

Centro Universitario de la Defensa en la Escuela Naval Militar

TRABAJO FIN DE GRADO

Estimaciones de las necesidades energéticas de la Fuerza de Infantería de Marina en Operaciones

Grado en Ingeniería Mecánica

ALUMNO: AA. Diego Villaverde Guldrís

DIRECTORES: Carlos Ulloa Sande

Andrés Suarez García

CURSO ACADÉMICO: 2015-2016

Universidade Vigo



Centro Universitario de la Defensa
en la Escuela Naval Militar

TRABAJO FIN DE GRADO

Estimaciones de las necesidades energéticas de la Fuerza de Infantería de Marina en Operaciones

Grado en Ingeniería Mecánica

Intensificación en Tecnología Naval

Infantería de Marina

Universidade Vigo

RESUMEN

Las estimaciones de las demandas energéticas de las unidades de la Fuerza de Infantería de Marina de la Armada Española, cuando éstas se encuentran desplegadas en cualquier lugar del planeta, operando en todo tipo de escenarios y por periodos de tiempo determinados, deben ser tenidas en cuenta a la hora de dimensionar los apoyos con los que habrá que dotar a dichas organizaciones operativas, para lograr el éxito en el cumplimiento de su misión.

En este Trabajo de Fin de Grado, se desarrolla una metodología para poder conocer de antemano, cuáles serán las demandas energéticas tanto de índole eléctrica como térmica, derivadas del empleo de ciertos equipos e instalaciones con los que necesariamente habrán de contar las unidades, para desarrollar de manera eficaz las operaciones en las que se vean envueltas y también para satisfacer las necesidades orientadas a garantizar cierta calidad de vida a sus combatientes.

Como cabría esperar, debido a la cantidad y complejidad de los factores a tener en cuenta para realizar las estimaciones, ha sido necesario realizar a lo largo de todo el Trabajo, una concienzuda labor de simplificación y parametrización pero siempre, desde una perspectiva realista basada en el planteamiento de suposiciones creíbles e inspiradas en la experiencia de anteriores despliegues.

PALABRAS CLAVE

Fuerza expedicionaria, equipos de consumo, perfiles de uso, climatología, demanda energética.

AGRADECIMIENTOS

A mis tutores, D. Carlos Ulloa y D. Andrés Suarez por su guía, apoyo y colaboración en la realización de este Trabajo.

CONTENIDO

Contenido 1

Índice de Figuras 4

Índice de Tablas 6

1 Introducción y objetivos 8

1.1 Motivación del Trabajo 8

1.2 Estructuración del Trabajo 11

1.3 Objetivos 11

1.3.1 Objetivos Generales 11

1.3.2 Objetivos Específicos 11

2 Estado del arte 12

2.1 Política energética para la infraestructura de la fuerza desplegada. OTAN 12

2.1.1 Proyecto "Sustainable Military Compounds" 12

2.1.2 SENT 13

2.1.3 ENSEC CaE 13

2.2 Política energética en el Ministerio de Defensa [*9*] 13

2.2.1 Proyecto "Cénit" 14

2.2.2 Proyecto sobre "Energía Geotérmica en la Armada" 14

2.2.3 Proyecto de investigación "Plan de gestión energética en campamentos militares (PGEMi)" del CEMIX (Centro Mixto Universidad de Granada-Mando de Adiestramiento y Doctrina del Ejército de Tierra) [**10**] 14

2.3 Capacidad expedicionaria de la Fuerza de Infantería de Marina 15

2.3.1 Operación "Libre Hidalgo" 15

2.4 Relevancia del uso de pilas y baterías 17

2.4.1 Pilas convencionales 18

2.4.2 Baterías recargables 18

2.4.3 Baterías híbridas 19

2.4.4 Reciclado de pilas y baterías recargables 20

3 Equipos de consumo 21

3.1 Equipos de consumo eléctrico 21

3.1.1 Equipos de uso individual 22

3.1.2 Equipos de uso colectivo 32

3.2 Equipos de consumo térmico 36

3.2.1 Raciones de Campaña 36

3.2.2 Tiendas Modulares Drash 39

4 Unidades y equipos 41
4.1 Pelotón de Fusiles [*16*] 41
4.2 Equipo Operativo de Seguridad [*17*] 42
4.3 Sección de Fusiles [*12*] 43
4.4 Compañía de Fusiles [*12*] 44
4.5 Batallón de Desembarco (BD) [*19*] 46
4.6 Agrupación Reforzada de Desembarco (ARD) 48
5 Metodología para la estimación de demandas eléctricas 50
5.1 Introducción 50
5.2 Perfiles de uso de los equipos 51
5.2.1 Equipos de uso individual 51
5.2.2 Equipos de uso colectivo 52
5.3 Consumos de los equipos en función de los perfiles de uso 53
5.4 Demanda eléctrica por equipos y unidades 54
5.4.1 Pelotón de Fusiles 55
5.4.2 Equipo Operativo de Seguridad 56
5.4.3 Sección de Fusiles 57
5.4.4 Compañía de Fusiles-Subgrupo Táctico 58
5.4.1 Batallón de Fusiles-Grupo Táctico 59
5.4.2 Agrupación Reforzada de Desembarco 61
6 Metodología para la estimación de demandas térmicas 67
6.1 Introducción 67
6.2 Estudio de los factores climáticos 68
6.2.1 Clasificaciones climáticas globales 69
6.2.2 Clasificación climática de Köppen [**21**] 70
6.3 Equipos de consumo térmico y perfiles de uso 74
6.4 Herramientas de software 76
6.4.1 Obtención de los datos meteorológicos. Meteonorm 7 76
6.4.2 Modelado de la tienda. Google SketchUp 8 76
6.4.3 Diseño del sistema. Trnsys 17 76
6.5 Validación del modelo 77
6.6 Proceso de simulación 78
6.7 Resultados obtenidos de la simulación 79
6.7.1 Descarga de los archivos meteorológicos 79
6.7.2 Introducción de los datos o inputs en el sistema 79
6.8 Estimación final de las demandas energéticas 84

6.8.1 Estimaciones de las demandas energéticas. DRASH técnica. 84
6.8.2 Estimaciones de las demandas energéticas. DRASH habitabilidad 85
7 Conclusiones y líneas futuras 86
7.1 Conclusiones 86
7.2 Líneas futuras 87
8 Bibliografía 88
Anexo I: Simulación tienda habitabilidad 90
Anexo II: Simulacion tienda técnica 99

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1-1. Infantes de Marina españoles [*22*] 10
Figura 2-1. Operación "L-H". Desembarco [24] 15
Figura 2-2. Operación "L-H". Base "Isla de León" [24] 16
Figura 2-3. Descarga típica de pilas comerciales [25] 17
Figura 3-1. Equipos de uso individual [*22*] 22
Figura 3-2. Iluminador IR A/NPEQ-2A [*11*] 23
Figura 3-3. Linterna M3X [*11*] 24
Figura 3-4. Visor holográfico HWS 552 [*26*] 24
Figura 3-5. Visor nocturno A/NPVS-14 [*11*] 25
Figura 3-6. Equipos de comunicaciones IM [*22*] 28
Figura 3-7. PR4G 9100 [*22*] 29
Figura 3-8. PR4G 9200 [*22*] 30
Figura 3-9. Relación temperatura-capacidad pilas comerciales 31
Figura 3-10. Base militar [*9*] 32
Figura 3-11. Contenedores uso militar [*9*] 33
Figura 3-12. Tienda DRASH [*13*] 34
Figura 3-13. Ración de 24 horas [*9*] 36
Figura 3-14. Hornillo y pastilla de combustible 37
Figura 3-15. Raciones de campaña [*9*] 37
Figura 3-16. Cocina de campaña 38
Figura 3-17. Complejo tiendas DRASH 39
Figura 4-1. Pelotón de Fusiles de IM [*22*] 41
Figura 4-2. EOS IM [*22*] 42
Figura 4-3. Seccion de Fusiles de IM [*22*] 43
Figura 4-4. Cía de Fusiles de IM [*22*] 44
Figura 4-5. Batallones de IM [*22*] 46
Figura 4-6. Proyección estratégica [*22*] 48
Figura 6-1. Afganistán clima desértico [*9*] 68
Figura 6-2. Afganistán clima de montaña [*9*] 68
Figura 6-3. Infantes de Marina españoles en Bosnia [*22*] 69
Figura 6-4. IM Fuerza Expedicionaria desde 1537 70
Figura 6-5. Helicóptero 5ª Esc. en clima de montaña [*22*] 72
Figura 6-6. Mapa W. Koppen [*21*] 73
Figura 6-7. DRASH a bajas temperaturas [*13*] 74

Figura 6-8. Complejo tiendas DRASH [*13*].....75
Figura 6-9. Tienda DRASH y estación meteorológica [*28*].....77
Figura 6-10. Vista general campamento [*28*].....77
Figura 6-11. Esquema simulación.....78
Figura 6-12. Datos Meteonorm.....79
Figura 6-13. Sistema para DRASH.....79
Figura 6-14. Importación modelo.....80
Figura 6-15. Introducción datos meteo.....80
Figura 6-17. Infiltraciones nocturnas.....81
Figura 6-16. Infiltraciones diurnas.....81
Figura 6-18. Estimaciones DRASH técnica.....84
Figura 6-19. Demandas energéticas. DRASH habitabilidad.....85

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 3-1. Baterías equipos optoelectrónicos 26
Tabla 3-2. Autonomía equipos optrónicos 26
Tabla 3-3. Energía pilas comerciales 27
Tabla 3-4. Energía pilas equipos optrónica (Wh) 27
Tabla 3-5. Consumos equipos optrónicos (W) 27
Tabla 3-6. Consumo PR4G 9100 29
Tabla 3-7. Consumo PR4G 9200 30
Tabla 3-8. Receptores y potencias asociadas 33
Tabla 3-9. Consumo tiendas DRASH 35
Tabla 3-10. Consumo raciones de campaña 38
Tabla 4-1. Equipos de consumo. Pelotón de Fusiles 42
Tabla 4-2. Equipos de consumo. Equipo Operativo de Seguridad 43
Tabla 4-3. Equipos de consumo. Sección de Fusiles 44
Tabla 4-4. Equipos de consumo. Sub-grupo Táctico 45
Tabla 4-5. Equipos de consumo. Grupo Táctico 47
Tabla 4-6. Equipos de consumo. ARD 49
Tabla 5-1. Perfiles equipos comunicaciones 52
Tabla 5-2. Perfiles uso contenedores 52
Tabla 5-3. Perfiles uso tiendas DRASH 53
Tabla 5-4. Consumo equipos optoelectrónicos 53
Tabla 5-5. Consumo equipos comunicaciones 53
Tabla 5-6. Consumos contenedores 54
Tabla 5-7. Consumos tiendas DRASH 54
Tabla 5-8. Consumo total Pelotón 55
Tabla 5-9. Consumo total EOS 56
Tabla 5-10. Consumo total Sección 57
Tabla 5-11. Consumo total Compañía 58
Tabla 5-12. Consumo total BD 60
Tabla 5-13. Consumo total ARD 63
Tabla 5-14. Consumos totales pequeñas unidades 64
Tabla 5-15. Consumos totales grandes unidades 65
Tabla 6-1. Tipos climatológicos 71
Tabla 6-2. Nomenclatura climas 72
Tabla 6-3. Localizaciones zonas Koppen 74

1 INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

1.1 Motivación del Trabajo

Las operaciones militares requieren el empleo de medios humanos y materiales que a su vez, llevan asociados ciertos consumos energéticos de diversa índole. El escenario actual está condicionado por el desarrollo tecnológico que han experimentado los sistemas y equipos pero las condiciones en las que la Fuerza desarrolla sus misiones siguen siendo motivo de estudio.

Las estimaciones son válidas para tiempo de paz, situaciones de crisis o conflicto y además, tienen un marcado carácter conjunto-combinado para poder ser aplicadas a todos los países y ejércitos involucrados en las operaciones.

Más allá de las consideraciones logísticas o de personal y el beneficio económico de la reducción del consumo energético, es necesario tener en cuenta criterios medioambientales, operacionales y estratégicos que posibiliten la mejora de la eficiencia energética de la fuerza desplegada en operaciones. Cada operación es diferente y la solución energética óptima depende de numerosos factores como son la localización, condiciones meteorológicas, disponibilidad de medios en zona, tamaño y estructura del despliegue, concepto y fase de la operación, entre otros. Para conseguir la mejora en la eficiencia energética, habría que tener en cuenta tres principios fundamentales: [***I***]

Modularidad: La infraestructura de la fuerza desplegada (IFD), está diseñada y desarrollada como un sistema completamente integrado que puede ser mejorado según los cambios en la naturaleza de las operaciones y los propios requerimientos de la infraestructura. Comprende todas las instalaciones necesarias para apoyar a las unidades militares en sus despliegues. Dentro del concepto de la infraestructura, el campamento debe ser considerado como un sistema complejo en el que todos los espacios están conectados e interrelacionados.

Desplegada en base a unos estándares, la IFD es el resultado de la adición de ciertos módulos básicos que satisfacen los requisitos de la Fuerza. Un módulo puede proporcionar por sí mismo cierta capacidad en función del tamaño del despliegue; estos servicios van desde los puestos de mando y comunicaciones, depósitos de munición, hasta aquellos dedicados a habitabilidad, cocinas, comedores, duchas, etc. A su vez, el diseño modular del sistema de generación de energía deberá adecuarse a las necesidades del despliegue; por ello, todos los equipos consumidores deben ser tenidos en cuenta para evitar desajustes por exceso o defecto.

Interoperabilidad: Para ser interoperable, se han estudiar los diferentes estándares de las fuerzas que formen parte de una coalición en un determinado despliegue. Los equipos generadores y aparatos eléctricos deberían ser capaces de operar bajo cualquier circunstancia y se han de tener en cuenta

además, las capacidades de la nación anfitriona en materia energética. A su vez, el sistema de gestión energético debe poder monitorizar la demanda en tiempo real y controlar las fuentes de energía y almacenaje para contribuir a la eficiencia global del despliegue.

Durante la fase de planeamiento, las fuerzas que contribuyan al despliegue deben ser capaces de proporcionar un inventario completo de sus capacidades en materia de generación, así como una relación exhaustiva de los equipos consumidores tanto térmicos como eléctricos. Todo ello en beneficio de la eficiencia en la producción de energía y la reducción del consumo. [***2***]

Sostenibilidad: Todas las etapas de diseño deben tener presente la sostenibilidad de la infraestructura de la fuerza desplegada y tenida en cuenta tan pronto como sea posible, en el proceso de planeamiento. Por tanto, la sostenibilidad forma parte de todo en ciclo de vida de la IFD. Cuando está diseñada y construida desde un punto de vista sostenible, la IFD contendrá los costes generales de operación y mantenimiento. Además, se reducirán la huella logística y el impacto ambiental lo que redundará en el grado de aceptación de la Fuerza y en ahorro energético.

La sostenibilidad también implica la capacidad de emplear sistemas innovadores, equipos con baja huella logística y hasta fuentes de energía locales para de esta manera, poder contemplar un hipotético traspaso de autoridad a la nación anfitriona. [***3***]Además, el uso de energías renovables y/o alternativas como la solar, eólica, pilas de combustible, etc., puede contribuir a la reducción del consumo de combustible. Estas fuentes de energía tendrían que contemplar una baja carga humana y logística para su operación y mantenimiento.

Para la correcta implementación de estos principios, es necesario realizar un acercamiento global que incluya el control de la generación de la energía, el diseño de las infraestructuras así como el adiestramiento y la concienciación del personal.

El planeamiento y la coordinación de las demandas energéticas, comprende todos los niveles desde el individuo y sus equipos tácticos de combate, hasta las necesidades de una base semi-permanente y por ello, todos los sistemas consumidores de energía deberán ser tenidos en cuenta para contribuir al incremento de la efectividad y conseguir la reducción de la demanda.

En cuanto al diseño de las infraestructuras, es fundamental determinar cuanto antes el tamaño y uso al que serán destinadas, para evitar el exceso o infrautilización de las mismas. Se han de contemplar medidas pasivas como el sellamiento o el aislamiento de ciertos equipos así como la instalación de protecciones térmicas adicionales si fuera necesario. También las medidas activas, tales como la incorporación de equipamiento de bajo consumo, interruptores con sistema de detección de personas, etc., deberán ser tenidas en cuenta. Por último, es fundamental el estricto control de la ventilación, enfriamiento o calefacción de los espacios para asegurar el adecuado dimensionamiento de los equipos destinados a tal efecto y que únicamente se usen cuando sea necesario [***4***].

El Mando es el responsable de todos los recursos puestos a disposición de su Unidad y eso incluye el consumo de energía; en ese sentido, la concienciación en materia energética, juega un papel fundamental en el éxito de cualquier programa de optimización de los recursos. La influencia sobre los hábitos y comportamientos individuales hace posible una reducción global del consumo pudiendo actuar sobre dicha concienciación mediante la instrucción sobre buenas prácticas para minimizar el consumo y el adiestramiento basado en el conocimiento y las lecciones aprendidas para el mejor empleo de la tecnología disponible.

La Brigada de Infantería de Marina (BRIMAR) está organizada, equipada y adiestrada para constituir la Fuerza de Desembarco de la Armada Española y de esta manera, poder ejecutar Operaciones Anfibias. La movilidad estratégica proporcionada por los buques anfibios y su alto nivel de alistamiento, hacen de ella la Unidad idónea para participar en operaciones de carácter expedicionario. Ambas características, capacidad anfibia y carácter expedicionario, condicionan el despliegue de sus diversos medios de combate y apoyo de servicios de combate en cualquier escenario.



Figura 1-1. Infantes de Marina españoles [*22*]

Este Trabajo de Fin de Grado pretende profundizar en el estudio del factor energético en el seno de la Fuerza de Infantería de Marina, como elemento vital a tener en cuenta en los posibles escenarios de conflicto a nivel global. Los rápidos avances en el campo de la tecnología militar, han dado a luz un nuevo arsenal de sensores y equipos totalmente dependientes de ciertas fuentes de energía; en la Era de la Información, no se debe descuidar el factor limitativo que suponen las fuentes de alimentación que soportan los diferentes sistemas de Mando y Control a todos los niveles de la fuerza y además, el mantenimiento y la sostenibilidad de las operaciones, hace imprescindible poder garantizar ciertas condiciones de habitabilidad y servicios a las fuerzas desplegadas que obviamente, se sustentan en ciertos peajes energéticos.

Durante la fase de planeamiento de las operaciones, habrá que contemplar las necesidades en materia energética de las unidades involucradas, teniendo en cuenta aquellos factores que puedan ser objeto de análisis previo como son su entidad, equipos, misión, escenario o duración prevista de las operaciones, entre otros. En la actualidad, estas necesidades se han convertido en vitales para el desarrollo normal de las operaciones.

Por último, las Fuerzas Armadas no pueden ser ajenas a los planes de eficiencia energética y desarrollo sostenible que acompañan a las políticas energéticas y medioambientales a nivel nacional; de hecho, éstas pueden integrarse y llegar a cristalizar en nuevos avances y desarrollos en materia energética.

1.2 Estructuración del Trabajo

Este Trabajo se ha organizado procurando mantener en todo momento el hilo conductor de manera que en la medida de lo posible, cada apartado se apoye en el anterior y así, tratar de construir un conjunto sólido y homogéneo.

El punto de partida, han sido los objetivos tanto generales como específicos y así, enmarcar el Trabajo dentro de ciertos límites prácticos. En el estado del arte, se plantean una serie de consideraciones previas que serán de utilidad a la hora de articular el resto de contenidos; a continuación se procede a describir los equipos que serán objeto de análisis desde el punto de vista energético y con posterioridad, se relacionan y detallan las unidades que operarán dichos equipos, inventariando además el volumen de cada uno de ellos que será tenido en cuenta posteriormente, para establecer las demandas energéticas de dichas unidades. En los apartados siguientes, se da cuenta de la metodología empleada para llevar a cabo las estimaciones, referidas a equipos de consumo eléctrico y térmico respectivamente. Para finalizar, en el apartado dedicado a conclusiones, se ponen de manifiesto las implicaciones derivadas no sólo de los resultados finales de las estimaciones, sino también de algunos de los planteamientos que el propio desarrollo del Trabajo, ha llevado a realizar. Las líneas futuras aportadas, no hacen más que tender la mano a quienes pudieran verse en un futuro, atraídos por el estudio del factor energético en el seno de la Armada Española.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivos Generales

Conocer la demanda energética global de la fuerza desplegada en operaciones, atendiendo a una serie de parámetros básicos que modelan su infraestructura.

Profundizar en el estudio de uno de los grandes factores limitativos en la conducción de las operaciones, como es el recurso energético.

1.3.2 Objetivos Específicos

Análisis energético de algunos de los equipos, con los que cuentan las unidades de Infantería de Marina en el desarrollo de sus misiones.

Categorización de la Fuerza de acuerdo con su entidad, medios y los equipos de los que dispone.

Determinar ciertos perfiles de uso, de los equipos que se tomarán como base para realizar las estimaciones.

Simulación de los efectos que la climatología, sobre tienda de campaña modelo DRASH.

Hacer incapié en una serie de medidas o buenas prácticas, que contribuyan a la mejora de la gestión en materia energética.

2 ESTADO DEL ARTE

2.1 Política energética para la infraestructura de la fuerza desplegada. OTAN

En el contexto actual, las unidades militares desplegadas usan enormes cantidades de combustibles fósiles líquidos. Una gran parte de estos combustibles se emplea en la producción de electricidad y en la generación de calor para las instalaciones. La necesidad de transportar estos suministros de combustible a grandes distancias aumenta el coste global de la operación, la huella logística y a menudo, pone a los convoyes en riesgo de sufrir ataques; además, el esfuerzo añadido de proteger estos convoyes, detrae recursos de otras actividades. La implementación de una política energética para la infraestructura de la Fuerza en operaciones permitiría contener el consumo de combustible y reducir la huella logística en sus despliegues en los diversos teatros de operaciones [***5***]. La energía, comúnmente en forma de combustibles líquidos o electricidad, es imprescindible para el sostenimiento de las operaciones militares por lo que existe un gran consenso en cuanto a la búsqueda de la mejora de la eficiencia energética [***6***].

La demanda energética durante las operaciones militares se ha incrementado en gran medida debido a que las instalaciones y el personal desplegados han sido equipados con nuevos sistemas que a su vez, demandan ciertas cantidades de energía, todo ello en beneficio de la seguridad, operatividad y calidad de vida de la Fuerza. El uso ineficiente de generadores o el escaso aislamiento térmico pero sobre todo, la falta de concienciación en el control del consumo, han contribuido al gran crecimiento de la demanda [*7*]. Es por ello que en la actualidad, se desarrollan varios proyectos en el ámbito de la OTAN, relacionados con el estudio dicha demanda energética:

2.1.1 Proyecto "Sustainable Military Compounds"

De acuerdo con la política de las Fuerzas Aliadas y su uso en Operaciones [***8***], el apoyo en ingeniería energética militar (MILENG) incluye el desarrollo y control de la infraestructura del despliegue. La comunidad MILENG trabaja a gran escala en el proyecto sobre campamentos militares sostenibles, como parte del "Advanced Research Workshops" esponsorizado por el programa "Science for Peace and Security (SPS)" de la OTAN. El propósito del proyecto es desarrollar un modelo conceptual que incluya una generación de energía más eficiente.

2.1.2 SENT

Se han establecido otros proyectos en el seno de la OTAN para llevar a cabo nuevos estudios en eficiencia energética. En concreto, el "Smart Energy Team" (SENT) promueve el conocimiento transversal y orienta el proceso de integración de la eficiencia militar en materia energética en el concepto "Smart Defence".

2.1.3 ENSEC CaE

El "Energy Security Centre of Excellence" (ENSEC CaE) también contribuye a la mejora en eficiencia energética de las fuerzas de la OTAN. Su misión es asistir a los países, socios y otras entidades apoyando el proceso de desarrollo de las capacidades de la Alianza, la efectividad de las misiones y la interoperatividad, proporcionando experiencia en aspectos relacionados con la seguridad energética.

2.2 Política energética en el Ministerio de Defensa [*9*]

El Ministerio de Defensa a través de diferentes programas, dentro de su área de medio ambiente y de I+D, fomenta el ahorro energético y las medidas a llevar a cabo con el fin de mejorar el rendimiento energético de sus instalaciones. Estas medidas están fundamentalmente vinculadas a la realización de inversiones en activos para modernizar y mejorar los sistemas de generación energética.

Por otro lado, entre los objetivos de la política ambiental del Ministerio, tiene especial importancia el conocimiento de la situación ambiental de sus bases y acuartelamientos y para ello, se realizan estudios sobre mapas de ruidos, espacios naturales protegidos, gestión de residuos, etc.

Este conocimiento debe ir acompañado de formación e información medioambiental del personal, lo que permitirá gestionar de manera adecuada y eficaz, los asuntos concernientes a la sostenibilidad ambiental y eficiencia energética. Muestra de ello, estos son algunos de los cursos que se imparten en la actualidad, relacionados con la política energética del Departamento:

- Curso Básico de Gestión Ambiental para Tropa, Marinería y Personal Civil.
- Curso de Gestión Ambiental para Oficiales, Suboficiales y Personal Civil.
- Curso de Gestor de Residuos para Oficiales, Suboficiales y Personal Civil.
- Curso de Eficiencia Energética en instalaciones militares para Oficiales, Suboficiales y Personal Civil.
- Curso de auditor-jefe en sistemas de gestión ambiental para Oficiales.

El Ministerio de Defensa no sólo se está interesado en formar y concienciar a su personal, sino que también ha tratado de difundir estas actuaciones, en jornadas y conferencias en distintos foros nacionales e internacionales. Asimismo, cada año se vienen impartiendo conferencias divulgativas que evidencian el interés, por parte del Ministerio, en profundizar en el conocimiento del recurso energético; algunas de ellas llevan por título:

- "La política ambiental del Ministerio de Defensa" en las Jornadas de Gestores de Patrimonio de las Delegaciones y Subdelegaciones de Defensa.
- "Eficiencia Energética. Un reto para el Ministerio de Defensa" en el Encuentro SIMDEX-11-Sostenimiento y Modernización en Defensa.
- "La política medioambiental del Ministerio de Defensa" dentro del Debate sobre "Sostenibilidad Ambiental. Casos de éxito en el Ministerio de Defensa" dentro de las Jornadas de Responsabilidad Social Cooperativa en el Sector de Defensa y Seguridad.
- "Medio Ambiente y Defensa" dentro del XIII Curso de Actualización para el desempeño de los cometidos de Oficial General.

- "La Política Medioambiental en el Ministerio de Defensa" dentro del V Curso de Alta Gestión de Infraestructuras y Recursos Patrimoniales.
- "Sistemas de Gestión Ambiental en las Fuerzas Armadas" dentro del V Curso de Alta Gestión de Infraestructuras y Recursos Patrimoniales.
- "La política medioambiental del Ministerio de Defensa" en la Escuela de Guerra del Ejército de Tierra.

Además, se vienen desarrollando proyectos concretos en el ámbito energético, para así contribuir a la contención del consumo y por extensión, la mejora del rendimiento energético global; por otro lado, todo ello lleva a disminuir las emisiones de CO2 y los gastos derivados del excesivo consumo de algunas instalaciones obsoletas. Entre ellos, cabe destacar los siguientes:

2.2.1 Proyecto "Cénit"

El Canal de Experiencias Hidrodinámicas de El Pardo, ensaya nuevas plataformas para parques eólicos marinos. El proyecto cénit EOLIA, tiene el objetivo de desarrollar la tecnología para llevar a cabo la implantación de parques eólicos offshore en aguas profundas.

El CEHIPAR fue el encargado de realizar los ensayos con modelos físicos a escala de tres plataformas offshore que serían el soporte de los futuros aerogeneradores. Así, el objetivo de los ensayos consistía en determinar el comportamiento en la mar de las tres alternativas de estructuras flotantes de tal forma que se determinaron los movimientos y esfuerzos a los que se verían sometidas las plataformas tanto en condiciones de operación normales como de supervivencia.

2.2.2 Proyecto sobre "Energía Geotérmica en la Armada"

El objeto principal del proyecto es el suministro, instalación y mantenimiento de los equipos necesarios para un sistema de bomba de calor geotérmica (BCG) con captación en circuito cerrado, para dar cobertura a la demanda de un edificio de La Armada localizado en la carretera de Orusco a Valdilecha (Madrid). Las necesidades de potencia estimadas se estiman en calefacción y refrigeración, 116 kW y para ACS, en 0.8 m^3 al día, a 60ºC.

La solución técnica propuesta es un sistema con BCG, con potencias instaladas de 104 kW de potencia nominal para calefacción y refrigeración. El subsistema de intercambio estará compuesto por un circuito cerrado de agua, que intercambiará la energía con el terreno y que estará preparado para conectarse con la BCG. Se propone un campo de captación geotérmico cerrado vertical consistente en 18 perforaciones de 100 m cada una, con un total de 1800 m. Con la ejecución del proyecto se producirá un ahorro de 99,25 Tm de CO_2 al año.

*2.2.3 Proyecto de investigación "Plan de gestión energética en campamentos militares (PGEMi)" del CEMIX (Centro Mixto Universidad de Granada-Mando de Adiestramiento y Doctrina del Ejército de Tierra) [**10**]*

El objetivo fundamental de esta investigación es el diseño de un plan de gestión energética a nivel internacional, adaptado para la actividad de los Campamentos Militares. Los PGEMi´s pretenden definir una metodología que sirva a su vez, para establecer una estructura y metodología de gestión y organización de los recursos energéticos. Se parte de la premisa de que la realización de inversiones en instalaciones más eficientes, se ha de completar con una gestión adecuada la energía en función de su aplicación y necesidades.

Para ello, se establecen previamente la estructura, plan de gestión y organización de los recursos energéticos en los campamentos militares del Ejército de Tierra y así conocer el uso de la energía en función de la actividad militar de dichos campamentos. En este proyecto se describen ciertas actividades conducentes a diseñar un esquema metodológico general para el propio PGEMi, una posterior obtención de datos o entradas para materializar dicho plan y una serie de actividades

formativas mediante cursos semipresenciales orientados a personal militar; por último, se proponen un plan de gestión energética global y varias herramientas prácticas que soportan al mismo.

2.3 Capacidad expedicionaria de la Fuerza de Infantería de Marina

La organización y nivel de alistamiento de la BRIMAR, unidos a la movilidad estratégica proporcionada por los buques anfibios, han hecho que esta unidad haya sido desplegada en varias ocasiones, allí donde los intereses nacionales lo han demandado. Las lecciones aprendidas en estas misiones, son de gran valor para incrementar el nivel de adiestramiento en general y para profundizar en los aspectos técnicos de los despliegues; los aciertos y errores advertidos durante todas las fases de las operaciones, se convierten en una herramienta muy eficaz a la hora de planear nuevos despliegues y mejorar la eficacia de los procesos de toma de decisiones.

En todos los despliegues, el factor energético es de gran importancia para garantizar el éxito de las mismos, bien sea durante la conducción de las operaciones a nivel táctico o para mejorar la calidad de vida del personal desplegado, lo que redunda en beneficio del conjunto de la misión.

2.3.1 Operación "Libre Hidalgo"

Una Fuerza Expedicionaria de Infantería de Marina, fue el primer contingente de tropas españolas en llegar al Líbano, el 15 de septiembre de 2006; lo hizo en tan solo quince días, desde que llegara la orden de alistamiento a la Brigada de Infantería de Marina (BRIMAR) en San Fernando, Cádiz. Actuaba bajo el mandato de la ONU, en respuesta a la situación de crisis generada tras la escalada de tensión israelo-libanesa ocurrida en verano de 2006, cuando una incursión de miembros de Hezbolá en suelo hebreo, se saldó con secuestro y asesinato de varios soldados israelíes. Israel respondió bombardeando las posiciones de Hezbolá en el sur de Líbano y los milicianos continuaron lanzando ataques contra algunas ciudades del norte de Israel. En apenas diez días tras el desembarco, la Fuerza ya se encontraba totalmente operativa, integrándose en la estructura de la Fuerza Interina de las Naciones Unidas para el Líbano (FINUL) y en disposición de recibir la transferencia de autoridad sobre su zona de acción, en el sector sureste de la frontera de Líbano con Israel.



