



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

Escuela Técnica Superior de Arquitectura

Reutilización del fuselaje de aviones para la construcción
de viviendas

Trabajo Fin de Máster

Máster Universitario en Arquitectura Avanzada, Paisaje,
Urbanismo y Diseño

AUTOR/A: Alfonso Nodarse, Daniel Santiago

Tutor/a: Serrano Lanzarote, Apolonia Begoña

CURSO ACADÉMICO: 2022/2023



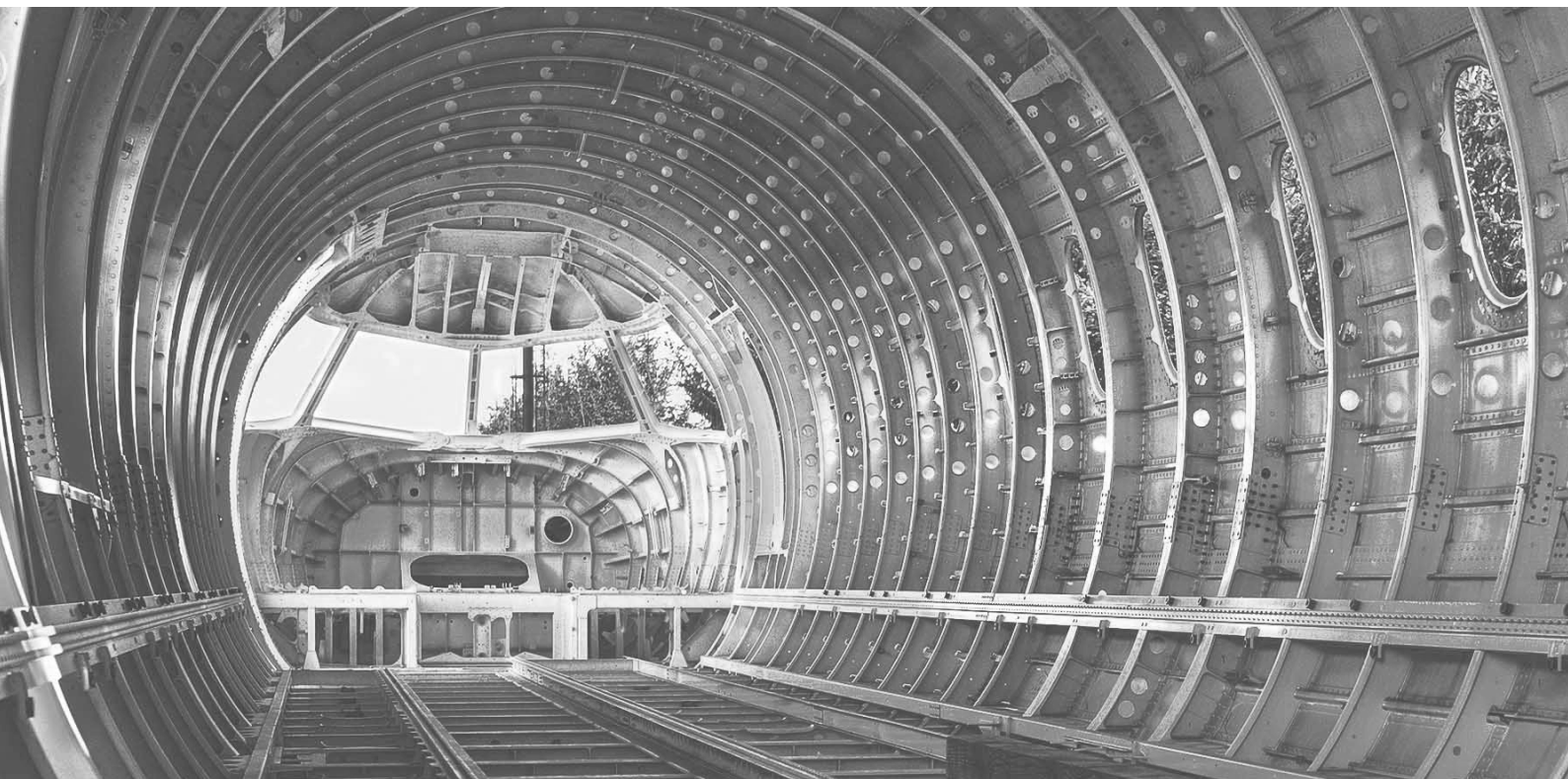
UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



ESCUELA TÉCNICA
SUPERIOR DE
ARQUITECTURA

Master Universitario en Arquitectura Avanzada, Paisaje,
Urbanismo y Diseño

REUTILIZACIÓN DEL FUSELAJE DE AVIONES PARA LA CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDAS



Autor: Arq. Daniel Santiago Alfonso Nodarse

Tutor: Begoña Serrano Lanzarote

Curso Académico: 2022-23

Agradecimientos

Primeramente agradecer a mis compañeros de master, Ruth Diaz Santana, Maria Natalia Forero Rodríguez, Juan Alberto Ullauri Crespo y Azuladna Jaen Zamora de la Lama, por la oportunidad de realizar mi TFM de este tema, surgiendo este trabajo de un proyecto en equipo, que los hace parte de este.

Agradecer a todas las personas que de alguna manera contribuyeron a desarrollarme académicamente y a poder estudiar en esta universidad.

A la tutora por la oportunidad
y especialmente a mi familia.

Abstract

Currently, between 400 and 600 aircraft are dismantled each year and it is expected that for the next 13 years there will be around 16,000 discontinued aircraft. This creates tons of waste, making the fuselage, once dismantled, the least valuable part and not reused.

This generates a series of opportunities in its use in the field of architecture and circular construction, the present work deals precisely with the adequacy of this fuselage in the development of temporary, removable and sustainable housing. An analysis of solutions for the implementation of this waste structure shows that it is possible and profitable to reuse it in response to housing problems, contributing to the Circular Economy.

Resumen

Actualmente se desmantelan entre 400 y 600 aviones anuales y se espera que para los próximos 13 años queden alrededor de 16000 aviones discontinuados. Esto crea toneladas de desechos, convirtiéndose el fuselaje, una vez desmantelados, en la parte menos valiosa y no reutilizada.

Eso genera una serie de oportunidades en su aprovechamiento en el campo de la arquitectura y la construcción circular, el presente trabajo trata precisamente de la adecuación de este fuselaje en el desarrollo de viviendas temporales, desmontables y sostenibles. Un análisis de soluciones de la implementación de esta estructura de desecho demuestra que si es posible y rentable su reutilización en respuesta a problemas habitacionales, contribuyendo a la Economía Circular.

Índice

Introducción	3
1.1. Motivación y justificación	5
1.2. Descripción del trabajo y definición de objetivos	6
1.3. Análisis de características, la vida útil y el desmantelamiento de los aviones	7
1.3.1. Vida útil	7
1.3.2. Planes para el reciclaje	7
1.3.3. Desmantelamiento y reciclaje	9
Estado del Arte	11
2.1. Casos de recuperación de fuselaje para otros usos	12
2.2. Casos de recuperación de otros residuos industriales. Contenedores marítimos	16
Propuesta	20
3.1. Modelo de aeronave escogida. Características	21
3.1.1. Características del Airbus a 340	22
3.1.2. Fuselaje	24
3.2. Solución de proyecto para viviendas de carácter temporal	25
3.2.1. Análisis de posicionamiento y seccionamiento del fuselaje	25
3.2.2. Ventajas de la planta circular en arquitectura	25
3.2.3. Directrices del proyecto	27
3.2.4. Solución de Proyecto	34
3.2.5. Implantación de viviendas en posible urbanización	42
Viabilidad de la propuesta	48
4.1. Análisis de viabilidad económica de la propuesta	49
4.1.1. Introducción y objetivos	49
4.1.2. Metodología	49
4.1.3. Análisis Coste-Beneficio	49
4.1.4. Determinación de costes e ingresos	51
4.1.5. Resultados	52

4.2. Análisis de Ciclo de Vida	53
4.2.1. Definición de objetivos y alcance	53
4.2.2. Consumo de recursos y emisiones al ambiente	54
4.2.3. Evaluación de impactos	54
4.2.4. Conclusiones	58

Resultados y Conclusiones	59
---------------------------	----

Bibliografía	60
--------------	----

Imágenes, lista de referencia	65
-------------------------------	----

Anexos	69
--------	----

Anexo 1. Gráficas de rendimiento fotovoltaico en zona escogida.	70
---	----

Anexo 2. Presupuesto	73
----------------------	----

Anexo 3. Análisis del Ciclo de Vida	78
-------------------------------------	----

Anexo 4. Planos	117
-----------------	-----

Introducción



La historia de la habitabilidad humana ha estado delimitada claramente, desde el momento en el que el primer ser humano tomó la determinación de edificar para guarecerse, por un factor esencial: el uso de los materiales más abundante de su entorno.

Actualmente el uso de materiales reciclados para construir viviendas es la respuesta del sector a una mayor conciencia social por el respeto medio ambiental y el uso sostenible y más inteligente de los recursos que dispone el planeta.

Una de las formas de disminuir la contaminación del medio ambiente es con el reciclaje, por ello una de las nuevas formas constructivas recae en emplear materiales que ya no se estén utilizando, y que pueden resultar elementos de gran resistencia y fiabilidad.

Cada vez se genera más interés por este tipo de viviendas ecológicas construidas con materiales reciclados buscando alternativas ocupacionales que hasta hace poco no tenían una respuesta ni una clara oferta. Una demanda que, en puros términos económicos, no encontraba oferta alguna que la satisficiera y que por fortuna ya no es así.

Sin embargo, con los avances de la ciencia de hoy en día podemos contar con viviendas construidas con materiales menos dañinos, más sostenibles, que se acomodan mejor al entorno natural y que además son reciclados, de modo que no se gasta en materia prima, sino únicamente la energía necesaria para su reutilización. Porque estos materiales son más baratos y cada día más fáciles de conseguir; cada vez existen más empresas que ofrecen este tipo de materia prima, acondicionándola para su uso en la construcción.

Así, reducir, reutilizar, reciclar, es la clave para contar con un nuevo tipo de vivienda que sustituya a las que actualmente se llevan a cabo y sin tener que renunciar a ninguna de las comodidades modernas.

El proyecto a realizar se centra en la reutilización del fuselaje de aviones y su adecuación para la construcción de viviendas temporales. Siendo el fuselaje la parte menos utilizada después del reciclaje de los aviones y a la que más cuesta darle un uso posterior, generando una serie de oportunidades en su aprovechamiento en el campo de la arquitectura y la construcción circular.



Figura 1. Esquema de economía-circular-construccion.

1.1. Motivación y justificación

La idea del proyecto parte de un taller, con título “Del avión a la Vivienda”, realizado en el aeropuerto de Castellón organizado por el Institut Valencià de l'Edificació, la Escuela Técnica Superior de Arquitectura de la Universitat Politècnica de València y el aeropuerto de Castellón, con la participación de estudiantes del master de Arquitectura Avanzada, Paisaje, Urbanismo y Diseño.



Figura 2. Logo Instituto Valenciano de la Edificación.



Figura 3. Logo Escuela Técnica Superior de Arquitectura.



Figura 4. Logo Aeropuerto de Castellón.

El taller con las propuestas de reutilización del fuselaje contribuiría a la economía circular, también está alineado a la puesta del aeropuerto en relación con la diversificación de actividades económicas allí realizadas. Analiza también la viabilidad de ubicar viviendas que combatan el despoblamiento rural que afecta a los pueblos de la zona.



Figura 5. Taller de circularidad, visita a zona de desmantelamiento por estudiantes y responsables.

Situación

El aeropuerto de Castellón está en un entorno con pequeños municipios que padecen el deterioro progresivo de sus economías, que induce procesos de despoblamiento rural con la pérdida de población, patrimonio social, cultural y arquitectónico. La falta de alojamiento cercano al aeropuerto dificulta la realización de actividades en el mismo, como la educación aeronáutica, también se dificulta el hospedaje para los pilotos.

Posibilidades

El propio aeropuerto posee un área de desmantelamiento, el cual se pudiera focalizar en la reutilización de fuselajes y conversión a estos módulos habitacionales, suponiendo un claro ejemplo de economía circular.

Las actividades que allí se realizan contribuirían a darle un uso más a estas viviendas, así como suplir la necesidad en los pueblos cercanos, pudiéndose realizar toda una urbanización que dé respuesta a estas problemáticas.

Estrategias

Se pretende dinamizar las economías de los núcleos rurales, incorporar nuevos usos y actividades compatibles con las dinámicas propias del lugar. Se propone que las actuaciones permitan potenciar la ocupación, la gestión razonable de los recursos, la diversidad de oportunidades y el sentido de comunidad para luchar contra



Figura 6. Localización Aeropuerto de Castellón y Benlloch, pueblo cercano.

Nota: En la imagen se muestran los dos sitios a los que se pretende dar solución desde lo habitacional.

el despoblamiento rural de los pequeños municipios. Y el aprovechamiento de las nuevas actividades propuestas en el aeropuerto como la atracción de la educación aeronáutica.

1.2. Descripción del trabajo y definición de objetivos

El presente trabajo pretende realizar un análisis acerca de la reutilización del fuselaje de los aviones para la creación de viviendas temporales. Se estudia la vida útil de estos después de ser discontinuados, así como los elementos que lo componen, analizando física y económicamente la factibilidad para su futura reutilización. La propuesta de viviendas de uso temporal, desmontables y sostenibles puede contribuir a soluciones habitacionales a mediano y corto plazo, respondiendo a situaciones de carácter temporal dada su fácil construcción, transportación e instalación; para esto se elabora un proceso de recuperación, adaptación y montaje que finalmente termina en una solución de proyecto. Teniendo en cuenta el análisis del Ciclo de Vida y su incidencia en la Economía Circular.

El objetivo es demostrar que sí es posible y rentable la reutilización de estos elementos en respuesta a problemas habitacionales, contribuyendo a la Economía Circular.

Más que lograr un proyecto con una solución final, es crear un proceso, que empieza en su vida útil, conduce a su desmantelamiento, su industrialización y acondicionamiento, la fácil transportación y su versátil implantación.

Más específicamente se pretende:

- Analizar la vida útil de los aviones una vez discontinuados, su proceso de desmantelamiento y la reutilización de sus partes.
- Analizar el comportamiento de los elementos que componen el fuselaje de los aviones, teniendo en cuenta el futuro uso que va a tener.
- Buscar soluciones que contribuyan a un mejor aislamiento de los elementos.
- Llegar a una solución factible de proyecto desde el desmantelamiento de los elementos, su adaptación, hasta el montaje para su utilización.
- Realizar un estudio de factibilidad económica del proceso, desde el

desmantelamiento hasta su implantación.

- Lograr que este estudio sirva como recopilación y publicación de información para futuros proyectos similares.
- Aplicación de indicadores a corto y largo plazo para medir la circularidad en la edificación haciendo referencia al Análisis del Ciclo de Vida.

1.3. Análisis de características, la vida útil y el desmantelamiento de los aviones

1.3.1. Vida útil

Muchas de las aeronaves terminan su vida útil aproximadamente a partir de 25/30 años de antigüedad, y esto no significa que dejen de ser seguras, sino que dada la evolución de la tecnología las aeronaves más modernas son más rentables para las empresas teniendo un consumo de combustible más eficiente.

Tanto la seguridad, como las condiciones en las que se encuentran los componentes del avión, el impacto ambiental, la reputación de la empresa y la facilidad con la que se puede operar la aeronave también pueden determinar el fin de su vida útil.

Muchos de estos continúan volando para empresas de carga, otros terminan en centros de mantenimiento y desmantelamiento, como el aeropuerto de Teruel, el mayor centro europeo de estacionamiento y reparación de aeronaves de Europa, donde muchas partes son reutilizadas y recicladas para que otros aviones continúen su vida útil; mientras que otras no utilizables se llevan a fundición para reutilizar el material.

1.3.2. Planes para el reciclaje

En el 2016 La Organización de Aviación Civil Internacional (OACI) y la AFRA (asociación para el reciclaje de la flota

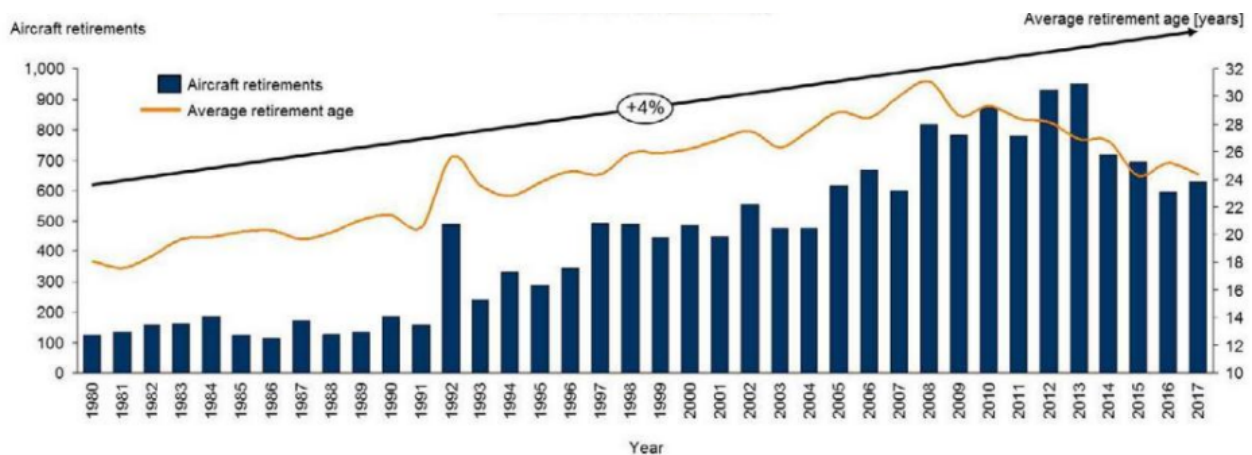


Figura 7. Retiradas históricas de aeronaves. (1980-2017).

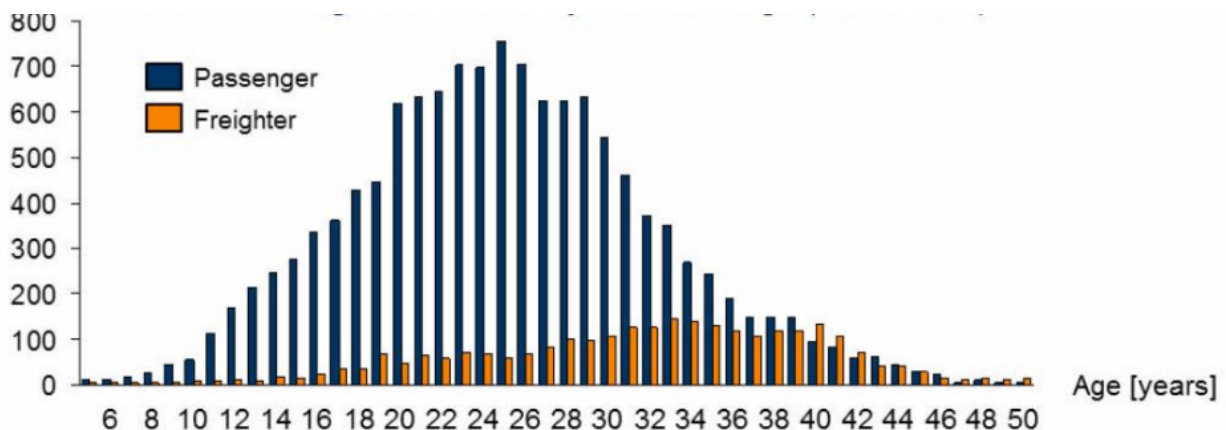


Figura 8. Distribución de la edad de jubilación por uso de aeronaves. (1980-2017).



Figura 9. Desmantelamiento de un Boeing 747-400 por la empresa Tarmac Aragón en sus instalaciones en el aeropuerto de Teruel.

aérea) anunciaron la celebración de un nuevo Memorando de acuerdo (MoU), cuyo objetivo es reforzar la cooperación para el desmantelamiento y el reciclaje de aeronaves al término de su vida útil.

“Alentar la elaboración y armonización internacional de mejores prácticas para la gestión de los procesos del fin de la vida útil de las aeronaves, lo que incluye la optimización de la reutilización y el reciclaje seguros de los materiales, servirá de apoyo a la OACI y a la AFRA para lograr el objetivo común de facilitar que las aeronaves retiradas se desmantelen de manera ambientalmente sostenible, segura y responsable.” (Citado del MoU, 2016)



Figura 10. Logo OACI.

“Este MoU se celebra en el momento oportuno, ya que se espera que la tasa de renovación de la flota aumente de

manera significativa durante los próximos años, y se prevé que, para 2030, 18 000 aeronaves actualmente en servicio se retiren para dejar de funcionar”, destacó el Dr. Olumuyiwa Benard Aliu, Presidente del Consejo de la OACI. “Hoy en día, se desmantelan de 400 a 600 aeronaves cada año, por lo que prestar mayor atención a todo el ciclo de vida de las aeronaves contribuirá de manera importante a la sostenibilidad de la fabricación de las mismas y a la sostenibilidad de nuestro sector en su conjunto”.

“El consumo y la producción sostenibles no sólo significa reducir el uso de recursos, sino, también, reducir los desechos a lo largo de todo el ciclo de vida de una aeronave. Esto exige una colaboración estrecha entre las partes interesadas en toda la cadena de valor y ayuda a poner de relieve que la OACI se encuentra en condiciones favorables para promover la cooperación requerida y analizar las repercusiones ambientales de la aviación”. (Citado del MoU, 2016)

Más actualmente, en una nota de estudio de la Aviación Civil Internacional del 2022 elaborada en función de la evolución de la industria mundial de desmantelamiento de aeronaves, “Se prevé que cada año se retirará del servicio, en promedio, más de 1 000 aeronaves en todo el mundo, lo que propicia el rápido crecimiento de la industria de desmantelamiento de aeronaves. En la comunidad de la aviación civil, ha pasado a ser práctica común a nivel mundial el reciclar las piezas que se retiran de aeronaves que ya no están en servicio, y complementar la cadena industrial del ciclo de vida de las aeronaves, desde el diseño, la fabricación, la operación, el mantenimiento y hasta su reciclaje.

Además de resolver los problemas de contaminación ambiental causados por las aeronaves que ya no están en servicio, el desmantelamiento de aeronaves se ha

convertido en un medio importante para apoyar el funcionamiento de los tipos de aeronaves existentes y reducir el costo de las piezas de repuesto mediante el reciclaje de las piezas utilizables que se extraen del desmantelamiento de las aeronaves". (OACI, Nota de estudio A41-WP/161 ,2022).

1.3.3. Desmantelamiento y reciclaje

En el reciclaje de un avión se retiran diversas partes tanto grandes, chicas y variando de valor y precio de cada uno, el rango de materiales reciclados ha llegado a componentes metálicos, compuestos de fibra, cables, dispositivos electrónicos, espuma, titanio, motores y más.

Cada unidad tiene diferente valor de utilidad, así como su aporte para diferentes tareas fuera de los aviones y su costo; generalmente lo más valioso del avión son los motores y los que más valor tienen dependiendo que tan alto es su mantenimiento de acuerdo a la historia que tuvo el avión y de donde viene.



Figura 11. Desmontaje de motor de avión en desmantelamiento.

Fuera de los instrumentos mecánicos tales como el motor arrancador y más, otras unidades más sencillas son más probables de ser utilizados en otros casos fuera de aviones y el tema aeronáutico, generalmente lo que se encuentra en lo interno del avión, como los asientos, la tela, dispositivos electrónicos y sus cables que ayudan su proceso de funcionamiento

ya que no tienen la importancia más alta de las tareas que un avión tiene para completar su viaje, de este modo estos materiales tienen menos valor en costo y rango de utilidad en un avión pero su variedad de aplicaciones fuera de aviones es más grande que lo mecánico.

Etapas del tratamiento de un avión: (Suomalainen, Celikel, & Vénuat, 2014)

1-Descontaminación

2-Extracción de piezas

3-Traslado de la aeronave a la plataforma de desguace.

4-Retiro de trenes de aterrizaje

5-Preparación de la extracción de materiales.

6-Decapado interior

7-Cortes de clientes

8-Extracción de materiales específicos.

9-Desguace

10-Trituración y clasificación de los materiales extraídos.



Figura 12. Cementerio de aviones de Arizona, E.U.A. Nota. Con una extensión de casi 11 km² se acumulan mas de 4000 aviones de diferentes tipos.

Las partes más valiosas de los aviones una vez discontinuados son el motor, con un valor entre el 80 y 90 por ciento del total, otras partes valiosas son el tren de aterrizaje, la unidad de potencia auxiliar,

algo de la aviónica, el sistema de aire acondicionado y los conductos de escape, finalmente quedando solo el fuselaje, el cual en la mayoría de los casos o se abandona o se recorta para su futura fundición y obtención de metales; esto crea montañas de desechos, en el caso de abandonarse, unas 30.000 toneladas de aluminio, 1.800 toneladas de aleaciones, 1.000 toneladas de fibra de carbón y 600 toneladas de otras partes, y en el caso de la recuperación del metal las emisiones al medio ambiente son considerables y la calidad del metal se ve mermada.

Estado del Arte



2.1. Casos de recuperación de fuselaje para otros usos

El uso de fuselajes y partes de aviones ya desmantelados se ha dado de manera aislada y mayormente por iniciativas de personas que han visto en estos elementos de desecho una oportunidad de reutilización, ya sea para viviendas, restaurantes, hoteles, atracciones, cubiertas de edificios, clases de aviación y para aeromozas y hasta para la reconversión de sus piezas en mobiliario cotidiano.

Está el caso de un Boeing 747-200 Jumbo Jet que se transformó en Jumbo Stay, a manos del diseñador Andreas Strauss, un hotel con capacidad para 76 huéspedes, estacionado en el mismo aeropuerto ARN, Estocolmo-Arlanda.



Figura 13. Exterior Hotel Jumbo Stay.

Originalmente, el avión se había construido en 1976, después de volar para distintas empresas aterrizó por última vez en el año 2002; unos años más tarde iban a ser removidos todos sus asientos y casi completamente desmantelado, conservando su fuselaje intacto, puertas, ventanas, alas, y hasta la cabina del piloto, para convertirse en un hotel con 33 habitaciones con alrededor de 6 metros cuadrados, 76 camas en total, de 1-4 por habitación, cafetería, salón de reuniones. (Un hotel que volaba, 2011)

Cabe resaltar que el hotel sigue al pie de la letra los estándares de energía de la comunidad sueca, por ello se ha visto con

la necesidad de incluir nuevas formas de abastecimiento energético eficiente.



Figura 14. Cafetería del Jumbo Jet.



Figura 15 y 16. Jumbo Jet, habitación en cabina con cama doble y baño privado.



Figura 17. Jumbo Jet, dormitorio de cuatro camas.

En algunos casos la solución para deshacerse de los enormes fuselajes de aviones, no encontrando donde almacenarlos ni soluciones para su reciclado o futuro uso, ha sido lanzarlos

a las profundidades del mar, y que allí concluyan.

Otros los han hundido con toda intención para crear arrecifes artificiales, en zonas donde el fondo marino carece de rasgos característicos, y pueden revitalizar el ecosistema en zonas en las que antes había poca vida. En muchos casos, los interesantes mundos marinos creados por los arrecifes artificiales también sirven de destino para los buceadores con esnórquel y los submarinistas. Como ocurre en Manama, Bahrein, donde se encuentra el mayor parque temático submarino del mundo, que abarca un área de 100.000m² y que cuenta además con un Boeing 747 hundido de 70 metros de largo como pieza central, siendo el mayor avión jamás sumergido de forma intencional. (Authority, 2019)



Figura 18. Avión sumergido, submarinistas en el interior.



Figura 19. Avión sumergido, submarinistas en el exterior.

Otro ejemplo, en Ludhiana, India, un Airbus A320 es ahora un restaurante donde los clientes pueden disfrutar de una buena experiencia gastronómica.

Con capacidad para más de 100 comensales en su lujoso comedor, cafetería y pasillo. Los integrantes del equipo de renovación rediseñaron todo el fuselaje del avión retirado, pero querían mantener la estructura original y una gran parte del cableado. (Cruz, 2017)



Figura 20. Restaurante Hawai Adda, exterior.



Figura 21. Restaurante Hawai Adda, interior.

La idea de dismantlar un antiguo Airbus y convertir sus piezas en mobiliario de uso cotidiano se la ha ocurrido al equipo de ingenieros y diseñadores de Lufthansa con la intención de reciclar la aeronave y poder darle una segunda vida.

Como ejemplos, se han fabricado muebles únicos a partir de grandes elementos del fuselaje del avión o de los frentes de las ventanas; el revestimiento de aluminio se ha utilizado para fabricar

llaveros de alta calidad; las mantas de clase Business, las fundas de los reposacabezas y las tarjetas de seguridad se han convertido en atemporales accesorios y complementos de moda. (Jasta, 2019)



Figura 22. Lufthansa Upcycling Collection, reloj de pared.



Figura 23. Lufthansa Upcycling Collection, mesa.



Figura 24. Lufthansa Upcycling Collection, mesa de centro.

Como reutilización de algunas partes del fuselaje tenemos esta vivienda en Malibú convirtiéndose en una auténtica obra de arquitectura, siendo finalista de los premios Architizer A+Award 2016. Un proyecto realizado por el estudio David Hertz e inaugurado en el año 2011 se trata de una propiedad de 22 ha donde se levanta una edificación que ha utilizado partes del fuselaje para la estructura y aprovechado las alas de un Boeing 747-200 para la cubierta, donde mantiene sus elementos y luces originales. (Hyatt, 2022)



Figura 25. Exterior de la vivienda, uso de alas en la cubierta.



Figura 26. Interior de la vivienda.

Si hablamos de usos insólitos tenemos la idea de este hombre, Gino Luccy, propietario de una empresa, Round Engine Aero, que se dedica a la recuperación de aviones, que convirtió el fuselaje de un avión dañado en una caravana de lujo totalmente funcional.

Esta casa rodante no solo mantiene la carcasa exterior del avión, sino que en el

interior conserva muchas de las piezas originales. El fuselaje fue atornillado directamente al bastidor de un camión y para subir se mantiene esa clásica escalera de avión que se despliega en el lado derecho; además, tiene elementos propios como las turbinas y los protectores de las ruedas; cuenta con cocina, baño y dormitorio, además de todas las comodidades de una vivienda. (Un veterano del ejercito convierte un avión de la Segunda Guerra Mundial en una casa rodante, 2022)



Figura 27. Avion casa rodante, exterior.



Figura 28. Avion casa rodante, interior.

La Aero Tiny, una pequeña casa diseñada a partir de una sección del fuselaje de un avión de entrenamiento desmantelado, creada por The Tiny House Guys, con sede en Brisbane, Australia.

Tiene una cocina con lo justo e imprescindible, una ducha con sistema de agua caliente, inodoro, un sofá-cama, mesa de comedor, muebles, espacio para una nevera y paneles de energía solar en el techo. Incluso mantiene la puerta abatible original (completamente funcional) y una ventana de salida de emergencia.

“Todas nuestras pequeñas casas están hechas a medida y son ecológicas, y concretamente la ‘Aero Tiny’ fue una forma de ser creativo con el diseño”. “El negocio es más por pasión que por ganancia; Tiny House Guys tiene como objetivo principal ayudar a las personas y crear formas alternativas de vivienda” (Rick Keel, 2019). Desde que la compañía fuese puesta en marcha a comienzos de 2019, ya existe un desbordamiento de pedidos.

Se pueden construir en apenas seis semanas y con un peso de unos 3.340 kg, es fácilmente remolcable por un coche. (PROJECTS, The Tiny House Guys, s. f.)



Figura 29. Aero Tiny House, exterior.



Figura 30. Aero Tiny House, interior.

Como vemos, los fuselajes combinados con la creatividad pueden dar muchas combinaciones, soluciones útiles y funcionales que contribuyen a dar respuesta a determinadas necesidades cotidianas respondiendo a problemáticas actuales de sostenibilidad y contribuyendo a la económica circular.

2.2. Casos de recuperación de otros residuos industriales. Contenedores marítimos

La arquitectura en la actualidad se plantea muchas cuestiones condicionadas por su incidencia ambiental y las afectaciones al cambio climático, cada vez busca más la rehabilitación que la obra nueva, cada vez busca más el reciclaje y la reutilización de materiales que los nuevos fabricados frente a lo que representa la nueva producción de estos en cuanto a emisiones contaminantes al medio ambiente.

Frente a esto los arquitectos han buscado nuevas soluciones y la implementación de materiales y elementos ya fabricados que contribuyan a disminuir la contaminación y a reutilizar lo ya existente, como solución a los problemas que esto representa.

Un ejemplo claro de ello es la utilización de contenedores marítimos, que ya cumplieron su función original, para la construcción de edificaciones, tanto de viviendas, como de oficinas, tiendas y espacios de ocio. Este posee características que constituyen una ventaja a la hora de su reutilización, su bajo costo, sus características físicas de resistencia estructural que permite varios niveles en altura y su forma modular.

Aquí en España tenemos un ejemplo recién finalizado, en Barcelona, en el Barrio Gótico, en el 2019 se construyó un edificio de viviendas provisionales en solo 4 meses a cargo de los arquitectos Straddle3, Eulia Arkitektura y Yaiza Terré Estudi d'Arquitectura. Este proyecto forma parte de un programa piloto gestado por el ayuntamiento de la ciudad, que busca responder de forma ágil, urgente y pragmática a situaciones de emergencia provocadas por la carencia de vivienda, contribuyendo a evitar la marcha forzosa de vecinos de los barrios gentrificados.



Figura 31. APROP Ciutat Vella en Barcelona, A. Goula, 2019. Nota. Edificio durante el montaje de los módulos de contenedores.

Es una estructura formada por 16 módulos o antiguos contenedores marítimos. Los módulos que ya venían preparados por dentro, se fueron colocando encajados unos con otros, en el edificio de 12 alojamientos de los cuales 4 son de dos habitaciones con 60 m² de superficie y los otros 8 son de una habitación con 30 m² de superficie. (Viviendas provisionales APROP, Barcelona, 2019)



Figura 32. APROP Ciutat Vella en Barcelona, A. Goula, 2019. Nota. Imagen exterior

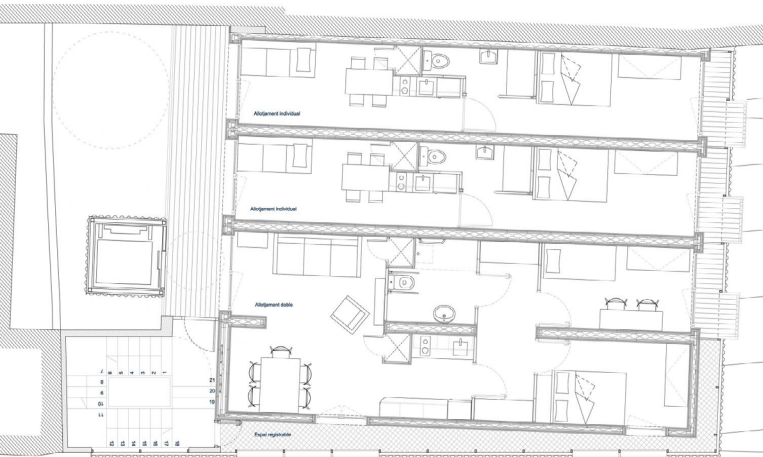


Figura 33. *APROP Ciutat Vella en Barcelona, A. Goula, 2019.*
Nota. Distribución de planta habitacional.



Figura 34. *APROP Ciutat Vella en Barcelona, A. Goula, 2019.*
Nota. Imagen interior de apartamento.

La Editorial Arquitectura Viva (2019) señala que:

“Mediante estos equipamientos residenciales, el consistorio pretende realojar temporalmente, en su propio barrio, a los vecinos que han sufrido un desalojo. Gracias al uso de contenedores marítimos reciclados, estos edificios modulares reducen su huella ecológica de forma muy considerable. Por un lado, evitan el

derroche energético y la emisión de gases de efecto invernadero que conlleva el uso masivo de hormigón armado o la fundición de acero para estructuras metálicas. Por otro, son perfectamente desmontables, transportables y adaptables a otros emplazamientos, lo que reduce el gasto energético y los residuos generados durante el proceso de derribo”. (párrafo 2)

Otro ejemplo es el barrio de contenedores de Keetwonen en Amsterdam, es el barrio de contenedores más grande del mundo con más de 1000 viviendas concebidas como alojamiento temporal para estudiantes, convirtiéndose en una nueva comunidad, con cafetería, supermercado, oficinas y área deportiva. Lo constituyen seis bloques de cinco pisos de altura; cada bloque tiene un área verde para sus residentes y las calles entre bloques tienen espacios ajardinados. En cuanto a



Figura 35. *Vista aérea de la residencia de estudiantes.*

la estructura interna de los contenedores, estos están constituidos como una vivienda al uso, pues todos cuentan con sala de estar, baño, cocina, dormitorio, grandes ventanas y un sistema de ventilación y de calefacción. (Keetwonen (Amsterdam Student Shipping Container Housing), 2022)

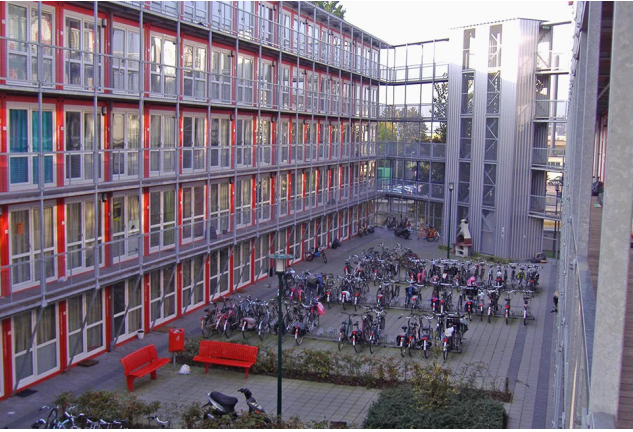


Figura 36. Vista desde el interior de la parcela.



