiempo funcionamiento de 8hs diarios, a un rendimiento del 50, 80 y 100% del equipo, multiplicado por 15 jornadas de trabajo en el terreno, siendo los datos las del cuadro de más abajo:

Fig 18. Cuadro de consumo de combustible valorizado.

HIMOINSA 100 Kva Rendimiento	Consumo de Gasoil del equipo	Consumo x jornada de 8hs de trabajo	Consumo x 15 jornadas de trabajo	Costo Gasoil YPF, mes de Nov20	Totales
Al 50%	11 lts/h	88 lts	1320 lts	\$ 85,90	\$113.388,00
Al 80%	16,2 lts/h	129,6 lts	1944 lts	\$ 85,90	\$166.989,00
Al 100%	24,4 lts/h	195,2 lts	2928 lts	\$ 85,90	\$251.515,00

Fuente: <https://www.himoinsa.com/esp/generadores-electricos/9/grupo-electrogeno--100kva--rental.html>

SECCIÓN III

EQUIPOS SOLARES DE CAMPAÑA

El surgimiento de las energías renovables en un mundo acaparado por las energías tradicionales no solo trajo aparejado una nueva tendencia hacia el empleo de energías más limpias y seguras, sino también trajo consigo la generación de una amplia gama de ingenios y dispositivos solares que

abarca tanto al mercado civil como militar. Dichos equipos están diseñados para las actividades al aire libre, son de empleo dual, los que generan energías no contaminantes, otorgando capacidades autosustentables e independencia energética en aquellas instalaciones donde son utilizadas. Algunos equipos que se pueden referir son:

1. INSTALACIONES DE CAMPAÑA SOLARES.

a. Tienda de Campaña TEMPER FLY

Esta tienda de campaña del Ejército de EE. UU, posee un tamaño de 5mts x 6mts, con módulos solares flexibles adosados con una capacidad de generación de energía de 800 vatios. Estas tiendas son flexibles y ligeras, brindándoles a las tropas una herramienta útil donde poder recargar sus equipos como ser notebook, celulares, visores nocturnos, entre otros. Existe otra versión más pequeña, con capacidad para generar 200 vatios de electricidad.

Fig 19. Tienda de campaña modelo Temper Fly.



Fuente: <https://www.trendhunter.com/trends/temper-fly>

b. SISTEMA DE REFUGIOS AVANZADOS.

Durante los conflictos de Irak y Afganistán, las FF. AA de EE. UU, probaron varios proyectos para mejorar la eficiencia energética de las tropas en campaña, con un programa llamado “Sistema de refugios avanzados y eficientes en energía para bases de contingencia y otros programas de aplicaciones”. Estas tiendas de campaña tienen una dimensión de 9,75 mts x 6,1 mts, están equipadas con pantallas solares integradas que reducen la carga solar y la acumulación de calor dentro del mismo, sin aumentar la huella térmica del refugio.

Con este tipo de instalaciones el ahorro en consumo de energía es del 50% o bien de 40 kilovatios de consumo de energía en un campamento de 150 efectivos. La energía generada se utiliza para la iluminación y equipos subsidiarios, lo que reduce la necesidad de generadores a combustible Diesel.

Fig 20. Paneles solares instalados en la parte superior de tiendas de campaña. USAF



Fuente: https://www.army.mil/article/114066/nsrdec_deploys_energy_efficient_tents_for_testing

c. TOLDOS SOLARES

Este tipo de toldos solares, tienen un diseño sencillo, fácil de armar y de rápido repliegue. Se los utiliza normalmente para cubrir vehículos, puestos de mando, etc. Los mismos tienen capacidad para generar a través de sus paneles solares integrados, potencias variables que van de 1,8kv, 3,6kv hasta 5,4kv de potencia eléctrica.

Fig 21. Toldo Plegable Tipo POWER SHADE.US.ARMY



Fuente: <https://www.greentechmedia.com/articles/read/this-is-what-an-energy-efficient-army-camp-looks-like>

d. TIENDAS DE CAMPAÑA SOLARES

Este tipo de tiendas, se subdividen en 2 alojamientos, diseñadas para alojar a un elemento de nivel sección (+- 45 efectivos) en el terreno y ser empleadas en misiones de corta duración (72hs) sin tener la necesidad de reabastecimiento de combustible para los generadores. Es idónea para operaciones de ayuda humanitaria, apoyo a la comunidad o puestos de comando, debido al confort y mejoras de vida que otorga. La misma incluye un generador solar, iluminación LED, unidad de control para calefacción y refrigeración, paneles solares, letrina y duchas portátiles.

Fig 22. Sistema de Alojamiento de Pequeñas Unidades (SUSS).



Fuente: https://www.army.mil/article/179906/natick_designs_evaluates_small_unit_sustainment_system

2. EQUIPOS SOLARES.

a. GENERADORES SOLARES PORTÁTILES.

Los Generadores Solares son utilizados para el suministro de energía eléctrica en lugares donde no es posible una conexión a la red pública eléctrica, y donde es necesario el uso de generadores Diesel. Este tipo de generadores, trabajan en el rango de las bajas potencias (300 / 5000W). Su diseño integra los componentes necesarios para conformar un sistema de generación autónomo, es decir, Panel Solar, Batería, Regulador de carga e Inversor, con entrada auxiliar para carga de batería y salidas en 12 VCC y 220 VCA.