Figura 2-1. Operación "L-H". Desembarco [24]

La misión de la Fuerza Expedicionaria de Infantería de Marina en el Líbano o FIMEX-L, fue en un primer momento la de vigilar el cese de hostilidades entre las partes y además, actuar como punta de lanza para facilitar la llegada posterior del grueso de las tropas españolas a la zona. Este primer contingente perteneciente a la Brigada de Infantería de Marina de la Armada Española, permaneció en zona dos meses y medio, hasta que fue desplegado el primer reemplazo, una agrupación perteneciente al Ejército de Tierra, formada en base a la Brigada de Infantería Ligera Rey Alfonso XIII, de La Legión.

El grueso de la FIMEX-L, estaba formado por un Batallón Reforzado de Desembarco (BRD) de unos 500 efectivos y casi un centenar de vehículos. Se articulaba en tres compañías, dos de ellas mecanizadas a bordo de vehículos blindados Piranha III y vehículos de asalto anfibio (AAV) y una tercera compañía de armas combinadas, que disponía de vehículos Hummer con ametralladoras pesadas y misiles contra carro. Contaba además con varios equipos de reconocimiento, una sección de zapadores dotada de maquinaria de ingenieros y equipos de reconocimiento nuclear-bacteriológico-químico (NBQ) , desactivación de explosivos y de organización de movimiento en playa. El BRD se completaba con una unidad de apoyo logístico para aportar las capacidades necesarias para el despliegue y de esta manera, apoyar a la Fuerza en la zona de operaciones mediante aprovisionamientos, transportes, mantenimiento de vehículos e instalaciones y sanidad.



Figura 2-2. Operación "L-H". Base "Isla de León" [24]

Los ingenieros de los batallones indio y chino de la FINUL, fueron quienes se ocuparon los días previos a la llegada del contingente, de acondicionar el terreno y cavar fosas sépticas en la zona elegida para establecer la Base "Isla de León", de unos 120.000 metros cuadrados y localizada en el interior del país, a varias horas en vehículo por carretera desde las playas donde tuvo lugar el desembarco. Tras pasar la noche en tiendas de campaña individuales, a la mañana siguiente se iniciaron los trabajos de fortificación de la Base , se procedió a delimitar las zonas de paso y aparcamiento de vehículos y en paralelo, se iba acondicionando la Base mediante el levantamiento de las tiendas DRASH donde en un primer momento, se ubicaron los puestos de mando y comunicaciones. En los días posteriores se fueron incorporando a las instalaciones, diversos contenedores modulares de servicios como aseos, cocina, lavandería, potabilizadora de agua, etc.

El BRD contaba con todos los elementos necesarios para garantizar su funcionamiento de forma autónoma y además, la presencia de los buques españoles con sus unidades aéreas y embarcaciones a bordo situados frente a las costas libanesas, aseguraba en un primer momento el nivel suficiente de repuestos, pertrechos y aprovisionamientos para que el contingente se mantuviera operativo. La alimentación se realizaba mediante raciones de campaña y hasta que en días posteriores se dispuso de agua corriente, hubo que distribuir agua mineral embotellada para cubrir todas las necesidades.

2.4 Relevancia del uso de pilas y baterías

Se ha creído conveniente incluir este apartado porque, aunque no es objetivo de este Trabajo el análisis del suministro energético en sí mismo, sino su estimación desde el punto de vista del consumo, el uso de pilas y baterías y por tanto, las capacidades de éstas, son de gran importancia puesto que en ocasiones, se trata del único medio para proporcionar el aporte energético necesario, en cuanto al consumo eléctrico.

La capacidad energética de las pilas o baterías de uso común, se mide en miliamperios por hora (mAh) que no es más que la cantidad de corriente eléctrica que se puede entregar por cada hora de uso; por tanto, a mayor valor en mAh, mayor es la energía que pueden almacenar, para luego poder entregar.

Por otro lado, es necesario conocer los consumos de los diferentes equipos a los que haya que dotar de pilas o baterías para con ellos, obtener los correspondientes tiempos de operación. Hay que tener muy en cuenta además, que este cálculo no es del todo preciso, ya que las variaciones en las características intrínsecas de las baterías, en los valores de consumo de los equipos y en otros factores adicionales como la temperatura, pueden alterar significativamente estas estimaciones.

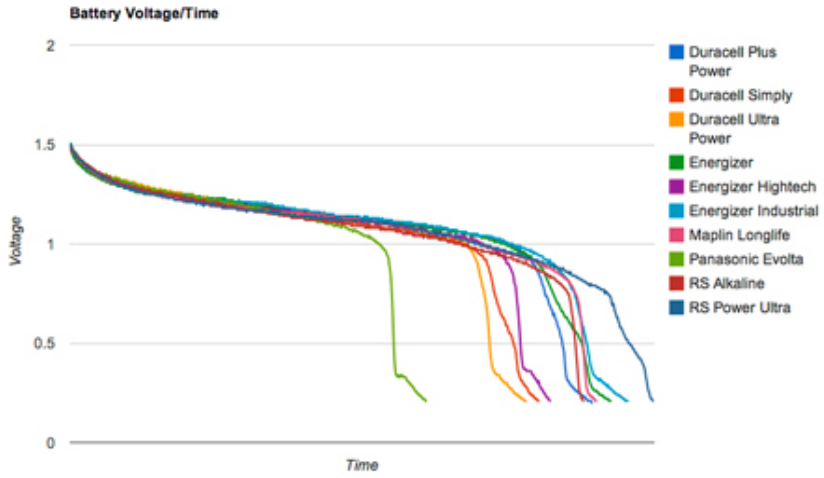


Figura 2-3. Descarga típica de pilas comerciales [25]

El término pila, hace referencia a los generadores de electricidad basados en procesos químicos no reversibles, o acumuladores de energía eléctrica no recargables. Por el contrario, el nombre de batería se aplica a los dispositivos electroquímicos semi-reversibles o acumuladores de energía eléctrica, que sí se pueden recargar. Comúnmente intercambiados, tanto pila como batería son términos derivados de los mismos orígenes del estudio de la electricidad y en concreto, están relacionados con la forma en la que se unían varios elementos o celdas; así pues, podían encontrarse uno encima de otro o apilados, o bien adosados lateralmente en batería (derivado a su vez de su empleo en Artillería).

Dentro de cualquier tipo de acumulador, la energía se genera debido a una reacción electroquímica en la que están presentes tres elementos: un ánodo, un cátodo y un electrolito que puede ser líquido, sólido o una combinación de ambos; éste sirve de medio físico para que la corriente circule dentro de la batería. Cuando un equipo eléctrico es alimentado, comienza el período de descarga de la batería, se transfiere energía al circuito donde el ánodo es el terminal negativo y el cátodo el positivo. Estos dos componentes, conocidos como electrodos, son los que ocupan el mayor espacio físico en la estructura de una batería y en las reacciones químicas que se producen en el interior de ellas. Cuando están

conectados a una línea eléctrica, una carga eléctrica fluye libremente entre ellos, desde el ánodo hasta el cátodo, atravesando y transportando energía en el circuito al que está conectada la batería.

2.4.1 Pilas convencionales

Dependiendo del electrolito empleado y los metales utilizados en sus terminales, se pueden fabricar distintos tipos de pilas. Las pilas salinas utilizan el par carbono-zinc, donde el carbono es el electrodo positivo o ánodo y el zinc es el electrodo negativo o cátodo; el electrolito está formado por sales ácidas y agua. Debido a la reacción electroquímica que tiene lugar en su interior, en su funcionamiento, la pila salina genera ciertos desechos que se fijan sobre el despolarizante, que actúa como respiradero de la pila. Cuanto más demandante y continuado sea el régimen al que es sometida la pila, mayor será su saturación de estos subproductos. Por su alto nivel de contaminación, estas pilas pronto desaparecerán del mercado.

Las pilas alcalinas, utilizan el mismo par que las salinas pero en un medio alcalino y no ácido (de ahí su nombre) como electrólito. También su construcción es algo diferente ya que el despolarizante está muy comprimido, por lo que permite proporcionar más oxígeno. Las pilas alcalinas utilizan dióxido de manganeso para el cátodo y para el ánodo, zinc. Como electrolito usan hidróxido de potasio. Además, una pila alcalina basada en esta reacción en medio básico, tiene una fuerza electromotriz o potencial estándar de 1,5V que conserva estable, durante más tiempo que la pila salina o Leclanché.

Por todo lo anterior y a pesar de su precio algo más elevado, las pilas alcalinas o de tipo Mallory, son las pilas convencionales más utilizadas en la actualidad pero éstas a su vez, están siendo desplazadas para su uso en aparatos electrónicos, por las baterías recargables.

2.4.2 Baterías recargables

El elevado coste de las pilas convencionales alcalinas, unido a otros factores como el incremento en la concienciación en materias energética y medioambiental, ha contribuido a que las baterías recargables sean cada vez más utilizadas, sobre todo por quienes hacen un uso continuado de ellas. A la hora de evaluar estas fuentes de energía, se han de tener en cuenta los tipos más comunes que de ellas existen, sus capacidades y por supuesto, los cargadores y las fuentes de energía primarias que pueden ser utilizados.

Una pila convencional se descarta cuando su carga se agota o queda en un nivel de energía insuficiente para el propósito al que está destinada. En cambio, una pila recargable puede ser utilizada un determinado número de ocasiones o ciclos, utilizando un dispositivo adecuado para restablecer su carga; el número de recargas dependerá del tipo de pila y de su adecuado uso. Una pila convencional no puede ser recargada debido a su composición que no permite la recarga, pudiendo una negligencia en este sentido, dar lugar a fugas e intoxicaciones y hasta explosiones. Se pueden encontrar en el mercado, varios modelos de baterías recargables:

2.4.2.1 Baterías de níquel-cadmio

Fue el modelo original y es el más económico en la actualidad. Por contra, tienen menos tiempo de vida útil y menor capacidad de carga. Las pilas de Níquel Cadmio se ven afectadas por el efecto memoria de manera que, a pesar de que pudiera dar señal de haber completado su carga, llega un momento en que la pila deja de ser cargada en su totalidad debido a su composición química; esto es cuando los residuos de carga en la pila, inducen a la formación de pequeños cúmulos de cadmio. Para tratar de evitar o al menos minimizar este problema, no se deberían hacer recargas mientras la batería esté parcialmente cargada, sino esperar a que la pila se agote completamente. Las pilas Ni-Cd están en

franca recesión puesto que además del efecto memoria, su menor capacidad y tiempo de vida útil, se trata de un tipo de batería muy contaminante, debido al cadmio que es un elemento químico altamente tóxico y nocivo para el medio ambiente.

2.4.2.2 Baterías níquel-metal hidruro

Son el tipo más extendido a nivel mundial en la actualidad, ofreciendo mayor capacidad y mayor tiempo de vida que las descritas anteriormente; además, soportan más recargas en comparación a las de Ni-Cd y por si fuera poco, son menos contaminantes, puesto que no utilizan elementos pesados o materiales tóxicos, como el cadmio. La otra ventaja de ese tipo de pilas es la no presencia del consabido y perjudicial efecto memoria.

2.4.2.3 Bateras de ión de litio

Las baterías Li-ion son más ligeras, poseen una gran capacidad energética y también presentan una alta resistencia a la descarga. Tampoco se ven afectadas por el problema del efecto memoria y a la vez, soportan un gran volumen de ciclos de carga. Entre sus principales inconvenientes se encuentran su rápido deterioro y su gran sensibilidad a las temperaturas elevadas, pudiendo incluso llegar colapsar por combustión o deflagración, es casos extremos. En cualquier caso, en el aspecto económico son más costosas que las de Níquel.

Pilas recargables fraudulentas

La industria no es ajena al uso creciente de pilas recargables y es habitual la falsificación de estas pilas al igual que la más extendida copia de los modelos convencionales. Por la propia naturaleza de las pilas recargables y el proceso de recarga, se hace necesario poner mayor atención si cabe, en la calidad de las pilas a utilizar puesto que los riesgos son mayores en caso de no contar con las garantías de las empresas sometidas a los controles de calidad correspondientes.

Las pilas falsificadas, convencionales o recargables, tienen un coste menor de adquisición pero por otro lado, podrían ocasionar graves daños en los dispositivos en los que sean empleadas y generalmente, su capacidad es muy inferior a la esperada, y pudieran no utilizan la tecnología especificada, por ejemplo NiCd en vez de NiMH. Es posible identificar una pila falsa observando una serie de características como la capacidad; por ejemplo, es habitual que se ofrezcan pilas de tipo AA con capacidades de hasta 3600 mAh cuando el máximo alcanzado para este modelo de pila es sensiblemente inferior.

2.4.3 Baterías híbridas

Existe una nueva generación de pilas, denominadas híbridas que combinan las ventajas de las pilas alcalinas convencionales, en cuanto a que no se descargan, con las ventajas de las baterías recargables que pueden utilizarse un determinado número de ciclos, como ya se ha explicado.

En concreto, además de ser recargables, poseen la propiedad de mantener hasta un 85% de su carga, durante largas temporadas sin uso, se estima entre 6 meses y un año. Por otro lado, suelen venir precargadas de fábrica y una vez que se agotan tras el primer uso, pueden ser entonces recargadas en cualquier cargador convencional, entre 500 y 1000 veces. El mercado actual, ofrece estas pilas por un precio algo superior al de las pilas recargables descritas anteriormente, pero habría que tener muy en cuenta sus ventajas evidentes. Por el momento están disponibles en tamaño AAA con 1500 mAh de capacidad y 2400 mAh, en el caso de las AA. Cualquiera de ellas, mantiene el 100% de su carga después de 3 meses sin uso, reduciéndose al 75% después de un año sin realizar ningún ciclo de descarga.

2.4.3.1 Cargadores de baterías

Obviamente, se trata de dispositivos cuyo fin es recargar las pilas agotadas. Disponen de capacidad variable en cuanto al número de pilas a recargar simultáneamente, según las necesidades. Aparentemente el procedimiento de carga es sencillo, colocando correctamente las pilas recargables en el dispositivo y enchufándolo a la red eléctrica, se consigue disponer de pilas cargadas en un determinado espacio de tiempo.

Aunque pudiera parecer que la carga de la pila se hace a mediante la transferencia de energía a la pila, el proceso de recarga es algo más complicado puesto que, en realidad consiste en hacer pasar cierta cantidad de corriente eléctrica a través de ellas de manera que dicha energía sea capturada y consiguientemente almacenada en la pila. Cuanto más elevada sea la corriente, los cargadores serán más rápidos y, por tanto el tiempo requerido para la recarga total será menor. Pero sin embargo, una mayor velocidad de trabajo conlleva la generación de cierto calor extra, con las consecuentes pérdidas de rendimiento en el dispositivo. Esto hace que se deban escoger ciertos tipos de cargadores capaces de indicar cuándo las pilas están totalmente cargadas. El calentamiento excesivo podría en el mejor de los casos, descargar nuevamente las pilas pero también pudiera causar daños severos a la instalación.

El mercado ofrece de manera habitual, cargadores a baja intensidad de corriente y que por tanto, realizan una recarga más lenta. Las ventajas de este sistema son, además del precio más competitivo, la drástica disminución del riesgo de sobrecalentamiento de las pilas. Además de todo ello, debido a los ciclos de carga más suaves, las pilas acaban teniendo una mayor vida útil. Los diferentes tipos de cargador, trabajan indistintamente con pilas de Ni-Cd o pilas de Ni-MH pero si que existe una gran ventaja en aquellos que ofrecen dispositivos de seguridad frente al posible aumento de temperatura en la carga, o los que tienen la capacidad de cortar la corriente una vez que la carga se completa; en realidad, permiten el flujo cierta corriente para mantener la energía en la pila.

2.4.4 Reciclado de pilas y baterías recargables

La gran mayoría de las pilas comerciales, están blindadas para minimizar el posible derramamiento de alguno de sus componentes, pero hay que tener en cuenta que este blindaje no tiene una duración ilimitada. Este factor es fundamental a la hora de implantar políticas de gestión de residuos.

Por último, es necesario indicar que cuando una batería no está en uso, poco a poco perderá su carga como resultado de fugas entre los terminales. Esta reacción química está relacionada con la temperatura, por lo que las baterías no utilizadas perderán su carga más lentamente a temperaturas más frescas que a temperaturas más cálidas. Esto ha de ser tenido en cuenta en la gestión de su almacenamiento y distribución a las diferentes unidades.

3 EQUIPOS DE CONSUMO

Para desarrollar la metodología contenida en el presente Trabajo, se ha optado por diferenciar los consumos energéticos por su naturaleza, distinguiendo entre equipos de consumo eléctrico, bien sea procedente de pilas y baterías o conectados a generadores o plantas eléctricas desplegables y por otro lado, sistemas e instalaciones de consumo térmico es decir, aquellos que es necesario calentar o refrigerar.

Como se ha explicado anteriormente, la evaluación energética está encaminada a preservar los recursos y reducir el consumo, tanto desde el punto de vista de la eficiencia, como desde la perspectiva puramente estratégica, evitando el riesgo de los re-aprovisionamientos innecesarios y la reducción global de las fuerzas en beneficio de los mismos.

Es importante recordar que en la mayoría de los casos, para producir una unidad de energía en forma de electricidad, se necesitan alrededor de tres en forma de combustible (dos de ellas se tiran a la atmósfera sin ningún tipo de utilización); además, en las fases posteriores de transporte y distribución de electricidad también se originan importantes pérdidas de energía. Por tanto, el consumo directo de combustible para las aplicaciones en que sea posible, evita todas estas pérdidas e impactos, con el consiguiente ahorro de energía; esto significa que, como norma general, para calentar es más eficiente y barato la utilización directa de combustible puesto que la electricidad, también tiene su origen en una combustión, pero realizada en los generadores y plantas eléctricas instaladas en los despliegues.

3.1 Equipos de consumo eléctrico

La electricidad hace posible que una gran parte de los equipos empleados en operaciones, puedan ofrecer el servicio para el que han sido concebidos. No es objeto de este trabajo, evaluar la posibilidad de combatir prescindiendo de la mayoría de los sistemas que se utilizan habitualmente y funcionan con electricidad, pero resulta evidente que el escenario actual depende en gran medida de este recurso crítico.

Al igual que para uso doméstico, en el ámbito militar pueden diferenciarse los equipos de consumo eléctrico en forma de pilas o baterías y aquellos conectados a la red. Los primeros tienen un marcado uso individual y se corresponden equipos portátiles, ligeros y normalmente, tecnológicamente avanzados. Respecto a los equipos conectados a la red, son habitualmente de uso colectivo, más pesados y van asociados a instalaciones en despliegues con cierto carácter permanente.

Por otro lado, se puede establecer a priori, que a las pequeñas unidades les corresponderán también menores consumos eléctricos que a las de gran tamaño, puesto que suelen operar dispositivos portátiles de bajo consumo y que el origen de esa energía procederá en su totalidad, de baterías genéricas o específicas para los equipos a los que alimentan, bien sean recargables o de un sólo uso. En el caso de grandes unidades, parece obvio señalar que los consumos eléctricos serán mucho mayores, debido a que operan equipos y sistemas con capacidades muy superiores a los de las pequeñas unidades, están pensados para dar servicio a más personal y sólo se instalarán en el terreno, con cierto carácter de permanencia; pero la diferencia fundamental en cuanto a consumo, reside en el origen del suministro eléctrico para abastecer estos equipos, ya que procederá de generadores y/o plantas eléctricas instaladas al efecto.

Por tanto, aunque desde un punto de vista cuantitativo, las demandas eléctricas de las pequeñas unidades pudieran parecer ridículas (y de hecho lo son) frente a las de las unidades de cierta entidad, asentadas en sus Bases de Operaciones, desde la perspectiva del sostenimiento de las operaciones, resulta fundamental estimar estos consumos puesto que podrían afectar decisívamente, en nada menos que al "Cumplimiento de la Misión". Un simple ejemplo bastará para ilustrar esta afirmación: No cabe duda que las instalaciones sanitarias en una Base de Operaciones, deberán tener el suministro eléctrico garantizado para poder desarrollar su importante labor; es por ello que el diseño de la infraestructura contemplará la posibilidad del corte por diferentes motivos y establecerá un medio alternativo que garantice el servicio. En cualquier caso, se han de conocer los consumos asociados a todos los equipos empleados en el puesto sanitario para hacer un adecuado dimensionamiento de la instalación eléctrica. Ahora bien, si una patrulla de combate operando a varios kilómetros de su Base, debe actuar en condiciones de visibilidad reducida y basa su éxito en su supuesta superioridad en el empleo de gafas de visión nocturna, debe tener en cuenta los consumos asociados a éstas, para estimar sus necesidades energéticas. La clave está en que, si bien la instalación sanitaria podría cumplir su función pese al corte en el suministro, simplemente realizando los correspondientes ajustes en la instalación, un inadecuado planteamiento de las necesidades de baterías para la patrulla, supondría la pérdida de esa capacidad crítica, puesto que carecería de alternativas en su ejecución.

3.1.1 Equipos de uso individual

De acuerdo con los objetivos específicos del presente Trabajo, se han incluído en este Capítulo aquellos equipos portátiles y provistos de baterías que son operados por los integrantes de las diferentes unidades en el transcurso de las operaciones. Son los propios usuarios por tanto, los que asumen la carga logística de transportar cuantas baterías de repuesto sean necesarias, de acuerdo con el planeamiento de dichas operaciones. Quedan excluídos los equipos vehiculares, en cuanto que es el la propia plataforma, a través de su sistema propulsor-generador o baterías, quien resuelve las necesidades energéticas de dichos equipos.



3.1.1.1 Equipos optoelectrónicos

Se entienden como tales, aquellos dispositivos electrónicos y portátiles que suplen o mejoran las características generales de las armas de uso individual y las capacidades de los combatientes en operaciones. En la actualidad, hay una gran cantidad de modelos de estos aparatos en servicio, atendiendo a diferentes capacidades; el número de unidades de cada uno de ellos va en aumento, en función de los límites presupuestarios y además, su evolución es constante generación tras generación, adoptando nuevas capacidades en virtud de los avances tecnológicos y las necesidades tácticas advertidas durante su uso en operaciones.

Para cumplir con los objetivos del presente Trabajo, se han elegido sólo algunos de los modelos más representativos de estos dispositivos, en servicio en las unidades desplegables y con una utilidad contrastada en operaciones. Como ya se ha tratado en párrafos anteriores, cada despliegue es diferente y la naturaleza y cantidad de los equipos utilizados también variarán en función de las necesidades de cada operación. Las características técnicas propias de cada uno de ellos, los hacen completamente diferentes entre sí, algo que se tendrá muy en cuenta en aspectos tan importantes como la cantidad y modelo de pilas o baterías necesarios para su operación. Cabe señalar aquí, que en versiones sucesivas de un mismo equipo, los fabricantes han llegado a variar el número y modelo de pilas con los que se alimentan dichos dispositivos.

3.1.1.1.1 Iluminador infrarrojo A/N PEQ-2A

Se trata de un puntero que trabaja en el espectro infrarrojo cercano e incorpora una linterna también infrarroja, por lo que deberá ser empleado en combinación con un dispositivo de visión nocturna. Puede ser montado sobre armas de tiro tenso o empleado por el usuario para señalar blancos directamente apuntándolo con la mano. Tiene un alcance de hasta diez km y está diseñado de manera compacta para contener el peso; además, está fabricado con polímeros avanzados y composites que le proporcionan la gran durabilidad. Dispone de un avanzado sistema electro-óptico que comprende dos diodos láser, micro-lentes de difracción limitada y un microprocesador controlado de manera electrónica. Aloja en su interior dos pilas alcalinas tipo AA de 1,5 V y puede operar desde -32 ºC a los 51 ºC.



Figura 3-2. Iluminador IR A/NPEQ-2A [*11*]

Respecto al consumo eléctrico real de este equipo, habría que realizar una serie de suposiciones basadas en un uso normal y creíble del mismo ya que por ejemplo, dispone de múltiples modos de operación; se pueden seleccionar potencias de emisión alta o baja y utilizar sólo el puntero o bien, puntero y linterna a la vez. De hecho, el fabricante estima su autonomía en 8 horas, pero la reduce a tan sólo una hora en el modo más exigente, cuando puntero y linterna operan a máxima potencia y simultáneamente. Se le otorgará un valor nominal de 6 horas, en modo normal de operación.

3.1.1.1.2 Linterna táctica M3X

Está diseñada para operar en los peores escenarios y condiciones meteorológicas. Utiliza una bombilla de xenon de gran luminosidad, protegida por un sistema anti-golpes y vibraciones adaptado al retroceso de las armas sobre las que puede ir acoplada. Se puede activar de forma temporal o permanente, en conjunción con un pulsador remoto. Se alimenta con dos (2) pilas CR123 de litio, de 3V cada una.



Figura 3-3. Linterna M3X [*11*]

Respecto al cálculo de su demanda energética, el fabricante le otorga una autonomía de tan sólo una hora, pero hay que tener en cuenta que su perfil de utilización habitual no se corresponde con un uso contínuo muy prolongado y por tanto, éste se considera un valor aceptable.

*3.1.1.1.3 Visor holográfico HWS 552 [*11*]*

Este modelo de visor tiene la particularidad de proyectar un retículo o punto de mira sobre una lente cubierta por un armazón metálico. Puede ir acoplado sobre un fusil de asalto o ametralladora y mejora la adquisición de blancos a corta distancia, permitiendo disparar con los dos ojos abiertos. Aunque no dispone de aumentos, el nivel de intensidad del retículo es ajustable y además, es compatible con los dispositivos de visión nocturna para adaptarse a cualquier condición lumínica. El visor EOTech funciona con dos (2) pilas tipo AA de 1,5 V que pueden ser de litio, alcalinas o recargables y dispone de un sistema de apagado automático seleccionable entre 4 y 8 horas de uso contínuo.



Figura 3-4. Visor holográfico HWS 552 [*26*]

Para este equipo, el fabricante introduce ciertos perfiles de uso a la hora de proporcionar datos sobre su autonomía y de esta manera, la duración de sus pilas se establece en 1000 horas, si son de litio y tan sólo 600 horas, en caso de ser alcalinas; ambos datos se corresponden con un nivel intermedio de intensidad del retículo, algo que también afecta al consumo. Se le dará finalmente un valor estimado de 600 horas, según el modo normal habitual de funcionamiento y suponiendo las pilas más comunes.

3.1.1.1.4 Visor nocturno A/N PVS-14

Se trata de un dispositivo monocular de visión nocturna. Su configuración ligera, proporciona al usuario gran movilidad en condiciones normales de operación. Funciona como incrementador de luz residual y además, dispone de su propia linterna infrarroja en caso de oscuridad total. Tiene resolución y fotorrespuesta elevadas con luz visible e infrarrojo cercano. El tubo intensificador de imagen dispone de control de aumento variable, lo que le permite lograr cierto equilibrio entre las imágenes que ven ambos ojos; de esta manera, el ojo normal adaptado a la oscuridad ofrece información del entorno y visión de objetos a corta distancia, mientras que el ojo asistido con el dispositivo de visión nocturna, puede ver a gran distancia posibles amenazas y objetivos.

Se puede operar de varias maneras: sostenido en la mano como cualquier dispositivo monocular, instalado en la cabeza con un accesorio craneal, montado en el casco como monóculo a través de un conector y por último, puede ir acoplado al fusil de asalto haciendo las veces de mira nocturna. Además, se le pueden acoplar lentes de aumento 3X y 5X. Actualmente, en las unidades conviven dos modelos con similares características, la diferencia está en que uno de ellos se alimenta con dos pilas tipo AA de 1,5V y el otro, con tan sólo una. Ambos pueden operar y ser almacenados en un rango de -51 °C a +49 °C.



Figura 3-5. Visor nocturno A/NPVS-14 [*1*]

Para el caso del visor nocturno, su autonomía normal se establece en 50 horas pero, al igual que en los equipos anteriores, los perfiles de uso pueden influir en su consumo energético; por ejemplo, un uso más prolongado de la linterna infrarroja de la que dispone, supondrá una cierta merma en su autonomía con respecto a la que tendría en modo pasivo. Teniendo esto en cuenta, se considerará un valor nominal de 45 horas de autonomía, en condiciones normales de uso.

3.1.1.1.5 Consumo de equipos optoelectrónicos

La siguiente tabla, resume el tipo y cantidad de las pilas o baterías que alimentan los equipos optoelectrónicos de interés para este Trabajo.

	AA (1.5V)	**CR123 (3V)**
A/N PEQ-2A	2	
M3X		2
HWS 552	2	
A/N PVS-14	1	

Tabla 3-1. Baterías equipos optoelectrónicos

Por otro lado, en una primera aproximación al cálculo de la demanda energética de estos equipos, se puede concluir que los consumos están íntimamente ligados a sus características de uso seleccionables. Los modos de operación tienen por tanto, gran influencia en el número de horas que estos equipos podrían funcionar, todo ello gracias a la cantidad y capacidad de las pilas o baterías que los alimentan. También otros factores externos como la temperatura ambiente, se habrían de tener en cuenta para estimar un cómputo del consumo medio. En cualquier caso, se han establecido unos valores medios de autonomía, según las especificaciones de los fabricantes y aplicando criterios restrictivos, de acuerdo con los diferentes perfiles de uso de cada uno de ellos.

	AUTONOMIA ESTIMADA(HORAS)
A/N PEQ-2A	6
M3X	1
HWS 552	600
A/N PVS-14	45

Tabla 3-2. Autonomía equipos optrónicos

Lo que sí es posible determinar, como se ha explicado en párrafos anteriores, es la energía almacenada en las pilas con las que funcionan estos aparatos y que, aunque la entrega de dicha energía también se vea influenciada por factores como las condiciones climatológicas, la realidad del empleo de los equipos por parte de las unidades es que éstos permanecerán operativos, mientras se disponga de pilas cargadas para su operación, sustituyendo las agotadas por un nuevo juego de pilas cada vez que sea necesario.

De esta manera, estableciendo una tensión nominal acorde con las especificaciones técnicas de los equipos y utilizando las capacidades de las pilas comerciales que normalmente son suministradas a las unidades, con límites incluídos también entre los parámetros de operación normal de los equipos, se

podrían establecer de manera indirecta, una serie de consumos derivados de las pilas que alimentan los equipos, mediante la energía que son capaces de suministrar.

	TENSIÓN NOMINAL (V)	CAPACIDAD MEDIA(mAh)	ENERGÍA (Wh)
PILA AA	1,5	2000	3
PILA CR 123	3	1400	4.2

Tabla 3-3. Energía pilas comerciales

El consumo de energía eléctrica de los diferentes equipos, se obtendría de multiplicar el número de pilas que los alimentan, por la energía que dichas pilas pueden acumular para luego suministrarles durante su operación. Será este un valor aproximado puesto que los equipos dejarían de funcionar antes de que se agotaran totalmente sus pilas, cuando el voltaje cayera por debajo del umbral de funcionamiento pero, según se ha explicado anteriormente y teniendo en cuenta la curva de entrega de voltaje durante el tiempo de descarga de las pilas de uso habitual, estos valores se consideran válidos para los propósitos de este Trabajo.

	PILAS	ENERGÍA PILA (Wh)	DEMANDA (Wh)
A/N PEQ-2A	2 x AA	3	6
M3X	2x CR123	4.2	8.4
HWS 552	2 x AA	3	6
A/N PVS-14	1 x AA	3	3

Tabla 3-4. Energía pilas equipos optrónica (Wh)

Por último, el consumo se establecerá cruzando los datos procedentes del suministro energético y los valores estimados de autonomía para cada equipo.

	DEMANDA (Wh)	AUTONOMÍA (HORAS)	CONSUMO (W)
A/N PEQ-2A	6	6	1
M3X	8.4	1	8.40
HWS 552	6	600	0.01
A/N PVS-14	3	45	0.07

Tabla 3-5. Consumos equipos optrónicos (W)

3.1.1.2 Equipos de comunicaciones

La Fuerza de Infantería de Marina, dispone de una gran variedad de modelos de equipos de comunicaciones e incluso, de diferentes versiones de un mismo modelo; todas ellas coexisten en las unidades y normalmente, también en los despliegues que éstas realizan. Obviamente, las características técnicas y capacidades de todos estos equipos son diferentes, por tanto es imprescindible conocer perfectamente los modelos y versiones de equipos de comunicaciones que serán operados en los distintos escenarios, para poder así realizar una correcta estimación de la demanda energética y asegurar la autonomía por el periodo de tiempo que se determine.