Figura 37. Interior de habitaciones.

También tenemos Container City, en Londres, Trinity Buoy Wharf era un área degradada desde el punto de vista arquitectónico y abandonada en el plano social. El estudio de Nicholas Lacey & Partners buscó una solución alternativa a los sistemas de viviendas tradicionales, especialmente desde el ahorro y reutilización de los recursos locales; por eso la elección de los contenedores abandonados para el proyecto, transformados en elementos modulares, a ensamblar fácilmente, con añadidos y eliminaciones.



Figura 38. Container City, exterior.

Construida en 5 meses durante 2001, el coste de la construcción fue inferior a la mitad de una construcción tradicional, la intervención asocia la de la sostenibilidad del sistema constructivo que, aunque no sea extensible a grandes realidades, puede encontrar en todo caso aplicación en casos de emergencia, precisamente por su fácil reproducibilidad.



Figura 39. Container City, montaje de módulos.

La Ciudad Contenedores 1 fue originalmente de alturas no mayores de 3 pisos, pero debido a la gran demanda se ha agregado un cuarto piso. Actualmente su uso es muy variado, centros para la juventud, aulas, espacio de oficinas, estudios de artistas, espacio de trabajo-vivienda, una guardería y espacio comercial.



Figura 40. Container City, interior vivienda.

El proyecto construido con 80 % de material reciclado comprende 12

viviendas/locales, a los que luego se sumaron tres más. Fue el primero de 14 edificios de contenedores que actualmente funcionan en Inglaterra. Un año más tarde se sumó otro grupo de edificios, Container City II, que sumó más unidades habitables. El departamento más pequeño tiene 30 m², el tamaño de un contenedor. (Container City - Ficha, Fotos y Planos, 2020)

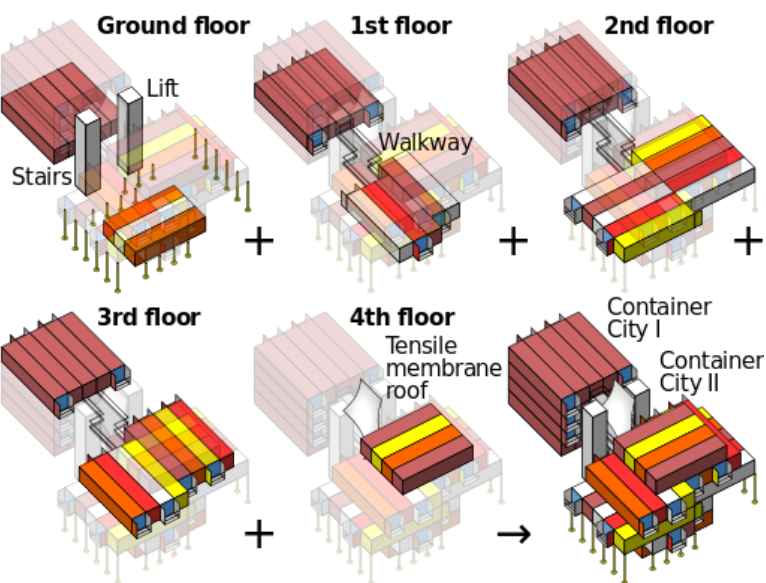


Figura 41. Container City, esquema de montaje de bloques.

Combinación de varios contenedores para componer viviendas modernas, inteligentes y asequibles. Los contenedores de 13 m² se unen para crear configuraciones que cubren superficies de 90 m² a 270 m². Cada contenedor se modifica, creando aberturas exteriores y de conexión entre ellos.

En lugar de utilizar el criterio de un 1 contenedor = 1 unidad, su sistema se basa en combinar los componentes en diversas permutaciones y crear espacios adaptables según las necesidades. (WikiArquitectura, 2020)

En investigaciones de Ruiz y Llorens (2019), la edificación con contenedores representa una serie de ventajas, las cuales perseguimos en nuestra propuesta de construir con fuselajes de aviones.

- Reducción de tiempo en la construcción del edificio. La magnitud

de esta reducción depende de diversos factores, pero se estima que de promedio la reducción es de un 30% respecto a la construcción del edificio usando las técnicas habituales.

- Ahorro de dinero. Este ahorro también depende de diversos factores, pero se estima de promedio que el ahorro es de un 30% respecto a la construcción del edificio usando las técnicas habituales.

- Modularidad de la construcción. Esto permite la ampliación de la construcción con relativa facilidad, agregando más contenedores.

- Beneficio ambiental al reducir emisión de CO₂. En la misma línea se aplican los conceptos de sostenibilidad y de reciclaje.

- Contenedores marítimos se pueden comprar por todo el mundo.

- Se pueden transportar con facilidad en camión, siendo factible hacerlos llegar a los lugares de construcción.

- La construcción modular con contenedores marítimos permite una notable variedad de diseños y composiciones.

Como vemos los contenedores marítimos adaptados a viviendas pretenden el mismo uso que se quiere dar al fuselaje de aviones; viviendas de uso temporal que respondan a determinadas situaciones del sitio donde se emplacen. Por eso constituye una importante referencia a la hora de elaborar la propuesta de proyecto.

Propuesta



3.1. Modelo de aeronave escogida. Características

Analizando, el aumento del precio del combustible que viene ocurriendo hace unos años y la posterior crisis a la Covid ha obligado a que las compañías aéreas se replanteen el número y tipo de aviones que necesitan, incidiendo directamente en las compañías fabricantes y su producción.

Scope Ratings GmbH (2020), la principal agencia europea de calificación crediticia, predice la eliminación progresiva de modelos de fuselaje ancho, cuatrimotores y más antiguos como el A340, el A380 y el B747, así como algunos B777-200/300 y A330, modelos que consumen más combustible para operar y requieren más materias primas para su producción.

Estos aviones cuatrimotores fueron importantes en su momento, eran los que tenían permitido realizar vuelos de largas distancias debido a las regulaciones aeronáuticas, en caso de que algún motor fallara en el vuelo durante un viaje largo,



Figura 42. Airbus A 340-600, Aerolínea Lufthansa, 2020.

el resto le permitiría llegar al destino.

Con el crecimiento de la industria aeronáutica y la demanda de vuelos transoceánicos, las aerolíneas comenzaron a tener pérdidas económicas,

debido a que era muy poco rentable -y continúa siéndolo- mantener aeronaves con más de dos motores por el elevado consumo de combustible, además de la poca ocupación de pasajeros en determinadas rutas, a excepción en aquellas de alta densidad.

Con la aparición de los nuevos diseños de motores y estos demostrando su confiabilidad, en 1985 la FAA aprobó las normas ETOPS, que en inglés son las siglas de, Normas de Rendimiento Operativo de Bimotores en Vuelos Largos, que permitía a aviones de dos motores realizar vuelos de larga duración en dependencia del diseño de la aeronave y el personal técnico. (Administración Federal de Aviación, 1985).

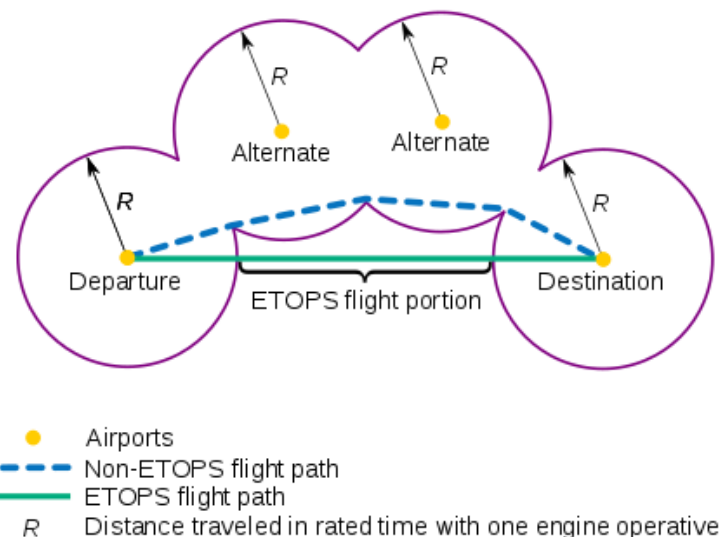


Figura 43. ETOPS, Clasificación de rutas de vuelo.

Nota. La diferencia entre un plan de vuelo ETOPS (la línea verde continua) y un plan de vuelo que no es ETOPS (la línea azul discontinua)

Más en la actualidad este concepto evolucionó en el actual EDTO, Operaciones con Tiempo de Desviación Extendido, que mantiene la misma Tasa de Parada de Motor en Vuelo (IFSD), de la anterior norma. (OACI, Nota de estudio A40-WP/303, 2019)

Esto trajo consigo que aviones de fuselaje ancho y cuatrimotores se utilizaran menos por las aerolíneas y algunos se dejaron de fabricar, como

es el caso del Airbus a 340, modelo que analizaremos más específicamente y utilizaremos para la propuesta.

3.1.1. Características del Airbus a 340

El Airbus A340 es el primer avión cuatrimotor construido por el fabricante europeo Airbus. Se trata de un avión comercial y de largo radio, con un alcance desde 12400km hasta 16700km. Es capaz de sentar entre 375 y 400 pasajeros, dependiendo de la variante del modelo y la configuración interior requerida por cada aerolínea.

Hay cuatro variantes del A340. El A340-200 y el A340-300 se lanzaron en 1987 y entraron en servicio en marzo de 1993 para el -200. El A340-500 y el A340-600 se lanzaron en 1997 y se pusieron en servicio en 2002. Todas las variantes estaban

disponibles en una versión corporativa. Se diferenciaban entre sí por el largo de su fuselaje, y el ancho no variaba. (tok.wiki, s. f.)

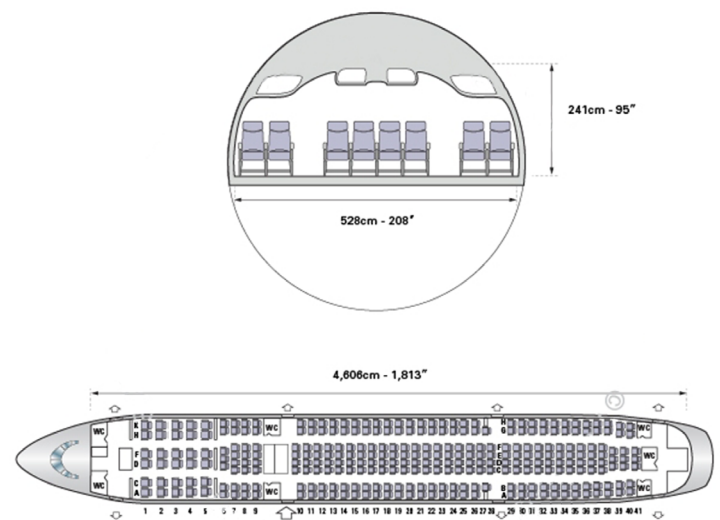


Figura 44. Airbus A 340-600, configuración de asientos, planta y sección. Copyright [2012]

Especificaciones

Variante	A340-200	A340-300	A340-500	A340-600
Tripulación de cabina			Dos	
Asientos de 3 clases	10-250	250-290	270-310	320-370
tip. diseño	303 (30F+273Y)	335 (30F+305Y)	313 (12F+36J+265Y)	380 (12F+54J+314Y)
Límite de salida	420/375	375/440	375	440
Largo	59,39 m	63,69 m	67,93 m	75,36 m
Envergadura	60,3 m		63,45 m	
Ala	363,1 m ² , barrido de 29,7°, 10 AR		437,3 m ² barrido de 31,1°, 9,2 AR	
Altura	17,03 m	16,99 m	17,53 m	17,93 m
Fuselaje	5.287 m, 5.64 m			
Volumen de carga	158,4 m ³	132,4 m ³	149,7 m ³	201,7 m ³
MTOW	275 t	276,5 t	380 t	
Max. PL	51 t	52 t	54 t	66 t
OEW	118 t	131 t	168 t	174 t
Max. Combustible	110,4 t		175,2 t	155,5 t
Motores (x 4)	CFM Internacional CFM56 -5C		Trento 553	Trento 556
Empuje (x 4)	138,78–151,24 kN		248,12–275,35 kN	
Velocidad	Mach 0,86 (493 nudos; 914 km/h) máx., Mach 0,82 (470 nudos; 871 km/h) crucero			
Rango, 3 clases	12.400 km	13.500 km	16.670 km	14.450 km
Despegar	2.900 m	3.000 m	3.350 m	3.400 m
Techo	12527 m	12634 m		

Tabla 1. Especificaciones Airbus A 340. Web de información sobre aviones, 2020, <https://www.de-aviones.com/airbus/a340/>

El A 340 posee un fuselaje semimonocasco, “el más usado hoy en día, resolviendo el problema del peso y espesor del anterior modelo. La introducción de piezas de refuerzo en el interior permitió aliviar el revestimiento pudiendo ser de menor espesor. Las cuadernas se unen mediante largueros y larguerillos que recorren el avión longitudinalmente. Los largueros y larguerillos permiten el disminuir el espesor de la chapa de revestimiento. Todo esto forma una compleja malla de cuadernas, larguerillos, largueros y revestimiento, unida mediante pernos, tornillos, remaches y adhesivos.” (Estructuras reticuladas y semimonocasco. Estructuras de materiales compuestos, s. f.)

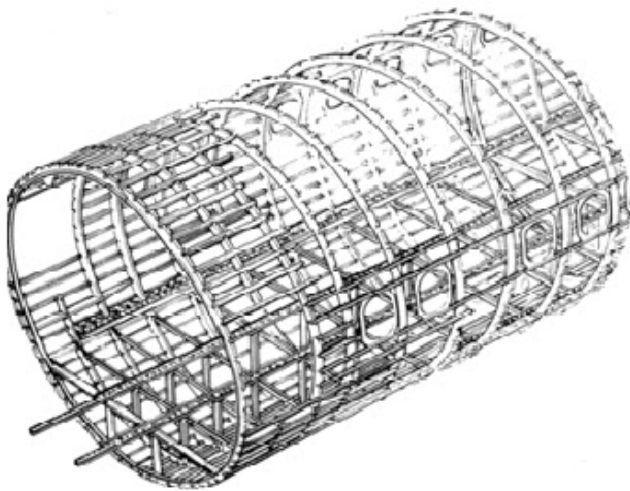


Figura 45 y 46. Fuselaje semimonocasco.

Se requiere aislamiento tanto térmico como acústico en los aviones de pasajeros. Históricamente, ambas funciones han sido proporcionadas por el mismo sistema

de materiales, que en su mayoría ha sido guata de fibra de vidrio encapsulada en una funda de almohada de plástico. Los plásticos de recubrimiento han sido predominantemente PET (tereftalato de polietileno), y una menor cantidad de fluoruro de polivinilo (PVF).



Figura 47. Aislamiento Acústico Térmico de fibra de vidrio y fieltro.

Nota. Instalado en la pared lateral de la aeronave junto con la película y cinta de cobertura.

Requisitos del aislamiento

- Debe realizar funciones de barrera acústica, térmica y contra incendios.
- No debe ser pesado. Cualquier nuevo sistema de materiales de aislamiento no debe exceder sustancialmente el peso de los sistemas existentes, que promedia alrededor de 0,1 lb/pie cuadrado. [Materiales de aislamiento térmico/acústico para aeronaves. Funciones y Requisitos]. (s.f.).
- No debe causar ni promover la corrosión de la estructura del fuselaje de aluminio.
- No debe ser eléctricamente conductor
- No debe interferir con la inspección de la estructura del fuselaje en busca de

corrosión, grietas, etc.

- Debe cumplir con los requisitos reglamentarios de inflamabilidad.

- No debe absorber grandes cantidades de agua.

- No debe tener efectos ambientales y/o de salud/seguridad adversos durante fabricación e instalación, o en uso de servicio.

Hasta la fecha, se han registrado 379 pedidos del Airbus A340, (sin incluir operadores privados) de los cuales 375 han sido entregados. El modelo más vendido fue el A340-300, con 218 unidades entregadas.

El 10 de noviembre de 2011, Airbus anunció el cese definitivo de la producción del Airbus A340. (Airbus A340, 2020)

Un total de 104 aviones (todas las variantes del A340) estaban en servicio en febrero de 2021. Los operadores de aerolíneas regulares más grandes son Lufthansa (17), Mahan Air (12), Swiss International Air Lines (5) y, entre otras aerolíneas, gobiernos, chárter y operadores privados con menos aviones de este tipo. (tok.wiki, s. f.-b)

3.1.2. Fuselaje

El empleo de fuselajes de aviones para la construcción de viviendas plantea tanto ventajas como desventajas, las cuales se han tenido en cuenta para realizar la propuesta.

Ventajas

- El fuselaje, siendo el cuerpo estructural de la aeronave, es capaz de resistir fuerzas de tracción, compresión y esfuerzos cortantes, lo que permite flexibilidad a la hora de su posicionamiento y apilamiento. Esta estructura es principalmente de aleación de aluminio de alta resistencia con algunas estructuras de fibra de carbono

y plásticos reforzados con fibra de vidrio, el uso de estos materiales compuestos avanzados reduce el peso. (Estructuras reticuladas y semimonocasco. Estructuras de materiales compuestos, s. f.-b)

- Los aviones ya están preparados térmica y acústicamente para condiciones durante el vuelo, y estas generen confort a los pasajeros y tripulación en el interior. Su adaptación a vivienda no supondría necesario ningún tipo de aislamiento en los tabiques donde se utilice el fuselaje.

- El fuselaje es una estructura ligera que una vez seccionado y apto en las dimensiones establecidas facilitaría su transportación y montaje.

- Su construcción y modulación supone un ahorro de tiempo y dinero en la ejecución.

- Su fácil montaje y desmontaje permitiría la fácil implantación en donde fuera necesario.

- Beneficio ambiental al reducir emisión de CO₂. En la misma línea se aplican los conceptos de sostenibilidad y de reciclaje.

- El fuselaje al ser la parte más difícil de reciclar, la menos reciclada y la que más supone una carga a las empresas que se dedican a esto, se puede encontrar a bajos precios y en lugares donde supone una carga.

Desventajas

- Durante su montaje, se generarían uniones entre los distintos elementos que compondría el módulo habitacional, habría que asegurar su rigidez y estanqueidad para no comprometer la estructura y el confort interior.

- Al ser cilíndrico supone un problema de circulación y de colocación de mobiliarios y carpintería.

- Al seccionar el fuselaje se necesitarían elementos de cierre, ya sea en tabiques laterales o suelo y cubierta.

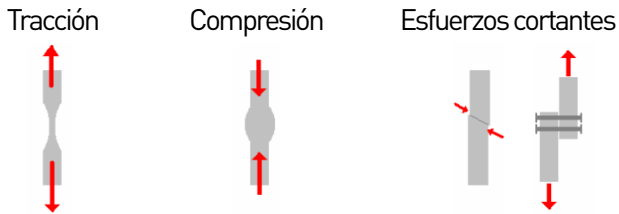


Figura 48. Cargas normales en servicio.
 Nota. Los tres esfuerzos básicos son la tracción, compresión y esfuerzos cortantes, y sus combinaciones son flexión, torsión y esfuerzos de contacto.

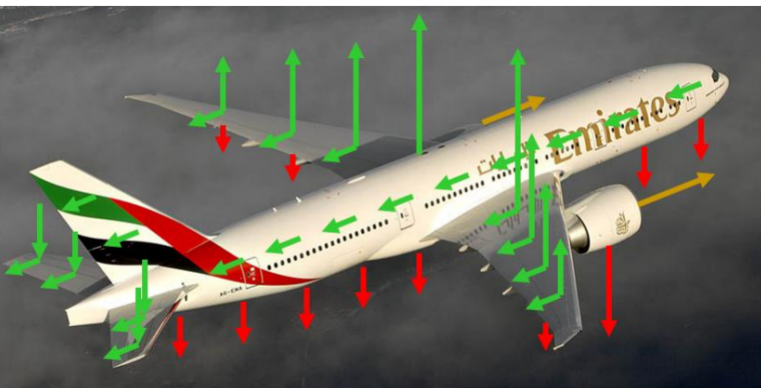


Figura 49. Esfuerzos sobre la aeronave.

3.2. Solución de proyecto para viviendas de carácter temporal

Con el proyecto se pretende, como ya antes se mencionaba, una solución que responda a situaciones temporales de alojamiento, ya sea a corto o mediano plazo. Como premisa está reducir las emisiones contaminantes y los costes de construcción y mantenimiento, utilizar la menor cantidad de elementos añadidos posibles aprovechando al máximo el fuselaje.

También se pretende que los módulos sean 100 % eficientes, posibilitando su emplazamiento en cualquier contexto sin necesidad de infraestructura eléctrica.

3.2.1. Análisis de posicionamiento y seccionamiento del fuselaje

Visto las cargas a la que es sometido el fuselaje en vuelo es posible utilizarlo en dos posiciones, horizontal y vertical.

Se ha analizado cuales más conveniente y en cual se aprovecha más el espacio,

para ello se ha seccionado una longitud de tres metros de longitud.

1-Posición horizontal (Ver esquema 1)

Área total: 15,84 m²

Área transitable (superficie igual o mayor 2,10 m): 9,60 m²

Longitud de corte: 35,42 ml

Área de nuevos cierres: 49,95 m²

2-Posición horizontal (Ver esquema 2)

Área total: 31,68 m²

Área transitable (superficie igual o mayor 2,10 ml): 19,20 m²

Longitud de corte: 41,42 ml

Área de nuevos cierres: 66,87 m²

3- Posición vertical (Ver esquema 3)

Área total: 21,88 m²

Área transitable (superficie igual o mayor 2,10 ml): 21,88 m²

Longitud de corte: 35,42 ml

Área de nuevos cierres: 43,76 m²

Si bien las áreas pueden parecer bastante similares, sobre todo la opción 2 y la 3, se plantean una serie de ventajas de la vertical sobre la horizontal que hacen que nos inclinemos por esta a la hora de realizar el proyecto:

- Menos ocupación de suelo para una mayor área transitable, permitiendo mayor coeficiente de ocupación de suelo.

- Facilidad de apilamiento permitiendo el crecimiento en altura, dando así un mayor coeficiente de uso de suelo.

- Facilidad de transportación al estar dentro de los estándares y no requerir dimensiones de transporte especial (Esto una vez descompuesto el fuselaje en partes más pequeñas).

3.2.2. Ventajas de la planta circular en arquitectura

Esquemas de seccionamiento y posicionamiento del fuselaje

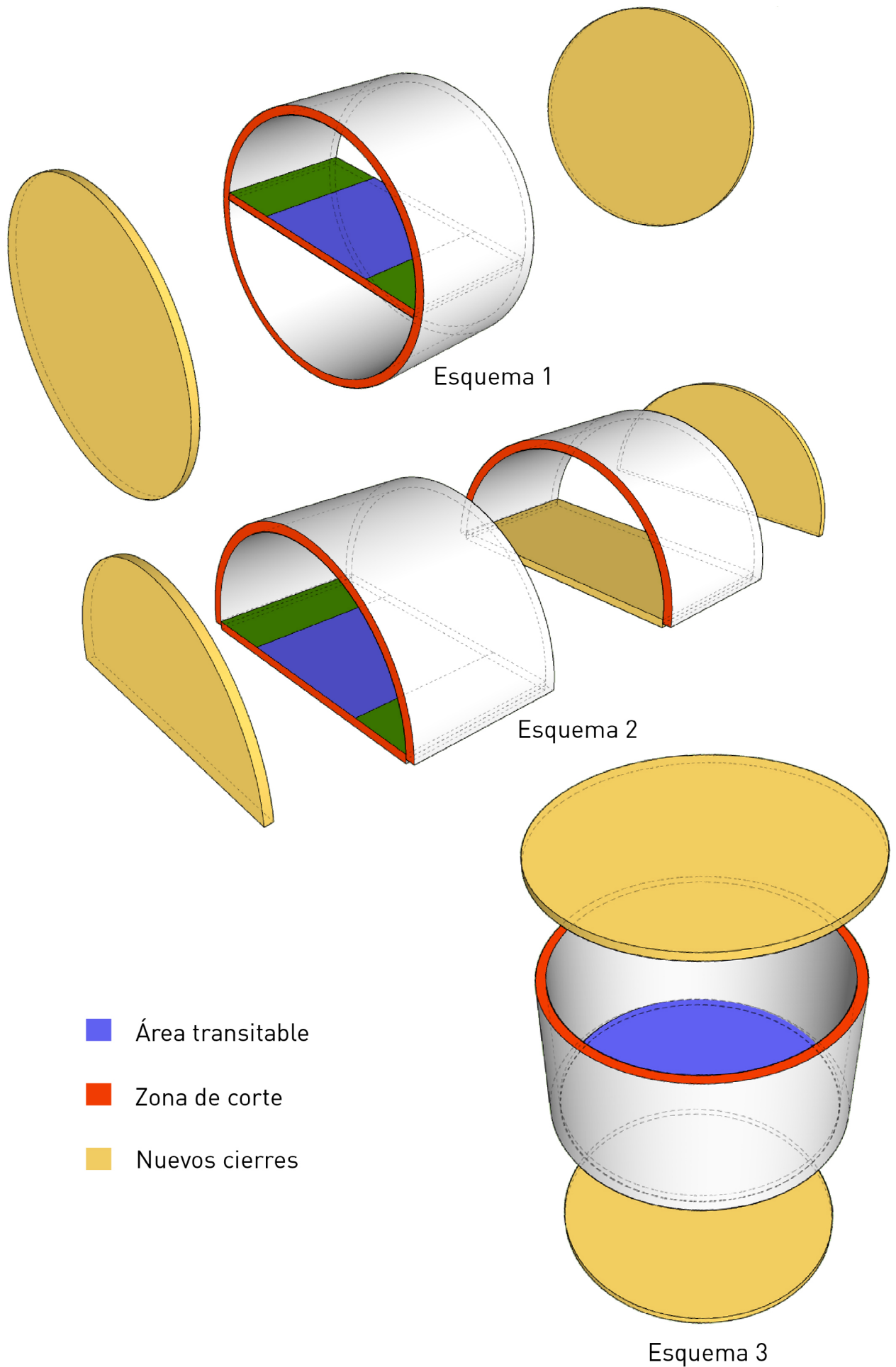


Figura 50. Esquema de seccionamiento y posicionamiento del fuselaje.

-Ahorro en superficie de muros y cerramientos, alrededor de un 15 a un 20 %.

-Aumento de la eficiencia energética, gracias a una menor superficie de transferencia de calor.

-Un mejor comportamiento frente a los vientos y la radiación solar. En una fachada de muros perpendiculares, las orientaciones son directas; sin embargo, en las fachadas de forma curva las orientaciones quedan diluidas, mejorando el aprovechamiento de la radiación solar y disminuyendo las superficies penalizadas por su orientación en cuanto a la pérdida o ganancia de calor. (Arquitectura circular y su potencial, 2019)

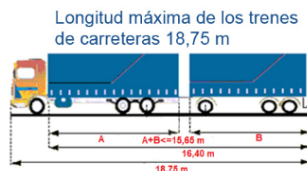


Figura 51. Dimensiones máximas del camión, ancho y alto.

Longitud de vehículos rígidos



Longitud máxima del tren de carreteras



Longitud de vehículos articulados



Figura 52. Longitud de camión.

Nota. La dimensión depende del tipo de vehículo que se utilice.

3.2.3. Directrices del proyecto

1- Fácilmente transportable

Se busca un medio de transporte estandarizado, que no requiera medidas ni permisos especiales para su desplazamiento. El Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana, según lo establecido en el Real Decreto 2822/1998, establece unas medidas máximas para el tipo de transporte de carga. (Figura 51 y 52)

El módulo habitacional creado, así como las partes que lo conforman deben poder transportarse mediante este medio, ajustándose a sus dimensiones.

2- Seccionamiento y aprovechamiento del fuselaje

Para el seccionamiento se utiliza el fuselaje con diámetro continuo permitiendo la estandaridad de los elementos en el caso de los módulos habitacionales (Ver Fig. 50), el resto se utilizaría para otras intervenciones como núcleos de circulación. Se pretende utilizar la mayor parte del fuselaje posible para la conformación del módulo, y agregar nuevos elementos solo cuando sea necesario por cuestiones funcionales, técnicas o estructurales.

3- Diferentes configuraciones de módulos habitacionales

Conformación de módulos de diferentes dormitorios, uno o dos, que puedan responder a determinadas situaciones y necesidades.

4- Uso de núcleo húmedo prefabricado

Se pretende utilizar un núcleo húmedo prefabricado, compuesto por cocina y baño. Este núcleo se elaboraría en taller, con su mobiliario, revestimientos e instalaciones, para su posterior colocación en la vivienda. Esto supone un ahorro en materiales y en tiempos de ejecución.

Ejemplo de esto es este núcleo húmedo desarrollado por la empresa argentina Materiales Compuestos S.A. (Fig.54 y 55). En

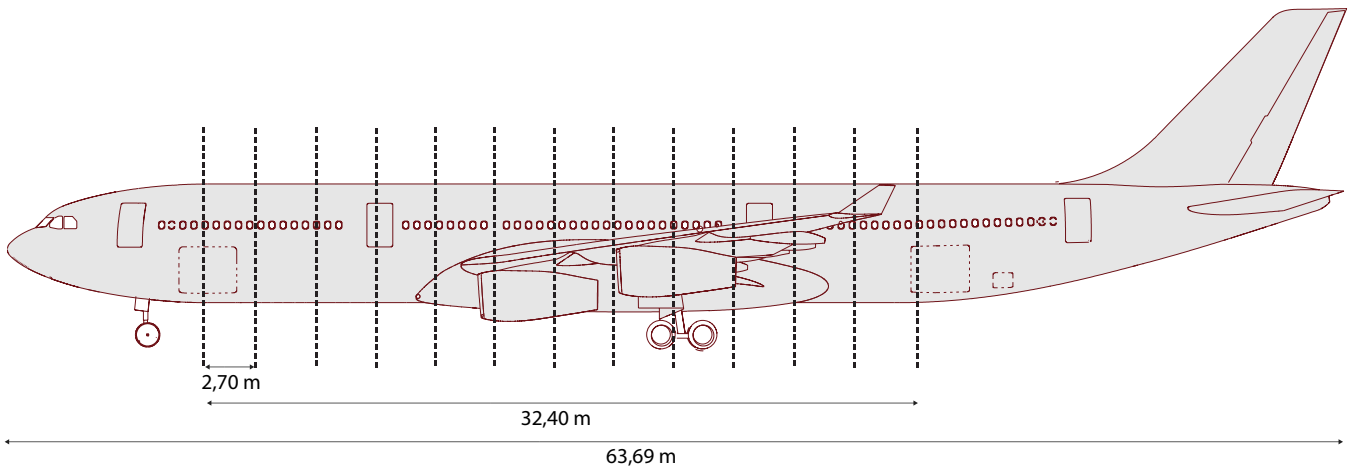


Figura 53. Seccionamiento de Airbus A 340-300.
 Nota. Se secciona donde el diámetro del fuselaje es constante .

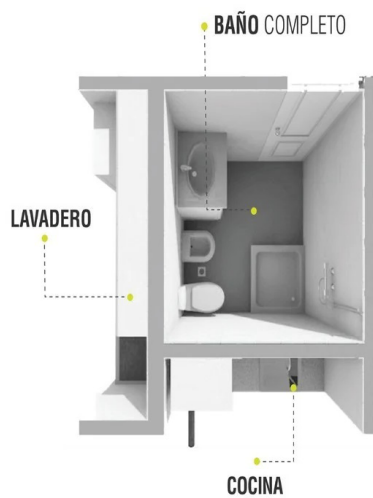


Figura 54. Planta. El módulo básico se resuelve en un área de 2,86 x 2,80 m².



Figura 55. Módulos sanitarios. Conformados por cocina, baño con ducha y lavadero.

un solo elemento se resuelven las funciones de baño, las instalaciones de cocina y un lavadero para la vivienda, los muros del núcleo son paneles sándwich de fibra de vidrio con relleno de espuma de poliuretano. El sistema incorpora las características y ventajas de los procesos industrializados en su fabricación. Se puede reducir hasta un 40% el plazo de obra. (Núcleos Húmedos: el desarrollo argentino que será un aliado de la ONU y del que se habla en París., s. f.)

5- Uniones, fácil ensamblaje

El diseño de las conexiones entre los módulos y entre los elementos que los componen tienen como objetivo una instalación rápida y sencilla, capaz

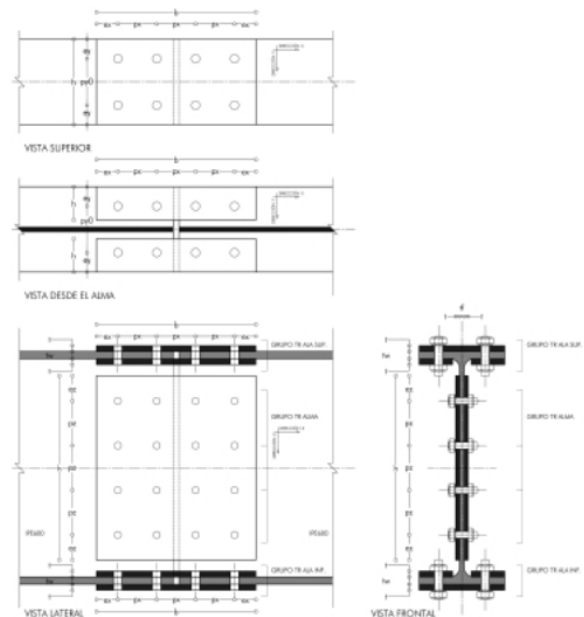


Figura 56. Unión atornillada lateral entre dos piezas en sección de doble T, diseño L00B.

de proporcionar suficiente rigidez y resistencia.

Queda descartada una unión por soldadura, dado el tiempo de ejecución y la complejidad que puede suponer, la especialización de la mano de obra, y la dificultad para un futuro desmontaje. Por lo que la opción más factible es una unión atornillada con placas de refuerzo, tanto para los módulos como para los elementos que los conforman. (Ortiz et al., 2009)

Una cantidad de tornillos generalmente lleva a demoras en el atornillado in situ, y para realizar esas conexiones son necesarios orificios para la colocación de los elementos, además de la vista de estos tornillos y tuercas, pudiendo suponer dificultades en los acabados interiores y exteriores. (Hamkhiyan, 2019)

Dado el carácter de la vivienda, así como su función, se considera que esto no supone un problema a la hora de elaborar el proyecto y estos elementos a vista se pueden integrar perfectamente al diseño. Constituyendo una prioridad que este tipo de unión permita el fácil montaje y desmontaje de los distintos elementos.



Figura 57. Conexión de cimentación de hormigón con placa de anclaje de acero.

6- Materiales

Los cierres exteriores se realizarán con el fuselaje, solo se cambiarán en el interior donde sea necesario, manteniendo el aislamiento original.

Para elementos como el suelo, entepiso y cubierta se propone la utilización de una estructura de perfiles de acero galvanizado, lana mineral de fibra de vidrio como aislante, panel de Pladur GD (cuenta con mayor dureza y resistencia a roces y golpes, se coloca en zonas donde existe mayor posibilidad de recibir impactos) para el falso techo, para el suelo tablero de Triplay Fenólico recubierto con piso vinílico, y para la cubierta plancha Alucinic.

En el caso de la tabiquería interior se utilizará también una estructura de perfiles de acero galvanizado con placas de pladur hidrófugo, sobre todo por las zonas húmedas y conductos de instalaciones.

Los elementos adicionales al fuselaje serán de construcción en seco, que al ser un sistema flexible y liviano facilita el montaje y el panelizado, que puede ejecutarse en obra o taller. El tiempo de obra es un 60% más rápido respecto a la obra húmeda. Debido a sus características, permite un aprovechamiento mayor de los materiales reduciendo los desperdicios y también las emisiones de gases contaminantes a la atmósfera.

Los recubrimientos serán de materiales flexibles y duraderos dadas las características del módulo, y en correspondencia con los demás elementos en el interior.