Fig 23. Generador solar portátil FIASA F300 de origen nacional



Fuente: <https://www.fiasa.com.ar/DoWNloADs/FIASA-FOLLETO-GENERADOR-SOLAR.pdf>

b. MÓDULOS SOLARES FLEXIBLES.

Los módulos solares flexibles, son componentes solares resistentes al agua, de alta eficiencia energética y adecuados para un empleo permanente al aire libre, proporcionando electricidad para carga de baterías de 12V y diversas aplicaciones más, como ser casillas rodantes, embarcaciones y sistemas de iluminación solar sin conexión a la red. Las celdas solares que lo componen, son de alta eficiencia energética, con rendimientos de hasta un 22%.

Su diseño flexible, lo hacen ideales para techos curvos y superficies donde es preferible la unión. Los paneles son livianos (0,7 a 1Kg), fácil de transportar, y a prueba de agua, lo que garantiza que los paneles sean utilizados en todo tipo de condiciones climáticas. Los mismos, pueden conectarse en serie o en paralelo para aumentar su potencia de salida o de voltaje.

Fig 24. Módulos solares fotovoltaicos flexibles



Fuente: <https://pannellisolarifv.com/paneles-solares-fotovoltaicos-flexibles/>

c. MULTICONTEINERS SOLAR.

El Ejército Alemán cuenta entre sus equipos de generación de energía, con una variedad de estructuras articuladas con paneles solares, los cuales son guardados y transportados en container, los que, según el modelo, pueden generar potencias de energía eléctrica de 5,4Kw a 52,2Kw. Los mismos, son fácilmente transportables en camiones de mediano y gran porte y reubicables en el terreno mediante grúas. Dichos equipos por sus características, son aptos para su empleo en situaciones de catástrofes naturales, para abastecimiento de energía a hospitales de campaña, para asistir a pueblos aislados sin suministro de energía eléctrica e incluso satisfacer necesidades energéticas en operaciones móviles.

Fig 25. Multicontainer MC 66, de empleo en el Ejército Alemán



Fuente: <https://solarcontainer.info/home-2/solar-container-2/solar-container%20for%20german%20armed%20forces-2.html>

Fig 26. Plegado de paneles solares dentro del Container.



Fuente: <https://solarcontainer.info/home-2/solar-container-2/solar-container%20for%20german%20armed%20forces-2.html>

3. PROYECTOS MILITARES NACIONALES DE ENERGÍA SOLAR.

a. REFUGIO DE MONTAÑA.

La utilización de energía solar en el Ejército Argentino, comenzó a dar sus primeros pasos con pequeños proyectos de prueba a partir de la sanción en el año 2015, de la Ley 27.191 de energías renovables. Entre las pruebas llevadas figuran, la instalación de paneles solares en el refugio de Montaña en la cima del Volcán LANIN, jurisdicción del Regimiento de Infantería de Montaña 26, provincia de NEUQUÉN. Las pruebas en cuestión, permiten el abastecimiento de energía eléctrica al lugar para brindar la iluminación al refugio y carga de baterías de las radios de comunicaciones del puesto.

Fig 27. Refugio militar en el volcán LANIN alimentado por paneles solares.

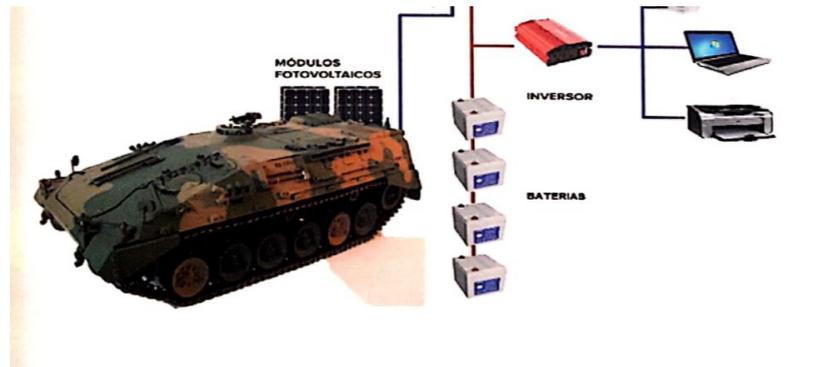


Fuente: <https://www.argentina.gob.ar/noticias/energia-renovable-en-el-refugio-militar-del-volcan-lanin>

b. PANELES SOLARES APLICADOS EN VEHÍCULOS DE COMBATE.

Otras pruebas llevados a cabo, con módulos solares, fue en el Grupo de Artillería Blindado 9 en Colonia SARMIENTO, provincia de CHUBUT, donde en un Vehículo de Combate de Control y Dirección de Tiro (VCCDT) de la familia TAM, se instalaron módulos solares en su parte superior y laterales, para poder satisfacer las necesidades energéticas de los equipos electrónicos de a bordo, como ser, computadoras de cálculo para el tiro de artillería, equipos de comunicaciones, visores nocturnos, entre otros.

Fig 28. Componentes del sistema modular fotovoltaicos del VCCDT



Fuente: Comisión del Arma de Artillería Santa Bárbara. Año 2019.

