



**Universidad**  
Zaragoza

# Trabajo Fin de Grado

Diseño de instalaciones sanitarias en apoyo a autoridades civiles en casos de pandemias.

Autor

Juan Herranz Rodríguez

Directores

Director académico: Doctor Marcos Pueo Arteta.

Director militar: Capitán Jorge Gómez Bernal.

Centro Universitario de la Defensa-Academia General Militar

**[PÁGINA INTENCIONADAMENTE EN BLANCO]**



## **AGRADECIMIENTOS**

Por encima de todo, a aquellos que de una forma u otra han estado presentes durante estos 5 años.

Mi sincero agradecimiento al personal del Regimiento de Especialidades de Ingenieros número 11, especialmente al capitán Jorge Gómez Bernal, al teniente Javier Morales Alonso y a la teniente Lorena González García, por su ayuda y apoyo durante mi estancia en el regimiento; al Doctor Marcos Pueo Arteta por su ayuda y orientaciones a lo largo de todo el proyecto y a todos aquellos que en mayor o menor medida habéis aportado vuestro tiempo para ayudarme.

**[PÁGINA INTENCIONADAMENTE EN BLANCO]**



## **Resumen**

El proyecto que se plantea a continuación pretende realizar el diseño de una instalación sanitaria optimizada para casos de pandemias con la que poder brindar apoyo a las autoridades civiles que así lo requieran.

La parte inicial del proyecto ha consistido en estudiar situaciones análogas ya ocurridas, pretendiendo de esta manera analizar los errores y puntos fuertes de instalaciones similares como punto de partida para el diseño propuesto. La situación derivada del virus SARS COV 2 ha brindado grandes cantidades de información útiles para este desarrollo.

Tras analizar gran cantidad de información de índole sanitaria, se ha comenzado a plantear las instalaciones. Este planteamiento inicial ha marcado los puntos claves a seguir durante todo el proyecto: la modularidad, la escalabilidad, la autosuficiencia de las instalaciones y la seguridad de los sanitarios.

Posteriormente se han determinado las necesidades de las instalaciones, estableciendo las proporciones y requerimientos mínimos basados en extensa documentación del ámbito sanitario.

El paso final ha consistido en el diseño final de la instalación con su consiguiente modelado en 3D y una tabla comparativa final que resume de una manera sencilla y visual las propuestas finales para concluir el proyecto.

## **Palabras clave**

COVID, pandemia, hospital de campaña.



## **Abstract**

The following project aims to design an optimized sanitary facility for pandemics in order to provide support to civil authorities whom require it.

The initial part of the project consisted of studying analogous situations that have already occurred, in order to analyze the errors and strengths of similar facilities as a starting point for the proposed design. The situation arising from the SARS COV 2 virus has provided a great amount of useful information for this development.

After analyzing a large amount of information of a sanitary nature, we have begun to plan the facilities. This initial approach has marked the key points to be followed throughout the project: modularity, scalability, self-sufficiency of the facilities and safety of the health workers.

Subsequently, the needs of the facilities were determined, establishing the minimum proportions and requirements based on extensive documentation of the healthcare field.

The final step consisted in the final design of the facility with the subsequent 3D modeling and a final comparative table that summarizes in a simple and visual way the final proposals to conclude the project.

## **KEYWORDS**

COVID, pandemic, field hospital.



## ÍNDICE

<b>1. Introducción</b>	<b>1</b>
<b>2. Objetivos y metodología</b>	<b>2</b>
<b>2.1. Objetivos y alcance</b>	<b>2</b>
2.1.1. Objetivos	2
2.1.2. Alcance	2
<b>2.2. Metodología</b>	<b>3</b>
<b>3. Antecedentes y marco teórico (estado de la cuestión)</b>	<b>4</b>
<b>4. Desarrollo del proyecto</b>	<b>8</b>
<b>4.1. Introducción</b>	<b>8</b>
<b>4.2. Planteamiento inicial de las instalaciones</b>	<b>9</b>
4.2.1. Módulo MACP-L	10
4.2.2. Módulo MACP-P	10
4.2.3. Módulo MACP-EG	10
<b>4.3. Cálculo de las necesidades de los módulos.</b>	<b>11</b>
4.3.1. Cálculo de necesidades del submódulo de habitabilidad.	12
4.3.2. Cálculo de necesidades del submódulo de higiene	14
4.3.3. Cálculo de necesidades del submódulo climatización.	16
4.3.4. Cálculo de necesidades del submódulo generador	17
4.3.5. Cálculo de necesidades del submódulo de potabilización	17
4.3.6. Cálculo de necesidades del submódulo de apoyo	18
<b>4.4. Diseño de los módulos</b>	<b>22</b>
4.4.1. Consideraciones iniciales de diseño.	22
4.4.2. Sistema Colpro UTILIS	22
4.4.3. Diseño final MACP-L	23
4.4.4. Diseño final MACP-P	24
4.4.5. Diseño final MACP-EG	25
4.4.6. Tabla Comparativa final de los módulos	26



4.4.7.	Modelado 3D de las instalaciones	27
4.5.	Transporte de los módulos.	30
4.6.	Cálculo de tiempo necesario para la instalación. Diagrama de gantt.	32
4.6.1.	Consideraciones generales.	32
4.6.2.	Diagrama de Gantt del MACP-L.	33
4.6.3.	Diagrama de Gantt del MACP-P.	33
4.6.4.	Diagrama de Gantt del MACP-EG.	34
5.	Conclusiones	36
6.	Líneas Futuras	38
7.	Trabajos citados	39
8.	Anexos	1
8.1.	Anexo 1. Ficha técnica utilis tm 54.	1
8.2.	Anexo 2. Ficha técnica tienda tm36.	3
8.3.	Anexo 3. Ficha técnica contenedor mixto ablucion hispanovema.	5
8.4.	Anexo 4. Tablas de dimensionamiento de tuberías de PVC-10.	7
8.5.	Anexo 5. Cuadros de distribución eléctrica.	9
8.5.1.	Cuadro 62 A	9
8.5.2.	Cuadro 32 A	10
8.6.	Anexo 6. Morgue Móvil Blue-med. Versión en inglés	11
8.7.	Anexo 7. Cocina de campaña arpa mc2 600 800.	13
8.8.	Anexo 8. Separador de Grasas Lipumax g-h-b ns30/3000	15
8.9.	Anexo 9. Cálculos de tiempo de instalación.	16



## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Gráfica de nuevos casos confirmados de COVID 19 en diferentes países europeos. Fuente: Financial Times.

Figura 2. Gráfica de nuevas muertes atribuidas al COVID 19 en diferentes países europeos. Fuente: Financial Times.

Figura 3. Número de nuevas hospitalizaciones diarias debido al COVID19 en EEUU. Fuente: Center for disease control.

Figura 4. Número de muertes diarias debido al COVID19 en EEUU. Fuente: Center for disease control.

Figura 5. Pasillo de urgencias de La Ribera, 03/01/2021. Fuente: El Levante EMV.

Figura 6. Miembros de las fuerzas armadas desinfectando sus uniformes durante la pandemia. Fuente:VOZPOPULI.

Figura 7. Módulos de Tiendas TM.18, 36 y 54. Fuente: Utilis SAS.

Figura 8. Contenedor Mixto Ablución Hispanovema. Exterior. Fuente: Hispanovema.

Figura 9. Contenedor mixto ablución Hispanovema.Interior. Fuente: Defensa.com.

Figura 10. Contenedor Ablución. Detalle lavabos. Fuente: Hispanovema.

Figura 11. Zhendre CZ10. Fuente: Zhendre.com.

Figura 12. Grupo electrógeno 500 kVa.. Fuente: AlfaGenerator

Figura 13. Ejemplo de planta potabilizadora SETA 3e 500. Fuente: Ejército de tierra.

Figura 14. BLUE-MED Deployable morgue. Fuente: Blue-med.

Figura 15. PMG Mobile Morgue System.Fuente: Precision metal Group.

Figura 16. Contenedor Cocina Arpa MC-2 600/800. Fuente: XIII Congreso Veterinaria Militar. Alimentación en Campaña.

Figura 17. Separador de grasas enterrado. Fuente: TodoAgua.

Figura 18. Ejemplo de fosa séptica de acumulación de poliéster reforzado con fibra de vidrio. Fuente: RodaxPoliester.

Figura 19. Interior de tienda Utilis con sistema COLPRO. Fuente: Utilis SAS.

Figura 20. Modelo 3d MACP-L. Elaboración propia con AUTOCAD 2022.

Figura 21. Modelo 3d MACP-P. Elaboración propia con AUTOCAD 2022.

Figura 22. Modelo 3d. Detalle contenedor de ablución.

Figura 23. Modelo 3d: Detalle de dos tiendas TM54.

Figura 24. Vehículo IVECO VEMPAR. Fuente: Armada Española.

Figura 25. Diagrama de Gantt del MACP-L. Elaboración propia con Visual Paradigm.



Figura 26. Diagrama de Gantt del MACP-P. Elaboración propia con Visual Paradigm.

Figura 27. Diagrama de Gantt del MACP-EG. Elaboración propia con Visual Paradigm.



## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Comparativa de módulos de apoyo. Elaboración propia.

Tabla 2. Comparativa de las necesidades de diferentes tipos de enfermos. Elaboración propia.

Tabla 3. Comparativa de morgues despleables. Elaboración propia.

Tabla 4. Comparativa final de los módulos propuestos. Elaboración propia.

Tabla 5. Comparativa de necesidades de transporte para los diferentes módulos. Elaboración propia.



## ABREVIATURAS, SIGLAS Y ACRÓNIMOS

AGM	-	Academia General Militar.
FAS	-	Fuerzas Armadas.
ET	-	Ejército de tierra.
CMT	-	Campo de maniobras y tiro.
AGRUHOC	-	Agrupación hospital de campaña.
EEUU	-	Estados Unidos.
TN	-	Territorio nacional.
MACP-L	-	Módulo de Apoyo a autoridades civiles en Casos de Pandemias Ligero.
MACP-P	-	Módulo de Apoyo a autoridades civiles en Casos de Pandemias Pesado.
MACP-EG	-	Módulo de Apoyo a autoridades civiles en Casos de Pandemias De Especial Gravedad.
HUMS	-	Hospital Universitario Miguel Servet.
UCI	-	Unidad de cuidados intensivos.
OMS	-	Organización mundial de la salud.
OXFAM	-	Oxford Committe for Famine relief.
IFEMA	-	Consortio Institución Ferial de Madrid.
SPRP	-	Strategic Preparedness and Response Plan.
COLPRO	-	Colective Protection.
NBQ	-	Nuclear, bacteriológico y químico.



## 1. INTRODUCCIÓN

La situación vivida en todo el mundo durante el año 2020 y parte del año 2021 debido a la pandemia originada por el virus SARS-COV2, ha puesto en jaque a los gobiernos de todo el mundo, y más concretamente a sus sistemas sanitarios. Estos mismos, han estado en muchos casos al borde del colapso, llegando en algunos sitios a alcanzarlo, y han precisado en muchas ocasiones del apoyo de las Fuerzas Armadas (FAS), que han tenido que actuar estableciendo hospitales de campaña y diversos campamentos claves en ayudar a rebajar la presión hospitalaria.

A pesar de los esfuerzos, las autoridades no habían previsto y consecuentemente no estaban preparadas para una pandemia de tal magnitud que pudiera poner en jaque al mundo entero. Solamente en el año 2020 el producto interior bruto mundial cayó un 4,7 % (Fondo Monetario Internacional, 2021), hubo aproximadamente 90 millones de contagios y 2 millones de muertes debido al COVID-19 (enfermedad derivada del virus SARS-COV2) (Organización mundial de la salud, 2021), de ellas aproximadamente 115.000 fueron sanitarios (International Council of Nurses, 2021).

En este contexto, las FAS españolas dieron una rápida respuesta cuando fue requerida. Sin embargo, no disponían de unas instalaciones específicas que puedan ejercer como instalaciones de ingreso en pandemias. De hecho, los hospitales de campaña ROLE 2E, a pesar de tener grandes capacidades como cirugía, cuidados dentales o laboratorios reforzados con depósitos de sangre, no están específicamente diseñados para atender pacientes en situaciones de pandemia como apoyo a las autoridades civiles. Si bien el despliegue se realizó de forma adecuada, la limitación de los medios técnicos específicos junto con la urgencia del momento no permitió una optimización de los recursos.

Por este motivo surge la necesidad de plantear una instalación sanitaria específica, que sirva de apoyo a las autoridades civiles en futuras situaciones pandémicas como la vivida en los años 2020 y 2021. Esta instalación se diseñará en base a material en dotación en el Ejército de Tierra (ET), y su organización permitirá, por ejemplo, diferenciar las zonas contaminadas (Zona roja) de las zonas limpias (Zona verde) evitando posibles transmisiones entre sanitarios y enfermos por compartir zonas comunes. Además, tanto el material como las instalaciones, al estar construidas con material genérico y no de dedicación exclusiva, podrá utilizarse para cualquier otro uso a lo largo de su vida útil mientras no sea requerido para dichas instalaciones sanitarias.

**[PÁGINA INTENCIONADAMENTE EN BLANCO]**



## **2. OBJETIVOS Y METODOLOGÍA**

### **2.1. OBJETIVOS Y ALCANCE**

#### **2.1.1. OBJETIVOS**

El objetivo general del proyecto es estandarizar y modularizar en base a material en dotación del ET las instalaciones necesarias para apoyar a las autoridades civiles en la atención, el aislamiento y el control de los pacientes contagiados en una pandemia, garantizando principalmente la seguridad de los sanitarios involucrados.

Para ello, se estudiarán y determinarán las necesidades de material y personal, tiempo de instalación y transporte necesarios para la puesta en marcha de la instalación, a partir de los datos obtenidos durante las diversas oleadas de la pandemia por el virus SARS COV 2.

Como objetivos secundarios del proyecto encontramos:

- Analizar las acciones llevadas a cabo por las FAS españolas durante la pandemia por la COVID 19.
- Analizar las guías, recomendaciones y lecciones aprendidas de organizaciones del mundo sanitario tras la pandemia del COVID 19.
- Estudiar la respuesta sanitaria de otros países durante la pandemia.
- Plantear posibles escenarios de índole sanitaria que requieran la intervención de las FAS.
- Determinar las posibles necesidades en caso de una nueva pandemia en territorio nacional.
- Proponer soluciones para solventar las necesidades determinadas.

#### **2.1.2. ALCANCE**

El proyecto cumplirá diferentes requisitos derivados de los objetivos del mismo. A lo largo del desarrollo se deberán determinar, siguiendo todas las directrices sanitarias internacionales:

- El material necesario para el alojamiento y mantención de las condiciones higiénicas de los pacientes.
- La disposición y organización de la instalación para maximizar la seguridad del personal sanitario.
- La magnitud de la instalación planteada en función de la amenaza presente.
- El material de carácter especial necesario para la desinfección del personal que acceda a zonas contaminadas.
- El tiempo necesario para el despliegue de la instalación.

El diseño de un hospital de campaña completo queda fuera del alcance de este proyecto. Áreas como zonas de triaje, laboratorios o quirófanos no serán planteadas. Las instalaciones proyectadas permitirán el



ingreso de pacientes ya confirmados como positivos en la pandemia que acontezca. Quedará también fuera del alcance de este proyecto la adquisición e instalación de los equipos médicos necesarios para la atención sanitaria, siendo dicha tarea responsabilidad de personal experto en la materia.

## 2.2. METODOLOGÍA

Para tratar de realizar el proyecto con las mayores garantías posibles, debe hacerse un estudio no sólo de la situación actual sino también de todas las acciones llevadas a cabo en el pasado y que puedan servir de referencia actualmente. Adquirir todo este conocimiento fue el primer paso del proyecto y se realizó en base a una situación que puede servir de referencia, la pandemia por el virus SARS COV 2.

En el desarrollo de este proyecto se han llevado a cabo diferentes métodos de recopilación de información cualitativos a medida que se ha ido avanzando en el mismo.

De la situación mencionada, extraemos los dos primeros métodos aplicados en el trabajo; la revisión de informes de uso oficial de la actuación de las FAS en la operación BALMIS y el trato directo con el personal experto del Regimiento de especialidades de ingenieros número 11 (REI 11) participantes en dicha operación, además de múltiples misiones más en el extranjero. Estos dos elementos permiten crear una imagen global bastante precisa de las características de una intervención en una situación tan delicada como una pandemia, además de todas las lecciones aprendidas en dicha intervención.

Tratando siempre de ajustarse lo máximo posible a un presupuesto limitado, se busca fervientemente en este proyecto aprovechar el material actual en dotación en las FAS. Para saber cómo proyectar este material, es básico conocerlo y haberlo visto en funcionamiento real, para ello la observación directa durante un ejercicio ALPHA en el campo de maniobras y tiro (CMT) Renedo-Cabezón ha resultado fundamental para entender de una manera más detallada los materiales con los que trabajar.

Partiendo de dicha base y con una imagen global base determinada, la clave radica en una extensa revisión bibliográfica muy concreta sobre temas sanitarios y médicos, poniendo el énfasis en la búsqueda de grandes cantidades de información centralizada por grandes organismos y organizaciones no gubernamentales (ONGs) en la lucha contra las pandemias más recientes que ha sufrido la humanidad.

Determinadas las características y necesidades médicas, es turno del estudio y comparación de los materiales que permitan cumplimentar dichas necesidades. Una vez más, la revisión de extensa documentación sobre materiales militares y civiles será clave para una determinación precisa de los medios a utilizar.

Para finalizar se hará uso de un Diagrama de Gantt para analizar el tiempo de ejecución del proyecto.

El diagrama de Gantt permitirá determinar de una manera rápida y visual el tiempo total de ejecución del proyecto en el terreno, así como los tiempos parciales de las actividades que componen el conjunto total.



