



Universidad
Zaragoza

Trabajo Fin de Grado

Eficiencia energética en infraestructuras en zona de
operaciones

Autor/es

C.A.C. D. Daniel Pando Luena

Directores

Dra. Beatriz Rodríguez Soria
Capitán D. Luis Carrero-Blanco Martínez

Centro Universitario de la Defensa-Academia General Militar
2015

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, antes de entrar en los agradecimientos respectivos al proyecto, quería agradecerles todo el esfuerzo realizado durante estos años a mis padres, ya que sin su apoyo moral, trato y dedicación, sirviéndome como ejemplo de esfuerzo y espíritu de sacrificio, nada de esto hubiese sido posible. También agradecerle a mi hermana Laura, que se encuentra en una situación similar, su hombro al que tantas veces he recurrido con mis lloros. A mi novia Greta por el cariño que me da cada día y que me ayuda a mantener el equilibrio. A todos mis amigos, sobre todo a los de la Academia General Militar, que han cumplido perfectamente con el dicho “mal de muchos consuelo de tontos”, que han hecho que entre tanto esfuerzo los buenos momentos sean los que queden en el recuerdo. Agradecer el trato recibido a todos los miembros del REI 11 durante mi estancia de prácticas en Salamanca, en especial a mi Capitán D. Luis Carrero-Blanco Martínez y a los miembros que forman la Sección de Instalaciones en la Compañía de Castramentación.

Por último, el agradecimiento enorme a la persona que ha hecho este proyecto realidad, mi tutora la Dra. Beatriz Rodríguez Soria, que cogió a un alumno totalmente desorientado en el tema y consiguió no solo que fuese capaz de realizar el proyecto, si no crear en mí una curiosidad sobre el tema que va más allá de lo realizado.

ABSTRACT

This project includes the study of the main container used as a life zone by the Spanish Army in international missions. This aims to study these infrastructures and determine how much and how the energy demand can be reduced. In parallel it aims to investigate the different climatic zones in which these modules are used and can be used in the future. With the results of these two steps will be a calculation of the insulating materials and heat recovery systems needed to make those infrastructures comply with the requirements of the Passivhaus Standard.

Este proyecto engloba el estudio del principal contenedor utilizado como zona de vida por el Ejército Español en misiones de carácter internacional. Se busca estudiar energéticamente estas infraestructuras y determinar cuánto y de qué manera se puede disminuir la demanda energética. Paralelamente se pretende estudiar las diferentes zonas climáticas en las que estos módulos son y pueden ser usados en el futuro. Con el resultado de estos dos pasos se realizará un cálculo de los materiales aislantes y los sistemas de recuperación de calor necesarios para que dichas infraestructuras cumplan con las exigencias del Standard Passivhaus.

KEY WORDS: *container, life zone, international missions, energy losses, climatic zones, insulating materials, heat recovery systems, Passivhaus Standard.*

PALABRAS CLAVE: contenedor, zona de vida, misiones internacionales, pérdidas energéticas, zonas climáticas, materiales aislantes, sistemas de recuperación de calor, Estándar Passivhaus.

ÍNDICE

1.	Introducción	1
1.1.	<i>Antecedentes</i>	2
1.2.	<i>Objetivos y alcance del proyecto</i>	4
2.	Estado del arte	4
2.1.	<i>Misiones del Ejército de Tierra en el extranjero</i>	4
2.2.	<i>Tipos de campamentos en función de la misión</i>	5
2.3.	<i>Tipos de edificaciones en función de la misión</i>	6
2.4.	<i>Demandas energéticas de los campamentos en misiones internacionales</i>	7
2.5.	<i>Proyectos previos</i>	7
2.6.	<i>Standard Passivhaus</i>	8
2.7.	<i>Contenedor de 20 pies</i>	8
3.	Metodología de trabajo.....	9
4.	Planificación de actividades	10
5.	Descripción de los trabajos realizados.....	10
5.1.	<i>Estudio de necesidades</i>	10
5.2.	<i>Test Blower Door</i>	10
5.3.	<i>Diseño 3D del contenedor</i>	13
5.4.	<i>Selección de franjas climáticas</i>	14
5.5.	<i>Estudio y selección del material de la capa externa</i>	15
5.5.1	<i>Definición de parámetros básicos</i>	16
5.5.1.1	<i>Transmitancia</i>	16
5.5.1.2	<i>Transferencia de calor</i>	16
5.6.	<i>Estudio y selección del recuperador de calor</i>	17
5.7.	<i>Estudio y selección de la bomba de calor aire-agua</i>	18
5.8.	<i>Presupuesto</i>	18
6.	Diseño y resultado final de los ensayos de la piel externa.....	19
7.	Presupuesto	23
8.	Amortización económica	24
9.	Conclusiones	25
10.	Posibles líneas futuras.....	25

LISTA DE FIGURAS.....	26
BIBLIOGRAFÍA.....	27
ANEXOS	
Anexo I. Criterios del Standard Passivhaus.....	1
Anexo II. Selección de franjas climáticas	2
Anexo III. Resultado de los ensayos y pruebas in situ realizados.....	7
Anexo IV. Listado completo de cargas térmicas en la estación de San Diego	21
Anexo V. Pliego de Prescripciones Técnicas para la adquisición de contenedores	31
Anexo VI. Espesores del recubrimiento requeridos para las estaciones ASHRAE.....	36
Anexo VII. Presupuesto para cada franja climática seleccionada.....	37

1. INTRODUCCIÓN

Ante las sucesivas situaciones que han ido surgiendo a lo largo de los años en los diversos países donde ha intervenido nuestro país con el envío de tropas, se ha hecho evidente que las mejoras son esenciales para el éxito en el cumplimiento de la misión.

A día de hoy las instituciones militares y la sociedad no son dos polos opuestos, si no que están estrechamente relacionadas. Tanto es así que los ejércitos han de cumplir la normativa que las sociedades imponen democráticamente. Esta es otra de las razones a sumar por la que el ámbito militar no puede detenerse ni un momento en la adaptación al cambio mediante avances tecnológicos.

Uno de los temas que más preocupan a la sociedad tanto política como económicamente, es el ahorro en energías no renovables como son los combustibles fósiles.[1] Este tipo de combustible tiene, dentro del marco militar y cuando las tropas están desplegadas, el principal objetivo de abastecer sus necesidades energéticas, siendo uno de los gastos más notorios su uso para la climatización en las zonas en las que los soldados hacen vida.

Desde que España iniciara su participación en operaciones de paz con despliegues multinacionales bajo el auspicio de organismos de carácter supranacional como la OTAN [2] o la ONU [3] hace ya más de treinta años¹², una inmensidad de avances y mejoras se han llevado a cabo en todos los apartados que componen una proyección de tropas en el extranjero. Pero a un ritmo aún mayor crecen las necesidades y requisitos de las sociedades.

Un punto importante para cumplir con estas necesidades, y enfocándolo al factor energético, es la mejora de las zonas de vida de la tropa proyectada al exterior. Echando la vista atrás hasta el punto de inicio de estos despliegues multinacionales en los que ha estado involucrado nuestro ejército hay que destacar que en un gran porcentaje de los casos, estas zonas de vida han sido compartidas por los diversos ejércitos que han trabajado conjuntamente. Por tanto, es amplia la variedad de infraestructuras que se han establecido en misión.

Centrando el tema en nuestro ejército y en las misiones en que el cometido asignado ha requerido la creación de bases para una estancia larga, la principal infraestructura que se ha utilizado desde los comienzos de esta andadura multinacional, ha sido el contenedor de 20 pies, y en la mejora energética con su consiguiente ahorro tanto energético como logístico y el aumento de la seguridad, es el tema en el que se centra este proyecto.

¹ El 30 de mayo de 1982 España se convierte en el miembro número 16 de la Organización del Atlántico Norte.

² El 15 de diciembre de 1955 España entró a formar parte la Organización de las Naciones Unidas.

1.1 ANTECEDENTES

Desde el Ministerio de Defensa se ha emitido una instrucción relativa a sostenibilidad ambiental y eficiencia energética que, junto con otra publicación del Diario Oficial de la Unión Europea, establecen los puntos de partida en los que se basa este proyecto. [4][5]

Las dos directrices a las que se hace referencia son las siguientes:

- i. La instrucción 56/2011 del Secretario de Estado de Defensa sobre sostenibilidad ambiental y eficiencia energética en el ámbito del Ministerio de Defensa, que exige un ahorro global del 20% antes del año 2016. [4]
- ii. Directiva 2010/31/UE relativa a la Eficiencia Energética de los edificios, marca que para el 31 de diciembre de 2020, todos los edificios de nueva construcción de la UE deberán ser edificios de consumo de energía casi nulo (NetZero Energy). [5]

Bajo la influencia de estas publicaciones y la situación económica actual del país, el Regimiento de Ingenieros nº 11 de Salamanca petitionó la realización de este proyecto. Dicha unidad es la encargada de realizar en casi el cien por cien de los casos la instalación de todos los módulos de trabajo y de vida cuando el Ejército de Tierra español, y en ocasiones la Armada y el Ejército del Aire, cumplen con sus cometidos en misiones internacionales. Del mismo modo, también son los encargados de realizar estudios dedicados al consumo energético de todas las instalaciones mencionadas con anterioridad, siendo ellos los primeros en darse cuenta del excesivo consumo y la impetuosa necesidad de rebajarlo tan pronto como fuese posible.

¿Cuál es otra motivación para el Ejército español? La respuesta es que esta dependencia mencionada hace necesaria una enorme puesta en marcha logística, dificultada por la continua interacción de la insurgencia y la frecuente actividad criminal en las zonas en las que despliegan las tropas, además de las condiciones climatológicas y el terreno. Por ello, con esta reducción de la logística necesaria, también se reduciría el riesgo que sufren los convoyes evitando pérdidas tanto materiales como humanas. [6]

Consecuencia de todo esto y debido a la estrecha relación que tienen está la seguridad a través de los enormes trenes logísticos necesitados para cubrir el transporte de esta gigantesca cantidad de recursos materiales. Sin olvidar las difíciles características que muestran los países en los que nuestro ejército trabaja, como son por ejemplo las difíciles condiciones climatológicas y del terreno, las diferencias culturales, la insurgencia y la actividad criminal. Para ver con mayor claridad el riesgo que sufren las unidades encargadas de realizar este transporte logístico podemos fijarnos en las figuras 1, 2 y 3, que muestran cómo los ataques IED³ han aumentado en las rutas que han de seguir dichas unidades. [6]

³ Improvised explosive device.

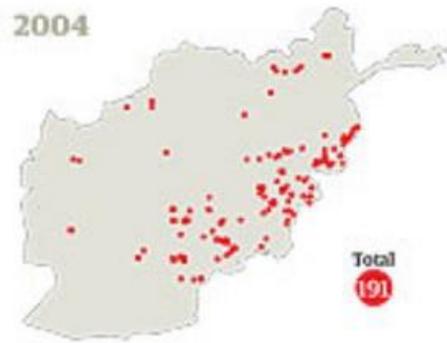


Figura 1: IED's en el año 2004: 191 Fuente: 10 years in Afghanistan. The Guardian.



Figura 2: IED's en el año 2007: 1.147



Figura 3: IED's año 2009: 3.420

Por último, la tercera de las razones fue que los módulos de trabajo y vida son utilizados por los tres Ejércitos de España, tanto el Ejército de Tierra, como el Ejército del Aire y la Armada, por lo que una mejora afectaría a todas las Fuerzas Armadas del país.

1.2 OBJETIVO Y ALCANCE DEL PROYECTO

El objetivo es disminuir el consumo de energía de los contenedores de 20 pies usados como módulos de vida y mejorar las condiciones de confort en su interior. Para ello se calcularán distintos espesores de material aislante recuperable que se colocará adyacente por el exterior y cuyas dimensiones son semejantes a los paneles de aislamiento actuales. Este material será complementado con la colocación de un recuperador de calor y una bomba de calor en climas extremos. Se pretende cumplir con los requisitos exigidos por el Standard Passivhaus, tomados como referencia por la UE como estándar constructivo que cumple los requisitos de los nZEB.[7] Los criterios del Standard Passivhaus se muestran con total detalle en el Anexo I y se resumen en el apartado 2.6.

Para conseguir este objetivo marcado se realizarán los siguientes trabajos:

- Estudio energético de los contenedores de vida de 20 pies.
- Estudio de las zonas climáticas en las que se realizan misiones internacionales por parte del Ejército español.
- Estudio de los materiales de aislamiento necesarios.
- Estudio de los sistemas de recuperación de calor.
- Cálculo de la piel externa.
- Presupuesto del diseño.

2. ESTADO DEL ARTE

2.1 MISIONES DEL EJÉRCITO DE TIERRA EN EL EXTRANJERO

Múltiples son las misiones en las que España ha intervenido con el envío de su Ejército, siendo Oceanía y América del Norte los únicos continentes en los que no ha sido proyectado personal militar en misión oficial. [8] [9]

El carácter de estas misiones es muy diverso, pudiendo ser, por ejemplo, de apoyo a operaciones de la OTAN en Afganistán, de la UE en Bosnia, y en la mayor parte humanitarias como en Haití e Indonesia y de observación en Sudán. También es habitual el envío de tropas para desarrollar labores de instrucción a militares y policías del lugar como es el caso de la misión que se lleva a cabo en la actualidad en Irak.

Un histórico de las misiones diferenciadas por continentes es el siguiente: [8]

-Europa: Kosovo, Albania, Macedonia, Bosnia-Herzegovina y Moldavia.

-África: Sahara, Angola, Mozambique, Etiopía, República Democrática del Congo, Mali, Somalia y República Centroafricana.

-Asia: Kurdistán Iraquí, Afganistán, Indonesia, Georgia, Irak, Pakistán, Nogorno Karabaj, Chechenia, Turquía y Líbano.

-América Central y del Sur: Perú-Ecuador, Nicaragua, Honduras, Haití, Guatemala y El Salvador.

-Antártida: Campaña Antártica.

Con este apartado se consigue tener una visión global de las misiones internacionales y con ello, darse cuenta de que el Ejército trabaja en casi todas las zonas climáticas que conforman el mapamundi. Por este motivo el proyecto tiene que dar una solución global y cumplir su función sea en las coordenadas que sea.

2.2 TIPOS DE CAMPAMENTO EN FUNCIÓN DE LAS NECESIDADES DE LA MISIÓN

Dependiendo del tamaño de la unidad que necesite la instalación, del tipo de misión que se vaya a desempeñar en ella y del espacio temporal en el que vaya a ser usada se pueden establecer diferentes clasificaciones y niveles de instalaciones.

Dentro de la documentación nacional se hace la siguiente distinción para los tipos de infraestructura: [10]

-Inicial: se trata de la instalación realizada en provecho de la primera rotación sobre el terreno. Rapidez en la instalación y cumplimiento de las necesidades básicas son las características principales. Las instalaciones empleadas deberían poder servir de base a un despliegue más largo.

-Temporal: una parte de la instalación inicial se sustituye por una instalación más compleja pero lo que se gana en comodidad se pierde en movilidad.

Allí donde se mantenga la misión, la instalación inicial se mejora desde el punto de vista de la protección contra los elementos (sol, lluvia, viento y nieve) y del aislamiento así como con elementos de confort: electrificación más elevada, posible climatización suplementaria, zonas protegidas más importantes.

- Semipermanente: Se basa en una instalación prefabricada o de obra (infraestructura local rehabilitada). Tanto el agua como la electricidad pueden ser abastecidas por la red local si éstas son suficientemente estables.

Pero no hay que olvidar que España trabaja en misiones internacionales junto con el resto de países que conforman la OTAN y la UE y que cada uno de ellos tiene una concepción diferente en cuanto a despliegues y estándares de calidad de vida para el diseño de sus campamentos. Por ello la OTAN intenta unificar criterios en cuanto al diseño y construcción de los mismos en una guía. [11]

En esta guía se hace la siguiente clasificación de infraestructuras:

-Básica (menos de dos meses): Las Unidades Tácticas montarán su propia infraestructura, la cual es ocupada durante un corto espacio de tiempo, normalmente menos de dos meses. Los ingenieros se ocuparán del montaje del campamento principal.

-Inicial (entre dos y seis meses): Para que las unidades mantengan su capacidad operativa, pueden dejar la infraestructura Básica y comenzar con la Inicial en cuanto estén disponibles los servicios esenciales y los alojamientos básicos, aproximadamente dos meses después del inicio de la misión. La Unidad de Ingenieros continuará mejorando los servicios y alojamientos del campamento principal

para más de seis meses. El campamento principal puede ser Temporal o Permanente, dependiendo de la posible duración de la misión.

-Temporal (entre seis y veinticuatro meses): Un campamento principal, temporal o permanente, podría ser construido transcurridos seis meses desde el inicio de la misión. Se proporcionan todos los servicios y se mejoran los estándares de alojamiento.

-Permanente (más de dos años): Como la infraestructura temporal, la permanente también proporciona todos los servicios y alojamientos, pero es más duradera. Permanente o semipermanente costará construirla más que la temporal, pero es más barata de mantener si se habla de despliegues de larga duración.

El contenedor que se va a mejorar en este proyecto se encuadra en las tipologías temporal y permanente. Esta elección ha sido consecuencia de la gran demanda energética que conllevan estas dos tipologías y que hace que el proyecto tenga una importancia de gran envergadura, tanto económica como política y social.

2.3 TIPOS DE EDIFICACIONES EN FUNCIÓN DE LA MISIÓN

En nuestro Ejército hay un orden establecido para el montaje de las tiendas y módulos, que lógicamente depende de la misión, la duración de la misma y la disponibilidad del material, siendo el siguiente proceso el más utilizado.

En un primer momento y a la llegada de las tropas se utiliza la tienda individual de dotación para establecer el campamento base y se utilizarán éstas para todo tipo de uso.

En cuanto la seguridad lo permita se montarán las tiendas Drash⁴, Utilys⁵ y Bresciani⁶, que se utilizarán para dar todos los servicios necesarios: puestos de mando, puestos de comunicaciones, asistencia médica, talleres, habitáculos, cocinas, cantinas, frigoríficos, lavanderías, servicios higiénicos, duchas, etc...

Acompañando a los módulos anteriores, en el mismo paso o en uno más avanzado, se montarán los contenedores de 20 pies, con la posibilidad de adosarse a tiendas de campaña como las que se ha mencionado con anterioridad o trabajando por separado.

⁴ Tienda de despliegue rápido que se compone básicamente de una estructura con dos lonas (interna y externa) prefijadas a ella y una cubierta para el suelo. [12]

⁵ Tienda de despliegue rápido que se compone de una estructura de aluminio y una tela suspendida. La tela está izada al interior de la estructura gracias a un sistema eficaz de cinchas y cuerdas. [13]

⁶ Tienda modular que se compone de una estructura de aluminio y una tela exterior totalmente opaca basado en el sistema "black-out" que proporciona aislamiento térmico en el interior, y a la vez, impide que la luz salga al exterior. [14]

Estos containers asumirían algunos de los servicios como pueden ser los servicios higiénicos, los habitáculos y los puestos de mando entre otros. Si fuese posible se montarían sobre estos contenedores prefabricados todos los servicios posibles, ya que tienen varias ventajas frente a las tiendas de campaña como son un mejor aislamiento e iluminación, más protección y que pueden ser NBQ⁷, entre otras.

En un último momento y si el campamento estuviese establecido para un largo periodo temporal o fuese permanente y las condiciones lo requirieran se realizarán las construcciones necesarias con mejores materiales y mejorando las condiciones de vida de todo el personal proyectado a zona de operaciones.

2.4 DEMANDAS ENERGÉTICAS DE LOS CAMPAMENTOS EN MISIONES INTERNACIONALES

Es fácil hacerse una idea del gran consumo energético que requiere una unidad militar desplegada en el exterior cumpliendo con una misión internacional, debido a todo el material, maquinaria y medios de transporte que utiliza, siendo los siguientes algunos datos de las necesidades de consumo en una misión realizada por el ejército español.

El escenario en concreto es Afganistán, donde *“se ha necesitado una media de 30.000 litros diarios como consumo medio y se han requerido 52 generadores eléctricos para permitir el perfecto funcionamiento de los 730 contenedores de 20 pies que se han instalado, cuyos consumos se reparten un 20% en la iluminación y un 80% en calefacción y aire acondicionado. Y todo ello sin olvidar la inmensa huella de carbono emitida”*. [15]

Todos estos datos dan como resultado la escalofriante suma de casi 11 millones de litros de combustible al año únicamente para el funcionamiento de los contenedores. Cada uno de estos contenedores tiene un consumo anual de 15.038 litros, cuya principal fuente de gasto es la calefacción, con un total de 12.000 litros anuales consumidos únicamente en este propósito.