SECCIÓN IV

CONCLUSIÓN PARCIAL

El mercado de equipos de energía renovables en los últimos años, ha ido marcando una franca evolución, no solo en cuanto a variedad de equipos solares y componentes se refiere (Paneles solares, inversores, baterías, reguladores, etc) sino también en potencia de los mismos según las necesidades. Hoy en día, con el salto cualitativo y cuantitativo de los equipos solares, los mismos se presentan como una alternativa firme de empleo frente a equipos de uso tradicional.

En ese sentido, varios desarrollos de equipos solares expuestos en el presente capítulo han sido producto de la experiencia de otros Ejércitos en guerras recientes, donde han obtenido resultados positivos que impactaron en mejoras en su logística y de vida en campaña.

Los avances tecnológicos de la época, están logrando que los usuarios de estos sistemas energéticos logren cierta autonomía en la producción y abastecimiento de su propia energía, y a su vez logren reducir la servidumbre de energías tradicionales, debido a que existe un mercado de tecnologías innovadoras que lo hace posible y que abarca las más variadas necesidades.

La amplia gama de ingenios tecnológicos que la industria solar ofrece en la actualidad, sumado a las distintas fuentes alternativas de energías renovables, permitiría brindar soluciones adecuadas a la heterogeneidad de sistemas a alimentar y a la variedad de misiones que se puedan llegar a plantear en un escenario de guerra o conflicto potencial.

CAPÍTULO III

FACTIBILIDAD DE EMPLEO DE PANELES SOLARES EN INSTALACIONES MILITARES DE CAMPAÑA

El presente capítulo tiene por finalidad, analizar la factibilidad de empleo de módulos solares fotovoltaicos en las instalaciones militares, sobre la base de datos de campo obtenidos a tal fin, exponiendo ventajas técnicas y de operación de los sistemas fotovoltaicos para luego presupuestar la totalidad del sistema solar al valor de mercado actual, de manera de poder sacar conclusiones.

SECCIÓN I

INSTALACIONES MILITARES DE CAMPAÑA

Las instalaciones militares son “dependencias como cuarteles, puestos, puntos de control e instalaciones necesarias para el funcionamiento, utilizada en acantonamiento o campaña, de forma permanente o transitoria, que permite el normal desarrollo de operaciones y actividades militares tales como educación, instrucción, entrenamiento, apoyo, logística” (RFD – 99 – 01 Terminología Castrense de Uso en la Fuerza Ejército, 2001, p 156).

El Ejército Argentino, como otros ejércitos del mundo, para poder proyectar sus acciones en un teatro de operaciones, debe desplegar una serie de infraestructura e instalaciones desde donde poder sostenerse, es decir, desde donde poder hacer el mantenimiento de sus equipos y vehículos, contar con lugares de alojamientos para las tropas, lugares de cocina y racionamiento, puestos de atención sanitaria, puestos de comandos donde poder planificar, entre otros tipos de instalaciones.

En ese sentido, la configuración de una zona de reunión y sus instalaciones, puede variar según sea la situación del momento, la misión, el ambiente geográfico, la magnitud de las tropas a desplegar, entre otros. Lo cierto es que toda instalación, cualquiera sea su tipo o función que esta cumpla, necesita abastecerse de energía eléctrica para hacer funcionar sus sistemas y equipos. Entre éstos están, los sistemas de iluminación del lugar, radios, computadoras, notebook, TV, cargadores de baterías, impresoras, aires acondicionados, heladeras, celulares, GPS, en definitiva, toda una gama de artefactos imprescindibles para la vida de las tropas en campaña.

Dentro de la variedad y tipos de instalaciones de campaña con que cuenta el Ejército Argentino se pueden mencionar los siguientes:

Fig 30. Instalaciones de Campaña tipo del EA

Tipo	Tamaño		Capacidad Hombres C/Equipo	Peso (Kg)		Volumen En (M3)	
	Piso m2	Altura en m		Sola	Con parantes	Sola	Completa
Carpa 6x6	54	3,50	18	110	240	0,484	0,756
Carpa 6x9 en tres tramos	72	3,50	24	120	270	0,525	0,850
Carpa individual tipo OTAN	2,42	1,30	1	4	5,10	0,018	0,023
Cordillera Antártica:	3,60	1,45	2/4	3,20	3..90	0,045	0,050
Base Esperanza	4.05	2.95	2	15.0	15.0	0.25	0.250
Base Belgrano	4.05	2.95	2	15.0	15.0	0.15	0.150
Comando	23.0	2.50	Pl My	92.0	140.00	0.40	0.600
Multiuso (chica)	54.0	2.50	28	118	185.00	0.50	0.600
Multiuso (mediana)	75.0	2.50	38	151	238.00	0.65	0.800
Multiuso (grande)	96.0	2.50	48	184	291.00	0.80	1.000

Fuente: PT 22 – 03 Datos Logísticos de Intendencia Ed. 2003.

Fig 31. Instalación de carpas Puesto Comando y dependencias del EA



Fuente: <https://www.argentina.gob.ar/noticias/la-sanidad-del-ejercito-en-apoyo-de-la-salud-publica>

Fig 32. Instalación de carpas y módulos sanitarios del Hospital Reubicable del EA.



Fuente: <https://simplementeevita.com.ar/hosp-movil-ea/>

Fig 33. Carpa Módular de Proposito General.



Fuente: <https://desarrollodefensaytecnologiabelica.blogspot.com/2017/08/el-ejercito-argentino-licita-la.html>

Fig 34. Instalación tipo Refugio de Montaña



Fuente: <https://www.argentina.gob.ar/noticias/los-custodios-del-lanin>

Fig 35. Instalación tipo, Módulos de comunicaciones e informática.