Figura 3-6. Equipos de comunicaciones IM [*22*]

Se incluirán en este apartado, dos de los modelos más representativos que permiten ejercer la función Mando y Control (C2) a nivel táctico, en los niveles más bajos de la conducción de la operaciones. De acuerdo con los objetivos de este Trabajo, se han elegido éstos porque su alimentación se realiza a través de distintos tipos de pilas y baterías que son igualmente transportadas por los propios usuarios de manera independiente, no así los equipos vehiculares que, como su propio nombre indica, se estiban en sus respectivas plataformas y son alimentados por ellas; se excluyen también los equipos operados desde los puestos de mando, ya que cuentan en esas instalaciones con la alimentación proporcionada por generadores y plantas eléctricas, como se verá más adelante.

En cuanto al consumo, existe también una gran variabilidad asociada a los modos de funcionamiento seleccionables, las diferentes potencias de transmisión, la relación entre el tiempo de escucha y habla, el tipo de antena y otros factores como la temperatura ambiente. Es por ello que en general, los fabricantes y distribuidores de estos equipos, ofrecen datos de consumo y por tanto autonomía, en base a ciertos perfiles de uso.

3.1.1.2.1 Familia PR4G

Los transceptores de la familia PR4G (Estación Radio de 4ª Generación) pertenecen a un sistema de origen francés, diseñado originalmente por la empresa THOMSON que, desde 2003 pasó a denominarse THALES. Su gestión y comercialización en España corre a cargo de la empresa AMPER.

La componen varios modelos de equipos digitales interoperables, con características similares y diversos periféricos para su explotación y gestión. Entre sus cualidades más destacables, están las de proporcionar protección contra escucha e intrusiones, técnicas de decepción, radiolocalización e interferencias. Además, poseen gran resistencia mecánica a caídas, choques y vibraciones según la norma MIL-STD 810-D. Operan en la banda de frecuencias de VHF y son capaces de realizar transmisión de voz en claro y cifrada.

Respecto a sus posibilidades de trabajo, pueden operar hasta una altura máxima de 4500 metros, disponen de una estanqueidad de 2 horas a 1 metro de profundidad y son resistentes a la acción de la arena y el polvo. El margen de temperaturas óptimas de trabajo se ha fijado entre -40 ºC y +70 ºC.



Figura 3-7. PR4G 9100 [*22*]

El modelo RT-9100 tiene un peso aproximado de 1 Kg y debido a su radio de alcance, se utiliza a nivel pelotón e incluso equipo de fuego. Aunque sus características técnicas generales, no tienen nada que envidiar a los modelos más pesados de la familia, dispone de menor potencia de transmisión y la pila que lo alimenta, también es de menor capacidad. Opera con una tensión de alimentación de 5 a 9 V y el consumo de corriente oscila entre entre los 330 mA en espera y los 1,16 A a máxima potencia de tranmisión. Según estos valores, el consumo asociado a este equipo sería según tabla 3-6.

	TENSIÓN NOMINAL (V)	**CORRIENTE (A)**	**POTENCIA (W)**	**% MODO**
MODO ESPERA	7	0.33	2.31	0.8
M.TRANSMISION		1.16	8.12	0.2
POTENCIA MEDIA				**3.47 W**

Tabla 3-6. Consumo PR4G 9100

Respecto al otro modelo analizado, el transceptor RT-9200, tiene un peso aproximado de 5.7 Kg y su radio de alcance lo convierte en apropiado para ser operado de forma portátil a nivel sección y compañía, aunque un pelotón operando de forma aislada, también podría ser dotado de un de estos equipos. A diferencia del modelo más compacto visto anteriormente, el RT-9200 puede ser alimentado indistintamente por pilas o baterías recargables que lógicamente, poseen capacidades diferentes. Al igual que para el modelo anterior, este factor unido a los diferentes perfiles de uso descritos anteriormente, le conferirá una determinada autonomía.



Figura 3-8. PR4G 9200 [*22*]

Su tensión de operación puede ir de 11 a 30 V, mientras que la corriente puede oscilar entre los 0,385 y 2,2 A, según la demanda del perfil de funcionamiento. Por otro lado y a modo de ejemplo, para un RT-9200 operando a una tensión nominal de 14,4 V y alimentado mediante una batería recargable de Ni/Cd, el fabricante estima una autonomía de 8,5 horas, trabajando en condiciones normales. Si por el contrario, se opta por una pila desechable de Li, con casi la mitad de peso, el fabricante anuncia una autonomía de 24 horas, es decir más del doble que con el modelo recargable.

En cualquier caso y para los fines que persigue este Trabajo, habría que estimar el consumo para la situación más desfavorable (o de mayor consumo), pero sin alejarse de un cálculo realista, estableciendo una serie de valores medios de operación como la relación entre el tiempo de transmisión y el tiempo de escucha según tabla 3-7.

	TENSIÓN NOMINAL (V)	**CORRIENTE (A)**	**POTENCIA (W)**	**% MODO**
MODO ESPERA	14.4	0.385	5.54	0.8
M.TRANSMISION		2.2	31.68	0.2
POTENCIA MEDIA				**10.77 W**

Tabla 3-7. Consumo PR4G 9200

3.1.1.3 Condiciones meteorológicas

Aunque en el apartado dedicado a la estimación de las demandas térmicas, se hace un estudio detallado de los factores climáticos que afectan a los despliegues, es necesario incidir en la temperatura de operación, como un elemento a tener en cuenta en el consumo eléctrico de los equipos sobre todo, de uso individual. Las baterías no pierden sus propiedades energéticas a consecuencia del frío, sino que pierden su capacidad para liberar esa energía almacenada.

La corriente eléctrica generada por una pila o batería, se produce cuando se realiza la conexión entre sus terminales positivo y negativo; cuando ambos terminales están conectados, se inicia una reacción química que genera electrones, suministrando la corriente de la batería. La temperatura a la que se produce esta reacción química es crucial. Por ello, bajar la temperatura provoca reacciones químicas más lentas, ofreciendo menos corriente que a una temperatura superior. Para una determinada temperatura, las baterías alcanzarían el punto en el que no pueden ofrecer la suficiente corriente para atender a la demanda. La curva de descarga está relacionada con la temperatura propia de la reacción química y el diseño de la batería. Esto quiere decir que si la corriente utilizada por el equipo es baja en relación a la potencia nominal de la célula, el efecto del descenso de la temperatura puede ser mínimo.

El calor excesivo también puede afectar al rendimiento de las baterías; a diferencia del caso del frío, un aumento drástico de la temperatura hace que las reacciones químicas se dan a mayor velocidad pudiendo la batería producir mayor energía en menor tiempo. Unido a esto, se produce una mayor corrosión en los electrodos y el aumento de la cantidad de gases producidos y la evaporación de agua, con el consiguiente aumento de concentración de los ácidos presentes y la aceleración de la corrosión. Esto es aplicable en climas cálidos y cuando la batería está muy cerca de una fuente de calor.

Por tanto, para el uso y transporte de las pilas correspondientes a los diferentes equipos, se ha de tener en cuenta el impacto que el frío o calor, podrían tener en su rendimiento.

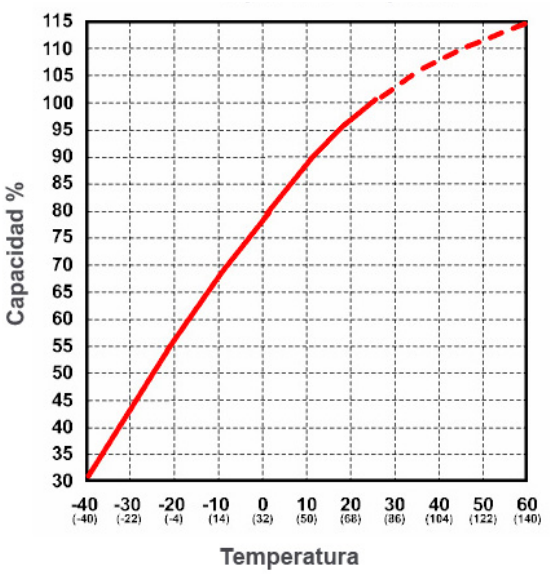


Figura 3-9. Relación temperatura-capacidad pilas comerciales

3.1.2 Equipos de uso colectivo

Con carácter general, los modos de estacionar de las tropas en campaña son el acantonamiento, cuando ocupan pueblos o ciudades, el vivac si se instalan al aire libre o bajo refugios improvisados y el campamento, cuando ocupan tiendas de campaña, barracones o tinglados con carácter permanente o provisional [***12***].



Figura 3-10. Base militar [*9*]

Según la doctrina vigente es de la máxima importancia que se proporcione a las unidades el mejor abrigo compatible con la situación táctica. Por tanto y de acuerdo con la naturaleza de cada operación, la infraestructura de la fuerza desplegada, adoptará múltiples configuraciones en función de la mencionada situación táctica, el tamaño de las fuerzas participantes o del periodo de tiempo en que se estime la duración del despliegue, entre otros factores; es por tanto que la fuerza desplegada, podría contar con gran cantidad y diversidad de medios que en su mayoría, desde el punto de vista energético, son receptores de suministro eléctrico. De manera modular y escalable, las instalaciones y sistemas se disponen cubriendo las diferentes necesidades. Entre ellas, cabe destacar las de servicios de campaña y bienestar, oficinas, mantenimiento de sistemas, almacenamiento y suministro de recursos, asistencia sanitaria, suministro de agua, sistemas de comunicaciones e instalaciones de seguridad y protección.

Los consumos eléctricos estándar de estos equipos, son datos que vienen reflejados en los pliegos de características técnicas aportadas por los fabricantes o distribuidores y en su conjunto, sirven para dimensionar la infraestructura e instalaciones de acuerdo con las necesidades de los despliegues.

En cualquier caso, existe una relación evidente entre el tamaño de la fuerzas desplegadas y los equipos y sistemas que son capaces de operar y esto a su vez, incide decisívamente en el tamaño y complejidad de las instalaciones e infraestructura necesarias, para sostener y mejorar las condiciones de vida de un número creciente de individuos. Por otro lado, será necesario establecer el espacio temporal sobre el que se desarrollarán las operaciones, puesto que este factor también condicionará decisivamente el volumen y naturaleza de los equipos necesarios. Los factores climáticos y perfiles de uso de los equipos, terminan de modelar el impacto energético global dependiendo de la naturaleza del despliegue.

Este despliegue será por tanto escalonado, de modo que partiendo de una estructura básica, se puedan ir incorporando progresivamente ciertos elementos hasta cubrir las necesidades de las fuerzas previamente establecidas. Estos son los módulos más representativos de equipos consumidores de suministro eléctrico, de uso colectivo.

3.1.2.1 Contenedores habilitados para uso militar

Están fabricados en una estructura soporte en acero con paredes laterales y techo en panel tipo sandwich de poliuretano y revestimiento interior en chapa de acero inoxidable. El suelo se realiza en contrachapado de unos 15 mm de espesor con acabado antideslizante.

La mayoría de ellos y en función del uso para el que están construidos, cuenta con instalación eléctrica propia, iluminación interior a base de luminarias con tecnología fluorescente y entrada de alimentación exterior, incluso cuando estos contenedores disponen de generación propia, como por ejemplo, en el caso de un módulo de lavandería.



Figura 3-11. Contenedores uso militar [*9*]

Sus usos típicos son los de alojar cocinas, despensas, lavabos, duchas, lavanderías, usos médicos y sanitarios, almacenes, frigoríficos, transporte o almacenaje de munición y armamento, etc. El consumo asociado a cada uno de ellos está tabulado, con datos procedentes de los proveedores, este sería según la tabla 3-8

RECEPTOR	POTENCIA (kW)
COCINA	40
CONGELADOR	8
DEPURADORA	20
DUCHA-WC	8
FRIGORÍFICO	8
ISOTERMO	8
LAVANDERIA	14
LAVAVAJILLAS	14
TALLER	8
TELEMEDICINA	12
WC	8

Tabla 3-8. Receptores y potencias asociadas

3.1.2.2 Tiendas Modulares DRASH [*13*]

Se trata de un modelo de tienda de campaña con dos capas de poliéster especial, exterior e interior y estructura interna articulada, que puede ser desplegada rápidamente en el campo por un reducido número de personas; además, no requiere equipo ni herramientas especiales para ser montada o desmontada.

Cada sección de la estructura consiste en un entramado de varillas de varios tamaños y conectores articulados, ensamblados por pares. Estos conectores permiten a las varillas moverse libremente, permitiendo el montaje y desmontaje de la tienda. Las capas interior y exterior están fabricadas con material retardante del fuego, resistente a la humedad y repelente al agua. Estas capas son también resistentes a la abrasión y a los efectos de la radiación UV. La capa exterior además, proporciona cierta ocultación en el espectro infrarrojo cercano.

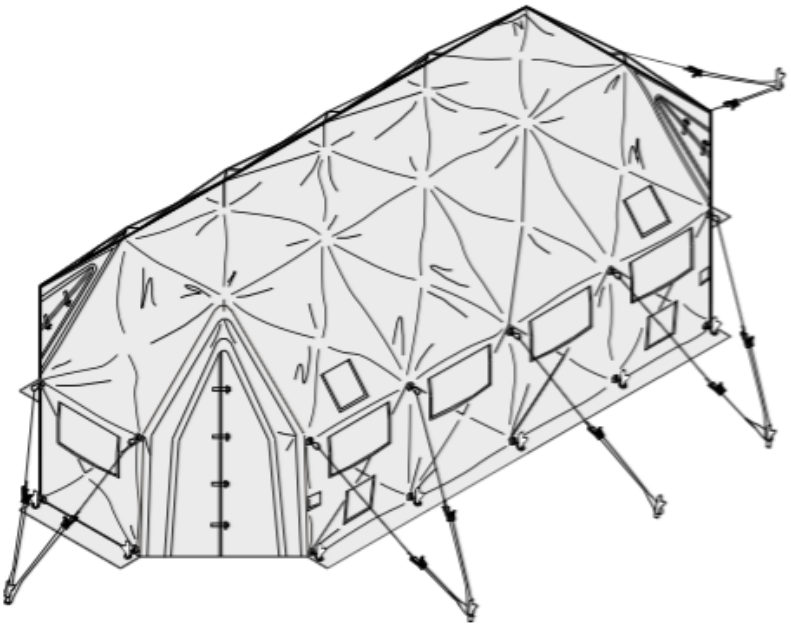


Figura 3-12. Tienda DRASH [*13*]

Ambas capas están unidas a la estructura de manera que existen aproximadamente, unos treinta (30) cm de espacio de aire entre ellas, actuando éste como aislante natural. Las capas pueden ser sustituidas por deterioro o cambio de entorno. Todas las tiendas disponen de ventanas, están preparadas para conexiones varias e instalación de equipos de aire acondicionado, cuerdas exteriores que actúan como vientos y orificios para ser fijadas al suelo mediante estacas.

La tienda puede ser montada en su emplazamiento rápidamente, obteniendo un espacio libre sin obstáculos, adaptado para incorporar iluminación interna, tuberías de calor o frío y cables de alimentación en apoyo de múltiples configuraciones. El suelo integrado está fabricado en poliéster de alta resistencia, lo que proporciona tanto resistencia a la abrasión como una barrera contra insectos, plagas y la humedad del suelo.

Las tiendas pueden ser conectadas entre sí o bien a otras instalaciones e incluso vehículos, para aumentar sus capacidades.

Entre sus usos más frecuentes, se encuentran los de establecer puestos de mando para la conducción de las operaciones, alojar cierta cantidad de equipos informáticos y de comunicaciones que soporten los sistemas CIS, servir de instalaciones sanitarias de campaña para atender las necesidades de las unidades en este sentido o el de ofrecer habitabilidad para un determinado número de individuos. Al igual que en el caso de los contenedores de uso militar, las diferentes instalaciones eléctricas incluídas en cada una de las tiendas levantadas en la zona de operaciones, las convierten a su vez, en equipos receptores de suministro eléctrico y lógicamente, el consumo total asociado a cada una de ellas, variará en función del uso al que se destinen y los por tanto, de los equipos que albergue en su interior y sus correspondientes consumos unitarios.

Se ha de tener en cuenta que las condiciones de operación de estos equipos, determinan en gran medida las necesidades en materia energéticas de los mismos y como se verá en el apartado siguiente, relativo a demandas térmicas, existe una íntima relación entre las necesidades de calentar o refrigerar cualquiera de estos espacios, de acuerdo con determinados factores y dimensionamiento de las instalaciones que han de ser contempladas para su correcto funcionamiento. Al igual que para los contenedores, los consumos eléctricos están tabulados en las unidadescon y serían según la tabla 3-9.

TIENDAS DRASH	**POTENCIA (kW)**
PC-CONDUCCIÓN	**8**
TÉCNICA	**8**
PAÑOL	**4**
HABITABILIDAD	**8**

Tabla 3-9. Consumo tiendas DRASH

3.2 Equipos de consumo térmico

Las necesidades en materia de consumo térmico, no resultan tan evidentes como en el caso de los equipos de consumo eléctrico. Con carácter general, parece más sencillo transformarlas directamente en su equivalente eléctrico pero, como se ha visto en apartados anteriores, esto podría suponer un gran retroceso en cuanto a eficiencia. Por otro lado, la naturaleza de los despliegues y las operaciones que se desarrollan en ellos, junto a las especiales características de cierto equipamiento militar, hace necesario contemplar otras posibilidades en materia energética, cuando se trata de calentar o refrigerar.

Como se explicará más adelante, existen ciertas necesidades propias únicamente del carácter semi-permanente de las operaciones, esto quiere decir que aunque en un principio estas necesidades pudieran ser suplidas con medios alternativos y/o sin gasto de combustible, las condiciones de vida de la fuerza podrían verse mermadas a largo plazo y por tanto, afectar a la potencia de combate.

3.2.1 Raciones de Campaña

Los soldados envueltos en operaciones, están sometidos a unas condiciones de intensa actividad tanto física como mental y requieren un elevado estado de moral. Una dieta adecuada es fundamental para mantener dichas características. Es obligación del mando el estudiar las necesidades nutricionales en relación con las circunstancias y la actividad a desarrollar, cuidando la cantidad y la calidad de los alimentos para adaptarse a una amplia diversidad de situaciones operativas, ambientales y de estrés.

Por tanto, durante operaciones de campaña prolongadas, se han de cubrir las necesidades nutricionales del combatiente de forma equilibrada, atendiendo a requerimientos logísticos y de alimentos gratificantes y con unas buenas características organolépticas, bajo cualquier circunstancia del entorno en que se desarrollan las mismas [***14***].



Figura 3-13. Ración de 24 horas [*9*]

"La alimentación en campaña y la distribución de alimentos calientes, siguen siendo una asignatura pendiente en nuestro Ejercito. Una alimentación equilibrada y adecuada a la especial actividad de las unidades debe ser un objetivo prioritario en cualquier operación en la que se participe [***15***]*".*

De acuerdo con el fin para el que están diseñadas, el consumo en caliente de las raciones de campaña, se realiza mediante la colocación de las diferentes latas de comida, sobre un quemador metálico, donde la combustión de pastillas de combustible sólido contenidas en el propio envase de la ración (se incluyen cerillas), proporciona la fuente de calor para alcanzar la temperatura deseada. El calentamiento de agua para confeccionar sopas o café, se realizaría de igual manera, utilizando el cacillo metálico alojado en la funda de la cantimplora.



Figura 3-14. Hornillo y pastilla de combustible

La comida de las raciones de campaña es de una calidad excelente y están concebidas para poder ser consumidas en frío, pero tal y como se ha explicado anteriormente, esto supondría una merma en las capacidades del combatiente a largo plazo. El sistema de calentamiento descrito, es manifiestamente mejorable ya presenta algunos inconvenientes como la generación de gases, humo y luz o la inestabilidad del hornillo unido al peso del cacillo o una lata de grandes dimensiones; el viento y la lluvia pueden complicar el procedimiento aún más.



Figura 3-15. Raciones de campaña [*9*]

La alimentación de las fuerzas desplegadas mediante raciones de campaña, supondría la distribución de un envase de desayuno, otro de comida y uno más de cena por combatiente al día ó DOS (day of supply); cada uno de ellos contiene todo el material explicado anteriormente, necesario

para ser calentadas. Por otro lado, conforme aumenta el número de individuos a los que hay proporcionar alimento y la situación táctica lo permite, es habitual contar con medios alternativos a las raciones, como son las cocinas de campaña y los contenedores modulares que pueden albergar en su interior, cocinas completas con capacidad para dar servicio a grandes unidades desplegadas. Estos equipos pueden calentar los alimentos mediante diversas fuentes de energía, como gas butano para quemadores de gran capacidad o corriente eléctrica en hornos tipo industrial, que serán tratados posteriormente, por la naturaleza de su consumo.



Figura 3-16. Cocina de campaña

Por todo lo anteriormente descrito, las necesidades energéticas térmicas derivadas de la ingesta en caliente de raciones de campaña, merecería un profundo estudio detallado para poder ser estas demandas analizadas, teniendo en cuenta la gran cantidad de factores que les afectan; a los aspectos técnicos, habría que añadir consideraciones tácticas, económicas, etc. que quedan fuera de los objetivos de este Trabajo.

Ahora bien, para estimar de manera general y aproximar al menos el orden de magnitud de la demanda energética térmica, derivada del consumo en caliente de las raciones de campaña, considerando éstas como un equipo de consumo térmico, se pueden hacer una serie de suposiciones basadas en el consumo de las mismas, en condiciones normales. Es decir, para un individuo y día completo habría que calentar al menos, una porción de los alimentos contenidos en cada envase; un cacillo de leche para el desayuno, dos latas de comida para almuerzo y cena, además de un cacillo de sopa para ser ingerido en cualquiera de ellas. Suponiendo por tanto, un volúmen aproximado de un litro de agua (considerando también los alimentos del interior de las latas como tal) y para elevar su temperatura en 45 ºC por encima de la temperatura ambiente, en al menos 4 minutos obtendríamos un consumo por hombre y día:

EQUIVALENTE EN AGUA (g)	INCREMENTO DE TEMPERATURA (ºC)	CALOR ESPECÍFICO (J/g ºC)	CALOR (J)	TIEMPO (s)	CONSUMO (W)
1000	45	4.18	188100	240	**784**

Tabla 3-10. Consumo raciones de campaña

En cualquier caso, este consumo térmico de gran importancia cualitatíva, es muy reducido desde el punto de vista global de la demanda y, dado que su estudio se ha trasladado a la posibilidad de ser considerado como línea futura de investigación, parece más apropiado centrarse en los equipos de uso colectivo, puesto que son los grandes consumidores de energía térmica.

3.2.2 Tiendas Modulares Drash

Habiendo explicado las características generales de este equipo, desde la perspectiva de consumo eléctrico, habría que evaluarlas también desde punto de vista térmico y es que antes de transformar directamente estas necesidades en su equivalente eléctrico, conviene estimarlas precísamente, teniendo en cuenta el uso al que son destinadas y por tanto, contemplando diversos factores como las condiciones meteorológicas de la zona de despliegue, las características de los equipos que alberga en su interior o el número de individuos que harán uso de ellas, por influir sobre manera en la demanda térmica global.

De acuerdo con los objetivos de este Trabajo, se ha dedicado un apartado completo, al estudio de estas tiendas desde el punto de vista térmico por varios motivos: en primer lugar se trata de un equipo accesible al estar en el cargo de la ENM y por otro, el montaje de varias unidades en el campamento de los alumnos de IM en “El Teleno”, ofrece una ocasión inmejorable para la toma de datos y validación de los resultados; además el uso generalizado de estas tiendas por parte de la Fuerza de Infantería de Marina, hace que cualquier esfuerzo en el mejor conocimiento de las mismas, redunde en el beneficio global de los intereses de todas las unidades que disponen de ellas.



Figura 3-17. Complejo tiendas DRASH

3.2.2.1 Aislamiento térmico [*13*]

Para enmarcar el estudio de la tienda DRASH desde el punto de vista térmico, se cree conveniente introducir algunos conceptos relacionados con el aislamiento. Este factor térmico a tener en cuenta en todas las instalaciones, suele expresarse en función de un valor llamado R, como una medida de la resistencia de los materiales a la transferencia del calor. Se define como L/k, donde L es el espesor del aislamiento y k, la conductividad térmica del material. Si el espesor permanece constante, R se expresa como la diferencia de temperatura (entre el exterior y el interior) requerida para para que el calor fluya a través de la unidad de superficie del material, a razón de una unidad de calor por hora.

El valor U de un aislamiento, es el recíproco del valor R (U=1/R). U es el coeficiente de transferencia de calor y expresa el ratio de transferencia de calor a través de la unidad de área, causado por una diferencia de temperatura de un grado entre ambos lados de la pared. Cuando se trata de calentar, cuanto mas pequeño sea el valor de U, menor será el calor transferido al exterior y por tanto perdido.

Las tiendas DRASH están aisladas por una pared de aire de unos 30 cm de espesor, confinada entre dos capas de poliéster. Según el fabricante, para determinar el valor de U se realizó un test consistente en instalar dos calefactores eléctricos de 1500 W cada uno, en el interior de una tienda herméticamente cerrada. A medida que estos producían calor, se tomaban datos de consumo eléctrico y las temperaturas interior y exterior cada 15 minutos. Con la energía eléctrica transformada en calor y conocida la superficie total de la tienda, U se calculó como Calor / (Área x ΔTemperatura). Se realizaron 5 lecturas diferentes para obtener un valor preciso. Con el uso de instrumental de gran precisión, se determinó el valor del factor U en 0,477 [Btu/(hr x °F x ft2)] y consecuentemente, R=1/U=2,1

De acuerdo también con el fabricante, estos valores no varían significativamente con el tamaño de las tiendas por lo que, conociendo la superficie de cada modelo, se puede calcular la cantidad de calor necesaria para mantener una cierta temperatura en el interior de la tienda.

Finalmente, hay que tener en cuenta que estos datos, no contemplan otros factores muy importantes como la radiación solar, color y reflectividad de la cubierta exterior, exposición al viento y otras fuentes de calor en el interior de la tienda como personas, iluminación o equipamiento; algunos de ellos sí serán computados para realizar las estimaciones.

4 UNIDADES Y EQUIPOS

En relación con los objetivos específicos del presente Trabajo, se han incluído en este Capítulo aquellas unidades que por su naturaleza, son motivo de estudio desde el punto de vista energético, al operar determinados equipos y sistemas de consumo de manera independiente. Por otro lado, estas unidades pueden actuar con cierta autosuficiencia logística cubriendo sus necesidades básicas por periodos de tiempo limitados.

4.1 Pelotón de Fusiles [*16*]

El Pelotón, encuadrado en la Sección de fusiles, es la unidad elemental básica de la Infantería de Marina. Es la menor unidad capaz de maniobrar, en la que se combinan y coordinan fracciones específicas de movimiento y de fuego para llegar al choque.

Las operaciones se encuadran en el combate ofensivo, combate defensivo y patrullas, en las que el pelotón actúa como un destacamento enviado por la unidad a la que pertenece. Está compuesto por once (11) Infantes de Marina, organizados en un Comandante de Pelotón y dos Equipos de Fuego de cinco infantes cada uno.



Figura 4-1. Pelotón de Fusiles de IM [*22*]

Además de su armamento y equipo orgánicos, los componentes del pelotón pueden disponer de aquellos necesarios para el tipo de operación a realizar. En una configuración estándar, los equipos consumidores podrían ser los relativos a optrónica, equipos de comunicaciones y la alimentación en base a las raciones de campaña necesarias por hombre y día, a razón de tres comidas diarias en la tabla 4-1.

OPTRÓNICA	**CANTIDAD**
A/N PEQ-2A	2
M3X	3
HWS 552	3
A/N PVS-14	3
EQUIPOS DE COMUNICACIONES	
PR4G 9100	2
PR4G 9200	1
RACIONES DE CAMPAÑA	
DOS	33

Tabla 4-1. Equipos de consumo. Pelotón de Fusiles

4.2 Equipo Operativo de Seguridad [*17*]

Cuando un buque deba realizar Operaciones de Interdicción Marítima (MIO), suele embarcar un Equipo Operativo de la Fuerza de Infantería de Marina. Este se integra en los Trozos de Visita y Registro como Elemento de Seguridad, cometido para el que tiene un especial adiestramiento.



Figura 4-2. EOS IM [*22*]

Estos equipos además, pueden aumentar la Fuerza de Protección (FP) de los buques cuando así se determine y normalmente, embarcarán con ese doble cometido, como Equipos Operativos de

Seguridad para MIO/FP. El Elemento de Seguridad estará compuesto por un mínimo de seis y un máximo de once Infantes de Marina. [***18***]. Esta organización se corresponde con la de un Pelotón de Fusiles, lo que simplifica el adiestramiento y la integración del equipo; no así su equipamiento, que está muy por encima de lo que cabría esperar de su número de efectivos.

Es decir, a pesar de su escasa entidad y operar siempre desde una plataforma naval que le proporciona in situ todos sus apoyos, se ha incluído en el presente Trabajo puesto que su alto grado de adiestramiento y la especial naturaleza de las misiones a las que se enfrenta, le hacen ir dotado de gran cantidad y diversidad de equipos, casi todos ellos con ciertas servidumbres en materia de consumo eléctrico y por tanto, de pilas y baterías, que tendrá que ser muy tenido en cuenta a la hora del planeamiento de futuros despliegues.

De nuevo y en base a una supuesta configuración estándar y sólo con fines especulativos, los equipos consumidores se distribuirían para un EOS, únicamente en optrónica y equipos de comunicaciones en la tabla 4-2.

OPTRÓNICA	**CANTIDAD**
A/N PEQ-2A	11
M3X	11
HWS 552	11
A/N PVS-14	11
EQUIPOS DE COMUNICACIONES	
PR4G 9100	11
PR4G 9200	1

Tabla 4-2. Equipos de consumo. Equipo Operativo de Seguridad

4.3 Sección de Fusiles [*12*]

Es el elemento básico de maniobra de la Compañía de Fusiles pudiendo constituir un elemento de maniobra y/o fuego de ésta, realizar operaciones de patrullas u ocupar y conservar una zona de terreno.

Está compuesta por su Mando y Plana Mayor (PLM) y tres (3) pelotones de fusiles, constituidos por equipos de fuego. Sus efectivos pueden ascender, hasta un total de treinta y tres (33) infantes.



Figura 4-3. Seccion de Fusiles de IM [22]

Para establecer los equipos consumidores, se ha empleado igual criterio que para un pelotón y por simple adición de éstos, de tal manera que serían los siguientes:

AYUDAS A LA PUNTERIA	**CANTIDAD**
A/N PEQ-2A	6
M3X	9
HWS 552	9
A/N PVS-14	9
EQUIPOS DE COMUNICACIONES	
PR4G 9100	6
PR4G 9200	3
RACIONES DE CAMPAÑA	
DOS	99

Tabla 4-3. Equipos de consumo. Sección de Fusiles

4.4 Compañía de Fusiles [*12*]

Es el elemento básico de maniobra del Batallón de Desembarco (BD) y adecuadamente reforzada, puede constituir organizaciones operativas para llevar a cabo diferentes cometidos. Podrá constituir por tanto, un elemento de maniobra del BD y además, maniobrará en todo tipo de terreno y condiciones meteorológicas. Podrá ser reforzada para realizar operaciones semi-independientes por periodos limitados de tiempo, como son la ocupación y conservación de una zona de terreno o constituir una base de fuegos. Proporcionará apoyo de fuegos a sus unidades subordinadas y atenderá a la defensa contra-carro inmediata, entre otras.