### 3. ANTECEDENTES Y MARCO TEÓRICO (ESTADO DE LA CUESTIÓN)

Es un hecho contrastado que las pandemias mundiales han afectado a la población desde hace siglos, y hoy más que nunca, con la presencia del virus SARS-COV2, volvemos a recordar tristemente la ferocidad de ciertas enfermedades que han causado estragos a lo largo de los tiempos.

La peste negra (1347-1353) con un número de muertes aproximado que varían entre los 75 y los 200 millones de personas (Garay, 2020); la gripe española de 1918, que acabó con la vida de aproximadamente 40 millones de personas (History.com Editors, 2021), o la viruela con aproximadamente 300 millones de muertos en el siglo XX (American Museum of Natural History, 2021), nos demuestran que la COVID19, con 4,8 millones de muertes (a día 4 de octubre de 2021) (Organización Mundial De la Salud, 2021), no es un hecho aislado a lo largo de la historia, y que perfectamente puede volver a ocurrir.

Por ello, las FAS deben tener preparada una respuesta rápida y eficaz ante hechos de tal magnitud. Ante esta situación cabe preguntarse el porqué de la necesidad de diseño de esta instalación, teniendo en cuenta que los ejércitos modernos, incluyendo España, ya disponen de hospitales de campaña desplegados. Los grandes costes de adquisición y de mantenimiento, además de un rol de dedicación exclusiva a la atención médica, hacen a menudo inviable la posibilidad de mantenerlos a largo plazo, como se pudo comprobar con el hospital ROLE 3 de la Agrupación hospital de campaña (AGRUHOC), que tuvo que ser desmantelada en 2019 (Maíz, 2020).

Estas instalaciones disponen de un gran abanico de capacidades, entre ellas cirugía especializada y tratamientos postoperatorios avanzados (Department of the Army. US ARMY, 2020), pero no están preparadas exclusivamente para el tratamiento y aislamiento de pacientes pandémicos. Este factor de aislamiento es la clave en la que radica la necesidad de disponer de módulos estandarizados, rápidamente desplegados y que aporten una versatilidad que no se encuentra en los hospitales de campaña. En casos de enfermedades con grandes capacidades de propagación, es decir, con un factor R elevado (el factor R o número reproductivo básico es una estimación de la velocidad de propagación de una enfermedad determinada en una población determinada) (The Royal Society, 2020), la velocidad de actuación se convierte en un aspecto clave. La pandemia ocasionada por el virus SARS COV 2 ha permitido recopilar gran cantidad de información sobre el impacto de este tipo de pandemias en todo el mundo. En España, se pasó de tener aproximadamente 116000 casos confirmados el día 1 de abril de 2020 a 488000 el 1 de septiembre de 2020 (Organización mundial de la salud, 2021). En las figuras 1 y 2 se pueden comprobar las comparaciones de nuevos casos y muertes asociadas a la COVID 19 entre diferentes países europeos, pudiendo visualizar el impacto tan grande que dicha enfermedad está teniendo en el mundo. En otros países no europeos la situación no fue precisamente mejor. Como se puede apreciar en las figuras 3 y 4, el número de nuevas hospitalizaciones diarias en Estados Unidos (EEUU) debido a la COVID 19 llegó a multiplicarse por 5 en apenas 3 meses, con el consecuente aumento en el número de muertes. (Center for Disease Control, 2021).



Figura 1. Gráfica de nuevos casos confirmados de COVID 19 en diferentes países europeos. Fuente: Financial Times

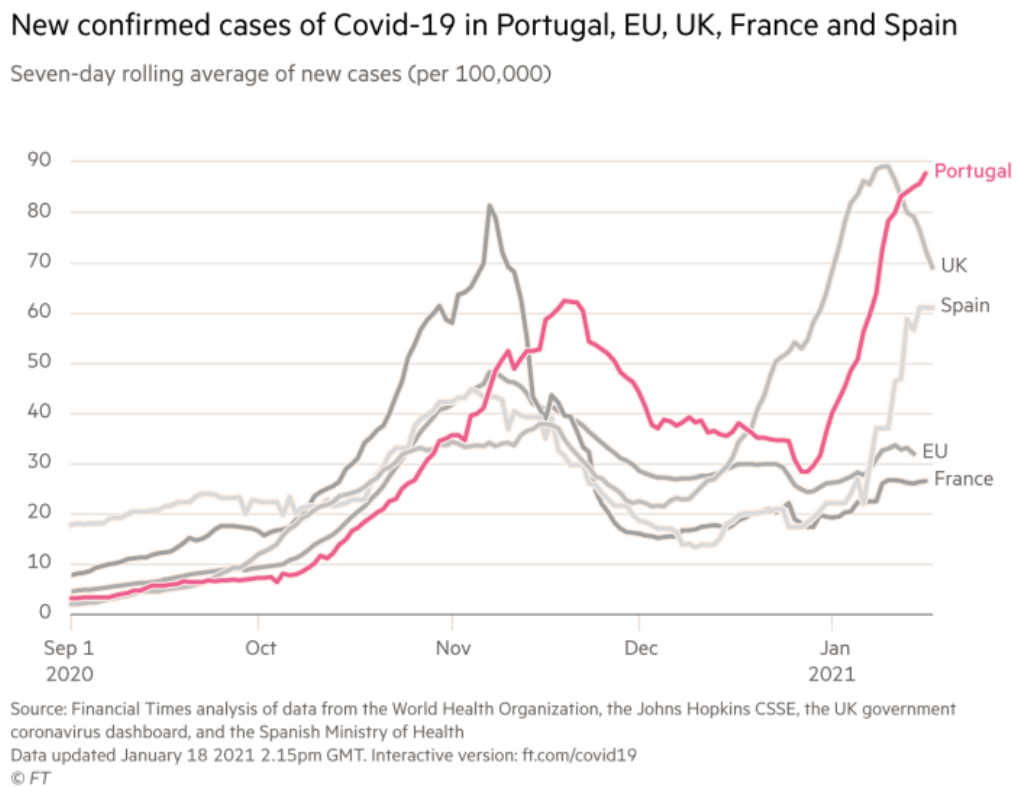


Figura 2. Gráfica de nuevas muertes atribuidas al COVID 19 en diferentes países europeos. Fuente: Financial Times

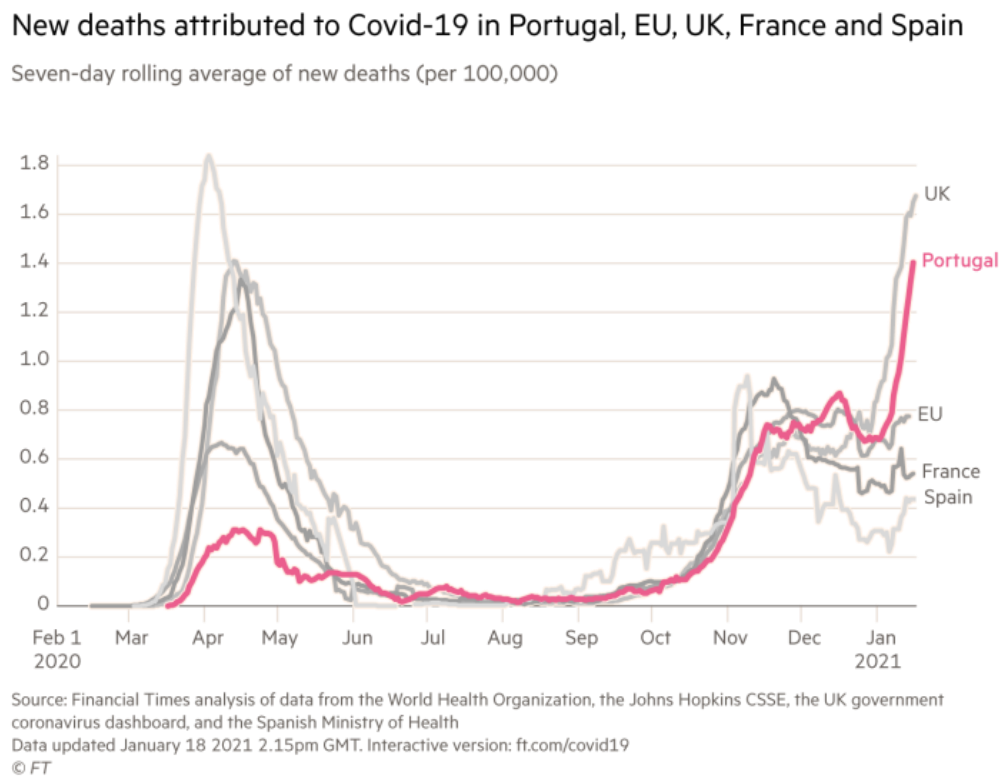




Figura 3. Número de nuevas hospitalizaciones diarias debido al COVID19 en EEUU. Fuente: Center for disease control.

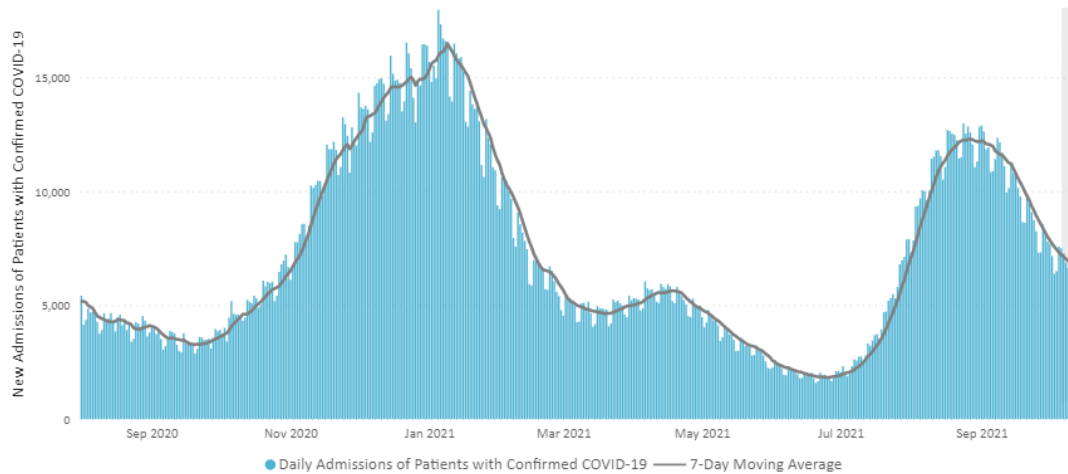
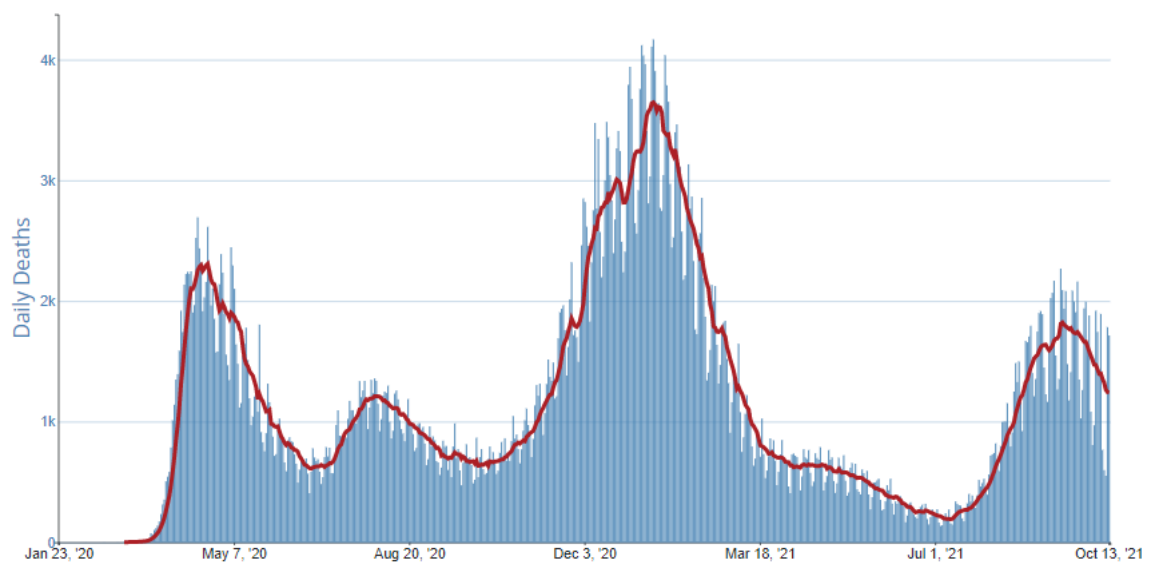


Figura 4. Número de muertes diarias debido al COVID19 en EEUU. Fuente: Center for disease control.



Tales cifras provocan un aumento desmesurado de la presión hospitalaria, ya que los sistemas sanitarios se ven obligados a desviar recursos sanitarios, incluyendo plantas enteras de hospitalización para la atención exclusiva de este tipo de enfermos (ver figura 5). Esto acaba provocando un retraso generalizado en la atención a otro tipo de afecciones, que en muchos casos también son mortales, como puede ser el cáncer (British Medical Association, 2021).



Figura 5. Pasillo de urgencias de La Ribera, 03/01/2021. Fuente: El Levante EMV.



Debido a todos estos factores, queda patente la necesidad de disponer de instalaciones específicas que permitan el tratamiento y aislamiento de personas contagiadas en caso de una pandemia de manera rápida, flexible y versátil, permitiendo intervenciones tempranas que alivien la curva de hospitalizaciones y la presión hospitalaria en centros que trabajan también con otro tipo de patologías.

A nivel militar, este tipo de instalaciones con las características determinadas no se han planteado ni desarrollado nunca. A nivel civil se han realizado trabajos de fin de grado con características similares que han profundizado en la construcción de hospitales de campaña. De ellos, el único que habla específicamente de la situación pandémica vivida lo hace con el fin de “conseguir una guía de actuación para la implantación de un hospital de campaña” (Diez Alonso, 2021), pero sin ofrecer una respuesta práctica y con la lista de materiales necesarios para su ejecución.

Es por todos estos factores que surge la necesidad de profundizar e investigar más en la materia desde un punto de vista práctico para ofrecer una respuesta concreta a los problemas planteados.



## 4. DESARROLLO DEL PROYECTO

### 4.1. INTRODUCCIÓN

La intervención militar en la operación Balmis permite entender mucho mejor las exigencias a las que las Fuerzas Armadas están sujetas en situaciones de tal gravedad. Fueron muchas las intervenciones diferentes que se llevaron a cabo, entre ellas patrullajes, desinfección de calles y edificios (ver figura 6), transporte aéreo de tests sanitarios, etc. Pero entre todas estas acciones, de la que más lecciones aprendidas se pueden extraer para este proyecto es la instalación de hospitales de campaña en diversos puntos de la geografía nacional. La amenaza vivida no es un hecho aislado y existe la posibilidad de que un suceso así vuelva a ocurrir en territorio nacional. Posibles escenarios futuros abarcan no solo una nueva pandemia, sino una situación epidemiológica mucho más grave o incluso un ataque de características bacteriológicas.

Como ya se ha mencionado en este documento, este proyecto tratará de maximizar en todo momento el uso de material ya en dotación intentando minimizar los costes, aumentando así la viabilidad del proyecto de cara un posible despliegue futuro.

Para que el proyecto sea viable, se deberá garantizar una instalación escalable ante diferentes amenazas; autosostenible para funcionar de manera independiente en caso de no tener acceso a la red de saneamiento, de agua corriente y eléctrica; y que garantice la seguridad para todo el personal del centro.

Las instalaciones deberán diferenciarse claramente en submódulos divididos por funciones. Se determinarán núcleos de vida para garantizar una estancia confortable (submódulo de habitabilidad), instalaciones higiénicas para el aseo (submódulo de higiene), sistemas climatizadores para mantener una temperatura óptima (submódulo de climatización), sistemas potabilizadores en caso de no garantizarse la seguridad de los acuíferos (submódulo de potabilización) y todos los elementos para el apoyo al resto de submódulos (submódulo de apoyo).

Todas las instalaciones se modelarán siguiendo las recomendaciones de organizaciones sanitarias especialistas en el área. Siguiendo estas recomendaciones se calculará y determinará la instalación necesaria para cumplir los objetivos marcados.

Al modelado 3D definitivo se llegará a través de un planteamiento inicial, la explicación de los cálculos del material necesario y el diseño final del proyecto.



Figura 6. Miembros de las fuerzas armadas desinfectando sus uniformes durante la pandemia. Fuente:VOZPOPULI



#### 4.2. PLANTEAMIENTO INICIAL DE LAS INSTALACIONES

Se inicia el proyecto con el objetivo de crear un módulo de apoyo a autoridades civiles rápidamente desplegable en el territorio nacional. El punto de partida se determina a partir del análisis de las conclusiones de la documentación interna del Ejército de Tierra.

Dicha documentación clasificada como ‘uso oficial’ permite entender que en situaciones de gravedad se hace necesaria la intervención de las FAS en diversos puntos del territorio nacional simultáneamente, lo que hace inviable la creación de un único modelo fijo de intervención; se considera también la disparidad de necesidades en cada punto de la geografía, variando enormemente las capacidades necesarias en ciudades como Madrid, con hospitales con capacidad hasta para 1200 pacientes (Cordero, 2020), o ciudades como Sabadell, con necesidades mucho más reducidas de personal en hospitales con capacidad de 280 pacientes (COPE, 2020). Por todo ello, y para atender todas las necesidades extraídas de los análisis realizados, se hace necesaria la creación de diferentes modelos adaptables a diferentes escenarios de actuación.

De ahora en adelante se distinguirán 3 tipos de instalaciones a desarrollar, que serán nombradas como MACP- L (Módulo de Apoyo a autoridades civiles en Casos de Pandemias Ligero), MACP- P (Módulo de apoyo a autoridades civiles en casos de pandemias pesado) y el MACP- EG (Módulo de apoyo a autoridades civiles en casos de pandemias de extrema gravedad).