Estos datos suponen al Estado:

- 9.794 € anuales por contenedor.
- 7.150.000€ al año únicamente en el funcionamiento de los contenedores de vida.

La inmensidad de los datos anteriores unida a la dependencia total de menguantes energías de origen fósil como es el Gasoil, la baja eficiencia (20%) de los generadores [15], el aumento continuo del precio del combustible y el resto de condicionantes que dificultan el proceso logístico, da lugar a una imperiosa necesidad de mejora en la eficiencia energética.

⁷ Nuclear, biológico y químico.

2.5 PROYECTOS PREVIOS

En la actualidad, y a un nivel cercano al trabajo del ejército español, existen varios proyectos en marcha cuyo fin es el ahorro energético en los campos base de zona de operaciones. Muchos de ellos no están tan enfocados en las mejoras aislantes de sus infraestructuras, sino en la mejora de sus fuentes productoras de energía, como es el caso de los proyectos que han desarrollado varios miembros de la OTAN. Uno de ellos es la iniciativa del Ministerio de Defensa Holandés, la creación de una tienda de campaña (la tienda de campaña CL13) con un revestimiento de placas solares ligeras para abastecerse a sí misma. [16] Por otro lado y bajo el nombre de Power FOB, el proyecto que fue iniciado por el Ministerio de Defensa de Reino Unido y cuyo objetivo es un sistema de administración de energía que puede ahorrar hasta un 30 por ciento de combustible mediante el almacenamiento de la electricidad producida por generadores diésel y paneles solares, redistribuyendo dicha energía donde y cuando sea necesario. [16]

En España existe un proyecto bastante avanzado de mejora de tiendas semirrígidas llamado Greenmar. Este proyecto consiste en la creación de sistemas de edificación rápida mediante módulos eficientes energéticamente y la utilización de aerotermos de gas o gasoil y enfriadores evaporativos portátiles. [17]

2.6 STANDARD PASSIVHAUS

El “Standard Passivhaus” es un estándar de construcción nacido en Alemania en 1991 que combina un elevado confort interior con un consumo de energía muy bajo, gracias al máximo cuidado de la envolvente del edificio y a un sistema de ventilación controlada. Los parámetros principales a los que quiere llegar el proyecto son los siguientes:

- a. Demanda máxima de energía final para calefacción de 15 kWh/m²a.
- b. Demanda máxima de energía final para refrigeración de 15 kWh/m²a.
- c. Rendimiento mínimo del recuperador del 75%.

Se pueden ver los criterios de diseño al completo del Standard Passivhaus en el Anexo I. [18] [19] [20]

La decisión de seguir este estándar es debido a que con el cumplimiento del mismo, se cumplirán también las dos directivas internacionales urgentes que ha de cumplir el Ejército (La instrucción 56/2011 del Secretario de Estado de Defensa y la Directiva 2010/31/UE) . El estándar garantiza un muy alto confort climático, denominado clase A, por lo que los militares y civiles proyectados a zona de operaciones disfrutarán de unas condiciones de vida y trabajo óptimas. Además, como resultado no se precisan complejos sistemas de climatización independientes de ventilación como los actuales. [20]

2.7 CONTENEDOR DE 20 PIES

El contenedor bajo estudio es el contenedor de 20 pies utilizado como módulo de vida VIP para los oficiales del Ejército en el caso de utilizarse como contenedor individual. En el caso de que se utilice

adosado a otro contenedor o de manera colectiva con varios contenedores unidos, el uso puede variar, siendo utilizado como oficinas o zonas de vida y descanso para los suboficiales y tropa.

Todas las características técnicas de los contenedores de 20 pies se muestran totalmente detalladas en el Anexo V. [21]

3. METODOLOGÍA

Una vez que se ha decidido modificar los contenedores de 20 pies para conseguir alcanzar los requisitos del estándar Passivhaus se define la metodología a seguir.

La punta de flecha de este proyecto es el estudio in situ de un contenedor de vida similar a los módulos que se usan en las misiones internacionales a las que acude el Ejército español. Para ello se hará un estudio a dicho módulo con la ayuda del Regimiento de Ingenieros nº 11 situado en Salamanca, ya que esta unidad, además de ser la principal unidad que despliega a zona para el montaje de estas instalaciones, es la unidad en la que se encuentran activos varios de los módulos utilizados en misiones. El objetivo es saber el aislamiento e infiltraciones actuales para saber que aislamiento extra tenemos que añadir al existente y que partes del contenedor tenemos que modificar. Para ello se realizarán pruebas con Blower Door y termografías que se explican en el apartado 5.2.

El segundo paso es la simulación energética de los módulos de vida mediante la utilización de diversos programas informáticos relacionados con la construcción y la energía, además del uso de bases de datos de materiales que combinados sirven para la selección y utilización de los materiales necesarios en el proyecto.

Dentro de este segundo paso, se puede realizar una subdivisión en la utilización de los programas:

- 1) El primer programa que se utiliza es SketchUp, que es un software de diseño gráfico y modelado en 3D, necesario para el diseño de un contenedor tipo. De esta manera tendremos una visión del modelado 3D de cada una de las partes por separado y también el modelado del contenedor una vez que todas estas partes han sido ensambladas.
- 2) El segundo programa que se utilizará será Cype, un programa de diseño y cálculo de edificios, y dentro de éste se utilizará Cype MEP, software para el diseño y dimensionado de la envolvente, la distribución, y las instalaciones del edificio sobre un modelo 3D integrado con los distintos elementos de una infraestructura, que en este proyecto estará basado sobre la importación del modelado realizado mediante SketchUp. Con este programa se calculan las cargas térmicas y potencias en función de los materiales y tipos de cerramientos utilizados, la orientación de construcción y otros factores como la ocupación o las actividades realizadas en su interior y la ubicación.
- 3) Durante el progreso en este programa se utiliza la base de datos LIDER, es una base de datos de materiales que ofrece todos los parámetros que definen el comportamiento térmico y acústico de los materiales y que se consideran como documento reconocido y

validado para el cálculo y cumplimiento del DB-HE, y gracias a la cual se asignan los materiales elegidos como necesarios en el proyecto. [22] [23]

Para realizar las simulaciones energéticas hay que elegir las zonas geográficas que se tomarán como ejemplo de cada una de las diferentes franjas climáticas donde pueden ubicarse las misiones internacionales, utilizando el método y la base de datos que proporciona la sociedad ASHRAE⁸. La decisión de seleccionar diferentes franjas climáticas es porque cada una da resultados de aislamiento distintos que hay que tener en cuenta para el diseño de la capa externa.

El último paso será el presupuesto del diseño para cada una de las franjas climáticas, con la ayuda nuevamente del programa informático CYPE en su versión Arquímedes.

4. PLANIFICACIÓN DE ACTIVIDADES.

1. Estudio sobre la necesidad de mejora en los contenedores.
2. Estudio in situ de un contenedor tipo. Blower Door test y termografías.
3. Diseño virtual en modelado 3D del contenedor estudiado.
4. Selección de franjas climáticas para apoyar el diseño final.
5. Simulación energética de cada franja climática con el diseño virtual creado.
6. Selección del espesor de la piel externa para cada franja climática.
7. Presupuesto.

5. DESCRIPCIÓN DE LOS TRABAJOS REALIZADOS.

5.1 ESTUDIO DE NECESIDADES

El primero de los trabajos fue comprobar la necesidad de una mejora en la eficiencia energética de los campamentos base en zona de operaciones para nuestro ejército, porque hay que saber las demandas energéticas exactas para poder determinar cuánto hay que mejorar y de qué manera, determinado con anterioridad en el apartado 2.4.

5.2 TEST BLOWER DOOR

Tras este estudio inicial se hizo un test Blower Door a uno de los contenedores VIP situados en el campo de maniobras Montalvos perteneciente al Regimiento de Ingenieros nº 11 de Salamanca.

⁸ American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers.

Además, también se hizo el estudio a un contenedor de vida múltiple (varios contenedores unidos) pero debido a que el resultado era proporcional en ambos casos no se ha tenido en cuenta para el proyecto, ya que el cambio de uno individual afecta sistemáticamente a uno múltiple.

Gracias al proceso que sigue esta prueba se consigue verificar la estanqueidad del contenedor, es decir, las renovaciones de aire que se producen en el interior. En el Anexo III se muestra la información completa sobre el test Blower Door, tanto especificaciones técnicas y normativas como el completo proceso de la prueba.

Este test se realiza para recoger los datos reales de infiltraciones de aire en los contenedores, tanto cantidades como lugares exactos de infiltraciones y de esta manera decidir cuánto se ha de mejorar para poder subsanar y cumplir con el Standard Passivhaus.

Las normas que regulan esta prueba son:

- UNE-EN 13829:02: Aislamiento térmico. Determinación de la estanquidad al aire en edificios. Método de presurización por medio de ventilador. [24]
- EN-13187: Prestaciones térmicas de edificios. Detección cualitativa de irregularidades en cerramientos de edificios. Método de infrarrojos. [25]

En la figura 4 puede verse el proceso del test.



Figura 4: Funcionamiento del test Blower Door. Fuente: Home Certified INC.

Los resultados obtenidos se pueden apreciar en la figura 5:

Espacio ensayado	n_{50} (h^{-1})	Volumen interior
Módulo VIP	24,3	31 m ³
Contenedor de vida múltiple	27,7	132 m ³

Figura 5: Resultados del test Blower Door. Fuente: Propia.

En esta figura se puede apreciar que las renovaciones/h a 50 Pa son muy altas, teniendo en cuenta que en el Standard Passivhaus se exige que las renovaciones/h sean iguales o estén por debajo de 0,6. Por tanto, se observa que el nivel de estanqueidad al aire de las zonas ensayadas es realmente bajo, con tasas de n_{50} muy superiores a 10 renovaciones/h, lo cual deja patente el potencial de mejora que éstos edificios presentan.

El resto de los resultados obtenidos, junto con gráficas, tablas y conclusiones están recogidos en el Anexo III.

5.3 DISEÑO 3D DEL CONTENEDOR

Posteriormente se realizó el diseño del contenedor estudiado mediante el programa SketchUp. Este diseño 3D fue imprescindible para pasar nuestro contenedor a soporte informático y posteriormente exportarlo al programa Cype.

Los dos diseños creados están reflejados en las figuras 6 y 7.

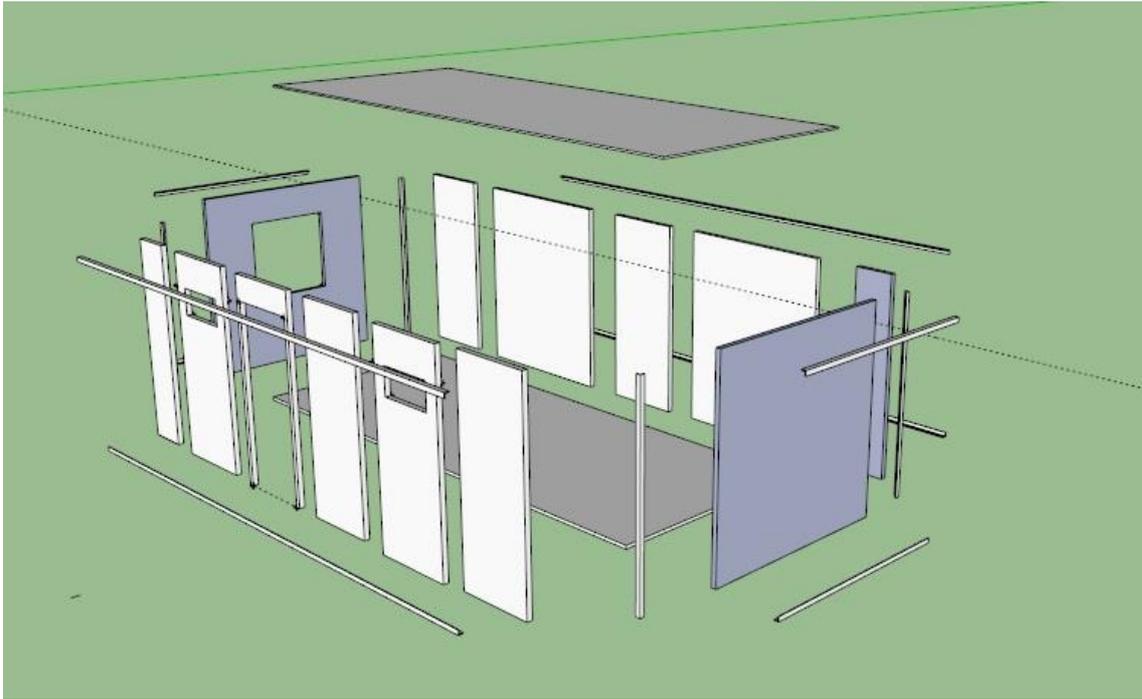


Figura 6: Modelado 3D de un contenedor de 20' desmontado. Fuente: Propia.

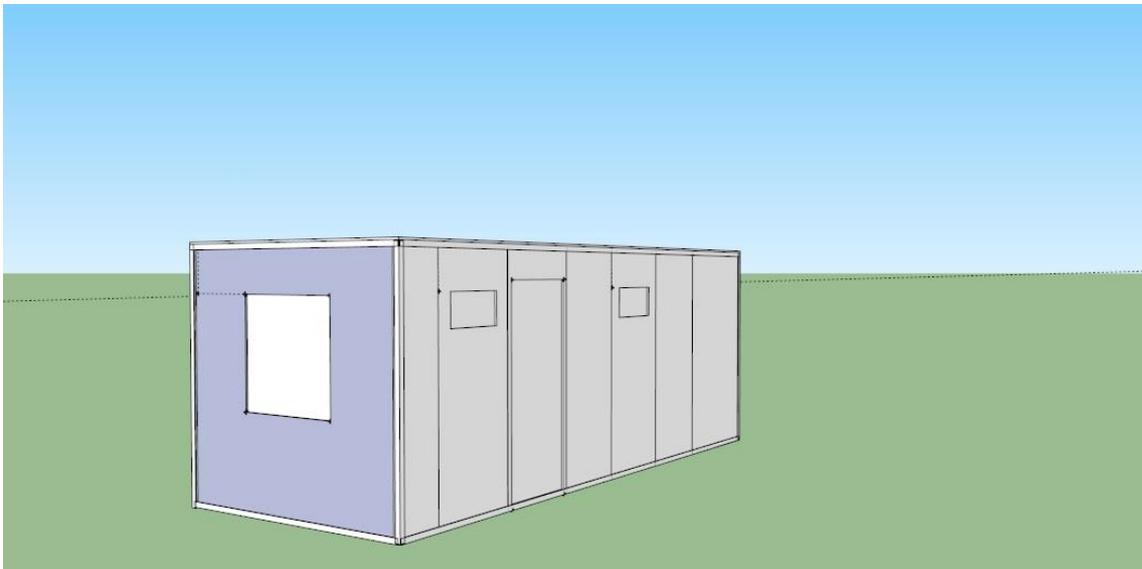


Figura 7: Modelado 3D de un contenedor de 20' ensamblado. Fuente: propia.

5.4 SELECCIÓN DE LAS FRANJAS CLIMÁTICAS

El siguiente hito fue seleccionar varias ciudades que sirviesen de ejemplo para cada una de las diferentes franjas climáticas. Para seleccionar las franjas climáticas se ha utilizado el método grados día consistente en la utilización de dos ecuaciones, una para calcular la demanda de energía para

calefacción y otra para la demanda de energía para refrigeración. Se establecieron indicadores que constatan que para una temperatura media exterior de 18°C los edificios requieren calor para mantener una temperatura interior de 21°C, que es la temperatura óptima de confort. Por el contrario con una temperatura externa superior a la óptima los edificios necesitan aire acondicionado para mantener los 21°C de confort óptimos en el interior. [26]

Las ecuaciones que definen el HDD (Heat Degree Days) y el CDD (Cooling Degree Days) son: [26]

$$HDD = \sum_{i=1}^N (T_{base} - T_i)^+$$

$$CDD = \sum_{i=1}^N (T_i - T_{base})^+$$

Siendo N el número de días, Tbase la referencia de temperatura establecida y Ti la temperatura media calculada del día. El + indica que solo se tienen en cuenta los valores positivos. [26] Lo que se calcula con estas dos ecuaciones son los grados día de enfriamiento y de calentamiento cuyos resultados son utilizados por normas de diferentes países para clasificar zonas climáticas.

Todas estas temperaturas son tomadas con precisión por las estaciones de meteorología repartidas por el mundo y están representadas en el Anexo II: Mapa A. [26]

Todos los resultados recogidos por estas estaciones son representados y publicados por la sociedad global ASHRAE⁹ y se compilan gráficamente en dos mapamundis, uno de ellos representando HDD en el Anexo II: Mapa B y el otro CDD en el Anexo II: Mapa C. [26]

Siguiendo la normativa americana: ASHRAE Standard 62-2004 [26] y ASHRAE Standard 62-2-2003 [27], en el que las diferentes franjas tanto del HDD como del CDD se dividen cada 1000 grados día, los países seleccionados van a ser uno de cada una de las diferentes franjas que proceden de la suma de las dos anteriores. De esta manera se consigue definir zonas climáticas y ha permitido obtener la lista de estaciones en los países seleccionados en este proyecto para cada intervalo de 1000 DD¹⁰, que se muestran en el Anexo II: Listado I.

5.5 ESTUDIO Y SELECCIÓN DEL MATERIAL PARA LA CAPA EXTERNA

Se comienza por tanto con el paso final, la colocación virtual del revestimiento aislante externo. Este proceso se inicia con la importación a Cype MEP del modelado 3D hecho con SketchUp. Se comienza

⁹ Tablas utilizadas de ASHRAE Handbook Fundamentals - CHP14 Climates (2009)

¹⁰ DD: Degree Days

viendo qué materiales de los contenedores exigidos en una PPT actual se han de cambiar para que sea posible el cumplimiento del Standard Passivhaus con la piel externa. En el Anexo IV se muestra el Pliego de prescripciones técnicas para la adquisición de contenedores para la provincial support base (PSB) en Qala e Naw en Marzo de 2009. [21]

Las principales exigencias de aislamiento actuales son las que se muestran en la siguiente tabla:

ELEMENTO	AISLAMIENTO EXIGIDO
Paneles	Poliestireno expandido. Poliuretano expandido: densidad 40 Kg/m ³
Techo	Poliestireno expandido.
Solera	Poliestireno expandido.
Ventanas	Aluminio anodizado. Contraventana de acero galvanizado. Preferido de aluminio

Figura 8: Resumen de las exigencias de aislamiento actuales. Fuente: Propia.

Entre los materiales que se han de mejorar están las ventanas, ya que actualmente tienen un muy bajo nivel de hermeticidad al aire y transmitancias muy altas. Como son tan extremadamente pobres que hacen imposible el cumplimiento del Standard, marco y cristal han de ser sustituidos por otros más aislantes. [29]

Se escoge el material y las medidas de nuestra capa externa, calculándola en cada una de las diferentes estaciones seleccionadas, y que debido a la enorme variación entre unas franjas climáticas y otras, ha de ser un material con muy buenas condiciones aislantes como se mostrará en el siguiente apartado del índice. Para comprender bien la selección de los materiales y el funcionamiento de la capa externa aislante que se diseña en este proyecto es preciso definir los parámetros básicos que definen el comportamiento térmico de los materiales.

El material de cerramiento seleccionado es PUR Plancha de espuma rígida de poliuretano con HFC o Pentano y rev. permeable gases, con una conductividad λ de 0.027 W/[m·K]. [30] La decisión de elegir este material tuvo lugar tras una comparativa con otros materiales como el poliuretano expandido y la lana mineral. Se ha elegido el PUR porque la relación calidad-precio es muy buena y permite cumplir con los requisitos Passivhaus debido a sus características. Entre sus ventajas encontramos por un lado que se necesita un menor espesor de aislamiento gracias al bajo coeficiente de conductividad térmica de la espuma de poliuretano. Y por otro lado una casi nula absorción de agua gracias a la estructura de

celda cerrada del polímero, lo que da lugar a paneles de gran rigidez y poco peso con una gran facilidad de mecanizado y corte. En la Figura 9 podemos visualizar una imagen del material.



Figura 9: Plancha de espuma rígida de poliuretano. Fuente: Poliuretanos S.A.