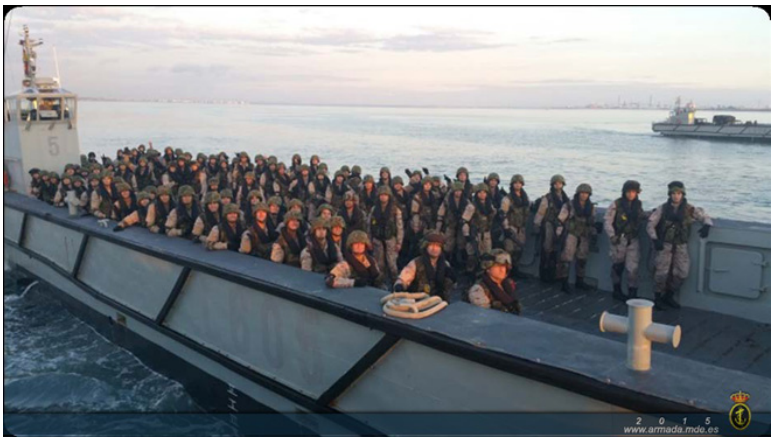


Figura 4-4. Cía de Fusiles de IM [*22*]

Con carácter general, está compuesta por su Mando y PLM, tres (3) secciones de fusiles y una sección de armas como elemento de apoyo de fuegos. Puesto que son muchos los condicionantes que afectan al volumen total de efectivos y para los fines que se persiguen, se estima en cien (100) Infantes de Marina la plantilla de este tipo de unidad.

A partir de este momento, es importante señalar aunque no es objeto particular de estudio por parte de este Trabajo, que cuando se trata de hipotéticos despliegues en zonas de operaciones, lo más apropiado sería utilizar organizaciones operativas en lugar de la habitual orgánica de las unidades cuando están acuarteladas; el témino Sub-Grupo Táctico, sería más adecuado para referirse a una unidad de tipo compañía, pero reforzada con los apoyos necesarios para cumplir con eficacia, la misión que le sea encomendada. Lógicamente, esto podría afectar al número total de efectivos y por tanto, a sus necesidades en materia energética por razones evidentes.

No obstante y para simplificar los cálculos, se ha establecido una configuración general de equipos consumidores por simple adición de los correspondientes a las virtuales secciones que formarían la compañía y siempre teniendo en cuenta, tal y como se indica en el párrafo anterior, que la entidad real de una Compañía de Fusiles y por tanto la del supuesto Sub-Grupo Táctico al que pudiera dar lugar, presentan gran variabilidad.

En cualquier caso, la entidad de este tipo de unidades y los cometidos que pueden llevar a cabo según la doctrina, hacen pensar que las necesidades energéticas deberían ser mucho mayores de las derivadas del consumo de sus equipos portátiles y esto es rigurosamente cierto. Pero como ya se ha indicado con anterioridad, no se tendrán en cuenta los consumos eléctricos soportados por los vehículos que pudieran ser empleados por dichas unidades.

De acuerdo con todo lo anteriormente expuesto, se establecen los siguientes equipos consumidores para un Sub-Grupo Táctico operando con independencia, agrupados en equipos optrónicos, de comunicaciones y las raciones de campaña correspondientes, según la tabla 4-4

OPTRÓNICA	**CANTIDAD**
A/N PEQ-2A	18
M3X	27
HWS 552	27
A/N PVS-14	27
EQUIPOS DE COMUNICACIONES	
PR4G 9100	18
PR4G 9200	9
RACIONES DE CAMPAÑA	
DOS	300

Tabla 4-4. Equipos de consumo. Sub-grupo Táctico

4.5 Batallón de Desembarco (BD) [*19*]

Es la unidad táctica fundamental del Cuerpo de Infantería de Marina. Puede actuar, con o sin refuerzos, encuadrado en una unidad superior; en forma independiente como unidad reforzada para el combate en tierra o bien organizado operatívamente como batallón reforzado de desembarco (BRD) para las operaciones anfibias. Es un conjunto equilibrado capaz de cumplir una gran variedad de misiones de combate y, por la rapidez de su despliegue por medios marítimos y aéreos, es ideal para llevar a cabo planes de contingencia. Sus posibilidades de combate se ven potenciadas cuando actúa en condiciones meteorológicas adversas o de escasa visibilidad, por sus características de adherencia y adaptación al terreno y de flexibilidad y fluidez en los despliegues.



Figura 4-5. Batallones de IM [*22*]

La misión de BD es localizar al enemigo, cerrarse sobre él y destruirle por el fuego y la maniobra o rechazar su asalto mediante el fuego, el combate próximo o los contraataques. Para cumplir misiones específicas y operaciones sostenidas es, normalmente, reforzado con apoyos de combate y logísticos. Básicamente se compone de una Compañía de Plana Mayor y Servicios, una Compañía de Armas y Compañías de fusiles, cada una con sus secciones correspondientes.

El BD, aunque con unos efectivos globales reducidos, constituye una unidad con una elevada capacidad de combate, especialmente cuando actúa reforzado como BRD. La organización, armamento y equipo de sus unidades orgánicas le proporcionan entre otras, la posibilidad de integrar cualquier unidad de apoyo de combate o logística para el combate. Por tanto, no resulta fácil hacer un cómputo global de sus efectivos y de los equipos de consumo energético de los que dispondrá, puesto que como se ha indicado, existen tantas configuraciones como misiones que es capaz de llevar a cabo.

Por tanto y al igual que en el apartado anterior, vuelve a ser relevante mencionar que las cantidades de equipos correspondientes a las unidades tipo empleadas como referencia en este trabajo y sólo con fines especulativos, son el resultado de la pura adición de las unidades menores de las que están compuestas. Además, en el supuesto caso del despliegue de un BD sería más acertado hablar de un Grupo Táctico, constituído en base a varias compañías de fusiles y un número por determinar de secciones específicas, como tantos apoyos fueran necesarios para cumplir su misión con eficacia.

Para el caso de un Grupo Táctico, a los equipos con cierta demanda energética contemplados para una compañía o subgrupo táctico, multiplicados por el correspondiente aumento en el número de efectivos, habría que añadir los derivados de su entidad y los cometidos y misiones que le pudieran ser encomendadas; esto es, la capacidad de un batallón de desembarco constituido o no en grupo táctico, para por ejemplo, instalar un Puesto de Mando (PC) en el transcurso de las operaciones, lleva implícito el aumento de la demanda energética, concretada en el levantamiento de un determinado número de tiendas DRASH, a las que corresponderían ciertos consumos eléctricos y térmicos, dependiendo del uso al que se destinen y que serán evaluados con detalle en otros apartados.

Por otro lado, a la hora de estimar el número de equipos consumidores, se ha tenido en cuenta además, la valiosa experiencia acumulada en despliegues reales como el descrito en páginas anteriores, cuando el número de efectivos autorizados del contingente español y la situación táctica determinaban en gran medida, su organización operativa.

En consecuencia, para un supuesto Grupo Táctico, operando con cierta independencia y como en apartados anteriores, prescindiendo de los equipos y sistemas alimentados por las plataformas en las que están estibados, los equipos consumidores de energía eléctrica y térmica, podrían ser los indicados en la tabla 4-5.

OPTRÓNICA	**CANTIDAD**
A/N PEQ-2A	90
M3X	135
HWS 552	135
A/N PVS-14	135
EQUIPOS DE COMUNICACIONES	
PR4G 9100	54
PR4G 9200	27
RACIONES DE CAMPAÑA	
DOS	1500
TIENDAS DRASH	
CONDUCCION	1
TECNICA	1
PLM Y PAÑOL	1

Tabla 4-5. Equipos de consumo. Grupo Táctico

4.6 Agrupación Reforzada de Desembarco (ARD)

La Brigada de Infantería de Marina (BRIMAR), tiene capacidad para establecer de una Base Semi-Permanente (BSP) en una determinada Zona de Operaciones, para apoyar a una ARD de una entidad aproximada de mil (1.000) Infantes de Marina, por un espacio de tiempo de varios meses.

Esta ARD será por tanto, una organización operativa articulada como fuerza expedicionaria, con capacidad de proyectarse en zonas alejadas de Territorio Nacional y participar en un amplio espectro de operaciones. En cuanto a la BSP, dispondría del mínimo soporte de condiciones de vida, protección, sanidad y/o apoyos de servicio de combate necesarios para ser operada con la menor carga administrativa y de personal, en beneficio de la eficacia militar de la fuerza desplegada.



Figura 4-6. Proyección estratégica [*22*]

Al margen de los aspectos militares de la operación, las consideraciones a tener en cuenta respecto a diseño y dimensionamiento del despliegue, vienen impuestas entre otros por el grado de autosuficiencia, las condiciones climáticas y medioambientales y el grado de compatibilidad en un hipotético escenario conjunto-combinado. La modularidad y escalabilidad también son tenidas en cuenta a la hora de tomar las decisiones básicas que afectarían al diseño de la BSP.

Aunque a este nivel de la fuerza, las consideraciones hechas pudieran parecer un tanto abstractas o incluso demasiado simples para la complejidad de una infraestructura de este tamaño, se ha procurado evaluar con el máximo rigor posible, la cantidad de equipos demandantes de energía, de acuerdo con los parámetros con los que se vienen haciendo hasta ahora, para las unidades de menor entidad.

De acuerdo con esto, una Agrupación Reforzada de Desembarco de entidad fijada en 1.000 Infantes de Marina y operando desde una Base Semi-Permanente, podría acumular este esquema de equipos demandantes de suministro energético, agrupados en la tabla 4-6.

OPTRÓNICA	**CANTIDAD**
A/N PEQ-2A	180
M3X	270
HWS 552	270
A/N PVS-14	270

EQUIPOS DE COMUNICACIONES	
PR4G 9100	108
PR4G 9200	54
TIENDAS DRASH	
PC-CONDUCCIÓN	5
TÉCNICA	5
PAÑOL	10
HABITABILIDAD	50
CONTENEDORES	
COCINA	4
CONGELADOR	1
DEPURADORA	2
DUCHA-WC	5
FRIGORÍFICO	2
ISOTERMO	3
LAVANDERIA	1
LAVAVAJILLAS	2
TALLER	10
TELEMEDICINA	1
WC	4

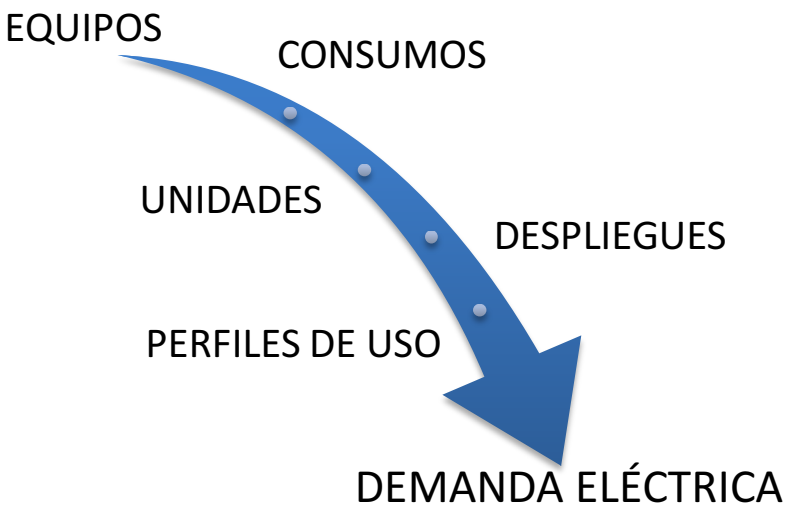
Tabla 4-6. Equipos de consumo. ARD

5 METODOLOGÍA PARA LA ESTIMACIÓN DE DEMANDAS ELÉCTRICAS

5.1 Introducción

Para un mejor acercamiento al objetivo general del presente Trabajo, los equipos han sido el punto de partida del proceso, diferenciados en aquellos asociados al uso individual y por otro lado, los relacionados con las unidades de mayor entidad. A continuación, se han calculado los consumos según el tipo de pilas o baterías que emplean o bien, directamente a través de sus características técnicas, como en el caso de los alimentados mediante plantas generadoras. La catalogación de la unidades ha supuesto delimitar sus capacidades y los despliegues han ayudado a totalizar el número de equipos que a su vez, caracterizarán la demanda. Por último, sólo queda definir ciertos perfiles de uso de todos los equipos para con ellos, cruzar los resultados y así cuantificar las necesidades energéticas, totalizando la demanda eléctrica global según la unidad tipo seleccionada.

En resúmen, el tiempo medio de operación de un determinado equipo multiplicado por su consumo unitario y éste a su vez por el número de aparatos iguales, arrojará un consumo parcial que, unido al del resto de equipos empleados en cada despliegue por una unidad cualquiera, supondrá la demanda en energía eléctrica global sea cual fuere su procedencia, de la unidad en cuestión.



5.2 Perfiles de uso de los equipos

Con vistas a determinar la demanda eléctrica global de cada unidad, se deben establecer antes ciertos patrones de uso de los diferentes equipos que éstas operen, en relación con sus aplicaciones y las capacidades que se esperan de cada uno de ellos. También el tipo de misión asignada a cada unidad, podría ser un indicador para establecer ciertas frecuencias de operación y por tanto, aproximar el consumo total de los equipos pero este factor, determinaría más bien la naturaleza de los equipos a emplear que el tiempo de operación medio de cada uno de los equipos.

Conviene volver a recordar ahora que, aunque a las unidades de menor tamaño les corresponderán también menores consumos eléctricos por razones obvias, existe una diferencia fundamental en cuanto al origen de ese consumo, y es que el suministro eléctrico para abastecer esos equipos, procederá en su totalidad de baterías genéricas o específicas para los equipos a los que alimentan, bien sean éstas recargables o de un sólo uso; en el caso de las grandes unidades, sus también grandes consumos serán soportados fundamentalmente por generadores y/o plantas eléctricas instaladas al efecto, al menos para los equipos de uso colectivo. Por tanto, no conviene subestimar las pequeñas demandas eléctricas, de las pequeñas unidades aunque pudieran parecer irrelevantes, frente a las de las Bases de Operaciones de las unidades de cierta entidad porque una falta de suministro eléctrico en una pequeña unidad, podría suponer la pérdida de una determinada capacidad crítica para el combate, mientras que para una gran unidad supondría un mero contratiempo, que no tendría por qué afectar al desarrollo normal de las operaciones.

Se ha establecido el patrón hora, para referirse al tiempo medio diario de uso en cada equipo. Resulta útil teniendo en cuenta los datos de consumo y, de acuerdo con los objetivos del presente Trabajo, se trata de una unidad fácilmente extrapolable a los consumos semanales y hasta mensuales o por el tiempo total de despliegue de una cierta unidad. Por otro lado, resulta tentador aplicar de manera sistemática un cierto "coeficiente de seguridad" que lleve al alza los tiempos de uso y por tanto los consumos, para así garantizar el suministro; en este sentido, se ha tratado de establecer patrones creíbles de operación, basados en las capacidades de las unidades implicadas.

5.2.1 Equipos de uso individual

Como se recordará, se han incluído en este apartado un cierto número representativo de equipos optoelectrónicos de uso individual y algunos de los equipos portátiles de comunicaciones, empleados al más bajo nivel táctico y disponibles en las unidades. El perfil de operación de los primeros responde a un gran número de factores no siempre fáciles de determinar; para los equipos de comunicaciones, tienen un claro perfil de uso, en cuanto que deben estar operativos contínuamente para garantizar el enlace entre las unidades. Tratando de ofrecer una aproximación lo más realista posible, en base a la experiencia de anteriores despliegues, se han propuesto los tiempos de uso según la tabla 5-1

OPTRÓNICA	**HORAS/DIA**
A/N PEQ-2A	2.0
M3X	0.5
HWS 552	4.0
A/N PVS-14	2.0

EQUIPOS DE COMUNICACIONES	
PR4G 9100	24
PR4G 9200	24

Tabla 5-1. Perfiles equipos comunicaciones

5.2.2 Equipos de uso colectivo

Fueron incluídos en este apartado, los contenedores modulares de uso militar, transportados a las zonas de operaciones en diferentes configuraciones y cantidad, en función de la situación táctica, el tamaño de las fuerzas a apoyar o el periodo de tiempo en que se estimase la duración del despliegue. Pese a que todos ellos son receptores de suministro eléctrico y están diseñados para operar de forma ininterrumpida, se han determinado también ciertos patrones de utilización en función del uso al que se destinan. Cabe esperar cierta variabilidad en este sentido, pero las valoraciones se ajustan a los objetivos de este Trabajo, por tratarse de ciclos razonables de funcionamiento según tabla 5-2.

CONTENEDORES	HORAS/DIA
COCINA	12
CONGELADOR	24
DEPURADORA	12
DUCHA-WC	12
FRIGORÍFICO	24
ISOTERMO	24
LAVANDERIA	24
LAVAVAJILLAS	12
TALLER	12
TELEMEDICINA	24
WC	12

Tabla 5-2. Perfiles uso contenedores

También las tiendas DRASH, fueron objeto de estudio desde el punto de vista eléctrico ya que, ampliamente utilizadas por las unidades de mayor entidad como puestos de mando, tiendas técnicas, instalaciones sanitarias de campaña o como alojamiento de un determinado número de individuos, suponen una demanda energética importante y sus perfiles de uso, han de ser establecidos para realizar las estimaciones oportunas. Al igual que para los contenedores de uso militar, los patrones de utilización en función del uso al que se destinan, se apoyan en suposiciones que admiten cierta flexibilidad, pero como en el caso anterior, estas estimaciones no afectan al objetivo general de este Trabajo, en tanto que se sustentan el valores creíbles de posibles situaciones reales de funcionamiento según tabla 5-3.

TIENDAS DRASH	HORAS/DIA
PC-CONDUCCIÓN	12
TÉCNICA	24
PAÑOL	24
HABITABILIDAD	12

Tabla 5-3. Perfiles uso tiendas DRASH

5.3 Consumos de los equipos en función de los perfiles de uso

En el caso de los equipos optoelectrónicos, se obtienen unos consumos por hora y día de funcionamiento según la tabla 5-4.

OPTRÓNICA	POTENCIA (W)	HORAS/DIA	TOTAL (Wh/DIA)
A/N PEQ-2A	1.00	2.00	**2.00**
M3X	8.40	0.50	**4.20**
HWS 552	0.01	4.00	**0.04**
A/N PVS-14	0.07	2.00	**0.14**

Tabla 5-4. Consumo equipos optoelectrónicos

Para los equipos de comunicaciones, los consumos por hora y dia, vendrán determinados por sus consumos medios, multiplicados por su factor de uso, de acuerdo con los perfiles establecidos, al igual que en el apartado anterior en la tabla 5-5.

EQUIPOS DE COMUNICACIONES	POTENCIA (W)	HORAS	TOTAL (Wh)
PR4G 9100	3,47	24	**83.28**
PR4G 9200	10.77	24	**258.48**

Tabla 5-5. Consumo equipos comunicaciones

Para los equipos de uso colectivo, en este caso los contenedores de uso militar, se procederá de igual manera que para los equipos de comunicaciones y teniendo en cuenta que, como ya se ha explicado anteriormente, conviene separar estos consumos puesto que son del orden de kWh en la tabla 5-6.

CONTENEDORES	POTENCIA (kW)	HORAS	TOTAL (kWh)
COCINA	40	12	**480**
CONGELADOR	8	24	**192**
DEPURADORA	20	12	**240**
DUCHA-WC	8	12	**96**
FRIGORÍFICO	8	24	**192**
ISOTERMO	8	24	**192**
LAVANDERIA	14	24	**336**
LAVAVAJILLAS	14	12	**168**
TALLER	8	12	**96**
TELEMEDICINA	12	24	**288**
WC	8	12	**96**

Tabla 5-6. Consumos contenedores

Por último y también de uso colectivo, según las configuraciones de tiendas DRASH, se obtienen los siguientes consumos representados en la tabla 5-7.

TIENDAS DRASH	POTENCIA (kW)	HORAS	TOTAL (kWh)
PC-CONDUCCIÓN	8	12	**96**
TÉCNICA	8	24	**192**
PAÑOL	4	24	**96**
HABITABILIDAD	8	12	**96**

Tabla 5-7. Consumos tiendas DRASH

5.4 Demanda eléctrica por equipos y unidades

Finalmente, el resultado de la adición de los consumos de todos los equipos operados por las diferentes unidades objeto de análisis, mostrará la demanda eléctrica global por horas y día de cada una de ellas. Como ya se había adelantado con anterioridad, los consumos referidos a los equipos de uso individual, son muy inferiores a los de uso colectivo por lo que cuando el tamaño de la unidad haga necesario contemplar ambos, se optará por relacionarlos por separado:

5.4.1 Pelotón de Fusiles

Los consumos debidos a los equipos optoelectrónicos serán:

OPTRÓNICA	**CANTIDAD**	**CONSUMO UNITARIO (Wh)**	**TOTAL CONSUMO (Wh)**
A/N PEQ-2A	2	2.00	4.00
M3X	3	4.20	12.60
HWS 552	3	0.04	0.12
A/N PVS-14	3	0.14	0.42
CONSUMO EQUIPOS OPTRONICOS			**17.14**

Y los relativos a los equipos de comunicaciones:

EQUIPOS DE COM´S	**CANTIDAD**	**CONSUMO UNITARIO (Wh)**	**TOTAL CONSUMO (Wh)**
PR4G 9100	2	83.28	166.56
PR4G 9200	1	258.48	258.48
CONSUMO EQUIPOS COMUNICACIONES			**425.04**

Lo que para el cómputo total relativo al Pelotón, se computa en la tabla 5-8.

	CONSUMO (Wh)
EQUIPOS OPTRONICOS	17.14
EQUIPOS COMUNICACIONES	425.04
TOTAL	**442.18**

Tabla 5-8. Consumo total Pelotón

5.4.2 Equipo Operativo de Seguridad

Los consumos debidos a los equipos optoelectrónicos serán:

OPTRÓNICA	CANTIDAD	CONSUMO UNITARIO (Wh)	TOTAL CONSUMO (Wh)
A/N PEQ-2A	11	2.00	22.00
M3X	11	4.20	46.20
HWS 552	11	0.04	0.44
A/N PVS-14	11	0.14	1.54
CONSUMO EQUIPOS OPTRONICOS			**70.18**

Y los relativos a los equipos de comunicaciones:

EQUIPOS DE COM´S	CANTIDAD	CONSUMO UNITARIO (Wh)	TOTAL CONSUMO (Wh)
PR4G 9100	11	83.28	916.08
PR4G 9200	1	258.48	258.48
CONSUMO EQUIPOS COMUNICACIONES			**1174.56**

Lo que para el cómputo total relativo al EOS, figura en la tabla 5-9.

	CONSUMO (Wh)
EQUIPOS OPTRONICOS	70.18
EQUIPOS COMUNICACIONES	1174.56
TOTAL	**1244.74**

Tabla 5-9. Consumo total EOS

A pesar de tener una entidad de 11 hombres, igual a la del pelotón, su demanda eléctrica casi se triplica; esto es algo que se corresponde con su alto nivel de equipamiento, como ya se trató en el apartado dedicado a las unidades.

5.4.3 Sección de Fusiles

Para esta unidad tipo, los consumos debidos a los equipos optoelectrónicos serán:

OPTRÓNICA	**CANTIDAD**	**CONSUMO UNITARIO (Wh)**	**TOTAL CONSUMO (Wh)**
A/N PEQ-2A	6	2.00	12.00
M3X	9	4.20	37.80
HWS 552	9	0.04	0.36
A/N PVS-14	9	0.14	1.26
CONSUMO EQUIPOS OPTRONICOS			**51.42**

Y los relativos a los equipos de comunicaciones:

EQUIPOS DE COM´S	**CANTIDAD**	**CONSUMO UNITARIO (Wh)**	**TOTAL CONSUMO (Wh)**
PR4G 9100	6	83.28	499.68
PR4G 9200	3	258.48	775.44
CONSUMO EQUIPOS COMUNICACIONES			**1275.12**

Por lo que el cómputo total relativo a la Sección será según la tabla 5-10

	CONSUMO (Wh)
EQUIPOS OPTRONICOS	51.42
EQUIPOS COMUNICACIONES	1275.12
TOTAL	**1326.54**

Tabla 5-10. Consumo total Sección

Siendo este un resultado acorde con las expectativas, puesto que la entidad de una sección es tres veces la de un pelotón y sus consumos energéticos, también habrían de serlo.

5.4.4 Compañía de Fusiles-Subgrupo Táctico

Esta unidad es la de mayor entidad de las analizadas, de la que sólo se extraerán los consumos de los equipos de uso individual, enmarcados dentro del mismo orden de magnitud. Además, como ya se explicó en su momento, existe una gran variabilidad en su composición y en consecuencia, medios disponibles. Por tanto, se ha de recordar que la demanda exacta de energía eléctrica real de esta unidad, habrá de calcularse con los equipos que finalmente deba operar. Esta estimación debe servir como referencia, con carácter general. En cualquier caso y siguiendo el mismo procedimiento que para las unidades anteriores, los consumos debidos a los equipos optoelectrónicos serían:

OPTRÓNICA	**CANTIDAD**	**CONSUMO UNITARIO (Wh)**	**TOTAL CONSUMO (Wh)**
A/N PEQ-2A	18	2.00	36.00
M3X	27	4.20	113.40
HWS 552	27	0.04	1.08
A/N PVS-14	27	0.14	3.78
CONSUMO EQUIPOS OPTRONICOS			**154.26**

Y los relativos a los equipos de comunicaciones:

EQUIPOS DE COM´S	**CANTIDAD**	**CONSUMO UNITARIO (Wh)**	**TOTAL CONSUMO (Wh)**
PR4G 9100	18	83.28	1499.04
PR4G 9200	9	258.48	2326.32
CONSUMO EQUIPOS COMUNICACIONES			**3825.36**

Siendo el cómputo total, la adición de los dos anteriores en la tabla 5-11.

	CONSUMO (Wh)
EQUIPOS OPTRONICOS	154.26
EQUIPOS COMUNICACIONES	3825.36
TOTAL	**3979.62**

Tabla 5-11. Consumo total Compañía

La demanda eléctrica asociada a esta unidad con las consideraciones previas, es también tres veces superior a la de la compañía, algo que se debe validar teniendo en cuenta su composición real, tal y como se ha explicado anteriormente.

5.4.1 Batallón de Fusiles-Grupo Táctico

A partir de esta unidad, las estimaciones de la demanda eléctrica han de contemplar también, las derivadas de los equipos de uso colectivo que han sido tratadas en apartados anteriores y los resultados arrojarán datos, que deben ser valorados de acuerdo con el origen de ese consumo. Es decir, los consumos de los equipos de uso individual (en Wh) procederán de pilas o baterías y los de los equipos de uso colectivo (en kWh), lo harán de los generadores de campaña instalados en los despliegues.

5.4.1.1 Consumo equipos de uso individual

Análogamente a los apartados anteriores, la demanda eléctrica ser:

OPTRÓNICA	CANTIDAD	CONSUMO UNITARIO (Wh)	TOTAL CONSUMO (Wh)
A/N PEQ-2A	90	2.00	180.0
M3X	135	4.20	567.0
HWS 552	135	0.04	5.4
A/N PVS-14	135	0.14	18.9
CONSUMO EQUIPOS OPTRONICOS			**771.3**

Que es cinco veces la calculada para la compañía, de acuerdo con las consideraciones previas realizadas.

Los consumos procedentes de los equipos portátiles de comunicaciones serán:

EQUIPOS DE COM´S	CANTIDAD	CONSUMO UNITARIO (Wh)	TOTAL CONSUMO (Wh)
PR4G 9100	54	83.28	4497.12
PR4G 9200	27	258.48	6978.96
CONSUMO EQUIPOS COMUNICACIONES			**11476.08**

Correspondiendo este dato a haber triplicado el número de equipos con respecto a la unidad tratada anteriormente.

Por tanto, la suma de los anteriores quedaría como sigue:

	CONSUMO (Wh)
EQUIPOS OPTRONICOS	771.30
EQUIPOS COMUNICACIONES	11476.08
TOTAL	**12247.38**

Siendo este un valor esperado, puesto que el aumento de la demanda eléctrica con respecto a la unidad anterior, es proporcional al la diferencia de entidad entre ambas.

5.4.1.2 Consumo equipos de uso colectivo

Habría que incluir en este apartado, los derivados del uso de tiendas DRASH en el transcurso de las operaciones. En número y configuración propias de cada despliegue. de manera general sería:

TIENDAS DRASH	**CANTIDAD**	**CONSUMO UNITARIO (kWh)**	**TOTAL CONSUMO (kWh)**
CONDUCCIÓN	1	8	8
TÉCNICA	1	8	8
PLM Y PAÑOL	1	4	4
CONSUMO TIENDAS DRASH			**20**

Para finalizar, ya sólo queda añadir los consumos procedentes de todos los equipos de los que dispondría esta unidad, según la tabla 5-12.

	CONSUMO (KWh)
EQUIPOS USO INDIVIDUAL	12.25
EQUIPOS USO COLECTIVO	20.00
TOTAL	**32.25**

Tabla 5-12. Consumo total BD

Es importante señalar, que las demandas de energía eléctrica de los equipos portátiles operados por este tipo de unidad, han alcanzado en orden de magnitud a de las de los equipos de uso colectivo. Todo ello se corresponde con el perfil de despliegues en los que puede verse involucrada esta unidad.

5.4.2 Agrupación Reforzada de Desembarco

Como es evidente, la máxima capacidad de despliegue de la Fuerza de Infantería de Marina, debe caracterizarse también por el máximo consumo de energía eléctrica, con independencia del orígen de dicha energía. Para esta unidad tipo, se han de incluir todos los equipos de consumo descritos a lo largo del presente Trabajo, en número aproximado a las capacidades que se esperan de la Fuerza.

Conviene recordar ahora de nuevo, que la gran flexibilidad de las diferentes unidades que podrían formar partes de esta agrupación exigiría a su vez y en cada caso, un estudio pormenorizado de los modelos y cantidades de los equipos consumidores que finalmente hubiera que desplegar. Estas estimaciones, suponen una serie de consideraciones de carácter general, valiéndose de todas las simplificaciones descritas anteriormente.

5.4.2.1 Consumo equipos de uso individual

Según el procedimiento seguido hasta ahora, los consumos derivados del uso de equipos optoelectrónicos serían:

OPTRÓNICA	CANTIDAD	CONSUMO UNITARIO (Wh)	TOTAL CONSUMO (Wh)
A/N PEQ-2A	180	2.00	360.0
M3X	270	4.20	1134.0
HWS 552	270	0.04	10.8
A/N PVS-14	270	0.14	37.8
CONSUMO EQUIPOS OPTRONICOS			**1542.6**

O lo que es lo mismo, el doble de la estimada para un BD, tal y como se establece en el párrafo que describe las simplificaciones para analizar su composición.

Los consumos procedentes de los equipos portátiles de comunicaciones serán:

EQUIPOS DE COM´S	CANTIDAD	CONSUMO UNITARIO (Wh)	TOTAL CONSUMO (Wh)
PR4G 9100	108	83.28	8994.24
PR4G 9200	54	258.48	13957.92
CONSUMO EQUIPOS COMUNICACIONES			**22952.16**

Correspondiendo este dato, a haber duplicado el número de equipos portátiles de comunicaciones con respecto a la unidad analizada anteriormente.

Por tanto, la suma de los anteriores quedaría como sigue:

	CONSUMO (Wh)
EQUIPOS OPTRONICOS	1542.60
EQUIPOS COMUNICACIONES	22952.16
TOTAL	**24496.76**

Siendo este un valor esperado, puesto que el aumento de la demanda eléctrica con respecto a la unidad anterior, también es proporcional al la diferencia de entidad entre ambas.

5.4.2.2 Consumo equipos de uso colectivo

Las tiendas y consumos derivados del empleo de tiendas DRASH serían:

TIENDAS DRASH	**CANTIDAD**	**CONSUMO UNITARIO (kWh)**	**TOTAL CONSUMO (kWh)**
CONDUCCIÓN	5	8	40
TÉCNICA	5	8	40
PLM Y PAÑOL	10	4	40
HABITABILIDAD	50	8	400
CONSUMO TIENDAS DRASH			**520**

Como parece lógico, el uso masivo de tiendas drash por parte de este tipo de unidad, afecta notablemente a la demanda energética global de la misma.