Dividir el módulo en 3 opciones escalables en tamaño y nivel de seguridad permitirá una mayor adaptabilidad a las necesidades civiles.

Para determinar la ratio de enfermos, camas y personal del módulo se tomará como referencia el mayor hospital de la Comunidad Autónoma de Aragón, el Hospital Universitario Miguel Servet de Zaragoza (HUMS), asumiendo unas proporciones similares en personal, camas y enfermos en el resto de grandes hospitales de España. El HUMS dispone en la actualidad de 62 camas en la unidad de cuidados intensivos (UCI) (Boletín Oficial Cortes de Aragón, 2006) y un total de 1213 camas de hospitalización (Ministerio de Sanidad, Consumo y Bienestar Social, 2021).



Para determinar el tamaño del módulo ligero se tomará como referencia el hospital de campaña instalado por el Ejército de tierra en Sabadell, con capacidad aproximada de 240 camas (EuropaPress, 2021). Sabadell no es una excepción, y en ciudades como Leganés, Castellón, Zaragoza, La coruña o Santiago de Compostela se instalaron hospitales con capacidades entre 150 y 250 camas.

Para el módulo pesado se duplicará la capacidad del módulo ligero. De los 16 hospitales de campaña instalados por las Fuerzas Armadas (Ministerio de Defensa, 2021), sólo los hospitales proyectados en IFEMA, la Fira de Barcelona y Melilla sobrepasaron las 500 camas que fueron instaladas en Zaragoza y Valencia. De este modo, se cubrirán las posibles necesidades de la mayor parte del territorio nacional.

#### **4.2.1. MÓDULO MACP-L**

Capacidad: El módulo ligero será capaz de acoger la misma cantidad de camas UCI que el HUMS (62) y tendrá capacidad para acoger el triple de pacientes leves, aproximadamente 178. La proporción de 3 a 1 de pacientes estándar respecto a críticos se han determinado siguiendo las guías de la Organización mundial de la salud (OMS), en su guía 'COVID 19 Strategic Preparedness and Response Plan (SPRP 2021) (Organización Mundial De la Salud, 2021), en la que considera que el 15% de los enfermos de COVID 19 desarrollan afecciones graves, y el 5% situaciones críticas.

Consideraciones específicas: Primer nivel de intervención, proyectado en casos de necesidades reducidas de ingresos.

#### **4.2.2. MÓDULO MACP-P**

Capacidad: El módulo pesado tendrá el doble de capacidad que el módulo ligero, acogiendo un total de 120 camas de enfermos críticos y 360 camas de enfermos estables.

Consideraciones específicas: Segundo nivel de intervención. Proyectable en casos de grandes necesidades de ingresos.

#### **4.2.3. MÓDULO MACP-EG**

Capacidad: El módulo de especial gravedad tendrá la misma capacidad que el módulo pesado, 120 camas de enfermos y 360 camas de enfermos estables.

Consideraciones específicas: Tercer nivel de intervención. Incorporará medidas de seguridad especiales en toda la zona de enfermos, críticos y estables. Se dispondrán equipos Nucleares, bacteriológicos y químicos (NBQ) de aislamiento en toda la instalación. Se proyectará en casos de especial gravedad para salud, como pueden ser ataques bacteriológicos.

La siguiente tabla recoge las características iniciales comparando los diferentes módulos.



Tabla 1. Comparativa de módulos. Elaboración propia.

Características	MACP-L	MACP-P	MACP-EG
Tiempo de despliegue.	Inmediato. Establecido en menos de 48h.	Medio. Establecido en menos de 60 h.	Prolongado. Establecido en menos de 72 horas.
Número de camas.	240	480	480
Nivel de presión hospitalaria.	Media. Necesidades reducidas de ingreso.	Alta. Grandes necesidades de ingreso.	Alta. Grandes necesidades de ingreso.
Tipo de amenaza.	Pandemias.	Pandemias.	Ataques Bacteriológicos.

### 4.3. CÁLCULO DE LAS NECESIDADES DE LOS MÓDULOS.

Tras analizar el material en dotación disponible a través del Portal del Conocimiento y la Biblioteca Virtual de la INTRANET de las FAS se establece que la forma más adecuada para poder llevar a cabo unas instalaciones de la magnitud planteada es a través del Módulo 1000 y las tiendas Utilis debido a las siguientes razones:

1. Espacio disponible: El ET sólo dispone de medios de vida capaces de aguantar y sostener tal cantidad de personal a través del Módulo 1000. Dentro del módulo 1000 serán las tiendas Utilis TM36 y T54 los elementos principales de los módulos de apoyo. Estas tiendas disponen de uniones frontales y laterales, y de acoples especiales para unirlas con los contenedores de ablución, permitiendo la creación de grandes instalaciones continuas.
2. Ventilación natural: Las tiendas Utilis TM disponen de diversas ventanas que permiten una eficaz ventilación natural del personal estable. Siguiendo las recomendaciones de la OMS en su curso 'Diseño de centros para el tratamiento de los síndromes respiratorios agudos graves' (Organización Mundial de la Salud, 2020), la ventilación natural es el método más recomendable y debe ser el modo principal de renovación de aire dentro de las tiendas de personal estable. Analizando los métodos de propagación no sólo del SARS COV 2 , sino también de otras epidemias mortales que el mundo recientemente ha sufrido, como es el caso del ébola, se considerarán las posibilidades de contagio al aire libre a más de 2 metros como muy reducidas (Center for Disease Control, 2021) .Consecuentemente es posible combinar las recomendaciones de salud con las consideraciones de seguridad para el personal creando en torno a las instalaciones un perímetro de seguridad para evitar que personal no autorizado pueda acercarse a zonas con posibilidad de contagio a través de aerosoles o gotículas.



3. Aislamiento: Las tiendas Utilis TM tienen la capacidad de ser aisladas a través del sistema COLPRO NBQ, en dotación en el Ejército de Tierra. De esta manera se puede garantizar la transición entre zonas limpias e infectadas de manera segura para el personal y se puede escalar el nivel de seguridad requerido por las autoridades.

El diseño de los módulos se hará a través de submódulos, lo que permitirá una mayor adaptabilidad y versatilidad de las instalaciones. La creación de submódulos permitirá adaptarse de una manera eficaz a las necesidades específicas de cada despliegue.

Cada módulo de apoyo contará con:

1. Submódulo de habitabilidad: Englobará todas las tiendas necesarias para dar alojamiento a los pacientes, zonas de comedor, zonas de tránsito y zonas de vida para enfermos. También incluirá las tiendas de acceso para el personal sanitario y las zonas de vida de los mismos.
2. Submódulo de higiene: Engloba todos los contenedores de ablución necesarios para poder proveer de lavabos, duchas y váteres a todos los enfermos y sanitarios, estando estos separados en diferentes zonas para evitar el contagio del personal.
3. Submódulo generador: Engloba todos los grupos electrógenos necesarios para permitir el correcto funcionamiento de todos los sistemas de iluminación y climatización de los módulos.
4. Submódulo climatización: Engloba los sistemas de climatización necesarios para poder mantener unas condiciones de confort óptimas en todos los módulos.
5. Submódulo de potabilización: Engloba los sistemas potabilizadores necesarios para mantener en funcionamiento el submódulo de higiene con agua potable cuando las necesidades del terreno requieran de ello.
6. Submódulo de apoyo: Engloba todos los demás elementos necesarios para el funcionamiento correcto, como pueden ser morgues móviles, cocinas, fosas sépticas o vallado externo.

#### **4.3.1. CÁLCULO DE NECESIDADES DEL SUBMÓDULO DE HABITABILIDAD.**

Consideraciones previas:

1. Consideraciones de espacio: Los cálculos relativos a las necesidades de espacio de las camas de los diferentes pacientes, ya sean estables o críticos se hará siguiendo los criterios marcados por la OMS en el curso 'Diseño de centros para el tratamiento de los síndromes respiratorios agudos graves' y por el documento de OXFAMWash 'Medical Isolation facilities in outbreak responses' (OXFAM, s.f.). De dichos documentos se extraen diferentes conclusiones. Entre ellas que un paciente estándar necesita de media 6



metros cuadrados por cama, y un paciente crítico necesita como mínimo 10 metros cuadrados por cama para permitir el trabajo efectivo del personal médico (ver comparación en tabla 2).

2. Consideraciones de seguridad: De dichos documentos se extraen otras conclusiones relativas a la seguridad. El personal médico debe tener una zona de transición a oscuras para evitar el calor excesivo dentro de los EPI entre la zona roja y la zona verde, donde poder cambiarse (de manera colectiva para acelerar el proceso). En pos de la seguridad, este proyecto contemplará un proceso extra de limpieza previo al desvestido. Se instalará una tienda segura aislada con el sistema COLPRO anterior a la zona de desvestido. La tienda segura contendrá un sistema de descontaminación ligera NBQ ESP-01 a través de ducha individual de descontaminación personal.

*Tabla 2. Comparación de las necesidades de diferentes tipos de enfermos. Elaboración propia.*

Características	Enfermos estables	Enfermos críticos
Ventilación.	Natural.	Mecánica.
Área por cama.	6 metros cuadrados.	10 metros cuadrados.
Sistema aislamiento NBQ.	No.	Sistema COLPRO.

Cálculo de tiendas necesarias:

1. Habitaciones de pacientes: Para garantizar un mínimo 6 metros cuadrados por paciente en el área de pacientes estables, se introducirán un total de 8 camas por cada tienda UTILIS TM 54 (54 metros cuadrados). Para el área de pacientes críticos se garantizarán 10 metros cuadrados por paciente instalando 3 camas en cada TM 36 (ver en la figura 7 las tiendas planteadas). Las especificaciones técnicas de ambas tiendas se pueden ver en los Anexos 1 y 2.

2. Comedor de pacientes estables: Las tiendas UTILIS TM 54 en formato comedor tienen capacidad para acoger 32 personas simultáneamente en 8 bancos de 4 personas cada uno. El área de pacientes críticos no dispondrá de zona comedor, la comida se servirá directamente a los pacientes.

3. Tiendas transición: Se dispondrá de un área transición compuesta por 4 tiendas TM 54 entre la zona verde y la zona roja que quedarán claramente delimitadas. El área transición distinguirá de zona de entrada y zona de salida, sin comunicación entre las mismas. La zona de salida dispondrá de equipos personales de desinfección NBQ. Las 4 tiendas dispondrán de aislamiento con forro COLPRO y equipos de sobrepresión, que permitirá disponer de un sistema de exclusas para un acceso y salida seguro a la zona roja.

4. Tiendas de soporte: Todas aquellas tiendas que funcionan como pasillos y soporte para las tiendas de vida, habitación y comedor. Se calculará a través de un modelado 3D de las instalaciones.



Figura 7. Módulos de Tiendas TM.18, 36 y 54. Fuente: Utilis SAS



#### 4.3.2. CÁLCULO DE NECESIDADES DEL SUBMÓDULO DE HIGIENE

##### 4.3.2.1. Cálculo de contenedores de ablución necesarios:

Consideraciones generales: Se hará uso de contenedores de ablución mixtos HISPANOVEMA, fabricados sobre contenedor ISO de 20 pies (ver figuras 8, 9 y 10). Las especificaciones de los contenedores se pueden apreciar en el anexo 3. Cada uno de los contenedores mixtos dispone de 3 duchas, 3 WC y 4 lavabos. Siguiendo las recomendaciones del documento 'Wash in health care facilities, Global Baseline report 2019' WHO (Organización mundial de la Salud, 2019), se mantendrá una ratio mínima de 1 WC por cada 20 pacientes. Para determinar el número de duchas necesarias se seguirán las orientaciones de la 'Guía técnica para la evaluación y prevención de los riesgos relativos a la utilización de lugares de trabajo' (Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, 2015) que dispone un número mínimo recomendado de una ducha por cada 10 personas que terminen en el mismo turno de trabajo aproximadamente. En la instalación propuesta se garantiza una ducha por cada 13 pacientes. No se determinan zonas fijas para hombres y mujeres debido a la imposibilidad de prever el número de ambos en las instalaciones.

2. Consideraciones específicas para el personal médico: El personal médico dispondrá de instalaciones seguras para poder asearse en la zona verde. Las ratios de personal médico con los que se trabajará en este proyecto estarán basadas en la única instalación similar en España al módulo propuesto en este proyecto, el hospital de campaña de IFEMA. Dicho hospital alojó aproximadamente 1300 camas y contó con una dotación de personal de 1000 sanitarios (Gervás, 2021). Se trabajarán con las mismas ratios de WC y duchas por persona en la zona verde y en la zona roja.



Figura 8. Contenedor Mixto Ablución Hispanovema. Exterior. Fuente: Hispanovema.



Figura 9. Contenedor mixto ablución Hispanovema. Interior. Fuente: Defensa.com.



Figura 10. Contenedor Ablución. Detalle lavabos. Fuente: Hispanovema.





#### 4.3.2.2. Dimensionamiento de las tuberías:

Los cálculos se realizarán basándose en los conocimientos adquiridos en la asignatura 'Hidráulica' de 5º curso de la Academia de Ingenieros. Se utilizarán las tablas estandarizadas de caudal y tuberías para el dimensionamiento de tuberías de PVC-10 (ver anexo 4).

Para cada contenedor de ablución se dimensionará la acometida para agua fría y caliente, dando unas necesidades de:

- 3 WC x 10: 30 litros por minuto.
- 3 duchas x (10 + 5): 45 litros por minuto.
- 4 lavabos x (8 + 4): 48 litros por minuto.
- Caudal máximo por cada contenedor: 30 + 45 + 48: 123 litros por minuto.

En el apartado 4.4 se dimensionarán los tubos para cada módulo basándose en los cálculos realizados en este apartado y con ayuda de las tablas de dimensionamiento de tuberías de PVC-10.

#### 4.3.3. Cálculo de necesidades del submódulo climatización.

1. Consideraciones previas: La climatización de las tiendas se realizará mediante los climatizadores Zhendre CTZ10, en dotación en el Ejército de Tierra 8 (ver figura 11). Las especificaciones usadas para realizar los cálculos de las necesidades energéticas se pueden consultar en el anexo 2.

2. Necesidades: Cada Zhendre CTZ10 permite climatizar dos tiendas simultáneamente. Todas las tiendas de los módulos dispondrán de climatización. Las tiendas con ventilación mecánica y forros de seguridad dispondrán de los filtros HEPA necesarios para el correcto funcionamiento del sistema. Los filtros HEPA tienen capacidad de atrapar el 99,97 por ciento de las partículas iguales o mayores a 0,3 micrómetros que lo atraviesan a través de métodos mecánicos sin producir una reducción considerable en el flujo de aire. Se ha demostrado que son efectivos para evitar la propagación de virus como el SARS COV 2. (Columbia News., 2021)

Figura 11. Zhendre CZ10 con un par de toberas. Fuente: Zhendre.com.





#### 4.3.4. CÁLCULO DE NECESIDADES DEL SUBMÓDULO GENERADOR

Para las estimaciones energéticas se ha contado con la ayuda del Sargento Primero Silveira, profesional con 16 años de experiencia en instalaciones eléctricas en acuartelamientos nacionales como de instalaciones en misiones en el extranjero. Para cada dos tiendas, independientemente sean TM54 o TM36 se utiliza 1 aparato de climatización Zhendre CZ10. Por cada Zhendre CZ10 se usa 1 cuadro de distribución de 32 A y a su vez 3 de estos cuadros se conectan a 1 cuadro de distribución de 63 A. 2 cuadros de 63 A y 1 contenedor de ablución mixto se conectan a 1 cuadro de zona general. Para alimentar 3 cuadros generales (36 tiendas y 3 contenedores de ablución) se utiliza un grupo electrógeno de 520 Kwh (ver ejemplo de grupo electrógeno similar en la figura 12) aunque la experiencia del sargento primero indica que realmente son necesarios 2 grupos para poder realizar turnos de descanso y permitir que los equipos funcionen correctamente (ver planos de los cuadros de distribución en el Anexo 5).

Figura 12. Grupo electrógeno 500 kVA. Fuente: Alfa Generator.



#### 4.3.5. CÁLCULO DE NECESIDADES DEL SUBMÓDULO DE POTABILIZACIÓN

Se recomienda establecer los módulos en un área con acceso a la red de agua potable. De no ser así, el submódulo de potabilización sería capaz de abastecer de agua corriente todas las necesidades de la instalación, potabilizando el agua de un acuífero cercano disponible.

Los cálculos de agua por persona se realizarán siguiendo las indicaciones del Centro de desarrollo de la ingeniería hidráulica de la OMS, en su documento 'How much water is needed in emergencies' (Reed & Reed, 2013) que requiere un mínimo de 20 litros de agua potable por persona y día. Dichos requerimientos se cumplirán con la potabilizadora SETA 3e 3000 sobre contenedor de 20 pies, en dotación en el ET y con un depósito flexible de 10000 litros. La SETA 3e 3000 permite potabilizar 3000 litros de agua por hora (ver ejemplo de potabilizadora SETA en la figura 13). Se hace la elección de esta potabilizadora debido a las grandes necesidades de agua, no sólo de los pacientes, sino también de todo el personal médico y de las



instalaciones de apoyo (por ejemplo - la cocina), además de por su capacidad de embolsar agua que puede ser repartida posteriormente entre los enfermos y el personal.

Figura 13. Ejemplo de planta potabilizadora SETA 3e 500. Fuente: Ejército de Tierra.



#### 4.3.6. CÁLCULO DE NECESIDADES DEL SUBMÓDULO DE APOYO

El submódulo de apoyo se compondrá de todos aquellos elementos de sostenimiento de los módulos de apoyo necesarios para el correcto funcionamiento de la instalación.