Se utilizan como referencias los elementos y materiales utilizados por Alquimodul, una empresa líder en el sector de la construcción industrializada, con una importante trayectoria en la fabricación y montaje de construcciones modulares. Forma parte de un grupo transnacional que integra diversas compañías industriales y de servicios, contando con el apoyo de diversos centros de producción en España pertenecientes a las empresas del grupo.

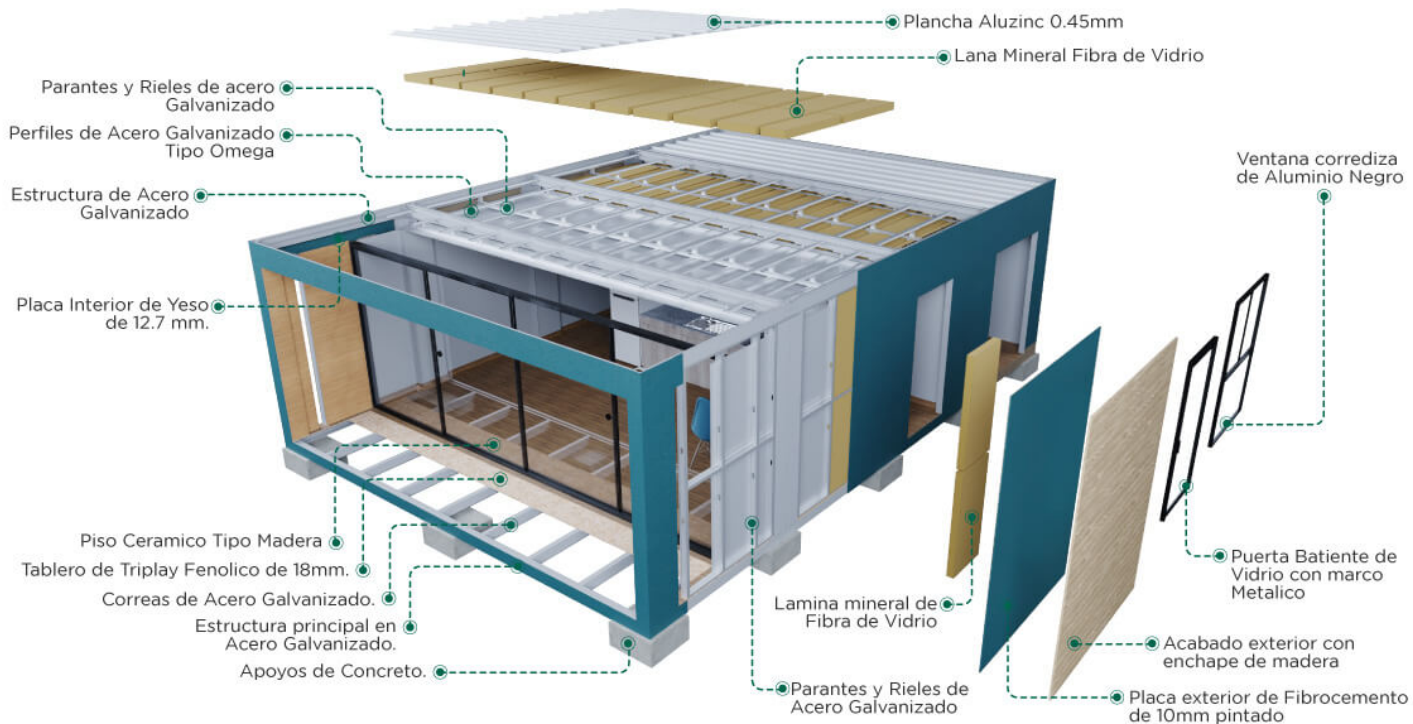


Figura 58. Componentes del sistema constructivo Modulhaus. Fuente: (<https://modulhaus.pe/productos/>)

7- Mobiliario

El mobiliario en su mayoría será fijo, los muebles de cocina y baño (mobiliario fijo) vienen ya instalados con el núcleo húmedo (Ver Fig. 54). Fijas también serán las camas y mesa de comedor, y además serán abatibles, para facilitar su transportación junto con la parte del módulo correspondiente, esto también flexibiliza el espacio y permite varias configuraciones del mismo.



Figura 59. Cama abatible horizontal.

El resto de mobiliario, sillas, butacas, mesas bajas y algún otro elemento decorativo se dispondrán según la

configuración de los espacios interiores.



Figura 60. Mesa abatible rectangular, colección Wally.

8- Carpintería

Para la carpintería se mantienen las ventanillas de la aeronave, algunas se modifican para que sean abatibles y permitan la ventilación.

La nueva carpintería se propone que sea de PVC (al ser un material plástico no conductor, lo contrario del aluminio) de doble acristalamiento con vidrio de capa bajo emisor y control solar, ayudando a mantener el calor en los espacios

interiores aislando del frío exterior y también protegiendo frente al calor del sol en los meses más calurosos, mientras dejan pasar la luz natural. Permitiendo un considerable ahorro de energía y a una menor emisión de CO2 contribuyendo a la reducción de efecto invernadero y a la conservación del medio ambiente. (Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía, 2007)



Figura 61. Sección carpintería doble bajo emisivo.

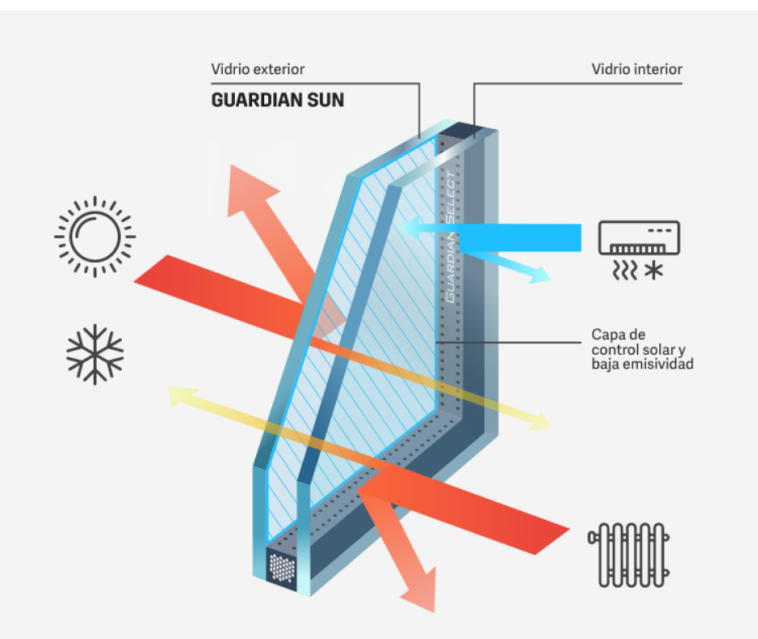


Figura 62. Esquema de funcionamiento carpintería bajo emisivo.

9- Iluminación

Para la luminaria se utilizará un panel led empotrado en el falso techo, para que no sea un impedimento a la hora de transportar la parte del módulo en que esté ubicado, dado que este se instalará en taller.

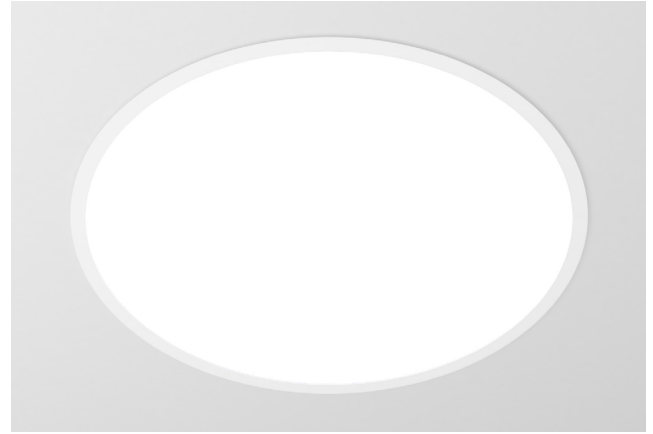


Figura 63. Panel LED circular empotrado.

10- 100 % Eficiente

Lo primero para ser eficientes es generar la electricidad, por lo que cada módulo debe ser capaz de generar la suya, además de ser capaz de llevar consigo esos medios de generación de energía.

Se propone la obtención de energía solar fotovoltaica a través de paneles solares ubicados en las cubiertas de los módulos, la ubicación de todos los componentes se preverán en el proyecto (Ver Fig. 64).

Más adelante con la solución de proyecto y la demanda de electricidad se calcularán los componentes necesarios requeridos.

Características de la energía solar (Ventajas y desventajas de la energía solar - Fundación Aquae, 2021)

-Es una energía limpia que reduce la huella de carbono de manera significativa, pues no genera gases de efecto invernadero ni contamina durante su uso (tan solo la contaminación creada al producir los paneles solares).

-Es una fuente de energía renovable y sostenible.

De manera general, una instalación solar fotovoltaica (ISF) se ajusta a un esquema como el mostrado en la Fig. 1.8. A lo largo de esta unidad detallaremos el funcionamiento de cada uno de estos elementos.

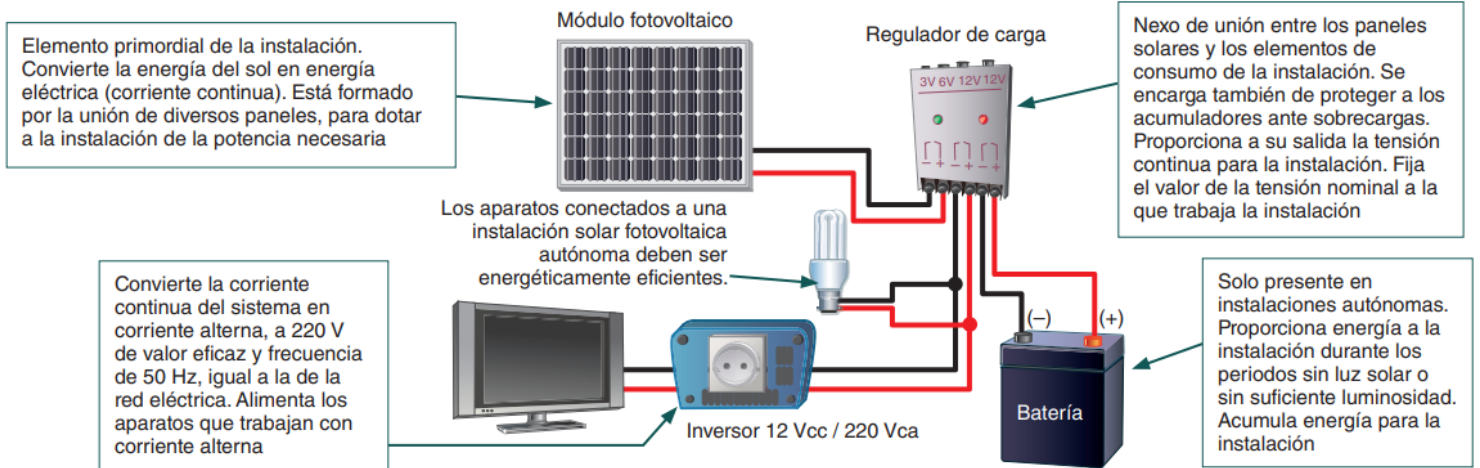


Figura 64. Elementos de instalación solar fotovoltaica (ISF).

-A diferencia de otras renovables, la energía solar puede calentar.

-No requiere extracción constante de materiales para su funcionamiento, por lo que es una energía muy económica cuya inversión inicial es fácil de recuperar durante los años: un panel solar puede tener una vida útil de cuarenta años.

-La luz solar es abundante y está muy disponible, por lo que el empleo de paneles solares es una opción viable en cualquier punto geográfico; importante sobre todo para zonas en las que es complicado crear un sistema de cableado.

También se propone la generación de ACS y climatización a través de una bomba de calor por aerotermia.(Ver Fig. 65)

Características

- Se puede extraer durante todo el año, garantizando el correcto funcionamiento continuado.

- Alta eficiencia energética y rendimiento.

- Su principal utilidad es la obtención de agua caliente sanitaria (ACS), aire acondicionado, calefacción por radiadores, fancoil o suelo radiante, calentamiento de piscinas.

- Adaptación grande a los sistemas en uso, tanto en exterior como en interior.

- Para extraer el 100% de energía total para climatizar, se necesita un 25% de energía eléctrica junto con el 75% de la energía renovable que obtenemos del aire (combinación de ambas).

- Reducción de emisión de gases de efecto invernadero. (Martos Cano, 2014)

Estos dos sistemas por separado son una ventaja, y combinados aún mas. Se propone la utilización de un sistema híbrido que combine ambas fuentes de generación de energía. (Ver Fig. 66)

Para elaborar el proyecto se tendrán en cuenta los siguientes elementos en la instalación para su correcto funcionamiento: (Martos Cano, 2014-b)

- Módulos solares
- Controlador solar
- Acumulador o depósito de ACS
- Radiadores y/o tuberías suelo radiante
- Unidad interior de aerotermia
- Unidad exterior de entrada y salida de aire

Según datos extraídos de la aplicación PVGIS que mide el rendimiento de los sistemas fotovoltaicos según la zona, muestra condiciones favorables para la instalación de estos en el sitio escogida. (Ver Anexo 1)

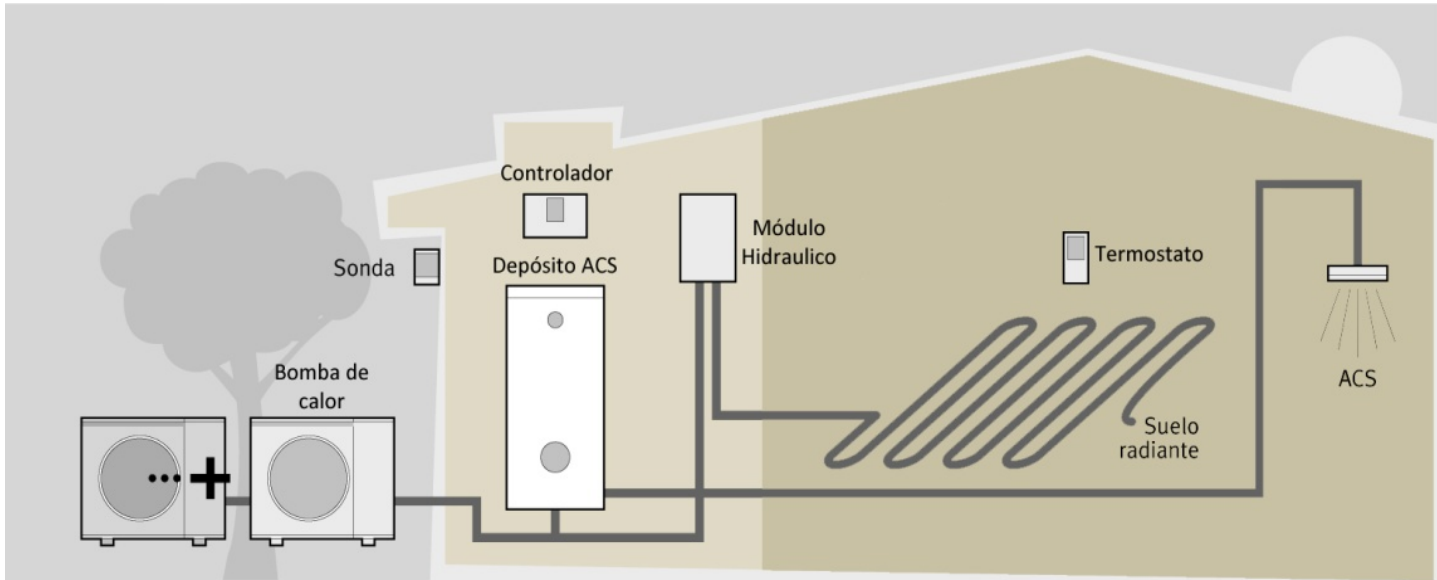


Figura 65. Esquema de Aerotermia en vivienda unifamiliar.

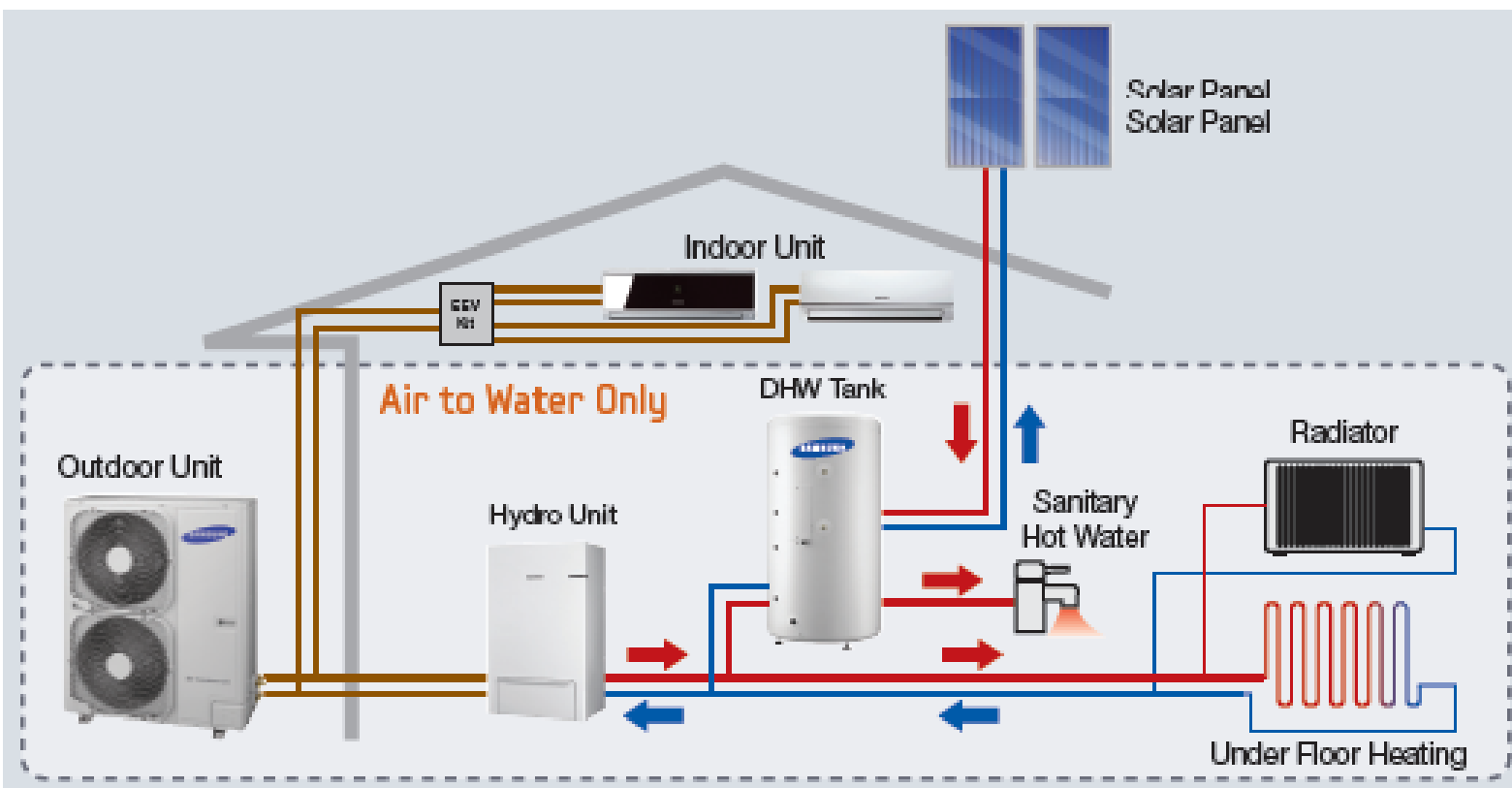


Figura 66. Esquema híbrido de energía fotovoltaica y aerotermia.

11- Instalaciones

Las instalaciones se realizarán por falso techo y suelo, y por los patinillos generados en las habitaciones. La fontanería y el saneamiento pasarán por la pared húmeda que conecta el baño y la cocina. En el caso de la fontanería se conectará a una acometida exterior y las aguas residuales a una fosa séptica, dada la complejidad que supondría conectar a una red de alcantarillado.

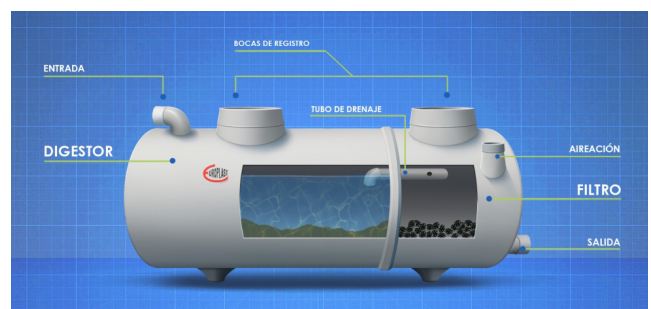


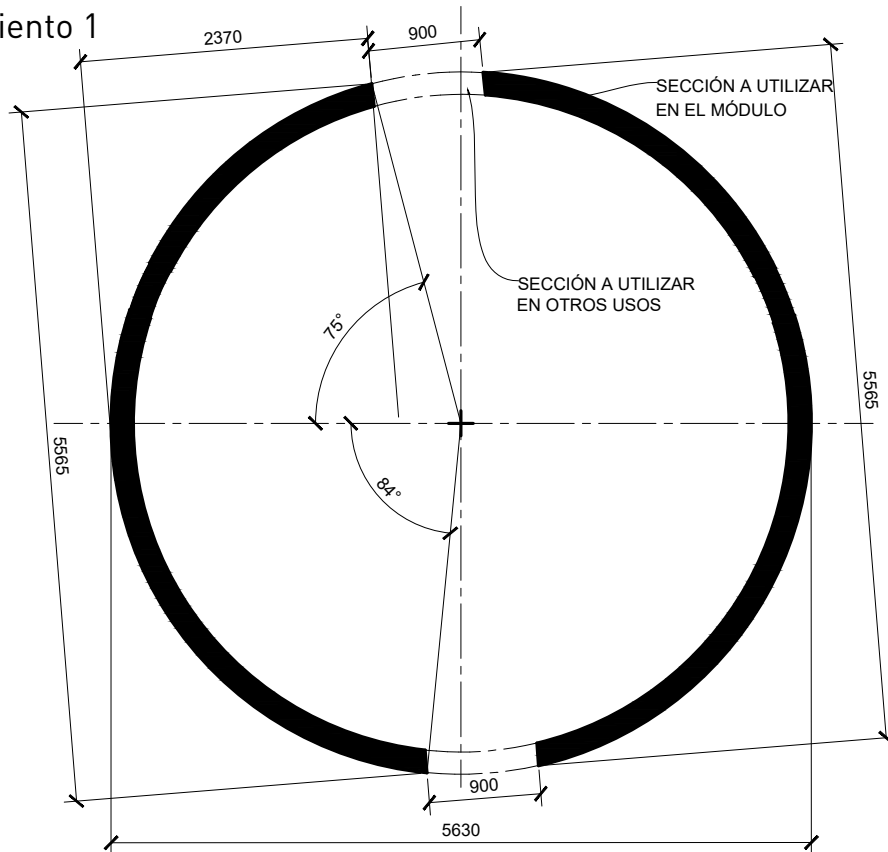
Figura 67. Fosa séptica con filtro biológico.

3.2.4. Solución de Proyecto

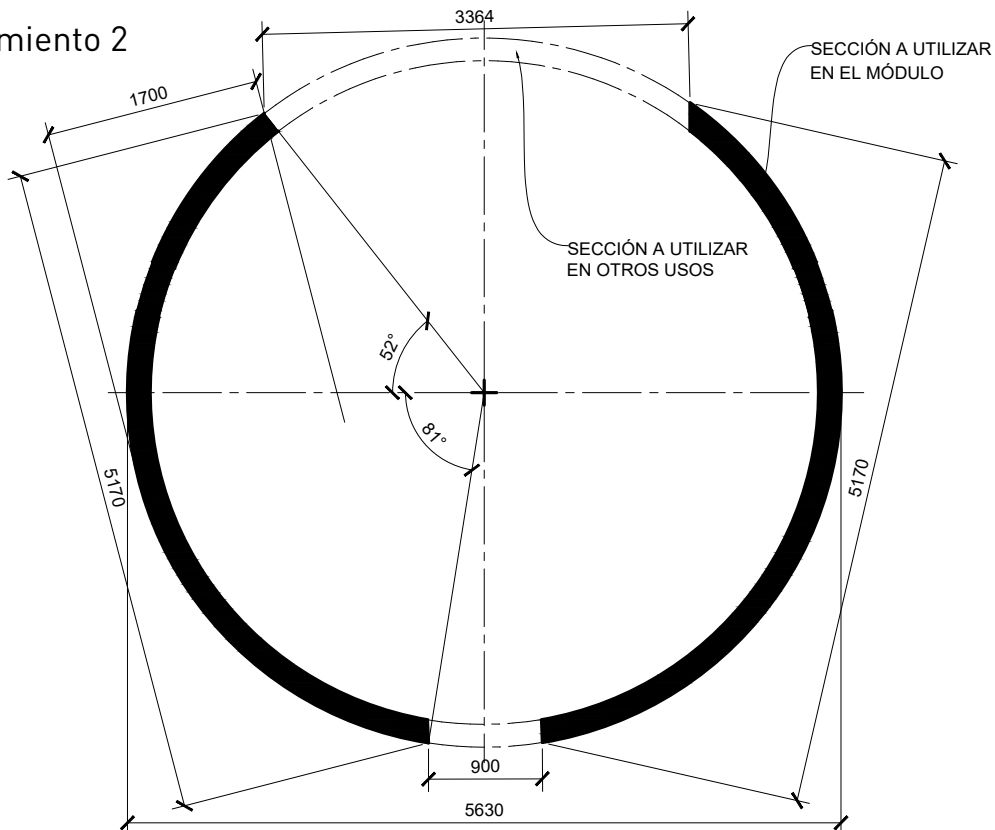
El proyecto constituye una línea estratégica de cómo enfocarlo, que depende de su emplazamiento, se tendría que adecuar a la normativa de edificación correspondiente para su materialización.

Seccionamiento para módulos habitacionales.

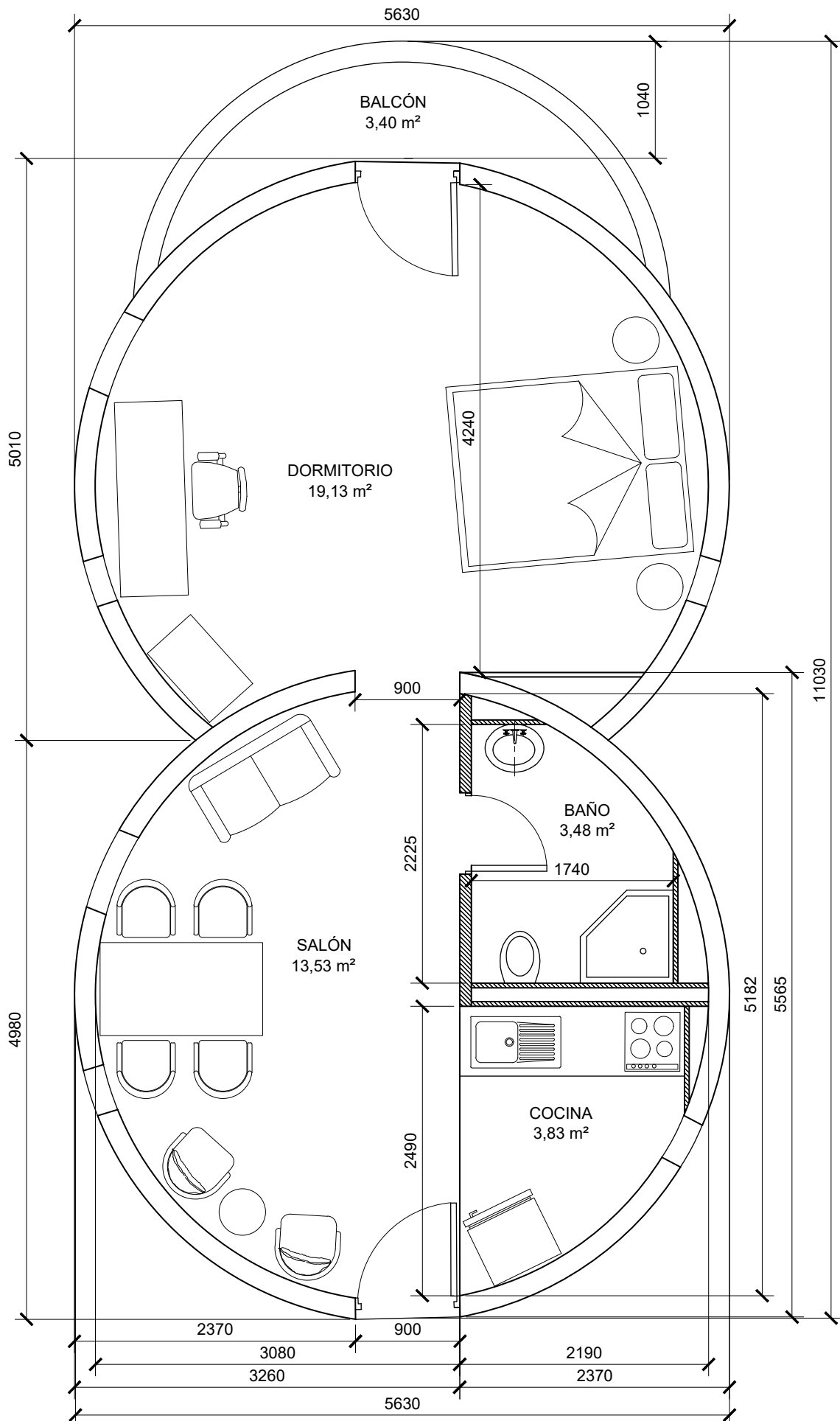
Seccionamiento 1



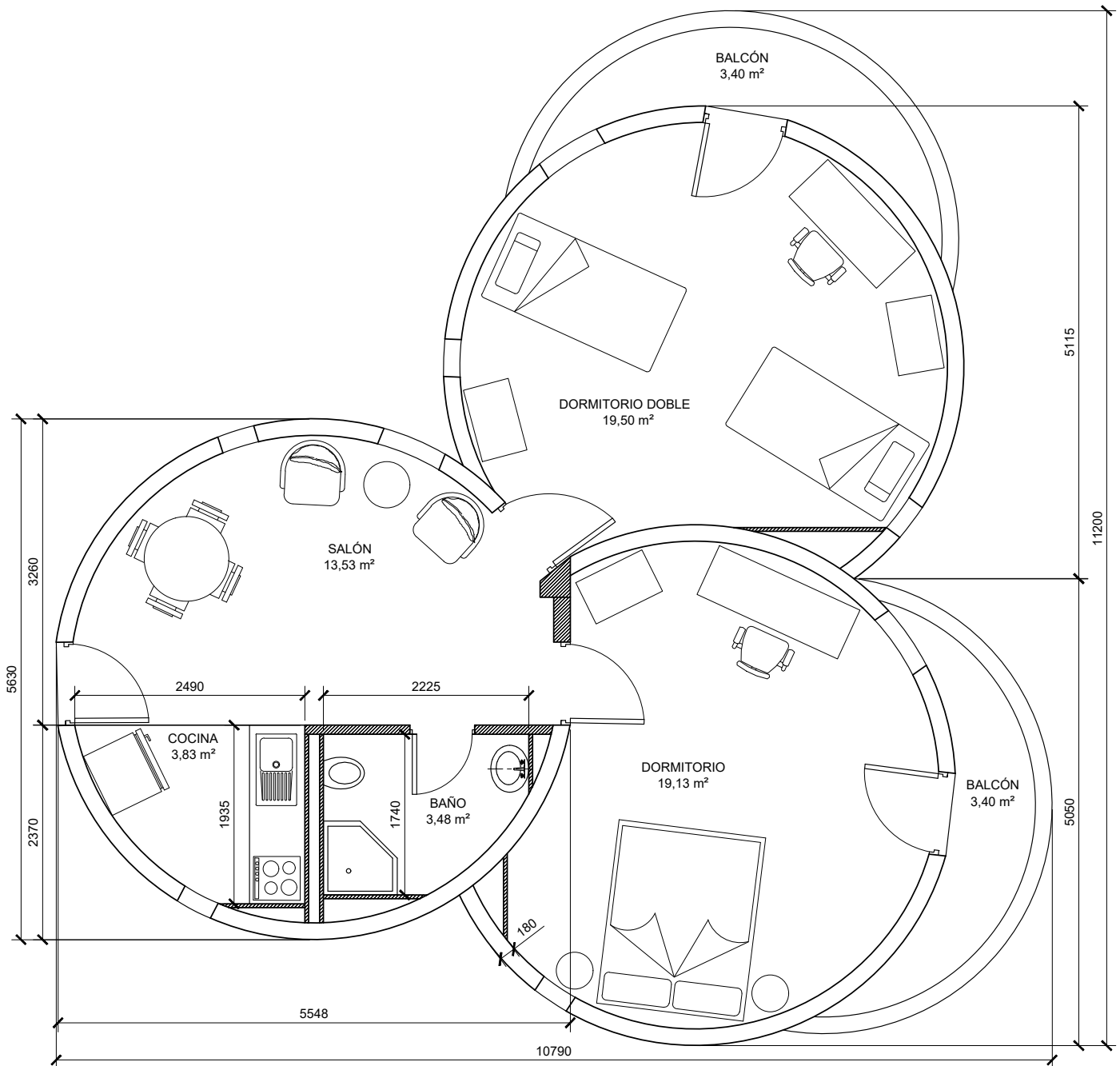
Seccionamiento 2



Solución de planta para módulo de un dormitorio. (Ver plano 02)



Solución de planta módulo de dos dormitorios. (Ver plano 03)



Buscando la estandarización y modulación de los módulos confeccionados, de un dormitorio y dos dormitorios, el seccionamiento es el mismo para ambas soluciones, en el caso del de dos dormitorios se le suma uno más del seccionamiento 2. También se realiza teniendo en cuenta sobre todo la transportación y las dimensiones que este debe cumplir. (Ver esquema de transportación).

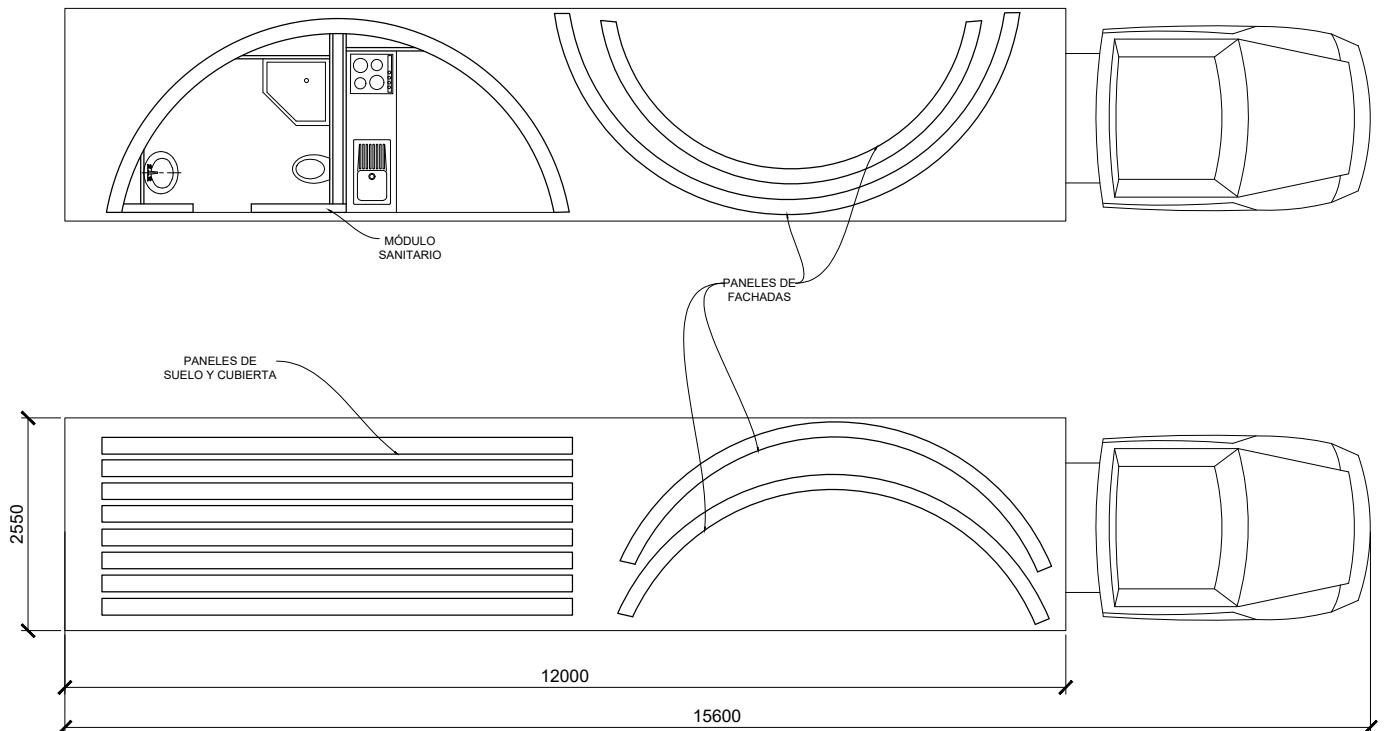
Estas secciones se unirán de manera atornillada y se reforzarán en sus bordes

para asegurar una fuerte unión.