En el apartado 6 se especifican las simulaciones realizadas y los resultados obtenidos.

5.5.1 DEFINICIÓN DE PARÁMETROS BÁSICOS

5.5.1.1 TRANSMITANCIA

La transmitancia térmica es el flujo de calor a través de un elemento constructivo o cerramiento en régimen estacionario, dividido por el área y por la diferencia de temperaturas de los medios situados a cada lado del elemento que se considera. Incluye las resistencias térmicas de todas las capas (incluyendo cámaras de aire) así como las resistencias térmicas superficiales de ambos lados del elemento. En el Sistema Internacional se conoce como U y se mide en unidades $W/m^2 \cdot K$. [31]

5.1.1.2 TRANSMISIÓN DE CALOR

La transferencia de calor es el paso de energía térmica desde un cuerpo de mayor temperatura a otro de menor temperatura. El calor se transmite de un lugar a otro de tres maneras diferentes:

- **Conducción:** es el fenómeno consistente en la propagación de calor entre dos cuerpos o partes de un mismo cuerpo a diferente temperatura debido a la agitación térmica de las moléculas, no existiendo un desplazamiento real de éstas. [31] [32]
- **Convección** es la transmisión de calor por movimiento real de las moléculas de una sustancia. Este fenómeno sólo podrá producirse en fluidos en los que por movimiento natural (diferencia de densidades) o circulación forzada (con la ayuda de ventiladores, bombas, etc.) puedan las partículas desplazarse transportando el calor sin interrumpir la continuidad física del cuerpo. [31] [32]
- **Radiación** es la transmisión de calor entre dos cuerpos los cuales, en un instante dado, tienen temperaturas distintas, sin que entre ellos exista contacto ni conexión por otro sólido conductor. Es una forma de emisión de ondas electromagnéticas (asociaciones de campos eléctricos y magnéticos que se propagan a la velocidad de la luz) que emana todo cuerpo que esté a mayor temperatura que el cero absoluto. [31] [32]

La Figura 10 representa una explicación sencilla de los términos definidos.

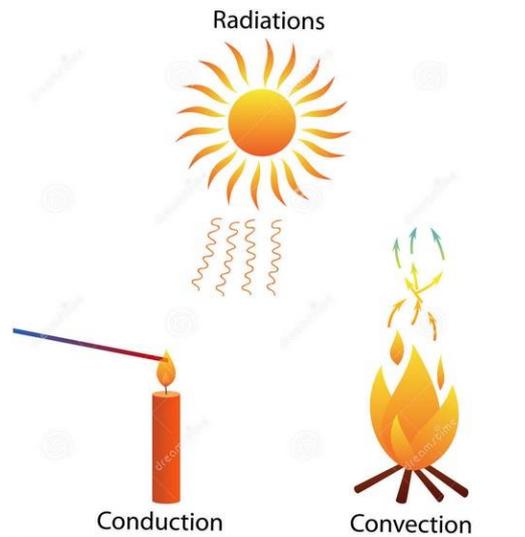


Figura 10: Transmisión de calor por conducción, radiación y convección. Fuente: Energiza.

Estos parámetros afectan directamente a la selección del material de la capa externa debido a que la transmitancia depende del espesor y de la conductividad térmica, por tanto a mismo espesor el material con menos conductividad dará transmitancias menores y consecuentemente aislará mejor. En el apartado 6 se comprobará que la decisión al seleccionar el material tiene directa relación con estos parámetros.

5.6 ESTUDIO Y SELECCIÓN DEL RECUPERADOR DE CALOR

Hay que seleccionar el dispositivo, que junto con la piel externa conformará el equipo básico para que en los contenedores actuales se cumpla el Standard Passivhaus. Este dispositivo es el recuperador de calor que pone en contacto el aire interior que se extrae con el del exterior que se introduce, sin que se mezcle el aire de los dos circuitos, como se muestra en la figura 11. De esta manera permite recuperar parte de la energía del aire del interior. En invierno funciona calentando el aire frío que entra del exterior, mientras que en verano permite enfriar el aire caliente del exterior, disponiendo además de unos filtros que reducen el nivel de contaminantes y mejorando considerablemente la calidad de dicho aire. [33] [34]

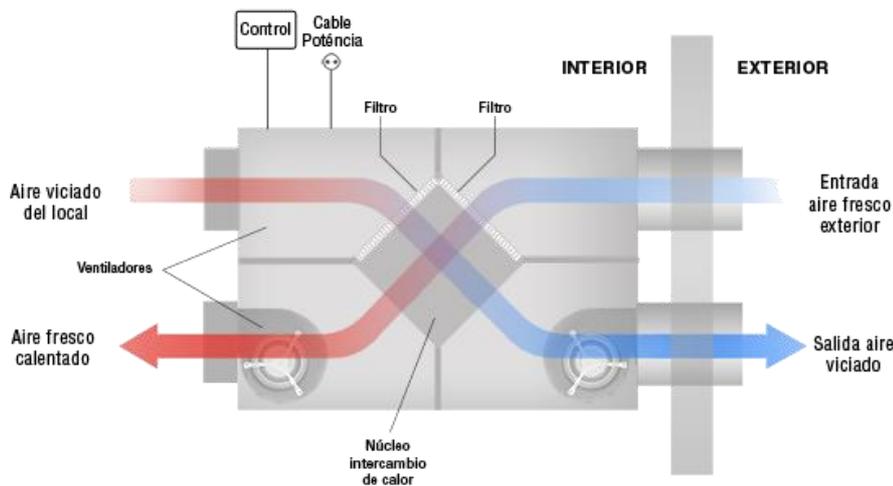


Figura 11: Funcionamiento del recuperador de calor. Fuente: Zehnder Group Ibérica.

La adquisición de este recuperador de calor tiene que tener en cuenta el flujo de aire con el que trabaja. Para que cubra unas exigencias tan grandes como marcan los criterios del Standard Passivhaus y conseguir unos consumos casi nulos, la única opción válida son los recuperadores de muy alta eficiencia, es decir, los recuperadores de calor para flujo de aire a contracorriente.

5.7 ESTUDIO Y SELECCIÓN DE LA BOMBA DE CALOR AIRE-AGUA

En aquellas franjas climáticas en que las temperaturas sean extremas, no será suficiente con la piel externa que se diseña y el recuperador de calor. No será suficiente porque la anchura de nuestra piel externa está limitada por necesidades de transporte y montaje, y debido a ello las condiciones que marca el Standard Passivhaus serán imposibles de conseguir sin un aporte extra.

Este aporte extra es una pequeña bomba de calor aire-agua con una potencia frigorífica aproximada de 4700 Wf (potencia generada en el proceso de expansión) y potencia calorífica de 4500 Wc (potencia necesaria para comprimir el aire), con protección anti hielo para el perfecto funcionamiento en las franjas climáticas más extremas.

5.8 PRESUPUESTO

Una vez añadida la piel externa, el recuperador de calor y la bomba de aire-agua (en el caso de ser necesario) solo resta realizar el presupuesto total de todos los materiales seleccionados. En el apartado 7 se muestra el desglose del presupuesto tras obtener los resultados finales de las simulaciones y espesores.

6. DISEÑO Y RESULTADO FINAL DE LOS ENSAYOS DE LA PIEL EXTERNA

Los resultados y diseños finales se han dividido para cada una de las 11 franjas climáticas seleccionadas y, a su vez, se han dividido en un contenedor VIP individual aislado, un contenedor VIP individual adosado a otro y varios contenedores unidos para un uso colectivo.

Antes de exponer los resultados hay que hacer notar la importancia de dos conceptos:

- 1) La orientación del contenedor, que juega un papel decisivo en el comportamiento térmico del mismo. [35] La variación de la orientación en cada uno de los diferentes climas afectará a la cantidad de material aislante que habrá que utilizar para cumplir las exigencias. Como ejemplo y como se muestra en el Anexo V, en el caso de la estación en San Diego Lindbergh Field se ha elegido una orientación de la fachada principal hacia el Sur, la ventana principal al Este y la puerta y la ventana más pequeña al norte. Esta decisión es debido a que en esta franja con esa orientación se hace óptima la combinación del aprovechamiento del sol en invierno y el resguardo en verano.
- 2) El factor de forma, que cuantifica la relación entre la forma y el volumen del contenedor a través del cociente entre la superficie de la envolvente del edificio y el volumen que alberga. [36] Este segundo concepto es invariable en nuestro caso, pues no podemos variar ni la superficie ni el volumen de nuestro. La única manera en la que se modifican estos factores es adosando los contenedores o utilizando contenedores unidos de uso colectivo. De esta manera se mejora el factor de forma y se reduce la cantidad de material aislante que hay que utilizar. Por tanto, una propuesta necesaria es que siempre que sea posible (factores como la seguridad, el terreno o la misión lo permitan) se deberían adosar los contenedores y, si es posible, utilizarlos de manera colectiva.

Se ha utilizado un archivo Excel para determinar la transmitancia necesaria tanto en la fachada, como en la cubierta, solera y ventanas para que la demanda energética esté por debajo de 30 kWh/m² año. Esta cifra límite la marcan las exigencias del Standard Passivhaus que se muestran con más detalle en el Anexo I. Lógicamente es un archivo diferente para cada una de las estaciones seleccionadas. Se han ido variando los espesores hasta obtener las transmitancias que cumplan esa demanda. Como el espesor de aislamiento es el único parámetro que se varía la demanda por radiación y convección permanecen constantes. En la figura 12 se puede ver para cada uno de los tres variantes arriba mencionadas (normal, adosado o colectivo) los valores utilizados para la primera de nuestras estaciones: San Diego Lindbergh Field, Carolina, Estados Unidos.

San Diego Lindbergh 1878 DD	Ventanas	Fachada	Cubierta	Solera	Demanda energética kWh/m ² año
Contenedor aislado	0,8	0,35	0,35	0,3	30,219
Contenedor adosado	0,8	0,35	0,35	0,35	29,195
Contenedor colectivo	0,8	0,35	0,35	0,4	29,539

Figura 12: Tabla resumen de las transmitancias necesarias en cada tipo de contenedor.

Fuente: Propia.

En tabla se aprecia como las transmitancias pueden ser mayores cuando se trabaja con un contenedor adosado y aún mayor cuando es colectivo. Esto se traduce directamente en que el aislamiento pueda ser reducido proporcionalmente.

El proceso que se ha resumido en la figura 12 se realiza con cada una de las diferentes estaciones seleccionadas, aunque de ahora en adelante se utilizarán los datos finales de los contenedores aislados, ya que es el más exigente de los tres tipos (como se ha podido comprobar en la figura 10 el contenedor aislado exige unas transmitancias menores) y además es el utilizado en la actualidad para los oficiales del Ejército.

Los resultados de las transmitancias obtenidas se utilizan en la fórmula:

$$\text{Espesor} = \text{Transmitancia} / \lambda$$

Esto da como resultado la obtención de los espesores necesarios. Las capas que se podrán ir superponiendo son de 5cm o 10cm cada una (se podrán ir alternando para ahorrar trabajo). La decisión de superponer capas de 5cm o 10cm ha sido tomada porque no puede haber una infinidad de variantes diferentes, siendo esta elección la más óptima en función de los espesores calculados con anterioridad.

Los espesores redondeados que se necesitan están expresados en cm en la Figura 13. La tabla con las necesidades reales, sin redondear, está reflejada en el Anexo VI.

Estación ASHRAE	Fachada	Cubierta	Solera
San Diego Lindbergh: 2000 DD	10	10	10
Córdoba Aero: 3000 DD	10	15	15
Belgaum: 4000 DD	15	15	15
Libreville: 5000 DD	15	15	20
Gumpoldskirchen: 6000 DD	20	20	25
La Paz: 7000 DD	20	25	25
Chaoyang: 8000 DD	25	25	30
Helsinki: 9000 DD	30	30	30
Sheremetyevo *: 10000 DD	30	30	30
Fort McMurray *: 11000 DD	30	30	30
Ulaanbaatar *: 12000 DD	30	30	30

Figura 13: Espesores necesarios para cubrir las necesidades Passivhaus. Fuente: Propia.

Así, de esta manera, un contenedor en San Diego Lindbergh necesitará una capa de recubrimiento de 10cm tanto en la fachada como en la cubierta y la solera para cumplir los requerimientos Passivhaus. Para la unión de cada capa se utilizará el machihembrado, espigas y, para que posteriormente puedan separarse y reutilizar, mortero mineral ya que no daña al material.

El límite de espesor establecido ha sido de 30 cm debido a necesidades y limitaciones en cuanto al montaje y al transporte. Por tanto, como se explicó en el apartado 5.7, las últimas tres franjas, que son las que sufren temperaturas extremas (marcadas con un asterisco) además de necesitar los 30 cm de espesor también exige el uso de una bomba de calor aire-agua.

No hay que olvidar otra serie de mejoras que, aunque no son tan visuales, si tienen una importancia considerable, como son las ventanas y los marcos de las ventanas, que al ser de PVC presentan una alta estanqueidad al aire y un alto nivel de aislamiento térmico, doble acristalamiento 6/16/6, ruptura de puente térmico, estanqueidad 9A y resistencia a la carga de viento 3C (las características del marco y pre marco en las ventanas utilizadas en la actualidad fueron mostradas con anterioridad en el apartado 5.5). Añadir además un goterón al poyete de la ventana para que bajo lluvia la humedad se mantenga alejada de la fachada. Tanto los marcos como el goterón se muestran diseñados en formato 3D en la Figura 14.

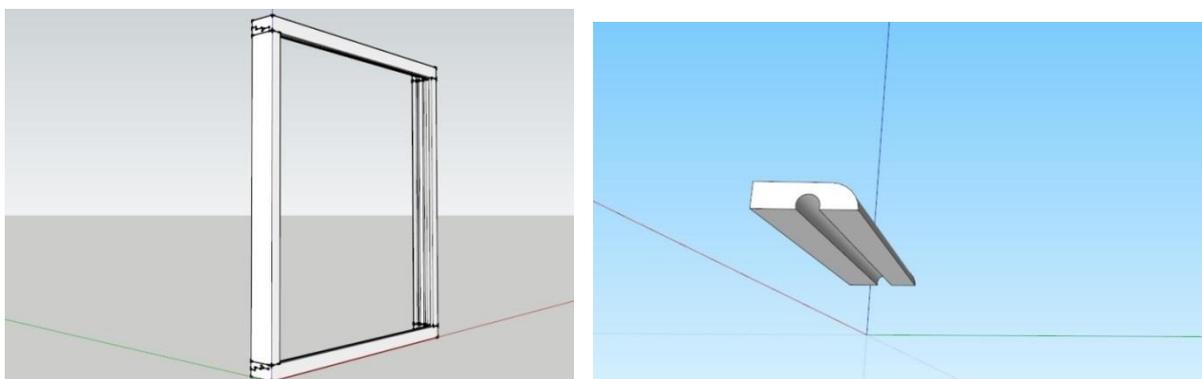


Figura 14: Modelo 3D del marco y del goterón del poyete. Fuente: Propia.

7. PRESUPUESTO.

El presupuesto ha sido dividido por los materiales necesarios en nuestro proyecto, que son los paneles de aislamiento, las ventanas, el recuperador de calor y la bomba de agua. En la Figura 15 se muestra un cuadro resumen del presupuesto en euros para que un contenedor de 20 pies cumpla con el Standard Passivhaus y tenga un gasto casi nulo en cada una de las diferentes franjas seleccionadas con anterioridad. Los presupuestos están totalmente desarrollados en el Anexo VII.

Estación ASHRAE	COSTE Paneles	COSTE Ventanas	COSTE Recuperador de calor	COSTE Bomba de agua	COSTE TOTAL
San Diego Lindbergh	2737,64	174	2063,74	-	4975,38
Córdoba Aero	3425,19	174	2063,74	-	5662,93
Belgaum	3937,81	174	2063,74	-	6175,55

Libreville	4281,66	174	2063,74	-	6519,40
Gumpoldskirchen	5137,90	174	2063,74	-	7376,64
La Paz	5481,74	174	2063,74	-	7719,48
Chaoyang	6337,98	174	2063,74	-	8676,72
Helsinki	7194,45	174	2063,74	-	9432,19
Sheremetyevo	7194,45	174	2063,74	880,65	10312,84
Fort McMurray	7194,45	174	2063,74	880,65	10312,84
Ulaanbaatar	7194,45	174	2063,74	880,65	10312,84

Figura 15: Tabla resumen del presupuesto para cada estación ASHRAE. Fuente: Propia.

Lo único que varía entre franjas climáticas es el coste de los paneles porque habrá ir que añadiendo capas de aislamiento a la estructura. El precio de las ventanas es la diferencia entre el coste de las ventanas nuevas y el coste de las ventanas actuales, debido a que si se adquieren las nuevas ya no será necesario adquirir las viejas, por tanto la diferencia es el gasto a sumar real. El recuperador de calor es el mismo modelo para todas las estaciones puesto que no es necesario un mayor gasto para cumplir con las exigencias Passivhaus y, por otro lado, un gasto menor en un recuperador de calor más económico supondría tener que aumentar el aislamiento aún más. La bomba de aire-agua solo es necesaria en las tres últimas franjas, es decir, en las franjas con condiciones climáticas muy extremas.

8. AMORTIZACIÓN ECONÓMICA

Finalizamos con el mismo escenario que se comenzó: Afganistán. Con el seguimiento de estos pasos se mostrará la amortización económica del material aislante en este escenario:

1. Afganistán está situado en el Tipo II de las franjas climáticas que se muestran en el Listado I del Anexo II, con 3000 DD.
2. El acondicionamiento aislante, junto con la mejora de las ventanas y el recuperador de calor suponen, en esta franja climática, un desembolso total de 5662,93 € como puede comprobarse en la tabla resumen de la Figura 15.
3. En las demandas energéticas del apartado 2.4 se ha expuesto que el gasto anual que supone al Estado el mantenimiento de un contenedor en Afganistán es de 9794 €.

4. Teniendo en cuenta únicamente la calefacción (eliminando el gasto de iluminación) se reduce a 7835,2 €.
5. Por tanto, el gasto en calefacción que nos ahorramos será el resultante de la diferencia entre la demanda inicial del contenedor y la demanda final con la reforma. La combinación de los diferentes rendimientos de los equipos que alimentan las instalaciones con el gasto casi nulo de los nuevos contenedores dan lugar a un rendimiento conjunto del 90%. De esta manera el ahorro en calefacción será de 7051,7€ por contenedor.
6. El desembolso en el aislamiento son 5662,93€, por lo que en nueve meses el gasto en material aislante habrá sido amortizado.
7. En los tres meses restantes se ahorrarán alrededor de 1950€ debidos al ahorro de 3000 litros de combustible por contenedor.
8. El resto de los años se ahorrará por cada contenedor una media de 10.800 litros anuales, que multiplicado por los 730 contenedores utilizados en la misión hace un total de 7.884.000 litros de combustible anuales, que equivale a un total de 5.125.600 euros anuales.

9. CONCLUSIONES.

Es necesario un cambio dentro de las FAS que optimice el trabajo de los ejércitos en cualquier escenario y misión, y a su vez cumpla con la actual normativa vigente, tanto nacional como internacional. Uno de los muchos caminos para optimizar las funciones militares es mediante la eficiencia energética de las infraestructuras utilizadas que, además de conseguir un gran ahorro económico para el Estado, también da lugar a una gran mejora en seguridad al reducir las necesidades logísticas y con ellas los tan arriesgados trenes logísticos en zonas de operaciones conflictivas. Para cumplir con todo esto se ha realizado un estudio de los principales módulos de vida en operaciones, y tras confirmar definitivamente el potencial de mejora que estos contenedores presentan, se ha calculado un aislamiento para alcanzar los parámetros exigidos por el estándar Passivhaus. El resultado son los paneles aislantes externos que se adhieren entre sí en función de la franja climática donde se ubique el contenedor. A pesar del desembolso económico que supone para un Estado con las dificultades económicas actuales que presenta, da lugar un gran ahorro económico sobre todo a medio y largo plazo de aproximadamente 5.125.600 € anuales.

10. POSIBLES LÍNEAS FUTURAS.

Las principales líneas futuras relacionadas con el ahorro energético en las bases de operaciones en territorio internacional pueden ser las siguientes:

- Dentro de este proyecto lo ideal sería (con un presupuesto para Defensa más dilatado lógicamente) la elección de materiales aislantes que cumplan con los mismos cometidos

pero con un espesor mucho menor, para mejorar y facilitar aún más las capacidades de transporte y montaje.