- Morgue: En previsión del fallecimiento de enfermos críticos en la instalación se propone la adquisición de una morgue transportable, de rápida instalación, para su uso temporal en la instalación. Tras un análisis de los productos en el mercado, son 2 las posibilidades que cumplen las necesidades propuestas (ver tabla 3, figura 14 y figura 15). Las especificaciones técnicas de la morgue BlueMed se pueden comprobar en el Anexo 6.

Tabla 3. Comparativa de morgues desplegadas. Elaboración propia.

Cualidades	BLUE-MED	PRECISION METAL GROUP
Capacidad.	24 cuerpos.	30 cuerpos.
Sistema contenedor.	Tienda autoinflable.	Contenedor de 20 pies.
Sistema modular ampliable.	Si.	No.



Figura 14. BLUE-MED Deployable morgue. Fuente. Blue-med.



Figura 15. PMG Mobile Morgue System. Fuente: Precision metal Group.



Ambos sistemas cumplen las necesidades descritas, y son aptos para uso en las instalaciones. Se propone la compra del Mobile Morgue System de PMG debido a que está basada en un contenedor de 20 pies, tratando de estandarizar el transporte en este tipo de contenedores de todo el material necesario.

- Cocina: El servicio de alimentación del personal ingresado en el hospital y de los trabajadores de servicio se realizará a través del sistema Contenedor Cocina Arpa MC-2 600 /800 en dotación en el ET, con capacidad para confeccionar comida para hasta 800 personas (ver figura 16). Realizado sobre contenedor de 20 pies es transportable por el camión táctico 'Vehículo Especial Multiplataforma de abastecimiento y recuperación' (VEMPAR). Sus especificaciones completas se pueden comprobar en el Anexo 7.



Figura 16. Contenedor Cocina Arpa MC-2 600/800. Fuente: XIII Congreso Veterinaria Militar. Alimentación en Campaña.



- Separador de grasas: Se hará uso de un separador de grasas enterrado (ver figura 17) para procesar los desechos líquidos derivados de la cocina previo vertido a la fosa séptica de acumulación. Dicho separador de grasas será enterrado. Basándonos en páginas especializados (Planificador de separador de grasas ACO) y dimensionando conforme a DIN EN 1825- 2 será necesario un separador de grasas de tamaño nominal mayor que 26. Cualquier separador de grasas que cumpla dichas características puede ser válido. Se propone como modelo el separador de grasas ACO LIPUMAX G-H-B NS30/3000. Sus especificaciones técnicas se pueden comprobar en el Anexo 8.

Figura 17. Separador de grasas enterrado. Fuente: TodoAgua.





- Fosa séptica de acumulación: Se hará uso de fosas sépticas de acumulación de poliéster reforzado con fibra de vidrio (ver figura 18). Siguiendo los cálculos de páginas especializadas se tendrán en cuenta 150l/día por persona, multiplicado por 3 (días que el agua esta retenida). Se considerará una ratio de 1 sanitario por cada 1,3 camas de hospital para los cálculos de las fosas sépticas, misma ratio usada en el hospital de pandemias de IFEMA (Gervás, 2021), esto dará un total de 186 sanitarios repartidos en 3 turnos (62 por turno) para el MACP-L y 375 sanitarios ( 125 por turno ) para el MACP-P. Siguiendo estos cálculos el módulo ligero tendrá unas necesidades de 135.900 litros de fosa séptica (240 pacientes + 62 sanitarios x 450 l/persona) y los módulos pesados de 272.250 litros de fosa séptica (480 pacientes + 125 sanitarios x 450l/persona) . Serán necesarias 14 fosas sépticas de 10.000 litros para los módulos ligeros, y 28 fosas sépticas de 10.000 litros para los módulos pesados.

Figura 18. Ejemplo de fosa séptica de acumulación de poliéster reforzado con fibra de vidrio. Fuente: Fontecsazul.





## 4.4. DISEÑO DE LOS MÓDULOS

### 4.4.1. CONSIDERACIONES INICIALES DE DISEÑO.

El diseño de los módulos se centrará en la creación de dos zonas claramente diferenciadas, la zona 'sucia' o zona roja y la zona limpia, o zona verde. Dentro de la zona roja habrá una diferenciación clara en dos alas, el oeste dedicado a los enfermos estables, y el ala este dedicada a los enfermos graves. Ambas alas dispondrán de pasillos centrales que actuarán de columna vertebral para un entramado de pasillos laterales horizontales que harán las funciones de áreas de alojamiento para los pacientes. En los extremos de cada pasillo horizontal se dispondrá de un contenedor de ablución. Tal diseño permite evitar que los pacientes tengan que circular por el pasillo central para asearse.

El ala de enfermos estables dispondrá de un comedor para pacientes posicionado antes de acceder al pasillo central del ala. Esto permitirá evitar que el personal dedicado a introducir la comida tenga que permanecer tiempo en un área con pacientes cercanos a su alrededor.

Disponer de un diseño basado en 2 pasillos centrales y naves laterales de habitaciones permitirá una rápida ampliación del módulo pasando de un MACP-L a un MACP-P ampliando a lo largo los pasillos centrales y el comedor y manteniendo el resto de la instalación.

Todos los diseños realizados, además de la elección final del material a emplear están previamente calculados y determinados en el punto 4.3 "Cálculo de las necesidades de los módulos".

### 4.4.2. SISTEMA COLPRO UTILIS

El sistema Colective Protection (COLPRO) de UTILIS (ver figura 19), consiste en un sistema de protección colectiva de las tiendas UTILIS a través diversos filtros de aire contaminado, y forros internos que permiten aislar totalmente las instalaciones del exterior.

*Figura 19. Interior de tienda UTILIS con sistema COLPRO. Fuente: UTILIS SAS.*





### **4.4.3. DISEÑO FINAL MACP-L**

#### **4.4.3.1. Submódulo de habitabilidad**

La zona de enfermos leves constará de un total de 29 tiendas TM54 constituyendo la columna central y las alas laterales de habitaciones. De las 29, 23 constituirán las alas – dormitorio ( $23 * 8 = 184$  pacientes). La zona de pacientes críticos constará de 27 TM 36 constituyendo la columna central y las alas laterales de habitaciones. De las 27, 21 constituirán las alas – dormitorio ( $21 * 3 = 63$  pacientes). El comedor constará de un total de 7 tiendas TM54. Las tiendas de transición que compondrán los pasillos, zona de vida de sanitarios y zonas de acceso a la instalación será formada por 40 tiendas TM54. Serán necesarios 27 kits COLPRO de TM36 para toda el área de enfermos críticos y 4 kits COLPRO de TM56 para las tiendas transición entre zona roja y zona verde.

#### **4.4.3.1. Submódulo de higiene**

El total de la instalación dispondrá de 13 contenedores de ablución mixtos, 10 en la zona roja y 3 en la zona verde. En la zona verde se estimarán 3 turnos de sanitarios (aproximadamente 62 por turno, haciendo un total aproximado de 186 sanitarios. Estas ratios de médico-paciente-turno son las mismas que se usaron en el hospital de IFEMA. (Ruiz, 2020) ). Manteniendo las ratios de 10 sanitarios por WC y ducha serán necesarios los 3 contenedores de ablución propuestos.

Los 13 contenedores representaran un caudal máximo de 1599 litros por minuto ( $123 * 13$ ). Serán necesarias tuberías de PVC-10 para la acometida de agua fría y caliente con un diámetro de 75mm.

#### **4.4.3.2. Submódulo de climatización**

La instalación completa constará de 103 tiendas que deberán ser climatizadas. Para ello se hará uso de un total de 52 climatizadores Zhendre, 1 por cada 2 tiendas. Habrá un total de 31 tiendas con sistema COLPRO, consecuentemente 16 de los 52 climatizadores se establecerán con los filtros 'High Efficiency particulate air' (HEPA) correspondientes.

#### **4.4.3.3. Submódulo generador**

6 grupos electrógenos de 520 kVA sostendrán las necesidades eléctricas de la instalación. Dicho número de grupos se calcula siguiendo las orientaciones del personal experto en la materia. Al ser un número mayorado, y duplicar los grupos necesarios para garantizar un funcionamiento continuo y sin errores, no se hace necesario aumentar el número para la inclusión de material médico.

#### **4.4.3.4. Submódulo potabilización**

Se hará uso de una potabilizadora SETA 3e 3000 con un depósito flexible de 10000 litros.

#### **4.4.3.5. Submódulo apoyo**

- Cocina: Se hará uso de una cocina ARPA mc 2 600/800.
- Separador de grasas: 1 separador de grasas de tamaño nominal mayor que 26.
- Morgue: Tomando como referencia las muertes totales en el hospital de pandemias de IFEMA (17 muertos en un hospital con 1350 camas) se estima que una morgue con capacidad para



30 cuerpos será suficiente para atender las necesidades de la instalación. Se hará uso finalmente de una morgue PMG mobile morgue.

- Fosa séptica de acumulación: Siguiendo las ratios propuestas serán necesarias finalmente 40 fosas sépticas de 10.000 litros de capacidad para atender las necesidades de los módulos pesados.

#### **4.4.4. DISEÑO FINAL MACP-P**

##### **4.4.4.1. Submódulo de habitabilidad.**

La zona de enfermos leves constará de un total de 56 tiendas TM54 constituyendo la columna central y las alas laterales de habitaciones. De las 56, 45 constituirán las alas – dormitorio ( $45 * 8 = 360$  pacientes). La zona de pacientes críticos constará de 49 TM 36 constituyendo la columna central y las alas laterales de habitaciones. De las 49, 40 constituirán las alas – dormitorio ( $40 * 3 = 120$  pacientes). El comedor constará de un total de 7 tiendas TM54. Las tiendas de transición que compondrán los pasillos, zona de vida de sanitarios y zonas de acceso a la instalación será formada por 40 tiendas TM54. Serán necesarios 49 kits COLPRO de TM36 para toda el área de enfermos críticos y 4 kits COLPRO de TM56 para las tiendas transición entre zona roja y zona verde.

##### **4.4.4.2. Submódulo de higiene**

El total de la instalación dispondrá de 22 contenedores de ablución mixtos, 17 en la zona roja y 5 en la zona verde. En la zona verde se estimarán 3 turnos de sanitarios (aproximadamente 125 por turno, haciendo un total aproximado de 375 sanitarios). Manteniendo ratios de 10 sanitarios por WC y ducha serán necesarios los 5 contenedores de ablución propuestos.

Los 22 contenedores representaran un caudal máximo de 2706 litros por minuto ( $123 * 22$ ). Para este módulo habrá dos posibilidades de tuberías para la acometida, tuberías de PVC-10 de diámetro 75mm o de 90 mm. La opción más óptima sería la tubería de 90 mm ya que conseguimos pérdidas de carga considerablemente menores, pero con el objetivo de mantener una estandarización y facilitando la adquisición del material se dispondrán tuberías de 75 mm al igual que en el módulo MACP-L.

##### **4.4.4.3. Submódulo de climatización**

La instalación completa constará de 152 tiendas que deberán ser climatizadas. Para ello se hará uso de un total de 76 climatizadores Zhendre, 1 por cada 2 tiendas. Habrá un total de 53 tiendas con sistema COLPRO, consecuentemente 27 de los 76 climatizadores se establecerán con los filtros HEPA correspondientes.

##### **4.4.4.4. Submódulo generador**

12 grupos electrógenos de 520 kVA sostendrán las necesidades eléctricas de la instalación. Se toman las mismas directrices que las marcadas en el punto 4.4.4.3.

##### **4.4.4.5. Submódulo potabilización**

Se hará uso de una potabilizadora SETA 3e 3000 con un depósito flexible de 10000 litros.



#### **4.4.4.6. Submódulo apoyo**

- Cocina: Se hará uso de una cocina ARPA mc 2 600/800.
- Separador de grasas: 1 separador de grasas de tamaño nominal mayor que 26.
- Morgue: Tomando como referencia las muertes totales en el hospital de pandemias de IFEMA (17 muertos en un hospital con 1350 camas) se estima que una morgue con capacidad para 30 cuerpos será suficiente para atender las necesidades de la instalación. Se hará uso finalmente de una morgue PMG mobile morgue.

Fosa séptica de acumulación: Siguiendo las ratios propuestas serán necesarias finalmente 40 fosas sépticas de 10.000 litros de capacidad para atender las necesidades de los módulos pesados.

### **4.4.5. DISEÑO FINAL MACP-EG**

#### **4.4.5.1. Submódulo de habitabilidad.**

Mismas consideraciones de tamaño que el módulo MACP-P. El módulo de especial gravedad produce un aislamiento total de la instalación, consecuentemente serán necesarios 152 kits de aislamiento COLPRO.

#### **4.4.5.2. Submódulo de higiene.**

Mismas consideraciones que el módulo MACP-P. Serán necesarios un total de 22 contenedores de ablución mixtos. Se usarán también tuberías de PVC-10 de 75 mm.

#### **4.4.5.3. Submódulo de climatización.**

La instalación completa constará de 152 tiendas que deberán ser climatizadas. Para ello se hará uso de un total de 76 climatizadores Zhendre, 1 por cada 2 tiendas. Todas las tiendas serán aisladas con sistema COLPRO, consecuentemente todos climatizadores se establecerán con los filtros 'High Efficiency particulate air' (HEPA) correspondientes.

#### **4.4.5.4. Submódulo generador.**

Mismas consideraciones que para el módulo MACP-P.

#### **4.4.5.5. Submódulo potabilización.**

Mismas consideraciones que para el módulo MACP-P. Se hará uso de 1 potabilizadora SETA 3e 3000 y de un depósito flexible de 10.000 litros.

#### **4.4.5.6. Submódulo apoyo.**

Mismas consideraciones que el módulo MACP-P.

- Cocina: Se hará uso de una cocina ARPA mc 2 600/800.
- Separador de grasas: 1 separador de grasas de tamaño nominal mayor que 26.
- Morgue: Se hará uso de una morgue PMG mobile morgue.
- Fosa séptica de acumulación: Serán necesarias fosas sépticas de 10.000 litros de capacidad.



#### 4.4.6. TABLA COMPARATIVA FINAL DE LOS MÓDULOS

En la siguiente tabla se puede apreciar un resumen comparativo final del diseño para los 3 módulos propuestos. Los cálculos se encuentran mayorados para el módulo ligero de modo que en caso de ser necesaria una ampliación del mismo se reduzcan las necesidades de transporte. Se aprecia las similitudes entre el MACP- P y el MACP-EG variando sólo en las necesidades específicas de protección para dicho módulo.

Tabla 4. Comparativa final de los módulos propuestos. Elaboración propia.

ELEMENTOS	MACP-L	MACP-P	MACP-EG
TIENDAS TM 54	76	103	103
TIENDAS TM 36	27	49	49
CONTENEDORES MIXTOS ABLUCION	13	22	22
CAMAS	240	480	480
ZHENDRE CZ10	52	76	76
GRUPOS ELECTROGENOS	6	12	12
SETA 3e 3000	1	1	1
MORGUE	1	2	2
COCINA	1	1	1
FOSA SEPTICA (10.000L)	14	28	28
EQUIPO LIGERO NBQ	2	4	4
SISTEMAS COLPRO	31+16	53+27	152+76
CAPACIDAD (estables + críticos)	62+178	120+360	120+360
ENTIDAD MONTAJE	COMPAÑÍA	COMPAÑÍA	COMPAÑÍA



#### 4.4.7. MODELADO 3D DE LAS INSTALACIONES

En las siguientes imágenes se puede apreciar el resultado final del modelado 3D de las instalaciones con el programa AUTOCAD 2022 (ver figura 20 y 21) cuya distribución se realiza en diferentes alas y pasillos centrales. En la figura 21 se aprecia con anotaciones cada detalle del módulo. Las dimensiones de la instalación variarán en función del replanteo de la obra, y sólo se podrá conocer una vez terminado el reconocimiento de la zona. En el diseño base propuesto (sujetos a cambios en el replanteo) sería necesaria una superficie mínima de 280 metros x 160 metros (largo x ancho) tras los cálculos realizados con las herramientas de dibujo utilizadas.

Este modelo de distribución permite apreciar fácilmente la distribución a seguir. El área limpia con la zona de seguridad será el ala sur, y servirá de acceso para los sanitarios. Las tiendas coloreadas de amarillo representan las tiendas de aislamiento entre la zona verde y la zona roja. Una vez cruzadas estas tiendas el ala derecha alojará a los enfermos críticos y el ala izquierda a los enfermos estables. En el ala izquierda apreciamos unas tiendas azules, que representan las tiendas comedor. Seguir esta distribución proveerá varias ventajas:

- Áreas incomunicadas entre pacientes graves y estables.
- Zonas de seguridad para los sanitarios.
- Acceso al comedor sin tener que acceder a las habitaciones.
- Suficiente distancia entre las alas para introducir ambulancias.

Se pueden apreciar en las figuras 23 y 24 más claramente las tiendas y los contenedores de ablución. Los modelos 3D individuales de tiendas y contenedores han sido proporcionados por la oficina técnica del Batallón de Castrametación del Regimiento de Especialidades de Ingenieros número 11.



Figura 20. Modelo 3D MACP-L. Elaboración propia AUTOCAD 2022.