En el caso del núcleo húmedo se confeccionará en su totalidad en taller incluyendo suelo, instalaciones y mobiliario fijo.

Tanto suelo como cubierta se construirán en dependencia de las dimensiones del módulo confeccionado, también considerando las dimensiones para su transportación. Se utilizará una estructura con perfiles IPN 140 para suelo y entrepiso y perfiles IPN 100 para cubierta. (Ver plano 07)

Esquema de transportación, módulo de un dormitorio.



Materiales

Como se mencionó anteriormente los materiales a utilizar son de referencia en otras viviendas modulares y considerados por características de montaje y funcionalidad. (Ver plano 07)

- Tabiques divisorios: Tabiquería de placas de yeso laminado con perfiles metálicos, las dimensiones de los perfiles, el tipo de placa y el ancho de los tabiques estarán en dependencia de la zona en que se utilicen.

- Suelo: Estructura con perfiles IPN 140, correas de acero galvanizado, aislamiento con panel de lana mineral recubierto de aluminio gofrado de 50 mm, tablero de triplay fenólico de 18 mm y finalmente piso vinílico de 15 mm.

- Entrepiso: Se utiliza el mismo esquema que en el suelo sumándole un falso techo de perfiles metálicos con placas de yeso laminado. (Ver plano 07)

- Cubierta: Para la estructura se utilizan perfiles IPN 100, con una cubierta de 5 % de inclinación de plancha azulínica, aislamiento de lana mineral de fibra de vidrio y un falso techo de placas de yeso

laminado con perfiles metálicos.

Cimentación

La cimentación será zapata aislada de hormigón armado, con placa metálica y pernos para la sujeción de una sección de perfil metálico que posteriormente se fijará a la estructura del suelo.

Con este tipo de estructura se busca una mejor adecuación a las irregularidades del terreno permitiendo versatilidad en la implantación del módulo, donde solo es necesario nivelar los cimientos aislados.

También el espacio que crea entre el suelo y el terreno no permite el contacto directo entre estos, conservando aún más la estructura y aislando.

Instalaciones

Las instalaciones pasarán por los nuevos tabiques, suelos, entrepiso, cubierta y por los patinillos.

Para el funcionamiento de las renovables, paneles fotovoltaicos y aerotermia, habrá en el exterior un local destinado a colocar el equipamiento necesario que se ubicará en el núcleo de circulación. (Ver plano 08)

Planta, módulo de un dormitorio.



Fig. 68, Planta con materiales

Imágenes interiores, módulo de un dormitorio.



Fig. 69, Salón

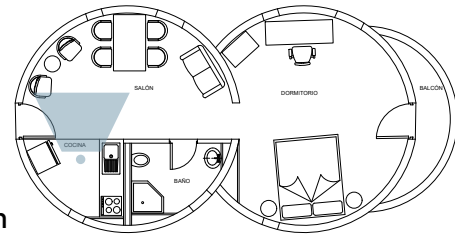
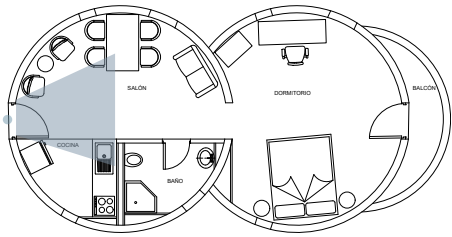


Fig. 70, Salón





Fig. 71, Salón

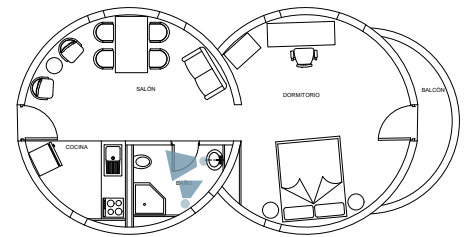
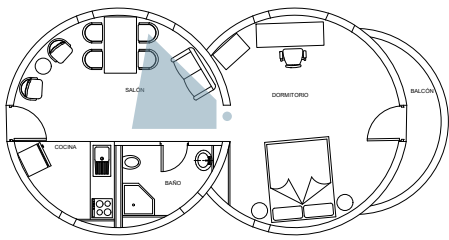


Fig. 72, Baño

Fig. 73, Baño





Fig. 74, Dormitorio

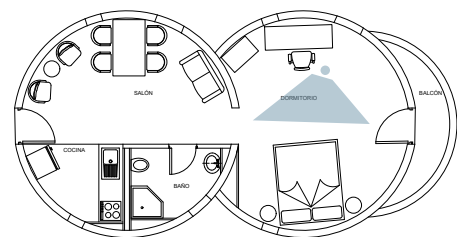
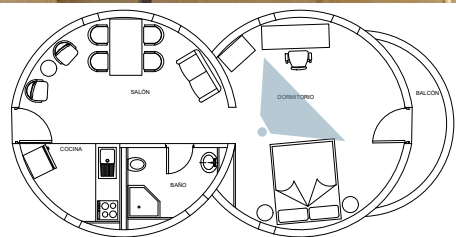
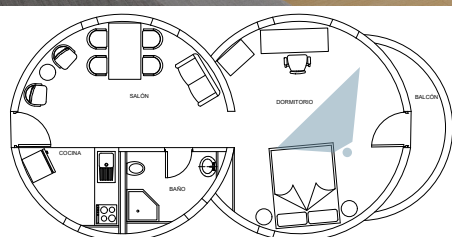


Fig. 75, Dormitorio





Fig. 76, Dormitorio



3.2.5. Implantación de viviendas en posible urbanización

Para la urbanización se pretende potenciar la integración con la naturaleza, donde el área edificada sea menor al área vegetal.

Se crean núcleos habitacionales formados por módulos de dos niveles, en un primer nivel una vivienda de dos dormitorios y en el segundo de un dormitorio, que se comunican y articulan alrededor de un núcleo de circulación que también funciona como cuarto de maquinarias. (Ver plano 08)

La manzana queda formada por estos

núcleos habitacionales que articulan y se comunican entre sí por corredores de circulación, áreas abiertas y zonas con equipamiento deportivo. (Ver plano 08)

Estas son capaces de adaptarse al terreno, tanto al relieve como a su vegetación, dadas las características de implantación de los módulos.

Como principal objetivo tiene crear una zona tranquila y sana que aproveche las ventajas del campo.

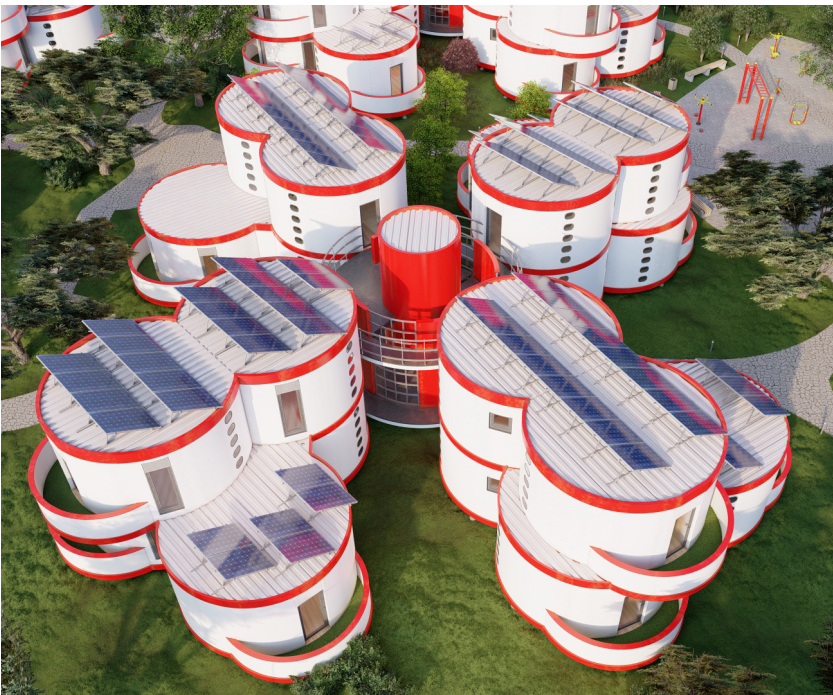


Fig. 77. Vista aérea de manzana formada por 4 núcleos habitacionales.



Fig. 78. Vista aérea de manzana.

Fig. 79 y 80. Vista aérea de un núcleo habitacional.



Imágenes interior de manzana.



Fig. 81



Fig. 82



Fig. 83



Fig. 84

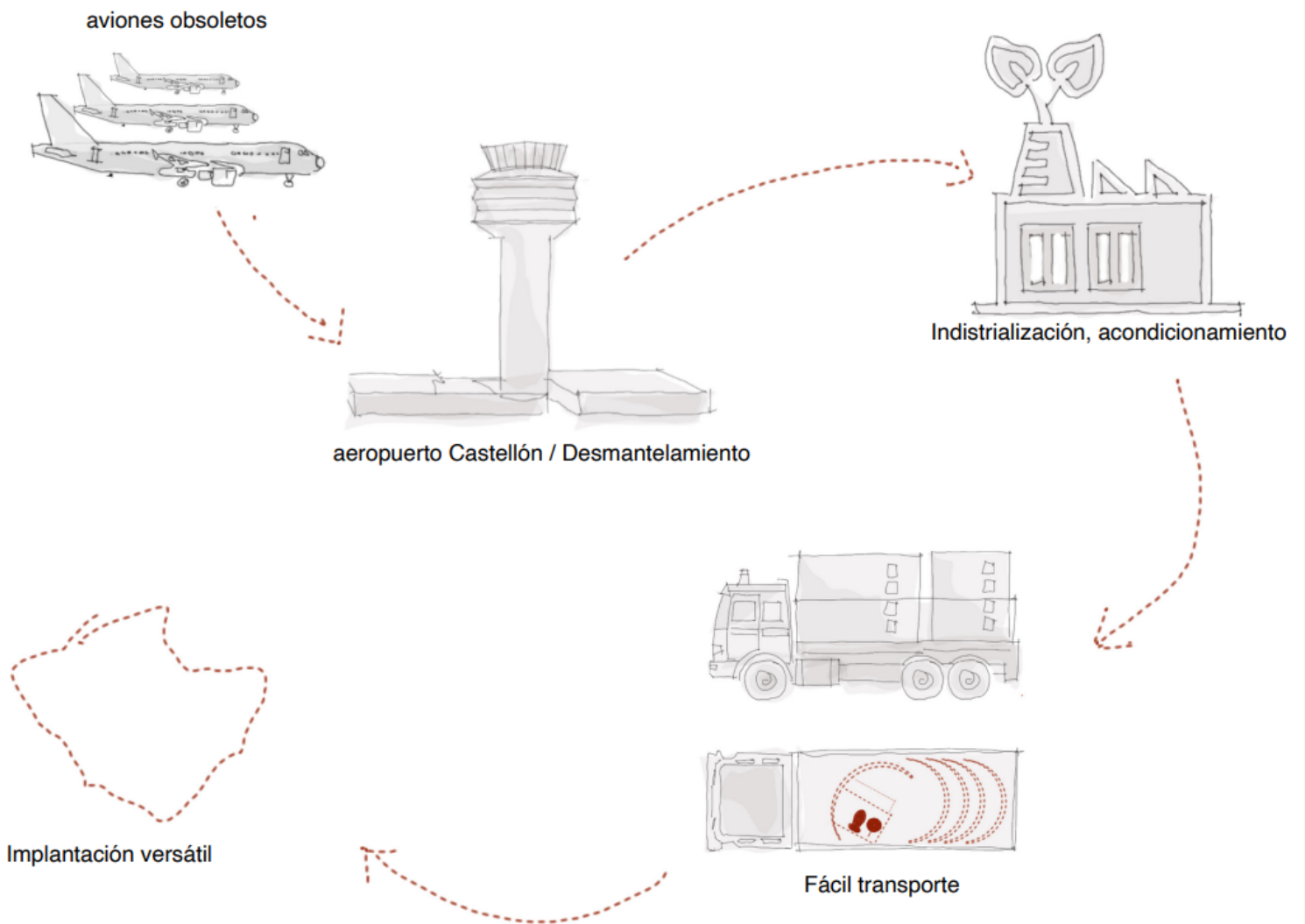


Fig. 85



Fig. 86

Viabilidad de la propuesta



4.1. Análisis de viabilidad económica de la propuesta

Para el análisis de viabilidad económica se tienen en cuenta varios factores con los que se realiza un análisis costo-beneficio de la propuesta.

“El análisis coste-beneficio (ACB) es una metodología para evaluar de forma exhaustiva los costes y beneficios de un proyecto (programa, intervención o medida de política), con el objetivo de determinar si el proyecto es deseable desde el punto de vista del bienestar social y, si lo es, en qué medida. Para ello, los costes y beneficios deben ser cuantificados, y expresados en unidades monetarias, con el fin de poder calcular los beneficios netos del proyecto para la sociedad en su conjunto. Esta metodología muestra además quién gana y quién pierde (y por cuánto) como resultado de la ejecución del proyecto. El ACB se utiliza en la evaluación ex ante como una herramienta para la selección de proyectos alternativos o para decidir si la implementación de un proyecto concreto es socialmente deseable. También puede ser empleado ex post para cuantificar el valor social neto de un proyecto previamente ejecutado”. (Ortega, 2011)

4.1.1. Introducción y objetivos

Como se comentaba anteriormente las viviendas se proponen como respuesta a la necesidad de viviendas y hospedaje de la zona y del aeropuerto de Castellón.

Para este análisis se toma como referencia el aeropuerto de Castellón, para sus pilotos y estudiantes principalmente. Los cuales necesitan realizar desplazamientos de más de 18 km, solo ida, a los pueblos más cercanos para poder pasar la noche.

Se propone por parte del aeropuerto la construcción de un módulo habitacional de dos viviendas, un total de tres

dormitorios, y capacidad entre 4 y 6 huéspedes. Recordar que se trata de un proyecto genérico, pues pretende que sirva para diversos enclaves.

Con esto se espera una reducción de contaminación y tiempo en transportación, por estar situado en terreno aledaño y del propio aeropuerto, generaría ingresos por estos hospedajes o ahorraría en caso de ser asumidos por la entidad.

Tener en cuenta que con la propuesta se busca no solo un beneficio económico, también se busca contribuir a la protección del medio ambiente.

4.1.2. Metodología

Para la realización del análisis se ha consultado la “Guide to Cost Benefit Analysis of Investment Projects”, de la Comisión Europea, 2014 y un artículo de la revista eXtoikos No. 5 del 2012 titulado Análisis Coste-Beneficio; así como información relativa a la vivienda en la página oficial del Ministerio de Transporte, Movilidad y Agenda Urbana.

La evaluación económica tiene por objeto obtener una relación entre los costes producidos por la construcción y mantenimiento de una obra y los beneficios derivados de la misma. La evaluación económica se materializa mediante la realización del Análisis Coste-Beneficio, en el que se asignan valores monetarios a los beneficios y costes del proyecto, permitiendo de este modo la obtención de flujos de caja a partir de los cuales obtener indicadores que cuantifiquen la rentabilidad económica del proyecto.

4.1.3. Análisis Coste-Beneficio

Para el análisis se ha tenido en cuenta el presupuesto de ejecución material del módulo, el cual se ha realizado en CYPE Arquímedes, no se incluye el precio del fuselaje dado que no hay un precio regularizado para este tipo de elementos

y es muy variable en dependencia de sus condiciones físicas y elementos que lo componen. El precio de ejecución de los elementos conformados con fuselaje se realiza teniendo en cuenta montajes de elementos con similares materiales y técnicas de unión, dado que este precio no está establecido en ningún banco de precios.

No se considera el valor del terreno proponiendo que este se ejecute en área perteneciente al aeropuerto.

Una vez calculado, se agregan todos los costes del escenario y se analiza su rentabilidad, obteniendo el flujo de beneficios / costes que constituye la base del cálculo de los indicadores de rentabilidad económica del proyecto, tales como Valor Actualizado Neto (VAN) y Tasa Interna de Retorno (TIR).

Horizonte temporal

El horizonte temporal es aquel periodo de tiempo para el cual se dispone de previsiones y que se corresponde indirectamente con el período de vida útil de la infraestructura que se acomete. Es el periodo para el cual se ha analizado la rentabilidad del proyecto en su incidencia en la sociedad. Para este tipo de edificación el período comprendido es entre 10 y 15 años (Comisión Europea, 2014).

Se considera para el análisis este tiempo a partir del período de explotación, siendo el módulo prefabricado en taller y el tiempo de montaje corto.

Tasa social de descuento

La evaluación de proyectos como este, requiere la selección de una tasa social de descuento que refleje el coste de oportunidad de los recursos, y en qué medida, desde el punto de vista de la sociedad, un beneficio presente es más valioso que el obtenido en el futuro.

La tasa social de descuento recomendada para la evaluación de

proyectos debe basarse en la tasa social de preferencia temporal que, a su vez, se construye a partir de la tasa prevista de crecimiento del PIB per cápita, la utilidad marginal de la renta y la tasa de preferencia temporal pura. (Comisión Europea, 2014)

Para la evaluación del presente proyecto se ha elegido una tasa de descuento del 3,0% conforme a la propuesta de la Unión Europea.

Precios sombra

Habitualmente, los precios de mercado no son un indicador válido del valor social de los bienes o recursos, y en su lugar deben emplearse los precios sombra.

El precio sombra de un bien se define como el precio que dicho bien alcanzaría en un mercado perfectamente competitivo, y en ausencia de cualquier tipo de distorsión.

“La determinación de los precios sombra es una cuestión delicada ya que afecta de forma muy relevante a los resultados finales de evaluación del proyecto. Por ello, es importante acudir a referencias estandarizadas que no distorsionen la posible comparación internacional de los proyectos.

Las principales distorsiones derivan del ejercicio de poder de mercado en el intercambio de determinados bienes y servicios, las rigideces en los ajustes de precios y cantidades –de forma señalada en el mercado de trabajo– y de la fiscalidad.” (MITMA, 2019)

Con base a las indicaciones del Banco Europeo de Inversiones, se toma como referencia un coeficiente de 0.92 el cual se aplicará sobre los costes de construcción y mantenimiento del proyecto. (The Economic Appraisal of Investment Projects at the EIB, 2020)

Parámetros	Valor	Fuente
Año de puesta en servicio	2023	
Duración del período de evaluación	10	Comisión Europea, 2014
Tasa de descuento	3 %	Comisión Europea, 2014
Coefficiente de precio sombra	0.92	The Economic Appraisal of Investment Projects at the EIB, 2020
Gasto de mantenimiento decenal	17.85 %	Según calculos de CYPE Arquímides
Coste medio por noche de un hotel	48 €	Análisis de hoteles de la zona y consultas en agencias de alojamiento
Reducción de km recorridos diarios (ida y regreso)	36.8	Distancia calculada a través de ubicaciones en Google Maps

Tabla 2. Parámetros básicos de evaluación, elaboración propia.

4.1.4. Determinación de costes e ingresos

Coste de construcción

Para el cálculo del costo se ha elaborado un Presupuesto de Ejecución Material (PEM), para el beneficio industrial se considera un valor del 6% del PEM y los gastos generales del constructor un 13%.

A los costes del PEM y a los gastos generales se les aplica el coeficiente de precio sombra.

Ver presupuesto y gastos de mantenimiento en Anexo 2.

PEM	54026.93 €
Gastos Generales (13%)	7023.50 €
Beneficio industrial (6%)	3523.50 €
Coste	64573.93 €

Tabla 3. Coste del proyecto, elaboración propia.

El proyecto tiene un área construida de 125.60 m² lo que da como resultado un costo de 514.12 € el m².

Coste de mantenimiento

El coste de mantenimiento decenal asciende a 10482.42 €. Para el cálculo anual se realiza un promedio, dando como resultado 1482.24 €.

Otros costes

Se han considerado los gastos de explotación de la instalación, salarios de empleados, limpieza, avituallamiento (calculados tentativamente) y el IVA, el cual es del 10 % en instalaciones de alojamientos en España.

Ingresos

Para el cálculo de los ingresos se ha considerado una demanda del 70 % de los dos módulos durante todo el año a un coste de 48€ representa 24480€ de ingresos anuales.

4.1.5. Resultados

PERÍODO (año)	INVERSIÓN(€)	INGRESOS(€)	EGRESOS(€)	GANANCIAS(€) (acumuladas)
0	64573,93			
1		24480	7096.24	-47190,17
2		24480	7096.24	-29806,41
3		24480	7096.24	-12422,65
4		24480	7096.24	4961,11
5		24480	7096.24	22344,87
6		24480	7096.24	39728,63
7		24480	7096.24	57112,39
8		24480	7096.24	74496,15
9		24480	7096.24	91879,91
10		24480	7096.24	109263,67

Tabla 4. *Inversión, ingresos, egresos y ganancia acumulada*, elaboración propia.

Económicos

En la tabla 4 se muestra la inversión, ingresos y egresos del proyecto, así como las ganancias acumuladas en 10 años.

Vemos que las ganancias y gastos se analizan de forma constante, por lo que las ganancias también lo son; mostrando el acumulado de ganancias al finalizar el horizonte temporal.

En la columna de ganancias acumuladas se aprecia que a partir del 4to año de realizada la inversión esta se recupera y se empiezan a obtener ganancias.

VNA INGRESOS	208.819,37 €
VNA EGRESOS	60.532,37 €
VNA EG+INV	125.106,30 €
RCB	1,67

Tabla 5. *Relación Costo-Beneficio*, elaboración propia.

Como se aprecia en la tabla 5 la RCB es mayor que 1, significando que la inversión es viable financieramente.

Ambientales

Se considera importante el ahorro en desplazamientos de tiempo y combustible, así como la disminución de emisiones de gases de efecto invernadero.

Como promedio un coche gasta entre 7 y 8 litros de combustible por cada 100 km recorridos y por cada litro de gasolina consumido, emite en promedio 2,35 kg de CO₂ y por cada litro de gasóleo, unos 2,64 kg de CO₂. (Idae(I.), s. f.)

Coches	2
Recorrido	72 km
Gasto comb.	5.76 l
Emisiones x litro	2.459 kg de CO ₂

Tabla 6. *Distancias, gastos de combustible y emisiones generadas en un día de desplazamiento desde el aeropuerto al hospedaje*, elaboración propia.

Llegamos a la conclusión de que evitando los desplazamientos a los alojamientos se pueden reducir 3.6 toneladas de emisiones de CO₂ en un año.

4.2. Análisis de Ciclo de Vida

El Análisis de Ciclo de Vida (ACV) no es un indicador en sí mismo, sino más bien un conjunto de indicadores, medidos bajo una metodología bien definida y estandarizada. Define, de la forma más completa conocida hoy en día, los impactos ambientales y consumos de recursos de cualquier elemento físico o actividad, incluida la edificación. (Indicadores para medir la circularidad en el sector de la edificación, 2019)

Es una herramienta que estudia y evalúa el impacto ambiental de un producto o servicio durante todas las etapas de su existencia, estableciendo un balance ambiental con objeto de conseguir un desarrollo sostenible.

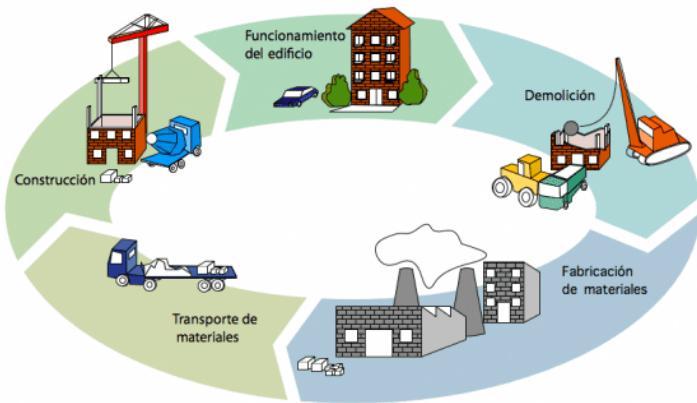


Figura 87. Esquema ciclo de vida de la edificación.

4.2.1. Definición de objetivos y alcance

En la evaluación se muestra el impacto ambiental y la energía consumida que representa la construcción de un módulo habitacional. Se procede a la presentación de los resultados correspondientes a un análisis energético del Ciclo de Vida, los resultados que se mostrarán en las tablas se obtienen a través de los datos introducidos en la aplicación CYPE. (Ver Anexo 3)

Para este análisis se ha tomado como

guía una teleclase del 2018 de la UPV, titulada “Evaluación de impactos de ciclo de vida”, de Sanjuán Pellicer María Nieves.

El análisis se divide en varias etapas, que van desde la producción del producto hasta su fin de vida. (Ver Fig 84)

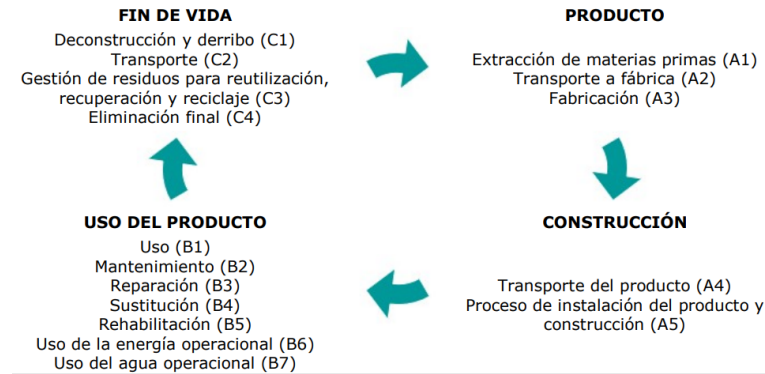


Figura 88. Etapas consideradas en el Ciclo de Vida del edificio.

En el presente proyecto se han considerado las etapas correspondientes a la fabricación del producto (A1, A2, A3), a su transporte hasta la entrada de la obra (A4) y al proceso de instalación del producto y construcción (A5).

Producto: (A1 - A2 - A3)

- Comprende la elaboración del producto, abarcando desde la extracción de las materias primas hasta la fabricación y embalaje del producto final, incluyendo el transporte de las materias primas hasta la fábrica y los desplazamientos necesarios para su producción.

Transporte del producto: (A4)

- Esta fase comprende el transporte del producto desde la salida de la fábrica hasta la entrada de la obra, incluyendo los desplazamientos necesarios en el proceso de distribución.

Proceso de instalación del producto y construcción: (A5)

- Esta fase se refiere al proceso de construcción e instalación de los productos, incluyendo los desplazamientos dentro del recinto de la construcción y montaje de elementos.

ENERGÍA INCORPORADA. (MJ)				
Capítulos	A1-A2-A3 PRODUCTO	A4 TRANSPORTE	A5 CONSTRUCCIÓN	TOTAL
Acondicionamiento del terreno	3667,97	849,21	2338,08	6855,26
Cimentaciones	35.929,64	4259,08	3,21	40191,93
Suelo, entrepiso y cubierta	254.759,73	23792,97	1,19	278553,89
Fachadas y particiones	35.952,66	1402,55	0,08	37355,29
Carpintería, cerrajería, vidrios y protecciones solares	35.869,61	576,07	0,03	36445,71
Instalaciones	63.900,50	2304,89	9,60	66214,99
Módulo Sanitario	39.028,71	2470,48	139,22	41638,41
Total	469.108,82	35.655,25	2.491,41	507255,48

Tabla 7. *Energía incorporada tablas para Análisis Ciclo de Vida*, ACV generado por CYPE Arquímides a través de datos introducidos por el autor.

Produ	CO ₂ eq. (kg)				
	Capítulos	A1-A2-A3 PRODUCTO	A4 TRANSPORTE	A5 CONSTRUCCIÓN	TOTAL
	Acondicionamiento del terreno	207,08	6,88	86,52	300,48
	Cimentaciones	2.099,57	34,48	0,15	2.134,20
	Suelo, entrepiso y cubierta	6.741,51	192,63	0,06	6.934,20
	Fachadas y particiones	1.281,65	11,36	0,00	1.293,01
	Carpintería, cerrajería, vidrios y protecciones solares	1.272,78	4,66	0,00	1.277,44
	Instalaciones	2.183,30	18,66	0,35	2.202,31
	Módulo Sanitario	1.359,99	20,03	3,98	1.384,00
	Total	15.145,88	288,70	91,06	15.525,64

Tabla 8. *Emisiones de CO₂ tablas para Análisis Ciclo de Vida*, ACV generado por CYPE Arquímides a través de datos introducidos por el autor.

4.2.2. Consumo de recursos y emisiones al ambiente

La energía incorporada estima la cantidad de energía consumida en las fases del Ciclo de Vida correspondientes al proceso de fabricación de los productos y a su instalación o puesta en obra. Este proceso incluye la extracción de materias primas (A1), el transporte a fábrica (A2), la elaboración o fabricación (A3), el transporte del producto hasta la obra (A4) y el proceso de instalación del producto y de construcción (A5). (Ver tabla 7)

Las emisiones de CO₂ se consideran un indicativo del impacto que provoca la solución proyectada, determinado por la cantidad de dióxido de carbono que se emite en el proceso de fabricación, transporte y construcción. (Ver tabla 8)

4.2.3. Evaluación de impactos

La evaluación de impactos implica

la asociación de datos del inventario con impactos ambientales específicos, tratando de valorar dichos impactos.

Para este análisis los efectos originados por las emisiones generadas y el uso de recursos se agrupan y cuantifican en un número de categorías de impacto que pueden ponderarse de acuerdo a su importancia.

Indicadores de impacto ambiental

-Potencial de calentamiento global (GWP). Indica el potencial de calentamiento global de cada uno de los gases de efecto invernadero en cada fase del Ciclo de Vida. Se expresa en kg de CO₂ equivalente. (Tabla 9)

-Potencial de agotamiento de la capa de ozono estratosférico (ODP). Indica la destrucción de la capa de ozono estratosférica, que protege a la Tierra de los rayos ultravioletas, nocivos para la vida. Este proceso de destrucción del

ozono se debe a la ruptura de ciertos compuestos que contienen cloro y bromo cuando llegan a la estratosfera, causando la ruptura catalítica de las moléculas de ozono. Se expresa en kg de CFC 11 equivalente. (Tabla 10)

-Potencial de acidificación del suelo y de los recursos del agua (AP). La lluvia ácida tiene impactos negativos en los ecosistemas naturales y el medio ambiente. Las principales fuentes de emisiones de sustancias acidificantes son la agricultura y la combustión de sólidos utilizados para la producción de electricidad, calefacción y transporte. Se expresa en kg de SO₂ equivalente. (Tabla 11)

-Potencial de eutrofización (EP). Indica los efectos biológicos adversos derivados del excesivo enriquecimiento con nutrientes de las aguas y las superficies continentales. Se expresa en kg de (PO₄)³⁻ equivalente. (Tabla 12)

-Potencial de formación de ozono troposférico (POCP). Considera las reacciones químicas ocasionadas por la energía de la luz del sol. Se expresa en kg de etileno equivalente. (Tabla 13)

-Potencial de agotamiento de recursos abióticos para recursos no fósiles (ADPE). Incluye el consumo de todos los recursos abióticos no renovables. Se expresa en kg de Sb equivalente. (Tabla 14)

-Potencial de agotamiento de recursos abióticos para recursos fósiles (ADFP). Incluye el consumo de todos los recursos fósiles. Se expresa en MJ. (Tabla 15)

Uso de recursos

-Uso total de energía primaria renovable (PERT). Indica el uso de energía proveniente de fuentes naturales aceptadas como inagotables e indefinidas, como es el caso de la energía solar, la energía eólica, la energía mareomotriz, la energía hidráulica, la energía geotérmica o la energía de la biomasa. Se expresa en MJ. (Tabla 16)

-Uso total de energía primaria no renovable (PERNRT). Indica el uso de energía proveniente de fuentes que se encuentran en la naturaleza en cantidades limitadas. Por tanto, una vez consumidas en su totalidad no pueden sustituirse al no existir un sistema de producción o de extracción económicamente viable. En este grupo se encuentran el petróleo, el carbón, el gas natural y los combustibles nucleares. Se expresa en MJ. (Tabla 17)

-Uso neto de recursos de agua corriente (FW). Indica el uso de agua natural en la superficie de la Tierra, en las capas de hielo, en los casquetes de hielo, glaciares, icebergs, ciénagas, lagunas, lagos, ríos y arroyos, y aguas subterráneas de acuíferos y corrientes subterráneas. Se expresa en m³. (Tabla 18)

Resultados de la evaluación

Produ	CO ₂ eq. (kg)				
	Capítulos	A1-A2-A3 PRODUCTO	A4 TRANSPORTE	A5 CONSTRUCCIÓN	TOTAL
	Acondicionamiento del terreno	207,08	6,88	86,52	300,48
	Cimentaciones	2.099,57	34,48	0,15	2.134,20
	Suelo, entepiso y cubierta	6.741,51	192,63	0,06	6.934,20
	Fachadas y particiones	1.281,65	11,36	0,00	1.293,01
	Carpintería, cerrajería, vidrios y protecciones solares	1.272,78	4,66	0,00	1.277,44
	Instalaciones	2.183,30	18,66	0,35	2.202,31
	Módulo Sanitario	1.359,99	20,03	3,98	1.384,00
	Total	15.145,88	288,70	91,06	15.525,64

Tabla 9. Potencial de Calentamiento Global, ACV generado por CYPE Arquímedes a través de datos introducidos por el autor.

CFC 11 eq. (kg)				
Capítulos	A1-A2-A3 PRODUCTO	A4 TRANSPORTE	A5 CONSTRUCCIÓN	TOTAL
Acondicionamiento del terreno	0,08	0,01	0,00	0,09
Cimentaciones	0,95	0,04	0,00	0,99
Suelo, entrepiso y cubierta	197,46	0,25	0,00	197,71
Fachadas y particiones	0,00	0,01	0,00	0,01
Carpintería, cerrajería, vidrios y protecciones solares	0,00	0,01	0,00	0,01
Instalaciones	0,06	0,02	0,00	0,08
Módulo Sanitario	0,04	0,03	0,00	0,07
Total	198,59	0,37	0,00	198,96

Tabla 10. Potencial de agotamiento de la capa de ozono estratosférico, ACV generado por CYPE Arquímides a través de datos introducidos por el autor.

SO₂ eq. (kg)				
Capítulos	A1-A2-A3 PRODUCTO	A4 TRANSPORTE	A5 CONSTRUCCIÓN	TOTAL
Acondicionamiento del terreno	0,60	0,48	0,38	1,46
Cimentaciones	4,58	2,41	0,00	6,99
Suelo, entrepiso y cubierta	26,81	13,48	0,00	40,29
Fachadas y particiones	7,25	0,79	0,00	8,04
Carpintería, cerrajería, vidrios y protecciones solares	8,10	0,33	0,00	8,43
Instalaciones	12,54	1,31	0,00	13,85
Módulo Sanitario	5,39	1,40	0,01	6,80
Total	65,27	20,20	0,39	85,86

Tabla 11. Potencial de acidificación del suelo y de los recursos del agua, ACV generado por CYPE Arquímides a través de datos introducidos por el autor.

(PO₄)³⁻ eq. (kg)				
Capítulos	A1-A2-A3 PRODUCTO	A4 TRANSPORTE	A5 CONSTRUCCIÓN	TOTAL
Acondicionamiento del terreno	0,08	0,10	1,56	1,74
Cimentaciones	1,34	0,48	0,00	1,82
Suelo, entrepiso y cubierta	4,95	2,70	0,00	7,65
Fachadas y particiones	0,55	0,16	0,00	0,71
Carpintería, cerrajería, vidrios y protecciones solares	0,40	0,07	0,00	0,47
Instalaciones	5,48	0,26	0,01	5,75
Módulo Sanitario	1,12	0,28	0,01	1,41
Total	13,92	4,05	1,58	19,55

Tabla 12. Potencial de eutofricación, ACV generado por CYPE Arquímides a través de datos introducidos por el autor.

Etileno eq. (kg)				
Capítulos	A1-A2-A3 PRODUCTO	A4 TRANSPORTE	A5 CONSTRUCCIÓN	TOTAL
Acondicionamiento del terreno	0,04	0,03	0,07	0,14
Cimentaciones	0,42	0,13	0,00	0,55
Suelo, entrepiso y cubierta	2,01	0,71	0,00	2,72
Fachadas y particiones	0,32	0,04	0,00	0,36
Carpintería, cerrajería, vidrios y protecciones solares	2,98	0,02	0,00	3,00
Instalaciones	2,08	0,07	0,00	2,15
Módulo Sanitario	0,64	0,07	0,00	0,71
Total	8,49	1,07	0,07	9,63

Tabla 13. Potencial de formación de ozono troposférico, ACV generado por CYPE Arquímides a través de datos introducidos por el autor.