- La instalación de sistemas que permitan utilizar el efecto invernadero para el aprovechamiento del calor del sol, de esta manera las superficies de los edificios dejarán pasar la luz del sol, y las paredes y el suelo actuarán como acumuladores de calor. La máxima eficacia se conseguiría combinando este uso con sofisticados sistemas indirectos que permitan transmitir ese calor recogido hacia zonas internas de los edificios mediante conducción, radiación y convección.
- Las tecnologías de control y la domótica instaladas en las instalaciones militares, que mediante una unidad central de control que reciba la información de sensores de luz, temperatura del aire y del agua, humedad o presencia de personas, analice los datos y sea capaz de activar o desactivar los dispositivos controlados, como por ejemplo la iluminación, calefactores, etc... en función de la hora, día de la semana o actividades previstas.
- La utilización de instalaciones fotovoltaicas que permitan generar corriente continua a partir de la energía que reciben sus paneles solares.

LISTA DE FIGURAS

<i>Figura 1: IED's en el año 2004: 191</i>	<i>3</i>
<i>Figura 2: IED's en el año 2007: 1.147.....</i>	<i>3</i>
<i>Figura 3: IED's en el año 2009: 3.420.....</i>	<i>3</i>
<i>Figura 4: Funcionamiento del test Blower Door.....</i>	<i>11</i>
<i>Figura 5: Resultados del test Blower Door.....</i>	<i>12</i>
<i>Figura 6: Modelado 3D de un contenedor de 20' desmontado.....</i>	<i>13</i>
<i>Figura 7: Modelado 3D de un contenedor de 20' ensamblado</i>	<i>13</i>
<i>Figura 8: Resumen de las exigencias de aislamiento actuales</i>	<i>15</i>
<i>Figura 9: Plancha de espuma rígida de poliuretano.....</i>	<i>16</i>
<i>Figura 10: Transmisión de calor por conducción, radiación y convección</i>	<i>17</i>
<i>Figura 11: Funcionamiento del recuperador de calor.....</i>	<i>18</i>
<i>Figura 12: Tabla resumen de las transmitancias necesarias en cada tipo de contenedor</i>	<i>20</i>
<i>Figura 13: Espesores necesarios para cubrir las necesidades Passivhaus</i>	<i>21</i>
<i>Figura 14: Modelo 3D del marco y del goterón del poyete.....</i>	<i>22</i>
<i>Figura 15: Tabla resumen del presupuesto para cada estación ASHRAE.....</i>	<i>22</i>

BIBLIOGRAFÍA

- [1] CONSEJO EUROPEO; *Europa 2020: Una estrategia para un crecimiento inteligente, sostenible e integrador*. Marzo 2007.
- [2] RUPÉREZ RUBIO, Francisco Javier; *España en la OTAN*. Plaza & Janes Editoriales, S.A. 1986.
- [3] COMELLAS, José Luis; *Historia de España moderna y contemporánea*. RIALP. 1999.
- [4] MINISTERIO DE DEFENSA; *Boletín Oficial del Ministerio de Defensa nº155*. Martes, 9 de agosto de 2011.
- [5] DIARIO OFICIAL DE LA UNIÓN EUROPEA; *Directiva 2010/31/UE del Parlamento Europeo y del Consejo*. 19 de mayo de 2010.
- [6] ROGERS, Simon; EVANS, Lisa; *10 years in Afghanistan*. The Guardian. 2011.
- [7] BOERMANS, Thomas; HERMELINK, Andreas; SCHIMMSCHAR, Sven; GRÖZINGER, Jan; OFFERMANN, Markus; *Principles for nearly Zero-Energy Buildings: Paving the way for effective implementation of policy requirements*. BPIE; ECOFYS; AALBORG UNIVERSITY. 2011.
- [8] MINISTERIO DE DEFENSA; *Misiones internacionales*. 2015.
- [9] MINISTERIO DE DEFENSA, Secretaría General Técnica (2014). *Operación Romeo Alfa: Balance de las Operaciones en Afganistán*. Revista Ejército, nº 878 extraordinario de mayo.
- [10] Mando de Adiestramiento y Doctrina, Ejército de Tierra. *Orientaciones: empleo de los ingenieros*. OR3-401.
- [11] NATO; *PPF (NAAG-LCG/7)D(2008)0001*. 20 de noviembre de 2008.
- [12] UTILIS S.A.S. *Gama TM*. <http://www.utilis-international.com/> visitado en Agosto.
- [13] DILLERS. *Tiendas de despliegue rápido. Tiendas Drash*. <http://www.dillers.es/> visitado en Agosto.
- [14] MINISTERIO DE DEFENSA; *Regimiento de Ingenieros nº11*. 2015.
- [15] ORTS PALÉS, José Luis; General de Brigada; *Discurso en SICUR*. 2014.
- [16] NATO; *'Smart Energy' camp opens eyes to promising energy-saving solutions*. 19 de enero de 2015.
- [17] INTA. *El ITM en SICUR: Greenmar*, nº18. Abril de 2014.
- [18] RODRIGUEZ SORIA, Beatriz. *Envolvente térmica Passivhaus: requerimientos y principales tipologías constructivas*. Plataforma Edificación Passivhaus. 2013.
- [19] COMUNIDAD DE MADRID; *Guía del estándar Passivhaus: Edificios de consume energético casi nulo*. 2011.
- [20] OLESEN, Bjarne; *International Standards for the indoor environment*. ASHRAE-ISO-7730

- [21] ALEJANDRE MARTÍNEZ, Javier. pliego de prescripciones técnicas para la adquisición del módulo de contenedores “VESTUARIO UTE” para la Provincial Support Base (PSB) en Qala i Naw. BING I. 2009.
- [22] Plataforma LIDER- CALENER; *Base de datos productos ISOVER*. ISOVER SAINT-GOBAIN MDNB-AG14-V3.
- [23] CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN; *DB-HE: Ahorro de Energía*. 2014.
- [24] AENOR. *Normas y publicaciones: Aislamiento térmico*. Enero 2002.
- [25] AENOR. *Normas y publicaciones: Prestaciones térmicas de edificios*. Enero 2000.
- [26] ASHRAE; *ASHRAE Handbook-Fundamentals, Chapter 14*. 2009.
- [28] REY MARTÍNEZ, Francisco Javier; VELASCO GÓMEZ, Eloy; *Calidad de ambientes interiores*. Thompson. 2007.
- [29] INNALTECH; *Advanced Architecture Aluminium*. Grifell Pons. 2010.
- [30] POLIURETANOS S.A. *Planchas revestidas: PUR*. 2015.
- [31] VARIOS AUTORES; *Fundamentos de Climatización*. ATECYR. 2010
- [32] ENERGIZA; *Radiación, conducción y convección*. 2013.
- [33] MOROTE SALMERÓN, José Luis; *Recuperador de calor: Conceptos básicos y definición*. OVACEN. 2014.
- [34] FERRER, Ramón; CASTELLÁ; Josep; *La ventilación de confort como sistema de ahorro energético*. Zahnder Group Ibérica IC, S.A. 2013.
- [35] MORILLÓN GÁLVEZ, David; MEJÍA DOMÍNGUEZ, David; *Modelo para diseño y evaluación del control solar en edificios*. IDIUNAM. 2004.
- [36] UTER, Iván. *El factor de forma como estrategia de diseño*. Huellas de arquitectura. 2013.

ANEXOS

ANEXO I: DEFINICIÓN Y EXIGENCIAS DEL STANDARD PASSIVHAUS EN NÚMEROS.

El estándar passivhaus exige unos detalles constructivos muy cuidados que cumplan con un alto grado de aislamiento, un control riguroso de las infiltraciones de aire indeseadas, unas carpinterías de gran calidad y un aprovechamiento óptimo del soleamiento de forma tal que mediante la ventilación mecánica a través de un recuperador de calor se consigue el aporte necesario para su climatización, sin necesidad de recurrir a ningún otro sistema. [19]

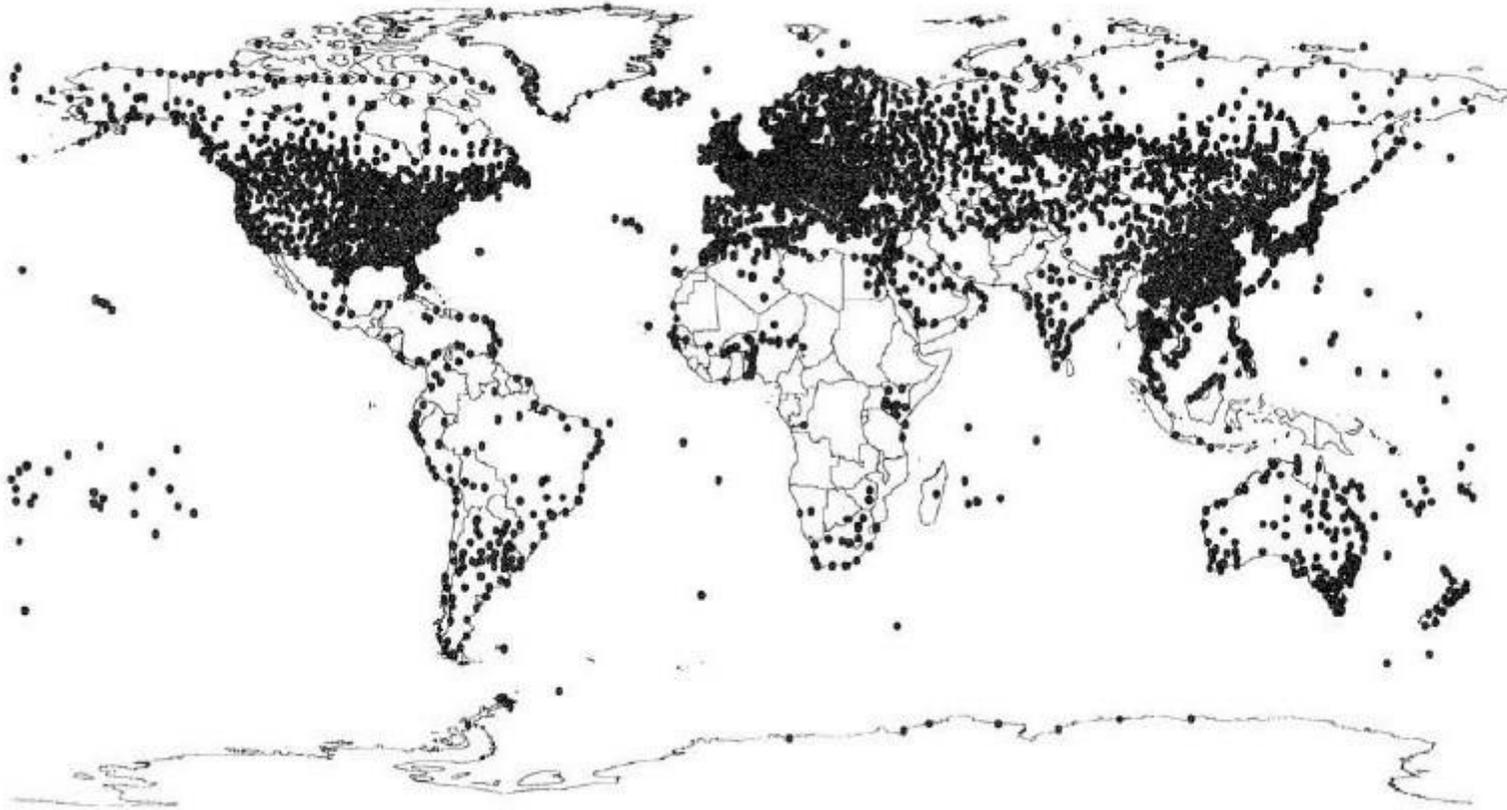
Por tanto, algunos de los principios básicos del estándar son el superaislamiento, el control de las infiltraciones, la ventilación mecánica con recuperación de calor, el uso de ventanas de altas prestaciones y la optimización de las ganancias solares y del calor interior. [19]

Los criterios en números del Standard Passivhaus son:

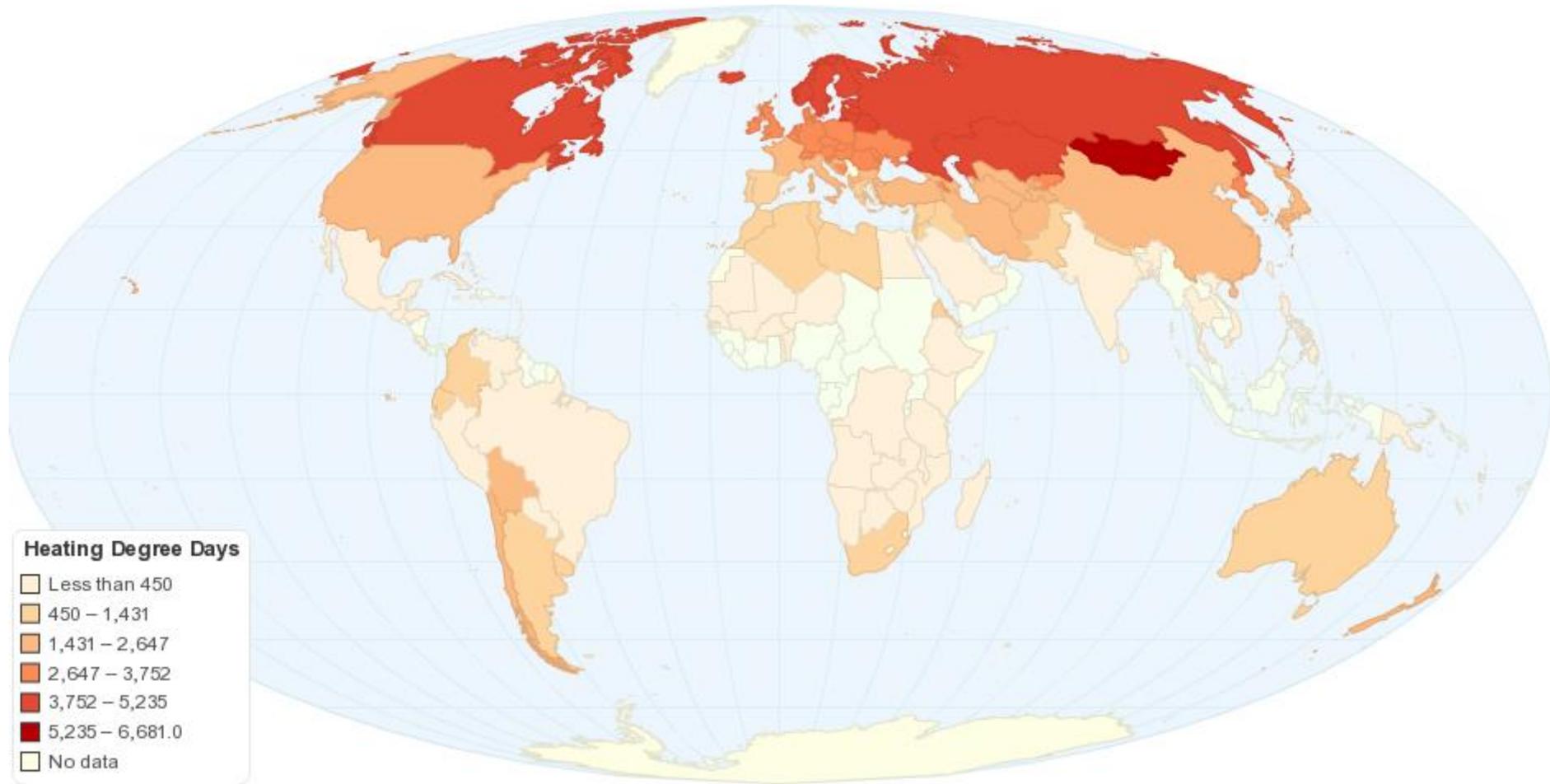
- a. Demanda máxima de energía final para calefacción de 15 kWh/m²a.
- b. Demanda máxima de energía final para refrigeración de 15 kWh/m²a.
- c. Para edificios con calefacción y refrigeración por aire, se incorpora como nueva alternativa conseguir una carga de frío y calor menor de 10 W/m².
- d. Valor del ensayo de estanqueidad al aire $\leq 0,6$ / h A 50 Pa.
- e. Consumo de energía primaria no superior a 120 kWh/ m²a. (Energía primaria de todos los sistemas de calefacción, refrigeración, agua caliente sanitaria, electricidad auxiliar, electrodomésticos, etc.)
- f. Temperaturas superficiales interiores de la envolvente térmica en invierno > 17 °c
- g. El tiempo de sobrecalentamiento T.max > 26°C durante 10 % T.uso al año del inmueble, T.uso = 8,760 horas.
- h. El passivhaus certifica con temperatura interior de 20 °C.

ANEXO II: SELECCIÓN DE FRANJAS CLIMÁTICAS.

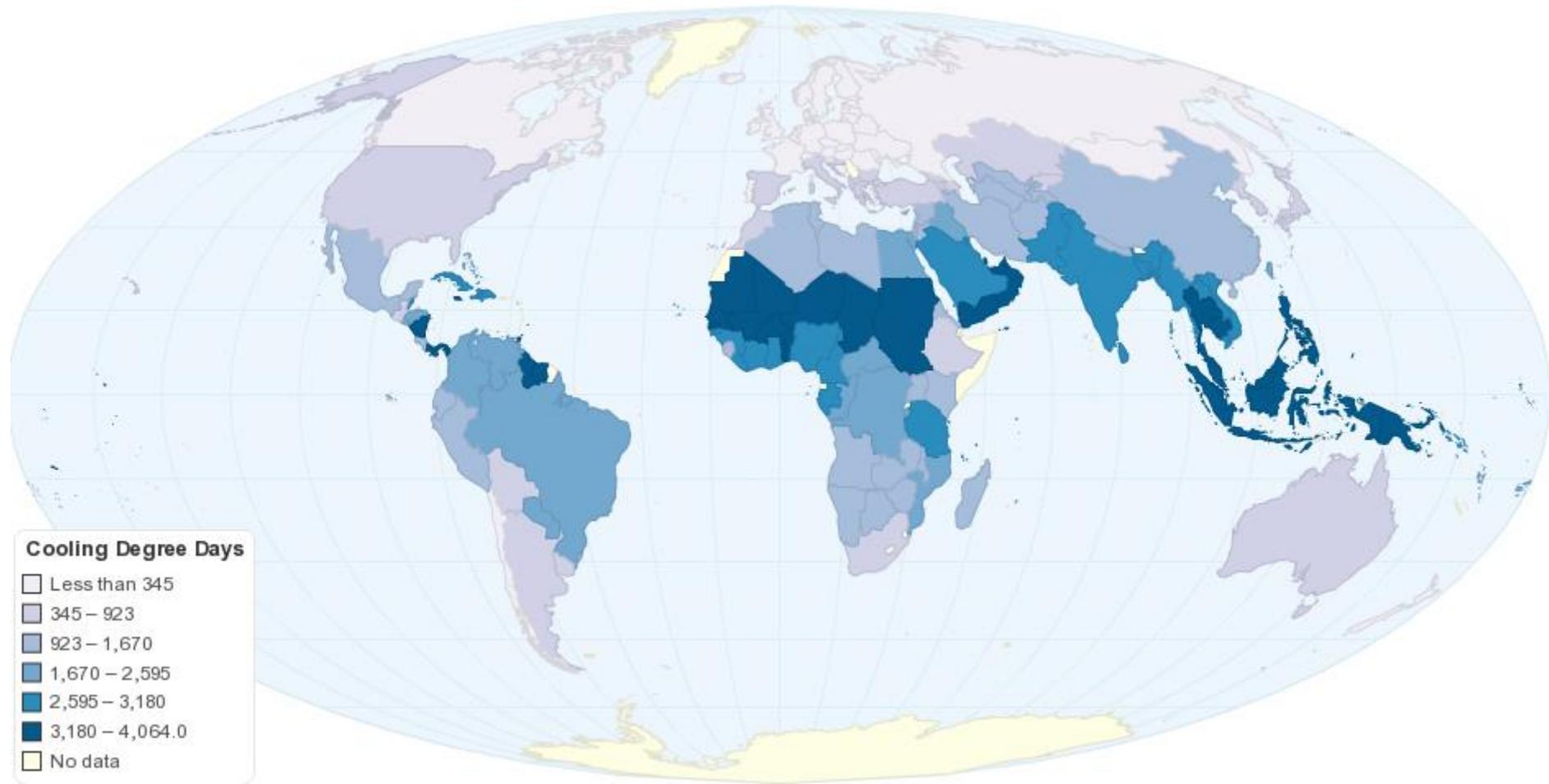
MAPA A: Estaciones ASHRAE. [26]



MAPA B: Heating Degree Days. [26]



MAPA C: Cooling Degree days. [26]



LISTADO I

- I. 2000 DD: San Diego Lindbergh Field, Carolina, Estados Unidos.
- II. 3000 DD: Córdoba Aero, Argentina.
- III. 4000 DD: Belgaum/Sambra, India.
- IV. 5000 DD: Libreville, Gabón.
- V. 6000 DD: Gumpoldskirchen, Austria.
- VI. 7000 DD: La Paz, Bolivia.
- VII. 8000 DD: Chaoyang, China.
- VIII. 9000 DD: Helsinki, Finlandia.
- IX. 10000 DD: Sheremetyevo, Federación Rusa.
- X. 11000 DD: Fort McMurray, Canadá.
- XI. 12000 DD: Ulaanbaatar, Mongolia

Para aclarar la idea sobre la posición geográfica de estas estaciones ver Mapa D en este mismo anexo II.