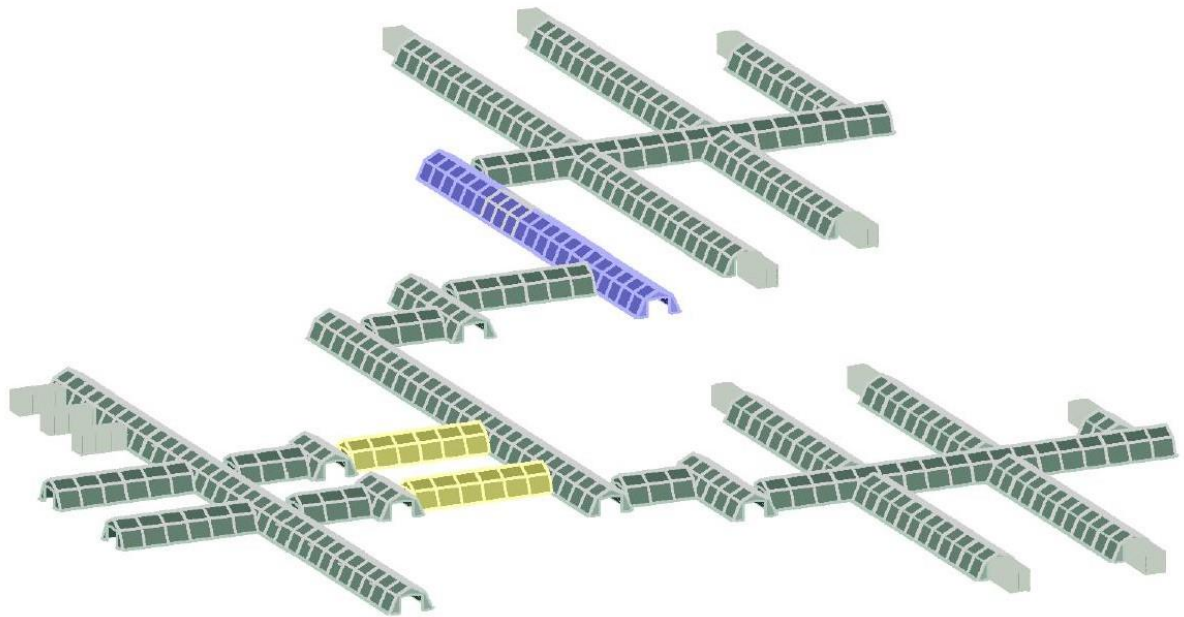


Figura 21. Modelo 3D MACP-P y EG con aclaraciones. Elaboración propia AUTOCAD 2022.

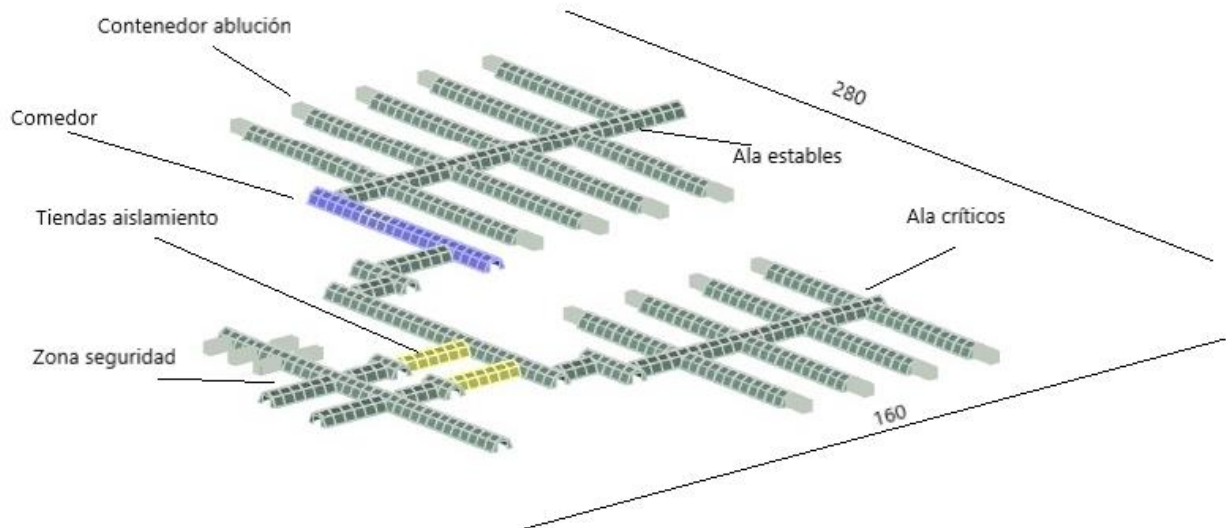




Figura 22. Modelo 3D, detalle contenedor de ablución. Fuente: Oficina técnica del BCAS II del REI 11.

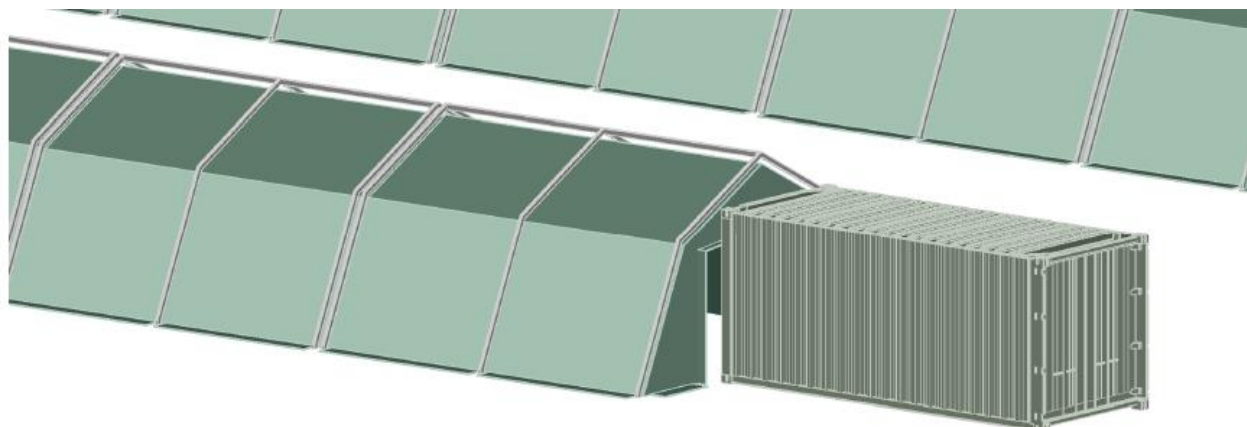
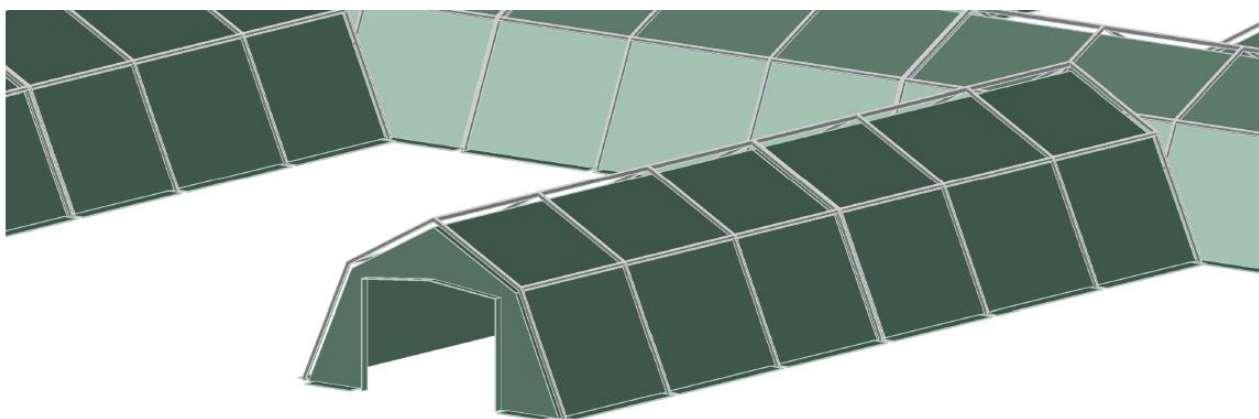


Figura 23. Modelo3D, detalle de 2 tiendas TM54. Fuente: Oficina técnica del BCAS II del REI 11.





#### 4.5. TRANSPORTE DE LOS MÓDULOS.

Todos los elementos de los módulos serán transportables en contenedores de 20 pies, fácilmente transportables por todo el territorio nacional por vía terrestre sobre plataforma VEMPAR (ver figura 24). Para realizar las estimaciones de cálculo sobre el transporte de los materiales se ha contado con la ayuda y recomendaciones del teniente de ingenieros Javier Morales Alonso.

Los siguientes cálculos no incluyen tuberías, cables y otros elementos accesorios necesarios, solo los elementos principales. Dichos elementos deben ser calculados tras un reconocimiento de la zona ya que variarán en función de la disposición a adoptar y la cercanía a la red de abastecimiento de agua y eléctrica.

Para las estimaciones se considerarán una media de:

- 4 tiendas TM 54 y 4 Zhendres por contenedor de 20 pies.
- 6 tiendas TM 36 y 6 Zhendres por contenedor de 20 pies.
- Camas. Cada cama tiene un volumen aproximado de 0.9 metros cúbicos.
- La depuradora SETA 3 E 3000, los grupos electrógenos, los contenedores de ablución, la morgue y la cocina están ya construidos sobre una base de un contenedor de 20 pies.
- Cada fosa séptica tiene unas medidas aproximadas de 4,9m x 1,8m x 1,5m. Esto da un total de 13,23 metros cúbicos aproximadamente. Caben 2 en un contenedor de 20 pies.

Se tendrá en cuenta también la necesidad de desplegar 2 autobuses para el despliegue de una organización operativa de entidad subgrupo táctico.

En la tabla 5 se puede apreciar una comparación entre los módulo ligero y pesado. El módulo de especial gravedad está sujeto a condiciones de transporte similares al MACP-P, con la condición especial de añadir forros de seguridad y filtros HEPA adicionales para todas las estancias de la instalación. Todos los filtros serán transportados con su propio Zhendre, consecuentemente no ocuparán espacio adicional. Los 142 forros adicionales al MACP-P necesarios para el módulo de especial gravedad serán transportados en 12 contenedores de 20 pies (aproximadamente caben 12 en un contenedor).



Tabla 5. Comparativa de necesidades de transporte para los diferentes módulos. Elaboración propia.

ELEMENTOS	MACP-L	MACP-P
TM 54 y Zhendres.	76 TM 54 y 52 Zhendres. 19 contenedores.	103 TM 54 y 76 Zhendres. 26 contenedores.
TM 36 y sistema COLPRO.	27 TM36 y 47 COLPRO. 5 contenedores.	49 TM36 y 80 COLPRO. 9 contenedores.
Camas.	240 7 contenedores.	480 14 contenedores.
Contenedores ablución, grupos electrógenos, depuradora, morgue y cocina.	22 contenedores.	38 contenedores.
Fosas sépticas.	7 contenedores.	14 contenedores.
Sistemas NBQ.	Transporte propio.	Transporte propio.
Total.	60 contenedores.	101 contenedores.

Todos los cálculos realizados están basados en la dilatada experiencia de personal del REI 11 y representan una idea aproximada de las necesidades que cada módulo tiene. Todos los cálculos se encuentran mayorados por lo que el número de contenedores necesarios dependerá del despliegue a realizar.



Figura 24. Vehículo IVECO VEMPAR. Fuente: Armada Española.



## 4.6. CÁLCULO DE TIEMPO NECESARIO PARA LA INSTALACIÓN. DIAGRAMA DE GANTT.

### 4.6.1. CONSIDERACIONES GENERALES.

Los cálculos y estimaciones que sustentan el diagrama se pueden comprobar en el Anexo 9. Dichos cálculos dividen la instalación en tareas individuales con su estimación de tiempos asignada. Estas estimaciones se han realizado conjuntamente con el teniente Javier Morales Alonso. Se puede comprobar como cada tarea tiene un tiempo asignado ( por ejemplo montaje de cada tienda 30 minutos ). Posteriormente, en la organización operativa designada (entidad subgrupo táctico, aproximadamente 100 personas) se crean equipos de trabajo para la realización de estas tareas. Para hallar el tiempo de montaje total hay que relacionar el número de equipos, el tiempo de montaje y el número total de tiendas. Esta manera de proceder se aplica a todas las tareas definidas.

En los siguientes diagramas de Gantt se puede apreciar de una manera visual y rápida los cálculos realizados en el anexo 9, permitiendo observar como se pueden superponer determinadas actividades para una instalación más rápida.

Se observa como se inicia en todos los casos la intervención con un reconocimiento y replanteo del terreno. Tras haber determinado una imagen global de la disposición a adoptar (sin haber finalizado totalmente el replanteo) , la maquinaria puede iniciar la excavación necesaria para la instalación séptica y se puede iniciar la descarga de todo el material necesario de una forma eficiente. Más adelante, y de forma casi simultánea se puede iniciar la instalación de los contenedores de ablución y de las tiendas, mientras otros equipos continúan descargando el material. Estos trabajos se suelen realizar de manera simultánea con las instalaciones de fontanería y electricidad propias de los contenedores y las tiendas. Más adelante y con las instalaciones eléctricas de las tiendas prácticamente finalizadas, los equipos de electricistas pueden iniciar el montaje de toda la distribución eléctrica y la puesta en marcha de los grupos electrógenos. Las



últimas tareas con prácticamente toda la estructura de la instalación ya finalizada serán los montajes de interiores, además de un proceso final reservado para comprobaciones e incidencias.

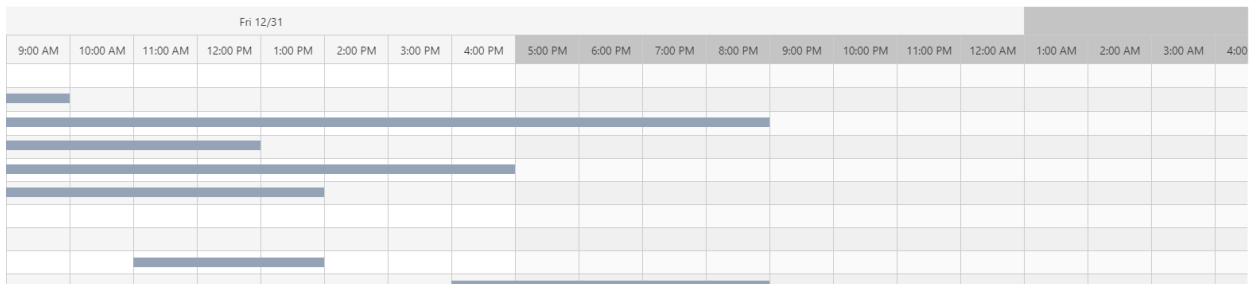
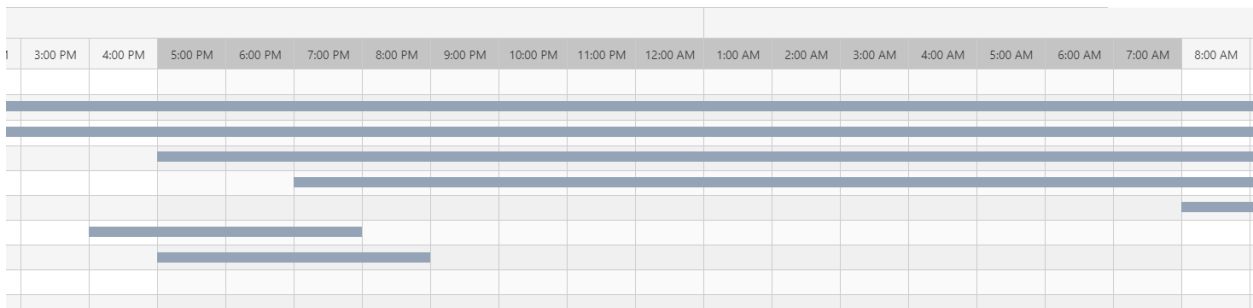
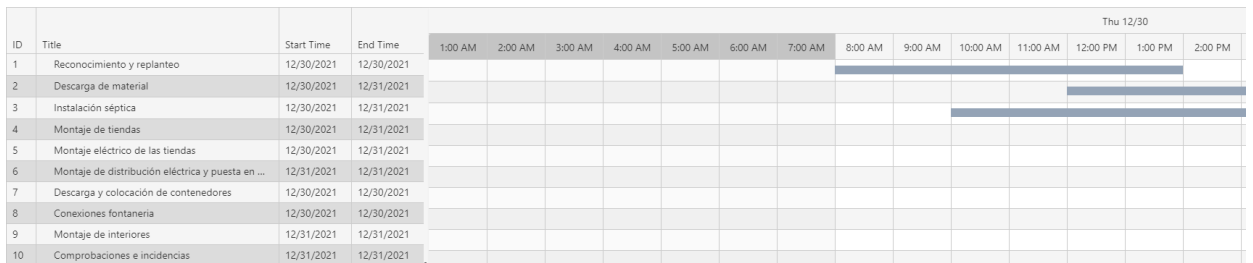
La forma de proceder en los 3 módulos sigue el mismo patrón de ejecución, con diferencias principales en la duración de cada actividad según la entidad a montar determinada.

Los cálculos se han realizado asumiendo jornadas de trabajo de 11 horas diarias ( 8:00 - 14:00, 16:00 - 21:00).

#### 4.6.2. DIAGRAMA DE GANTT DEL MACP-L.

- Tiempo total de instalación: 2 días.

Figura 25. Diagrama de Gantt del MACP-L. Elaboración propia con Visual Paradigm.