Fuente: <https://www.argentina.gob.ar/ejercito/medios-estructura/comunicaciones>

Fig 36. Instalación tipo, Módulos habitacionales



Fuente: <https://www.argentina.gob.ar/noticias/incorporamos-nuevos-materiales>

SECCIÓN II

DISEÑO DE SISTEMA FOTOVOLTAICO

Los artefactos eléctricos, según normas IRAM, debe detallar en sus indicaciones técnicas, la cantidad de kW de energía necesaria para poder funcionar, un ejemplo que se puede tomar, es el caso de una notebook de oficina, la cual necesita por lo general de 40 W de potencia para funcionar. Existen dos unidades de medida para medir la energía eléctrica, estas son el kW y el kW/h. La primera se utiliza para medir la potencia y la siguiente para medir el consumo. Ambas son importantes para determinar el consumo y el importe a pagar en una factura de luz.

Por un lado, el kilovatio (kW) es la unidad que se utiliza para medir la potencia eléctrica, su unidad básica es el vatio (W), siendo un kW equivalentes a 1.000 W. La misma, indica la cantidad de energía suministrada.

En materia de suministro eléctrico, el kW se emplea, para expresar la potencia contratada por un inmueble. Esta potencia, definirá la cantidad de electrodomésticos que se puedan hacer funcionando a la misma vez.

La potencia contratada expresada en Kw, dependerá del tipo de instalación eléctrica. La misma, puede ser monofásica o trifásica. En la primera, todos los kW de potencia pueden ser empleados a lo largo del circuito de la instalación, mientras que, en la trifásica, cada circuito tendrá acceso a una cantidad determinada de kW.

Por otro lado, el kilovatio hora (kW/h) es la unidad que expresa la relación entre la energía y el tiempo. Se utiliza para medir el consumo de energía en kilovatios por hora. Tanto kW como el

kW/h, determinan el importe de la factura de luz a pagar. Uno expresa el valor monetario por la potencia mientras que el otro, el valor por el consumo de energía junto a la cantidad de consumo producida.¹³

El poder contar con el dato técnico del consumo eléctrico de cada artefacto que compone una instalación, permitirá determinar a partir de la aplicación de una fórmula preestablecida, la cantidad de paneles necesarios para un sistema fotovoltaico, siendo dicha fórmula la siguiente:

$$\text{CANTIDAD DE PANELES: } \frac{E / 0,75 \%}{\text{HSP} \times \text{Rendimiento de trabajo} \times \text{WP}}$$

- **E:** Consumo total necesario de energía para la instalación.
- **0,75%:** Porcentaje de rendimiento de la instalación.
- **HSP:** Hora solar Pico: Horas equivalente que brilla el sol a una intensidad de 1000 W /m2 para obtener la insolación total de un día, según zona geográfica.¹⁴
- Rendimiento de trabajo de 0,7 a 0,8 de los paneles solares por ensuciamiento o deterioro.
- **Wp:** Potencia del panel seleccionado.

A modo de ejemplo, se tomará una instalación tipo como los descritos en la Sección I del presente capítulo, como ser un Puesto de Comando tipo, donde se nombrará los artefactos que allí se pueden encontrar normalmente junto a las potencias (W) requeridas para su funcionamiento. A estos datos, se aplicará la fórmula especificada más arriba para determinar la cantidad de paneles solares necesarios para alimentar dicha instalación, sin descuidar el factor de radiación solar (HSP).

Tipo de Instalación: PUESTO DE COMANDO.

Tipo Sistema Fotovoltaico: OFF GRID - AISLADO DE LA RED ELÉCTRICA.

Fig 37. Cuadro de consumo.

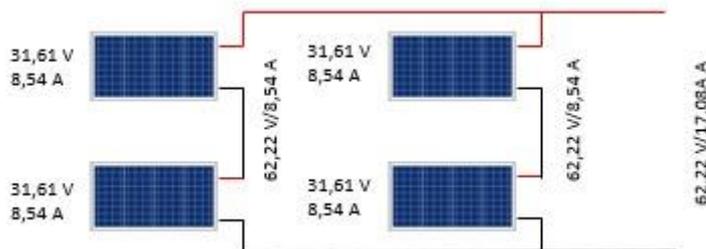
Nro	Equipo	Potencia promedio (Watt)	Tiempo promedio de uso (hs)	Cant Un(s)	Potencia Watt/día	Observaciones
1	Notebook	40	8	6	1920W	
2	Impresora Laser	65	2	1	130W	

¹³ <https://tarifasgasluz.com/faq/diferencia-kw-kwh>

¹⁴ https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/guia_del_recurso_solar_anexos_final.pdf

3	Radio HARRIS MPR - 9600	12	24	1	288W	
4	Radio HARRIS RF - 7800	1	24	1	24W	
5	Luminaria bajo consumo.	14	5	5	350W	
6	Proyector Epson Powerlite X39 3500 Lúmenes Hdmi.	326	2	1	326W	
-----	TOTAL				2174 Watts	Potencia de consumo necesario para el funcionamiento de la instalación.
-----	-----				270 Wp (WP)	Potencia de los paneles seleccionados para ser empleados en la instalación.
-----	-----				Horas de sol promedio (HSP)	HSP: 4,6 hs (Valor según tabla solar para la zona de Buenos Aires).
$\text{CANTIDAD DE PANELES} = \frac{E / 0,75}{\text{HSP} \times \text{rend trabajo} \times \text{WP}} = \frac{2174 \text{ W} / 0,75}{4,6 \text{ hs} \times 0,8 \times 270} = \frac{3038}{993,6}$ <p style="text-align: center;">Resultado = 3,06 Paneles.</p> <p style="text-align: center;">Redondeo en 4 Paneles de 270Wp. Potencia en paneles: 1080 Wp. Material de paneles de policristalinos. Inclinación del 56%</p>						

Fig 38. Diseño de la estructura de paneles en serie - paralelo.