Mapa D: localización de las estaciones seleccionadas.





Universidad
Zaragoza

Informe de resultados

Test de estanqueidad (BlowerDoor)

Centro Universitario de la Defensa (CUD)

19/03/2015

GEEZAR SOLUCIONES SL

Universidad de Zaragoza

1. Introducción

1.1. Certificación Energética de Edificios

1.2. Determinación de la estanquidad al aire en edificios

1.2.1. Equipo BlowerDoor y el ensayo de infiltraciones

1.2.2. Nomenclatura de los resultados del ensayo

1.2.3. Localización de zonas de infiltración

2. Resultados de los ensayos con Blower Door

2.1. Módulo zona VIP

2.2. Contenedor de vida múltiple

3. Imágenes de detección de fugas

4. Análisis de resultados y conclusiones

1. Introducción

1.1 *Certificación Energética de Edificios*

El RD 235/2013 establece a nivel nacional una metodología de Certificación de la Eficiencia Energética de Edificios para la verificación del cumplimiento de los requisitos de eficiencia recogido en el actual Código Técnico de la Edificación (CTE). Sin embargo, esta certificación se basa en una simulación teórica con programas informáticos que emplean los parámetros y características constructivas recogidas en las memorias de los proyectos, pero esta información no es contrastada a pie de obra para corroborar que se corresponden con la realidad.

En este sentido, el uso de técnicas que permiten medir in situ la calidad constructiva real de los edificios, como el ensayo BlowerDoor o la termografía infrarroja, contribuyen a la generalización de las buenas prácticas en el proceso constructivo desde el punto de vista del ahorro energético, además de dar fiabilidad al proceso de certificación.

El ensayo BlowerDoor permite determinar el rendimiento y calidad de la envolvente a la estanquidad del aire, mientras que la Termografía Infrarroja permite inspeccionar la presencia de puentes térmicos o patologías que afecten al aislamiento térmico de la envolvente. Ambos ensayos afectan directamente al rendimiento energético del edificio y por tanto a la cantidad de energía necesaria para garantizar el confort interior.

Por tanto, la certificación energética basada exclusivamente en el cálculo teórico, debería ir más allá y ser complementada con ensayos e inspecciones técnicas como las anteriormente comentadas, realizadas según normativa:

- UNE-EN 13829:02: Aislamiento térmico. Determinación de la estanquidad al aire en edificios. Método de presurización por medio de ventilador.
- EN-13187: Prestaciones térmicas de edificios. Detección cualitativa de irregularidades en cerramientos de edificios. Método de infrarrojos.

1.2 *Determinación de la estanquidad al aire en edificios*

La entrada de aire no intencionada a través de ranuras del contorno de ventanas y puertas, grietas en paredes, techos, etc. se conoce como infiltración de aire. El viento incidente en las fachadas aumenta este efecto, al ejercer presión o succión sobre estas aberturas. Por tanto, deben sellarse de forma adecuada para garantizar la estanquidad de la envolvente y el buen desempeño térmico de ésta.

Un buen sellado que evite la entrada de aire exterior es tan importante como tener un buen aislamiento térmico, ya que un edificio poco estanco puede tener asociado un sobreconsumo de hasta un 30% como consecuencia del aire frío entrante que será necesario calefactar para alcanzar el confort interior. Por tanto, controlar la infiltración de aire es una de las medidas más efectivas para mejorar el rendimiento energético en la edificación.

1.2.1 Equipo BlowerDoor y el ensayo de infiltraciones

El BlowerDoor es el equipo que permite medir el hermetismo o estanqueidad de los edificios así como localizar las zonas donde se producen fugas o infiltraciones de aire.

El equipo consta de tres componentes principales (Figura 1):

- Panel de tela ajustable
- Dispositivo para medir el caudal de aire y gradiente de presiones
- Ventilador con diferentes anillos para regular el caudal de aire circulante

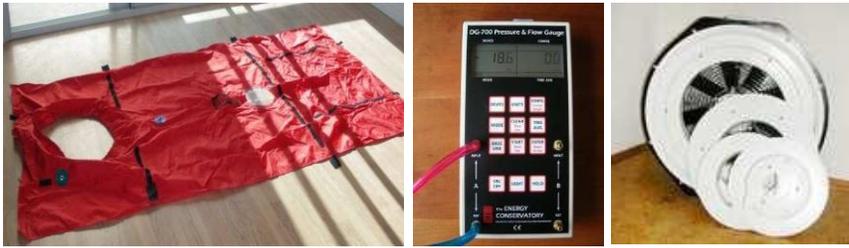


Figura 1. Componentes del equipo BlowerDoor.

Para realizar el ensayo, se instala el equipo en la puerta de entrada a la zona a ensayar y se acciona el ventilador, el cual comenzará a extraer aire del interior generando así una diferencia de presión entre interior y exterior. Esta despresurización creada en el interior, que suele ser de 50 Pa, fuerza al aire exterior a infiltrarse a través de los orificios o grietas presentes en la envolvente hacia el interior, y dicho flujo de aire entrante será el medido por el equipo para calcular la tasa de renovaciones que presenta el edificio (Figura 2).



Figura 2. Equipo instalado en la puerta de entrada y el Efecto de la despresurización generada que produce la entrada forzada de aire a través de la envolvente del edificio.

Así, con las medidas conjuntas de presión interior y flujo de aire extraído por el ventilador se determina la hermeticidad de la construcción, es decir, la tasa de renovaciones por hora asociada a la infiltración de aire no deseado a través de la envolvente.

Hay dos modos de realizar el ensayo con el equipo BlowerDoor:

One-point test € con este modo se mide el caudal para un valor de presión constante de 50 Pa (presión establecida en la UNE-EN 13829:02).

Multi-Point test€el test se realiza para una amplia gama de presiones (normalmente desde 70 a 25 Pa) dando una gráfica de puntos en escala logarítmica (Figura 3). Con este modo de medida múltiple se tiene mayor precisión en la obtención del ratio de infiltraciones a 50 Pa.

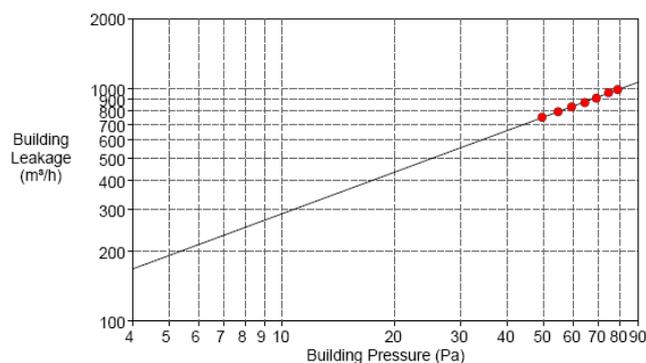


Figura 3. Curva en escala logarítmica proporcionado por el equipo. Representa el caudal de aire infiltrado en m³ /h para diferentes valores de despresurización de la vivienda en Pa.

1.2.2 Nomenclatura de los resultados del ensayo

El ensayo con BlowerDoor permite obtener varias medidas sobre la estanqueidad al aire de la envolvente. A continuación se explican los parámetros mostrados en los resultados de los ensayos:

- v_{50} (m³/h)= caudal de aire infiltrado en el espacio interior a una presión de 50 Pa.
- n_{50} (1/h)= nº de veces por hora que el volumen interior se renueva debido al aire exterior infiltrado cuando se produce una diferencia de presión de 50 Pa. Permite normalizar el ratio de infiltraciones con el volumen del edificio y así comparar de forma relativa el hermetismo entre edificios de diferente tamaño.
- Superficie equivalente de fugas (cm²)= es la estimación del área equivalente de orificios por los que se infiltra el aire a través de la envolvente. El equipo proporciona una horquilla rango de valores obtenidos mediante dos modelos matemáticos aceptados, el modelo *Canadian EqLA a 10 Pa* y el modelo *LBL ELA a 4 Pa*.
- Ec. de la Curva de infiltraciones graficada=

$$\text{Building Leakage (m}^3/\text{h)} = C_{\text{env}} \cdot \text{Building Pressure}^n \text{ (Pa)}$$

Donde:

Building Leakage (m³/h): Caudal de infiltraciones en el edificio

C_{env}: Coeficiente de infiltraciones

n: Exponente de infiltraciones

Building Pressure (Pa): Diferencia de presión interior-exterior

1.2.3 Localización de zonas de infiltración

No sólo es necesario saber si existen o no infiltraciones a través de la envolvente del edificio y poder cuantificarlas, sino que además es necesario saber dónde se producen para poderlas subsanar. Para ello el empleo del *lápiz de humo* o la termografía infrarroja son técnicas muy adecuadas para detectar los puntos problemáticos de manera muy eficaz, como puede observarse en las imágenes de la Figura 4.



Figura 4. Localización de infiltraciones mediante el movimiento del humo del lápiz o la

2. Resultados de los Ensayos con BlowerDoor

2.1 Módulo Zona VIP

BlowerDoor Test

Test Standard EN 13829, Method B

Minneapolis BlowerDoor Modell 4 - Tectite Express 3.6.7.0

Información

Técnico:	GEEZAR
Fecha:	19/03/2015
Zona:	Contenedor de vida múltiple

Condiciones de ensayo

Tª interior	11,8 °C	Viento escala beaufort	0
Tª exterior	11,8 °C	Velocidad viento	0-1 km/h
Presión	zona	Exposición al viento	Total

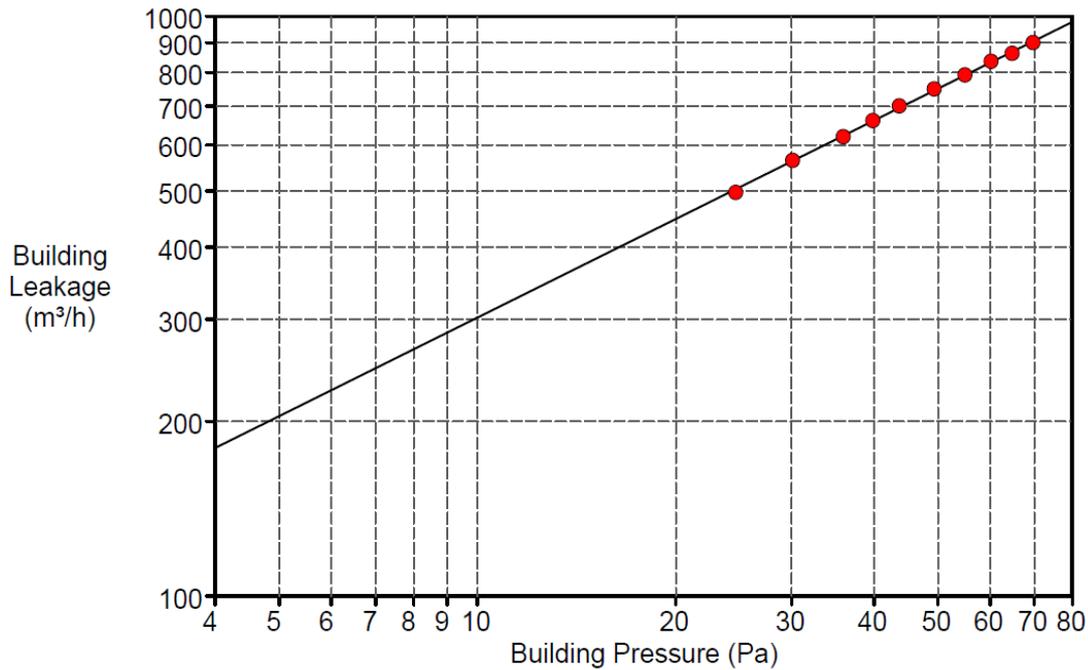
Volumen interior (V):	31 m ³	Error (%):	+/- 5
Área suelo (A _F):	13 m ²		
Area envolvente ext (A _E):	74 m ²		
Comentarios:			
Aireador sellado			

Test Multipoint

Zero Flow (baseline)	Dp ₀₁₊	Dp ₀₁₋	Dp ₀₂₊	Dp ₀₂₋
	0,5 Pa	-0,4 Pa	0,1 Pa	-0,4 Pa

Ring	Building Pressure	Fan Pressure	Fan Flow V _r	Tolerance
O ABCDE	[Pa]	[Pa]	[m ³ /h]	[%]
Dp01	-0,2	_____	_____	_____
B	-70	126	903	-0,63
B	-65	116	865	-0,75
B	-60	109	838	0,31
B	-55	97	794	0,07
B	-50	87	751	0,66
B	-44	76	702	0,85
B	-40	68	662	0,29
B	-36	59	621	-0,26
Dp02	0			

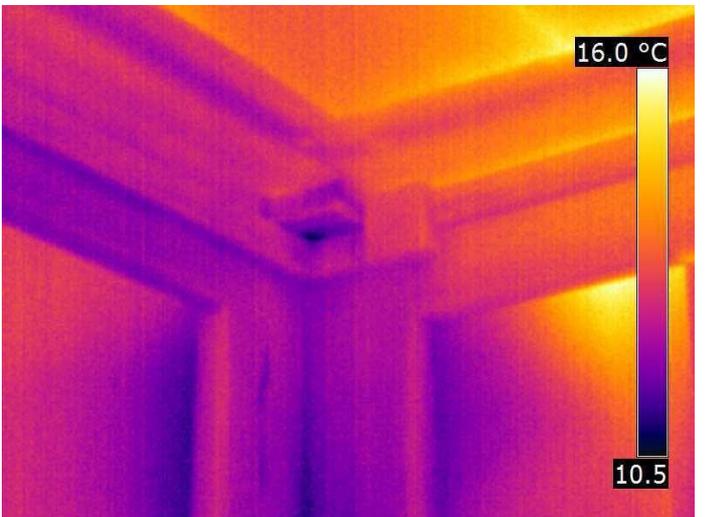
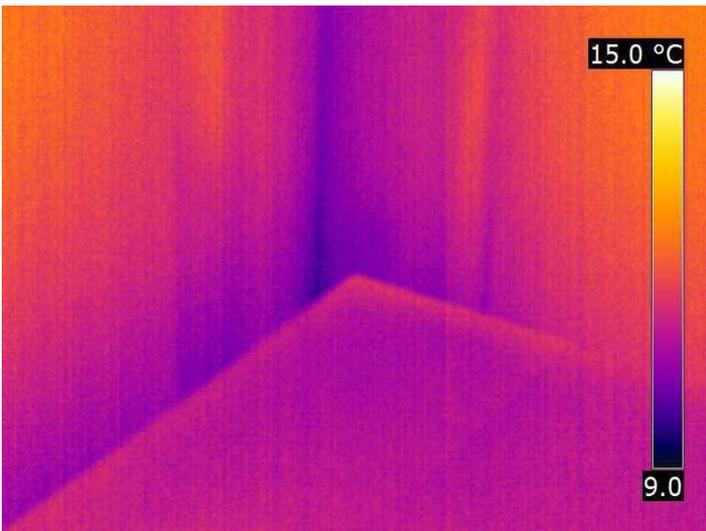
Correlation Coefficient r:	0,999
C_{env} [m ³ /(h Pa ⁿ)]	81,3
n [-]	0,57
Ec curva:	Building Leakage (m ³ /h) = $C_{env} \cdot \text{Building Pressure}^n$



Resultados promedio

V_{50}	Uncertainty	n_{50}	Uncertainty
m ³ /h	%	h ⁻¹	%
751	+/- 0,2 %	24,3	+/- 5 %

Superficie equivalente de fugas		
Canadian EqLA @ 10 Pa	4,59	cm ² /m ² surface area
LBL ELA @ 4 Pa	2,64	cm ² /m ² surface area



2.2 Contenedor de vida múltiple

BlowerDoor Test

Test Standard EN 13829, Method B

Minneapolis BlowerDoor Modell 4 - Tectite Express 3.6.7.0

Información

Técnico:	GEEZAR
Fecha:	19/03/2015
Zona:	Contenedor de vida múltiple

Condiciones de ensayo

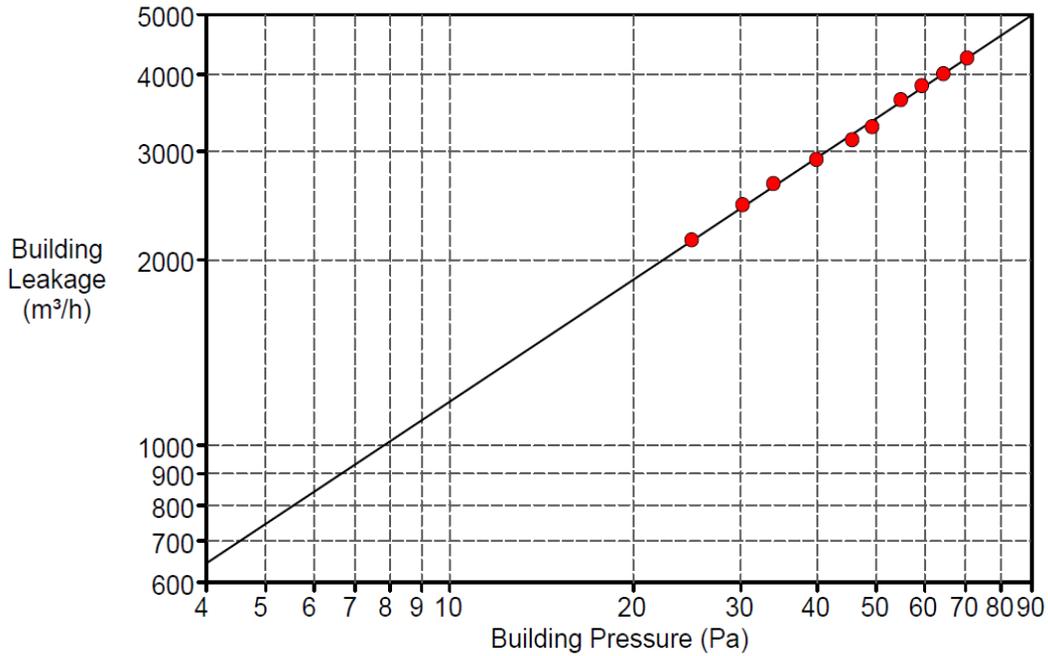
Tª interior	11,8 °C	Viento escala beaufort	0
Tª exterior	11,8 °C	Velocidad viento	0-1 km/h
Presión	zona	Exposición al viento	Total
Volumen interior (V):	132 m ³	Error (%):	+/- 5
Área suelo (A _F):	56 m ²		
Area envolvente ext (A _E):	185 m ²		
Comentarios:			

Test Multipoint

Zero Flow (baseline)	Dp₀₁₊	Dp₀₁₋	Dp₀₂₊	Dp₀₂₋
	0,9 Pa	-1,2 Pa	0,9 Pa	-0,8 Pa

Ring	Building Pressure	Fan Pressure	Fan Flow V _r	Tolerance
O ABCDE	[Pa]	[Pa]	[m ³ /h]	[%]
Dp01	-1,2	_____	_____	_____
0	-71	37	4.274	0,31
0	-65	33	4.031	0,29
0	-60	30	3.854	1,12
0	-56	27	3.657	1,04
A	-50	154	3.305	-2,02
A	-47	139	3.149	-1,93
A	-41	120	2.925	-0,56
A	-35	100	2.673	1,03
Dp02	-1			

Correlation Coefficient r:	0,998
C_{env} [m ³ /(h Pa ⁿ)]	259,0
n [-]	0,66
Ec curva:	Building Leakage (m³/h) = C_{env} · Building Pressureⁿ



Resultados promedio

V_{50}	Uncertainty	n_{50}	Uncertainty
m ³ /h	%	h ⁻¹	%
3.395	+/- 0,4 %	25,7	+/- 5 %

Superficie equivalente de fugas		
Canadian EqLA @ 10 Pa	7,10	cm ² /m ² surface area
LBL ELA @ 4 Pa	3,75	cm ² /m ² surface area

3. Imágenes de detección de fugas

A continuación se muestran algunas imágenes tomadas durante los ensayos que ilustran las incidencias más importantes detectadas con los equipos en las zonas analizadas.