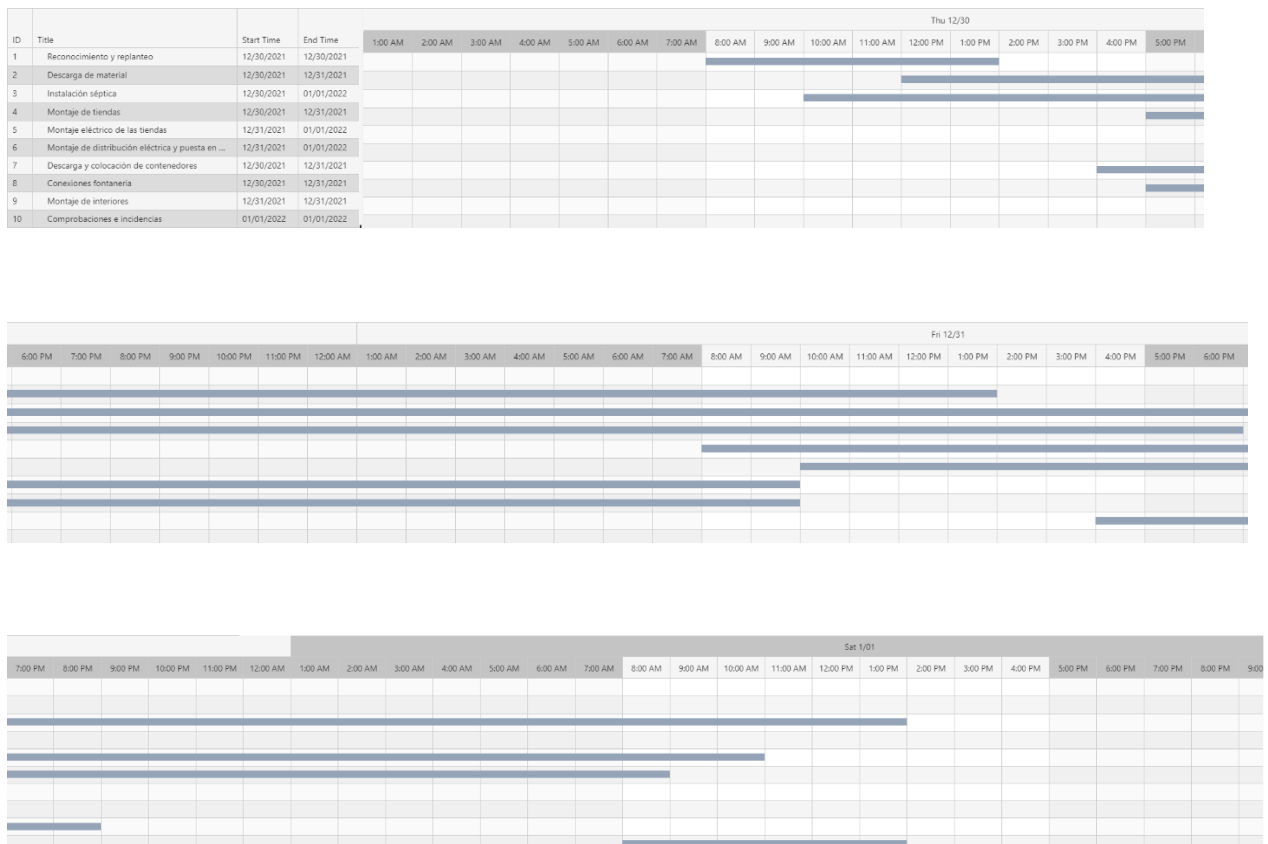


#### 4.6.3. DIAGRAMA DE GANTT DEL MACP-P.

- Tiempo total de instalación: 2 días y medio.



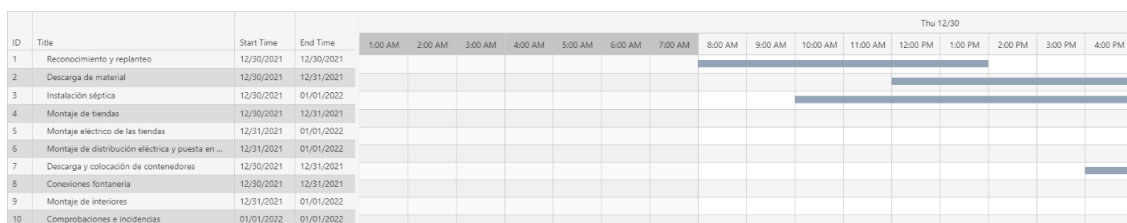
Figura 26. Diagrama de Gantt del MACP-P. Elaboración propia con Visual Paradigm.

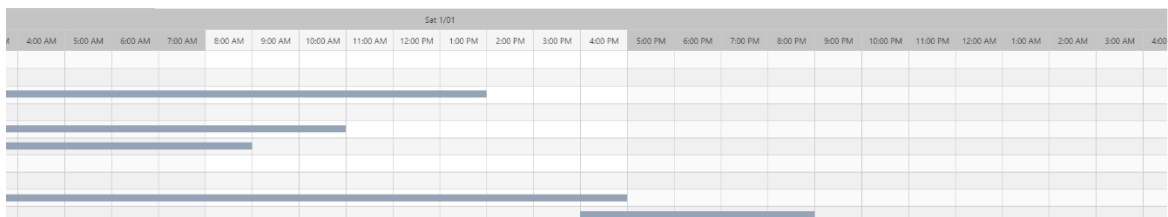
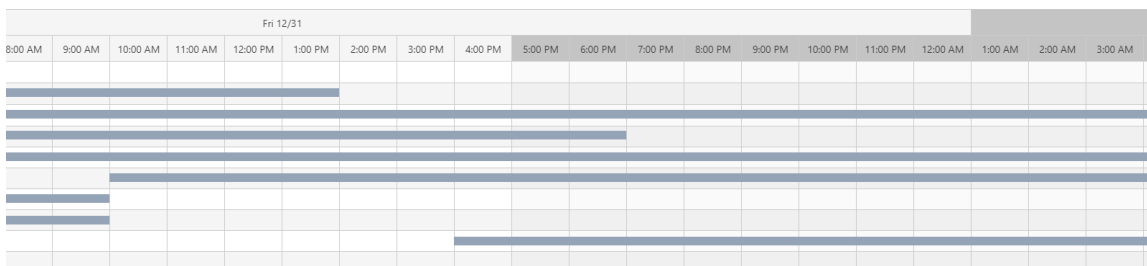
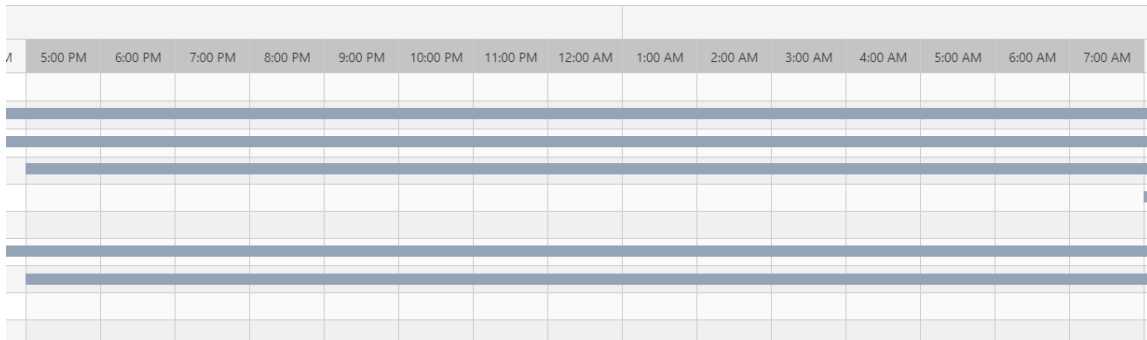


#### 4.6.4. DIAGRAMA DE GANTT DEL MACP-EG.

- Tiempo total de instalación: 3 días.

Figura 27. Diagrama de Gantt del MACP-EG. Elaboración propia con Visual Paradigm.







## 5. CONCLUSIONES

En este trabajo, se propone el diseño de una instalación sanitaria modular y estandarizada de acuerdo al material en dotación del ET que pueda ser rápidamente desplegada en caso de una pandemia, con el fin de apoyar a las autoridades civiles que así lo soliciten. En todo el desarrollo se han seguido estrictamente las recomendaciones sanitarias de los organismos internacionales especializados, además de haber aplicado las lecciones aprendidas derivadas de la experiencia de nuestro país y de otras naciones del mundo en la lucha contra la pandemia por la COVID 19.

La gran disparidad demográfica que se puede encontrar a lo largo de todo el territorio nacional obliga a plantear instalaciones de tipo modular que permita adaptarlas según las necesidades territoriales específicas. Para ello, se ha optado por crear unos módulos adaptables en función del nivel de intervención requerida dividiendo los posibles escenarios de actuación según la gravedad sanitaria. Dichos módulos han sido denominados como módulo de apoyo a autoridades civiles en casos de pandemias ligero, pesado y de especial gravedad (MACP-L, MACP-P, MACP-EG).

El material elegido para el desarrollo tendrá la ventaja principal de no tener un rol de dedicación exclusiva al proyecto, al no ser específicamente sanitario, consecuentemente podrá ser utilizado para otras misiones y funciones durante toda su vida útil. De esta manera no se requerirá de una partida de inversión especial que no tenga uso hasta una eventual intervención.

El cálculo de las necesidades de los módulos se ha hecho en base a un diseño tipo desarrollado para reducir al mínimo las posibilidades de contagio de los profesionales, teniendo en cuenta las ratios de espacio y de necesidades higiénicas mínimas aceptadas internacionalmente. La capacidad de realizar un diseño modular no acaba en los 3 modelos de intervención propuestos, sino que continua dentro de ellos mismos a través de un subsistema de módulos. Este subsistema divide cada módulo en submódulos según sus funciones específicas.

Cada módulo se compondrá de: submódulo de habitabilidad, submódulo de higiene, submódulo generador, submódulo climatización, submódulo de potabilización y submódulo de apoyo.

Los cálculos realizados muestran la necesidad de disponer de un total de 103 tiendas para el submódulo de habitabilidad, 13 contenedores mixtos de ablución para el submódulo de higiene, 52 zhendre CZ10 para el submódulo climatización, 6 grupos electrógenos de 520 kVA para el submódulo generador, 1 potabilizadora SETA 3e 3000 para el submódulo potabilización y 1 morgue, 1 cocina y 14 fosas sépticas de 10000 litros para el submódulo apoyo para una estimación de 240 pacientes en el caso del módulo ligero. Esta cifra se aumenta hasta 480 pacientes en caso del módulo pesado con el consiguiente aumento proporcional en el material necesario. Si fuera necesario ampliar al máximo la seguridad se dispondría del módulo de especial gravedad, de la misma entidad que el módulo pesado, pero con sistemas de seguridad aumentados, desarrollado principalmente para eventos como ataques bacteriológicos.

El transporte de todo el material también será estandarizado a través de contenedores de 20 pies, ampliamente utilizados en el mundo de la logística. Realizados los cálculos, el módulo ligero requerirá 60 contenedores, el pesado 101 y el de especial gravedad 113.



El tiempo de despliegue variará desde los 2 días del módulo ligero y 2 días y medio del módulo pesado, hasta los 3 días necesarios para el módulo de especial gravedad.

La ventaja principal de este sistema será su fácil adaptabilidad a las necesidades de todas las regiones del territorio nacional, permitiendo una respuesta rápida y efectiva en caso de cualquier pandemia que pueda afectar de nuevo a cualquier parte del territorio nacional.

Las instalaciones desarrolladas a lo largo de todo el documento, a pesar de dar una respuesta efectiva al problema planteado, no están exentas de limitaciones, consecuentemente se pueden plantear líneas de acción que permitan mitigar las mismas y explotar al máximo las capacidades que este sistema brinda.



## 6. LÍNEAS FUTURAS

Concluido el desarrollo del proyecto 'Diseño de instalaciones sanitarias en apoyo a autoridades civiles' se plantean diferentes puntos de posible continuación del mismo, en vista a un posible desarrollo más completo:

- El estudio de la posibilidad del despliegue de los módulos en países en vías de desarrollo donde su capacidad técnica es mucho más limitada. Esto podría incluir variables como el tiempo para ser desplegados y las capacidades para su transporte.
- Determinar la viabilidad de módulos todavía más grandes llegando a alcanzar la capacidad del hospital de pandemias de IFEMA.
- La realización de ejercicios de instrucción y adiestramiento conjunto entre el personal de montaje y mantenimiento de las instalaciones y el personal sanitario, mejorando de esta manera la respuesta en caso de darse una situación que requiera la intervención de los módulos propuestos. Dichos ejercicios permitirían también confirmar los cálculos teóricos llevados a cabo en este proyecto, dando una visión más exacta de las necesidades de contenedores y tiempo de montaje necesarios.
- El estudio de posibles mejoras en la eficiencia del sistema eléctrico necesario para el sustento de la instalación, como puede ser la instalación de placas solares fotovoltaicas como complemento a los grupos electrógenos.

**[PÁGINA INTENCIONADAMENTE EN BLANCO]**



## 7. TRABAJOS CITADOS

American Museum of Natural History, 2021. *American Museum of National History*. [En línea] Available at: <https://www.amnh.org/explore/science-topics/disease-eradication/countdown-to-zero> [Último acceso: 25 10 2021].

Boletín Oficial Cortes de Aragón, 2006. *Cortes de Aragón*. [En línea] Available at: <http://bases.cortesaragon.es/bases/boca2.nsf/0/ae5719714eb559aac125716500401293?OpenDocument&Click=> [Último acceso: 25 10 2021].

British Medical Association, 2021. *BMA.org*. [En línea] Available at: <https://www.bma.org.uk/advice-and-support/nhs-delivery-and-workforce/pressures/pressure-points-in-the-nhs> [Último acceso: 20 10 2021].

Center for Disease Control, 2021. *CDC*. [En línea] Available at: <https://www.cdc.gov/coronavirus/2019-ncov/prevent-getting-sick/how-covid-spreads.html> [Último acceso: 23 10 2021].

Center for Disease Control, 2021. *CDC*. [En línea] Available at: <https://www.cdc.gov/coronavirus/2019-ncov/covid-data/covidview/index.html> [Último acceso: 2021].

Columbia News., 2021. *news.Columbia.edu*. [En línea] Available at: <https://news.columbia.edu/news/do-hepa-filters-really-catch-coronavirus-particles> [Último acceso: 27 12 2021].

COPE, 2020. *COPE*. [En línea] Available at: [https://www.cope.es/emisoras/cataluna/barcelona-provincia/noticias/ejercito-llega-sabadell-para-montar-hospital-campana-con-mas-280-camas-20200401\\_665310](https://www.cope.es/emisoras/cataluna/barcelona-provincia/noticias/ejercito-llega-sabadell-para-montar-hospital-campana-con-mas-280-camas-20200401_665310) [Último acceso: 20 10 2021].

Cordero, P., 2020. *Consalud*. [En línea] Available at: [https://www.consalud.es/pacientes/especial-coronavirus/funcionara-ifema-coronavirus-hospital-campana-espana\\_76344\\_102.html](https://www.consalud.es/pacientes/especial-coronavirus/funcionara-ifema-coronavirus-hospital-campana-espana_76344_102.html) [Último acceso: 20 10 2021].

Department of the Army. US ARMY, 2020. *Army Publishing Directorate*. [En línea] Available at: <https://irp.fas.org/doddir/army/atp4-02-55.pdf> [Último acceso: 23 10 2021].

Diez Alonso, B., 2021. *Plan de proyecto para la construcción de un hospital de campaña*. Valladolid: Universidad de Valladolid, Escuela de Ingenierías Industriales.



EuropaPress, 2021. *EuropaPress*. [En línea]  
Available at: <https://www.europapress.es/catalunya/noticia-hospital-campana-sabadell-espera-funcionamiento-alrededor-10-abril-20200331183124.html>

[Último acceso: 04 12 2021].

Fondo Monetario Internacional, 2021. *IMF.org*. [En línea]  
Available at: [https://www.imf.org/external/datamapper/NGDP\\_RPCH@WEO/OEMDC/ADVEC/WEOWORLD](https://www.imf.org/external/datamapper/NGDP_RPCH@WEO/OEMDC/ADVEC/WEOWORLD)

[Último acceso: 20 10 2021].

Garay, C. C., 2020. *National Geographic*. [En línea]  
Available at: <https://www.nationalgeographic.es/historia/2020/11/cinco-pandemias-mas-letales-de-historia-de-humanidad>

[Último acceso: 24 10 2021].

Gervás, J., 2021. *Acta Sanitaria*. [En línea]  
Available at: <https://www.actasanitaria.com/hospital-ifema-de-las-maravillas-covid19-a-la-madrilena/>

[Último acceso: 30 10 2021].

Gérvas, J., 2021. *Acta Sanitaria*. [En línea]  
Available at: <https://www.actasanitaria.com/hospital-ifema-de-las-maravillas-covid19-a-la-madrilena/>

[Último acceso: 23 10 2021].

History.com Editors, 2021. *History*. [En línea]  
Available at: <https://www.history.com/topics/world-war-i/1918-flu-pandemic>

[Último acceso: 25 10 2021].

Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, 2015. *Guía técnica para la evaluación y prevención de los riesgos relativos a la utilización de los lugares de trabajo*. Madrid: Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo.

International Council of Nurses, 2021. *ICN*. [En línea]  
Available at: <https://www.icn.ch/news/icn-reaction-who-dg-dr-tedros-confirms-least-115000-health-workers-have-died-due-pandemic>

[Último acceso: 25 10 2021].

Maíz, J., 2020. *Defensa.com*. [En línea]  
Available at: <https://www.defensa.com/espana/hospital-campana-ejercito-tierra-ya-no-existe>

[Último acceso: 23 10 2021].

Ministerio de Defensa, 2021. *Defensa.gob*. [En línea]  
Available at: <https://www.defensa.gob.es/gabinete/notasPrensa/2020/03/DGC-200331-hospitales-campana-defensa-covid.html>

[Último acceso: 04 12 2021].

Ministerio de Sanidad, Consumo y Bienestar Social, 2021. *MSCBS.gob*. [En línea]  
Available at:



<https://www.mscbs.gob.es/ciudadanos/centros.do?metodo=realizarDetalle&tipo=hospital&numero=500021>  
[Último acceso: 25 10 2021].

Organización mundial de la Salud, 2019. *World Health Organization and the United Nations Children's Fund, WASH in health care facilities: Global*, Ginebra: s.n.

Organización Mundial de la Salud, 2020. *openwho.org*. [En línea]  
Available at: <https://openwho.org/courses/centros-SRAG>  
[Último acceso: 15 10 2021].

Organización Mundial de la Salud, 2021. *Covid 19 strategic preparedness and response plan. Licence CC BY-NC-SA 3.0 IGO*, Ginebra: World Health Organization.