Sb eq. (kg)				
Capítulos	A1-A2-A3 PRODUCTO	A4 TRANSPORTE	A5 CONSTRUCCIÓN	TOTAL
Acondicionamiento del terreno	0,00	0,00	0,00	0,00
Cimentaciones	0,00	0,02	0,00	0,02
Suelo, entrepiso y cubierta	0,10	0,12	0,00	0,22
Fachadas y particiones	0,02	0,01	0,00	0,03
Carpintería, cerrajería, vidrios y protecciones solares	0,01	0,00	0,00	0,01
Instalaciones	0,21	0,01	0,00	0,22
Módulo Sanitario	645,19	0,01	0,00	645,20
Total	645,53	0,17	0,00	645,70

Tabla 14. *Potencial de agotamiento de recursos abióticos para recursos no fósiles*, ACV generado por CYPE Arquímides a través de datos introducidos por el autor.

ADFP (MJ)				
Capítulos	A1-A2-A3 PRODUCTO	A4 TRANSPORTE	A5 CONSTRUCCIÓN	TOTAL
Acondicionamiento del terreno	1.585,37	756,30	1.211,25	3.552,92
Cimentaciones	16.851,67	3.793,10	2,15	20.646,92
Suelo, entrepiso y cubierta	95.837,13	21.189,80	0,80	117.027,73
Fachadas y particiones	16.697,85	1.249,10	0,05	17.947,00
Carpintería, cerrajería, vidrios y protecciones solares	17.716,65	513,04	0,02	18.229,71
Instalaciones	28.775,56	2.052,71	4,92	30.833,19
Módulo Sanitario	14.542,64	2.199,71	61,69	16.804,04
Total	192.006,87	31.753,76	1.280,88	225.041,51

Tabla 15. *Potencial de agotamiento de recursos abióticos para recursos fósiles*, ACV generado por CYPE Arquímides a través de datos introducidos por el autor.

USO TOTAL DE ENERGÍA PRIMARIA RENOVABLE. (MJ)				
Capítulos	A1-A2-A3 PRODUCTO	A4 TRANSPORTE	A5 CONSTRUCCIÓN	TOTAL
Acondicionamiento del terreno	241,38	0,00	0,00	241,38
Cimentaciones	1.268,54	0,00	0,00	1.268,54
Suelo, entrepiso y cubierta	28.319,11	0,00	0,00	28.319,11
Fachadas y particiones	2.780,19	0,00	0,00	2.780,19
Carpintería, cerrajería, vidrios y protecciones solares	5.124,53	0,00	0,00	5.124,53
Instalaciones	5.351,79	0,00	0,00	5.351,79
Módulo Sanitario	4.746,17	0,01	17,88	4.764,06
Total	47.831,71	0,01	17,88	47.849,60

Tabla 16. *Uso total de energía primaria renovable*, ACV generado por CYPE Arquímides a través de datos introducidos por el autor.

USO TOTAL DE ENERGÍA PRIMARIA NO RENOVABLE. (MJ)				
Capítulos	A1-A2-A3 PRODUCTO	A4 TRANSPORTE	A5 CONSTRUCCIÓN	TOTAL
Acondicionamiento del terreno	1.841,22	92,91	1.169,04	3.103,17
Cimentaciones	17.809,43	465,98	1,06	18.276,47
Suelo, entrepiso y cubierta	130.603,49	2.603,17	0,39	133.207,05
Fachadas y particiones	16.474,62	153,45	0,03	16.628,10
Carpintería, cerrajería, vidrios y protecciones solares	13.028,43	63,03	0,01	13.091,47
Instalaciones	29.773,15	252,18	4,68	30.030,01
Módulo Sanitario	19.739,24	270,76	59,65	20.069,65
Total	229.269,58	3.901,48	1.234,86	234.405,92

Tabla 17. *Uso total de energía primaria no renovable*, ACV generado por CYPE Arquímides a través de datos introducidos por el autor.

FW (m ³)				
Capítulos	A1-A2-A3 PRODUCTO	A4 TRANSPORTE	A5 CONSTRUCCIÓN	TOTAL
Acondicionamiento del terreno	24,07	1,44	173,04	198,55
Cimentaciones	382,55	7,24	0,31	390,10
Suelo, entrepiso y cubierta	94,04	40,45	0,11	134,60
Fachadas y particiones	14,50	2,38	0,01	16,89
Carpintería, cerrajería, vidrios y protecciones solares	170,47	0,98	0,00	171,45
Instalaciones	192,90	3,92	0,70	197,52
Módulo Sanitario	158,80	4,20	0,05	163,05
Total	1.037,33	60,61	174,22	1.272,16

Tabla 18. *Uso neto de recursos de agua corriente, ACV generado por CYPE Arquímedes a través de datos introducidos por el autor.*

4.2.4. Conclusiones

Según los datos analizados el mayor consumo de energía y emisiones generada durante el ACV de la construcción del módulo es el de la fase de suelo, entrepiso y cubierta. Los materiales utilizados, sobre todo los estructurales, tienen un gran impacto, tanto en la fase de producción, como en la de transportación y construcción. Se han utilizado estos y no otros dadas las características y funciones del módulo.

Conociendo las fases del ACV, nos permite conocer el impacto de cada una de ellas, nos es más fácil decidir en que etapa o etapas debemos intervenir, y las estrategias que debemos llevar a cabo y así minimizar la huella ecológica del edificio.

El hecho de que sea un módulo prefabricado con facilidad de montaje y desmontaje genera un edificio flexible que permite modificar su ubicación sin necesidad de demoler en caso de ya no ser funcional.

La estandarización y producción en masa facilita también la construcción y optimización de los recursos, así como futuros mantenimientos. Teniendo en cuenta que el impacto de demoler o cambiar alguna pieza es superior al de mantenimiento.

Su proyección se realiza teniendo en cuenta criterios bioclimáticos, como

la generación del 100% de la energía a utilizar y un correcto aislamiento ahorra energía y hace que el impacto de la vida útil se reduzca de forma importante.

El uso del fuselaje, así como de elementos que lo componen, reduce la energía para su producción, sería solo la de modificación, además de reducir la generación de desechos al medio ambiente, y la reutilización del material frente a su reciclaje que genera emisiones en su refundición además de la materia prima perder propiedades.

También se reduce la cantidad de materiales necesarios en su conformación. Se propone un módulo de dos niveles para aprovechar el elemento de entrepiso común a las dos viviendas, y a nivel de urbanización agrupar los módulos para optimizar los núcleos de circulaciones e instalaciones.

El hecho de que el módulo sea prefabricado, y su construcción en taller, genera un ambiente controlado de emisiones en la fase de construcción, y a la optimización del transporte. Contribuye a una reducción y ahorro de energías; siendo el prefabricado una alternativa favorable de construcción en términos ambientales.

Todos estos criterios de Economía Circular se tuvieron en cuenta para realizar el proyecto, buscando como resultado el menor impacto posible en cada una de las etapas del Ciclo de Vida.

Resultados y Conclusiones

El uso de fuselajes de avión se convierte en una opción viable para la implementación de un sistema constructivo sustentable, económico y de rápida construcción. Presenta características muy aprovechables a la hora de su utilización como elementos divisorios y fachadas en la construcción de edificaciones.

Los módulos habitacionales constituyen una solución al problema de vivienda planteado en la tesis. También dada su capacidad de fácil transportación, montaje y desmontaje es una importante solución a problemas de viviendas de uso e implantación temporal.

La solución se maneja teniendo en cuenta la economía circular, mas que un proyecto con una solución final se crea un proceso, que empieza en la vida útil del avión, conduce al desmantelamiento, su industrialización y acondicionamiento, fácil transportación y finalmente a su

versátil implantación. Su flexibilidad le permite adaptarse a la normativa de edificación correspondiente, pretendiendo que sirva para diversos enclaves.

El proyecto se ha realizado para un modelo de avión específico, pero siguiendo las directrices se puede trasladar a cualquier otro. Pudiendo así solucionar el problema habitacional y la reducción de emisiones al medioambiente, además de contribuir al reciclaje.

Los análisis realizados demuestran la factibilidad del proyecto tanto económica como ambientalmente, reduciendo el impacto ambiental.

El Análisis del Ciclo de Vida realizado nos permite darnos cuenta del impacto del proyecto, así como las etapas que más residuos y consumos de energía generan, para así en futuras propuestas o modificaciones del proyecto poder intervenir en donde sea necesario.

Bibliografía

- (2019, 6 febrero). La aerotermia: Ventajas y Desventajas. Ecodome. <https://www.ecodome.es/la-aerotermia-ventajas-y-desventajas/>
- (2022). Armonización mundial de las políticas sobre reciclaje de las piezas extraídas del desmantelamiento de aeronaves. OACI. Asamblea - 41 Período de Sesiones.
- A340-200. (2021, 26 octubre). Airbus. Recuperado 11 de noviembre de 2022, de <https://www.airbus.com/en/who-we-are/company-history/commercial-aircraft-history/previous-generation-aircraft/a340-family/a340-200>
- Administración Federal de Aviación, (1985). Manual de Normas de Operación ETOPS (Disp. No. 045/03 D.H.A). <https://www.anac.gov.ar/anac/web/uploads/normativa/disposiciones/norma-etops-disp-045-03-dha.pdf>
- Airbus A340. (2020, 7 agosto). Web de información sobre aviones. <https://www.de-aviones.com/airbus/a340/>
- Airlines, aviation finance, Airbus, Boeing feel the worst of coronavirus-linked economic turbulence | Scope Ratings | European Rating Agency. (s. f.). <https://scoperatings.com/ratings-and-research/research/EN/162602>
- Arquitectura circular y su potencial. (2019, 4 marzo). Ecodome. <https://www.ecodome.es/arquitectura-circular-y-su-potencial/>
- Authority, E. T. B. &. (2019, 25 septiembre). Dive Bahrain, el mayor parque temático submarino del mundo, abre sus puertas en el Reino de Bahrein. <https://www.prnewswire.com/news-releases/dive-bahrain-el-mayor-parque-tematico-submarino-del-mundo-abre-sus-puertas-en-el-reino-de-bahrein-876376126.html>
- Baron, C. (2014). AC: ARQUITECTURA DE CONTAINERS (Segunda edición ed.). Madrid, España: A+V.
- Boeing 747-300. (s. f.). Recuperado 10 de noviembre de 2022, de https://es.wikipedia.org/wiki/Boeing_747-300
- Bulla, A. (2019, 27 octubre). Un antiguo Airbus es desmantelado y convertido en mobiliario

de diseño | Noticias de La Chispa | Revista de turismo. Preferente.com. <https://www.preferente.com/la-chispa/un-antiguo-airbus-es-desmantelado-y-convertido-en-mobiliario-de-diseno-294091.html>

Código de la Vivienda de la Comunidad Valenciana. (2022, 3 noviembre). BOLETÍN OFICIAL DEL ESTADO.

Comisión Europea. (2014). Guía de Cost-Benefit Analysis of Investment Projects. Economic appraisal tool for Cohesion Policy 2014-2020, 44. <https://doi.org/10.2776/97516>

Conta Escobar, J. O. (2019) Construcción de viviendas bio-sostenibles a partir de contenedores reutilizados y transformados, [Tesis de Grado, Universidad Cooperativa de Colombia].

Container City - Ficha, Fotos y Planos. (2020, 17 octubre). WikiArquitectura. <https://es.wikiarquitectura.com/edificio/container-city/>

Cruz, A. de la. (2017, 23 febrero). El avión convertido en restaurante vegetariano. López-Dóriga Digital. <https://lopezdoriga.com/vida-y-estilo/el-avion-convertido-en-restaurante-vegetariano/>

Departamento de Aeronáutica, Facultad de Ingeniería, U.N.L.P. (s. f.). Área Estructuras y Materiales.

Editor. (2022, 21 agosto). Keetwonen (Amsterdam Student Shipping Container Housing). Copyright © 2019 Eco Container Home – Shipping Container Homes, Cargo Homes & Green Building. <https://ecocontainerhome.com/keetwonen-amsterdam-student-shipping-container-housing/>

Elsayed, A., Roetger, T. & Bann, A. (2018). Best Practices and Standards in Aircraft End-of-Life and Recycling [Pdf]. En Towards a Circular Economy (Vol. 8, pp. 279-284). https://www.icao.int/environmental-protection/Documents/EnvironmentalReports/2019/ENVReport2019_pg279-284.pdf

Esquema instalación fotovoltaica y aerotermia. Recuperado de: http://www.veranoinstalaciones.com/images/aerotermia/ehs_ehstdm2.png

Estimación Económica y Análisis Coste-Beneficio. (2019, marzo). Propuesta de Revisión del Plan Director del Aeropuerto de Jerez.

Estructuras reticuladas y semimonocasco. Estructuras de materiales compuestos. (s. f.). [Diapositivas; Pdf]. Departamento de aeronáutica. <http://www.aero.ing.unlp.edu.ar/catedras/archivos/Estructuras%20Aeronauticas%20Rev%20001.pdf>

Fotos de Árboles monumentales y singulares en Castellón de la Plana-Castellón de la Plana, Árboles monumentales y singulares. (s. f.). Recuperado 9 de diciembre de 2022, de <https://www.monumentaltrees.com/es/fotos/esp/comunidadvalenciana/castellondelaplanacastellodelaplana/2>

García-Erviti, F., Armengot-Paradinas, J., Ramírez-Pacheco, G. (2015). El análisis del coste del ciclo de vida como herramienta para la evaluación económica de la edificación sostenible. Estado de la cuestión. Informes de la Construcción, 67(537): e056, doi: <http://dx.doi.org/10.3989/ic.12.119>.

Garrido, L. d. (2009). Análisis de Proyectos de Arquitectura Sostenible. Madrid: McGRAW-HILL/INTERAMERICANA.

- González, I. (2020, 7 septiembre). Por qué los aviones cuatrimotores están desapareciendo. El Español. Recuperado 11 de noviembre de 2022, de https://www.elspanol.com/omicrono/tecnologia/20200907/aviones-cuatrimotores-desapareciendo/518199430_0.html
- Guía de Vehículos Turismo de venta en España, con indicación de consumos y emisiones de CO₂. Directiva Europea 1999/94/CE. Real Decreto 837/2002". (2022, diciembre). Instituto para la Diversificación y el Ahorro de la Energía.
- Hamkhiyan, T. (2019). Diseño de un edificio residencial de gran altura mediante construcción modular eficiente [Tesis]. Escuela Técnica Superior de Ingeniería Industrial de Barcelona.
- Hyatt, A. (2022c, noviembre 11). 747 Wing House / David Hertz Architects. Arch Daily. <https://www.archdaily.com/165172/747-wing-house-david-hertz-architects>
- Idae(I.). (s. f.). IDAE -. Recuperado 28 de diciembre de 2022, de <https://coches.idae.es/base-datos>
- Indicadores para medir la circularidad en el sector de la edificación. (2019). Green Building Council España, 3.
- Information & History. (2015, 27 noviembre). Jumbostay. <https://www.jumbostay.com/info-history/>
- Inspección y Seguridad en el transporte | Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana. (s. f.). <https://www.mitma.gob.es/transporte-terrestre/inspeccion-y-seguridad-en-el-transporte>
- Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía. (2007). Soluciones de Aislamiento con Vidrios y Cerramientos. https://www.idae.es/uploads/documentos/documentos_GUIA_TECNICA_Vidrios_y_cerramiento_v05_2dfc482b.pdf
- Jasta, H. (2019, 11 octubre). Lufthansa Upcycles Retired Airplane Parts into Furniture. Homecruz. <https://www.homecruz.com/lufthansa-upcycles-collection-furniture/133269/>
- LA NACION. (2022, 29 julio). Crean un hotel en un avión abandonado en el que se puede dormir en la cabina del piloto. <https://www.lanacion.com.ar/propiedades/construccion-y-diseno/el-avion-hotel-los-pasajeros-pueden-dormir-en-camas-hasta-en-la-cabina-del-piloto-pero-sin-despegar-nid15072022/>
- La OACI y la AFRA refuerzan cooperación en reciclaje. (28 de Junio de 2016). Recuperado el 14 de Octubre de 2021, de OACI: <https://www.icao.int/Newsroom/Pages/ES/ICAO-and-AFRA-Enhance-Cooperation-on-Aircraft-Recycling-and-Lifecycle-Management.aspx>
- Martos Cano, B. (2014). Análisis de Sistemas Híbridos Fotovoltaicos. Aplicación a un Sistema de Autoconsumo Doméstico [Tesis]. Universidad Carlos III de Madrid.
- Minke, G. (2004). Techos Verdes, Planificación, ejecución y consejos prácticos. (D. Entz, Trad.) Montevideo, Uruguay: Fin de Siglo.
- MITMA. (2019). Estimación Económica y Análisis Coste-Beneficio [Conjunto de datos]. En Propuesta de Revisión del Plan Director del Aeropuerto de Jerez (IV). https://www.mitma.gob.es/recursos_mfom/audienciainfopublica/recursos/iv.xry_estimacion_economica.pdf

- Molina Maragaño, C. I. (2014) Innovación en el diseño de viviendas modulares mediante el uso de containers, [Tesis de Grado, Universidad Austral de Chile].
- Núcleos Húmedos: el desarrollo argentino que será un aliado de la ONU y del que se habla en París. (s. f.). Revista Habitat. Recuperado 18 de noviembre de 2022, de <https://revistahabitat.com/nucleos-humedos-el-desarrollo-argentino-que-sera-un-aliado-de-la-onu-y-del-que-se-habla-en-paris/>
- Ortiz, J., Hernando, J. I. & Cervera, J. (2009). Manual de uniones atornilladas laterales. Publicaciones APTA.
- Panero, J., & Zelnik, M. (2002). Las dimensiones Humanas en los espacios interiores. Barcelona, España: Gustavo Gili, S.A.
- Plaza, C. (2022, 9 junio). El aeropuerto de Castellón acoge un taller que estudia cómo reutilizar fuselajes de aviones para viviendas. Castellonplaza. <https://castellonplaza.com/el-aeropuerto-de-castellon-acoge-un-taller-que-estudia-como-reutilizar-fuselajes-de-aviones-para-viviendas>
- Praga, M. (2021, 18 abril). Aviones que irán cayendo en desuso: A340, A380, B747, B777-200/300 y A330 | Noticias de Aerolíneas | Revista de turismo. Preferente.com. Recuperado 11 de noviembre de 2022, de <https://www.preferente.com/noticias-de-transportes/noticias-de-aerolineas/aviones-que-iran-cayendo-en-desuso-a340-a380-b747-b777-200-300-y-a330-308594.html>
- PROJECTS » The Tiny House Guys. (s. f.). <https://www.thetinyhouseguys.com.au/projects.html>
- Rozo Martínez, D. A./Montaña Martínez, M. A. (2021) Uso del contenedor marítimo como elemento constructivo no estructural y estético, para el diseño de un colegio sostenible en la UPZ 17 San José de Bavaria en la localidad de Suba, [Tesis de Grado, Universidad La Gran Colombia].
- Ruiz, F. & Llorens, A. (2019, 3 enero). Construcción de edificios utilizando contenedores marítimos. El Informatiu. <https://informatiu.apabcn.com/es/blog/construccion-de-edificios-utilizando-contenedores-maritimos/>
- Spaces, L. (2020, 3 noviembre). A Thousand Strong: Amsterdam's Keetwonen Student Housing Designed and Built by TempoHousing - Livin. Livin Spaces. <https://www.livinspace.net/projects/architecture/a-thousand-strong-keetwonen-amsterdam-student-housing/>
- Suomalainen, E., Celikel, A., & Vénuat, P. (2014). AIRCRAFT METALS RECYCLING: PROCESS, CHALLENGES AND OPPORTUNITIES. Recuperado de https://www.env-isa.com/wp-content/uploads/2014/05/Aircraft_Metal_Recycling_Process_Challenges_and_Opportunities.pdf
- Tarmac desmanteló 22 aviones en 2020, su récord desde que aterrizó en el aeropuerto de Teruel. (2021, 8 febrero). heraldo.es. <https://www.heraldo.es/noticias/aragon/teruel/2021/02/08/tarmac-desmantelo-22-aviones-en-2020-su-record-desde-que-aterrizo-en-el-aeropuerto-de-teruel-1418972.html>
- tok.wiki. (s. f.). Airbus A340 Desarrollo y Diseño. https://hmong.es/wiki/Airbus_A340-200
- tok.wiki. (s. f.). ETOPS Historial y Uso. <https://hmong.es/wiki/ETOPS/LROPS>
- Un hotel que volaba. (2011). Arq., 7, 54. <https://issuu.com/revistaarq/docs/arq7>

Un veterano del ejército convierte un avión de la Segunda Guerra Mundial en una casa rodante. (2022, 21 junio). EcoInventos. <https://ecoinventos.com/fabulous-flamingo/>

Universitat Politècnica de València - UPV & Sanjuán Pellicer, M. N. S. P. (2018, 22 octubre). Evaluación de impactos de ciclo de vida | | UPV [Vídeo]. YouTube. Recuperado 18 de diciembre de 2022, de <https://www.youtube.com/watch?v=B0NFFO3ma6w>

Ventajas y desventajas de la energía solar - Fundación Aquae. (2021, 24 noviembre). Fundació3n Aquae. <https://www.fundacionaquae.org/wiki/energia-solar-ventajas-desventajas/>

Viviendas provisionales APROP, Barcelona. (2019). Arquitectura Viva. <https://arquitecturaviva.com/obras/aprop-ciutat-vella-en-barcelona-5>

Wikiwand - Aislante térmico. (s. f.). Wikiwand. Recuperado 12 de noviembre de 2022, de https://www.wikiwand.com/es/Aislante_t%C3%A9rmico

Imágenes, lista de referencia

Figura 1. *Esquema de economía-circular-construcción* [Fotografía]. Recuperado de <https://www.empresasnewen.cl/la-economia-circular-en-la-construccion/>

Figura 2. *Logo Instituto Valenciano de la Edificación* [Fotografía]. Recuperado de <https://www.five.es/>

Figura 3. *Logo Escuela Técnica Superior de Arquitectura* [Fotografía]. Recuperado de <https://www.upv.es/perfiles/pas-pdi/identidad-corporativa-upv-es.html>

Figura 4. *Logo Aeropuerto de Castellón* [Fotografía]. Recuperado de <https://aeroportcastello.com/es/>

Figura 5. *Taller de circularidad, visita a zona de desmantelamiento por estudiantes y responsables* [Fotografía]. Recuperado de <https://aeroportcastello.com/el-aeropuerto-de-castello-acoge-un-taller-de-arquitectura-sobre-reutilizacion-de-fuselajes-de-aviones-para-viviendas/>

Figura 6. *Localización Aeropuerto de Castellón y Benlloch, pueblo cercano* [Mapa]. Elaboración propia

Figura 7. Suomalainen, E., Celikel, A., & Vénuat, P. (2014) *Retiradas históricas de aeronaves. (1980-2017)* [Fotografía]. En AIRCRAFT METALS RECYCLING: PROCESS, CHALLENGES AND OPPORTUNITIES. Towards a Circular Economy, Chapter 8, p.279.

Figura 8. Suomalainen, E., Celikel, A., & Vénuat, P. (2014) *Distribución de la edad de jubilación por uso de aeronaves. (1980-2017)* [Fotografía]. En AIRCRAFT METALS RECYCLING: PROCESS, CHALLENGES AND OPPORTUNITIES. Towards a Circular Economy, Chapter 8, p. 280.

Figura 9. *Desmantelamiento de un Boeing 747-400 por la empresa Tarmac Aragón en sus instalaciones en el aeropuerto de Teruel* [Fotografía]. Recuperado de <https://www.heraldo.es/noticias/aragon/teruel/2021/02/08/tarmac-desmantelo-22-aviones-en-2020-su-record-desde-que-aterriazo-en-el-aeropuerto-de-teruel-1418972.html>

Figura 10. *Logo OACI* [Fotografía]. Recuperado de <https://www.freepng.es/hd-png/organizaci%C3%B3n-de-aviaci%C3%B3n-civil-internacional.html>

Figura 11. *Desmontaje de motor de avión en desmantelamiento* [Fotografía]. Recuperado de <https://www.heraldo.es/noticias/aragon/teruel/2021/02/08/tarmac-desmantelo-22-aviones-en-2020-su-record-desde-que-aterriazo-en-el-aeropuerto-de-teruel-1418972.html>

teruel-1418972.html

Figura 12. *Cementerio de aviones de Arizona, E.U.A* [Fotografía]. Recuperado de <https://hawacowo.com/el-asombroso-cementerio-de-aviones-de-tucson-arizona/>

Figura 13. *Exterior Hotel Jumbo Stay* [Fotografía]. Recuperado de <https://www.jumbostay.com/info-history/>

Figura 14. *Cafetería del Jumbo Stay* [Fotografía]. Recuperado de <https://www.jumbostay.com/info-history/>

Figura 15 y 16. *Jumbo Jet, habitación en cabina con cama doble y baño privado* [Fotografía]. Recuperado de <https://www.jumbostay.com/info-history/>

Figura 17. *Jumbo Jet, dormitorio de cuatro camas* [Fotografía]. Recuperado de <https://www.jumbostay.com/info-history/>

Figura 18. *Avión sumergido, submarinistas en el interior* [Fotografía]. Recuperado de <https://www.prnewswire.com/news-releases/dive-bahrain-el-mayor-parque-tematico-submarino-del-mundo-abre-sus-puertas-en-el-reino-de-bahrein-876376126.html>

Figura 19. *Avión sumergido, submarinistas en el exterior* [Fotografía]. Recuperado de <https://www.prnewswire.com/news-releases/dive-bahrain-el-mayor-parque-tematico-submarino-del-mundo-abre-sus-puertas-en-el-reino-de-bahrein-876376126.html>

Figura 20. *Restaurante Hawai Adda, exterior* [Fotografía]. Recuperado de <https://lopezdoriga.com/vida-y-estilo/el-avion-convertido-en-restaurante-vegetariano/>

Figura 21. *Restaurante Hawai Adda, interior* [Fotografía]. Recuperado de <https://lopezdoriga.com/vida-y-estilo/el-avion-convertido-en-restaurante-vegetariano/>

Figura 22. *Lufthansa Upcycling Collection, reloj de pared* [Fotografía]. Recuperado de <https://www.homecru.com/lufthansa-upcycles-collection-furniture/133269/>

Figura 23. *Lufthansa Upcycling Collection, mesa* [Fotografía]. Recuperado de <https://www.homecru.com/lufthansa-upcycles-collection-furniture/133269/>

Figura 24. *Lufthansa Upcycling Collection, mesa de centro* [Fotografía]. Recuperado de <https://www.homecru.com/lufthansa-upcycles-collection-furniture/133269/>

Figura 25. *Exterior de la vivienda, uso de alas en la cubierta* [Fotografía]. 747 Wing House / David Hertz Architects. Arch Daily. <https://www.archdaily.com/165172/747-wing-house-david-hertz-architects>

Figura 26. *Interior de la vivienda* [Fotografía]. 747 Wing House / David Hertz Architects. Arch Daily.

Figura 27. *Avion casa rodante, exterior* [Fotografía]. Recuperado de <https://ecoinventos.com/fabulous-flamingo/>

Figura 28. *Avion casa rodante, interior* [Fotografía]. Recuperado de <https://ecoinventos.com/fabulous-flamingo/>

Figura 29. *Aero Tiny House, exterior* [Fotografía]. Recuperado de <https://www.thetinyhouseguys.com.au/projects.html>

Figura 30. *Aero Tiny House, interior* [Fotografía]. Recuperado de <https://www.thetinyhouseguys.com.au/projects.html>

Figura 31. A. Goula. (2019). *APROP Ciutat Vella en Barcelona, edificio durante el montaje de los módulos de contenedores* [Fotografía]. Viviendas provisionales APROP, Barcelona. Arquitectura Viva.

Figura 32. A. Goula. (2019). *APROP Ciutat Vella en Barcelona, imagen exterior* [Fotografía]. Viviendas provisionales APROP, Barcelona. Arquitectura Viva.

Figura 33. A. Goula. (2019). *APROP Ciutat Vella en Barcelona, distribución de planta habitacional* [Fotografía]. Viviendas provisionales APROP, Barcelona. Arquitectura Viva.

Figura 34. A. Goula. (2019). *APROP Ciutat Vella en Barcelona, imagen interior de apartamento*

[Fotografía]. Viviendas provisionales APROP, Barcelona. Arquitectura Viva.

Figura 35. *Vista aérea de la residencia de estudiantes* [Fotografía]. Recuperado de <https://www.livinspace.net/projects/architecture/a-thousand-strong-keetwonen-amsterdam-student-housing/>

Figura 36. *Vista desde el interior de la parcela* [Fotografía]. Recuperado de <https://www.livinspace.net/projects/architecture/a-thousand-strong-keetwonen-amsterdam-student-housing/>

Figura 37. *Interior de habitaciones* [Fotografía]. Recuperado de <https://www.livinspace.net/projects/architecture/a-thousand-strong-keetwonen-amsterdam-student-housing/>

Figura 38. *Container City, exterior* [Fotografía]. Recuperado de <https://es.wikiarquitectura.com/edificio/container-city/>

Figura 39. *Container City, montaje de módulos* [Fotografía]. Recuperado de <https://es.wikiarquitectura.com/edificio/container-city/>

Figura 40. *Container City, interior vivienda* [Fotografía]. Recuperado de <https://es.wikiarquitectura.com/edificio/container-city/>

Figura 41. *Container City, esquema de montaje de bloques* [Fotografía]. Recuperado de <https://es.wikiarquitectura.com/edificio/container-city/>

Figura 42. *Airbus A 340-600, Aerolínea Lufthansa, 2020* [Fotografía]. Recuperado de <https://www.turama.es/airbus-a340-el-gran-incomprensido>

Figura 43. *ETOPS, Clasificación de rutas de vuelo* [Fotografía]. Recuperado de <https://en.wikipedia.org/wiki/ETOPS>

Figura 44. *Airbus A 340-600, configuración de asientos, planta y sección* [Fotografía]. Recuperado de <https://www.aircharterservice.com.ar/guia-de-avions/charter-en-grupos/airbus-europe/airbusa340-200300>

Figura 45 y 46. *Fuselaje semimonocasco* [Fotografía]. Recuperado de <http://www.aero.ing.unlp.edu.ar/catedras/archivos/Estructuras%20Aeronauticas%20Rev%20001>

Figura 47. *Aislamiento Acústico Térmico de fibra de vidrio y fieltro* [Fotografía]. Recuperado de https://www.wikiwand.com/es/Aislante_t%C3%A9rmico

Figura 48. *Cargas normales en servicio* [Fotografía]. Recuperado de <http://www.aero.ing.unlp.edu.ar/catedras/archivos/Estructuras%20Aeronauticas%20Rev%20001>

Figura 49. *Esfuerzos sobre la aeronave* [Fotografía]. Recuperado de <http://www.aero.ing.unlp.edu.ar/catedras/archivos/Estructuras%20Aeronauticas%20Rev%20001>

Figura 50. *Esquema de seccionamiento y posicionamiento del fuselaje* [Fotografía] Elaboración propia.

Figura 51. *Dimensiones máximas del camión, ancho y alto* [Fotografía] Elaboración propia.

Figura 52. *Longitud de camión* [Fotografía]. Recuperado de <https://www.mitma.gob.es/transporte-terrestre/inspeccion-y-seguridad-en-el-transporte>

Figura 53. *Seccionamiento de Airbus A 340-300* [Fotografía]. Elaboración propia.

Figura 54. *(2018) Planta* [Fotografía]. Núcleos Húmedos: el desarrollo argentino que será un aliado de la ONU y del que se habla en París. Habitat.

Figura 55. *(2018) Módulos sanitarios* [Fotografía]. Núcleos Húmedos: el desarrollo argentino que será un aliado de la ONU y del que se habla en París. Habitat.

Figura 56. Ortiz, J., Hernando, J. I. & Cervera, J. (2009). *Unión atornillada lateral entre dos piezas en sección de doble T, diseño L00B*. Manual de uniones atornilladas laterales.

Figura 57. *Conexión de cimentación de hormigón con placa de anclaje de acero* [Dibujo] Elaboración propia.

Figura 58. *Componentes del sistema constructivo Modulhaus* [Fotografía]. Recuperado

de <https://modulhaus.pe/productos/>

Figura 59. *Cama abatible horizontal* [Fotografía]. Recuperado de <https://www.mueblesraquel.es/tienda/cama-abatible-horizontal-patas-sincronizadas/>

Figura 60. *Mesa abatible rectangular, colección Wally*. [Fotografía]. Recuperado de https://www.archiproducts.com/es/productos/clei/mesa-abatible-rectangular-wally_137978

Figura 61. *Sección carpintería doble bajo emisivo* [Fotografía]. Recuperado de <https://tobarragil.es/blog/dobles-acristalamientos-que-es-y-tipos>

Figura 62. *Esquema de funcionamiento carpintería bajo emisivo* [Fotografía]. Recuperado de <https://www.guardiansun.es/nuestros-cristales/guardian-sun>

Figura 63. *Panel LED circular empotrado* [Fotografía]. Recuperado de <https://outsidebcn.com/panel-led-circular-empotrado-circular-plate/>

Figura 64. *Elementos de instalación solar fotovoltaica (ISF)* [Fotografía]. Recuperado de <https://www.autoconsumosi.com/autoconsumo-solar/elementos-de-una-instalacion-solar-fotovoltaica/>

Figura 65. *Esquema de Aerotermia en vivienda unifamiliar* [Fotografía]. Recuperado de <https://www.comercialatc.com/blog/que-es-la-aerotermia/>

Figura 66. *Esquema híbrido de energía fotovoltaica y aerotermia* [Fotografía]. Recuperado de https://www.veranoinstalaciones.com/images/aerotermia/ehs_ehstdm2.png

Figura 67. *Fosa séptica con filtro biológico* [Fotografía]. Recuperado de <https://www.solostocks.com/venta-productos/maquinaria-equipamiento-tratamiento-residuos/fosas-septicas/fosas-septicas-7790492>.

Figura 68-86. *Imágenes de la propuesta de proyecto* [Fotografía]. Elaboración propia.

Figura 87. *Esquema ciclo de vida de la edificación* [Fotografía]. Recuperado de <https://disenarparalavida.com/el-ciclo-de-vida-de-los-edificios/>

Figura 88. *Etapas consideradas en el Ciclo de Vida del edificio* [Fotografía]. ACV generado por CYPE Arquímides a través de datos introducidos por el autor.

Anexos

Anexo 1. Gráficas de rendimiento fotovoltaico en zona escogida.

Extraídas de la aplicación PVGIS, 2022.

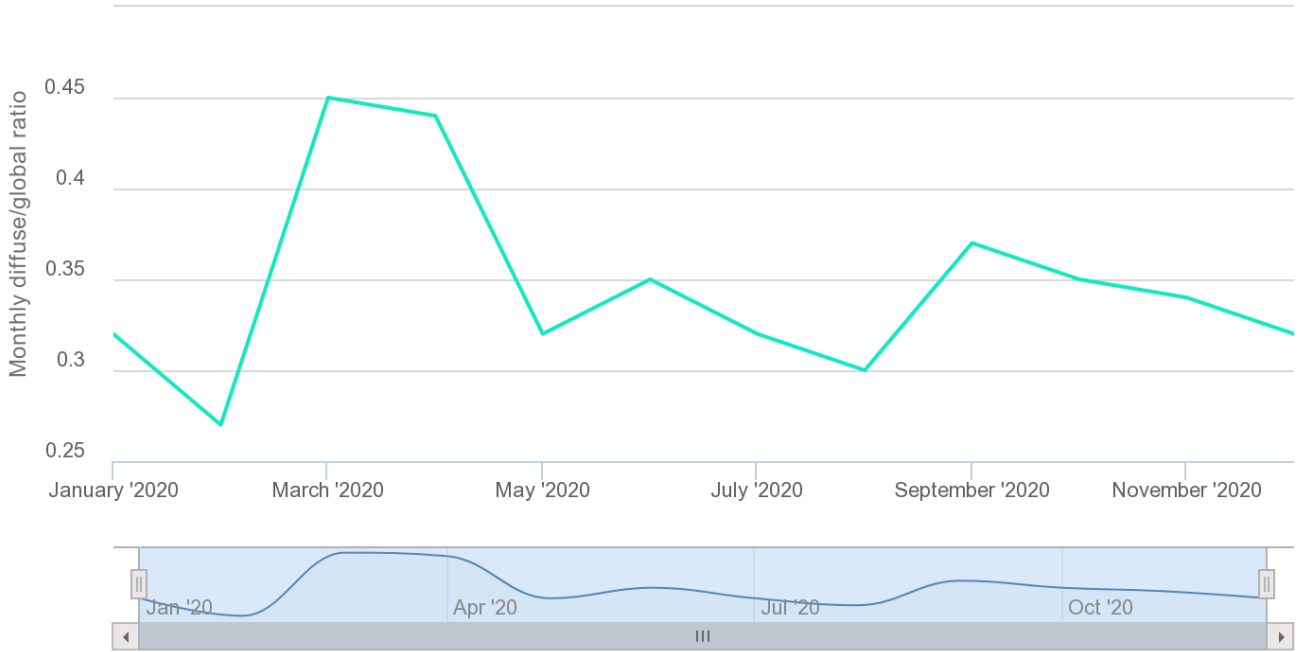


Gráfico 1. Promedio mensual de relación difusa a global.