Figura 5. Módulo VIP estudiado.

Los contenedores estudiados presentaban por lo general una baja estanqueidad al aire y un bajo nivel de aislamiento térmico, debido fundamentalmente al tipo y el estado de carpinterías presentes, así como a las uniones de los paneles y techo, reflejando un claro potencial de mejora.

En la imagen termográfica de la figura 6 puede apreciarse como en estos módulos las uniones entre los paneles entre sí y con el techo representan puntos fríos o elementos de pérdidas térmicas. En estos elementos se producen saltos térmicos de hasta 6°C con respecto a las zonas de pared lo cual da idea del flujo continuo de pérdidas térmicas que se producen en la actualidad a través de estos elementos durante el invierno, cuando en el exterior hay bajas temperaturas y en el contenedor esté funcionando el sistema de calefacción para mantener la temperatura adecuada en el interior que ronda los 21°C.

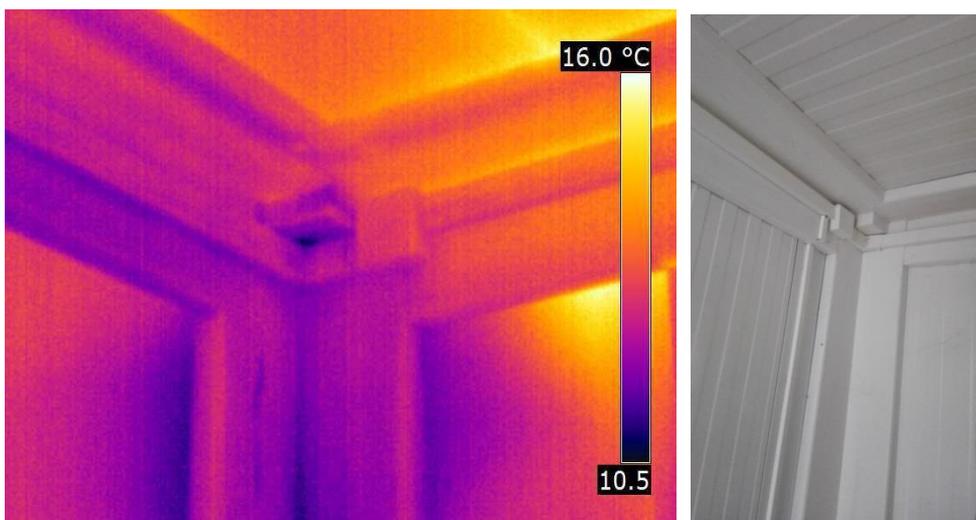


Figura 6. Imágenes de la unión interior entre paneles y techo.

Además de las uniones, también se detectaron varios elementos añadidos a la estructura que provocan un bajo nivel de estanqueidad, con juntas poco herméticas, sin llegar a producirse un cierre totalmente completo en muchos casos, y presencia de diferentes orificios por el uso que permiten una entrada directa de aire, como se muestra en la Figura 7.



Figura 7. Imágenes de la zona de ventanas con bajo nivel de hermeticidad al aire detectada con termografía y lápiz de humo.

4. Análisis de Resultados y Conclusiones

A continuación se muestra una tabla resumen con los resultados obtenidos en los espacios ensayados:

Espacio ensayado	n_{50} (h^{-1})	Volumen interior
Módulo VIP	24,3	31 m ³
Contenedor de vida múltiple	27,7	132 m ³

Figura 11. Resumen de los resultados de los ensayos realizados.

En la tabla siguiente se muestra una clasificación de la calidad constructiva de edificios según su tasa de renovación, realizada en base a estudios realizados en proyectos de investigación de la Universidad de Zaragoza y a lo recogido en normativas de otros países europeos, ya que el actual CTE no exige límites de hermeticidad, sino que sólo regula la ventilación controlada en su documento DB HS3 Calidad del Aire interior.

Estanqueidad al aire	Renovaciones a 50 Pa (n_{50})
Muy baja	> 10
Baja	> 7 - 10
Media-baja	> 4,5 - 7
Media-alta	> 2,5 - 4,5
Alta	> 1 - 2,5
Muy alta	< 1

Figura 12. Clasificación del nivel de estanqueidad según el valor de n_{50} .

Al comparar los resultados de la Figura 11 con la clasificación de la Figura 12 se observa que el nivel de estanqueidad al aire de las zonas ensayadas es bastante bajo, con tasas de n_{50} muy superiores a 10 renovaciones/h en la mayoría de los casos, lo cual deja patente el potencial de mejora que éstos edificios presentan.

ANEXO IV: LISTADO COMPLETO DE CARGAS TÉRMICAS PARA LA ESTACIÓN DE SAN DIEGO LINDBERG.

Aclarar que en el apartado 2.1 Refrigeración el dato de la potencia térmica interna total tiene que ser modificado puesto que hay que restarle las cargas interiores totales que nuestro módulo no posee.

ÍNDICE

1.- PARÁMETROS GENERALES	22
2.- RESULTADOS DE CÁLCULO DE LOS RECINTOS	23
2.1.- Refrigeración	23
2.2.- Calefacción	24
3.- RESUMEN DE LOS RESULTADOS DE CÁLCULO DE LOS RECINTOS	25
4.- RESUMEN DE LOS RESULTADOS PARA CONJUNTOS DE RECINTOS	25



Listado completo de cargas térmicas

Contenedor CYPE San Diego sin recuperador de calor.

Fecha: 25/06/15

1.- PARÁMETROS GENERALES

Emplazamiento: SAN DIEGO LINDBERGH FIELD

Latitud (grados): 32.74 grados

Altitud sobre el nivel del mar: 9 m

Percentil para verano: 5.0 %

Temperatura seca verano: 27.30 °C

Temperatura húmeda verano: 19.70 °C

Oscilación media diaria: 4.9 °C

Oscilación media anual: 21.8 °C

Percentil para invierno: 97.5 %

Temperatura seca en invierno: 8.20 °C

Humedad relativa en invierno: 80 %

Velocidad del viento: 4.6 m/s

Temperatura del terreno: 14.00 °C

Porcentaje de mayoración por la orientación N: 20 %

Porcentaje de mayoración por la orientación S: 0 %

Porcentaje de mayoración por la orientación E: 10 %

Porcentaje de mayoración por la orientación O: 10 %

Suplemento de intermitencia para calefacción: 5 %

Porcentaje de cargas debido a la propia instalación: 3 %

Porcentaje de mayoración de cargas (Invierno): 0 %

Porcentaje de mayoración de cargas (Verano): 0 %



Listado completo de cargas térmicas

Contenedor CYPE San Diego sin recuperador de calor.

Fecha: 25/06/15

2.- RESULTADOS DE CÁLCULO DE LOS RECINTOS

2.1.- Refrigeración

Planta baja

CARGA MÁXIMA (RECINTO AISLADO)								
Recinto	Conjunto de recintos							
CONTENEDOR (contenedor)	Planta baja - CONTENEDOR							
Condiciones de proyecto								
Internas			Externas					
Temperatura interior = 24.0 °C			Temperatura exterior = 27.3 °C					
Humedad relativa interior = 45.0 %			Temperatura húmeda = 19.7 °C					
Cargas de refrigeración a las 17h (15 hora solar) del día 22 de Agosto							C. LATENTE (W)	C. SENSIBLE (W)
Cerramientos exteriores								
Tipo	Orientación	Superficie (m ²)	U (W/(m ² ·K))	Peso (kg/m ²)	Color	Teq. (°C)		
Fachada	E	5.3	0.58	12	Intermedio	26.8		8.59
Fachada	N	13.7	0.58	12	Intermedio	26.8		21.90
Fachada	O	4.3	0.58	12	Intermedio	38.0		34.96
Fachada	S	11.6	0.58	12	Intermedio	32.4		56.90
Ventanas exteriores								
Núm. ventanas	Orientación	Superficie total (m ²)	U (W/(m ² ·K))	Coef. radiación solar	Ganancia (W/m ²)			
1	O		1.0	5.14	0.61	299.7		299.69
2	S		0.4	7.57	0.26	50.7		18.26
1	S		1.7	5.74	0.14	38.4		64.39
Cubiertas								
Tipo	Superficie (m ²)	U (W/(m ² ·K))	Peso (kg/m ²)	Color	Teq. (°C)			
Azotea	13.6	0.36	17	Intermedio	43.0			94.09
Total estructural								598.78
Ocupantes								
Actividad	Nº personas	C.lat/per (W)		C.sen/per (W)				
Sentado o en reposo	1	34.89		62.73				
							34.89	62.73
Iluminación								
Tipo	Potencia (W)		Coef. iluminación					
Fluorescente con reactancia	67.83		1.04					70.54
Instalaciones y otras cargas								500.00
Cargas interiores						34.89	629.90	
Cargas interiores totales							664.79	
Cargas debidas a la propia instalación							3.0 %	36.86
FACTOR CALOR SENSIBLE : 0.97						Cargas internas totales	34.89	1265.53
						Potencia térmica interna total	1300.42	
Ventilación								
Caudal de ventilación total (m ³ /h)								
82.6								
						197.31	89.54	
Cargas de ventilación						197.31	89.54	
Potencia térmica de ventilación total							286.85	
Potencia térmica						232.20	1355.08	
POTENCIA TÉRMICA POR SUPERFICIE 13.6 m²						117.0 W/m²	POTENCIA TÉRMICA TOTAL : 1587.3 W	



Listado completo de cargas térmicas

Contenedor CYPE San Diego sin recuperador de calor.

Fecha: 25/06/15

2.2.- Calefacción

Planta baja

CARGA MÁXIMA (RECINTO AISLADO)							
Recinto		Conjunto de recintos					
CONTENEDOR (contenedor)		Planta baja - CONTENEDOR					
Condiciones de proyecto							
Internas				Externas			
Temperatura interior = 20.0 °C				Temperatura exterior = 8.2 °C			
Humedad relativa interior = 45.0 %				Humedad relativa exterior = 80.0 %			
Cargas térmicas de calefacción							C. SENSIBLE (W)
Cerramientos exteriores							
Tipo	Orientación	Superficie (m²)	U (W/(m²·K))	Peso (kg/m²)	Color		
Fachada	E	5.3	0.58	12	Intermedio	40.03	
Fachada	N	13.7	0.58	12	Intermedio	112.58	
Fachada	O	4.3	0.58	12	Intermedio	32.47	
Fachada	S	11.6	0.58	12	Intermedio	79.84	
Ventanas exteriores							
Núm. ventanas	Orientación	Superficie total (m²)	U (W/(m²·K))				
1	O	1.0	5.14			66.72	
2	S	0.4	7.57			32.15	
1	S	1.7	5.74			113.49	
Cubiertas							
Tipo	Superficie (m²)	U (W/(m²·K))	Peso (kg/m²)	Color			
Azotea	13.6	0.37	17	Intermedio	59.83		
Forjados inferiores							
Tipo	Superficie (m²)	U (W/(m²·K))	Peso (kg/m²)				
solera	13.6	0.45	35	36.37			
Total estructural							573.48
Cargas interiores totales							
Cargas debidas a la intermitencia de uso							5.0 % 28.67
Cargas internas totales							602.15
Ventilación							
Caudal de ventilación total (m³/h)							
82.6							320.19
Potencia térmica de ventilación total							320.19
POTENCIA TÉRMICA POR SUPERFICIE 13.6 m²							68.0 W/m²
POTENCIA TÉRMICA TOTAL :							922.3 W



Listado completo de cargas térmicas

Contenedor CYPE San Diego sin recuperador de calor.

Fecha: 25/06/15

3.- RESUMEN DE LOS RESULTADOS DE CÁLCULO DE LOS RECINTOS

Refrigeración

Conjunto: Planta baja - CONTENEDOR														
Recinto	Planta	Subtotales			Carga interna		Ventilación			Potencia térmica				
		Estructural (W)	Sensible interior (W)	Total interior (W)	Sensible (W)	Total (W)	Caudal (m³/h)	Sensible (W)	Carga total (W)	Por superficie (W/m²)	Sensible (W)	Máxima simultánea (W)	Máxima (W)	
CONTENEDOR	Planta baja	598.78	629.90	664.79	1265.53	1300.42	82.60	89.54	286.85	117.01	1355.08	1587.28	1587.28	
Total							82.6	Carga total simultánea				1587.3		

Calefacción

Conjunto: Planta baja - CONTENEDOR							
Recinto	Planta	Carga interna sensible (W)	Ventilación		Potencia		
			Caudal (m³/h)	Carga total (W)	Por superficie (W/m²)	Máxima simultánea (W)	Máxima (W)
CONTENEDOR	Planta baja	602.15	82.60	320.19	67.99	922.34	922.34
Total			82.6	Carga total simultánea		922.3	

4.- RESUMEN DE LOS RESULTADOS PARA CONJUNTOS DE RECINTOS

Refrigeración		
Conjunto	Potencia por superficie (W/m²)	Potencia total (W)
Planta baja - CONTENEDOR	116.7	1587.3

Calefacción		
Conjunto	Potencia por superficie (W/m²)	Potencia total (W)
Planta baja - CONTENEDOR	67.8	922.3

ÍNDICE

1.- PARÁMETROS GENERALES	22
2.- RESULTADOS DE CÁLCULO DE LOS RECINTOS	23
2.1.- Refrigeración	23
2.2.- Calefacción	24
3.- RESUMEN DE LOS RESULTADOS DE CÁLCULO DE LOS RECINTOS	25
4.- RESUMEN DE LOS RESULTADOS PARA CONJUNTOS DE RECINTOS	25



Listado completo de cargas térmicas

Contenedor CYPE San Diego con recuperador de calor.

Fecha: 25/06/15

1.- PARÁMETROS GENERALES

Emplazamiento: SAN DIEGO LINDBERGH FIELD

Latitud (grados): 32.74 grados

Altitud sobre el nivel del mar: 9 m

Percentil para verano: 5.0 %

Temperatura seca verano: 27.30 °C

Temperatura húmeda verano: 19.70 °C

Oscilación media diaria: 4.9 °C

Oscilación media anual: 21.8 °C

Percentil para invierno: 97.5 %

Temperatura seca en invierno: 8.20 °C

Humedad relativa en invierno: 80 %

Velocidad del viento: 4.6 m/s

Temperatura del terreno: 14.00 °C

Porcentaje de mayoración por la orientación N: 20 %

Porcentaje de mayoración por la orientación S: 0 %

Porcentaje de mayoración por la orientación E: 10 %

Porcentaje de mayoración por la orientación O: 10 %

Suplemento de intermitencia para calefacción: 2.5 %

Porcentaje de cargas debido a la propia instalación: 0 %

Porcentaje de mayoración de cargas (Invierno): 0 %

Porcentaje de mayoración de cargas (Verano): 0 %



Listado completo de cargas térmicas

Contenedor CYPE San Diego con recuperador de calor.

Fecha: 25/06/15

2.- RESULTADOS DE CÁLCULO DE LOS RECINTOS

2.1.- Refrigeración

Planta baja

CARGA MÁXIMA (RECINTO AISLADO)							C. LATENTE (W)	C. SENSIBLE (W)	
Recinto		Conjunto de recintos							
CONTENEDOR (contenedor)		Planta baja - CONTENEDOR							
Condiciones de proyecto									
Internas				Externas					
Temperatura interior = 24.0 °C				Temperatura exterior = 22.7 °C					
Humedad relativa interior = 60.0 %				Temperatura húmeda = 18.7 °C					
Cargas de refrigeración a las 10h (8 hora solar) del día 1 de Julio									
Cerramientos exteriores									
Tipo	Orientación	Superficie (m²)	U (W/(m²·K))	Peso (kg/m²)	Color	Teq. (°C)			
Fachada	S	13.0	0.12	19	Intermedio	22.7		-2.05	
Ventanas exteriores									
Núm. ventanas	Orientación	Superficie total (m²)	U (W/(m²·K))	Coef. radiación solar	Ganancia (W/m²)				
1	E		1.0	1.18	0.30	98.2		98.23	
1	N		1.7	0.87	0.00	-1.1		-1.80	
Total estructural								94.37	
Ocupantes									
Actividad	Nº personas	C.lat/per (W)	C.sen/per (W)						
Sentado o en reposo	1	34.89	63.41				34.89	63.41	
Iluminación									
Tipo	Potencia (W)	Coef. iluminación							
Fluorescente con reactancia	11.19	1.12						12.54	
Instalaciones y otras cargas									
Cargas interiores							34.89	76.94	
Cargas interiores totales								111.83	
FACTOR CALOR SENSIBLE : 0.83							Cargas internas totales	34.89	171.32
Potencia térmica interna total								206.21	
Ventilación									
Caudal de ventilación total (m³/h)									
31.3									
Recuperación de calor									
Eficiencia térmica = 94.0 %									
Cargas de ventilación							18.50	-13.78	
Potencia térmica de ventilación total								4.72	
Potencia térmica							53.39	157.54	
POTENCIA TÉRMICA POR SUPERFICIE 11.2 m²							18.8 W/m²	POTENCIA TÉRMICA TOTAL : 210.9 W	



Listado completo de cargas térmicas

Contenedor CYPE San Diego con recuperador de calor.

Fecha: 25/06/15

2.2.- Calefacción

Planta baja

CARGA MÁXIMA (RECINTO AISLADO)							
Recinto		Conjunto de recintos					
CONTENEDOR (contenedor)		Planta baja - CONTENEDOR					
Condiciones de proyecto							
Internas				Externas			
Temperatura interior = 20.0 °C				Temperatura exterior = 8.2 °C			
Humedad relativa interior = 60.0 %				Humedad relativa exterior = 80.0 %			
Cargas térmicas de calefacción							C. SENSIBLE (W)
Cerramientos exteriores							
Tipo	Orientación	Superficie (m²)	U (W/(m²·K))	Peso (kg/m²)	Color		
Fachada	O	4.6	0.12	19	Intermedio	7.46	
Fachada	S	13.0	0.12	19	Intermedio	19.09	
Fachada	E	3.6	0.12	19	Intermedio	5.84	
Fachada	N	10.9	0.12	19	Intermedio	19.32	
Ventanas exteriores							
Núm. ventanas	Orientación	Superficie total (m²)	U (W/(m²·K))				
1	E	1.0	1.18			15.32	
2	N	0.4	1.63			8.33	
1	N	1.7	0.87			20.66	
Cubiertas							
Tipo	Superficie (m²)	U (W/(m²·K))	Peso (kg/m²)	Color			
Azotea	11.2	0.11	23	Intermedio	14.64		
Forjados inferiores							
Tipo	Superficie (m²)	U (W/(m²·K))	Peso (kg/m²)				
solera	11.2	0.13	41	8.62			
Total estructural							119.27
Cargas interiores totales							
Cargas debidas a la intermitencia de uso							2.5 % 2.98
Cargas internas totales							122.25
Ventilación							
Caudal de ventilación total (m³/h)							
31.3							121.33
Recuperación de calor							
Eficiencia térmica = 94.0 %							-114.05
Potencia térmica de ventilación total							7.28
POTENCIA TÉRMICA POR SUPERFICIE 11.2 m²							11.6 W/m²
POTENCIA TÉRMICA TOTAL :							129.5 W



Listado completo de cargas térmicas

Contenedor CYPE San Diego con recuperador de calor.