Fuente: C&S Innovación y Tecnología

El procedimiento visto mediante la fórmula de número de paneles solares, puede ser aplicado a las distintas zonas geográficas del país, ya que dicho procedimiento es común para los distintos entornos de nuestro territorio. En ese sentido, la única variable será la Hora Solar Pico (HSP), ya que la medición de la radiación solar será distinta según la zona geográfica donde se ubique el

sistema fotovoltaico. Dependiendo del dato de radiación solar, el resultado en cantidad de paneles y componentes del sistema serán distintos, como ser la cantidad de baterías, inversores, reguladores, entre otros.

En el siguiente cuadro, cada componente del sistema fotovoltaico (Off - Grid) será valorizado al costo actual de mercado para poder tener una referencia monetaria sobre el costo financiero de un sistema fotovoltaico tipo a fin de aportar elementos de juicio que permitan arribar a una conclusión al final del presente capítulo:

Fig 39. Sistema Fotovoltaico OFF – GRID Valorizado.

Nro	Componentes	Cantidad necesaria	Costo unitario en pesos	Subtotal en pesos	Subtotal en Dólares
1	Panel Solar PS – 270 270 Wp	4	16.397,00	65.588,00	624,64
2	Regulador de carga para paneles solares ENS-60 -12/24	1	21.860,00	21.860,00	208.19
3	Batería de ciclo profundo AGM RITAR DC-12 150	2	67.074,00	131.176,00	1249,29
4	Inversor de Potencia IE -3000 - 24	1	57.200,00	57.200,00	544,76
			TOTAL	\$ 275.824,00 (1)	USD 2626,88 (2)

Fig. Cuadro de Componentes valorizados.

Fuente: <https://enertik.com.ar/kit-energia-solar-off-grid-hogar-full>.

(1) Valores expresados al contado en pesos argentinos con I.V.A incluido al 12Nov21.

(2) Valores expresados en dólares estadounidenses según cotización del dólar oficial del BNA al 12Nov21.

Varios componentes de la situación mundial como ser, los grandes avances tecnológicos alcanzados en materia de energías limpias, el aumento en las potencias instalada de energía por parte de las grandes potencias, la problemática del cambio climático en los acuerdos de PARIS, dan fuertes indicios de una ampliación en el empleo de las energías renovables para las próximas décadas. En ese sentido, es probable que los cambios dados en el entorno energético conduzcan en los próximos años a un nuevo paradigma con respecto al empleo de las energías.

Uno de los grandes desafíos que el mundo actual enfrenta, al margen del cambio climático, es la búsqueda de nuevos vectores energéticos menos contaminantes a los de origen fósil. Al presente, las energías renovables han logrado un protagonismo relevante en el ámbito energético. Algunas de las ventajas que ofrece los sistemas fotovoltaicos son:

En caso de emprender un cambio energético en las Fuerzas Armadas en el corto/mediano plazo, el mercado civil ofrece en ese sentido muchos productos los cuales se podrían adaptar para su empleo en el medio militar. El reto a corto/ mediano plazo para las FFAA, sería desarrollar equipos solares militarizados con tecnologías que ofrecen el mercado y que otorguen claras ventajas en su empleo y que puedan reunir características particulares como ser:

- ✓ Adaptación al entorno: Para su empleo en entornos para actuar bajo condiciones climatológicas adversas, ser confiable, robusto, firmas térmicas, acústicas y visuales.
- ✓ Simpleza para el despliegue: La temporalidad de las instalaciones en campaña hace que los sistemas de generación de energía solares, sean desplegados, modulares y estandarizados.
- ✓ De uso dual: Los desarrollos de equipos que en el futuro puedan llegar a darse dentro de la Fuerza, los que podrían tener doble propósito, para el uso en operaciones militares, como para el empleo en el ámbito civil. En esta última, como ser operaciones de apoyo a la comunidad, catástrofes naturales, interrupciones en el suministro de energía, etc.

SECCIÓN III

REPORTE DE GENERACIÓN DE ENERGÍA.