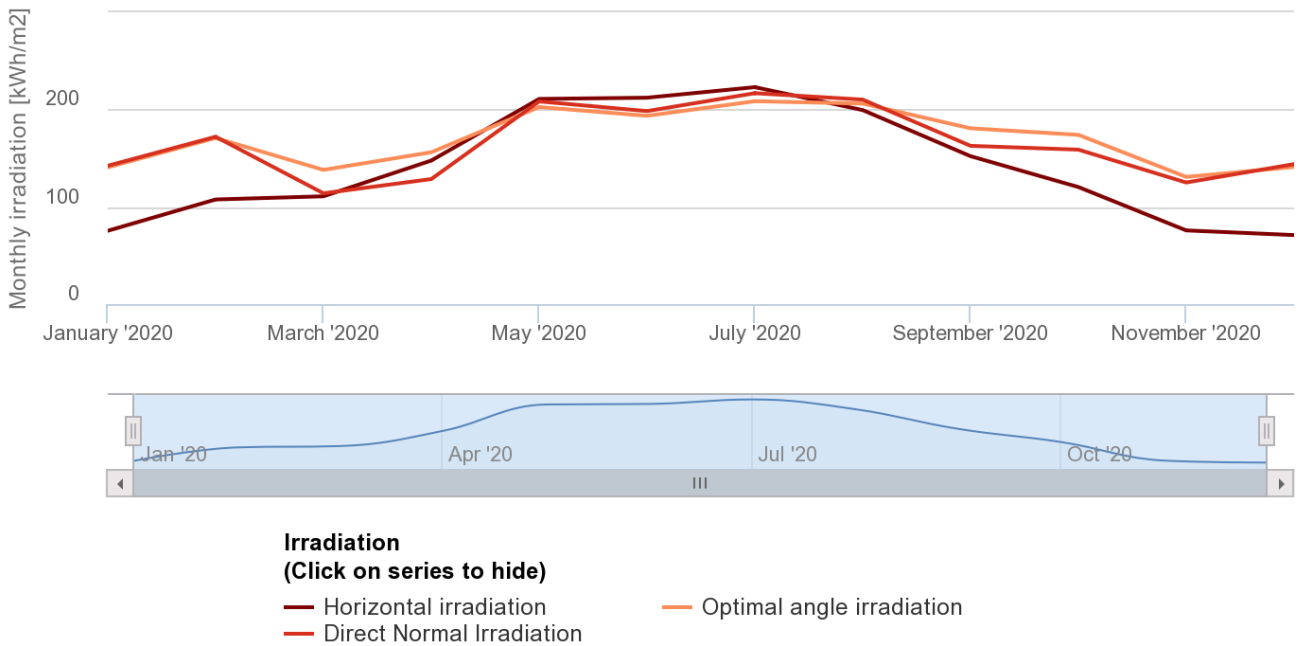


Gráfico 2. Estimación mensual de la irradiación solar.

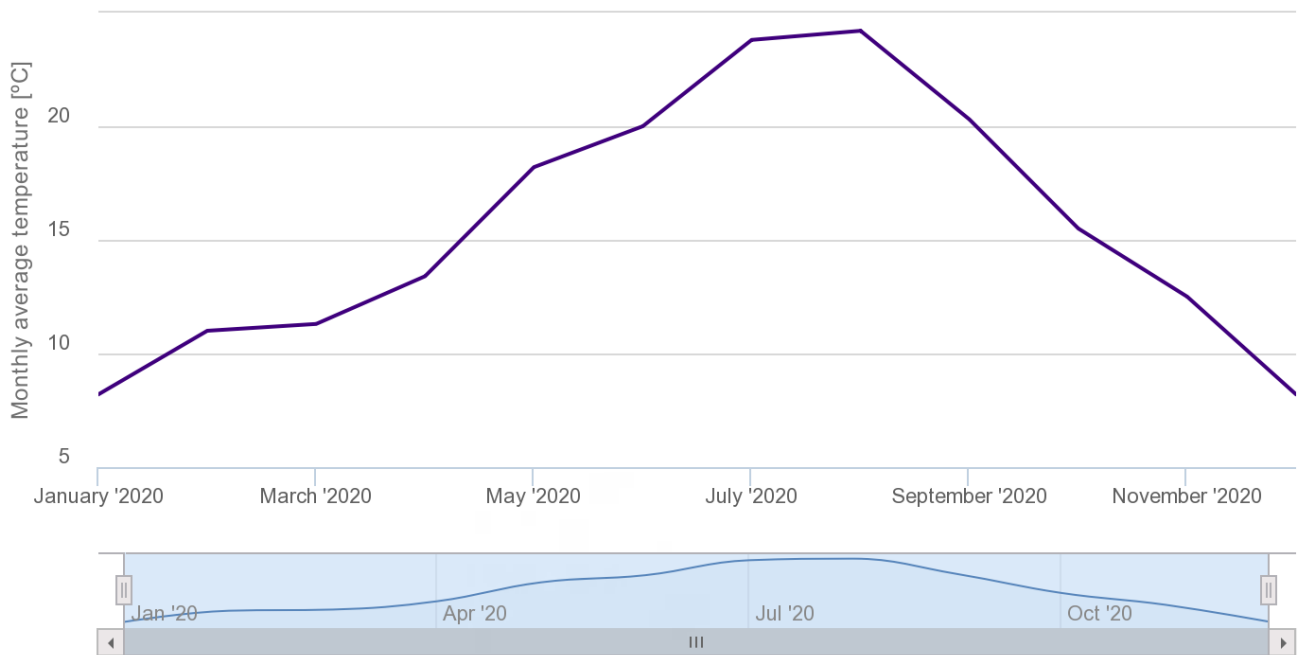


Gráfico 3. Temperatura media mensual.

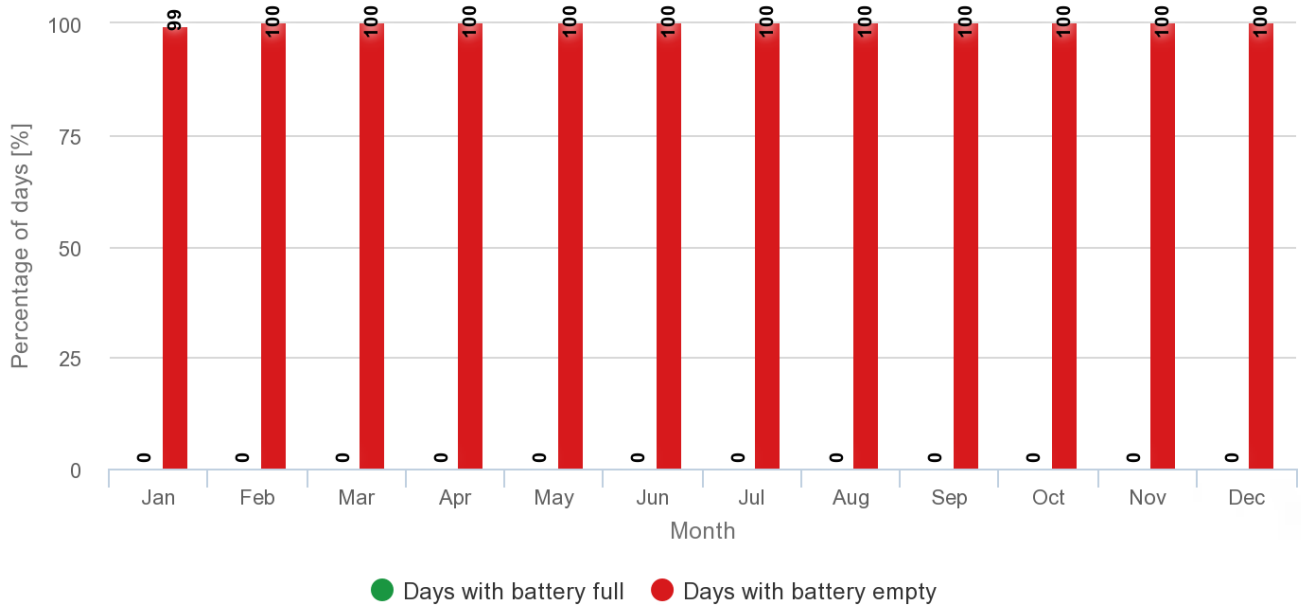


Gráfico 4. Rendimiento de la energía fotovoltaica fuera de la red: rendimiento de la batería.

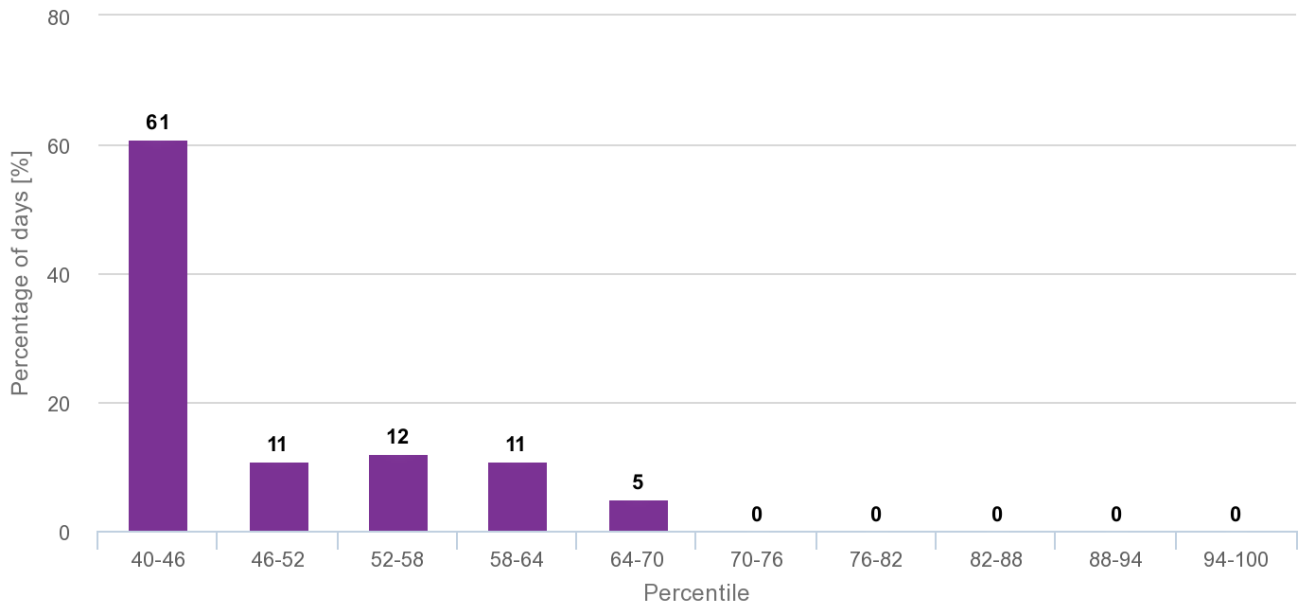


Gráfico 4. Rendimiento de la energía fotovoltaica fuera de la red: frecuencia del estado de carga.

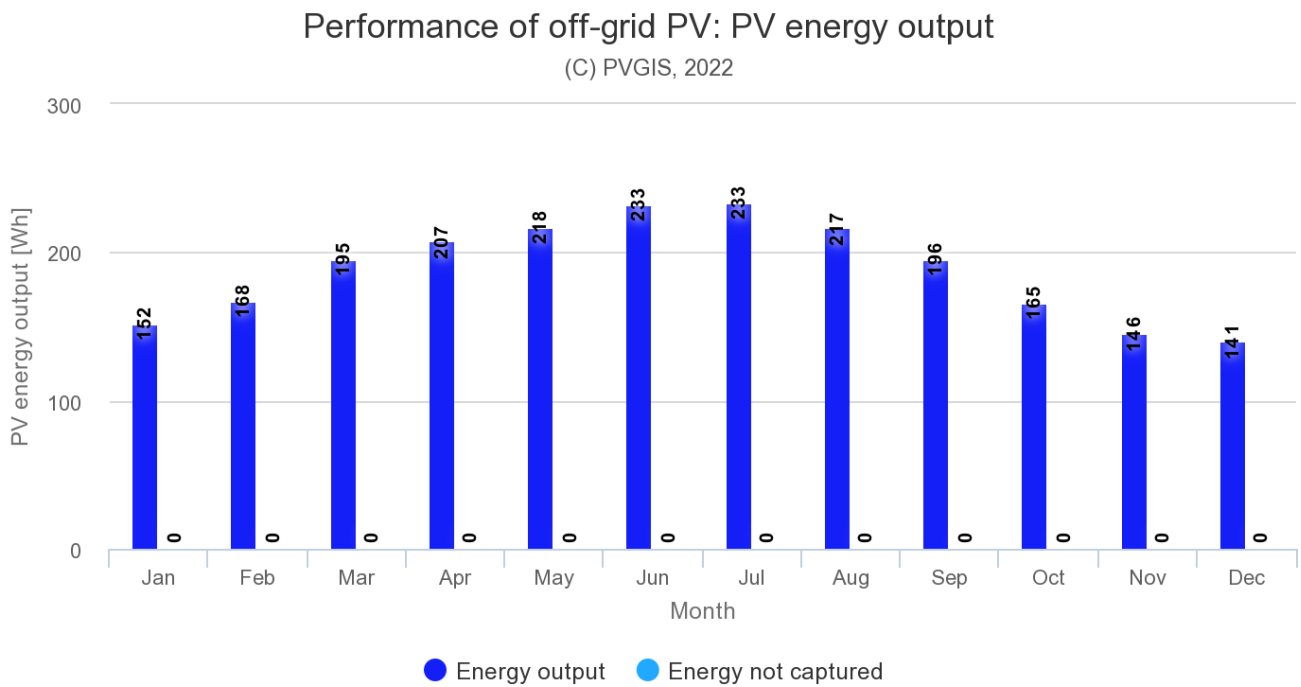
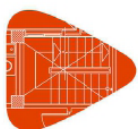


Gráfico 4. Rendimiento de la energía fotovoltaica fuera de la red: producción de energía fotovoltaica.

Anexo 2. Presupuesto

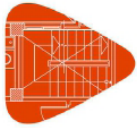


Proyecto: PRESUPUESTO
 Situación:
 Promotor:

Arq:

Valoración de mantenimiento decenal

			Cantidad	Coste (€)	Coste Mant. (€)	PEM (€)	VMD (€)	VMD/PEM (%)
Capítulo 1 Acondicionamiento del terreno						1.832,25	133,23	7,27
Capítulo 1.2 Red de saneamiento horizontal						1.394,83	133,23	9,55
1.2.1	m	Acometida general de saneamiento.	5,000	63,94	5,59	319,70	27,95	8,74
1.2.2	Ud	Arqueta prefabricada.	1,000	163,77	7,95	163,77	7,95	4,85
1.2.3	Ud	Fosa séptica compacta, de polietileno de alta densidad (PEAD/HDPE).	1,000	911,36	97,33	911,36	97,33	10,68
Capítulo 2 Cimentaciones						1.367,63	38,33	2,80
2.2	m³	Zapata de cimentación de hormigón armado.	7,500	175,31	5,11	1.314,83	38,33	2,91
Capítulo 3 Suelo, entresuelo y cubierta						22.721,11	1.972,75	8,68
Capítulo 3.1 Suelo						7.960,93	1.048,11	13,17
3.1.1	kg	Acero en vigas.	869,440	2,18	0,06	1.895,38	52,17	2,75
3.1.2	kg	Acero en correas metálicas.	446,600	3,55	0,17	1.585,43	75,92	4,79
3.1.3	m²	Tablero estructural de madera.	51,000	27,71	6,73	1.413,21	343,23	24,29
3.1.4	m²	Aislamiento térmico bajo forjado, con lanas minerales.	60,500	16,28	0,32	984,94	19,36	1,97
3.1.5	m²	Pavimento vinílico homogéneo, en rollo.	51,000	27,46	10,93	1.400,46	557,43	39,80
Capítulo 3.2 Entresuelo						9.923,89	447,11	4,51
3.2.1	kg	Acero en vigas.	937,600	2,18	0,06	2.043,97	56,26	2,75
3.2.2	kg	Acero en correas metálicas.	527,800	3,55	0,17	1.873,69	89,73	4,79
3.2.6	m²	Cobertura de chapa perfilada de acero.	20,900	35,32	11,04	738,19	230,74	31,26
3.2.8	m	Punto singular para cubierta inclinada metálica.	17,000	20,01	4,14	340,17	70,38	20,69
Capítulo 3.3 Cubierta						4.836,29	477,53	9,87
3.3.1	kg	Acero en vigas.	498,000	2,18	0,06	1.085,64	29,88	2,75
3.3.4	m	Punto singular para cubierta inclinada metálica.	3,600	20,57	4,25	74,05	15,30	20,66
3.3.5	m	Punto singular para cubierta inclinada metálica.	31,000	20,01	4,14	620,31	128,34	20,69
3.3.7	m²	Pintura plástica sobre paramento interior de yeso o escayola.	30,100	5,78	10,10	173,98	304,01	174,74



Proyecto: PRESUPUESTO
Situación:
Promotor:

Arq:

Valoración de mantenimiento decenal

			Cantidad	Coste (€)	Coste Mant. (€)	PEM (€)	VMD (€)	VMD/PEM (%)
Capítulo 4 Fachadas y particiones						11.090,62	2.622,46	23,65
Capítulo 4.1 Fábrica no estructural						11.090,62	2.622,46	23,65
4.1.3	m ²	Revestimiento mural vinílico.	126,750	33,30	20,69	4.220,78	2.622,46	62,13
Capítulo 5 Carpintería, cerrajería, vidrios y protecciones solares						4.149,50	443,14	10,68
Capítulo 5.1 Carpintería						3.371,04	360,00	10,68
5.1.1	Ud	Carpintería exterior de aluminio.	5,000	304,52	32,52	1.522,60	162,60	10,68
5.1.2	Ud	Carpintería exterior de aluminio.	2,000	206,79	22,08	413,58	44,16	10,68
5.1.3	Ud	Carpintería exterior de aluminio.	2,000	311,26	33,24	622,52	66,48	10,68
5.1.4	Ud	Carpintería exterior de aluminio.	3,000	270,78	28,92	812,34	86,76	10,68
Capítulo 5.2 Puertas de registro para instalaciones						778,46	83,14	10,68
5.2.1	Ud	Puerta de registro cortafuegos para instalaciones, de acero galvanizado.	4,000	121,54	12,98	486,16	51,92	10,68
5.2.2	m ²	Puerta de registro para instalaciones, de aluminio.	2,000	146,15	15,61	292,30	31,22	10,68
Capítulo 6 Instalaciones						11.875,08	2.830,22	23,83
Capítulo 6.1 Calefacción, refrigeración, climatización y A.C.S.						6.501,52	2.082,93	32,04
6.1.1	Ud	Unidad aire-agua, bomba de calor, para producción de A.C.S. y calefacción.	1,000	2.413,76	1.499,81	2.413,76	1.499,81	62,14
6.1.2	m	Tubería de distribución de agua, para climatización.	4,500	18,10	1,41	81,45	6,35	7,79
6.1.3	m	Tubería de distribución de agua, para A.C.S..	4,600	22,18	1,72	102,03	7,91	7,75
6.1.4	Ud	Radiador.	1,000	87,67	11,92	87,67	11,92	13,60
6.1.5	Ud	Radiador.	2,000	211,69	28,77	423,38	57,54	13,59
6.1.6	Ud	Módulo solar fotovoltaico.	8,000	190,88	27,80	1.527,04	222,40	14,56
6.1.7	Ud	Inversor fotovoltaico.	1,000	809,58	117,90	809,58	117,90	14,56
6.1.8	Ud	Acumulador de energía eléctrica.	1,000	758,22	110,42	758,22	110,42	14,56
6.1.9	Ud	Armario de conexiones.	1,000	63,83	3,10	63,83	3,10	4,86
6.1.10	m	Conducto flexible.	3,200	20,13	5,47	64,42	17,50	27,17

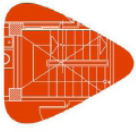


Proyecto: PRESUPUESTO
Situación:
Promotor:

Arq:

Valoración de mantenimiento decenal

		Cantidad	Coste (€)	Coste Mant. (€)	PEM (€)	VMD (€)	VMD/PEM (%)
6.1.11	Ud	Rejilla de impulsión.					
		2,000	85,07	14,04	170,14	28,08	16,50
Capítulo 6.2 Eléctricas					2.720,12	132,04	4,85
6.2.1	Ud	Red de distribución interior en vivienda unifamiliar.					
		2,000	1.360,06	66,02	2.720,12	132,04	4,85
Capítulo 6.3 Fontanería					1.455,34	133,32	9,16
6.3.1	Ud	Acometida de abastecimiento de agua potable.					
		1,000	278,58	13,52	278,58	13,52	4,85
6.3.2	Ud	Alimentación de agua potable.					
		1,000	100,87	4,90	100,87	4,90	4,86
6.3.3	Ud	Depósito auxiliar de alimentación.					
		1,000	324,36	34,64	324,36	34,64	10,68
6.3.4	Ud	Instalación interior para cuarto de baño.					
		1,000	473,85	50,61	473,85	50,61	10,68
6.3.5	Ud	Instalación interior para cocina.					
		1,000	277,68	29,65	277,68	29,65	10,68
Capítulo 6.4 Iluminación					219,78	393,84	179,20
6.4.1	Ud	Luminaria circular empotrada tipo Downlight, con lámpara LED.					
		6,000	36,63	65,64	219,78	393,84	179,20
Capítulo 6.5 Evacuación de aguas					978,32	88,09	9,00
6.5.1	Ud	Red interior de evacuación para cocina.					
		2,000	58,11	4,51	116,22	9,02	7,76
6.5.2	Ud	Red interior de evacuación para cuarto de baño.					
		2,000	252,49	19,61	504,98	39,22	7,77
6.5.3	m	Bajante en el interior del edificio para aguas residuales y pluviales.					
		3,450	12,72	0,62	43,88	2,14	4,87
6.5.4	m	Bajante en el interior del edificio para aguas residuales y pluviales.					
		13,280	6,37	0,31	84,59	4,12	4,87
6.5.5	m	Canalón visto de piezas preformadas.					
		3,460	13,68	1,06	47,33	3,67	7,75
6.5.6	Ud	Rejilla de impulsión.					
		2,000	90,66	14,96	181,32	29,92	16,50
Capítulo 7 Módulo Sanitario					5.531,19	2.442,29	44,15



Proyecto: PRESUPUESTO
Situación:
Promotor:

Arq:

Valoración de mantenimiento decenal

		Cantidad	Coste (€)	Coste Mant. (€)	PEM (€)	VMD (€)	VMD/PEM (%)
Capítulo 7.1 Cocina					2.114,41	1.298,14	61,39
7.1.2	m ²	Trasdosado directo de placas de yeso laminado con aislamiento incorporado. Sistema "PLADUR".					
		7.970	36,64	3,91	292,02	31,16	10,67
7.1.3	m ²	Pavimento vinílico homogéneo, antideslizante, para uso en cuartos húmedos, en rollo.					
		2.680	36,73	14,62	98,44	39,18	39,80
7.1.4	Ud	Mobiliario completo en cocina con frente recubierto.					
		1.000	639,12	397,12	639,12	397,12	62,14
7.1.5	Ud	Fregadero.					
		1.000	192,94	131,12	192,94	131,12	67,96
7.1.6	Ud	Placa para encimera.					
		1.000	372,71	578,96	372,71	578,96	155,34
7.1.7	Ud	Campana extractora para cocina.					
		1.000	75,28	120,60	75,28	120,60	160,20
Capítulo 7.2 Baño					3.416,78	1.144,15	33,49
7.2.2	m ²	Tabique de placas de yeso laminado, de alta resistencia a la humedad. Sistema "PLACO".					
		4.730	105,13	5,10	497,26	24,12	4,85
7.2.3	m ²	Trasdosado directo de placas de yeso laminado con aislamiento incorporado. Sistema "PLADUR".					
		8.830	36,64	3,91	323,53	34,53	10,67
7.2.4	Ud	Plato de ducha acrílico.					
		1.000	179,93	82,10	179,93	82,10	45,63
7.2.5	Ud	Mampara para ducha.					
		1.000	1.075,50	595,07	1.075,50	595,07	55,33
7.2.6	Ud	Equipo de ducha.					
		1.000	50,81	33,00	50,81	33,00	64,95
7.2.7	Ud	Inodoro suspendido, de porcelana sanitaria.					
		1.000	188,44	85,99	188,44	85,99	45,63
7.2.8	Ud	Lavamanos con pedestal, de porcelana sanitaria.					
		1.000	235,60	107,51	235,60	107,51	45,63
7.2.9	Ud	Grifería monomando para lavabo.					
		1.000	58,18	37,09	58,18	37,09	63,75
7.2.10	m ²	Pavimento vinílico homogéneo, antideslizante, para uso en cuartos húmedos, en rollo.					
		9.900	36,73	14,62	363,63	144,74	39,80
7.2.11	Ud	Carpintería exterior de aluminio.					
		0.000	664,31	70,95	0,00	0,00	10,68
Total					58.724,92	10.482,42	17,85

Anexo 3. Análisis del Ciclo de Vida

ÍNDICE

1. SOSTENIBILIDAD.....	3
1.1. Definición.....	3
1.2. Objetivo.....	3
1.3. Principios básicos.....	3
2. CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE.....	3
2.1. Principios de la construcción sostenible.....	4
2.2. Beneficios que aporta a los edificios.....	5
3. ANÁLISIS DEL CICLO DE VIDA (ACV).....	6
3.1. Antecedentes históricos.....	6
3.2. Normalización y metodología: herramientas ambientales ISO 14000.....	6
3.3. Definición y etapas metodológicas del Análisis del Ciclo de Vida.....	7
4. ETAPAS DEL CICLO DE VIDA DE UNA EDIFICACIÓN.....	7
5. ETAPAS DEL CICLO DE VIDA CONSIDERADAS EN EL PROYECTO.....	9
6. INDICADORES DE IMPACTO AMBIENTAL.....	9
7. USO DE RECURSOS.....	10
8. RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN.....	10
8.1. Potencial de calentamiento global - GWP (CO₂ eq.).....	10
8.2. Potencial de agotamiento de la capa de ozono estratosférico - ODP (CFC 11 eq.).....	13
8.3. Potencial de acidificación del suelo y de los recursos del agua - AP (SO₂ eq.).....	15
8.4. Potencial de eutrofización - EP ((PO₄)³⁻ eq.).....	18
8.5. Potencial de formación de ozono troposférico - POCP (Etileno eq.).....	20
8.6. Potencial de agotamiento de recursos abióticos para recursos no fósiles - ADPE (Sb eq.).....	23
8.7. Potencial de agotamiento de recursos abióticos para recursos fósiles - ADFP (MJ).....	25
8.8. Uso total de energía primaria renovable. - PERT (MJ).....	28
8.9. Uso total de energía primaria no renovable. - PERNRT (MJ).....	30
8.10. Uso neto de recursos de agua corriente - FW (m³).....	33
ANEXO A: JUSTIFICACIÓN DE LA DETERMINACIÓN DEL ACV.....	37
A.1. Producto (A1-A2-A3).....	37
A.1.1. Hipótesis de partida.....	37
A.1.2. Proceso de cálculo.....	37
A.1.3. Fuentes consultadas.....	37
A.2. Transporte del producto (A4).....	37
A.2.1. Hipótesis de partida.....	38
A.2.2. Proceso de cálculo.....	38
A.2.3. Fuentes consultadas.....	38
A.3. Proceso de instalación del producto y construcción (A5).....	38
A.3.1. Hipótesis de partida.....	38
A.3.2. Proceso de cálculo.....	39
A.3.3. Fuentes consultadas.....	39



Proyecto:
Situación:
Promotor:

1. SOSTENIBILIDAD

1.1. Definición

El término sostenibilidad, o desarrollo sostenible, es un concepto utilizado en diversos campos de la actividad humana. La Real Academia Española (RAE), define el término sostenible como 'Que se puede mantener durante largo tiempo sin agotar los recursos o causar grave daño al medio ambiente'.

Se aplica al desarrollo socioeconómico y fue formalizado por primera vez en el documento conocido como Informe Brundtland (1987), fruto de los trabajos de la Comisión Mundial de Medio Ambiente y Desarrollo de Naciones Unidas, creada en Asamblea de las Naciones Unidas en 1983.

El desarrollo sostenible queda definido por su objetivo: 'Satisfacer las necesidades de las generaciones actuales sin comprometer la posibilidad de que las futuras puedan satisfacer las suyas'. Esta definición se asumió en el Principio 3º de la Declaración de Río (1992).

De forma resumida, podemos concluir que se trata de 'satisfacer las necesidades del presente sin poner en riesgo los recursos del futuro'.

1.2. Objetivo

El objetivo primordial de un desarrollo sostenible es la elaboración de proyectos viables, que concilien y armonicen los aspectos económicos, sociales y ambientales, que se consideran los tres pilares básicos de la actividad humana.

Un desarrollo sostenible requiere unas condiciones medioambientales económicamente viables y soportables por una sociedad a largo plazo, dentro de un marco socioeconómico equitativo, entendiendo:

- Ambiental: entorno que afecta a los seres vivos y condiciona el modo de vida de las personas y su organización social.

- Económico: organización de la producción, distribución y consumo en beneficio de una sociedad.

- Social: proceso de evolución y mejora en los niveles de bienestar de una sociedad, mediante una distribución equitativa y justa de la riqueza.

1.3. Principios básicos

En el campo de la sostenibilidad, se aceptan tres principios básicos:

- El análisis del ciclo de vida como herramienta de estudio y evaluación del impacto ambiental.
- La promoción y desarrollo del uso de materias primas y energías renovables, entendidas como aquellas que se obtienen de fuentes naturales virtualmente inagotables, unas por la inmensa cantidad de energía que contienen, y otras porque son capaces de regenerarse por medios naturales.
- La reducción de las cantidades de materiales y energía utilizados en la extracción de recursos naturales, su explotación y la destrucción o el reciclaje de los residuos.

2. CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE

Es una concepción del diseño de la construcción de modo sostenible, buscando el aprovechamiento de los recursos naturales con el fin de minimizar su impacto sobre el medio ambiente y sus habitantes.

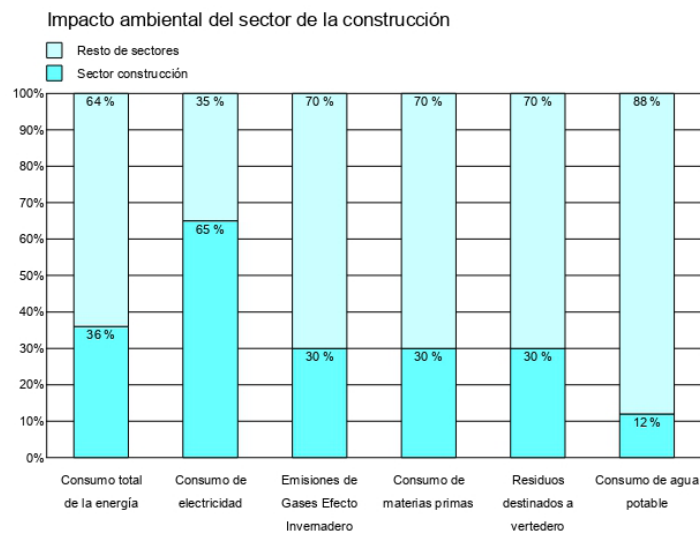
La construcción sostenible se basa en el correcto uso, gestión y reutilización de los recursos naturales y de



Proyecto:
Situación:
Promotor:

la energía disponible, durante el proceso de construcción y el posterior uso del edificio, aplicando para ello el Análisis del Ciclo de Vida (ACV) como herramienta medioambiental.

La importancia de apostar por una construcción sostenible la avalan recientes estudios, que han constatado que el sector de la construcción es responsable del empleo del orden del 36% del total de la energía consumida y, en particular, del 65% del gasto de energía eléctrica, sin olvidar el impacto que produce sobre el medio ambiente, el consumo de materias primas, las emisiones de gases de efecto invernadero, la generación de residuos y el consumo de agua potable, tal como ilustra el siguiente gráfico:

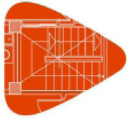


Elaborado por una versión educativa de CYPE

1. Principios de la construcción sostenible

La construcción sostenible se fundamenta en principios aceptados por la mayoría de los agentes que intervienen en el proceso constructivo, resumidos en los puntos siguientes:

- La consideración desde las fases iniciales del proyecto de las condiciones del entorno para obtener el máximo rendimiento con el menor impacto medioambiental, destacando las:
 - Climáticas
 - Hidrográficas
 - Topográficas
 - Geológicas
 - Ecosistemas del entorno
- La eficacia y moderación en el uso de materiales de construcción, primando los de bajo contenido energético.



Proyecto:
Situación:
Promotor:

- La reducción del consumo de energía para calefacción, climatización, iluminación, transporte y otros equipamientos, cubriendo el resto de la demanda con fuentes de energía renovables.
- La minimización del balance energético global de la edificación, abarcando todas las fases del proceso constructivo y las etapas de vida del edificio:
 - Diseño
 - Construcción
 - Uso, reparación y mantenimiento
 - Final de su vida útil: Deconstrucción y Reciclado
- La consideración de los requisitos básicos y cumplimiento de normativa en relación a:

- Producción por la versión educativa de CYPE
- Seguridad
 - Habitabilidad
 - Confort higrotérmico
 - Salubridad
 - Iluminación

2.2. Beneficios que aporta a los edificios

Una construcción sostenible aporta beneficios en el ámbito económico, social y medioambiental, entre los que cabe destacar:

Beneficios Económicos

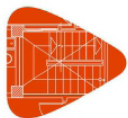
- Reducción de los costes de uso y mantenimiento
- Incremento del valor de la construcción
- Incremento de la eficiencia energética del edificio

Beneficios Sociales

- Mayor calidad acústica, térmica e higrotérmica de los edificios
- Incremento del bienestar de los usuarios

Beneficios Medioambientales

- Mejora de la calidad del aire y del agua



Proyecto:
Situación:
Promotor:

- Reducción de los residuos sólidos
- Preservación y conservación de los recursos naturales

3. ANÁLISIS DEL CICLO DE VIDA (ACV)

El Análisis de Ciclo de Vida (ACV) o 'análisis de la cuna a la tumba', es una herramienta que estudia y evalúa el impacto ambiental de un producto o servicio durante todas las etapas de su existencia, estableciendo un balance ambiental con objeto de conseguir un desarrollo sostenible.

3.1. Antecedentes históricos

A finales de la década de los sesenta, empezó a utilizarse en los Estados Unidos el Análisis del Ciclo de Vida como herramienta para la cuantificación del consumo energético asociado a los procesos productivos, preferentemente en el sector de la industria química.

A principios de la década siguiente, y como consecuencia de la crisis del petróleo, se desarrollaron estudios encaminados a la optimización de los recursos energéticos, incluyendo el consumo de materias primas y la generación de residuos por su vinculación directa con el gasto energético, desarrollándose las primeras herramientas analíticas y metodologías de ACV, siendo pioneros los científicos de Estados Unidos, Reino Unido y Suecia.

Asimilada la crisis del petróleo, se manifiesta cierta pérdida de interés por los temas relacionados con el ACV, renaciendo de nuevo a inicios de los años ochenta como consecuencia de una mayor concienciación de la población por el medio ambiente. Motivando a las distintas administraciones a promulgar normativas o establecer criterios que permitieran cuantificar la carga medioambiental de los procesos y productos, y a los industriales a diseñar y fabricar con un menor impacto ambiental, con el fin de promocionar sus 'productos verdes' para incrementar sus ventas.

En este contexto, surgió en el año 1979 la fundación SETAC (Society for Environmental Toxicology and Chemistry), líder en su campo, cuya finalidad consiste en el desarrollo de la metodología y los criterios sobre los que se fundamenta el Análisis del Ciclo de Vida (ACV) de los procesos y productos.

El ACV tomó un nuevo impulso a principios de los años 90, despertando el interés por parte de los técnicos, al disponer de una herramienta que les facilita la elaboración de estudios encaminados a prevenir la contaminación y reducir el impacto sobre el medio ambiente.

Con el propósito de potenciar y normalizar el uso del ACV, se crea en 1992 la SPOLD (Society for the Promotion of LCA Development), compuesta por 20 grandes compañías europeas. Posteriormente, en 1993, se crea el Comité Técnico 207 (ISO/TC 207) en ISO (Internacional Standards Organization), con el objetivo de desarrollar normas internacionales para la gestión medioambiental, estando a cargo del Subcomité SC 5 la elaboración de las normas para regular el Análisis del Ciclo de Vida, entre las que cabe destacar:

- UNE-EN ISO 14040. Gestión ambiental. Análisis de ciclo de vida. Principios y marco de referencia.
- UNE-EN ISO 14044. Gestión ambiental. Análisis de ciclo de vida. Requisitos y directrices.