Fecha: 25/06/15

3.- RESUMEN DE LOS RESULTADOS DE CÁLCULO DE LOS RECINTOS

Refrigeración

Conjunto: Planta baja - CONTENEDOR													
Recinto	Planta	Subtotales			Carga interna		Ventilación			Potencia térmica			
		Estructural (W)	Sensible interior (W)	Total interior (W)	Sensible (W)	Total (W)	Caudal (m ³ /h)	Sensible (W)	Carga total (W)	Por superficie (W/m ²)	Sensible (W)	Máxima simultánea (W)	Máxima (W)
CONTENEDOR	Planta baja	94.37	76.94	111.83	171.32	206.21	31.30	-13.78	4.72	18.84	157.54	210.93	210.93
Total							31.3	Carga total simultánea			210.9		

Calefacción

Conjunto: Planta baja - CONTENEDOR							
Recinto	Planta	Carga interna sensible (W)	Ventilación		Potencia		
			Caudal (m ³ /h)	Carga total (W)	Por superficie (W/m ²)	Máxima simultánea (W)	Máxima (W)
CONTENEDOR	Planta baja	122.25	31.30	7.28	11.57	129.53	129.53
Total			31.3	Carga total simultánea		129.5	

4.- RESUMEN DE LOS RESULTADOS PARA CONJUNTOS DE RECINTOS

Refrigeración		
Conjunto	Potencia por superficie (W/m ²)	Potencia total (W)
Planta baja - CONTENEDOR	18.8	210.9

Calefacción		
Conjunto	Potencia por superficie (W/m ²)	Potencia total (W)
Planta baja - CONTENEDOR	11.6	129.5

ANEXO V: PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARA LA ADQUISICIÓN DE CONTENEDORES EN LA BASE DE QALA I NAW. [21]

**PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARA LA ADQUISICIÓN
CONTENEDORES PARA LA PROVINCIAL SUPPORT BASE (PSB)
QALA e NAW MAR09**

INDICE:

1.- OBJETO.

2.- UNIDAD DE OBRA Nº1: CONTENEDOR PREFABRICADO DE VIDA.

1. OBJETO

El objeto del presente Pliego de Prescripciones Técnicas es el de establecer los requisitos técnicos mínimos a exigir y cumplir por parte de las empresas ofertantes, y en su caso adjudicatarias, para la adquisición de 8 contenedores de vida en la PROVINCIAL SUPPORT BASE (PSB), situada en las proximidades del aeropuerto de Qala e Naw,(Afganistán).

2.- UNIDAD DE OBRA Nº1: CONTENEDOR PREFABRICADO DE VIDA.

2.1.- DEFINICION:

Elemento transportable con un techo rígido, paredes laterales rígidas y un suelo, que tiene carácter semipermanente, y es lo suficientemente resistente para permitir su reiterada utilización. Equipado con dispositivos que facilitan su estiba y su manipulación, especialmente para el trasbordo de un modo de transporte a otro. Dispone de equipamientos básicos para habitar: aislamiento térmico, electricidad y climatización.

2.2.-_CONDICIONES QUE DEBEN CUMPLIR LOS MATERIALES.

2.2.1.- Dimensiones

<i>Dimensiones exteriores:</i>	<i>Largo</i>	<i>6,0-6,05 m</i>
	<i>Ancho</i>	<i>2,435 - 2,6- m</i>
	<i>Alto</i>	<i>2,6-2,79 m</i>

2.2.2.- Características técnicas

<i>Carga de nieve</i>	<i>100 Kg. /m2</i>
<i>Carga de viento</i>	<i>150 Kg. /m2</i>
<i>Coefficiente de transmisión térmica en paredes</i>	<i>0,4- 0,45 m2 h °C</i>
<i>Coefficiente de transmisión térmica en techo</i>	<i>0,5</i>

2.2.3.- Características de los los paneles

Paneles de 50-60 mm de ancho. La fabricación del citado panel sándwich se realizará partiendo de bobina de acero laminado en frío de 0,5 mm de espesor que se galvaniza, con recubrimiento de acabado especial (prelacado). Posteriormente se inyectará el poliuretano expandido con una densidad media de 40 Kg. /m³, causante de la capacidad aislante de la espuma rígida.

Se colocarán ventanas en los paramentos del contenedor que den al exterior, de las siguientes características:

Ventana corredera de 2 hojas de aluminio anodizado en color natural de 15 micras, de 100x100 cm. de medidas totales, compuesta por cerco, hojas y herrajes de deslizamiento y de seguridad, instalada sobre precerco de aluminio, sellado de juntas y limpieza, incluso con p.p. de medios auxiliares. s/NTE-FCL-5 española, o norma correspondiente, vigente en Afganistán.

Las puertas de acceso a los contenedores serán de paso de 1 hoja de 80x200 cm., formada por 2 láminas de acero prelacado en perfil comercial de 0,6 mm. de espesor, y núcleo central de espuma de poliuretano de 40 Kg. /m³. con un espesor total de 50 mm. sobre estructura auxiliar metálica, rigidizadores con perfiles de acero conformado en frío, herrajes de colgar, cerradura con manillón de nylon, cerco de perfil de acero conformado en frío, acabado con capa de pintura epoxi polimerizada al horno, elaborada en taller, ajuste y fijación en obra. Se colocarán en los lugares especificados en planos.

2.2.4 Características del suelo

Estará compuesto por una estructura metálica con los siguientes elementos.

Viga longitudinal formada por perfil laminado del tipo UPN 140 o superior

Vigas transversales de borde en extremos cortos del tipo perfil laminado UPN 80 o superior soldado a tope a los perfiles longitudinales.

Correas intermedias formadas por perfil conformado omega 80.50.2,5.o similar en cuanto a su resistencia.

Suelo de tablero hidrófugo/fenólico de partículas de madera aglomerada de 19 mm de espesor, con las siguientes propiedades:

Resistencia a flexión: 130 Kg./cm²

Módulo de elasticidad:19000 kg/cm²

Densidad media: 630 kg/m³

El recubrimiento del suelo será pavimento flotante modelo haya, cerezo, roble o nogal de 2 lamas, con sistema de cierre entre tablas, sin encolar, en los cuatro lados de la tabla, formado por una capa superior de tablas de chapa de madera de haya de aprox. 0,5 mm. de espesor, con alma de tablero de HDF y contracara de madera de pino, de dimensiones 1225x193x7 mm o similar, acabada con barniz acrílico de endurecimiento UV, totalmente libre de disolventes y formaldehído, colocado sobre lámina de polietileno celular de 2 mm. de espesor con film de polietileno de 0,2 mm. incorporado barrera anti-vapor, i/p.p. rodapié macizo de pino rechapado en la madera del pavimento SE80 de dimensiones 80x13 mm. Certificado ISO 14001 medioambiental, colocado sobre piso existente de tablero fenólico, s/NTE-RSR-13 española o normativa correspondiente en Afganistán.

2.2.5.- Techo

Los bastidores de techo están realizados utilizando perfiles similares al suelo con una cubierta de chapa plegada unida y un aislante de fibra de vidrio de 7,5 cm. Falso techo de chapa metálica.

Equipado en la cuatro esquinas de anillas adosadas al lado más estrecho que permitan su izado con grúa.

2.2.6.- Instalaciones eléctricas:

Conducciones mediante cable manguera , aislado mediante polietileno reticulado, aislamiento 750 V, dimensionadas para una electrificación de 550 W por base de enchufe en lavabos y adecuado a calentador en contenedores de autoridad y enchufes para calefacciones de contenedores de ablución.

Estas conducciones parten del cuadro general de mando y control, y discurren en sus tramos verticales bajo regletas instaladas.

La conducción hasta interruptores o bases de enchufe transcurre por el interior de los paneles.

Se instalarán por cada pared dos enchufes dobles.

Como iluminación se utilizan 2 luminarias fluorescentes de superficie para 2 x 36 W con lamas de protección, salvo en zonas húmedas con emisión de vapor, donde se utilizarán luminarias fluorescentes con difusor de policarbonato transparente. Las luminarias son atornilladas a las lamas metálicas de techo, que poseen rigidez suficiente para servirles de base.

Luminarias de emergencia, de 165 lúmenes, con LED verde de indicación de funcionamiento correcto, tiempo de recarga de 24 h, 0.55 A.

Dotado de un sistema de calefacción con un equipo de calefacción de aceite 2000 w máximo.

Con toma de tierra y su pica correspondiente.

2.2.7.- Instalaciones de climatización

Dotado con aire acondicionado y bomba de calor situado en el frontal contrario a la puerta y con sus correspondientes soportes externos, capacidad de refrigeración de 3000 frigorías/hora y 1,2 KW, nivel de ruido inferior a 40 db.

2.3.- EQUIPO NECESARIO PARA LA EJECUCION DE LAS OBRAS.

Grúa telescópica autotransportable con capacidad para elevar cargas hasta 8 tn.

Equipo de montaje.

2.4.- FORMA DE EJECUCION.

El trabajo de montaje del contenedor comenzara a partir de la recepción de los materiales a pie de obra. Una vez replanteados los puntos de apoyo sobre cimentación donde se prevé montar el contenedor se procederá al montaje de la estructura de este según secuencia de montaje prevista en las instrucciones generales de montaje del fabricante. Finalizado el montaje de la estructura se

procederá al montaje de los cerramientos verticales y horizontales. La instalación eléctrica y de climatización se instalará cuando la Dirección de Obra lo ordene pudiéndose realizarse individualmente por contenedor completamente montado o mediante instalación conjunta completa en todos los contenedores que forman el edificio.

2.5.- CONTROL DE CALIDAD.

Antes del montaje y colocación del contenedor se comprobará que la superficie sobre la que va a apoyar se encuentra perfectamente nivelada y limpia.

Una vez montados los contenedores se comprobarán que las juntas y uniones quedan perfectamente estancas, unidas y selladas. Se inspeccionará el interior de los contenedores comprobándose que las calidades de los materiales concuerdan con las definidas por el presente Pliego. Igualmente se comprobarán las redes y aparatos verificando que cumplen las condiciones, número y calidades prescritas.

2.6.- MEDICION.

Unidad (Ud) de adquisición de contenedor prefabricado de vida para alojamiento de personal de 6,05x2,435x2,79 m. de 14,73 m². Estructura y cerramiento de chapa galvanizada pintada, aislamiento de poliestireno expandido autoextinguible, interior con tablero melaminado en color. Cubierta de chapa galvanizada reforzada con perfil de acero; fibra de vidrio de 60 mm., interior con tablex lacado. Suelo de aglomerado revestido con PVC continuo de 2 mm., y poliestireno de 50 mm. con apoyo en base de chapa galvanizada de sección trapezoidal. Puerta de 0,8x2 m., de chapa galvanizada de 1 mm., reforzada y con poliestireno de 20 mm., picaporte y cerradura. Ventana aluminio anodizado corredera, contraventana de acero galvanizado. Instalación eléctrica a 220 V., toma de tierra, automático, 2 fluorescentes de 36 W., enchufe. Dotado con aire acondicionado y bomba de calor capacidad de refrigeración de 3000 frigorías/hora y 1,2 KW, nivel de ruido inferior a 40 db. Con transporte a pie de obra en PSB de Qala e Naw, Afganistán.(ida y vuelta). Entrega y recogida del módulo con camión grúa.

Las dimensiones y mediciones de las unidades de obra que figuran en el pliego se describen en los planos que lo acompañan, se indican las características de los materiales a utilizar en cada una de las partes de la obra y vienen a completar la calidad y cuantía de los trabajos que, con anterioridad y de manera general, se han descrito.

ANEXO VI: ESESORES DEL RECUBRIMIENTO REQUERIDOS PARA CADA ESTACIÓN ASHRAE.

Estación ASHRAE	Fachada	Cubierta	Solera
San Diego Lindbergh	7.5	7.5	9
Córdoba Aero	9	13.5	13.5
Belgaum	13.5	15	15
Libreville	15	15	17
Gumpoldskirchen	17	19	22.5
La Paz	19	22.5	22.5
Chaoyang	25	25	27
Helsinki	27	29	30
Sheremetyevo *	30	30	30
Fort McMurray *	30	30	30
Ulaanbaatar *	30	30	30

Espesores reales requeridos. Fuente: Propia.

ANEXO VII PRESUPUESTO PARA CADA FRANJA CLIMATICA SELECCIONADA.

Presupuesto San Diego Lindbergh Field

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe
1.1	M2	Aislamiento térmico-acústico realizado con plancha de espuma rígida de poliuretano con HFC o Pentano y rev. permeable de gases, estructura de celda cerrada del polímero, recibido con espigas y sellado de juntas con pasta y cinta de papel microperforado, densidad de 35±2 kg/m3 y reacción al fuego AE (autoextinguible).			
		Total m2	103,106	23,28	2.400,31
1.2	Kg	Perfil UPN de 3 mm de espesor. 15x40x15.			
		Total kg	293,330	1,15	337,33
Total presupuesto parcial nº 1 Paneles aislamiento - San Diego :					2.737,64
2.1	Ud	Ventana de PVC de 30x30 cm., basculante, con marco de PVC, material de junta epdm (polímero elástico de gran aislamiento), refuerzo del perfil de acero galvanizado, doble acristalamiento 6/16/6, ruptura de puente térmico, estanqueidad 9A y resistencia a la carga de viento 3C.			
		Total ud	2,000	41,00	82,00
2.2	M2	Ventana de PVC de 100x100 cm., oscilobatiente, con marco de PVC, material de junta epdm (polímero elástico de gran aislamiento), refuerzo del perfil de acero galvanizado, doble acristalamiento 6/16/6, ruptura de puente térmico, estanqueidad 9A y resistencia a la carga de viento 3C.			
		Total m2	1,000	92,00	92,00
Total presupuesto parcial nº 2 Ventanas :					174,00
3.1	Ud	Recuperador de calor con una ventilación de confort hasta 370 m³/h y una recuperación del calor con un rendimiento superior al 90%, aire de impulsión 16.5º con Tª exterior de -10ºC sin calefacción adicional, consumo nominal 0,45kwg/m3 consumo mínimo de energía gracias a los motores de corriente continua, ruido atmosférico 30 dB función de protección contra heladas: eficaz también a bajas temperaturas, montaje y mantenimientos rápidos y seguros, precalentador integrado y regulación de la humedad y radiocontrol e indicación de colmatación de filtros.			
		Total ud	1,000	2.063,74	2.063,74
Total presupuesto parcial nº 3 Recuperador de calor :					2.063,74

Presupuesto de ejecución material

1 Paneles aislamiento - San Diego	2.737,64
2 Ventanas	174,00
3 Recuperador de calor	2.063,74
	<hr/>
Total	4.975,38

Asciende el presupuesto de ejecución material a la expresada cantidad de CUATRO MIL NOVECIENTOS SETENTA Y CINCO EUROS CON TREINTA Y OCHO CÉNTIMOS.

Zaragoza a 6 de julio de 2015
El ingeniero industrial

Daniel Pando Luena

Presupuesto Córdoba Aero

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe
1.1	M2	Aislamiento térmico-acústico realizado con plancha de espuma rígida de poliuretano con HFC o Pentano y rev. permeable de gases, estructura de celda cerrada del polímero, recibido con espigas y sellado de juntas con pasta y cinta de papel microperforado, densidad de 35±2 kg/m3 y reacción al fuego AE (autoextinguible).			
		Total m2	132,640	23,28	3.087,86
1.2	Kg	Perfil UPN de 3 mm de espesor. 15x40x15.			
		Total kg	293,330	1,15	337,33
Total presupuesto parcial nº 1 Paneles aislamiento - Córdoba Aero :					3.425,19
2.1	Ud	Ventana de PVC de 30x30 cm., basculante, con marco de PVC, material de junta epdm (polímero elástico de gran aislamiento), refuerzo del perfil de acero galvanizado, doble acristalamiento 6/16/6, ruptura de puente térmico, estanqueidad 9A y resistencia a la carga de viento 3C.			
		Total ud	2,000	41,00	82,00
2.2	M2	Ventana de PVC de 100x100 cm., oscilobatiente, con marco de PVC, material de junta epdm (polímero elástico de gran aislamiento), refuerzo del perfil de acero galvanizado, doble acristalamiento 6/16/6, ruptura de puente térmico, estanqueidad 9A y resistencia a la carga de viento 3C.			
		Total m2	1,000	92,00	92,00
Total presupuesto parcial nº 2 Ventanas :					174,00
3.1	Ud	Recuperador de calor con una ventilación de confort hasta 370 m³/h y una recuperación del calor con un rendimiento superior al 90%, aire de impulsión 16.5° con Tª exterior de -10°C sin calefacción adicional, consumo nominal 0,45kwg/m3 consumo mínimo de energía gracias a los motores de corriente continua, ruido atmosférico 30 dB función de protección contra heladas: eficaz también a bajas temperaturas, montaje y mantenimientos rápidos y seguros, precalentador integrado y regulación de la humedad y radiocontrol e indicación de colmatación de filtros.			
		Total ud	1,000	2.063,74	2.063,74
Total presupuesto parcial nº 3 Recuperador de calor :					2.063,74

Presupuesto de ejecución material

1 Paneles aislamiento - Córdoba Aero	3.425,19
2 Ventanas	174,00
3 Recuperador de calor	2.063,74
	<hr/>
Total	5.662,93

Asciende el presupuesto de ejecución material a la expresada cantidad de CINCO MIL SEISCIENTOS SESENTA Y DOS EUROS CON NOVENTA Y TRES CÉNTIMOS.

Zaragoza a 6 de julio de 2015
El ingeniero industrial

Daniel Pando Luena

Presupuesto Belgaum

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe	
1.1	M2	Aislamiento térmico-acústico realizado con plancha de espuma rígida de poliuretano con HFC o Pentano y rev. permeable de gases, estructura de celda cerrada del polímero, recibido con espigas y sellado de juntas con pasta y cinta de papel microperforado, densidad de 35±2 kg/m3 y reacción al fuego AE (autoextinguible).				
			Total m2	154,660	23,28	3.600,48
1.2	Kg	Perfil UPN de 3 mm de espesor. 15x40x15.				
			Total kg	293,330	1,15	337,33
Total presupuesto parcial nº 1 Paneles aislamiento - Belgaum :					3.937,81	
2.1	Ud	Ventana de PVC de 30x30 cm., basculante, con marco de PVC, material de junta epdm (polímero elástico de gran aislamiento), refuerzo del perfil de acero galvanizado, doble acristalamiento 6/16/6, ruptura de puente térmico, estanqueidad 9A y resistencia a la carga de viento 3C.				
			Total ud	2,000	41,00	82,00
2.2	M2	Ventana de PVC de 100x100 cm., oscilobatiente, con marco de PVC, material de junta epdm (polímero elástico de gran aislamiento), refuerzo del perfil de acero galvanizado, doble acristalamiento 6/16/6, ruptura de puente térmico, estanqueidad 9A y resistencia a la carga de viento 3C.				
			Total m2	1,000	92,00	92,00
Total presupuesto parcial nº 2 Ventanas :					174,00	
3.1	Ud	Recuperador de calor con una ventilación de confort hasta 370 m³/h y una recuperación del calor con un rendimiento superior al 90%, consumo mínimo de energía gracias a los motores de corriente continua, función de protección contra heladas: eficaz también a bajas temperaturas, montaje y mantenimientos rápidos y seguros, precalentador integrado y regulación de la humedad y radiocontrol e indicación de colmatación de filtros.				
			Total ud	1,000	2.063,74	2.063,74
Total presupuesto parcial nº 3 Recuperador de calor :					2.063,74	

Presupuesto de ejecución material

1 Paneles aislamiento - Belgaum	3.937,81
2 Ventanas	174,00
3 Recuperador de calor	2.063,74
	<hr/>
Total	6.175,55

Asciende el presupuesto de ejecución material a la expresada cantidad de SEIS MIL CIENTO SETENTA Y CINCO EUROS CON CINCUENTA Y CINCO CÉNTIMOS.