De manera análoga, para el caso de los contenedores de uso militar, en tipología y cantidad descrita con anterioridad, el gasto sería:

CONTENEDORES	**CANTIDAD**	**CONSUMO UNITARIO (kWh)**	**TOTAL CONSUMO (kWh)**
COCINA	4	480	1920
CONGELADOR	1	192	192
DEPURADORA	2	240	480
DUCHA-WC	5	96	480

FRIGORÍFICO	2	192	384
ISOTERMO	3	192	576
LAVANDERIA	1	336	336
LAVAVAJILLAS	2	168	336
TALLER	10	96	960
TELEMEDICINA	1	288	288
WC	4	96	384
CONSUMO CONTENEDORES			6336

El cómputo acumulado de los equipos de uso colectivo, tiendas y contenedores sería:

	CONSUMO (KWh)
TIENDAS DRASH	520
CONTENEDORES USO MILITAR	6336
TOTAL	**6856**

Para finalizar, sólo queda sumar los consumos de todos los equipos, con independencia del uso al que son destinados y las fuentes de energía de las que proceden dichos consumos en la tabla 5-13.

	CONSUMO (KWh)
EQUIPOS USO INDIVIDUAL	24.50
EQUIPOS USO COLECTIVO	6856.00
TOTAL	**6880.50**

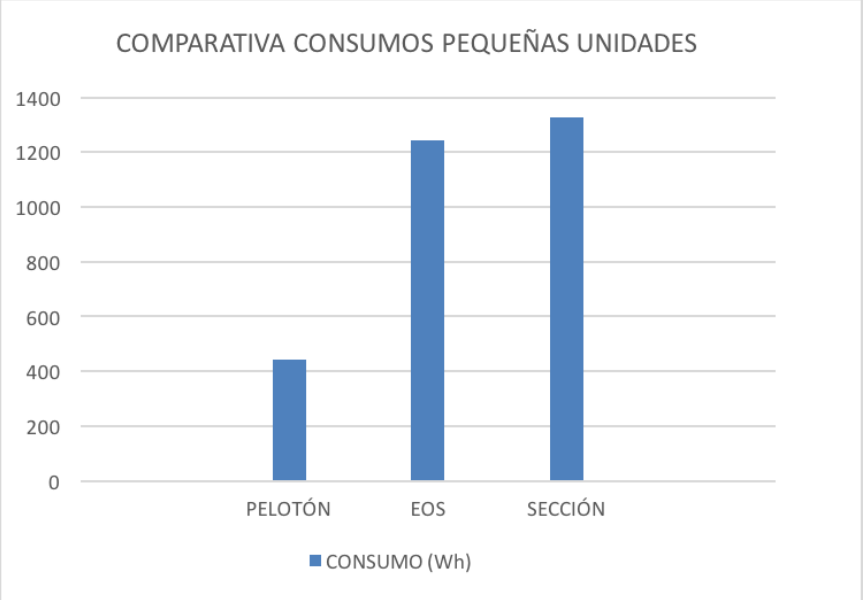
Tabla 5-13. Consumo total ARD

El hecho de que el consumo procedente de los equipos de uso colectivo suponga la inmensa mayoría del consumo total de este tipo de unidad, no hace otra cosa que poner en evidencia el carácter semi-permanente de los despliegues en los que se vería involucrada, inversamente a como sucede en las unidades más ligeras, con alta movilidad.

A modo de resúmen, las siguientes tablas aglutinan los resultados finales para los distintos tipos de unidades y los equipos asociados a las mismas, de acuerdo con las hipótesis efectuadas a lo largo del Trabajo; en el caso de las unidades de menor entidad, se ha creído conveniente expresar sus consumos en Wh, para su mejor comprensión en la tabla 5-14.

PEQUEÑAS UNIDADES Y SUS CONSUMOS EN Wh	
PELOTÓN DE FUSILES	
EQUIPOS OPTRONICOS	17.14
EQUIPOS COMUNICACIONES	425.04
TOTAL PELOTÓN	**442.18**
EQUIPO OPERATIVO DE SEGURIDAD	
EQUIPOS OPTRONICOS	70.18
EQUIPOS COMUNICACIONES	1174.56
TOTAL EOS	**1244.74**
SECCIÓN DE FUSILES	
EQUIPOS OPTRONICOS	51.42
EQUIPOS COMUNICACIONES	1275.12
TOTAL SECCIÓN	**1326.54**

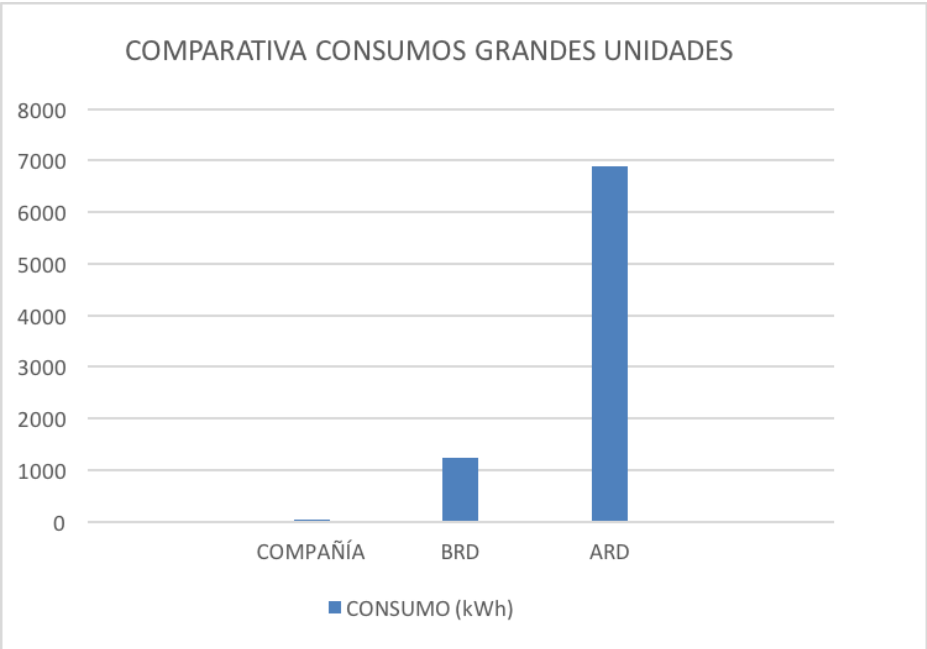
Tabla 5-14. Consumos totales pequeñas unidades



En el caso de las grandes unidades, se ha considerado oportuno referir sus consumos en kWh, de tal manera que las estimaciones finales serían los de la tabla 5-15.

GRANDES UNIDADES Y SUS CONSUMOS EN kWh	
SUB-GRUPO TÁCTICO	
EQUIPOS OPTRONICOS	0.15
EQUIPOS COMUNICACIONES	3.82
TOTAL	**3.97**
GRUPO TÁCTICO	
EQUIPOS USO INDIVIDUAL	12.25
EQUIPOS USO COLECTIVO	20.00
TOTAL BDR	**32.25**
AGRUPACIÓN REFORZADA DE DESEMBARCO	
EQUIPOS USO INDIVIDUAL	24.50
EQUIPOS USO COLECTIVO	6856.00
TOTAL	**6880.50**

Tabla 5-15. Consumos totales grandes unidades



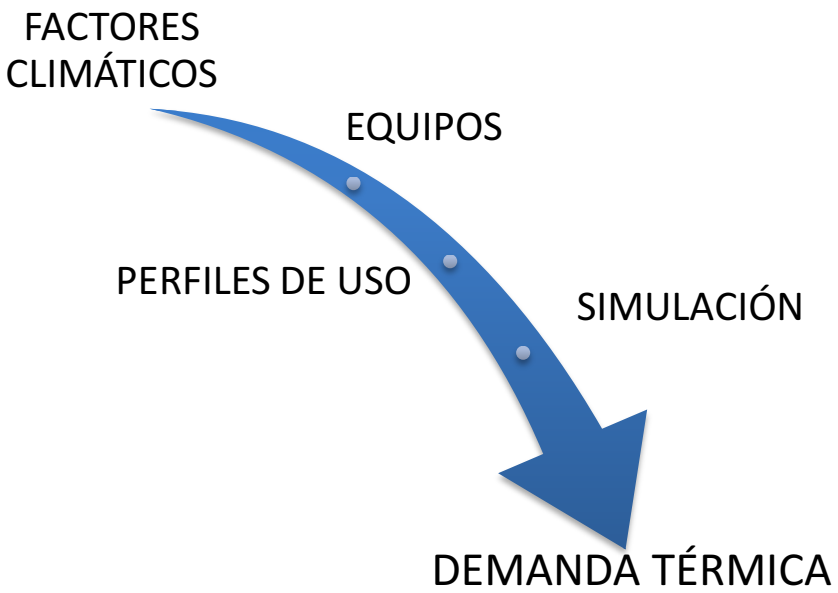
A tenor de los resultados, en el caso de lo que se ha convenido en denominar “pequeñas unidades” y como ya se había adelantado en el apartado dedicado al análisis cualitativo, el nivel de equipamiento del Equipo Operativo se Seguridad, lo convierte en un consumidor de energía de tamaño equiparable al de una sección de fusiles, aún siendo de menor entidad.

De acuerdo con lo observado para el caso de “grandes unidades”, el aumento del consumo es de tipo exponencial, lo que concuerda con la cantidad, el tipo de equipamiento y perfil de consumo asociados a estas unidades.

6 METODOLOGÍA PARA LA ESTIMACIÓN DE DEMANDAS TÉRMICAS

6.1 Introducción

Análogamente al desarrollo de la metodología empleada para la estimación de las demandas eléctricas, se ha establecido un procedimiento para alcanzar los objetivos que persigue este Trabajo, en cuanto al análisis del consumo desde el punto de vista térmico, basado en consideraciones técnicas y ciertas suposiciones, pero siempre adaptado al uso realista y creíble de los equipos. Es decir, se contemplan factores de diversa naturaleza como la climatología, perfiles de uso y tipología de los equipos entre otros que lógicamente, son característicos o propios de un determinado tipo de despliegue; quiere esto decir que se ha intentado abarcar un espectro de posibilidades, relacionado con las capacidades y limitaciones reales de las unidades.



6.2 Estudio de los factores climáticos

En este Capítulo se trata uno de los aspectos más relevantes en la toma de decisiones, como es el de la climatología. Se tiene en cuenta desde el comienzo de la fase de planeamiento y a todos los niveles de la Fuerza, puesto que afecta sobre manera a las estimaciones iniciales de la demanda energética global de las unidades.

De nuevo, el carácter expedicionario y la alta movilidad estratégica inherentes a la Fuerza de Infantería de Marina de la Armada Española, hacen que sea necesario contemplar el factor climático en la zona de despliegue. Si bien los medios con los que cuenta la Fuerza, permiten la vida y funcionamiento del personal en las más variadas condiciones ambientales [***20***], la demanda energética variará sustancialmente dependiendo de factores como la temperatura, viento o humedad predominantes en la zona de despliegue.



Figura 6-1. Afganistán clima desértico [*9*]

No cabe duda que el reconocimiento previo proporciona información valiosa a la hora de evaluar estas particularidades pero alcanzar un alto grado de alistamiento, requiere formular ciertos estándares para reducir los tiempos de respuesta con eficacia y rigor. Además, la continuidad temporal de ciertas operaciones, hace que un mismo despliegue se enfrente a condiciones cambiantes y en ocasiones, radicalmente opuestas. Cuando las unidades se encuentran ya desplegadas, sus efectivos conocen de primera mano las particularidades ambientales de la zona en la que operan, pudiendo contemplar directamente este factor a la hora de planear las misiones que se le ordenen y por tanto, sus necesidades energéticas.



Figura 6-2. Afganistán clima de montaña [*9*]

6.2.1 Clasificaciones climáticas globales

El problema de las clasificaciones climáticas, sólo recibe soluciones artificiales y en consecuencia imperfectas. En climatología, la complejidad de caracteres que dan a cada clima su individualidad, no permite definir objetivamente las unidades a clasificar. Por lo tanto, no se puede recomendar un método respecto de otro. Para tener utilidad práctica, las clasificaciones climáticas deben partir de datos simples y fácilmente accesibles y así confeccionar un cuadro a la vez suficientemente general y sin embargo bastante detallado.

La gran diversidad de climas que se encuentran en la superficie terrestre, pueden tratar de agruparse en conjuntos lo más racionalmente homogéneos, siempre y cuando tengan características parecidas. Pero los principios que guíen cada agrupamiento podrán variar notablemente en función del problema al cual se proponga aplicar la clasificación. Por tanto, sistemas diferentes conducen a representaciones diferentes. El tratamiento de los resultados, debe hacerse teniendo en cuenta las razones que determinaron la elección de cada uno de los sistemas.



Figura 6-3. Infantes de Marina españoles en Bosnia [*22*]

En general, las clasificaciones actuales consideran al menos dos elementos, precipitación y temperatura, para luego utilizar uno de ellos o ambos en conjunto. De esta manera se confeccionan ciertos índices cuyos valores numéricos sirven a la propia clasificación. Las clasificaciones climáticas generales atienden a cuatro grupos, según estén referidas las temperaturas, precipitaciones, combinaciones de ambos factores y por último, a la distribución de los seres vivos o bioclimáticas.

Las clasificaciones basadas en temperaturas destacan las similitudes entre isotermas y paralelos, pero es obvio que, debido a las diferentes propiedades térmicas de las masas de tierra y agua, no es posible correlacionar los regímenes de temperatura con las zonas latitudinales.

En el caso de las clasificaciones climáticas relacionadas con la distribución de los seres vivos sobre la superficie terrestre, se han obtenido grandes avances debidos al estudio sistemático de los ecosistemas, bajo el supuesto de que los animales representan adaptaciones a medios particulares y la vegetación a su vez, refleja el conjunto de condiciones ambientales generales. Una metodología derivada de esta, la clasificación agroclimática o ecología de los cultivos, intenta establecer la relación entre la utilización agraria de la tierra y diferentes parámetros meteorológicos sencillos.

Aquellas clasificaciones que se basan sólo en las precipitaciones, suelen llevar a la distinción entre zonas áridas y otras húmedas que, con diferentes denominaciones como son: árido, semiárido, seco, subhúmedo, húmedo, muy húmedo entre otras, no tienen en cuenta la distribución de precipitaciones a lo largo del año y, al no considerar el factor temperatura, la influencia de las lluvias en estas clasificaciones queda sin evaluar. En el caso de las clasificaciones mixtas, se consideran tipos climáticos a partir de criterios conjuntos de precipitación y temperatura, que se suelen plasmar en índices climáticos muy diversos a lo largo y ancho de la superficie terrestre.



Figura 6-4. IM Fuerza Expedicionaria desde 1537

*6.2.2 Clasificación climática de Köppen [**21**]*

A pesar de que fue creada por el climatólogo alemán Wladimir Köppen en 1884, es una de las clasificaciones climáticas más utilizadas en el mundo, debido a su generalidad y sencillez. Describe cada tipo de clima con una serie de letras, normalmente tres, que indican el comportamiento de las temperaturas y las precipitaciones, siendo por tanto una clasificación mixta. La clasificación de Köppen enlaza con el sistema simple de los climas astronómicos, ya que el más eficiente de todos los factores climatológicos es la latitud.

Los datos de temperatura y precipitación son los que pueden registrarse con más facilidad y sobre los cuales existen más datos históricos en los laboratorios; indican el grado de calor o frío que se registran sobre la superficie terrestre, variando en función de otros factores como la altitud, latitud y la proximidad al mar.

Al estudiar las características generales de los climas predominantes en distintas regiones, W. Köppen advirtió que ciertas combinaciones se dan con relativa frecuencia. De esta manera, hay climas calientes y húmedos, calientes y secos, fríos y húmedos, y así sucesívamente. Así, divide los climas del mundo en cinco grupos principales, identificados por la primera letra en mayúscula. Cada grupo se divide en subgrupos, y cada subgrupo en tipos de clima. Finalmente, los tipos de clima se identifican con un símbolo de 2 o 3 letras.

Comienza definiendo un índice “K” como 2t, cuando la precipitación máxima ocurre en invierno; 2t+14 si la precipitación está repartida uniformemente y 2t+28 en el caso de que la precipitación máxima se produzca en verano; “t” en minúscula, es la temperatura media normal anual en °C. Divide entonces un primer grupo de climas, que designa con la letra B por la condición de que R < K, siendo “R” la precipitación normal anual en mm. Los climas restantes se clasifican atendiendo a un criterio térmico, resultando otros cuatro grupos, designados también por letras mayúsculas: “A” (tropical), “C” (templado cálido), “D” (templado frío) y “E” (polar).

Designando por tm la temperatura media del mes más frío, y por Tm la del mes más cálido, los límites entre los cuatro grupos citados, se definen de la siguiente manera: “A” (tm > 18 ºC), “C” (–3 ºC < tm < 18 ºC), “D” (tm < -3 ºC ; tM > 10 ºC) y “E” (tm < 10 ºC). El grupo B se subdivide en otros

dos que se designan por “BS” (R > k/2 BS ,estepa) y “BW” (R < K/2 BW, desierto); en la subdivisión en los grupos “C”, “D” y cuyo criterio de separación se fundamenta en el régimen pluviométrico normal, se distinguen tres regímenes que se designan por las letras minúsculas “f” régimen uniforme, precipitación mínima en invierno y precipitación mínima en verano (siempre húmedo, llueve todo el año), “w” es necesario que la razón entre la precipitación mensual mínima y la máxima sea < 1/10 (estación seca en invierno) y por último, “s” cuando es necesario que la razón entre la precipitación mensual mínima y la máxima sea < 1/3 (estación seca en verano). En todos los demás casos se aplica la “f “. El grupo “A" se divide en tres subgrupos, designados por la letras “m”, “w” y “f”, con criterio fundado con el régimen pluviométrico anual. Se clasifica como “f” cuando en el mes más seco se tiene “r” (mínima) > 60 mm. Si esto no ocurre, y entonces existe una estación seca bien caracterizada, se acude a la comparación de la precipitación mensual mínima con el total anual; si llamamos “r” a dicha precipitación mensual mínima y “R” la precipitación anual total, cuando se verifique que “r” < 100 R / 25, el clima se clasifica como “w”, y en caso contrario, “m” (monzón) ya que en este existe una estación lluviosa muy exagerada. Finalmente, el grupo “E” se subdivide atendiendo a la temperatura media mensual del mes cálido: si es > 0 ºC; se identifica como “ET” (tundra), y si es < 0 ºC, se tratará de “EF” (glacial). Con esto se tienen doce tipos climatológicos principales que se corresponden notablemente con los principales tipos de vegetación en la tabla 6-1.

Af	Selva tropical
Aw	Sabana tropical
Am	Monzón
Bs	Estepa (semiárido)
Bw	Desierto (árido)
Cf	Templado húmedo sin estación seca
Cw	Templado con invierno seco
Cs	Templado húmedo con verano seco (mediterráneo)
Df	Bosque frío sin estación seca (taiga)
Dw	Bosque frío con estación seca (taiga)
Et	Tundra
Ef	Glacial

Tabla 6-1. Tipos climatológicos

Si bien las reglas de la clasificación son algo complicadas, la aplicación práctica con el uso de los gráficos, resulta muy cómoda. Así pues, cada clima concreto se designa por una fórmula formada por un grupo de letras: la primera (mayúscula) representa el tipo principal al que pertenece; la segunda (mayúscula para el tipo B, minúscula para los demás), indica el subgrupo, en la forma anteriormente descrita.

Para obtener mayor detalle, el mismo Köppen propuso nuevas subdivisiones, a cada una de las cuales le asigna nuevas letras minúsculas que se escriben a continuación en la fórmula climática. Las letras usadas y su significación son las de la tabla 6-2.

a	Verano tórrido	Temperatura media del mes más cálido >22 ºC
b	Verano templado	Temperatura del mes más cálido < 22 ºC
c	Verano corto y fresco	Menos de cuatro meses con temperaturas < 10 °C
d	Invierno muy frío	Temperatura media del mes más frío < 38 °C
g	Temperatura máxima antes del solsticio	Clima monzónico
h	Clima seco y cálido	Temperatura media anual > 18 ºC
i	Oscilación anual de temperatura pequeña	Diferencia entre el mes cálido y el más frío < 5ºC
k	Clima seco y frío	Temperatura media anual < 18 ºC
k	Clima seco y helado	Temperatura media del mes más cálido <18 ºC
n	Nieblas frecuentes	
x	Máximo de lluvia a final de la primavera a principio de verano	

Tabla 6-2. Nomenclatura climas

La letra "H" (mayúscula) se emplea para designar los climas de montaña, relacionados con algunos de los tipos ya descritos pero lógicamente, sin correspondencia en latitud.



Figura 6-5. Helicóptero 5ª Esc. en clima de montaña [*22*]

Si bien el número de fórmulas posibles es elevado, hay muchas de estas combinaciones que son prácticamente incompatibles. También se podría continuar haciendo subdivisiones, pero no es práctico ni aconsejable. En los mapas de uso común, no suelen sobrepasarse los doce tipos fundamentales con fórmulas binarias.

El resultado final, es una caracterización de la superficie terrestre atendiendo a los parámetros climatológicos anteriormente descritos; ésta puede ser elaborada con detalle para una zona específica, siempre y cuando se cuente con una base de datos meteorológicos.

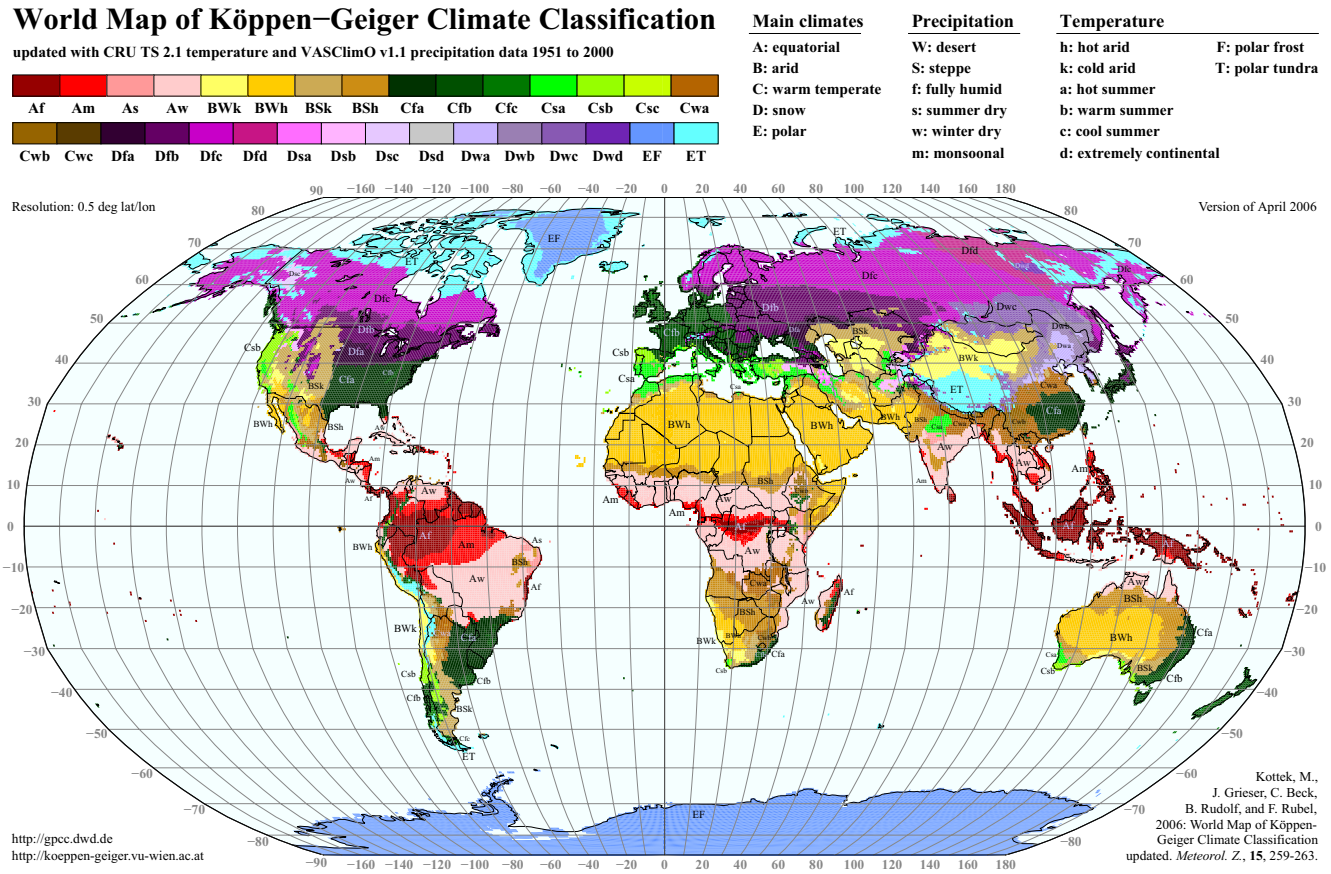


Figura 6-6. Mapa W. Koppen [*21*]

En relación con los objetivos del presente Trabajo y para la realización de las estimaciones oportunas, se han elegido cinco localizaciones diferentes, todas ellas representativas de sendas zonas diferenciadas por sus condiciones climatológicas, tal y como se ha explicado anteriormente y que además, tienen cierto interés desde una perspectiva realista y creíble de los despliegues. De esta manera, para la zona A se pensó en un primer momento elegir la ciudad de Puerto Príncipe en Haití, ya que fue escenario de un despliegue real que puso de manifiesto las virtudes de la Fuerza de Infantería de Marina, a las que ya se ha hecho referencia con anterioridad y que también sirvió para generar numerosas lecciones aprendidas, fruto de las debilidades advertidas; dado que no se cuenta con datos obtenidos de manera rigurosa de esta localización, se ha sustituido por San Juan de Puerto Rico, ubicada en latitud similar y que sí cuenta con una estación meteorológica fiable, de la que extraer los datos necesarios. En cuanto a la zona E, que también a priori podría ser considerada residual por sus características climatológicas extremas, se han elegido los datos proporcionados por la estación localizada en Georgia de Sur, relativamente cerca las Islas Malvinas que como se recordará, fueron escenario de un conflicto sin precedentes que en gran medida, puso a prueba la capacidad expedicionaria de los ejércitos modernos.

Según esto, las localizaciones seleccionadas para llevar a cabo las estimaciones en materia de demanda de energía térmica, de las que se tienen datos procedentes de estaciones meteorológicas fiables, son las recogidas en la tabla 6-3.

ZONA	LOCALIZACIÓN
A	SAN JUAN DE PURTO RICO
B	YIBUTI
C	ALEPO. SIRIA
D	KABUL. AFGANISTÁN
E	GEORGIA DEL SUR. REINO UNIDO

Tabla 6-3. Localizaciones zonas Koppen

6.3 Equipos de consumo térmico y perfiles de uso

También en línea con los objetivos del presente Trabajo, se ha identificado la tienda DRASH como el equipo de referencia para dimensionar las demandas térmicas de los despliegues de las unidades de la Fuerza de Infantería de Marina de la Armada Española, atendiendo a una serie de razones técnicas y efectos prácticos. Su estandarización en las unidades, la convierte en un equipo accesible ya que está incluída en el cargo de la ENM y se emplea en los campamentos de manera habitual; por otro lado, es el gran consumidor desde el punto de vista térmico ya que las demandas energéticas de las raciones de campaña y a pesar de su importancia, son mucho menores como ya se ha destacado anteriormente. En el caso de los contenedores de uso militar, son contemplados directamente como equipos de consumo eléctrico en cuanto que su acondicionamiento térmico, se apoya a su vez en los equipos eléctricos preinstalados al efecto.

Respecto a sus características técnicas, ya han sido contempladas en apartados anteriores y sólo cabe añadir, al objeto de su estudio desde el punto de vista térmico, que fueron diseñadas para poder ser desplegadas en cualquier escenario y por tanto, están preparadas para ser acondicionadas dependiendo de las necesidades de cada despliegue.



Figura 6-7. DRASH a bajas temperaturas [*13*]

Por otro lado, son numerosas las posibilidades en cuanto al uso que se les puede dar a estas tiendas, ya que son desplegadas indistintamente como puesto de mando, hospital de campaña, tienda de alojamiento o tienda técnica para equipos informáticos y/o de comunicaciones entre otros, tal y como ya se ha explicado anteriormente. En cualquiera de estas configuraciones, habría que analizar cuáles serían las demandas térmicas específicas, puesto que los factores que afectan a las mismas, como pudieran ser el número de personas o equipos albergados en su interior, también se verían modificados según el uso indicado.



Figura 6-8. Complejo tiendas DRASH [*13*]

Con vistas a realizar una simulación que incluya un número de inputs razonable, pero también teniendo en cuenta las pautas mantenidas hasta ahora, en cuanto a la necesaria credibilidad y utilidad práctica de las suposiciones efectuadas, se han elegido dos modelos de tienda que se corresponden con los usos más habituales que éstas podrían tener, en los hipotéticos despliegues en los que fueran empleadas. Se trata de un Puesto de Mando (PC) que albergaría equipos informáticos y personal trabajando ininterrumpidamente y una tienda de habitabilidad, donde un número determinado de individuos pernocta y realiza distintos tipos de actividades relacionadas con el día a día de un despliegue convencional.

También han de ser definidos, ciertos patrones de utilización bajo criterios subjetivos que afectarían al resultado final de las estimaciones; por ejemplo, las temperaturas límite entre las que habría que mantener la tienda para cumplir razonablemente la función a la que se destina o las veces que se renueva el aire del interior, algo que está directamente relacionado con la situación en la que se mantienen las puertas de la tienda y que resulta difícil de precisar. En cualquier caso, se ha buscado el equilibrio entre la tentación natural de mayorar o extremar las capacidades para así disponer de márgenes amplios y la valoración desde un punto de vista normal o habitual de las instalaciones, todo ello basado en la experiencia acumulada en despliegues anteriores.

6.4 Herramientas de software

Se ha considerado conveniente, incluir un apartado específico donde se expliquen de manera muy sucinta, las herramientas que apoyan la metodología empleada para realizar las estimaciones. En concreto, el software utilizado se refiere a:

6.4.1 Obtención de los datos meteorológicos. Meteonorm 7

Es una herramienta fácil de usar, incluye un catálogo de datos meteorológicos y una serie de procedimientos de cálculo para aplicaciones de diseño de sistemas en cualquier localidad en el mundo. Dichas rutinas de cálculo permiten contrastar la información, con otros parámetros climatológicos como la temperatura de rocío, temperatura de bulbo húmedo, nubosidad, radiación infrarroja, iluminancia, presión atmosférica o la velocidad y dirección de viento, todas ellas características particulares de una hipotética zona de despliegue.

Los valores obtenidos, deben ser preferentemente datos de una estación meteorológica, dado que los datos interpolados no serían tan precisos; con ellos, Meteonorm calcula los valores horarios de todos los parámetros mediante un modelo aleatorio. La serie temporal resultante se corresponde con los años normales que se utilizan para el diseño del sistema.

6.4.2 Modelado de la tienda. Google SketchUp 8

SketchUp es una herramienta que permite conceptualizar volúmenes y formas arquitectónicas de un espacio y modelar imágenes en 3D de cualquier tipo de edificio. Para la confección de este Trabajo, se ha aprovechado un modelo pre-diseñado (para otras aplicaciones) de la tienda DRASH que contiene los elementos necesarios para alcanzar los objetivos fijados.

6.4.3 Diseño del sistema. Trnsys 17

TRNSYS es una herramienta de cálculo que permite la resolución transitoria de cualquier tipo de sistema. Se centra en la evaluación del comportamiento térmico y eléctrico de sistemas mediante el diseño y optimización de los mismos. Dispone de un motor (llamado kernel) que lee y procesa el archivo de entrada y resuelve el sistema de manera iterativa, permitiendo visualizar las variables. Los modelos se construyen de manera que se puedan modificar los componentes existentes o crear uno nuevo, ya que el software es de código abierto. Dispone de plug-in para SketchUp, lo que facilita la inserción del modelo geométrico de la tienda antes mencionado.