3.2. Normalización y metodología: herramientas ambientales ISO 14000

A finales del siglo XX, crece la necesidad de establecer indicadores universales que evalúen objetivamente los procesos industriales y los proyectos, para preservar de forma adecuada el medio ambiente.



Proyecto:
Situación:
Promotor:

Como consecuencia de la Conferencia sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo en junio de 1992 en Río de Janeiro (Brasil), la International Standards Organization (ISO) se compromete a elaborar normas ambientales internacionales. Para tal fin, se crea el Comité Técnico 207 (1993), responsable del desarrollo de las normas sobre Sistemas de Gestión Ambiental (SGA) denominadas ISO 14000, cuyo objetivo consiste en la estandarización de los modos de producción y prestación de servicios, con objeto de proteger al medio ambiente e incrementar su calidad y competitividad.

La finalidad de las normas ISO es impulsar y promover una gestión más eficaz del medio ambiente, proporcionando herramientas útiles para recopilar, interpretar y transmitir información contrastada y objetiva, con el fin de mejorar las intervenciones ambientales. Aportando tres grupos de herramientas medioambientales: el Análisis del Ciclo de Vida (ACV), la Evaluación del Desempeño Ambiental (EDA) y el Sistema de Etiquetado Ecológico.

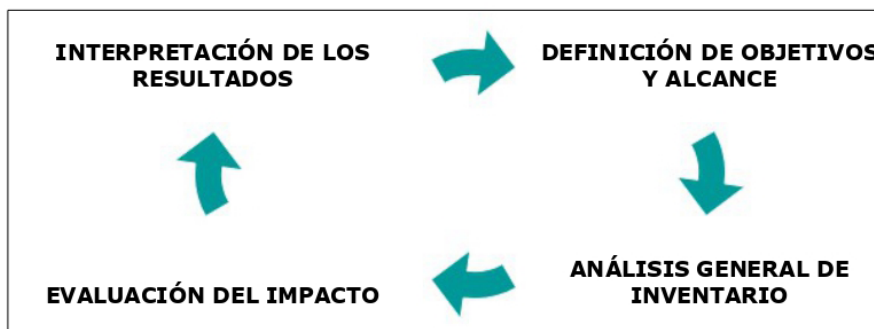
3.3. Definición y etapas metodológicas del Análisis del Ciclo de Vida

La SETAC (Society of Environmental Toxicology And Chemistry) define el Análisis del Ciclo de Vida como:

"Un proceso objetivo para evaluar las cargas ambientales asociadas a un producto, proceso o actividad, identificando y cuantificando el uso de la materia y de la energía, así como las emisiones o los vertidos al entorno, para determinar el impacto de ese uso de recursos y esas emisiones o vertidos, con el fin de evaluar y llevar a la práctica estrategias de mejora ambiental. El estudio incluye el ciclo completo del producto, proceso o actividad, teniendo en cuenta las etapas de: extracción y procesado de materias primas, producción, transporte y distribución, uso, reutilización y mantenimiento, reciclado y disposición final."

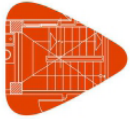
De acuerdo con la norma UNE-EN ISO 14040, el desarrollo de un Análisis de Ciclo de Vida, debe contemplar las siguientes etapas metodológicas:

- Etapa 1: Definición de objetivos y alcance (Unidad funcional)
- Etapa 2: Análisis general de inventario
- Etapa 3: Evaluación del impacto
- Etapa 4: Interpretación de los resultados



4. ETAPAS DEL CICLO DE VIDA DE UNA EDIFICACIÓN

Atendiendo a la clasificación y a la nomenclatura incluida en las normas UNE-EN ISO 14040 y UNE-EN ISO 14044, se establecen cuatro etapas en el ciclo de vida de una construcción:



Proyecto:
Situación:
Promotor:

Producto: A1 - A3

- Extracción de materias primas (A1)
- Transporte a fábrica (A2)
- Fabricación (A3)

Proceso de construcción: A4 - A5

- Transporte del producto (A4)
- Proceso de instalación del producto y construcción (A5)

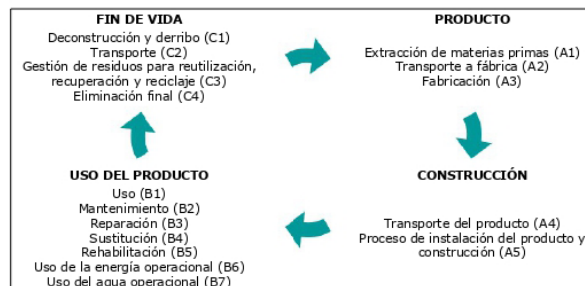
Uso del producto: B1 - B7

- Uso (B1)
- Mantenimiento (B2)
- Reparación (B3)
- Sustitución (B4)
- Rehabilitación (B5)
- Uso de la energía operacional (B6)
- Uso del agua operacional (B7)

Fin de vida: C1 - C4

- Deconstrucción y derribo (C1)
- Transporte (C2)
- Gestión de residuos para reutilización, recuperación y reciclaje (C3)
- Eliminación final (C4)

El siguiente gráfico ilustra las cuatro etapas consideradas en el ciclo de vida del edificio:





Proyecto:
Situación:
Promotor:

5. ETAPAS DEL CICLO DE VIDA CONSIDERADAS EN EL PROYECTO

En el presente proyecto se han considerado las etapas correspondientes a la fabricación del producto (A1, A2, A3), a su transporte hasta la entrada de la obra (A4) y al proceso de instalación del producto y construcción (A5).

Producto: (A1 - A2 - A3)

- Comprende la elaboración del producto, abarcando desde la extracción de las materias primas hasta la fabricación y embalaje del producto final, incluyendo el transporte de las materias primas hasta la fábrica y los desplazamientos necesarios para su producción.

Transporte del producto: (A4)






- Esta fase comprende el transporte del producto desde la salida de la fábrica hasta la entrada de la obra, incluyendo los desplazamientos necesarios en el proceso de distribución.

Proceso de instalación del producto y construcción: (A5)

- Esta fase se refiere al proceso de construcción e instalación de los productos, incluyendo los desplazamientos dentro del recinto de la construcción.

6. INDICADORES DE IMPACTO AMBIENTAL

En el presente proyecto se contemplan los siguientes indicadores de impacto ambiental:

- Producido por una actividad de conversión energética
-  **Potencial de calentamiento global (GWP).**
Indica el potencial de calentamiento global de cada uno de los gases de efecto invernadero en cada fase del Ciclo de Vida. Se expresa en kg de CO₂ equivalente.
 -  **Potencial de agotamiento de la capa de ozono estratosférico (ODP).**
Indica la destrucción de la capa de ozono estratosférica, que protege a la Tierra de los rayos ultravioletas, nocivos para la vida. Este proceso de destrucción del ozono se debe a la ruptura de ciertos compuestos que contienen cloro y bromo cuando llegan a la estratosfera, causando la ruptura catalítica de las moléculas de ozono. Se expresa en kg de CFC 11 equivalente.
 -  **Potencial de acidificación del suelo y de los recursos del agua (AP).**
La lluvia ácida tiene impactos negativos en los ecosistemas naturales y el medio ambiente. Las principales fuentes de emisiones de sustancias acidificantes son la agricultura y la combustión de sólidos utilizados para la producción de electricidad, calefacción y transporte. Se expresa en kg de SO₂ equivalente.
 -  **Potencial de eutrofización (EP).**
Indica los efectos biológicos adversos derivados del excesivo enriquecimiento con nutrientes de las aguas y las superficies continentales. Se expresa en kg de (PO₄)³⁻ equivalente.
 -  **Potencial de formación de ozono troposférico (POCP).**
Considera las reacciones químicas ocasionadas por la energía de la luz del sol. Se expresa en kg de etileno equivalente.



Proyecto:
Situación:
Promotor:

Potencial de agotamiento de recursos abióticos para recursos no fósiles (ADPE).



Incluye el consumo de todos los recursos abióticos no renovables. Se expresa en kg de Sb equivalente.



Potencial de agotamiento de recursos abióticos para recursos fósiles (ADFP).

Incluye el consumo de todos los recursos fósiles. Se expresa en MJ.

7. USO DE RECURSOS

En el presente proyecto se ha estudiado el uso de los siguientes recursos:

Uso total de energía primaria renovable (PERT).



Indica el uso de energía proveniente de fuentes naturales aceptadas como inagotables e indefinidas, como es el caso de la energía solar, la energía eólica, la energía mareomotriz, la energía hidráulica, la energía geotérmica o la energía de la biomasa. Se expresa en MJ.

Uso total de energía primaria no renovable (PERNRT).



Indica el uso de energía proveniente de fuentes que se encuentran en la naturaleza en cantidades limitadas. Por tanto, una vez consumidas en su totalidad no pueden sustituirse al no existir un sistema de producción o de extracción económicamente viable. En este grupo se encuentran el petróleo, el carbón, el gas natural y los combustibles nucleares. Se expresa en MJ.

Uso neto de recursos de agua corriente (FW).



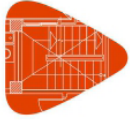
Indica el uso de agua natural en la superficie de la Tierra, en las capas de hielo, en los casquetes de hielo, glaciares, icebergs, ciénagas, lagunas, lagos, ríos y arroyos, y aguas subterráneas de acuíferos y corrientes subterráneas. Se expresa en m³.

8. RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN

8.1. Potencial de calentamiento global - GWP (CO₂ eq.)

Producción	CO ₂ eq. (kg)				
	Capítulos	A1-A2-A3 PRODUCTO	A4 TRANSPORTE	A5 CONSTRUCCIÓN	TOTAL
	Acondicionamiento del terreno	207,08	6,88	86,52	300,48
	Cimentaciones	2.099,57	34,48	0,15	2.134,20
	Suelo, entrepiso y cubierta	6.741,51	192,63	0,06	6.934,20
	Fachadas y particiones	1.281,65	11,36	0,00	1.293,01
	Carpintería, cerrajería, vidrios y protecciones solares	1.272,78	4,66	0,00	1.277,44
	Instalaciones	2.183,30	18,66	0,35	2.202,31
	Módulo Sanitario	1.359,99	20,03	3,98	1.384,00
	Total	15.145,88	288,70	91,06	15.525,64

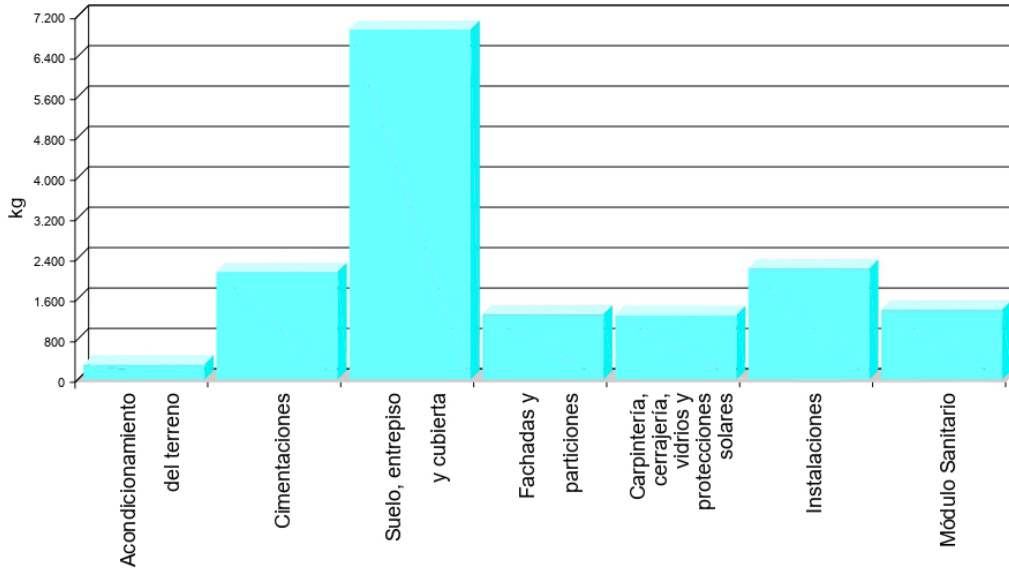
Producción para una versión educativa de CYPE



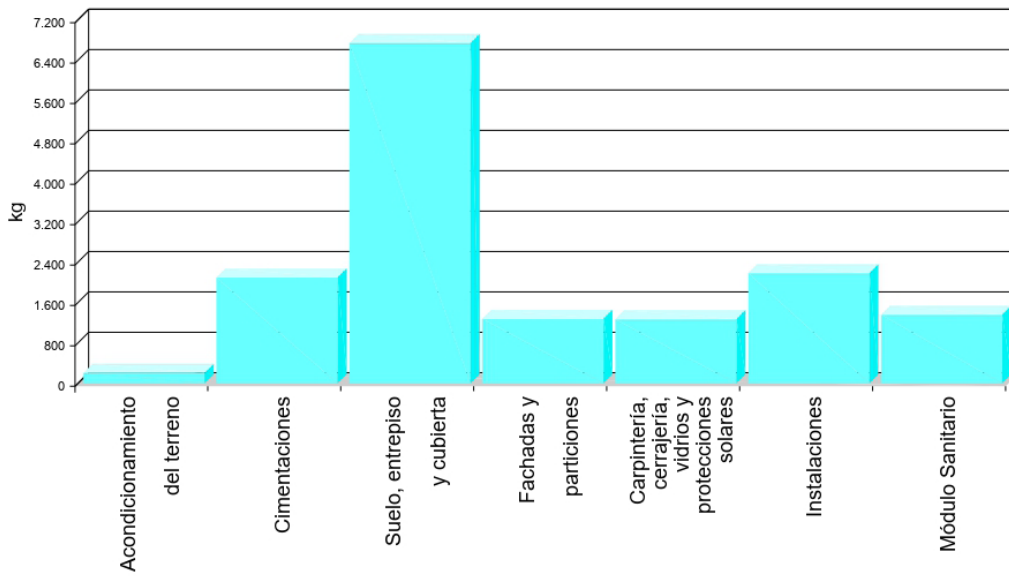
Proyecto:
Situación:
Promotor:

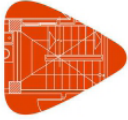
Producido por una versión educativa de CYPE

CO₂ EQ.



CO₂ EQ. (A1-A2-A3)

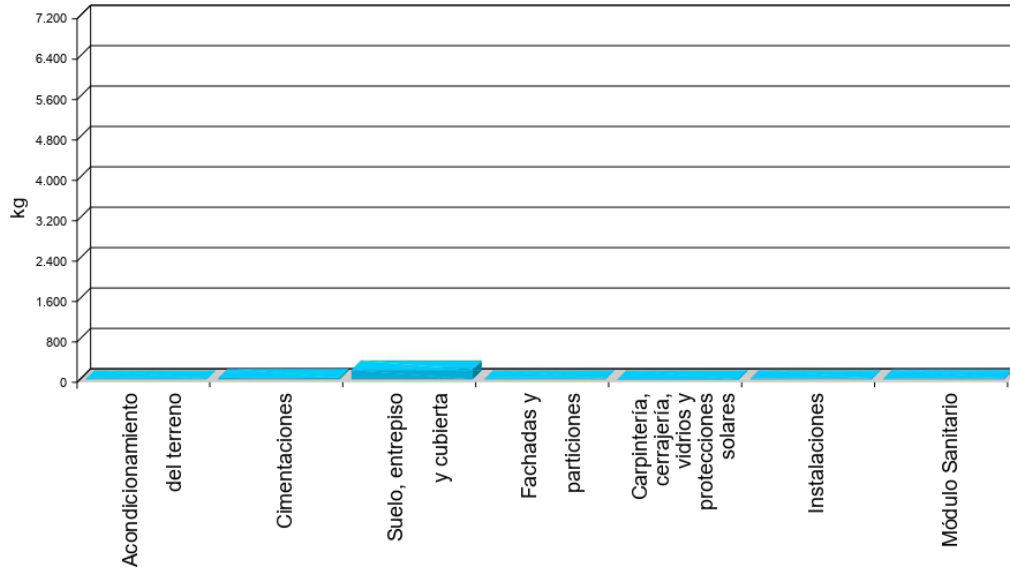




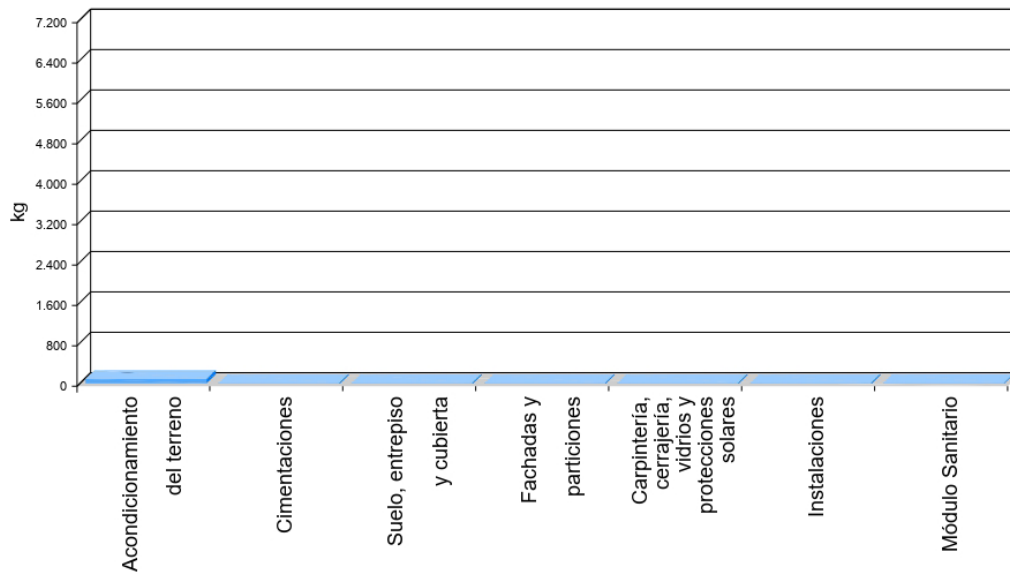
Proyecto:
Situación:
Promotor:

Producido por una versión educativa de CYPE

CO₂ EQ. (A4)



CO₂ EQ. (A5)





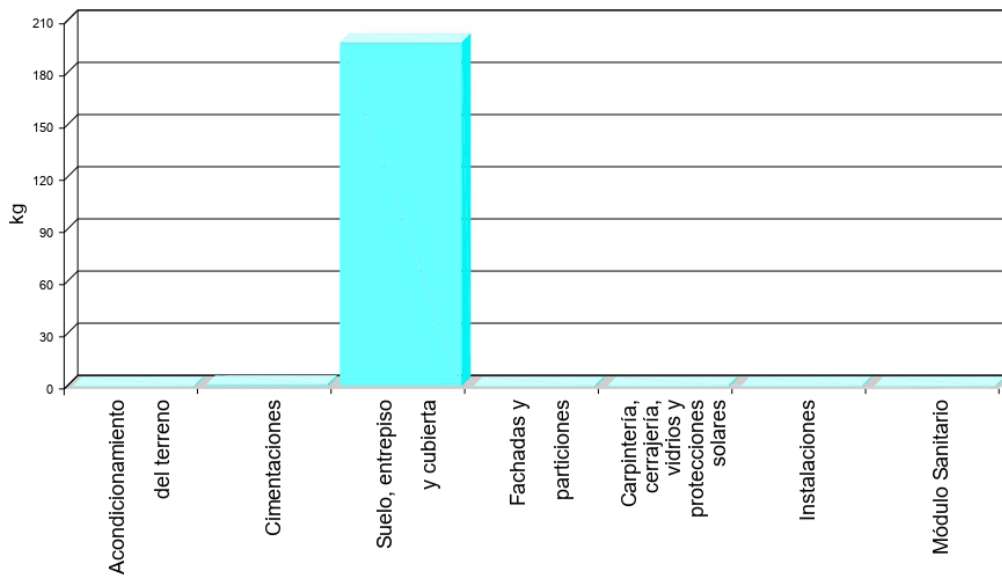
Proyecto:
Situación:
Promotor:

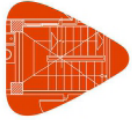
8.2. Potencial de agotamiento de la capa de ozono estratosférico - ODP (CFC 11 eq.)

CFC 11 eq. (kg)				
Capítulos	A1-A2-A3 PRODUCTO	A4 TRANSPORTE	A5 CONSTRUCCIÓN	TOTAL
Acondicionamiento del terreno	0,08	0,01	0,00	0,09
Cimentaciones	0,95	0,04	0,00	0,99
Suelo, entrepiso y cubierta	197,46	0,25	0,00	197,71
Fachadas y particiones	0,00	0,01	0,00	0,01
Carpintería, cerrajería, vidrios y protecciones solares	0,00	0,01	0,00	0,01
Instalaciones	0,06	0,02	0,00	0,08
Módulo Sanitario	0,04	0,03	0,00	0,07
Total	198,59	0,37	0,00	198,96

Producido por una versión educativa de CYPE

CFC 11 EQ.

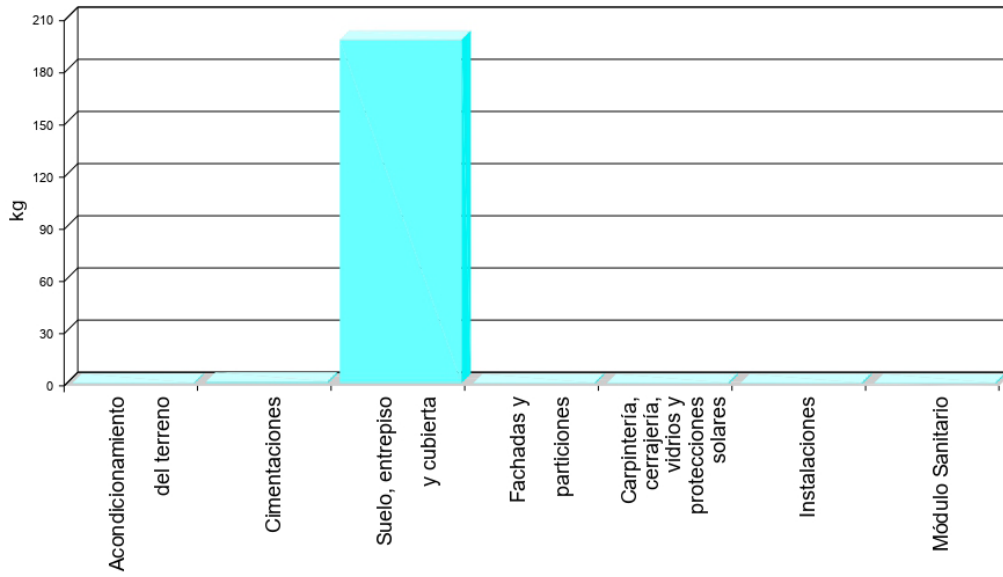




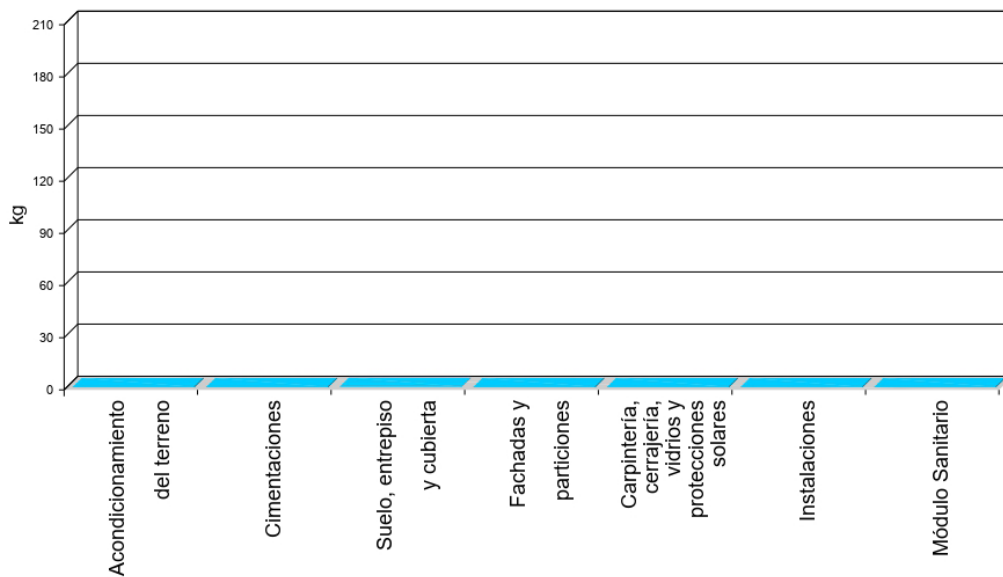
Proyecto:
Situación:
Promotor:

Producido por una versión educativa de CYPE

CFC 11 EQ. (A1-A2-A3)



CFC 11 EQ. (A4)





Proyecto:
Situación:
Promotor:

CFC 11 EQ. (A5)

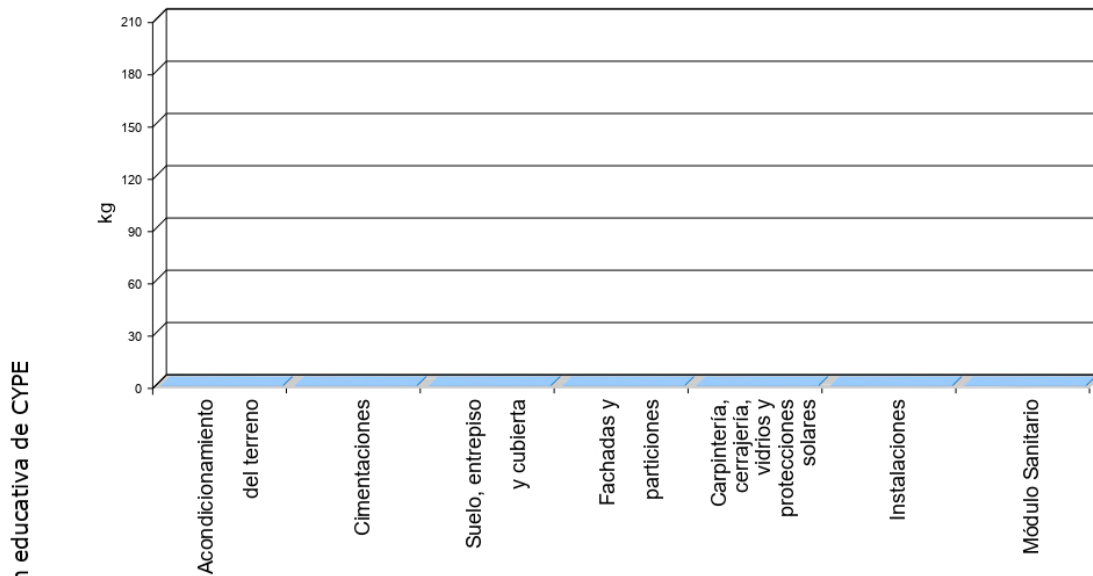
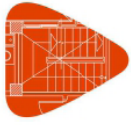


Fig. 3.3. Potencial de acidificación del suelo y de los recursos del agua - AP (SO₂ eq.)

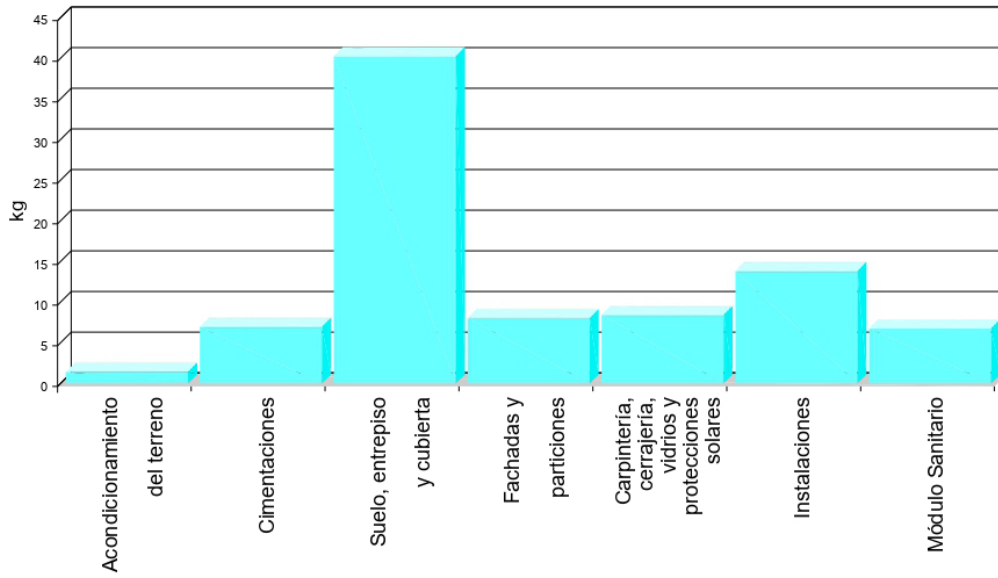
Capítulos	SO ₂ eq. (kg)			TOTAL
	A1-A2-A3 PRODUCTO	A4 TRANSPORTE	A5 CONSTRUCCIÓN	
Acondicionamiento del terreno	0,60	0,48	0,38	1,46
Cimentaciones	4,58	2,41	0,00	6,99
Suelo, entrepiso y cubierta	26,81	13,48	0,00	40,29
Fachadas y particiones	7,25	0,79	0,00	8,04
Carpintería, cerrajería, vidrios y protecciones solares	8,10	0,33	0,00	8,43
Instalaciones	12,54	1,31	0,00	13,85
Módulo Sanitario	5,39	1,40	0,01	6,80
Total	65,27	20,20	0,39	85,86



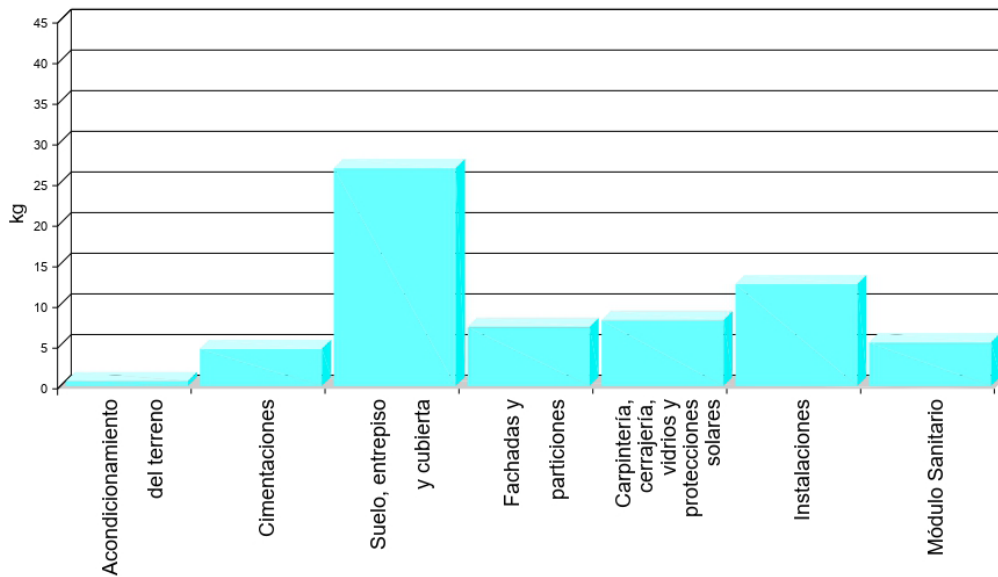
Proyecto:
Situación:
Promotor:

Producido por una versión educativa de CYPE

SO₂ EQ.