Zaragoza a 6 de julio de 2015
El ingeniero industrial

Daniel Pando Luena

Presupuesto Libreville

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe
1.1	M2	Aislamiento térmico-acústico realizado con plancha de espuma rígida de poliuretano con HFC o Pentano y rev. permeable de gases, estructura de celda cerrada del polímero, recibido con espigas y sellado de juntas con pasta y cinta de papel microperforado, densidad de 35±2 kg/m3 y reacción al fuego AE (autoextinguible).			
		Total m2	169,430	23,28	3.944,33
1.2	Kg	Perfil UPN de 3 mm de espesor. 15x40x15.			
		Total kg	293,330	1,15	337,33
Total presupuesto parcial nº 1 Paneles aislamiento - Libreville :					4.281,66
2.1	Ud	Ventana de PVC de 30x30 cm., basculante, con marco de PVC, material de junta epdm (polímero elástico de gran aislamiento), refuerzo del perfil de acero galvanizado, doble acristalamiento 6/16/6, ruptura de puente térmico, estanqueidad 9A y resistencia a la carga de viento 3C.			
		Total ud	2,000	41,00	82,00
2.2	M2	Ventana de PVC de 100x100 cm., oscilobatiente, con marco de PVC, material de junta epdm (polímero elástico de gran aislamiento), refuerzo del perfil de acero galvanizado, doble acristalamiento 6/16/6, ruptura de puente térmico, estanqueidad 9A y resistencia a la carga de viento 3C.			
		Total m2	1,000	92,00	92,00
Total presupuesto parcial nº 2 Ventanas :					174,00
3.1	Ud	Recuperador de calor con una ventilación de confort hasta 370 m³/h y una recuperación del calor con un rendimiento superior al 90%, consumo mínimo de energía gracias a los motores de corriente continua, función de protección contra heladas: eficaz también a bajas temperaturas, montaje y mantenimientos rápidos y seguros, precalentador integrado y regulación de la humedad y radiocontrol e indicación de colmatación de filtros.			
		Total ud	1,000	2.063,74	2.063,74
Total presupuesto parcial nº 3 Recuperador de calor :					2.063,74

Presupuesto Córdoba Aero

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe
-----------	-----------	--------------------	-----------------	---------------	----------------

Presupuesto de ejecución material

1		Paneles aislamiento - Libreville			4.281,66
2		Ventanas			174,00
3		Recuperador de calor			2.063,74
Total					6.519,40

Asciende el presupuesto de ejecución material a la expresada cantidad de SEIS MIL QUINIENTOS DIECINUEVE EUROS CON CUARENTACÉNTIMOS.

Zaragoza a 6 de julio de 2015
El ingeniero industrial

Daniel Pando Luena

Presupuesto Gumpoldskirchen

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe
1.1	M2	Aislamiento térmico-acústico realizado con plancha de espuma rígida de poliuretano con HFC o Pentano y rev. permeable de gases, estructura de celda cerrada del polímero, recibido con espigas y sellado de juntas con pasta y cinta de papel microperforado, densidad de 35±2 kg/m3 y reacción al fuego AE (autoextinguible).			
		Total m2	206,210	23,28	4.800,57
1.2	Kg	Perfil UPN de 3 mm de espesor. 15x40x15.			
		Total kg	293,330	1,15	337,33
Total presupuesto parcial nº 1 Paneles aislamiento - Gumpoldskirchen :					5.137,90
2.1	Ud	Ventana de PVC de 30x30 cm., basculante, con marco de PVC, material de junta epdm (polímero elástico de gran aislamiento), refuerzo del perfil de acero galvanizado, doble acristalamiento 6/16/6, ruptura de puente térmico, estanqueidad 9A y resistencia a la carga de viento 3C.			
		Total ud	2,000	41,00	82,00
2.2	M2	Ventana de PVC de 100x100 cm., oscilobatiente, con marco de PVC, material de junta epdm (polímero elástico de gran aislamiento), refuerzo del perfil de acero galvanizado, doble acristalamiento 6/16/6, ruptura de puente térmico, estanqueidad 9A y resistencia a la carga de viento 3C.			
		Total m2	1,000	92,00	92,00
Total presupuesto parcial nº 2 Ventanas :					174,00
3.1	Ud	Recuperador de calor con una ventilación de confort hasta 370 m³/h y una recuperación del calor con un rendimiento superior al 90%, consumo mínimo de energía gracias a los motores de corriente continua, función de protección contra heladas: eficaz también a bajas temperaturas, montaje y mantenimientos rápidos y seguros, precalentador integrado y regulación de la humedad y radiocontrol e indicación de colmatación de filtros.			
		Total ud	1,000	2.063,74	2.063,74
Total presupuesto parcial nº 3 Recuperador de calor :					2.063,74

Presupuesto Córdoba Aero

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe
-----------	-----------	--------------------	-----------------	---------------	----------------

Presupuesto de ejecución material

1		Paneles aislamiento -Gumpoldskirchen			5.137,90
2		Ventanas			174,00
3		Recuperador de calor			2.063,74
Total					7.375,64

Asciende el presupuesto de ejecución material a la expresada cantidad de SIETE MIL TRESCIENTOS SETENTA Y CINCO EUROS CON SESENTA Y CUATRO CÉNTIMOS.

Zaragoza a 6 de julio de 2015
El ingeniero industrial

Daniel Pando Luena

Presupuesto La Paz

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe
1.1	M2	Aislamiento térmico-acústico realizado con plancha de espuma rígida de poliuretano con HFC o Pentano y rev. permeable de gases, estructura de celda cerrada del polímero, recibido con espigas y sellado de juntas con pasta y cinta de papel microperforado, densidad de 35±2 kg/m3 y reacción al fuego AE (autoextinguible).			
		Total m2	220,980	23,28	5.144,41
1.2	Kg	Perfil UPN de 3 mm de espesor. 15x40x15.			
		Total kg	293,330	1,15	337,33
Total presupuesto parcial nº 1 Paneles aislamiento - La Paz :					5.481,74
2.1	Ud	Ventana de PVC de 30x30 cm., basculante, con marco de PVC, material de junta epdm (polímero elástico de gran aislamiento), refuerzo del perfil de acero galvanizado, doble acristalamiento 6/16/6, ruptura de puente térmico, estanqueidad 9A y resistencia a la carga de viento 3C.			
		Total ud	2,000	41,00	82,00
2.2	M2	Ventana de PVC de 100x100 cm., oscilobatiente, con marco de PVC, material de junta epdm (polímero elástico de gran aislamiento), refuerzo del perfil de acero galvanizado, doble acristalamiento 6/16/6, ruptura de puente térmico, estanqueidad 9A y resistencia a la carga de viento 3C.			
		Total m2	1,000	92,00	92,00
Total presupuesto parcial nº 2 Ventanas :					174,00
3.1	Ud	Recuperador de calor con una ventilación de confort hasta 370 m³/h y una recuperación del calor con un rendimiento superior al 90%, consumo mínimo de energía gracias a los motores de corriente continua, función de protección contra heladas: eficaz también a bajas temperaturas, montaje y mantenimientos rápidos y seguros, precalentador integrado y regulación de la humedad y radiocontrol e indicación de colmatación de filtros.			
		Total ud	1,000	2.063,74	2.063,74
Total presupuesto parcial nº 3 Recuperador de calor :					2.063,74

Presupuesto de ejecución material

1 Paneles aislamiento - La Paz	5.481,74
2 Ventanas	174,00
3 Recuperador de calor	2.063,74
<hr/>	
Total	7.719,48

Asciende el presupuesto de ejecución material a la expresada cantidad de SIETE MIL SETECIENTOS DIECINUEVE EUROS CON CUARENTA Y OCHO CÉNTIMOS.

Zaragoza a 6 de julio de 2015
El ingeniero industrial

Daniel Pando Luena

Presupuesto Chaoyang

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe
1.1	M2	Aislamiento térmico-acústico realizado con plancha de espuma rígida de poliuretano con HFC o Pentano y rev. permeable de gases, estructura de celda cerrada del polímero, recibido con espigas y sellado de juntas con pasta y cinta de papel microperforado, densidad de 35±2 kg/m3 y reacción al fuego AE (autoextinguible).			
		Total m2	257,760	23,28	6.000,65
1.2	Kg	Perfil UPN de 3 mm de espesor. 15x40x15.			
		Total kg	293,330	1,15	337,33
Total presupuesto parcial nº 1 Paneles aislamiento - Chaoyang :					6.337,98
2.1	Ud	Ventana de PVC de 30x30 cm., basculante, con marco de PVC, material de junta epdm (polímero elástico de gran aislamiento), refuerzo del perfil de acero galvanizado, doble acristalamiento 6/16/6, ruptura de puente térmico, estanqueidad 9A y resistencia a la carga de viento 3C.			
		Total ud	2,000	41,00	82,00
2.2	M2	Ventana de PVC de 100x100 cm., oscilobatiente, con marco de PVC, material de junta epdm (polímero elástico de gran aislamiento), refuerzo del perfil de acero galvanizado, doble acristalamiento 6/16/6, ruptura de puente térmico, estanqueidad 9A y resistencia a la carga de viento 3C.			
		Total m2	1,000	92,00	92,00
Total presupuesto parcial nº 2 Ventanas :					174,00
3.1	Ud	Recuperador de calor con una ventilación de confort hasta 370 m³/h y una recuperación del calor con un rendimiento superior al 90%, consumo mínimo de energía gracias a los motores de corriente continua, función de protección contra heladas: eficaz también a bajas temperaturas, montaje y mantenimientos rápidos y seguros, precalentador integrado y regulación de la humedad y radiocontrol e indicación de colmatación de filtros.			
		Total ud	1,000	2.063,74	2.063,74
Total presupuesto parcial nº 3 Recuperador de calor :					2.063,74

Presupuesto de ejecución material

1 Paneles aislamiento -Chaoyang	6.337,98
2 Ventanas	174,00
3 Recuperador de calor	2.063,74
	<hr/>
Total	8.575,72

Asciende el presupuesto de ejecución material a la expresada cantidad de OCHO MIL QUINIENTOS SETENTA Y CINCO EUROS CON SETENTA Y DOS CÉNTIMOS.

Zaragoza a 6 de julio de 2015
El ingeniero industrial

Daniel Pando Luena

Presupuesto Helsinki

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe
1.1	M2	Aislamiento térmico-acústico realizado con plancha de espuma rígida de poliuretano con HFC o Pentano y rev. permeable de gases, estructura de celda cerrada del polímero, recibido con espigas y sellado de juntas con pasta y cinta de papel microperforado, densidad de 35±2 kg/m3 y reacción al fuego AE (autoextinguible).			
		Total m2	294,550	23,28	6.857,12
1.2	Kg	Perfil UPN de 3 mm de espesor. 15x40x15.			
		Total kg	293,330	1,15	337,33
Total presupuesto parcial nº 1 Paneles aislamiento - Sheremetyevo :					7.194,45
2.1	Ud	Ventana de PVC de 30x30 cm., basculante, con marco de PVC, material de junta epdm (polímero elástico de gran aislamiento), refuerzo del perfil de acero galvanizado, doble acristalamiento 6/16/6, ruptura de puente térmico, estanqueidad 9A y resistencia a la carga de viento 3C.			
		Total ud	2,000	41,00	82,00
2.2	M2	Ventana de PVC de 100x100 cm., oscilobatiente, con marco de PVC, material de junta epdm (polímero elástico de gran aislamiento), refuerzo del perfil de acero galvanizado, doble acristalamiento 6/16/6, ruptura de puente térmico, estanqueidad 9A y resistencia a la carga de viento 3C.			
		Total m2	1,000	92,00	92,00
Total presupuesto parcial nº 2 Ventanas :					174,00
3.1	Ud	Recuperador de calor con una ventilación de confort hasta 370 m³/h y una recuperación del calor con un rendimiento superior al 90%, consumo mínimo de energía gracias a los motores de corriente continua, función de protección contra heladas: eficaz también a bajas temperaturas, montaje y mantenimientos rápidos y seguros, precalentador integrado y regulación de la humedad y radiocontrol e indicación de colmatación de filtros.			
		Total ud	1,000	2.063,74	2.063,74
Total presupuesto parcial nº 3 Recuperador de calor :					2.063,74

Presupuesto de ejecución material

1 Paneles aislamiento - Helsinki	7.194,45
2 Ventanas	174,00
3 Recuperador de calor	2.063,74
	<hr/>
Total	9.432,19

Asciende el presupuesto de ejecución material a la expresada cantidad de NUEVE MIL CUATROCIENTOS TREINTA Y DOS EUROS CON DIECINUEVE CÉNTIMOS.

Zaragoza a 6 de julio de 2015
El ingeniero industrial

Daniel Pando Luena

Presupuesto Sheremetyevo

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe	
1.1	M2	Aislamiento térmico-acústico realizado con plancha de espuma rígida de poliuretano con HFC o Pentano y rev. permeable de gases, estructura de celda cerrada del polímero, recibido con espigas y sellado de juntas con pasta y cinta de papel microperforado, densidad de 35±2 kg/m3 y reacción al fuego AE (autoextinguible).	Total m2	294,550	23,28	6.857,12
1.2	Kg	Perfil UPN de 3 mm de espesor. 15x40x15.	Total kg	293,330	1,15	337,33
Total presupuesto parcial nº 1 Paneles aislamiento - Sheremetyevo :					7.194,45	
2.1	Ud	Ventana de PVC de 30x30 cm., basculante, con marco de PVC, material de junta epdm (polímero elástico de gran aislamiento), refuerzo del perfil de acero galvanizado, doble acristalamiento 6/16/6, ruptura de puente térmico, estanqueidad 9A y resistencia a la carga de viento 3C.	Total ud	2,000	41,00	82,00
2.2	M2	Ventana de PVC de 100x100 cm., oscilobatiente, con marco de PVC, material de junta epdm (polímero elástico de gran aislamiento), refuerzo del perfil de acero galvanizado, doble acristalamiento 6/16/6, ruptura de puente térmico, estanqueidad 9A y resistencia a la carga de viento 3C.	Total m2	1,000	92,00	92,00
Total presupuesto parcial nº 2 Ventanas :					174,00	
3.1	Ud	Recuperador de calor con una ventilación de confort hasta 370 m³/h y una recuperación del calor con un rendimiento superior al 90%, consumo mínimo de energía gracias a los motores de corriente continua, función de protección contra heladas: eficaz también a bajas temperaturas, montaje y mantenimientos rápidos y seguros, precalentador integrado y regulación de la humedad y radiocontrol e indicación de colmatación de filtros.	Total ud	1,000	2.063,74	2.063,74
Total presupuesto parcial nº 3 Recuperador de calor :					2.063,74	
4.1		Bomba de calor de aire-agua con ventiladores axiales, de potencia frigorífica 4700 Wf. y potencia calorífica 4500 Wc., formada por compresores herméticos, calentador de cárter, intercambiador, protección antihielo, válvula de expansión termostática, presostatos de alta y baja, compresor SWING, motor reluctante DC Inverter y control PAM, capacidad para conectarse entre sí hasta un máximo de cinco unidades.	Total ud	1,000	880,65	880,65
Total presupuesto parcial nº 4 Bomba de calor - agua :					880,65	

Presupuesto de ejecución material

1 Paneles aislamiento -Sheremetyevo	7.194,45
2 Ventanas	174,00
3 Recuperador de calor	2.063,74
4 Bomba de calor -agua	880,65
Total	10.312,84

Asciende el presupuesto de ejecución material a la expresada cantidad de DIEZ MIL TRESCIENTOS DOCE EUROS CON OCHENTA Y CUATROCÉNTIMOS.

Zaragoza a 6 de julio de 2015
El ingeniero industrial

Daniel Pando Luena

Presupuesto Fort McMurray

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe	
1.1	M2	Aislamiento térmico-acústico realizado con plancha de espuma rígida de poliuretano con HFC o Pentano y rev. permeable de gases, estructura de celda cerrada del polímero, recibido con espigas y sellado de juntas con pasta y cinta de papel microperforado, densidad de 35±2 kg/m3 y reacción al fuego AE (autoextinguible).				
			Total m2	294,550	23,28	6.857,12
1.2	Kg	Perfil UPN de 3 mm de espesor. 15x40x15.				
			Total kg	293,330	1,15	337,33
Total presupuesto parcial nº 1 Paneles aislamiento - Sheremetyevo :					7.194,45	
2.1	Ud	Ventana de PVC de 30x30 cm., basculante, con marco de PVC, material de junta epdm (polímero elástico de gran aislamiento), refuerzo del perfil de acero galvanizado, doble acristalamiento 6/16/6, ruptura de puente térmico, estanqueidad 9A y resistencia a la carga de viento 3C.				
			Total ud	2,000	41,00	82,00
2.2	M2	Ventana de PVC de 100x100 cm., oscilobatiente, con marco de PVC, material de junta epdm (polímero elástico de gran aislamiento), refuerzo del perfil de acero galvanizado, doble acristalamiento 6/16/6, ruptura de puente térmico, estanqueidad 9A y resistencia a la carga de viento 3C.				
			Total m2	1,000	92,00	92,00
Total presupuesto parcial nº 2 Ventanas :					174,00	
3.1	Ud	Recuperador de calor con una ventilación de confort hasta 370 m³/h y una recuperación del calor con un rendimiento superior al 90%, consumo mínimo de energía gracias a los motores de corriente continua, función de protección contra heladas: eficaz también a bajas temperaturas, montaje y mantenimientos rápidos y seguros, precalentador integrado y regulación de la humedad y radiocontrol e indicación de colmatación de filtros.				
			Total ud	1,000	2.063,74	2.063,74
Total presupuesto parcial nº 3 Recuperador de calor :					2.063,74	
4.1		Bomba de calor de aire-agua con ventiladores axiales, de potencia frigorífica 4700 Wf. y potencia calorífica 4500 Wc., formada por compresores herméticos, calentador de cárter, intercambiador, protección antihielo, válvula de expansión termostática, presostatos de alta y baja, compresor SWING, motor reluctante DC Inverter y control PAM, capacidad para conectarse entre sí hasta un máximo de cinco unidades.				
			Total ud	1,000	880,65	880,65
Total presupuesto parcial nº 4 Bomba de calor - agua :					880,65	

Presupuesto de ejecución material

1 Paneles aislamiento –Fort McMurray	7.194,45
2 Ventanas	174,00
3 Recuperador de calor	2.063,74
4 Bomba de calor - agua	880,65
Total	10.312,84

Asciende el presupuesto de ejecución material a la expresada cantidad de DIEZ MIL TRESCIENTOS DOCE EUROS CON OCHENTA Y CUATROCÉNTIMOS.

Zaragoza a 6 de julio de 2015
El ingeniero industrial

Daniel Pando Luena

Presupuesto Ulaanbaatar

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe
1.1	M2	Aislamiento térmico-acústico realizado con plancha de espuma rígida de poliuretano con HFC o Pentano y rev. permeable de gases, estructura de celda cerrada del polímero, recibido con espigas y sellado de juntas con pasta y cinta de papel microperforado, densidad de 35±2 kg/m3 y reacción al fuego AE (autoextinguible).			
		Total m2	294,550	23,28	6.857,12
1.2	Kg	Perfil UPN de 3 mm de espesor. 15x40x15.			
		Total kg	293,330	1,15	337,33
Total presupuesto parcial nº 1 Paneles aislamiento - Sheremetyevo :					7.194,45
2.1	Ud	Ventana de PVC de 30x30 cm., basculante, con marco de PVC, material de junta epdm (polímero elástico de gran aislamiento), refuerzo del perfil de acero galvanizado, doble acristalamiento 6/16/6, ruptura de puente térmico, estanqueidad 9A y resistencia a la carga de viento 3C.			
		Total ud	2,000	41,00	82,00
2.2	M2	Ventana de PVC de 100x100 cm., oscilobatiente, con marco de PVC, material de junta epdm (polímero elástico de gran aislamiento), refuerzo del perfil de acero galvanizado, doble acristalamiento 6/16/6, ruptura de puente térmico, estanqueidad 9A y resistencia a la carga de viento 3C.			
		Total m2	1,000	92,00	92,00
Total presupuesto parcial nº 2 Ventanas :					174,00
3.1	Ud	Recuperador de calor con una ventilación de confort hasta 370 m³/h y una recuperación del calor con un rendimiento superior al 90%, consumo mínimo de energía gracias a los motores de corriente continua, función de protección contra heladas: eficaz también a bajas temperaturas, montaje y mantenimientos rápidos y seguros, precalentador integrado y regulación de la humedad y radiocontrol e indicación de colmatación de filtros.			
		Total ud	1,000	2.063,74	2.063,74
Total presupuesto parcial nº 3 Recuperador de calor :					2.063,74
4.1		Bomba de calor de aire-agua con ventiladores axiales, de potencia frigorífica 4700 Wf. y potencia calorífica 4500 Wc., formada por compresores herméticos, calentador de cárter, intercambiador, protección antihielo, válvula de expansión termostática, presostatos de alta y baja, compresor SWING, motor reluctante DC Inverter y control PAM, capacidad para conectarse entre sí hasta un máximo de cinco unidades.			
		Total ud	1,000	880,65	880,65
Total presupuesto parcial nº 4 Bomba de calor - agua :					880,65

Presupuesto de ejecución material

1 Paneles aislamiento -Ulaanbaatar	7.194,45
2 Ventanas	174,00
3 Recuperador de calor	2.063,74
4 Bomba de calor - agua	880,65
Total	10.312,84

Asciende el presupuesto de ejecución material a la expresada cantidad de DIEZ MIL TRESCIENTOS DOCE EUROS CON OCHENTA Y CUATROCÉNTIMOS.

Zaragoza a 6 de julio de 2015
El ingeniero industrial

Daniel Pando Luena