Como aporte al presente TFI, la Empresa C&S Tecnología e Innovación, presenta DOS (2) casos prácticos de sistemas de paneles solares “On Grid” instalados en DOS (2) lugares distintos de la Provincia de BUENOS AIRES, cuyos datos de campo fueron suministrados al presente trabajo como datos de referencia. En ambos reportes, los datos arrojados por los sistemas fueron los siguientes:

1. Reporte Nro 1

Ubicación: Caracas 632, CABA. (Oficinas de C&S Comunicación y Sistemas S.A)

Tipo de sistema: “On Grid”

Potencia en Paneles: 960W (12 paneles de 80W)

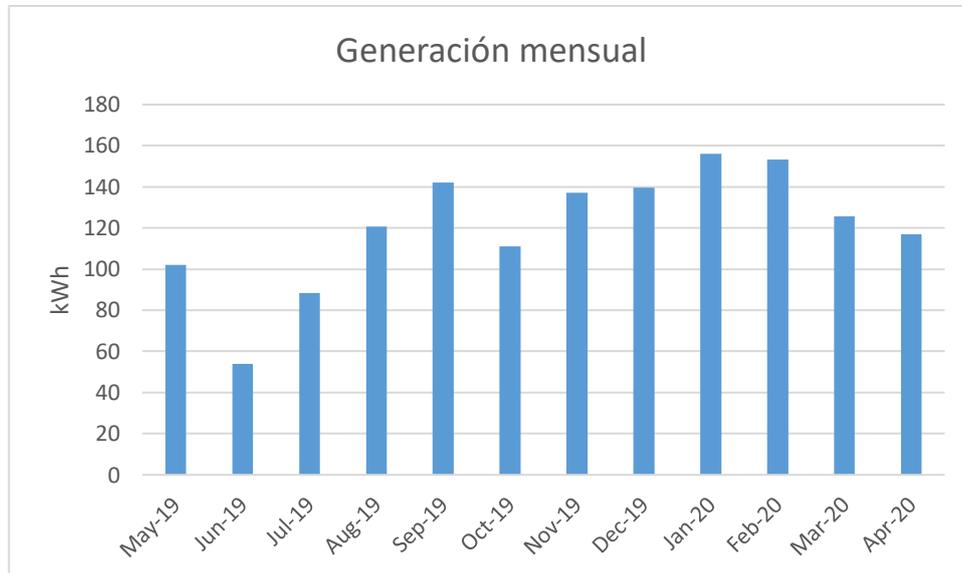
Potencia de interconexión: 3000 W

Intervalo considerado entre los meses de MAYO de 2019 a ABRIL de 2020.

Durante el intervalo de tiempo, el sistema fotovoltaico reportó un total de 1.447,14 kWh entregados. Considerando la inclinación y orientación de los paneles, la radiación recibida durante ese intervalo de tiempo se estima en 1806 HSP, con la cual el rendimiento del sistema fotovoltaico

se estimó en 81,8%. En la gráfica se muestra la energía generada mensualmente durante el intervalo considerado.

Fig 40. Reporte de generación de energía May19 / Abr20



Fuente: C&S Innovación y Tecnología

Del primer reporte, la cantidad de energía generada por la instalación solar fotovoltaica, en forma mensual es por demás considerable y de algún modo suficiente para alimentar a los distintos componentes de una instalación tipo puesto de comando como los descritos en la Sección I del presente capítulo, a excepción del mes de JUNIO, el cual reporta una generación apenas por debajo del requerido. Dicho mes generó según el reporte 55Kw, lo que dividido 30 días del mes, da un promedio de 1,83Kw por día, levemente por debajo del valor requerido por el puesto comando ($2140W = 2,14Kw$).

2. Reporte Nro 2

Ubicación: Carlos Pellegrini 4000, Ciudadela, Buenos Aires. (DAHE - Dirección de Asuntos Histórico del Ejército)

Tipo de sistema: “On Grid”

Potencia en Paneles: 2,8 kW (28 paneles de 100W)

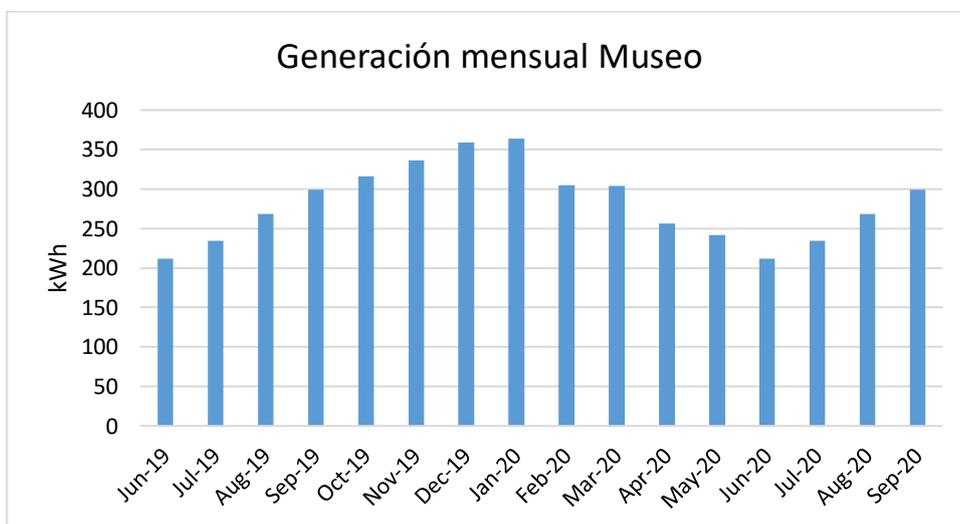
Potencia de interconexión: 3000 W

Intervalo considerado de medición de datos de JUNIO de 2019 a SEPTIEMBRE de 2020

Durante ese intervalo de tiempo, el sistema fotovoltaico reportó un total de 4.508,7 kWh entregados. Considerando la inclinación y orientación de los paneles, la radiación recibida durante ese intervalo de tiempo se estima en 2.388,2 HSP, con la cual el rendimiento del sistema fotovoltaico se estimó en 67,4%. En la gráfica se muestra la energía generada mensualmente durante el intervalo considerado.