Organización mundial de la salud, 2021. *Covid19.who*. [En línea]  
Available at: <https://covid19.who.int/region/euro/country/es>  
[Último acceso: 04 11 2021].

Organización Mundial De la Salud, 2021. *Covid19.who*. [En línea]  
Available at: <https://covid19.who.int/>  
[Último acceso: 4 10 2021].

OXFAM, s.f. *Oxfamwash*. [En línea]  
Available at: [https://www.oxfamwash.org/response-types/ebola/Oxfam\\_Guidelines\\_on\\_Medical\\_Isolation\\_Facilities.pdf](https://www.oxfamwash.org/response-types/ebola/Oxfam_Guidelines_on_Medical_Isolation_Facilities.pdf)  
[Último acceso: 23 10 2021].

Reed, B. & Reed, B., 2013. *Who.int*. [En línea]  
Available at: [https://www.who.int/water\\_sanitation\\_health/publications/2011/WHO\\_TN\\_09\\_How\\_much\\_water\\_is\\_needed.pdf](https://www.who.int/water_sanitation_health/publications/2011/WHO_TN_09_How_much_water_is_needed.pdf)  
[Último acceso: 27 10 2021].

Ruiz, R., 2020. *La Razón*. [En línea]  
Available at: <https://www.larazon.es/madrid/20200322/snxbogcyh5fqfcerpoiyyhoe34.html>  
[Último acceso: 06 12 2021].

The Royal Society, 2020. *Royalsociety*. [En línea]  
Available at: <https://royalsociety.org/-/media/policy/projects/set-c/set-covid-19-R-estimates.pdf>  
[Último acceso: 25 10 2021].

**[PÁGINA INTENCIONADAMENTE EN BLANCO]**



## 8. ANEXOS

### 8.1. ANEXO 1. FICHA TÉCNICA UTILIS TM 54.

- Fuente: Utilis SAS.

**Ref. : 000915**

**■ CARPA DE UNA SUPERFICIE DE 54M2 (9 X 6M)**



000915

**Montaje en menos de 5 minutos por 4 personas**

**La carpa estandarte está compuesta de:**

- Una estructura de aluminio compuesta de 8 barras de pintura epoxi (EN 573 estandarte), todas embaladas en un saco
- Una tela de poliéster cubierta de PVC sobre dos lados en 500gr/m<sup>2</sup>. Proceso de soldadura de alta frecuencia
- En cada uno de los frontones, una puerta de entrada compuesta de un panel (1.80m) con garra y con una ventana de 60 x 40cm (mosquitera + cristal + postigos interior y exterior).
- Red interior de la carpa que permite colgar elementos como la luz, tabique de separación, velum colectivo
- Levantamiento del suelo abajo de la puerta por velcro y una correa para evitar la penetración del agua
- Pieza de tela alrededor de cada apertura para unir las carpas entre sí
- Kit de fijación al suelo
- Kit de reparación
- Colores estandartes: blanco, beige o verde OTAN

Colores de las carpas



Dimensiones



TM 54



Tela de color beige



Las barras están condicionadas en un saco PVC .  
Dimensiones (mm) : 2320 x 350 x 480 / 90kg / 0.39m<sup>3</sup>

Fotos no contractuales - Las características solo tienen un valor indicativo y pueden estar modificadas sin preaviso



**Opciones :**

- Red térmica en tela Trevoscreen 200 permitiendo ganar 8° a 10° de menos en la carpa sin ningún aire climatizado adicional. Se pone en la estructura creando un pasaje entre las dos telas
- Confección de un velum colectivo. Será realizado en tela de color beige. El velum colectivo se pega a la red y podría quedar en la carpa durante su montaje
- Set eléctrico interior compuesto de 3 neones
- Tres ventanas por lados laterales (80 x 50cm) con mosquitera y/o cristal y/o postigos interior y exterior
- Colores a petición suya
- Postigos sobre las cierres para evitar la penetración de la luz
- Puertas adicionales en los lados, 6 al máximo
- Anchura de las puertas (2 paneles) de 2.60m al lugar de 1.80m (1 panel)
- Suelo duro de protección
- Logotipo
- Bocas adicionales
- Diferentes embalajes
- En cada uno de los lados laterales posibilidad de poner mangas de diámetro de 350mm para el pasaje de fajas de climatización o de calefacción



La tela está condicionada en un saco PVC. Dimensiones de tela embalada en el saco: 2000 x 800 x 500 / 156kg / 0.80m<sup>3</sup>



El dormitorio con el velum (en opción)



En opción:  
Cajón de PVC para el transporte de la estructura y los pies. Dimensiones (mm): 2320 x 440 x 550mm/0.56m<sup>3</sup>



El refectorio



En opción:  
La tela puede ser condicionada en una caja de 4 tiradores  
2320 x 440 x 550mm / 0.56m<sup>3</sup>

Fotos no contractuales - Las características solo tienen un valor indicativo y pueden estar modificadas sin preaviso



ZAC Eurotransit - Rue Abbé Mariotte - BP 64 - F-57365 ENNERY  
Tel. : +33 (0)3 87 71 60 74 - Fax : +33 (0)3 87 71 07 60  
e-mail : contact@utilis.fr - website : www.utilis.fr



## 8.2. ANEXO 2. FICHA TÉCNICA TIENDA TM36.

- Fuente: Utilis SAS.

**Ref. : 001031**

**■ TM 36: CARPA DE UNA SUPERFICIE DE 36M2 (6 X 6M)**



001031



Dimensiones estandartes

**Montaje en menos de 5 minutos por 3 personas**

**La carpa estandarte está compuesta de:**

- Una estructura de aluminio compuesta de 6 barras de pintura epoxi (EN 573 estandart), todas embaladas en un saco
- Una tela de poliéster cubierta de PVC sobre dos lados en 500gr/m<sup>2</sup>. Proceso de soldadura de alta frecuencia
- En cada uno de los frontones, una puerta de entrada compuesta de un panel (1.80m) con garra y con una ventana de 60 x 40cm (mosquitera + cristal + postigos interior y exterior).
- En cada uno de los lados laterales 2 bocas de diámetro de 350mm para el pasaje de mangueras de climatización o de calefacción
- Kit de fijación al suelo
- Kit de reparación
- Colores estandartes: blanco, beige o verde OTAN
- Levantamiento del suelo abajo de la puerta por velcro y una correa para evitar la penetración del agua
- Sistema de cierre para unir las carpas entre sí.
- Red interior de la carpa que permite colgar elementos como la luz, tabique de separacion , el velum colectivo



TM36 (2 paneles en opción)



La tela está condicionada en un saco PVC. Dimensiones de tela embalada en el saco: 2000 x 800 x 500 / 156kg / 0.80m<sup>3</sup>



Las barras están condicionadas en un saco PVC. Dimensiones (mm) : 2320 x 350 x 480 / 90kg / 0.39m<sup>3</sup>

--	--	--

Colores de las carpas

Fotos no contractuales - Las características solo tienen un valor indicativo y pueden estar modificadas sin preaviso



**Opciones :**

- Red térmica en tela Trevoscreen 200 permitiendo ganar 8° a 10° de menos en la carpa sin ningún aire climatizado adicional. Se pone en la estructura creando un pasaje entre las dos telas
- Confección de un velum colectivo. Será realizado en tela de color beige. El velum colectivo se pega a la red y podría quedar en la carpa durante su montaje
- Set eléctrico interior compuesto de 2 neones
- Dos ventanas por lados laterales (80 x 50cm) con mosquitera y/o cristal y/o postigos interior y exterior
- Colores a petición suya
- Postigos sobre las cierres para evitar la penetración de la luz
- Puertas adicionales en los lados, 4 al máximo
- Anchura de las puertas (2 paneles) de 2.60m al lugar de 1.80m (1 panel)
- Suelo duro de protección
- Logotipo
- Bocas adicionales
- Diferentes embalajes
- En cada uno de los lados laterales posibilidad de poner mangas de diámetro de 350mm para el pasaje de mangueras de climatización y de calefacción



En opción:  
Las barras y los pies pueden ser condicionados en una caja  
2320 x 960 x 730mm / 1.63m<sup>3</sup>



En opción:  
La tela puede ser condicionada en una caja de 4 tiradores  
2320 x 440 x 550mm / 0.56m<sup>3</sup>

Fotos no contractuales - Las características solo tienen un valor indicativo y pueden estar modificadas sin preaviso

2



ZAC Eurotransit - Rue Abbé Mariotte - BP 64 - F-57365 ENNERY  
Tel. : +33 (0)3 87 71 60 74 - Fax : +33 (0)3 87 71 07 60  
e-mail : contact@utilis.fr - website : www.utilis.fr



### 8.3. ANEXO 3. FICHA TÉCNICA CONTENEDOR MIXTO ABLUCION HISPANOVEMA.

- Fuente: Hispanovema.



#### DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO

Contenedor de ablución diseñado para proporcionar servicios básicos de ablución (duchas, inodoros y lavabos) a las Fuerzas Armadas o Agencias de Emergencia en cualquier tipo de misiones o escenarios de implementación. Se basa en el Contenedor ISO 20 '1C diseñado según STANAG 2828 Paletas, Paquetes y Contenedores Militares, por lo que se puede transportar por aire, mar, tierra y ferrocarril. Diseñado para minimizar la huella logística. Debido a su diseño modular innovador, las capacidades de ablución (duchas, inodoros y lavabos) se pueden configurar según las necesidades del cliente.

Ergonomía óptima y comodidad, incluidas las condiciones ambientales y climáticas de acuerdo con las Directrices ambientales de la OTAN AECTP-100 para materiales de defensas.

#### CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

- Contenedor ISO 20 "1C
- Panel sándwich de aislamiento térmico
- Puerta peatonal con cerradura de seguridad.
- Una ventana
- Ventilador extractor (recirculación de aire)
- Piso antideslizante
- Iluminación interna LED
- Hecho en materiales resistentes a la corrosión:
  - Acero inoxidable
  - Paneles compuestos fenólicos
  - Aluminio





## CONTENEDOR ABLUCIÓN CONTENEDOR ISO 20' 1C

SISTEMA DE  
CAMPAMENTOS Y  
HOSPITALES DE CAMPAÑA

### EQUIPAMIENTO

CANTIDAD	DESCRIPCIÓN
6	Cabinas (acero inoxidable) que podrían configurarse como duchas o inodoros (configuración modular)
4	Lavabos
4	Espejos de baño
1	Calentador de agua eléctrico (500 litros) Bomba elevadora
1	Bomba de refuerzo
1	Calentador eléctrico de columna

### INNOVACIÓN: CONFIGURACIÓN MODULAR PERSONALIZADA



- 3 Duchas
- 3 WCs
- 4 Lavabos



- 6 WCs
- 4 Lavabos



- 6 Duchas
- 4 Lavabos



### ACCESORIOS OPCIONALES

- Tanque de agua limpia plegable 10m3
- Tanque de agua gris plegable 10m3
- Generador de energía 5Kvas



## 8.4. ANEXO 4. TABLAS DE DIMENSIONAMIENTO DE TUBERÍAS DE PVC-10.


- Fuente: Apuntes asignatura 'Hidráulica', 5º curso de la academia de ingenieros del Ejército de Tierra.



### ELECCION DEL CAUDAL MAXIMO POSIBLE

CAUDAL  
A. GUA FRIA


CAUDAL  
A. CA LIENTE



**TABLA Nº 1** A L POR MINUTO


GASTO INSTALADO DE LLAVES DE AGUA POTABLE EN ARTEFACTOS SANITARIOS

ARTEFACTOS		CAUDAL A GUA FRIA	CAUDAL A. CA LIENTE
EXCUSADO CON ESTANQUE SILENCIOSO	WC	10	
URINARIO CORRIENTE	Ur	6	
LAVATORIO	Lo	8	4
BIDET	Bd	6	3
DUCHA	BoI	10	5
TINA	Bo	15	7,5
LAVAPLATO	Lp	12	6
LAVACOPA	Lc	12	6
LAVADERO	Lv	15	7,5
LAVACOPA DOBLE	Lc doble	12	6
LLAVE DE JARDIN 1/2"	LLj	20	



### TABLA Nº 2

EL GASTO MAXIMO PROBABLE (COLUMBIA B) SE OBTIENE A PARTIR DEL GASTO INSTANTANEO  
POSIBLE YA CONOCIDO (COLUMBIA A) DE LA SIGUIENTE TABLA.



A	B	A	B	A	B	A	B
10	9	260	82	1200	236	7000	798
20	14	280	86	1400	262	7500	837
30	18	300	90	1600	287	8000	875
40	22	350	100	1800	312	8500	913
50	26	400	110	2000	335	9000	950
60	30	450	119	2200	358	9500	986
70	33	500	129	2400	381	10000	1022
80	36	550	137	2600	402	12000	1159
90	39	600	146	2800	423	14000	1289
100	42	650	154	3000	444	16000	1414
120	48	700	162	3500	494	18000	1534
140	53	750	170	4000	542	20000	1650
160	58	800	178	4500	588	22000	1763
180	63	850	186	5000	632	24000	1872
200	68	900	193	5500	675	26000	1979
220	73	950	200	6000	717	30000	2185
240	77	1000	208	6500	758	35000	2431

TODOS LOS CAUDALES SON EN LITROS POR MINUTOS.



**SELECCION DE CAÑERIA, Y PERDIDAS DE CARGA**

Q L/min	DIAMETRO TUBERIAS DE PVC C-10 mm												
	20	25	32	40	50	63	75	90	110	125	140	160	200
300						0,06 1,96	0,03 1,38	0,01 0,96					
350						0,08 2,29	0,04 1,62	0,01 1,12	0,01 0,75				
400						0,11 2,61	0,05 1,85	0,02 1,28	0,01 0,86				
450						0,13 2,94	0,06 2,08	0,02 1,44	0,01 0,97				
500						0,07 2,31	0,03 1,80	0,01 1,07	0,01 0,83				
600						0,10 2,77	0,04 1,92	0,02 1,29	0,01 1,00				
800						0,07 2,56	0,03 1,72	0,01 1,33	0,01 1,06				
1000							0,04 2,15	0,02 1,66	0,01 1,32	0,01 1,01			
1500								0,04 2,49	0,03 1,99	0,01 1,52	0,00 0,93		
2000								0,04 2,65	0,02 2,03	0,01 1,24			

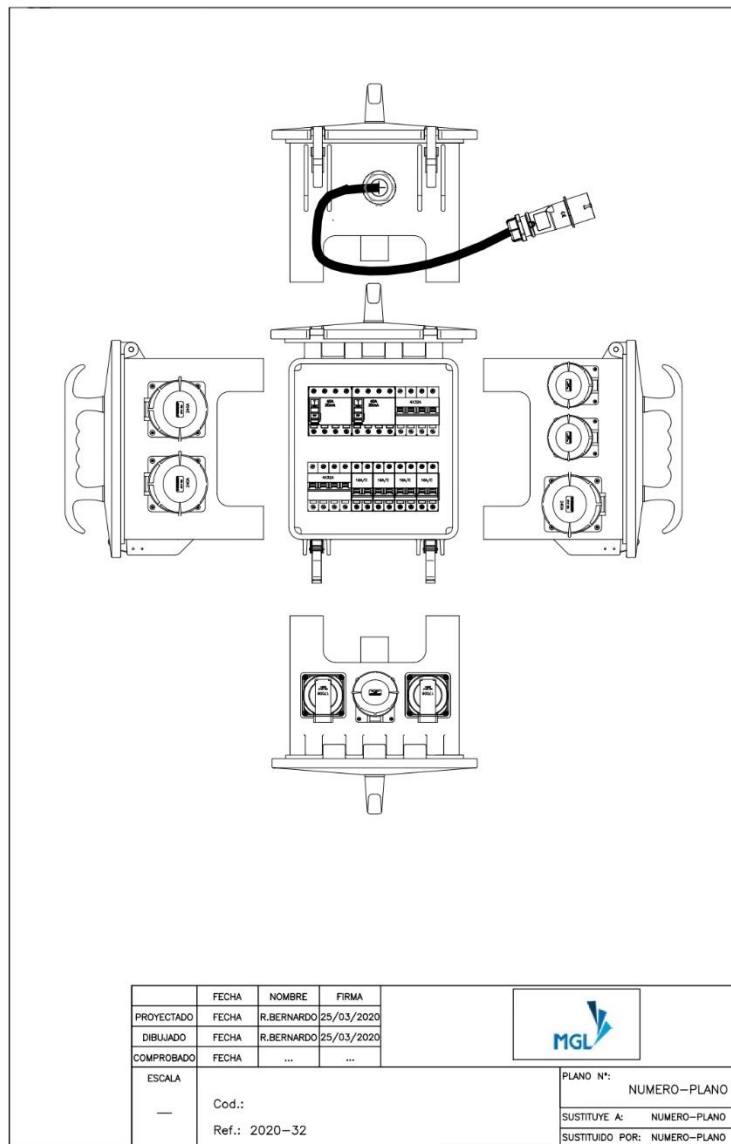
Para bombas, se recomienda calcular las cañerías con velocidad similar a (1,5 mts./seg.).