6.5 Validación del modelo

Como ya se ha indicado anteriormente, las actividades de I+A en las que han participado los alumnos de IM de la ENM, en concreto el campamento realizado en el Campo de Adiestramiento de "El Teleno", ha brindado la posibilidad de obtener datos reales referidos a las demandas energéticas de los equipos de consumo que son objeto de este estudio; el levantamiento de varias tiendas DRASH y las peculiares condiciones meteorológicas de la zona, han contribuido a parametrizar adecuadamente las estimaciones obtenidas luego mediante simulación.

De esta manera, se instalaron varios sensores dentro y fuera de las tiendas que registraron diversos valores relacionados con climatología y perfiles de uso, durante los periodos de tiempo necesarios para obtener resultados fiables. Dichos valores experimentales fueron exportados a una base de datos, para su posterior tratamiento.



Figura 6-9. Tienda DRASH y estación meteorológica [*28*]



Figura 6-10. Vista general campamento [*28*]

6.6 Proceso de simulación

Todos los inputs tratados en los párrafos anteriores, se condensan ahora para describir la metodología empleada en el proceso de simulación y poder obtener los resultados de demanda energética que se fijaron como objetivo. De manera esquemática, este proceso sería:

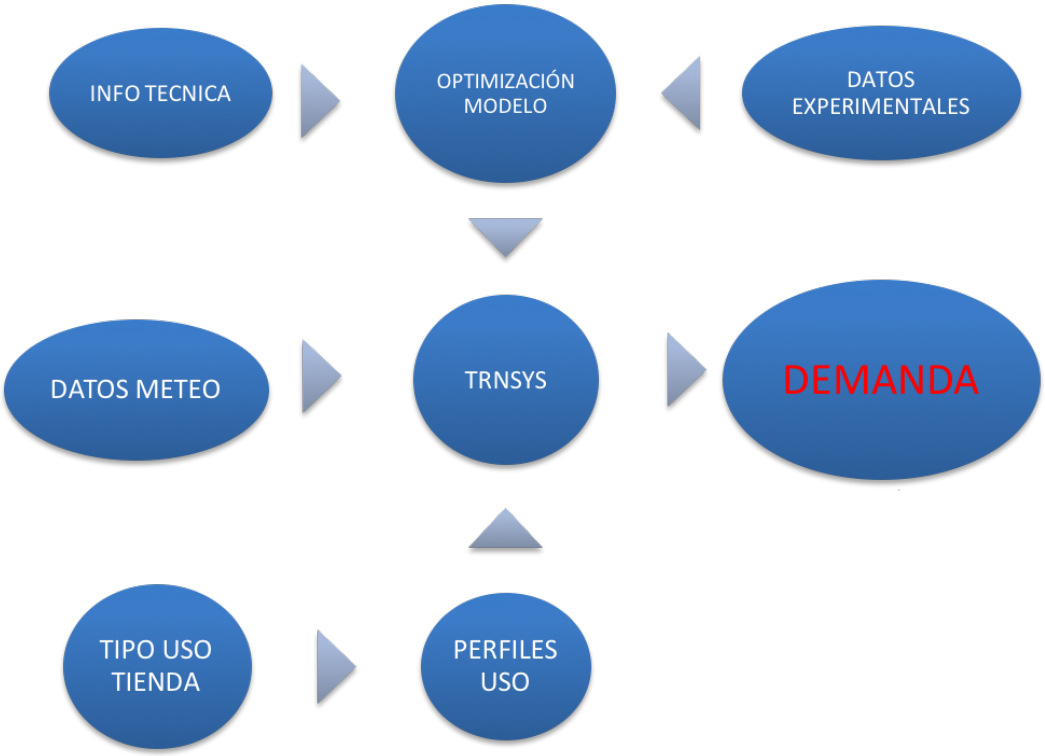


Figura 6-11. Esquema simulación

A partir de este esquema, se ha procedido de manera sistemática con el número de simulaciones que se ha estimado conveniente para abarcar razonablemente, un espectro de posibilidades realista y creíble como ha sido la norma en este Trabajo, todo ello con las limitaciones técnicas propias de un estudio de estas características.

En concreto, se han identificado dos modelos de tienda que estarían presentes en los hipotéticos despliegues de la fuerza; estas son las de una tienda para alojamiento y otra técnica o empleada para albergar equipos informáticos y de comunicaciones. En el caso de la de habitabilidad, se han introducido parámetros en base a las horas de actividad y descanso, márgenes de temperatura a partir de los cuales habría que calentar o refrigerar, número de ocupantes por horas, renovaciones del aire en su interior y equipos instalados. En el caso de la tienda técnica, se han modelado estos parámetros de acuerdo a su utilización; se ha tenido en cuenta por ejemplo, que habrá menos renovaciones si suponemos a priori, una mayor concienciación en el cierre de las puertas, algo que se corresponde con una tienda donde operan equipos informáticos. Se han definido también los equipos que podrían operar al mismo tiempo en el interior, manipulados por un determinado número de personas, con actividad de tipo sedentaria; en resúmen, se ha procurado atender a todos aquellos factores que sirven para aproximar el modelo, a la tipología definida en el estudio de las demandas energéticas, dándole valores que se corresponderían con ciertos tipos de situaciones reales.

Para describir el otro parámetro fundamental relacionado con el despliegue, como es el de la región del planeta en la que se llevaría a cabo, se han introducido las ubicaciones señaladas

anteriormente en la Tabla 6.3 que como se recordará, no han sido elegidas al azar sino en base a criterios que pudieran convertirlas en posibles referencias para el futuro.

6.7 Resultados obtenidos de la simulación

Para tratar de conseguir la mejor presentación de los resultados, se ha optado por describir el proceso llevado a cabo para su obtención, tan sólo para una configuración de modelo de tienda y ubicación determinadas y posteriormente, mostrar los resultados de todas las combinaciones posibles conjuntamente, habiendo sido obtenidos éstos de forma idéntica a la detallada en el ejemplo.

De esta manera, se explica a continuación y cronológicamente, el procedimiento para calcular las demandas energéticas de una tienda tipo puesto de mando o técnica, localizada en las inmediaciones de la ciudad de Alepo.

6.7.1 Descarga de los archivos meteorológicos

Según se ha explicado, a través del programa Meteonorm se obtienen las variables meteorológicas precisas para llevar a cabo a simulación, en el caso de la ciudad de Alepo sería:

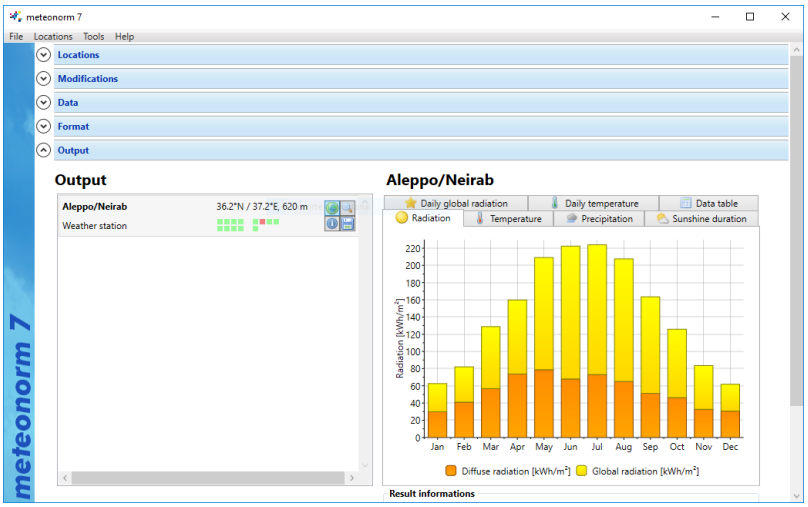


Figura 6-12. Datos Meteonorm

6.7.2 Introducción de los datos o inputs en el sistema

En cada uno de los elementos de nuestro sistema generado con trnsys, iremos introduciendo los datos necesarios para programar la simulación.

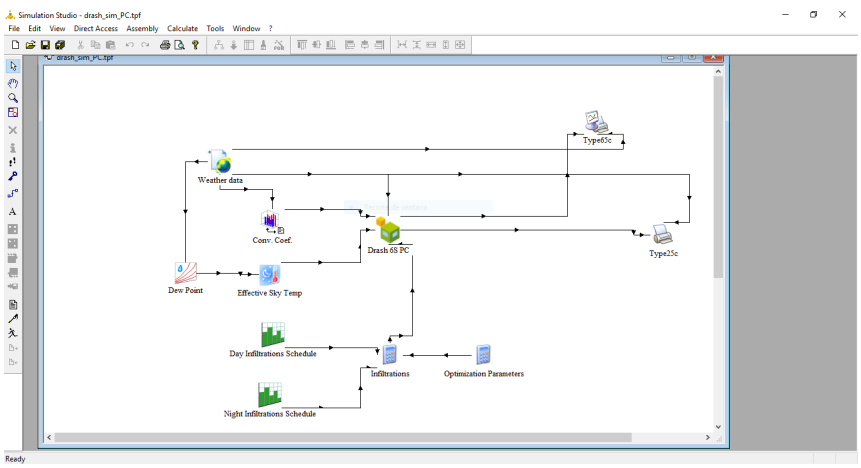


Figura 6-13. Sistema para DRASH

6.7.2.1 Introducción del modelo 3D

Como ya se ha indicado, se utiliza un modelado previo de la tienda con el que un asistente de trnsys, crea un archivo (.bui) apto para introducir en el sistema:

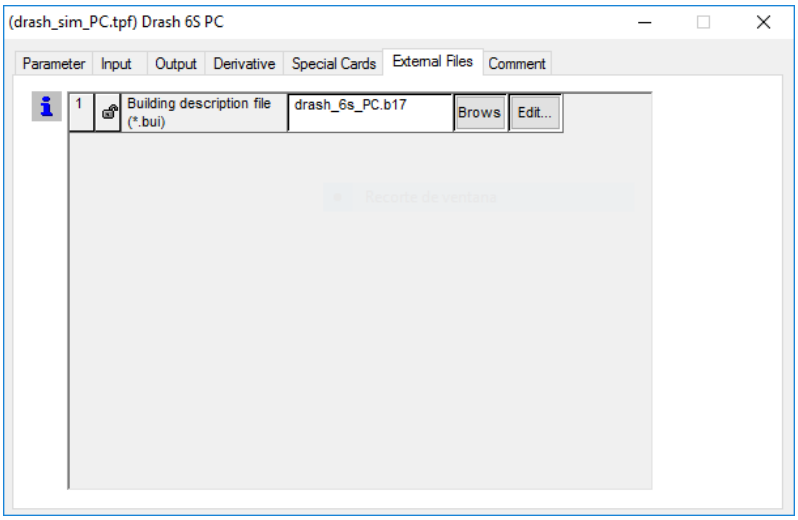


Figura 6-14. Importación modelo.

6.7.2.2 Introducción de datos meteorológicos:

Se debe importar el archivo generado anteriormente con Meteonorm:

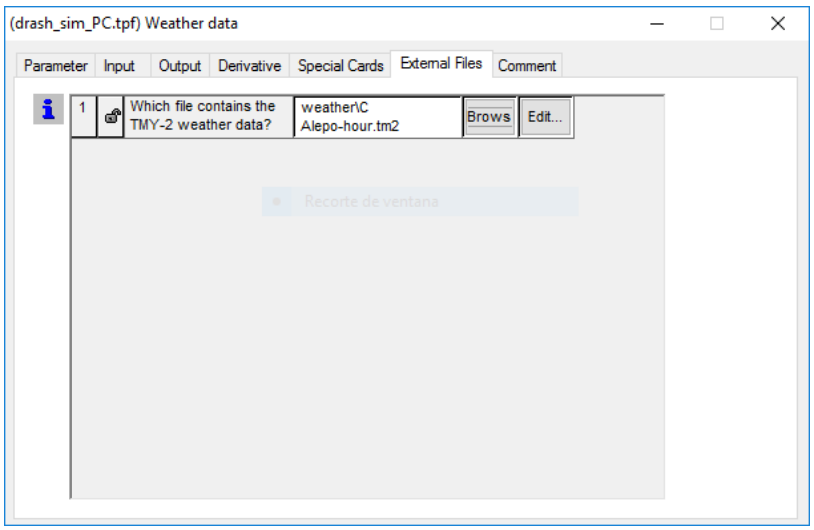


Figura 6-15. Introducción datos meteo.

6.7.2.3 Cargas térmicas

A continuación, se introduce la información del tipo de cerramiento al que estará sometida de la tienda, esos valores se determinan en base a patrones creíbles de utilización, ya descritos anteriormente. Para las infiltraciones diurnas, de acuerdo con el horario pre-establecido, de 07 a 24 horas:

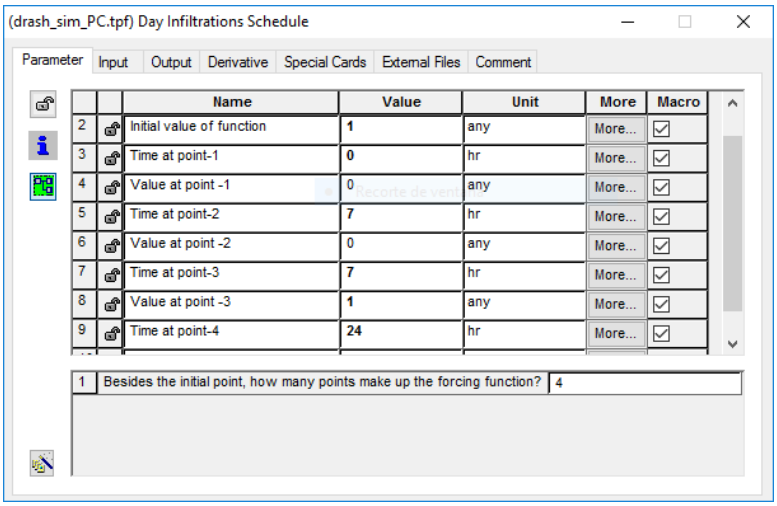


Figura 6-17. Infiltraciones diurnas.

Y en el caso de las infiltraciones nocturnas, de 24 a 07 horas:

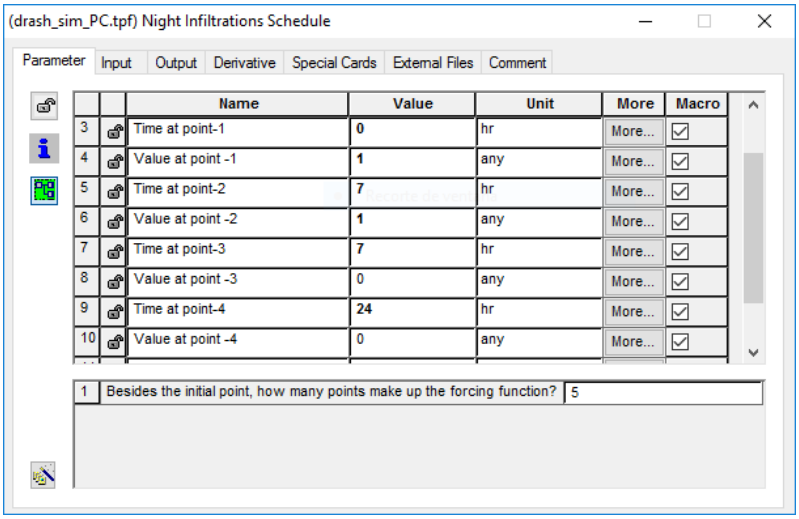
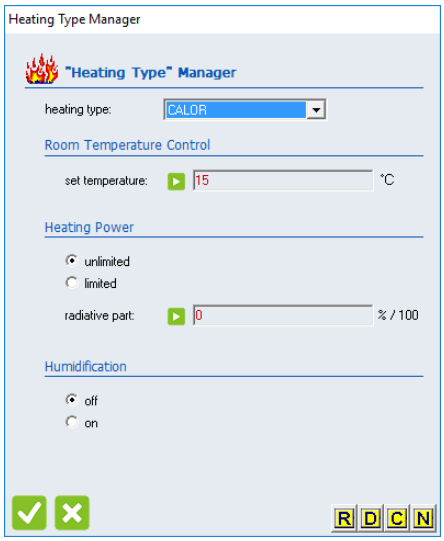
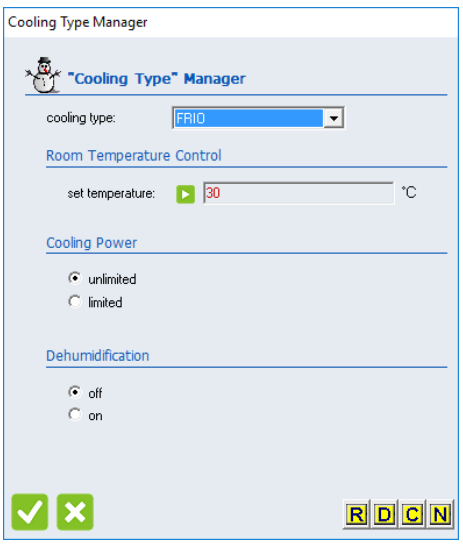


Figura 6-16. Infiltraciones nocturnas.

6.7.2.4 Márgenes de temperatura

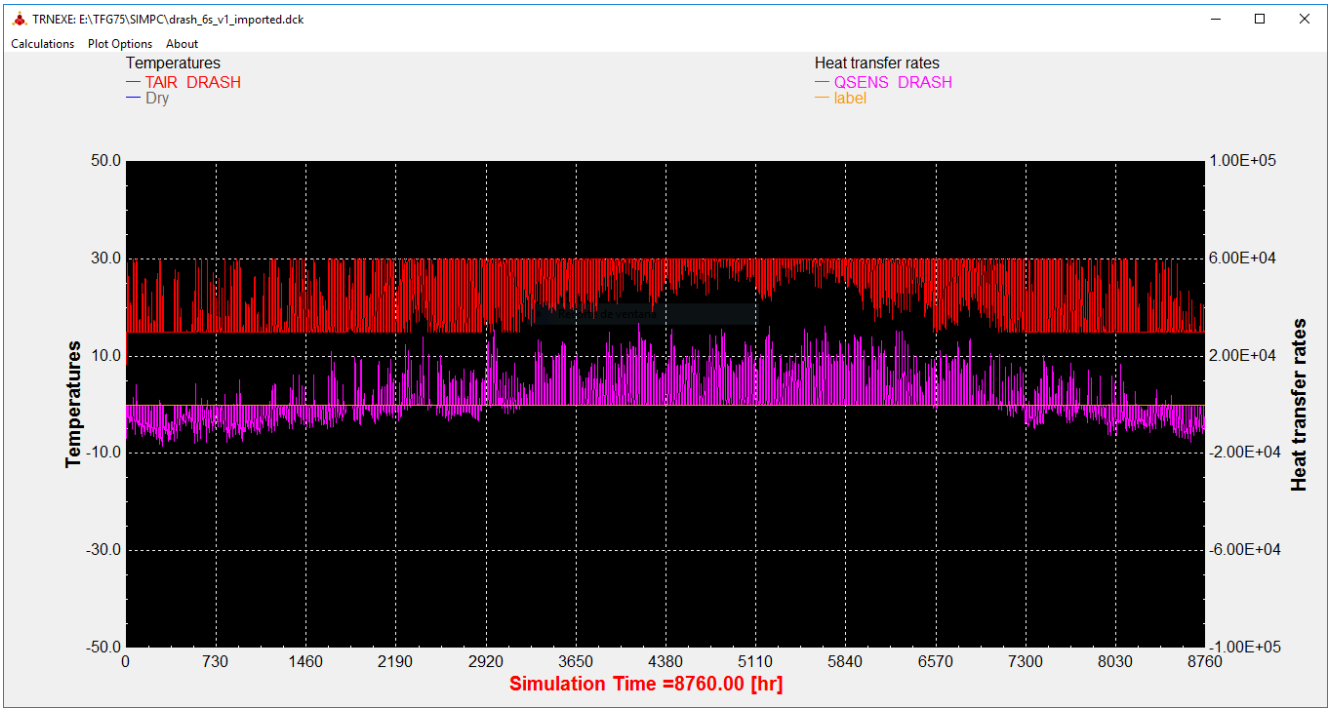
Se trata de delimitar a partir de entre qué valores, será preciso calentar o refrigerar (15-30 ºC) la tienda, estimados en torno a valores prácticos de trabajo (no se trata de una temperatura de confort):





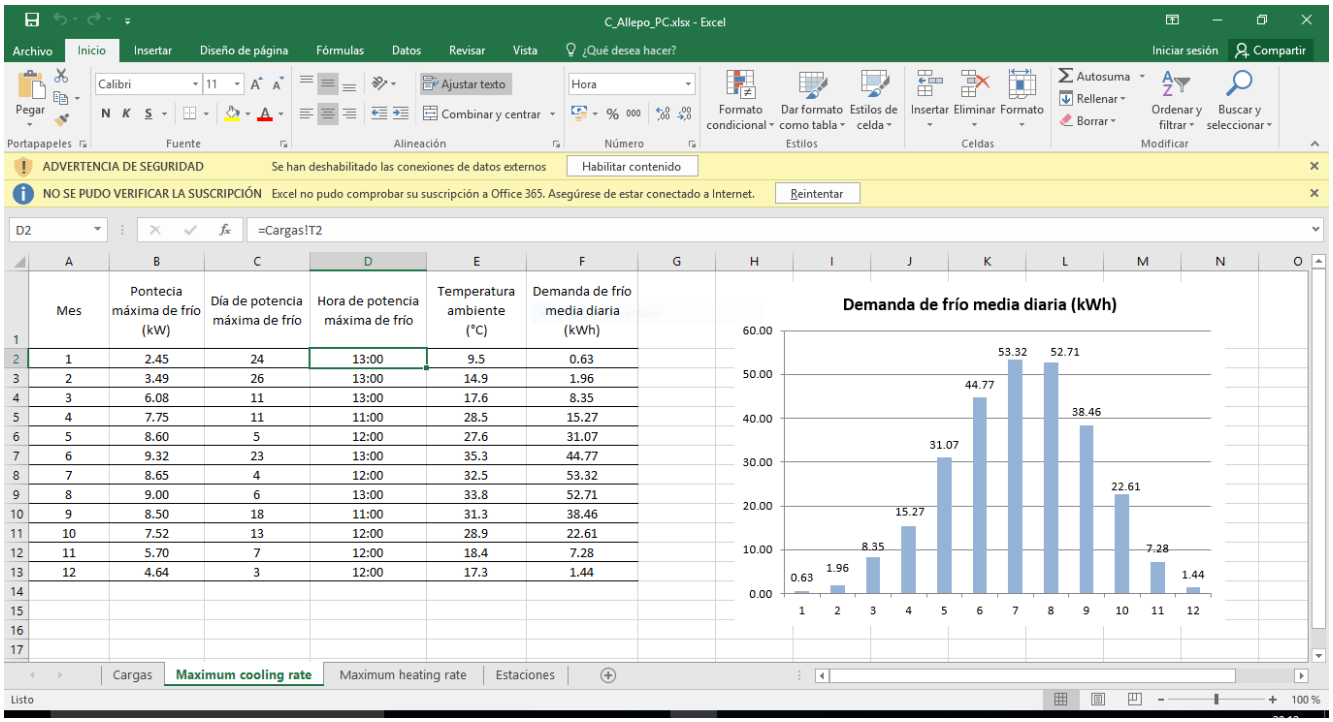
6.7.2.5 Proceso iterativo de cálculo. Obtención de outputs

En este momento se procede a dejar correr la simulación, cruzando los datos para las 8760 horas del año (timesteps):



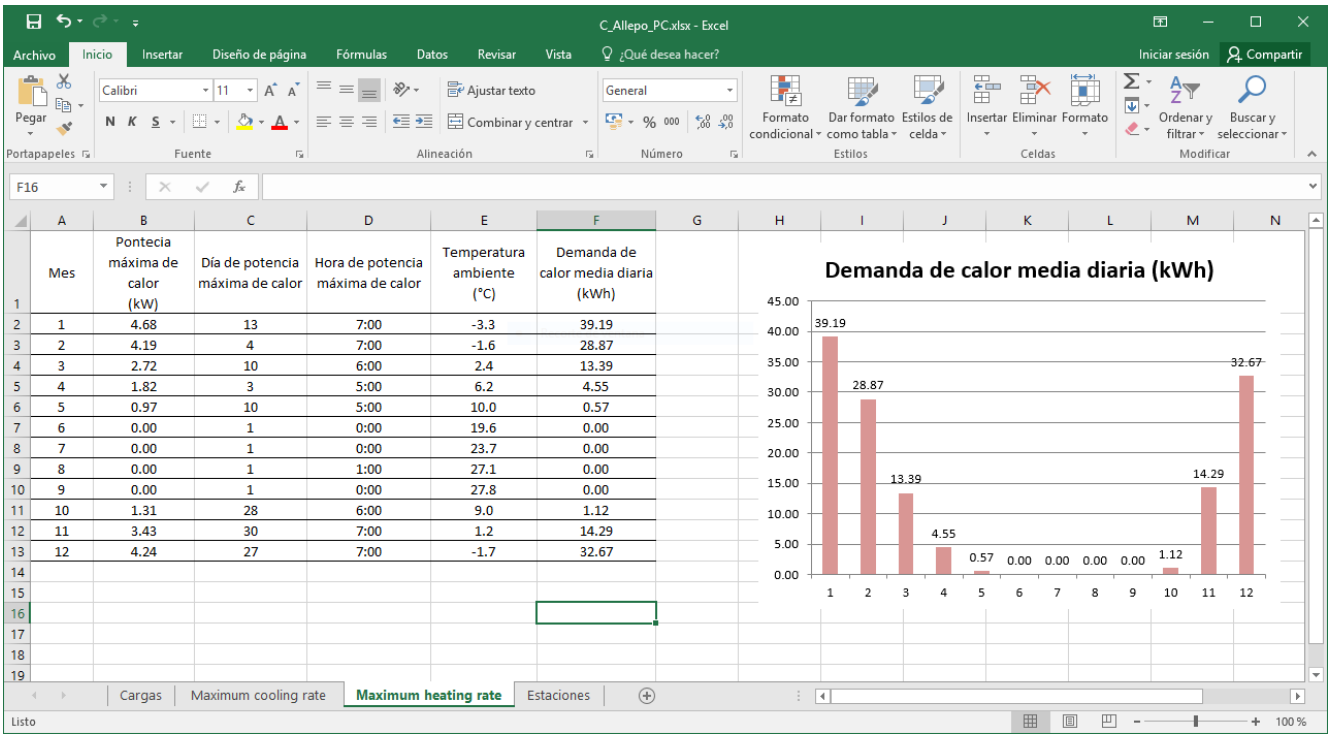
6.7.2.6 Presentación de los resultados

El último paso será mostrar los resultados de forma comprensible, para poder ser analizados o tratados posteriormente. Las demandas térmicas se extraen de manera separada, según sean para enfriar o calentar la tienda y la grafica, ayuda a interpretar los resultados. La hoja de cálculo tiene este aspecto, para el caso de la demanda energética de frío por meses:



Mes	Pontecia máxima de frío (kW)	Día de potencia máxima de frío	Hora de potencia máxima de frío	Temperatura ambiente (°C)	Demanda de frío media diaria (kWh)
1	2.45	24	13:00	9.5	0.63
2	3.49	26	13:00	14.9	1.96
3	6.08	11	13:00	17.6	8.35
4	7.75	11	11:00	28.5	15.27
5	8.60	5	12:00	27.6	31.07
6	9.32	23	13:00	35.3	44.77
7	8.65	4	12:00	32.5	53.32
8	9.00	6	13:00	33.8	52.71
9	8.50	18	11:00	31.3	38.46
10	7.52	13	12:00	28.9	22.61
11	5.70	7	12:00	18.4	7.28
12	4.64	3	12:00	17.3	1.44

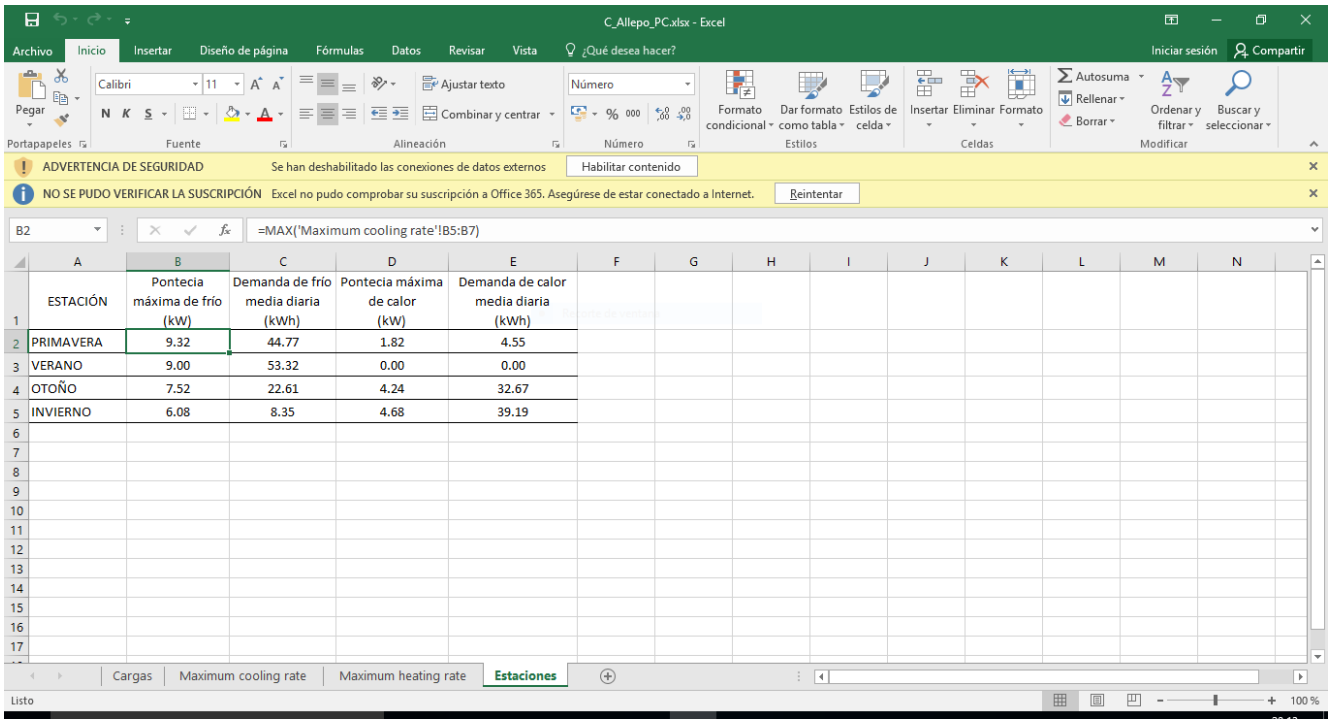
Y para las necesidades energéticas de calor:



Mes	Pontecia máxima de calor (kW)	Día de potencia máxima de calor	Hora de potencia máxima de calor	Temperatura ambiente (°C)	Demanda de calor media diaria (kWh)
1	4.68	13	7:00	-3.3	39.19
2	4.19	4	7:00	-1.6	28.87
3	2.72	10	6:00	2.4	13.39
4	1.82	3	5:00	6.2	4.55
5	0.97	10	5:00	10.0	0.57
6	0.00	1	0:00	19.6	0.00
7	0.00	1	0:00	23.7	0.00
8	0.00	1	1:00	27.1	0.00
9	0.00	1	0:00	27.8	0.00
10	1.31	28	6:00	9.0	1.12
11	3.43	30	7:00	1.2	14.29
12	4.24	27	7:00	-1.7	32.67

6.7.2.7 Tabla por estaciones

De acuerdo con la hipotética duración de los despliegues, la regularidad en las variaciones de condiciones climátológicas y por encima de todo, para servir de apoyo en la toma de decisiones, se ha creído conveniente aglutinar los datos mensuales, de forma estacional y presentar los resultados finales de este modo:



ESTACIÓN	Pontecia máxima de frío (kW)	Demanda de frío media diaria (kWh)	Pontecia máxima de calor (kW)	Demanda de calor media diaria (kWh)
PRIMAVERA	9.32	44.77	1.82	4.55
VERANO	9.00	53.32	0.00	0.00
OTOÑO	7.52	22.61	4.24	32.67
INVIERNO	6.08	8.35	4.68	39.19

6.7.2.8 Discusión de los resultados

En cuanto se han recopilado los resultados y antes de ser tratados en su conjunto, cabe plantearse al menos la verosimilitud de cada una de las simulaciones, algo que puede llevarse a cabo observando los picos de demandas térmicas, en relación con las temperaturas medias en cada zona. En este primer acercamiento, ya se aprecia cierta correspondencia con lo que cabría esperar.