Es importante considerar que el sistema cuenta con un dispositivo “Antirreflex” que evita que se envíe energía más allá del medidor. Por eso el rendimiento del sistema fotovoltaico puede ser notablemente bajo, especialmente si hay intervalos de tiempo grandes con baja o nula demanda energética.

Fig 41. Reporte de generación energía Jun19 / Sep20



Fuente: C&S Innovación y Tecnología

SECCIÓN IV

CONCLUSIONES PARCIALES

- a. La variedad de formatos y tamaños de instalaciones militares empleados dentro del ámbito del Ejército, representan una considerable infraestructura de campaña y a su vez, una carga logística importante de mantener, en términos de equipos de generación de energía eléctrica y combustible.
- b. El oportuno asesoramiento técnico sobre un sistema solar sumado a los datos de consumo de los artefactos eléctricos de una instalación, permiten el diseño de un sistema solar tipo acorde a las necesidades. (Fig. 37)

- c. La obtención de componentes solares homologados tanto a nivel local como regional, facilita la adaptabilidad técnica e instalación de los sistemas fotovoltaicos y de sus componentes en las distintas instalaciones existentes.
- d. La amplitud del mercado de componentes solares sumado a los avances tecnológicos en materia energética, permiten el acceso a la obtención de sistemas solares a costos razonables para una organización y/o institución. (Fig.39)
- e. Los datos registrados en los reportes de energía (reporte Nro 1 y 2), en sistemas fotovoltaicos de similares características a la Fig 9, permite apreciar la viabilidad de abastecer de energía solar a una instalación tipo, sin necesidad de utilizar generadores de energía tradicional.

SECCIÓN V

CONSIDERACIONES A FUTURO

El Ejército Argentino como institución armada y defensor de los intereses vitales de la Nación, se podría ver afectado por estos cambios, por lo que estaría comprometido a buscar en el corto plazo otras fuentes de energía alternativas para no verse afectado en su rol estratégico de defensor del territorio nacional, ante factores desfavorable como ser, escasos de hidrocarburos, suba en los costos, entre otros y que dificulten su obtención.

La búsqueda en el corto plazo de una mejora en la eficiencia energética, sumado al desarrollo de equipos de energías renovables dentro del ámbito de las Fuerzas Armadas, podría impactar sobre tres factores importantes:

- ✓ Efectividad en la misión: El amplio uso de combustibles fósiles como principal vector energético en bases aisladas, representa una elevada vulnerabilidad para las columnas de abastecimientos logísticas y el consiguiente desvío de recursos materiales y humanos que se necesitan para su protección, lo que resta efectividad a la misión principal. La autogeneración de energía en las bases aisladas, permitiría optimizar recursos y aumentaría la efectividad en la misión.

- ✓ El coste operativo: Sostener logísticamente a una organización, mediante el transporte y abastecimiento de energía (combustible), implica un elevado costo logístico. Generar la energía necesaria en el lugar, ayudaría a bajar los costos de transporte y abastecimiento de combustibles.
- ✓ Reducción proporcional: El consumo de energía en bases o zonas de reunión, por ejemplo, es sólo una parte proporcional del total, por lo que el mayor potencial de reducción de los consumos a corto plazo se da en esos lugares, dado que permiten realizar mejoras o sustituciones de equipos.

Actualmente existen equipos solares y eólicos (sistemas híbridos), que otorgan a las organizaciones usuarias, de un sistema de generación de energía eléctrica flexible, adaptables a la misión y al ambiente donde deban operar, brindando fiabilidad al suministro eléctrico, mediante la combinación de energía solar y eólica o ambas al mismo tiempo.

Situaciones posibles que se podrían llegar a plantear estaría depender logísticamente de terceros actores, lo que potenciaría en gran manera una situación desfavorable, por lo que lograr la independencia energética o de autogeneración de energía, resultaría de importancia para no verse afectado en su funcionamiento, logrando un incremento en el margen de seguridad y fiabilidad de futuras misiones.

En caso de emprender este camino de cambio energético en nuestras Fuerzas Armadas en el corto plazo, el mercado civil ofrece en ese sentido muchos productos los cuales se podrían adaptar para su empleo en el medio militar, por lo que el reto a largo plazo para nuestras FFAA, sería desarrollar equipos solares con tecnologías que otorguen ventajas notorias en su empleo y que reúnan características particulares como ser:

- ✓ Adaptación al entorno: Para su empleo en entornos para actuar bajo condiciones climatológicas adversas, ser confiable, robusto, firmes térmicas, acústicas y visuales.
- ✓ Simpleza para el despliegue: La temporalidad de las instalaciones en campaña hace que los sistemas de generación de energía solares, sean desplegables, modulares y estandarizados.
- ✓ De uso dual: Los desarrollos de equipos que en el futuro puedan llegar a darse dentro de la Fuerza, lo podría hacer con una doble finalidad, tanto para el uso en operaciones militares, como para el empleo en el ámbito civil, como ser en operaciones de apoyo a la comunidad ante catástrofes naturales, interrupciones en el suministro de energía, etc.