## 8.5. ANEXO 5. CUADROS DE DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA.

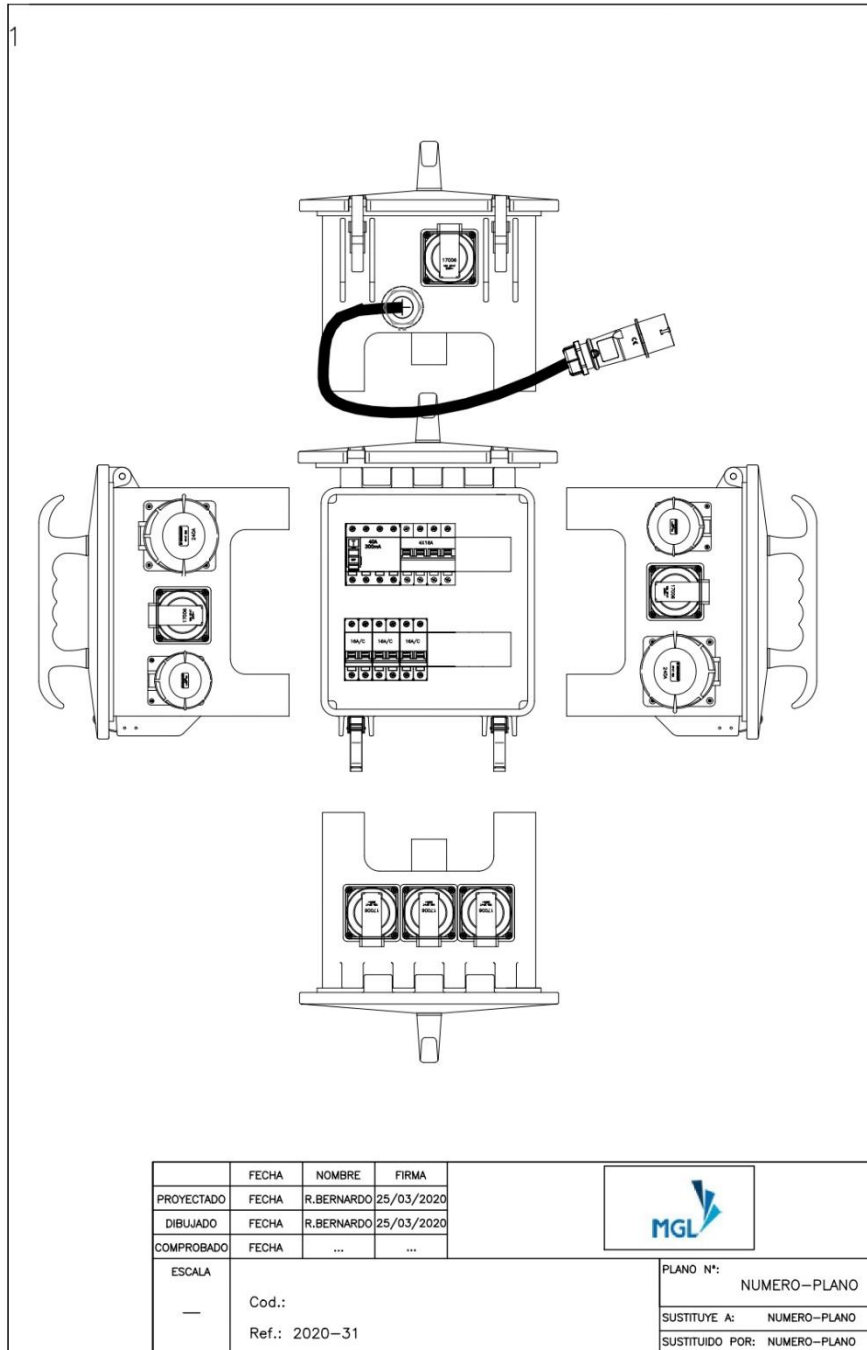
- Fuente: Personal del REI 11.

### 8.5.1. CUADRO 62 A





### 8.5.2. CUADRO 32 A





## 8.6. ANEXO 6. MORGUE MÓVIL BLUE-MED. VERSIÓN EN INGLÉS

- Fuente: Bluemed.

**BLU-MED**® *The World's Leader in Deployable Medical Facilities™*

# DEPLOYABLE MORGUE



The BLU-MED Deployable Morgue delivers fast and flexible solutions for meeting urgent needs during mass fatality incidents. This package can be rapidly deployed to expand existing morgue space to establish a stand-alone facility in support of an incident site or to isolate contaminated victims. Proper victim processing and post-mortem investigations can occur during large scale incidents by using our patented cooling technology. The BLU-MED Cooling System eliminates the traditional challenge of finding large refrigerated vehicles or buildings.

### SYSTEM FEATURES:

- 650 square feet of holding capacity and workspace
- Capacity for up to 24 victims
- Self-contained electrical power and HVAC
- Modular design allows for easy expansion
- "Shirt-sleeve" working environment



**BLU-MED**® *The World's Leader in Deployable Medical Facilities™*

[www.blu-med.com](http://www.blu-med.com)

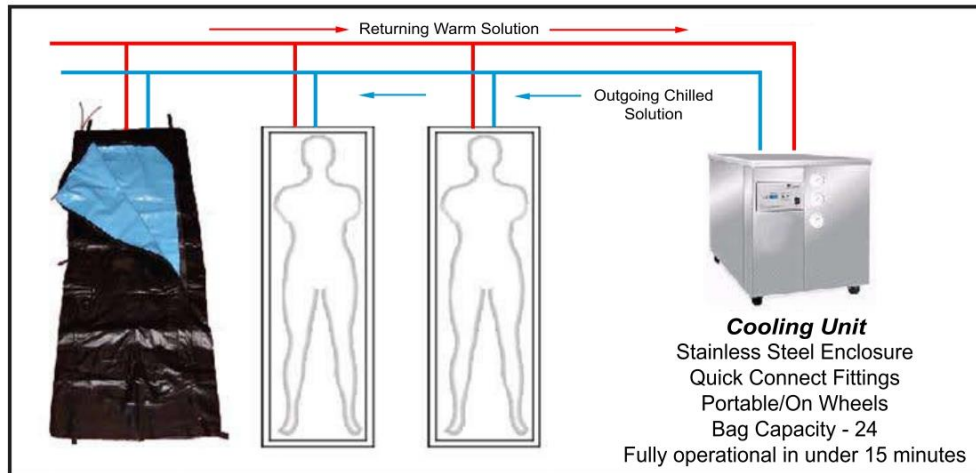
TOLL FREE 888-680-7181 LOCAL 425-739-2795

Copyright © 2011 Alaska Structures, Inc. ALL RIGHTS RESERVED



**BLU-MED**® *The World's Leader in Deployable Medical Facilities™*

## DEPLOYABLE MORGUE COOLING SYSTEM



**Portable • Small Footprint •  
Low Maintenance • Scalable**

### COOLING SYSTEM FEATURES:

- Reusable victim bags with disposable liners reduces logistics and storage requirements
- Multiple sizes - adult, child and infant
- Bags constructed for ease in handling of victims remains
- Odor control technology reduces smells typically associated with morgues
- Proven technology

**BLU-MED**® *The World's Leader in Deployable Medical Facilities™*

[www.blu-med.com](http://www.blu-med.com)

TOLL FREE 888-680-7181 LOCAL 425-739-2795  
Copyright © 2011 Alaska Structures, Inc. ALL RIGHTS RESERVED



## 8.7. ANEXO 7. COCINA DE CAMPAÑA ARPA MC2 600 800.

- Fuente: Scribd. XIII Congreso de veterinaria militar. Alimentación en campaña, capacidades militares. Teniente coronel veterinario Alberto Pérez Romero. Cuartel general de la BRISAN. Junio 2013



- CONTENEDOR COCINA ARPA MC-2 600/800

Cocina instalada sobre dos contenedores ISO 20" adosados lateralmente para formar un conjunto completo.

- Unidades de apoyo logístico al combate (ALOG-GL).
- Situación estable.
- Superficie útil: 26,3m<sup>2</sup>.
- Capacidad para confeccionar comida para 600-800 pax.
- Distribución de la comida por pasillo lateral (línea de servicio con mesa caliente).
- Adosable a tienda de distribución.
- Transporte sobre plataformas autónoma *VEMPAR*.



Fotos: Cocina ARPA MC-2



• CONTENEDOR COCINA ARPA MC-2 600/800

- Horno eléctrico.
- Cocina dos quemadores.
- Mueble frigorífico (1050 l).
- Cafetera-infusiones.
- Plancha.
- Freidora.
- Encimera preparación.
- Ollas 135 l.
- Termo 75 l.
- Depósito de agua 215 l.
- Batidora semiindustrial.
- Armarios.
- Aire acondicionado....



Fotos: Cocina ARPA MC -2



## 8.8. ANEXO 8. SEPARADOR DE GRASAS LIPUMAX G-H-B NS30/3000

- Fuente: ACO IBERIA



**SEPARADORES DE GRASAS**  
LIPUMAX G- H B

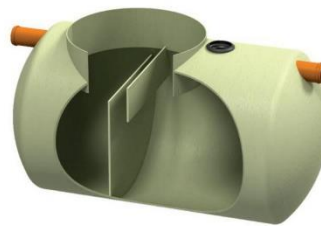


SEP GRASAS LIPUMAX G-H-B NS30/3000 DN250
Codigo: 01246301

Separador de grasas, ACO modelo LIPUMAX G-H-B NS30/3000, para instalación enterrada, de diseño horizontal, fabricado en plástico reforzado con fibra de vidrio (GRP). Separador de talla nominal 30 l/s, con decantador de lodos integrado de 3000 l, capacidad de retención de grasas de 1676 l y volumen total de 13778 l, con partes internas fabricadas en plástico reforzado con fibra de vidrio (GRP), dimensionado y homologado según normativa EN-1825. El equipo dispone de una etapa previa para la decantación de lodos y retención de grasas a través de compartimiento de separación. De 1920 mm de altura, 6618mm de longitud y Ø1820mm de ancho, con conexiones de entrada y salida DN250. Peso: 637 kg.  
Artículo: 01246301

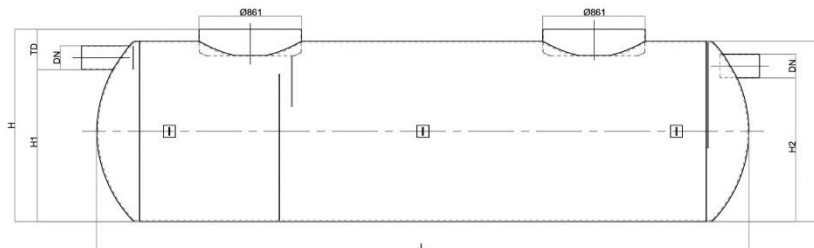
**Características:**

- ♦ Planta separadora de grasas de acuerdo a EN 1825 y DIN 4040-100.
- ♦ Partes internas fabricadas en plástico reforzado con fibra de vidrio (GRP).
- ♦ Vaciado y limpieza a través de boca de acceso.
- ♦ Disponible parte superior ajustable según profundidad de instalación y clase de carga.
- ♦ De fácil manipulación e instalación.



**Dimensiones:**

Modelo	Peso vacío (kg)	Caudal (l/s)	DN (mm)	Decantador (L)	Vol. Grasas (L)	Vol. Total (L)
LIPUMAX G-H-B NS30/3000	637	30	250	3000	1676	13778
H1 (mm)	H2 (mm)	H (mm)	TD (mm)	L (mm)	A (mm)	
1520	1450	1920	400	6618	Ø1820	





## 8.9. ANEXO 9. CÁLCULOS DE TIEMPO DE INSTALACIÓN.

- Organización operativa propuesta.

CONFIGURACIÓN DE LA CIA.	OF.	SO	MTP	Total	EQUIPOS N. N.º	TIPO EQUIPO
PLANA DE CIA						TIPO
CAPITÁN Y EQUIPO DE PLANA.	1	1	2	4		
SECCIÓN DE MONTAJE.(3 PELOTONES DE 8 MTP + JEFE PN )	1	3	24	28	3	MONTAJE
SECCIÓN DE MONTAJE.(3 PELOTONES DE 8 MTP + JEFE PN )	1	3	24	28	3	MONTAJE
SECCIÓN DE INSTALACIONES. (2 PN DE ELECTRICIDAD+2PN FONTANERIA).	1	4	32	37		
PN ELECTRICIDAD. (JEFE PN + 8 MTP DE LOS CUALES 2 SERÁN JEFES DE EQUIPO).	0	1	8		2	ELECTRICO
PN ELECTRICIDAD. (JEFE PN + 8 MTP DE LOS CUALES 2 SERÁN JEFES DE EQUIPO).	0	1	8		2	ELECTRICO
PN FONTANERIA. (JEFE PN + 8 MTP DE LOS CUALES 2 SERÁN JEFES DE EQUIPO).	0	1	8		2	FONTANERIA
PN FONTANERIA. (JEFE PN + 8 MTP DE LOS CUALES 2 SERÁN JEFES DE EQUIPO).	0	1	8		2	FONTANERIA
SECCIÓN DE APOYO. LA MANDA UN BRIGADA.	0	3	12	15		
PN GRÚAS.		1				
EQUIPO GRÚA LUNA			2		1	APOYO CONTENEDORES
EQUIPO GRÚA LUNA			2		1	APOYO CONTENEDORES
EQUIPO GRÚA LUNA			2		1	APOYO CONTENEDORES
PN MAQUINAS.		1				
MERLO			1		1	DESCARGA MATERIAL
MERLO			1		1	DESCARGA MATERIAL
MERLO			1		1	DESCARGA MATERIAL
MINIMÁQUINA			1		1	DESCARGA MATERIAL
MINIMÁQUINA			1		1	DESCARGA MATERIAL
MINIMÁQUINA			1		1	DESCARGA MATERIAL
TOTAL CIA.	4	14	94	112		



## - Estimaciones de tiempo MACP-L

TAREA	INICIO	DURACIÓN
RECONOCIMIENTO Y REPLANTEO	0	6
DESCARGA DEL MATERIAL	4	8.583333333
MONTAJE DE TIENDAS	7	8.583333333
MONTAJE ELÉCTRICO DE LAS TIENDAS	9	8.583333333
MONTAJE DE DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA Y PUESTA EN MARCHA DE LOS GRUPOS	11	6
DESCARGA Y COLOCACIÓN DE CONTENEDORES	6	3.666666667
CONEXIONES FONTANERIA.	7	3.25
COMPROBACIONES E INCIDENCIAS	18	6
MONTAJE DE INTERIORES	14	3
FOSA SÉPTICA	2	21

N.º TIENDAS	E. MONTAJE	E.ELECTRICO
103	6	2

TIEMPO TIENDA(MIN)	TIEMPO ELÉCTRICO TIENDA(MIN)	TIEMPO DE DESCARGA(MIN)
30	10	5
Contenedores totales	Contenedores ablución	
22	13	

CAMAS Y MENAJE	E. MONTAJE INTERIORES.	TIEMPO DE MONTAJE DE INTERIORES (MIN)
240	20	15



E. DESCARGA Y COLOCACIÓN CONTENEDORES	TIEMPO. DESCARGA Y COLOCACIÓN G. ELECTRÓGENO/C. ABLUCIÓN. (MIN)	E. FONTANERIA
3	30	4

T. CONEXIÓN FONTANERIA POR CONTENEDOR. (MIN)
60

- Estimación tiempos MACP-P

TAREA	INICIO	DURACIÓN
RECONOCIMIENTO Y REPLANTEO	0	6
DESCARGA DEL MATERIAL	4	12.66666667
MONTAJE DE TIENDAS	7	12.66666667
MONTAJE ELÉCTRICO DE LAS TIENDAS	9	12.66666667
MONTAJE DE DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA Y PUESTA EN MARCHA DE LOS GRUPOS	11	10
DESCARGA Y COLOCACIÓN DE CONTENEDORES	6	6.333333333
CONEXIONES FONTANERIA.	7	5.5
COMPROBACIONES E INCIDENCIAS	18	6
MONTAJE DE INTERIORES	14	5
FOSA SÉPTICA	2	32



N.º TIENDAS	E. MONTAJE	E.ELECTRICO
152	6	2

TIEMPO TIENDA(MIN)	TIEMPO ELÉCTRICO TIENDA(MIN)	TIEMPO DE DESCARGA(MIN)
30	10	5
Contenedores totales	Contenedores ablución	
38	22	

CAMAS Y MENAJE	E. MONTAJE INTERIORES.	TIEMPO DE MONTAJE DE INTERIORES (MIN)
400	20	15

E. DESCARGA Y COLOCACIÓN CONTENEDORES	TIEMPO. DESCARGA Y COLOCACIÓN G. ELECTRÓGENO/C. ABLUCIÓN. (MIN)	E. FONTANERIA
3	30	4

T. CONEXIÓN FONTANERIA POR CONTENEDOR. (MIN)
60

- Estimación de tiempos MACP-EG

TAREA	INICIO	DURACIÓN
RECONOCIMIENTO Y REPLANTEO	0	6
DESCARGA DEL MATERIAL	4	12.66666667
MONTAJE DE TIENDAS	7	12.66666667
MONTAJE ELÉCTRICO DE LAS TIENDAS	9	12.66666667



MONTAJE DE DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA Y PUESTA EN MARCHA DE LOS GRUPOS	11	10
DESCARGA Y COLOCACIÓN DE CONTENEDORES	6	6.333333333
CONEXIONES FONTANERIA.	7	5.5
COMPROBACIONES E INCIDENCIAS	18	6
MONTAJE DE INTERIORES	14	11.3333333
FOSA SEPTICA	2	32

N.º TIENDAS	E. MONTAJE	E.ELECTRICO
152	6	2

TIEMPO TIENDA(MIN)	TIEMPO ELÉCTRICO TIENDA(MIN)	TIEMPO DE DESCARGA(MIN)
30	10	5
<b>Contenedores totales</b>	<b>Contenedores ablución</b>	
38	22	

CAMAS Y MENAJE	E. MONTAJE INTERIORES.	TIEMPO DE MONTAJE DE INTERIORES (MIN)
400	20	15

E. DESCARGA Y COLOCACIÓN CONTENEDORES	TIEMPO. DESCARGA Y COLOCACIÓN G. ELECTRÓGENO/C. ABLUCIÓN. (MIN)	E. FONTANERIA
3	30	4



<b>T. CONEXIÓN FONTANERIA POR CONTENEDOR. (MIN)</b>
---

60
----

**[PÁGINA INTENCIONADAMENTE EN BLANCO]**