6.8 Estimación final de las demandas energéticas

Se han realizado las diez simulaciones resultantes de cruzar los dos modelos de tienda, con las cinco zonas climáticas principales. Para mostrar los resultados, de entre todas las posibilidades, se ha preferido hacerlo de manera conjunta en cuanto a los tipos de tienda; es decir, comparando un mismo tipo de tienda en cada una de las localizaciones. Obviamente, la flexibilidad es total y la mejor solución para presentar los resultados en un futuro, será la que pueda resultar más útil para los fines que se estime oportuno.

6.8.1 Estimaciones de las demandas energéticas. DRASH técnica.

ZONAS	ESTACIÓN	Potencia máxima de frío (kW)	Demanda de frío media diaria (kWh)	Potencia máxima de calor (kW)	Demanda de calor media diaria (kWh)
A	PRIMAVERA	8.43	38.95	0.00	0.00
	VERANO	8.15	37.76	0.00	0.00
	OTOÑO	7.84	36.22	0.00	0.00
	INVIERNO	7.75	25.63	0.00	0.00
B	PRIMAVERA	9.48	75.71	0.00	0.00
	VERANO	9.62	85.98	0.00	0.00
	OTOÑO	8.99	53.38	0.00	0.00
	INVIERNO	8.98	49.69	0.00	0.00
C	PRIMAVERA	9.32	44.77	1.82	4.55
	VERANO	9.00	53.32	0.00	0.00
	OTOÑO	7.52	22.61	4.24	32.67
	INVIERNO	6.08	8.35	4.68	39.19
D	PRIMAVERA	9.26	51.53	3.28	11.09
	VERANO	9.85	54.92	1.98	3.84
	OTOÑO	7.21	27.31	5.60	47.69
	INVIERNO	7.04	13.53	6.01	53.26
E	PRIMAVERA	2.51	0.36	6.77	73.50
	VERANO	3.17	0.66	5.29	60.39
	OTOÑO	0.29	0.01	10.48	127.64
	INVIERNO	0.00	0.00	10.88	135.12
ZONAS	ESTACIÓN	Potencia máxima de frío (kW)	Demanda de frío media diaria (kWh)	Potencia máxima de calor (kW)	Demanda de calor media diaria (kWh)

Figura 6-18. Estimaciones DRASH técnica.

En general, los climas extremos no hacen más que polarizar los resultados, sobre todo en las demandas de calor y por otro lado, resulta fácil identificar las situaciones en las que no existiría demanda, por la presencia de valores nulos de ésta. En cualquier caso, los resultados obtenidos se ajustan a lo esperado, fruto de la experiencia en anteriores despliegues y análogamente:

6.8.2 Estimaciones de las demandas energéticas. DRASH habitabilidad

ZONAS	ESTACIÓN	Potencia máxima de frío (kW)	Demanda de frío media diaria (kWh)	Potencia máxima de calor (kW)	Demanda de calor media diaria (kWh)
A	PRIMAVERA	7.75	29.92	0.00	0.00
	VERANO	7.46	29.46	0.00	0.00
	OTOÑO	7.09	28.11	0.00	0.00
	INVIERNO	6.80	17.57	0.00	0.00
B	PRIMAVERA	9.17	70.75	0.00	0.00
	VERANO	9.61	83.95	0.00	0.00
	OTOÑO	8.65	46.11	0.00	0.00
	INVIERNO	8.44	41.98	0.23	0.01
C	PRIMAVERA	9.01	37.10	2.49	6.81
	VERANO	8.78	46.34	0.00	0.00
	OTOÑO	6.73	15.11	6.16	48.41
	INVIERNO	4.46	3.66	6.72	57.09
D	PRIMAVERA	8.53	39.89	4.77	15.48
	VERANO	9.07	44.40	2.39	5.20
	OTOÑO	6.03	16.07	7.97	65.52
	INVIERNO	5.57	5.89	8.50	73.53
E	PRIMAVERA	0.00	0.00	9.41	103.89
	VERANO	0.10	0.00	7.47	86.78
	OTOÑO	0.00	0.00	13.97	166.35
	INVIERNO	0.00	0.00	14.54	175.73
ZONAS	ESTACIÓN	Potencia máxima de frío (kW)	Demanda de frío media diaria (kWh)	Potencia máxima de calor (kW)	Demanda de calor media diaria (kWh)

Figura 6-19. Demandas energéticas. DRASH habitabilidad

De manera global, las demandas energéticas de ambas tiendas son similares, pero la presencia de más cantidad de personal, aunque de forma intermitente en la tienda de habitabilidad, parece aumentar también, la demanda de calor es esta tienda con respecto a la técnica.

7 CONCLUSIONES Y LÍNEAS FUTURAS

7.1 Conclusiones

A la vista de los resultados obtenidos tras la aplicación de la metodología desarrollada, se consideran alcanzados los objetivos generales planteados al comienzo del Trabajo; en cuanto a los objetivos específicos se puede decir que lo han sido en un elevado porcentaje.

En adelante, los equipos de consumo eléctrico y térmico que consideremos, han de ser analizados desde diversos puntos de vista y teniendo en cuenta siempre su perfil apropiado de uso para categorizar correctamente a las unidades que los empleen. El establecimiento de los correspondientes patrones, no resulta una tarea fácil puesto que la variabilidad es una constante en el modo de empleo de estos equipos y también, en el resto de factores que han de ser tenidos en cuenta para obtener los citados perfiles en los que estarán basadas nuestras estimaciones e materia energética.

Respecto a los equipos de consumo eléctrico, se ha constatado la gran dependencia del uso de pilas comerciales por parte de las unidades de manera que habría que plantearse la optimización de este consumo. Las baterías recargables de alta capacidad o los cargadores inteligentes contribuirían desisívamente reducir stocks innecesarios que sólo propician el agotamiento de las pilas o su deterioro, sin llegar a ser empleadas.

En cuanto a las demandas térmicas y los equipos que las originan, se ha llegado a la conclusión de que es fundamental adoptar una serie de buenas prácticas, relacionadas con con el uso de estos equipos y que afectan de manera decisiva a su funcionamiento óptimo y por extensión, a su demanda de energía; el adecuado sellamiento de las puertas de las tiendas, su correcta ventilación o su orientación, deben ser tenidos en cuenta para reducir el consumo.

En cuanto al conocimiento global en materia energética, el estudio de estas pautas relacionadas con la mejora de la eficacia, la sostenibilidad o la incorporación de nuevas tecnologías, ha sido una constante a lo largo de todas las fases del desarrollo del Trabajo y por ello, ha supuesto un antes y un después respecto a la especial sensibilidad con la que a partir de ahora, serán abordados los temas energéticos en general y particularmente aquellos que se consideren interesantes desde el punto de vista profesional; la reducción sistemática de la demanda, el impacto ambiental o la “huella logística energética” son sólo algunos de los conceptos que permanecerán vivos a la hora de tomar o apoyar decisiones, en aquellas situaciones en las que se aborden contenidos relacionados con la política energética en el ámbito militar.

7.2 Líneas futuras

Para profundizar y mejorar en el conocimiento general en materia energética y en particular, con el objetivo de contribuir a la eficacia global, eficiencia energética y aumento de las capacidades de las unidades involucradas en los posibles despliegues de la Fuerza de Infantería de Marina de la Armada Española y de acuerdo con algunas de las recomendaciones expuestas a lo largo del presente Trabajo, se advierten como posibles trabajos futuros:

- Planificación y diseño de un programa de concienciación en materia energética, orientado a la formación del personal.
- Diseño de una estación meteorológica compacta y robusta , válida para su uso en operaciones.
- Diseño de un dron capaz de tomar datos meteorológicos en operaciones.
- Diseño de un cargador de baterías de equipos portátiles inteligente y robusto, empleando un autómata (arduino) y apto para su uso en operaciones.
- Diseño de un panel fotovoltaico portátil y robusto, válido para abastecer la demanda energética de un cargador de baterías en operaciones.
- Diseño de un sistema alternativo, capaz de calentar la comida contenida en las raciones de campaña.
- Aplicación práctica de la metodología desarrollada, a un situación real de despliegue de una unidad.

8 BIBLIOGRAFÍA

[1] OTAN, "Policy for Military Engineering,".

[2] OTAN, Technical Aspects for Interoperability. Electrical Power Supply in the Field.

[3] OTAN, "Electrical Power Supplies. Standard Types and Rotating Generating Sets,".

[4] OTAN, "Policy for Allied Forces and Their Use for Operations",".

[5] OTAN, "The Alliance's Strategic Concept," 2010.

[6] "Chicago Summit Declaration," , 2012.

[7] OTAN, "Alternative Operational Energy," , 2012.

[8] OTAN, Allied Tactical Doctrine for Military Engineering.

[9] Ministerio de Defensa. Gobierno de España.

[10] Diego Pablo Ruiz Padillo, "Plan de gestión energética en campamentos militares (PGEMi)," Dpto. Física Aplicada, Facultad de Ciencias , Universidad de Granada,.

[11] L-3 Warrior Systems.

[12] RIM 06-004, *LA COMPAÑÍA Y LA SECCIÓN DE FUSILES DE INFANTERÍA DE MARINA*.

[13] drash.com.

[14] Agrupación Logística 41. La alimentación en las Operaciones Militares.

[15] Fuerza Logística Operativa (FLO), "Concepto logístico de ET," 2008.

[16] RIM 06-005, *EL PELOTÓN DE FUSILES DE INFANTERÍA DE MARINA*., 1997.

[17] D-SF-71 (A),.

[18] ATP-71,.

[19] RIM 06-003 , *EL BATALLÓN DE DESEMBARCO DE INFANTERÍA DE MARINA*.

[20]

[21] Dulce María Cruz, "Clasificación climática de Köppen. Orientaciones para su estudio".

[22] web Armada Española.

[23] Denis Hennessy. http://octopress.org.

[24] Escuelapedia.

[25] AALOG-41. Raciones de alimentación en operaciones.

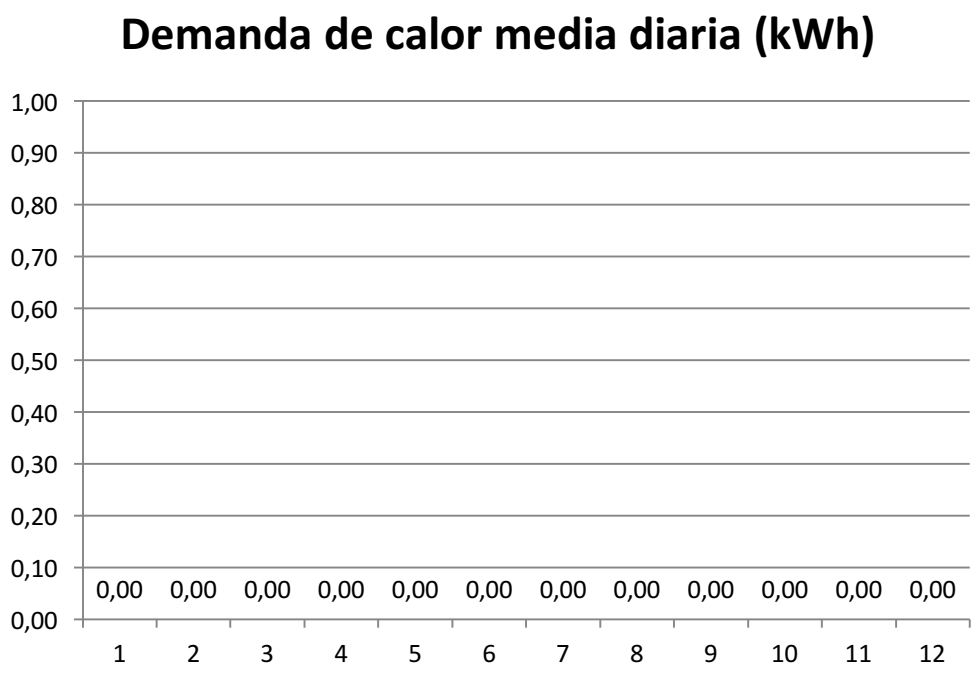
[26] EOTech.

ANEXO I: SIMULACIÓN TIENDA HABITABILIDAD

A (SAN JUAN)

Mes	Potencia máxima de frío (kW)	Día de potencia máxima de frío	Hora de potencia máxima de frío	Temperatura ambiente (°C)	Demanda de frío media diaria (kWh)
1	6.80	23	12:00	26.6	14.22
2	6.49	26	13:00	28.2	15.07
3	5.39	11	12:00	26.9	17.57
4	6.94	17	13:00	27.8	20.51
5	7.35	5	14:00	31.7	24.00
6	7.75	23	12:00	30.3	29.92
7	6.64	15	12:00	29.3	28.12
8	7.21	22	13:00	29.5	28.70
9	7.46	13	12:00	30.1	29.46
10	7.09	23	12:00	29.4	28.11
11	6.09	8	13:00	29.1	19.43
12	5.12	4	14:00	28.9	15.28

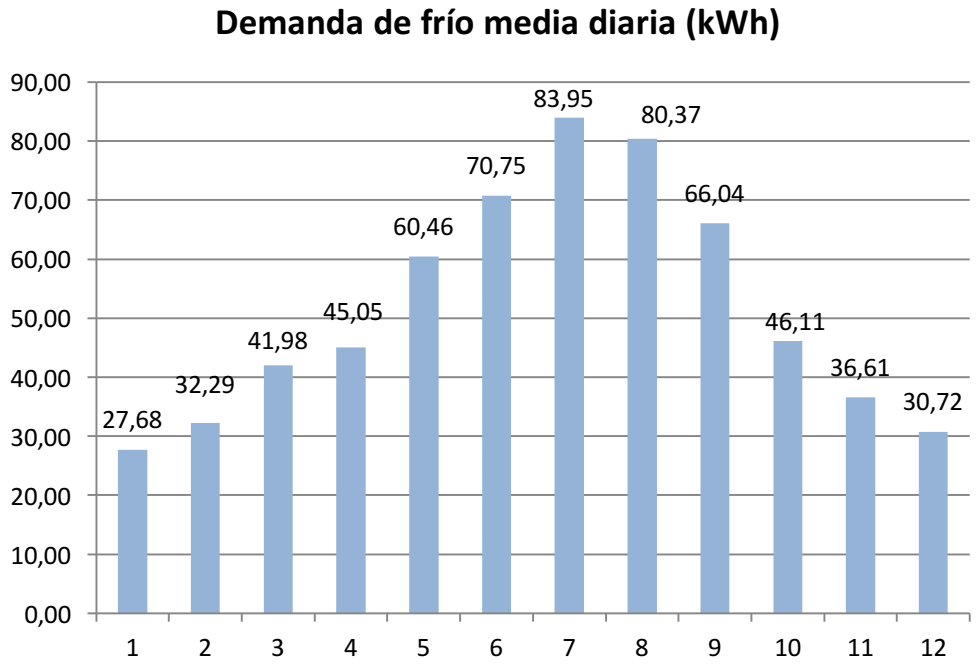
Mes	Potencia máxima de calor (kW)	Día de potencia máxima de calor	Hora de potencia máxima de calor	Temperatura ambiente (°C)	Demanda de calor media diaria (kWh)
1	0.00	1	0:00	20.5	0.00
2	0.00	1	0:00	23.9	0.00
3	0.00	1	0:00	25.3	0.00
4	0.00	1	0:00	25.9	0.00
5	0.00	1	0:00	24.1	0.00
6	0.00	1	0:00	25.9	0.00
7	0.00	1	0:00	25.7	0.00
8	0.00	1	0:00	27.4	0.00
9	0.00	1	0:00	28.9	0.00
10	0.00	1	0:00	26.4	0.00
11	0.00	1	0:00	25.2	0.00
12	0.00	1	0:00	25.1	0.00

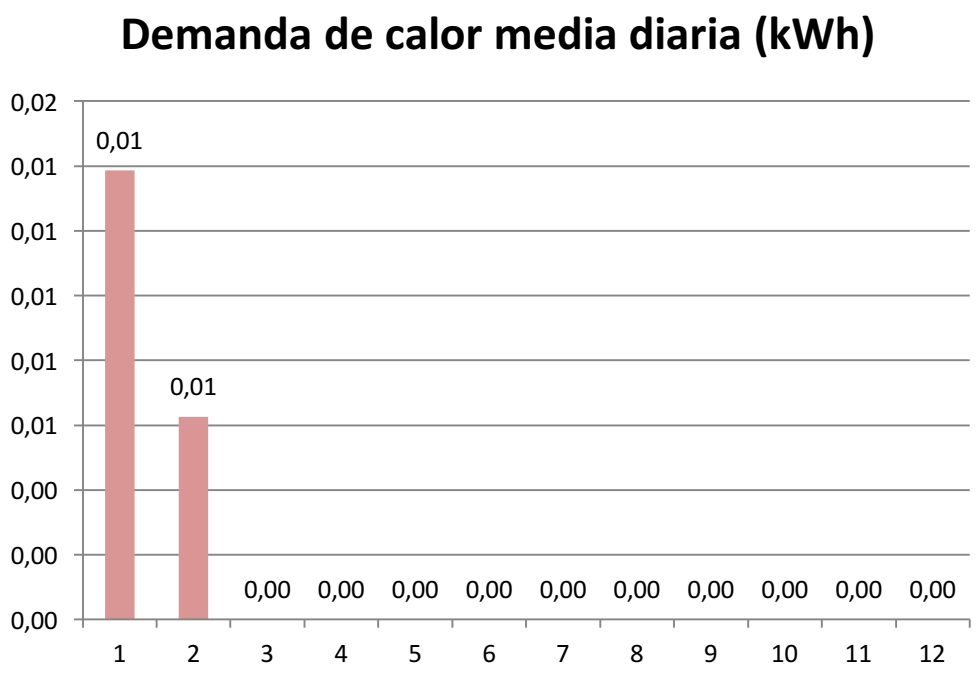


B (DJIBUTI)

Mes	Potencia máxima de frío (kW)	Día de potencia máxima de frío	Hora de potencia máxima de frío	Temperatura ambiente (°C)	Demanda de frío media diaria (kWh)
1	7.60	31	14:00	35.5	27.68
2	7.63	26	13:00	31.8	32.29
3	8.44	11	14:00	32.2	41.98
4	9.16	5	11:00	35.2	45.05
5	9.17	5	14:00	36.9	60.46
6	9.17	25	14:00	41.8	70.75
7	9.29	4	13:00	38.8	83.95
8	9.61	25	14:00	42.7	80.37
9	9.61	3	13:00	39.5	66.04
10	8.65	13	12:00	34.8	46.11
11	8.03	27	13:00	32.5	36.61
12	8.17	3	13:00	34.6	30.72

Mes	Potencia máxima de calor (kW)	Día de potencia máxima de calor	Hora de potencia máxima de calor	Temperatura ambiente (°C)	Demanda de calor media diaria (kWh)
1	0.23	12	7:00	14.2	0.01
2	0.18	15	7:00	14.4	0.01
3	0.00	1	0:00	26.3	0.00
4	0.00	1	0:00	27.7	0.00
5	0.00	1	0:00	23.7	0.00
6	0.00	2	3:00	28.0	0.00
7	0.00	6	6:00	28.4	0.00
8	0.00	3	7:00	28.9	0.00
9	0.00	1	7:00	29.8	0.00
10	0.00	1	0:00	28.2	0.00
11	0.00	1	0:00	24.0	0.00
12	0.00	1	0:00	23.1	0.00

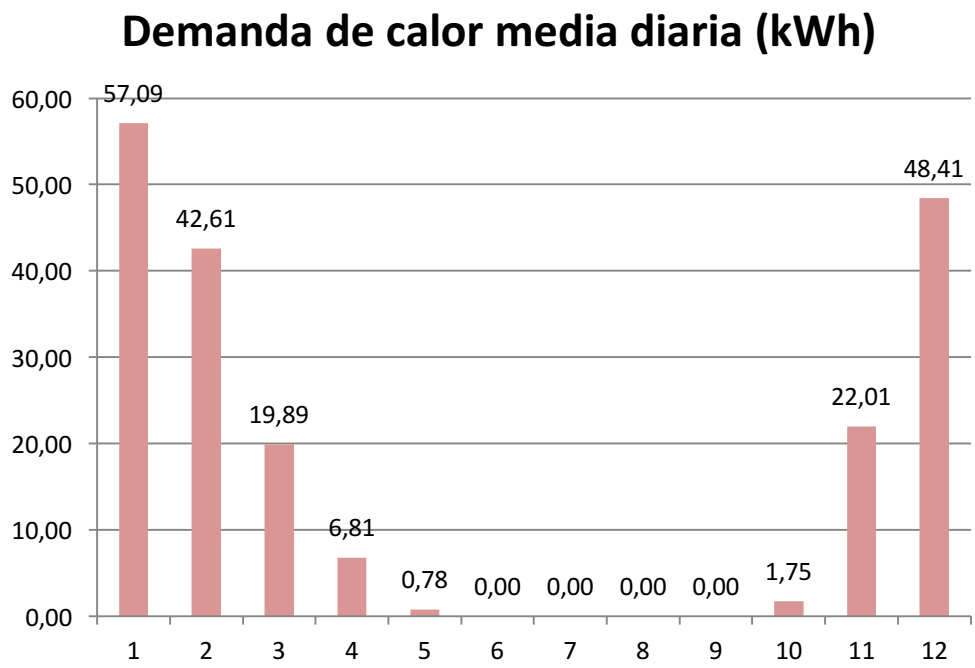




C (ALLEPO)

Mes	Potencia máxima de frío (kW)	Día de potencia máxima de frío	Hora de potencia máxima de frío	Temperatura ambiente (°C)	Demanda de frío media diaria (kWh)
1	0.00	1	0:00	3.1	0.00
2	1.67	26	13:00	14.9	0.26
3	4.46	11	13:00	17.6	3.66
4	6.94	11	11:00	28.5	8.33
5	7.72	5	12:00	27.6	22.35
6	9.01	23	13:00	35.3	37.10
7	8.78	21	14:00	41.3	46.34
8	8.75	25	13:00	36.4	45.50
9	7.90	18	11:00	31.3	31.11
10	6.73	13	12:00	28.9	15.11
11	4.15	7	12:00	18.4	2.71
12	2.95	3	12:00	17.3	0.26

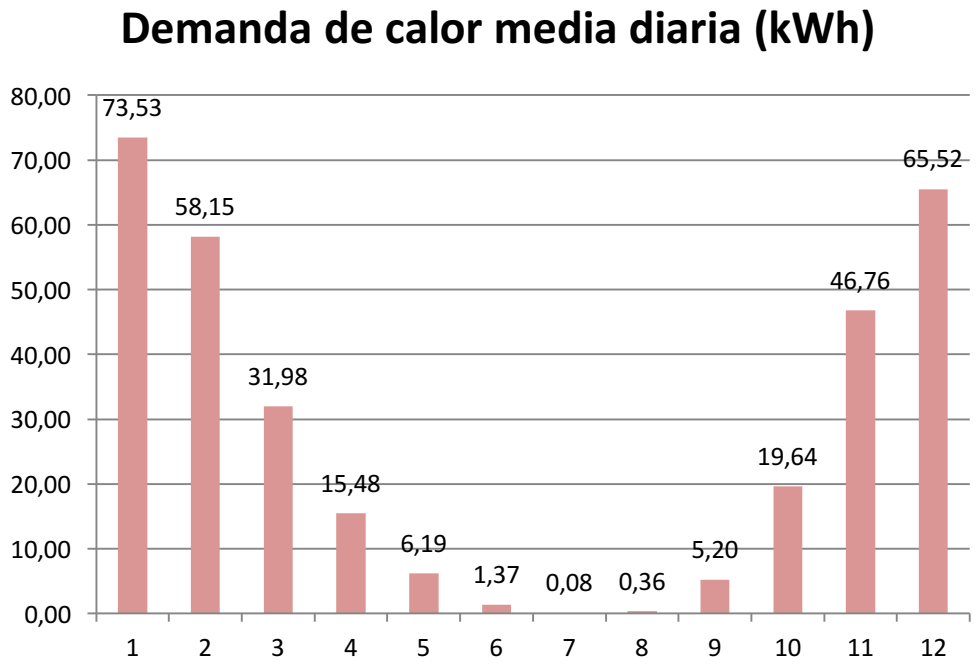
Mes	Potencia máxima de calor (kW)	Día de potencia máxima de calor	Hora de potencia máxima de calor	Temperatura ambiente (°C)	Demanda de calor media diaria (kWh)
1	6.72	13	7:00	-3.3	57.09
2	6.11	4	7:00	-1.6	42.61
3	4.04	4	7:00	4.0	19.89
4	2.49	3	23:00	9.6	6.81
5	1.02	10	5:00	10.0	0.78
6	0.00	1	0:00	19.6	0.00
7	0.00	1	0:00	23.7	0.00
8	0.00	1	0:00	28.3	0.00
9	0.00	1	0:00	27.8	0.00
10	1.67	31	23:00	12.3	1.75
11	5.15	30	7:00	1.2	22.01
12	6.16	27	7:00	-1.7	48.41

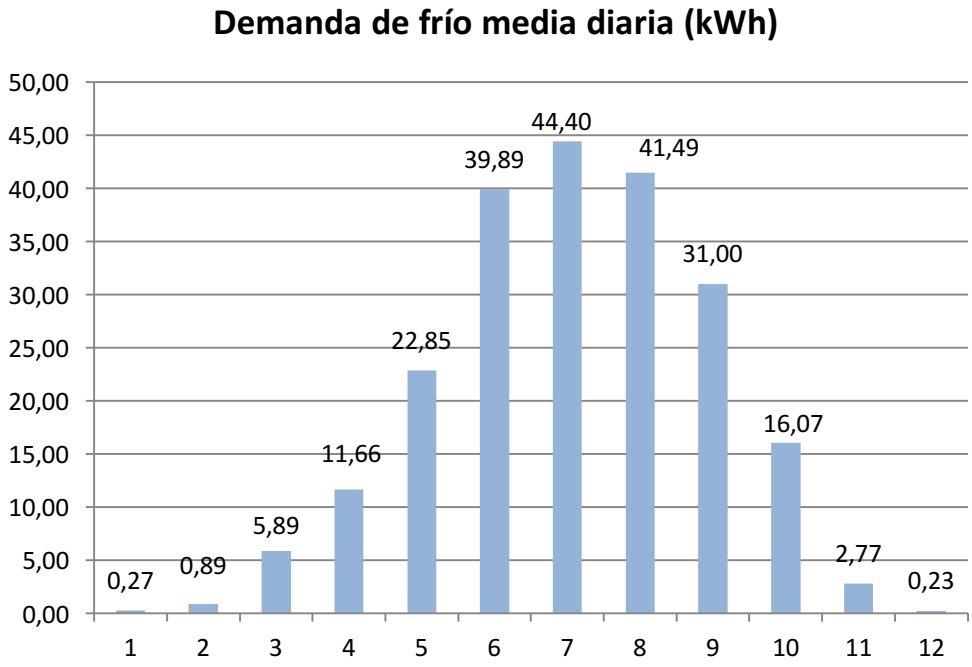


D (KABUL)

Mes	Potencia máxima de frío (kW)	Día de potencia máxima de frío	Hora de potencia máxima de frío	Temperatura ambiente (°C)	Demanda de frío media diaria (kWh)
1	2.50	3	13:00	14.6	0.27
2	2.70	21	11:00	15.0	0.89
3	5.57	19	13:00	19.9	5.89
4	7.99	11	11:00	26.4	11.66
5	6.96	31	13:00	27.7	22.85
6	8.53	23	13:00	30.3	39.89
7	8.76	21	13:00	34.1	44.40
8	9.07	31	12:00	29.0	41.49
9	8.38	6	13:00	29.1	31.00
10	6.03	13	12:00	23.5	16.07
11	5.20	11	11:00	20.7	2.77
12	1.24	4	13:00	12.4	0.23

Mes	Potencia máxima de calor (kW)	Día de potencia máxima de calor	Hora de potencia máxima de calor	Temperatura ambiente (°C)	Demanda de calor media diaria (kWh)
1	8.50	13	7:00	-9.3	73.53
2	8.02	14	22:00	-7.6	58.15
3	6.00	8	7:00	-1.8	31.98
4	4.77	3	23:00	2.5	15.48
5	2.94	12	23:00	7.8	6.19
6	1.60	8	23:00	12.2	1.37
7	0.49	6	4:00	12.3	0.08
8	0.83	4	5:00	10.8	0.36
9	2.39	17	23:00	9.5	5.20
10	4.07	31	23:00	4.8	19.64
11	6.89	30	7:00	-5.0	46.76
12	7.97	26	7:00	-7.7	65.52

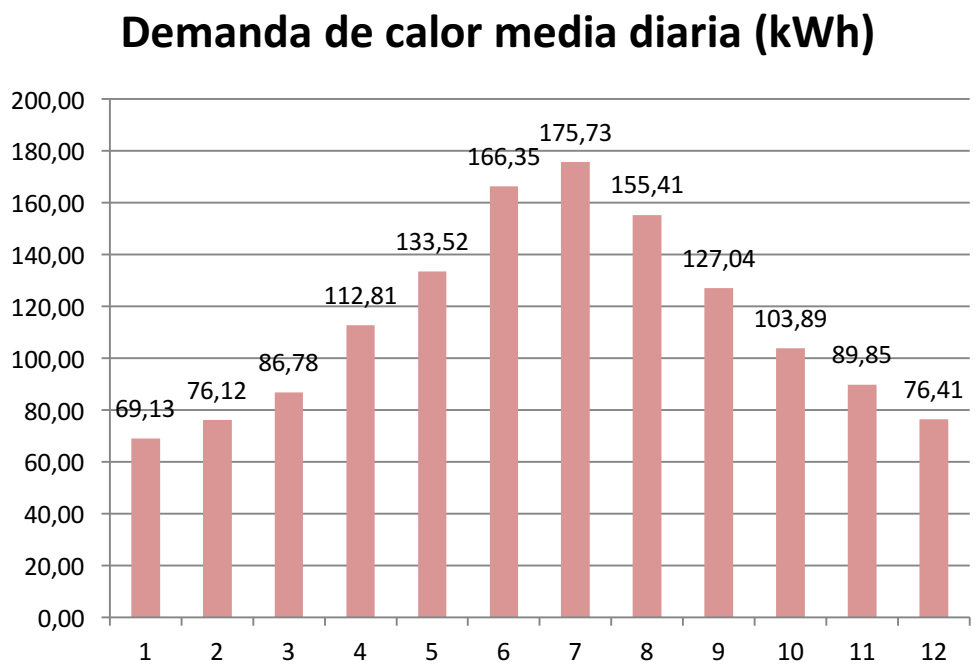

Demanda de calor media diaria (kWh)
80,00
70,00
60,00
50,00
40,00
30,00
20,00
10,00
0,00
73,53
58,15
31,98
15,48
6,19
1,37
0,08
0,36
5,20
19,64
46,76
65,52
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12