La visión actual que los ejércitos más avanzados del mundo tienen sobre las bases y campamento, es que estos lugares funcionen como un centro logístico de distribución para el aprovisionamiento de combustible y baterías de las unidades que se encuentran desplegadas. Con esto, lo que se busca, es que las zonas de reunión de las tropas, funcionen como un nodo de producción, almacenamiento y distribución de diversos vectores energéticos.

CONCLUSIÓN FINAL

Los enormes cambios tecnológicos que se vienen dando en el sector de las energías renovables, a nivel nacional e internacional, nos hacen tomar conciencia, que este cambio en el modelo energético representa un gran desafío para nuestras Fuerzas Armadas de cara al futuro. No solo en lo que se refiere a la incorporación de nuevas tecnologías, al cambio cultural de la organización, en la doctrina, en el adiestramiento, sino que representa una oportunidad única para lograr la independencia energética necesaria de las energías tradicionales o al menos de forma parcial, en lo que se refiere al sostenimiento de bases e instalaciones en campaña.

Dicho cambio, impactaría de forma positiva en la reducción de la servidumbre logística, ayudando a mitigar por lo menos un pequeño porcentaje del gasto en el presupuesto de la Fuerza. Asimismo, se podría optimizar recursos hacia otras áreas, mediante la implementación de sistemas energéticos seguros y confiables, altamente probados en el ámbito civil y en conflictos como IRAK y AFGÁNISTAN. Para una organización militar, el tener la posibilidad de generar su propia energía para autoabastecer, representa un factor de fuerza de gran valor ante los vaivenes del presente. Ese valor se potencia más aún ante factores adversos como ser desastres naturales, sabotajes, ataques a lugares estratégicos de energía, ante escases de recursos, costos, etc. Ante todo, esto, se debería considerar el conocimiento y experiencia de otros ejércitos, sobre como diseñan y aplican soluciones inteligentes a sus necesidades energéticas aprovechando las bondades que las energías renovables ofrecen. Por último, se puede afirmar a partir de los contenidos desarrollados en el presente TFI, que es factible la implementación de una energía renovable como ser la solar en instalaciones militares de campaña, como contribución al sostenimiento logístico en una zona de operación. Esta afirmación basada en los avances tecnológicos existentes en materia energética, en un amplio mercado de componentes solares, en datos de campo suministrados por la empresa C&S, y en los recursos humanos y técnicos y financieros para poder llevarlos a cabo. La organización que

adopte este tipo de sistema para abastecerse de energía renovable tendría que efectuar una inversión inicial para obtener los recursos a nivel local y la capacitación para el personal y una reinversión para el mantenimiento de los equipos. A continuación, y como resumen final se expondrá las ventajas y desventajas de dicho sistema.

NRO	VENTAJAS	DESVENTAJAS	OBSERVACIONES
1	Instalación sencilla.	Para producir grandes cantidades de energía. requiere de importantes instalaciones	
2	Los Paneles solares tienen una vida útil de 25 a 30 años.		
3	Requieren un mínimo de mantenimiento		
4	Funcionamiento silencioso, no generan ruido alguno.		
5	Son fácilmente adaptables a casi cualquier tipo de inmuebles.		
6	Sus módulos fotovoltaicos se pueden fabricar en el país de diferentes tamaños según la necesidad.		
7	Los componentes solares a diferencia de los componentes de sistemas eólicos son más fáciles de transportar por su volumen y peso.		
8	Independiente de la red de energía eléctrica		
9	Su costo financiero es más rentable a medida que la tecnología avanza.		Según figura 39
10	Expectativa de vida de la batería, de 6 a 8 años, dependiendo de las condiciones de uso.		

BIBLIOGRAFÍA

- 1) Rifkin J (2011). *La Tercera Revolución Industrial*: España: Paidós.
- 2) Barbera Santos D. (2019) *Introducción a la energía fotovoltaica*. p 1.
- 3) Silveira da Rosa G. (2004) *Pico de Hubbert e o futuro da produção mundial de petróleo*. Revista DO BNDES. Vol 11, Nro 22, p 26. Río de Janeiro, Brasil.
- 4) Revista de la Comisión del Arma de Artillería Santa Bárbara. (2019). Edición Nro.
- 5) Ejército Argentino (2003) Datos Logísticos de Intendencia. (PT 22 -03). Buenos Aires: Departamento Doctrina.
- 6) Ejército Argentino (2001) Terminología Castrense de Uso en la Fuerza Ejército. (RFD – 99 – 01). Buenos Aires: Departamento Doctrina.
- 7) GARCÍA PAZ J.M (2017) *Estudio e implementación de paneles fotovoltaicos en mochilas de logística para consumos de equipos auxiliares*. (Trabajo fin de grado). Centro Universitario de la Defensa en la Escuela Naval Militar, Marín, España.
- 8) Comité Regional de la CIER para Centroamérica y el Caribe (2017): “Panorama Energético Mundial, un mundo en transformación”. Costa Rica.
- 9) ESTEVES B. (2011). *Democratización energética 100% renovable: la energía del futuro. Análisis jurídico-institucional comparado de las energías renovables en la Argentina y Alemania: recomendaciones de políticas públicas para su desarrollo*.
- 10) QUINTERO CASTRO A. (2017) *Propuesta sostenible para la autogeneración de energía eléctrica en las viviendas de la Base Militar de COROZAL – SUCRE*. (Trabajo fin de grado) Universidad E.A.N. Bogotá. Colombia.