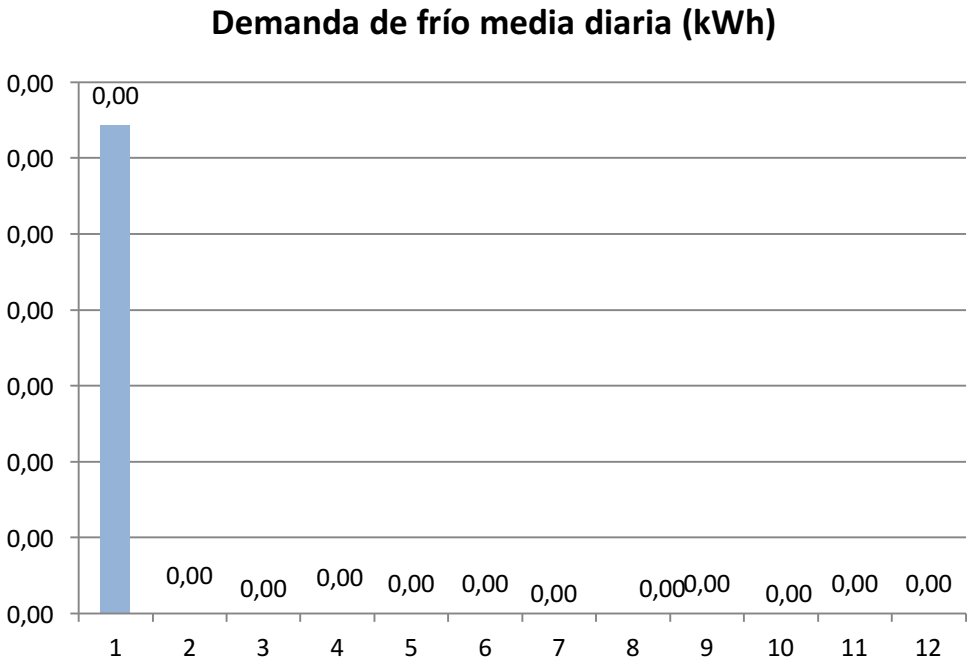

Demanda de frío media diaria (kWh)
50,00
45,00
40,00
35,00
30,00
25,00
20,00
15,00
10,00
5,00
0,00
0,27
0,89
5,89
11,66
22,85
39,89
44,40
41,49
31,00
16,07
2,77
0,23
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12

E (GEORGIA SUR)

Mes	Potencia máxima de frío (kW)	Día de potencia máxima de frío	Hora de potencia máxima de frío	Temperatura ambiente (°C)	Demanda de frío media diaria (kWh)
1	0.10	24	14:00	2.2	0.00
2	0.00	1	13:00	3.3	0.00
3	0.00	5	14:00	0.4	0.00
4	0.00	4	12:00	2.0	0.00
5	0.00	5	15:00	4.4	0.00
6	-0.23	23	15:00	4.7	0.00
7	-0.77	22	14:00	4.0	0.00
8	0.00	18	12:00	3.2	0.00
9	0.00	3	12:00	1.4	0.00
10	0.00	13	12:00	2.3	0.00
11	0.00	7	12:00	-1.1	0.00
12	0.00	1	11:00	0.7	0.00

Mes	Potencia máxima de calor (kW)	Día de potencia máxima de calor	Hora de potencia máxima de calor	Temperatura ambiente (°C)	Demanda de calor media diaria (kWh)
1	5.72	12	23:00	-0.4	69.13
2	6.61	15	7:00	-2.8	76.12
3	7.47	8	7:00	-5.3	86.78
4	9.05	30	9:00	-9.7	112.81
5	11.87	12	22:00	-17.9	133.52
6	13.97	4	10:00	-23.2	166.35
7	14.54	14	23:00	-25.5	175.73
8	14.08	4	9:00	-23.8	155.41
9	12.73	11	23:00	-19.8	127.04
10	9.41	28	23:00	-11.4	103.89
11	8.31	2	7:00	-8.2	89.85
12	6.36	6	7:00	-2.4	76.41

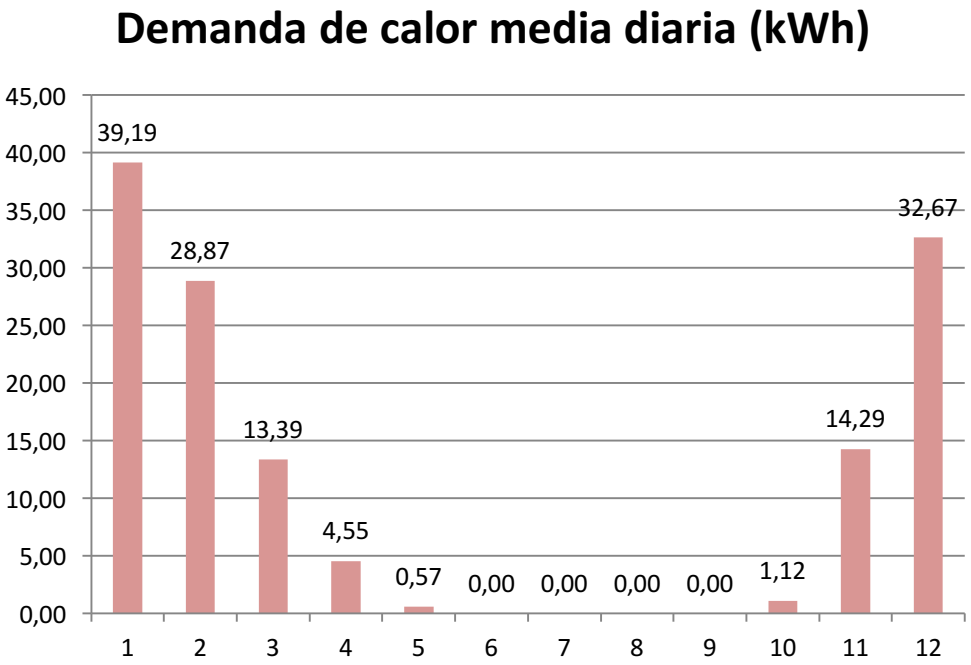

Demanda de calor media diaria (kWh)
200,00
180,00
160,00
140,00
120,00
100,00
80,00
60,00
40,00
20,00
0,00
69,13
76,12
86,78
112,81
133,52
166,35
175,73
155,41
127,04
103,89
89,85
76,41
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12

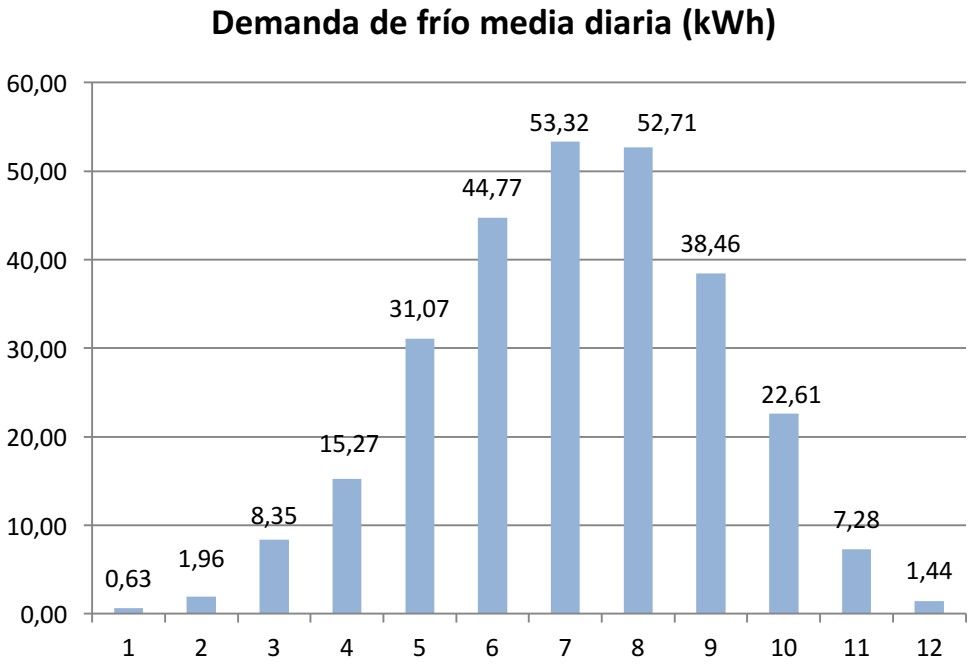

Demanda de frío media diaria (kWh)
0,00
0,00
0,00
0,00
0,00
0,00
0,00
0,00
0,00
0,00
0,00
0,00
0,00
0,00
0,00
0,00
0,00
0,00
0,00
0,00
0,00
0,00
0,00
0,00
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12

ANEXO II: SIMULACION TIENDA TÉCNICA A (SAN JUAN)

Mes	Potencia máxima de frío (kW)	Día de potencia máxima de frío	Hora de potencia máxima de frío	Temperatura ambiente (°C)	Demanda de frío media diaria (kWh)
1	2.45	24	13:00	9.5	0.63
2	3.49	26	13:00	14.9	1.96
3	6.08	11	13:00	17.6	8.35
4	7.75	11	11:00	28.5	15.27
5	8.60	5	12:00	27.6	31.07
6	9.32	23	13:00	35.3	44.77
7	8.65	4	12:00	32.5	53.32
8	9.00	6	13:00	33.8	52.71
9	8.50	18	11:00	31.3	38.46
10	7.52	13	12:00	28.9	22.61
11	5.70	7	12:00	18.4	7.28
12	4.64	3	12:00	17.3	1.44

Mes	Potencia máxima de calor (kW)	Día de potencia máxima de calor	Hora de potencia máxima de calor	Temperatura ambiente (°C)	Demanda de calor media diaria (kWh)
1	4.68	13	7:00	-3.3	39.19
2	4.19	4	7:00	-1.6	28.87
3	2.72	10	6:00	2.4	13.39
4	1.82	3	5:00	6.2	4.55
5	0.97	10	5:00	10.0	0.57
6	0.00	1	0:00	19.6	0.00
7	0.00	1	0:00	23.7	0.00
8	0.00	1	1:00	27.1	0.00
9	0.00	1	0:00	27.8	0.00
10	1.31	28	6:00	9.0	1.12
11	3.43	30	7:00	1.2	14.29
12	4.24	27	7:00	-1.7	32.67

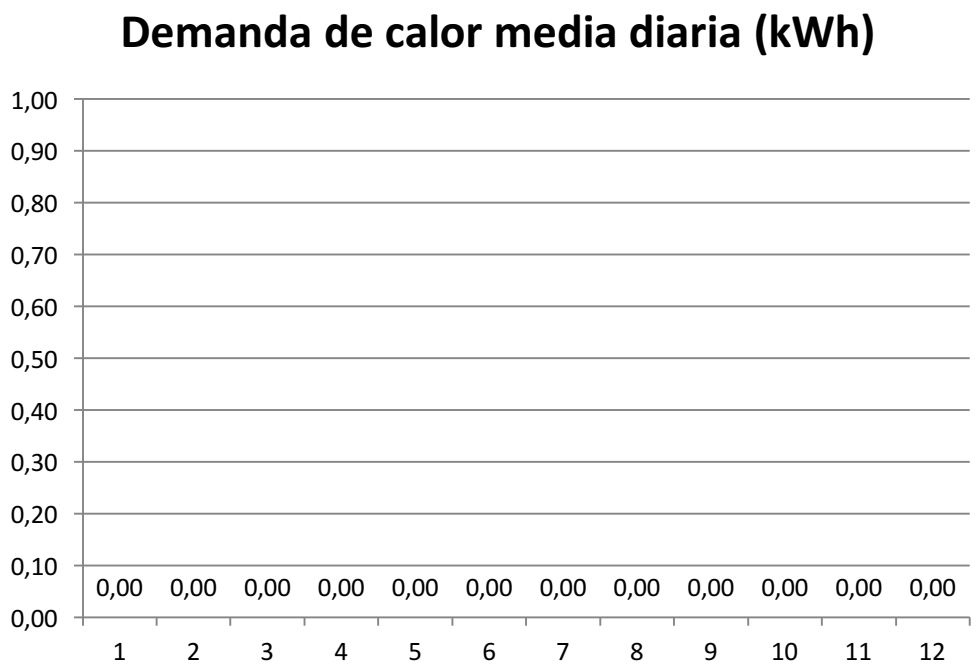

Demanda de calor media diaria (kWh)
45,00
40,00
35,00
30,00
25,00
20,00
15,00
10,00
5,00
0,00
39,19
28,87
13,39
4,55
0,57
0,00
0,00
0,00
0,00
1,12
14,29
32,67
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12

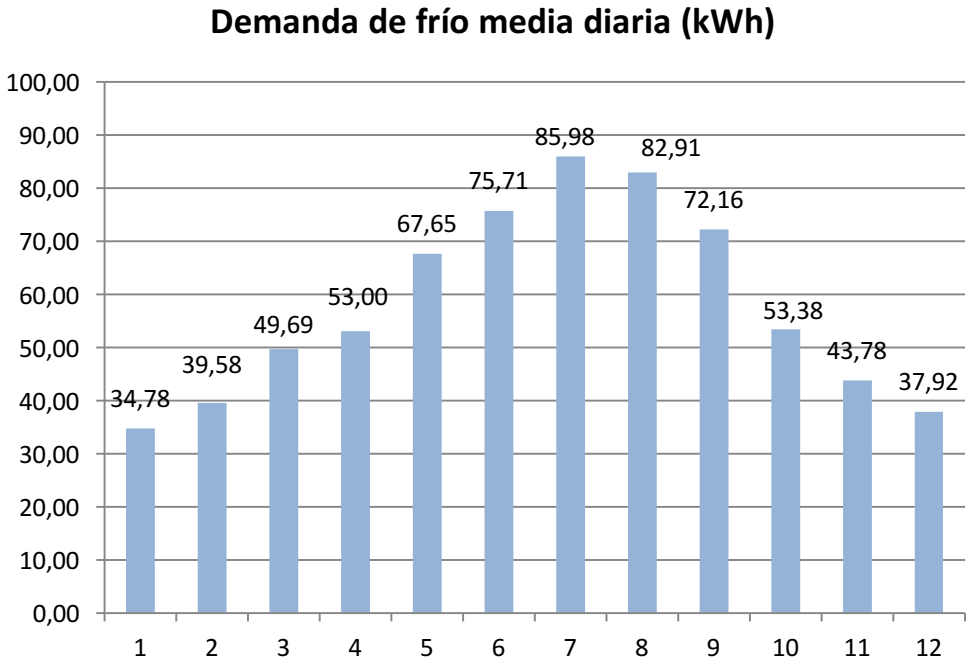

Demanda de frío media diaria (kWh)
60,00
50,00
40,00
30,00
20,00
10,00
0,00
0,63
1,96
8,35
15,27
31,07
44,77
53,32
52,71
38,46
22,61
7,28
1,44
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12

B (DJIBUTI)

Mes	Potencia máxima de frío (kW)	Día de potencia máxima de frío	Hora de potencia máxima de frío	Temperatura ambiente (°C)	Demanda de frío media diaria (kWh)
1	7.90	31	14:00	35.5	34.78
2	8.20	26	13:00	31.8	39.58
3	8.98	11	14:00	32.2	49.69
4	9.48	5	11:00	35.2	53.00
5	9.36	5	14:00	36.9	67.65
6	9.12	13	14:00	39.7	75.71
7	9.37	4	12:00	37.6	85.98
8	9.38	25	14:00	42.7	82.91
9	9.62	3	13:00	39.5	72.16
10	8.99	13	12:00	34.8	53.38
11	8.58	27	12:00	31.1	43.78
12	8.53	4	13:00	33.6	37.92

Mes	Potencia máxima de calor (kW)	Día de potencia máxima de calor	Hora de potencia máxima de calor	Temperatura ambiente (°C)	Demanda de calor media diaria (kWh)
1	0.00	1	0:00	20.4	0.00
2	0.00	1	0:00	26.8	0.00
3	0.00	1	0:00	26.3	0.00
4	0.00	1	0:00	27.7	0.00
5	0.00	1	0:00	23.7	0.00
6	0.00	2	3:00	28.0	0.00
7	0.00	6	6:00	28.4	0.00
8	0.00	4	5:00	28.0	0.00
9	0.00	7	5:00	28.1	0.00
10	0.00	1	1:00	27.2	0.00
11	0.00	1	0:00	24.0	0.00
12	0.00	1	0:00	23.1	0.00

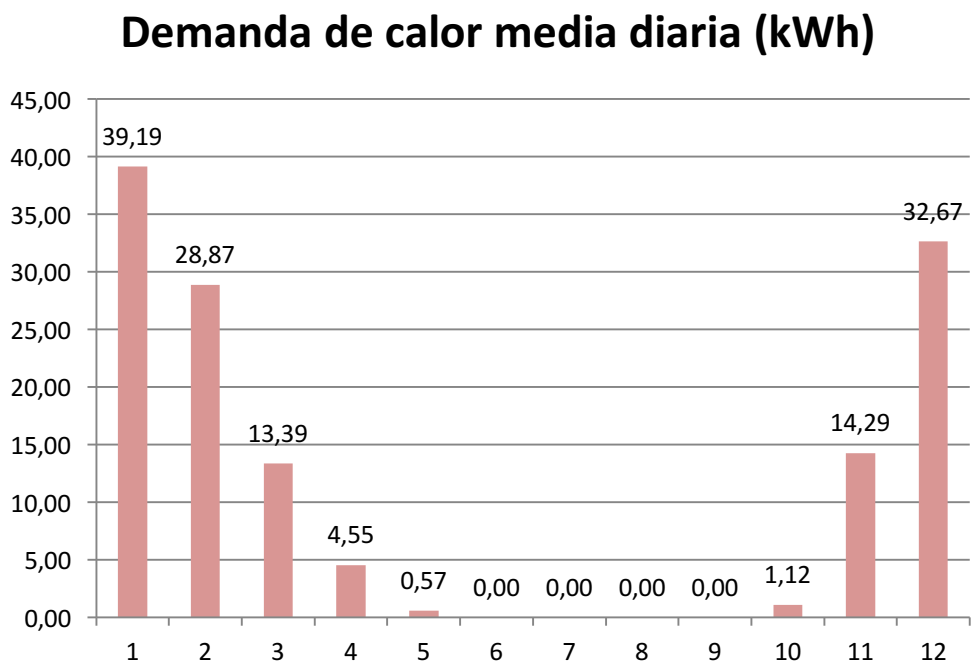

Demanda de calor media diaria (kWh)
1,00
0,90
0,80
0,70
0,60
0,50
0,40
0,30
0,20
0,10
0,00
0,00 0,00 0,00 0,00 0,00 0,00 0,00 0,00 0,00 0,00 0,00 0,00
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12

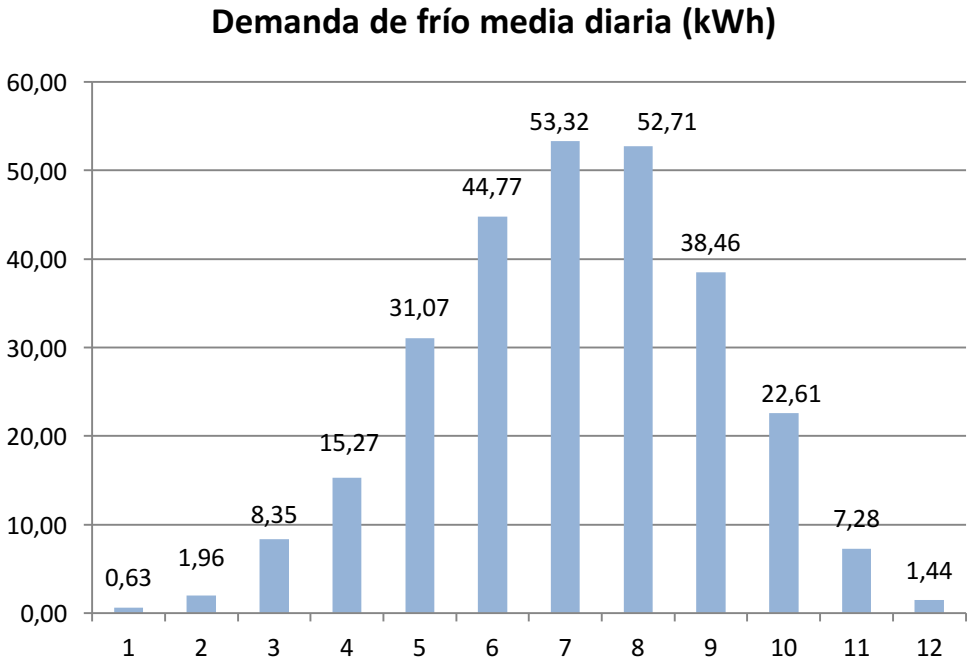

Demanda de frío media diaria (kWh)
100,00
90,00
80,00
70,00
60,00
50,00
40,00
30,00
20,00
10,00
0,00
34,78
39,58
49,69
53,00
67,65
75,71
85,98
82,91
72,16
53,38
43,78
37,92
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12

C (ALLEPO)

Mes	Potencia máxima de frío (kW)	Día de potencia máxima de frío	Hora de potencia máxima de frío	Temperatura ambiente (°C)	Demanda de frío media diaria (kWh)
1	2.45	24	13:00	9.5	0.63
2	3.49	26	13:00	14.9	1.96
3	6.08	11	13:00	17.6	8.35
4	7.75	11	11:00	28.5	15.27
5	8.60	5	12:00	27.6	31.07
6	9.32	23	13:00	35.3	44.77
7	8.65	4	12:00	32.5	53.32
8	9.00	6	13:00	33.8	52.71
9	8.50	18	11:00	31.3	38.46
10	7.52	13	12:00	28.9	22.61
11	5.70	7	12:00	18.4	7.28
12	4.64	3	12:00	17.3	1.44

Mes	Potencia máxima de calor (kW)	Día de potencia máxima de calor	Hora de potencia máxima de calor	Temperatura ambiente (°C)	Demanda de calor media diaria (kWh)
1	4.68	13	7:00	-3.3	39.19
2	4.19	4	7:00	-1.6	28.87
3	2.72	10	6:00	2.4	13.39
4	1.82	3	5:00	6.2	4.55
5	0.97	10	5:00	10.0	0.57
6	0.00	1	0:00	19.6	0.00
7	0.00	1	0:00	23.7	0.00
8	0.00	1	1:00	27.1	0.00
9	0.00	1	0:00	27.8	0.00
10	1.31	28	6:00	9.0	1.12
11	3.43	30	7:00	1.2	14.29
12	4.24	27	7:00	-1.7	32.67

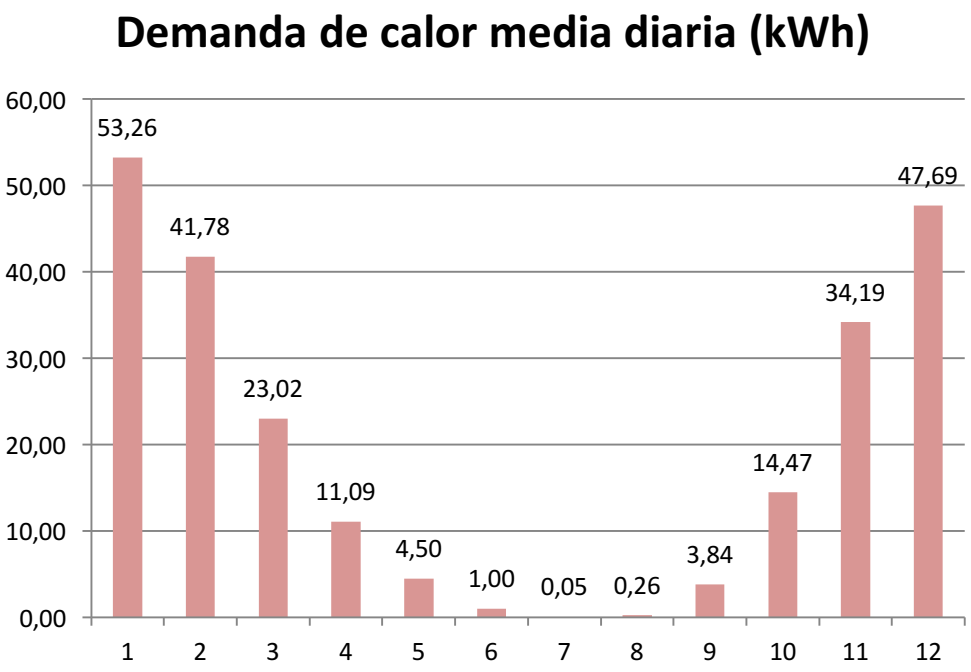

Demanda de calor media diaria (kWh)
45,00
40,00
35,00
30,00
25,00
20,00
15,00
10,00
5,00
0,00
39,19
28,87
13,39
4,55
0,57
0,00
0,00
0,00
0,00
1,12
14,29
32,67
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12


Demanda de frío media diaria (kWh)
60,00
50,00
40,00
30,00
20,00
10,00
0,00
0,63
1,96
8,35
15,27
31,07
44,77
53,32
52,71
38,46
22,61
7,28
1,44
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12

D (KABUL)

Mes	Potencia máxima de frío (kW)	Día de potencia máxima de frío	Hora de potencia máxima de frío	Temperatura ambiente (°C)	Demanda de frío media diaria (kWh)
1	4.38	3	12:00	13.1	1.55
2	4.77	21	11:00	15.0	3.93
3	7.04	19	12:00	18.3	13.53
4	8.96	11	11:00	26.4	20.60
5	8.12	2	11:00	23.2	33.80
6	9.26	23	12:00	29.2	51.53
7	9.15	21	13:00	34.1	54.92
8	9.85	31	12:00	29.0	51.61
9	9.23	6	12:00	27.9	41.35
10	7.21	13	12:00	23.5	27.31
11	6.58	11	11:00	20.7	9.53
12	3.44	4	12:00	11.4	3.46

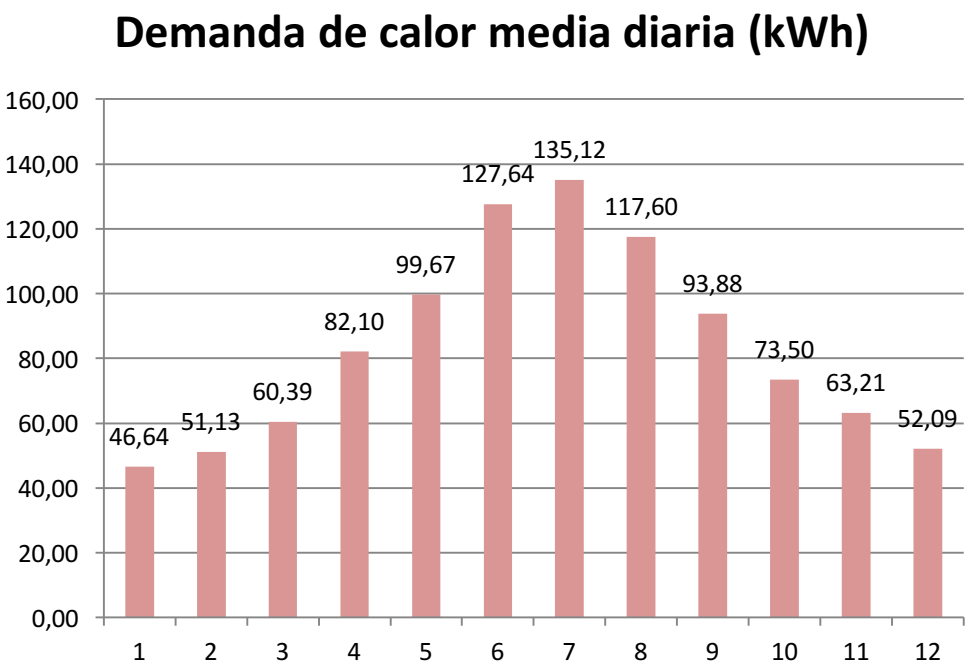
Mes	Potencia máxima de calor (kW)	Día de potencia máxima de calor	Hora de potencia máxima de calor	Temperatura ambiente (°C)	Demanda de calor media diaria (kWh)
1	6.01	13	7:00	-9.3	53.26
2	5.66	14	22:00	-7.6	41.78
3	4.06	8	7:00	-1.8	23.02
4	3.28	30	5:00	-0.4	11.09
5	2.43	1	0:00	3.4	4.50
6	1.26	8	4:00	9.0	1.00
7	0.44	6	4:00	12.3	0.05
8	0.79	4	5:00	10.8	0.26
9	1.98	12	5:00	5.5	3.84
10	2.99	28	6:00	1.0	14.47
11	4.72	30	7:00	-5.0	34.19
12	5.60	26	7:00	-7.7	47.69

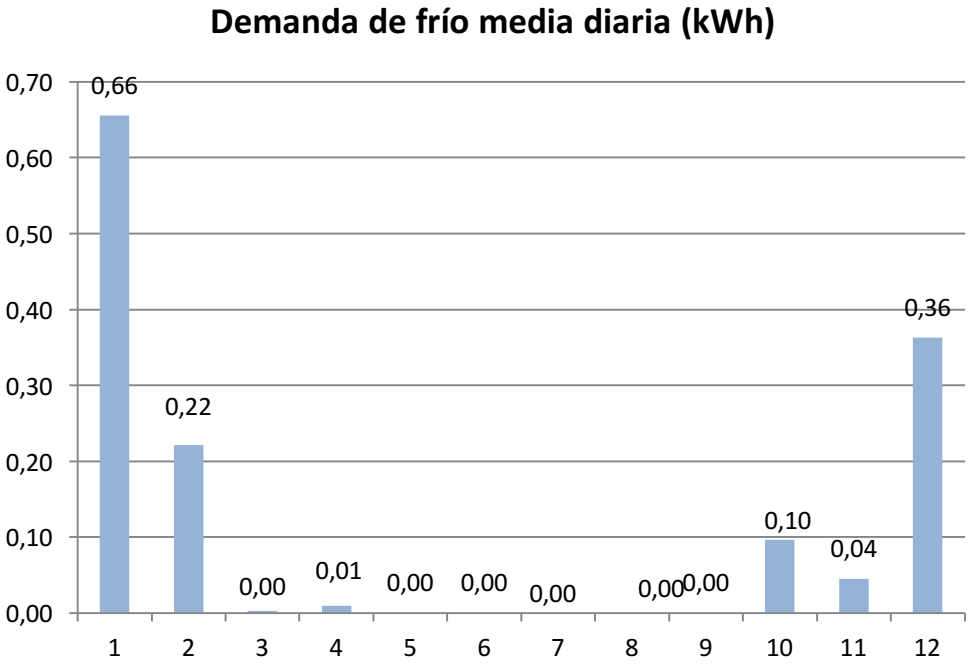

Demanda de calor media diaria (kWh)
60,00
50,00
40,00
30,00
20,00
10,00
0,00
53,26
41,78
23,02
11,09
4,50
1,00
0,05
0,26
3,84
14,47
34,19
47,69
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12

E (GEORGIA SUR)

Mes	Potencia máxima de frío (kW)	Día de potencia máxima de frío	Hora de potencia máxima de frío	Temperatura ambiente (°C)	Demanda de frío media diaria (kWh)
1	3.17	24	13:00	1.7	0.66
2	3.12	8	14:00	2.4	0.22
3	0.09	19	15:00	6.1	0.00
4	0.29	4	16:00	7.3	0.01
5	0.00	5	13:00	1.8	0.00
6	0.00	23	13:00	1.4	0.00
7	0.00	22	13:00	2.1	0.00
8	0.00	17	15:00	4.8	0.00
9	0.00	2	17:00	4.2	0.00
10	1.50	29	15:00	1.3	0.10
11	1.35	27	11:00	1.3	0.04
12	2.51	9	13:00	1.6	0.36

Mes	Potencia máxima de calor (kW)	Día de potencia máxima de calor	Hora de potencia máxima de calor	Temperatura ambiente (°C)	Demanda de calor media diaria (kWh)
1	4.57	1	1:00	1.1	46.64
2	4.62	15	7:00	-2.8	51.13
3	5.29	8	7:00	-5.3	60.39
4	6.55	30	9:00	-9.7	82.10
5	8.76	12	22:00	-17.9	99.67
6	10.48	4	10:00	-23.2	127.64
7	10.88	14	23:00	-25.5	135.12
8	10.55	4	9:00	-23.8	117.60
9	9.50	11	23:00	-19.8	93.88
10	6.77	28	23:00	-11.4	73.50
11	5.93	2	7:00	-8.2	63.21
12	4.40	6	7:00	-2.4	52.09


Demanda de calor media diaria (kWh)
160,00
140,00
120,00
100,00
80,00
60,00
40,00
20,00
0,00
46,64
51,13
60,39
82,10
99,67
127,64
135,12
117,60
93,88
73,50
63,21
52,09
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12


Demanda de frío media diaria (kWh)
0,70
0,60
0,50
0,40
0,30
0,20
0,10
0,00
0,66
0,22
0,00
0,01
0,00
0,00
0,00
0,00
0,00
0,10
0,04
0,36
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12