SO₂ EQ. (A1-A2-A3)

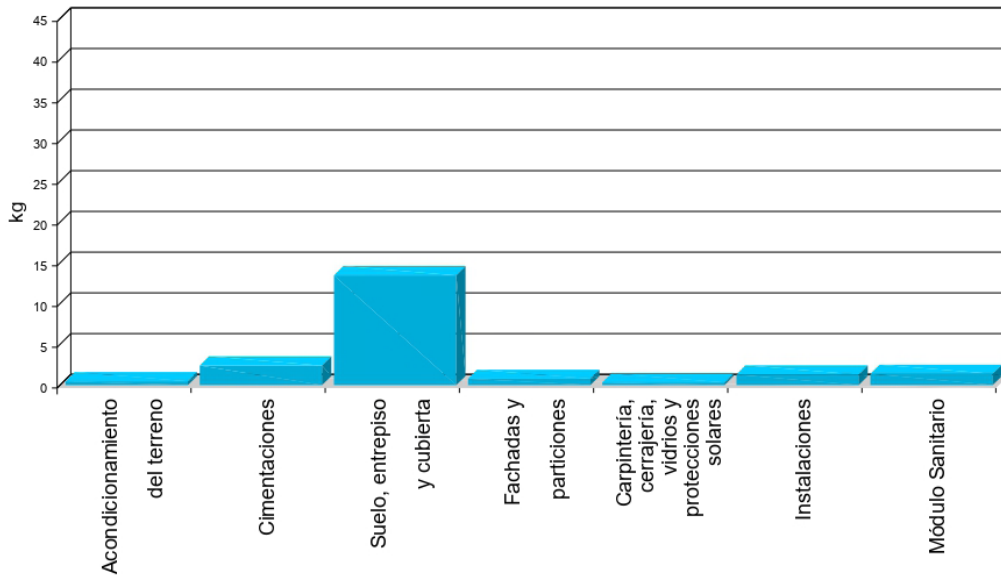




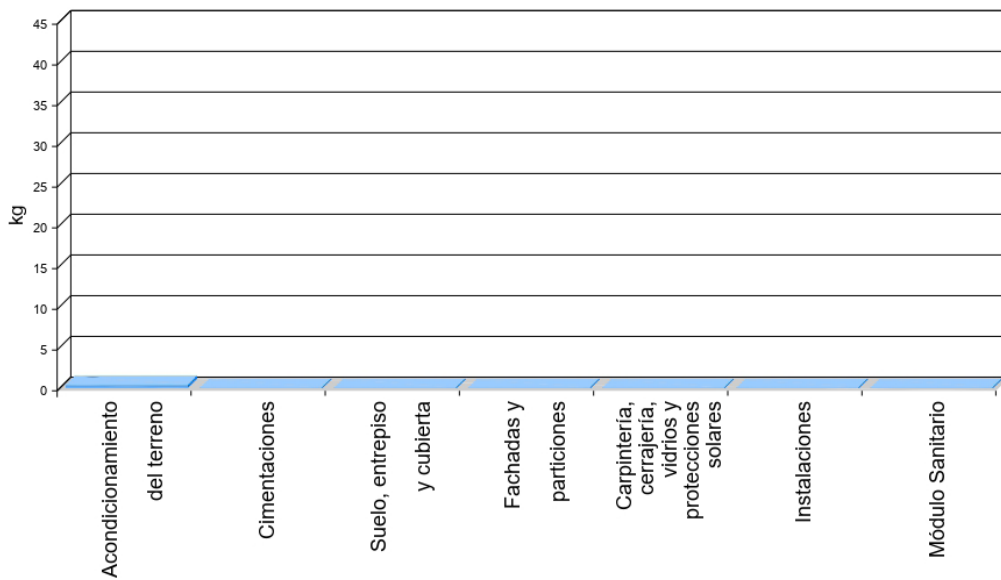
Proyecto:
Situación:
Promotor:

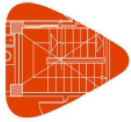
Producido por una versión educativa de CYPE

SO₂ EQ. (A4)



SO₂ EQ. (A5)



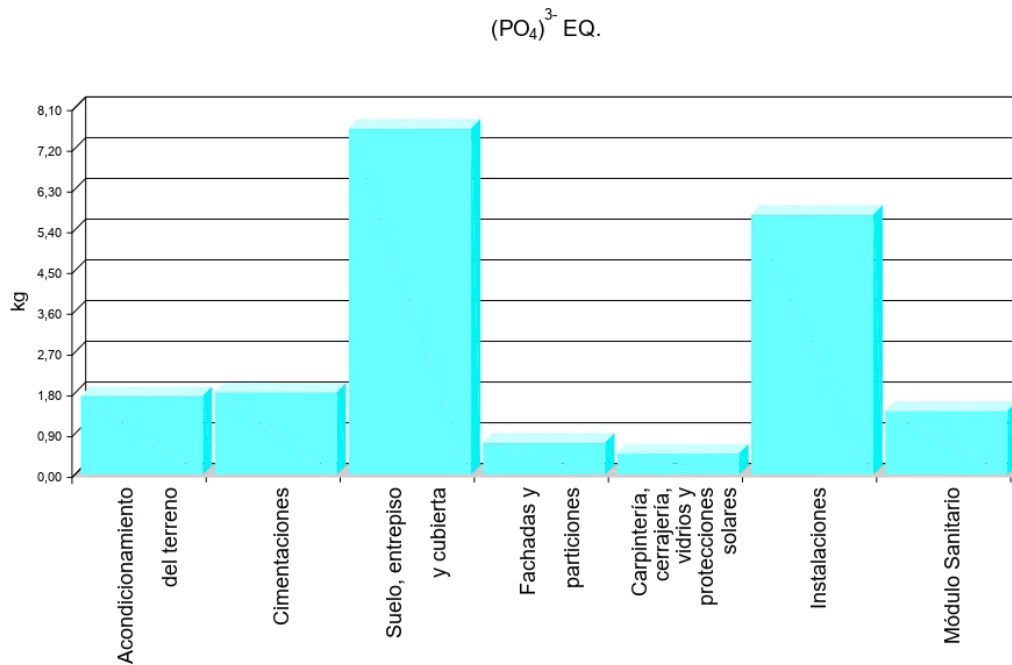


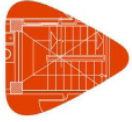
Proyecto:
Situación:
Promotor:

8.4. Potencial de eutrofización - EP ((PO₄)³⁻ eq.)

(PO ₄) ³⁻ eq. (kg)				
Capítulos	A1-A2-A3 PRODUCTO	A4 TRANSPORTE	A5 CONSTRUCCIÓN	TOTAL
Acondicionamiento del terreno	0,08	0,10	1,56	1,74
Cimentaciones	1,34	0,48	0,00	1,82
Suelo, entrepiso y cubierta	4,95	2,70	0,00	7,65
Fachadas y particiones	0,55	0,16	0,00	0,71
Carpintería, cerrajería, vidrios y protecciones solares	0,40	0,07	0,00	0,47
Instalaciones	5,48	0,26	0,01	5,75
Módulo Sanitario	1,12	0,28	0,01	1,41
Total	13,92	4,05	1,58	19,55

Producido por una versión educativa de CYPE

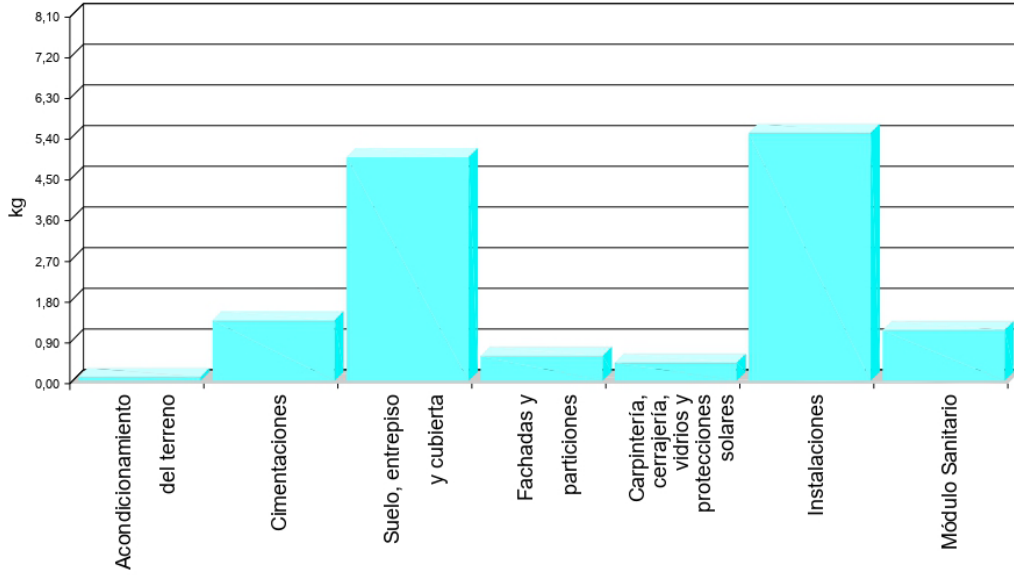




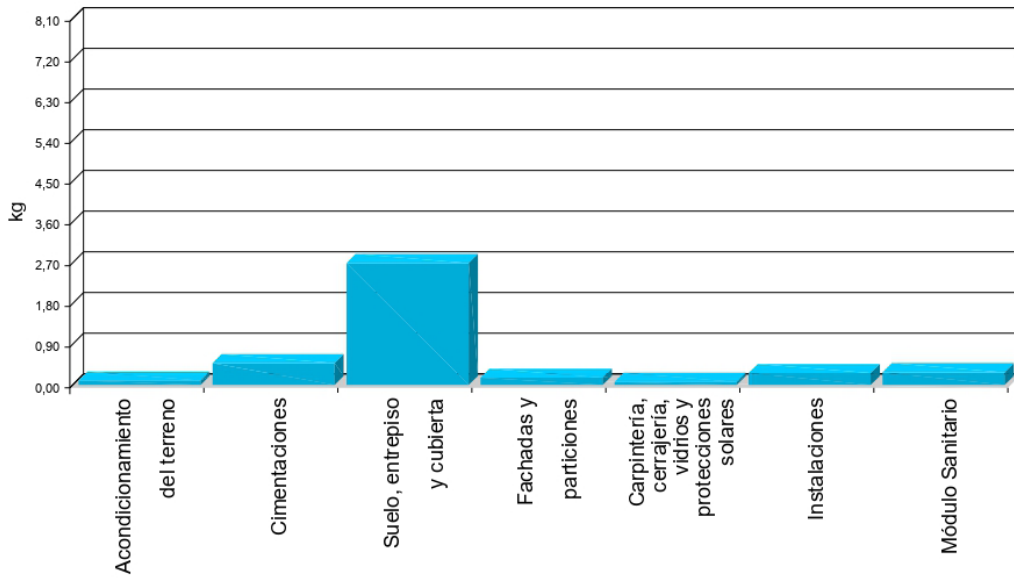
Proyecto:
Situación:
Promotor:

Producido por una versión educativa de CYPE

$(PO_4)^3$ EQ. (A1-A2-A3)



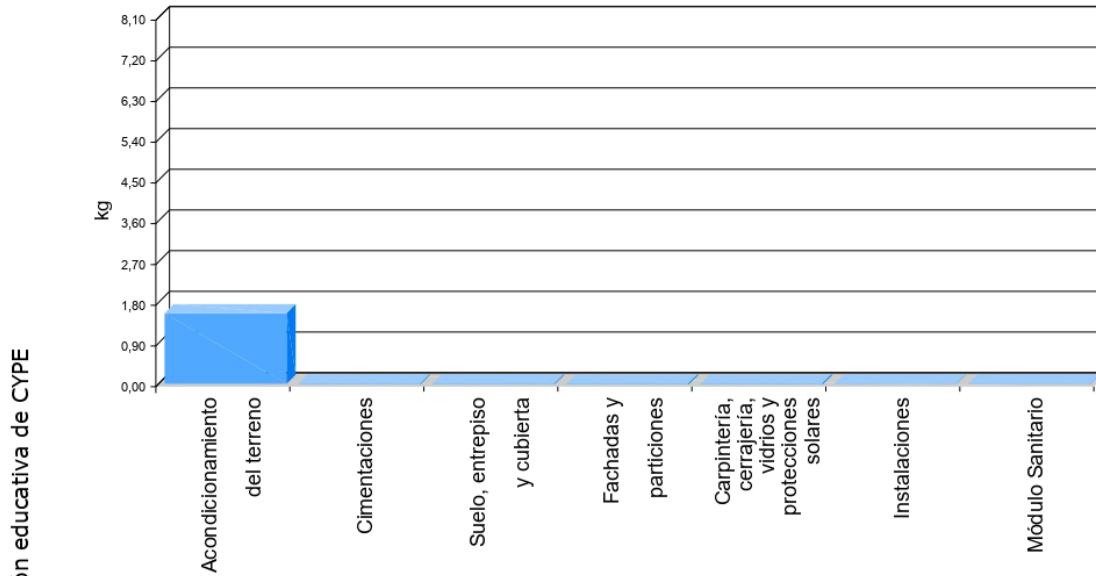
$(PO_4)^3$ EQ. (A4)





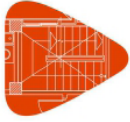
Proyecto:
Situación:
Promotor:

(PO₄)³⁻ EQ. (A5)



5.5. Potencial de formación de ozono troposférico - POCP (Etileno eq.)

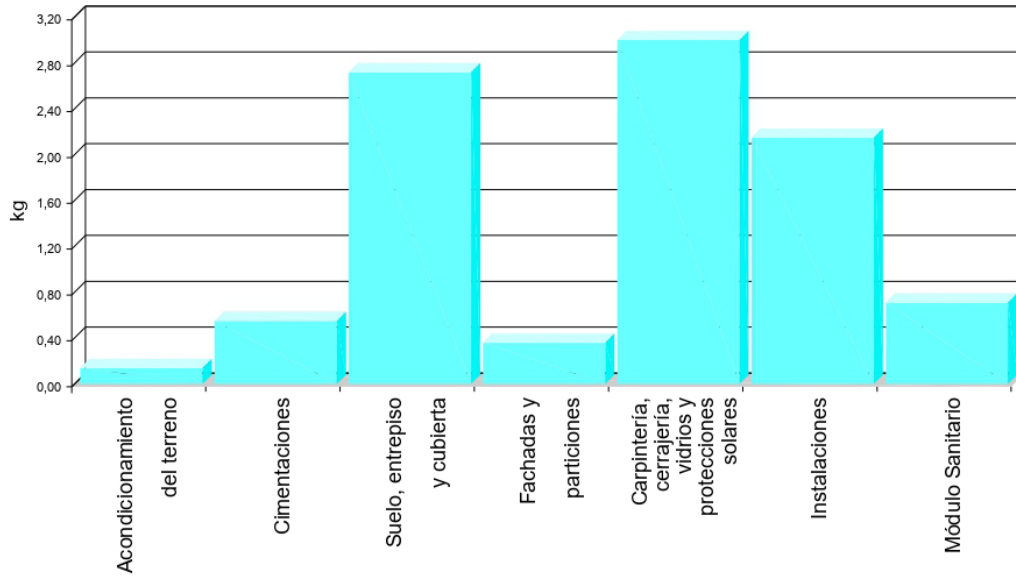
Capítulos	Etileno eq. (kg)			TOTAL
	A1-A2-A3 PRODUCTO	A4 TRANSPORTE	A5 CONSTRUCCIÓN	
Acondicionamiento del terreno	0,04	0,03	0,07	0,14
Cimentaciones	0,42	0,13	0,00	0,55
Suelo, entrepiso y cubierta	2,01	0,71	0,00	2,72
Fachadas y particiones	0,32	0,04	0,00	0,36
Carpintería, cerrajería, vidrios y protecciones solares	2,98	0,02	0,00	3,00
Instalaciones	2,08	0,07	0,00	2,15
Módulo Sanitario	0,64	0,07	0,00	0,71
Total	8,49	1,07	0,07	9,63



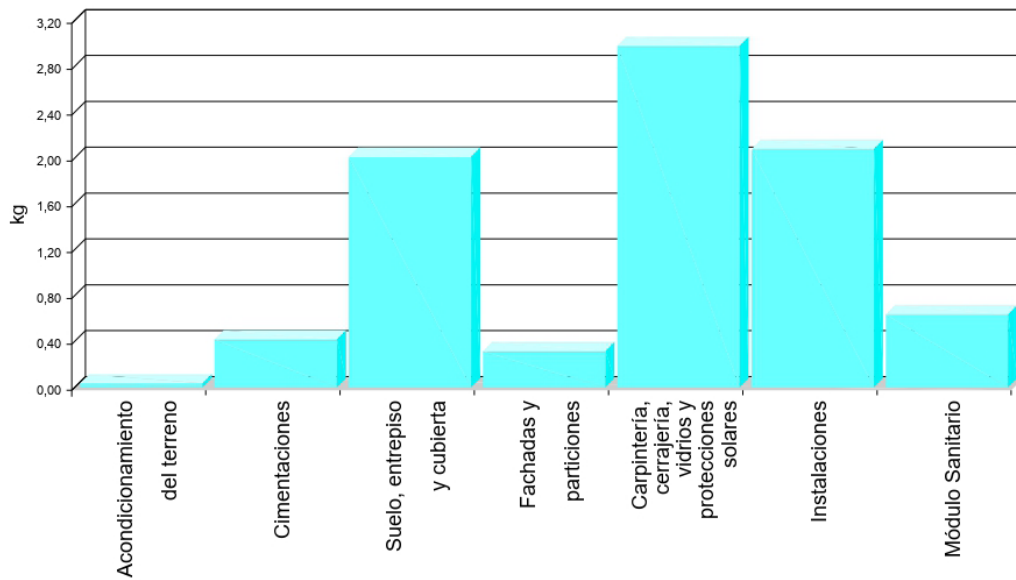
Proyecto:
Situación:
Promotor:

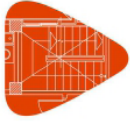
Producido por una versión educativa de CYPE

ETILENO EQ.



ETILENO EQ. (A1-A2-A3)

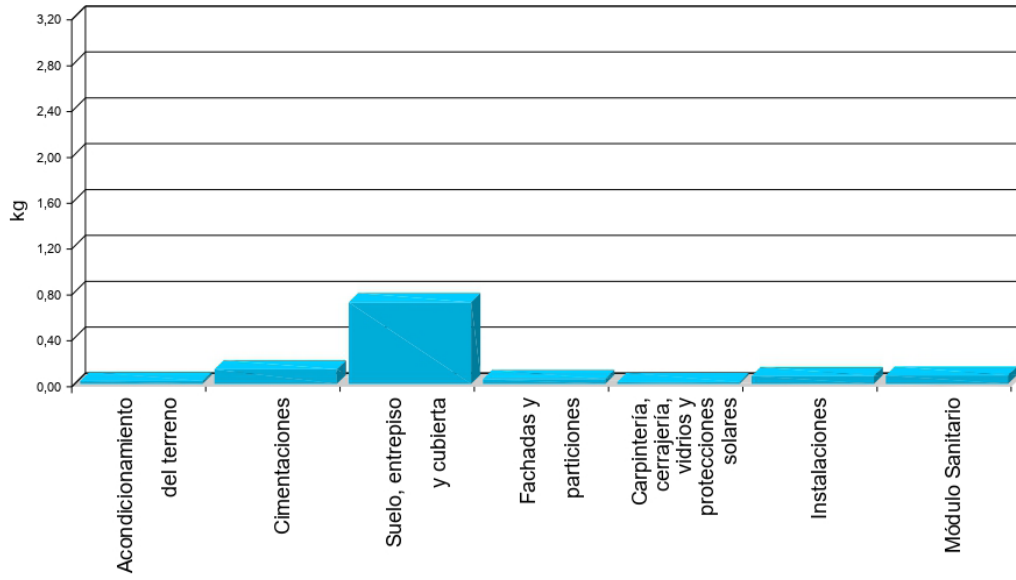




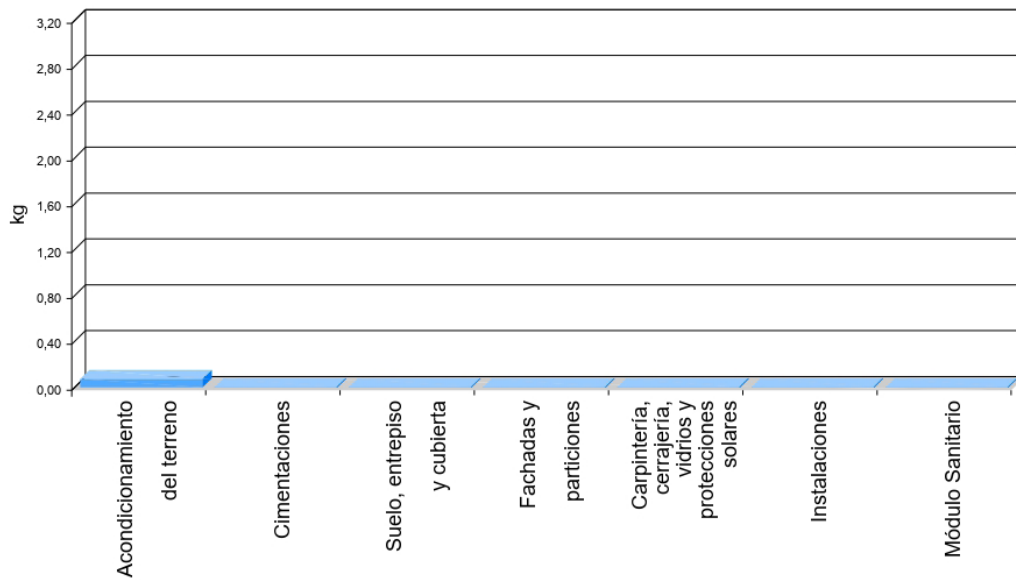
Proyecto:
Situación:
Promotor:

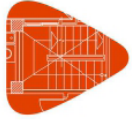
Producido por una versión educativa de CYPE

ETILENO EQ. (A4)



ETILENO EQ. (A5)





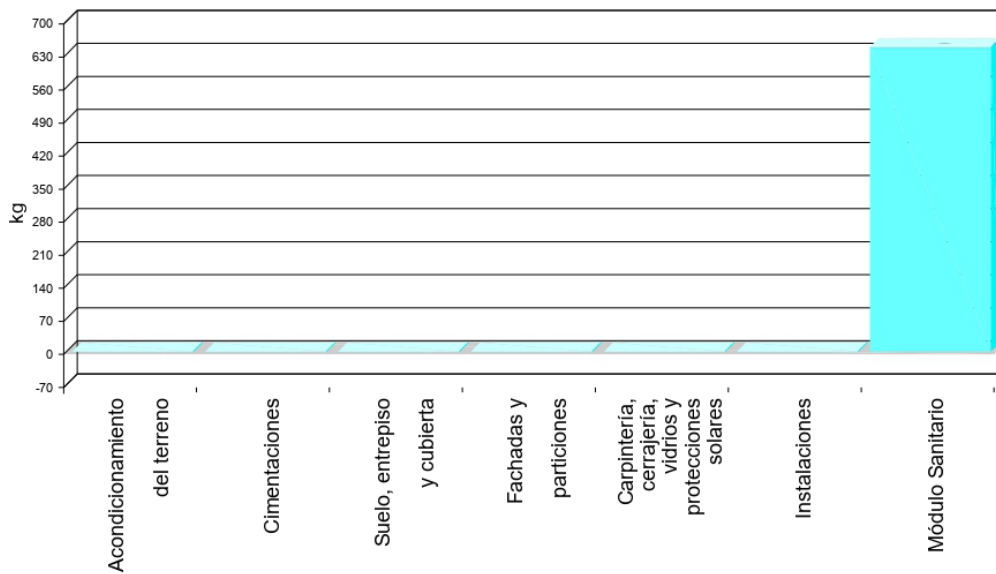
Proyecto:
Situación:
Promotor:

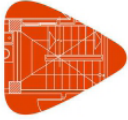
8.6. Potencial de agotamiento de recursos abióticos para recursos no fósiles - ADPE (Sb eq.)

Sb eq. (kg)				
Capítulos	A1-A2-A3 PRODUCTO	A4 TRANSPORTE	A5 CONSTRUCCIÓN	TOTAL
Acondicionamiento del terreno	0,00	0,00	0,00	0,00
Cimentaciones	0,00	0,02	0,00	0,02
Suelo, entrepiso y cubierta	0,10	0,12	0,00	0,22
Fachadas y particiones	0,02	0,01	0,00	0,03
Carpintería, cerrajería, vidrios y protecciones solares	0,01	0,00	0,00	0,01
Instalaciones	0,21	0,01	0,00	0,22
Módulo Sanitario	645,19	0,01	0,00	645,20
Total	645,53	0,17	0,00	645,70

Producido por una versión educativa de CYPE

SB EQ.

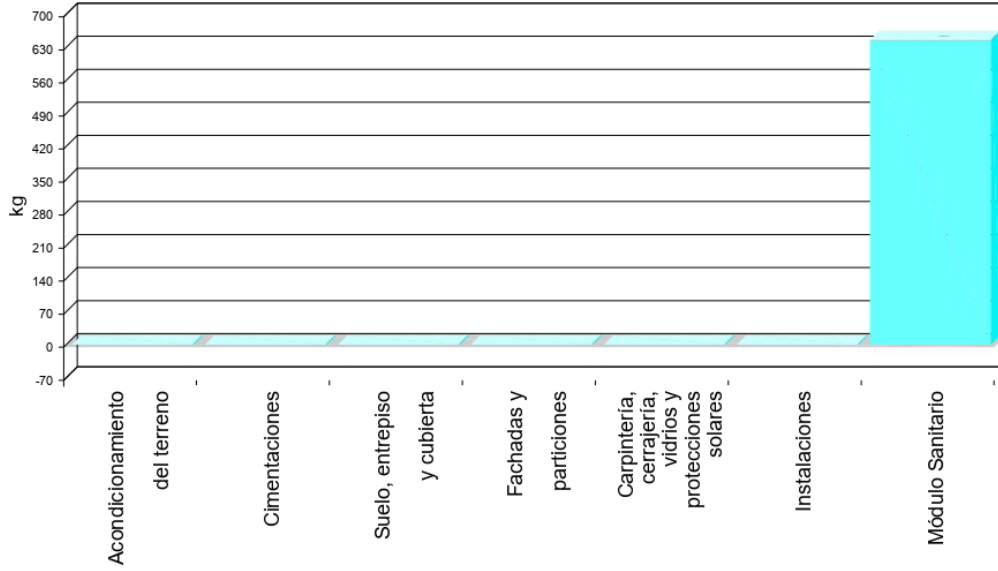




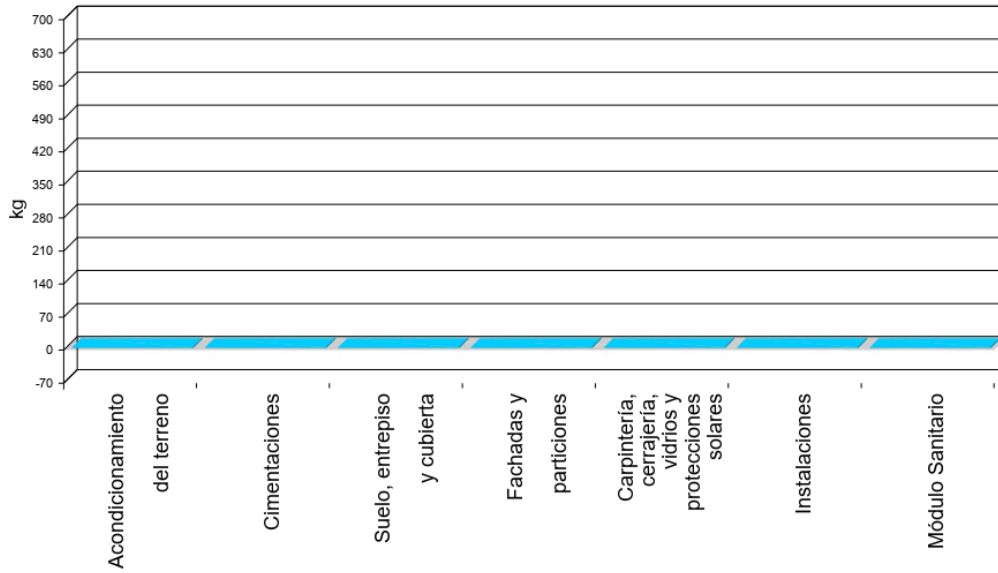
Proyecto:
Situación:
Promotor:

Producido por una versión educativa de CYPE

SB EQ. (A1-A2-A3)



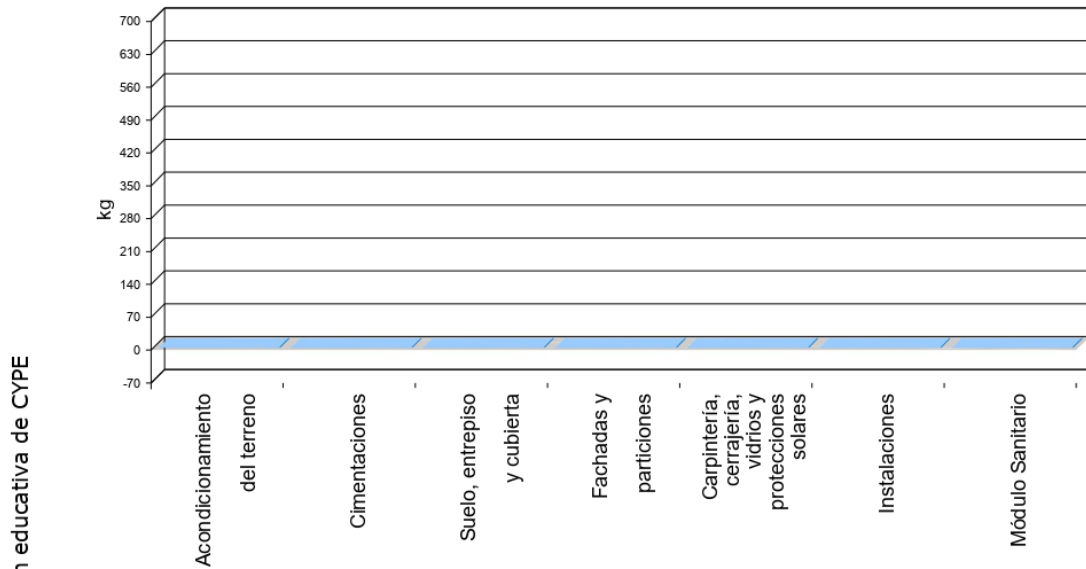
SB EQ. (A4)





Proyecto:
Situación:
Promotor:

SB EQ. (A5)



7. Potencial de agotamiento de recursos abióticos para recursos fósiles - ADFP (MJ)

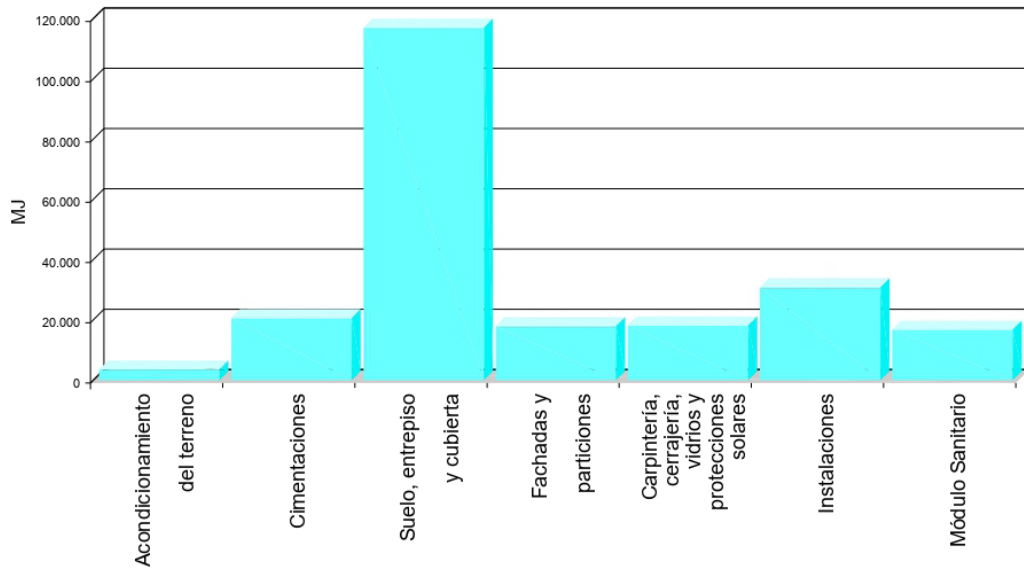
Capítulos	ADFP (MJ)			
	A1-A2-A3 PRODUCTO	A4 TRANSPORTE	A5 CONSTRUCCIÓN	TOTAL
Acondicionamiento del terreno	1.585,37	756,30	1.211,25	3.552,92
Cimentaciones	16.851,67	3.793,10	2,15	20.646,92
Suelo, entrepiso y cubierta	95.837,13	21.189,80	0,80	117.027,73
Fachadas y particiones	16.697,85	1.249,10	0,05	17.947,00
Carpintería, cerrajería, vidrios y protecciones solares	17.716,65	513,04	0,02	18.229,71
Instalaciones	28.775,56	2.052,71	4,92	30.833,19
Módulo Sanitario	14.542,64	2.199,71	61,69	16.804,04
Total	192.006,87	31.753,76	1.280,88	225.041,51



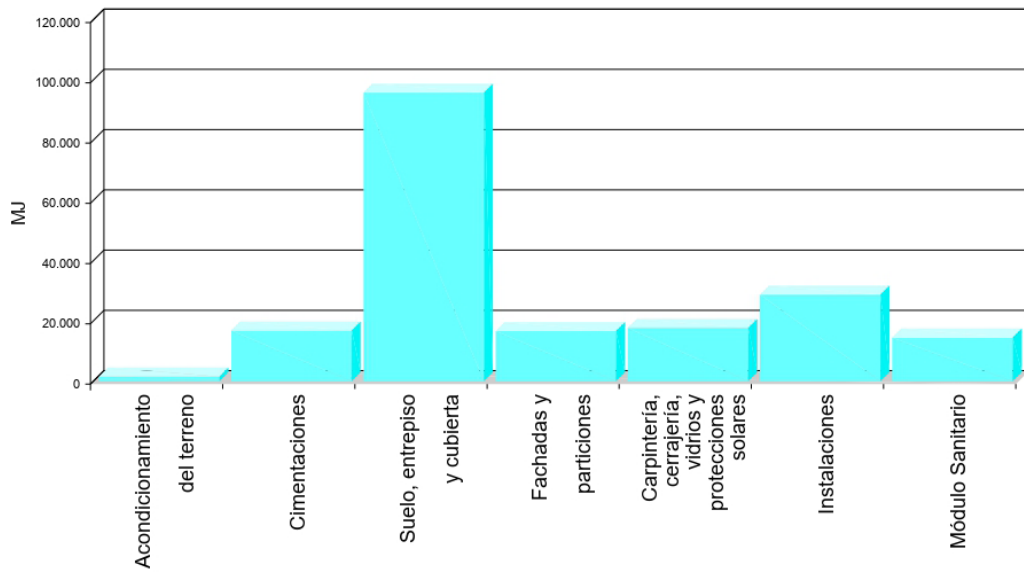
Proyecto:
Situación:
Promotor:

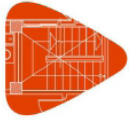
Producido por una versión educativa de CYPE

ADFP



ADFP (A1-A2-A3)

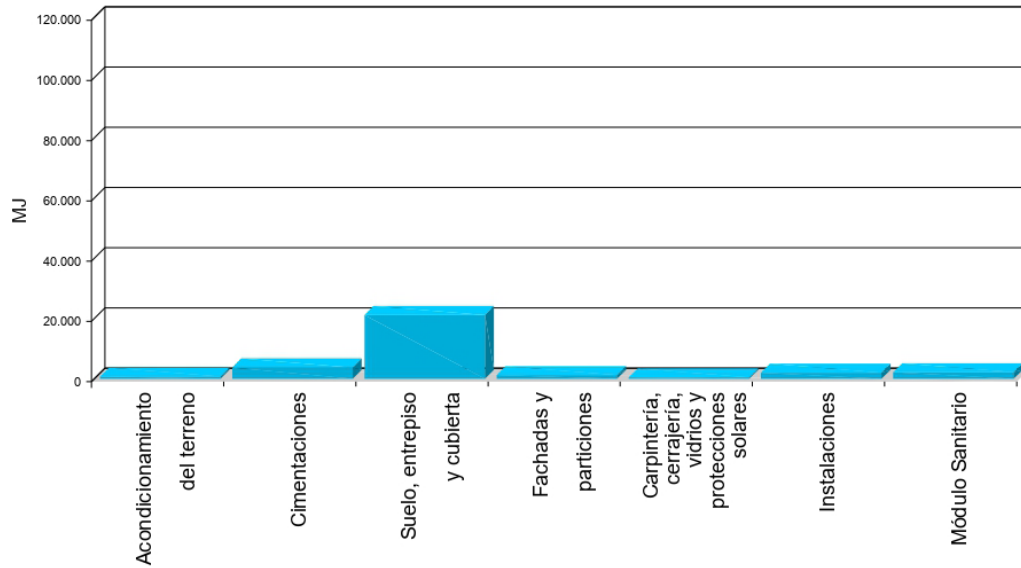




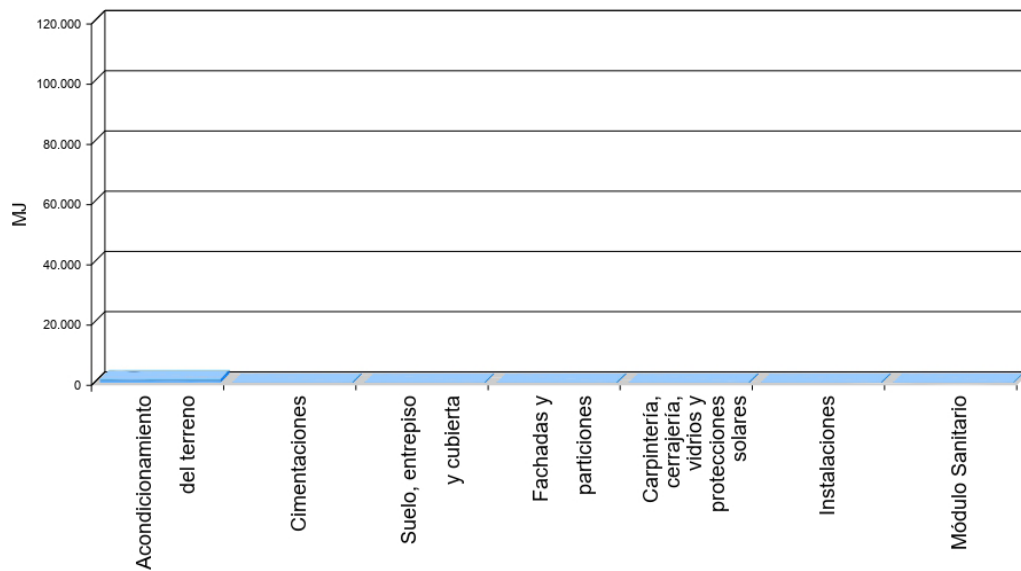
Proyecto:
Situación:
Promotor:

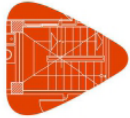
Producido por una versión educativa de CYPE

ADFP (A4)



ADFP (A5)





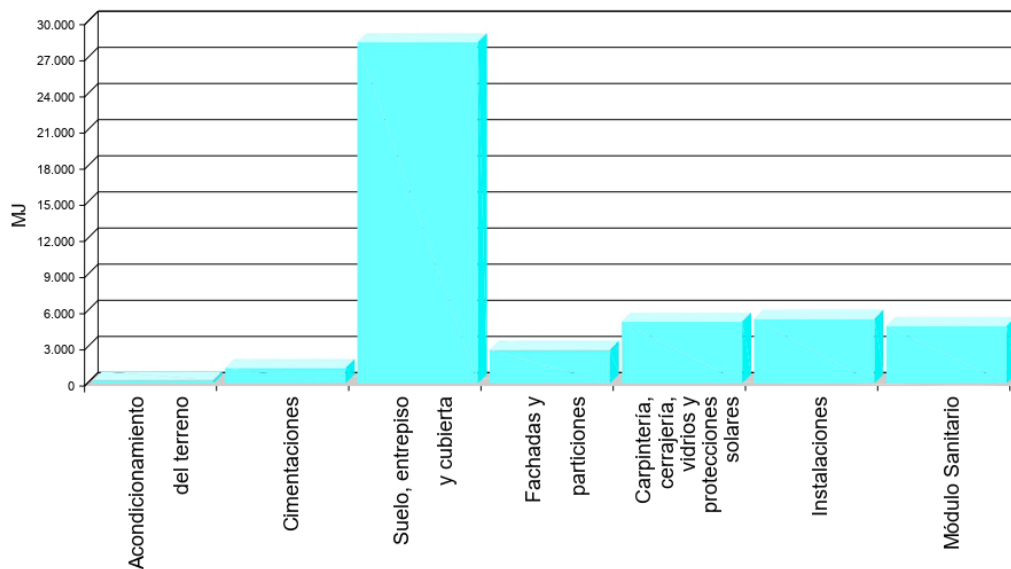
Proyecto:
Situación:
Promotor:

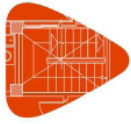
8.8. Uso total de energía primaria renovable. - PERT (MJ)

USO TOTAL DE ENERGÍA PRIMARIA RENOVABLE. (MJ)				
Capítulos	A1-A2-A3 PRODUCTO	A4 TRANSPORTE	A5 CONSTRUCCIÓN	TOTAL
Acondicionamiento del terreno	241,38	0,00	0,00	241,38
Cimentaciones	1.268,54	0,00	0,00	1.268,54
Suelo, entrepiso y cubierta	28.319,11	0,00	0,00	28.319,11
Fachadas y particiones	2.780,19	0,00	0,00	2.780,19
Carpintería, cerrajería, vidrios y protecciones solares	5.124,53	0,00	0,00	5.124,53
Instalaciones	5.351,79	0,00	0,00	5.351,79
Módulo Sanitario	4.746,17	0,01	17,88	4.764,06
Total	47.831,71	0,01	17,88	47.849,60

USO TOTAL DE ENERGÍA PRIMARIA RENOVABLE.

Producido por una versión educativa de CYPE

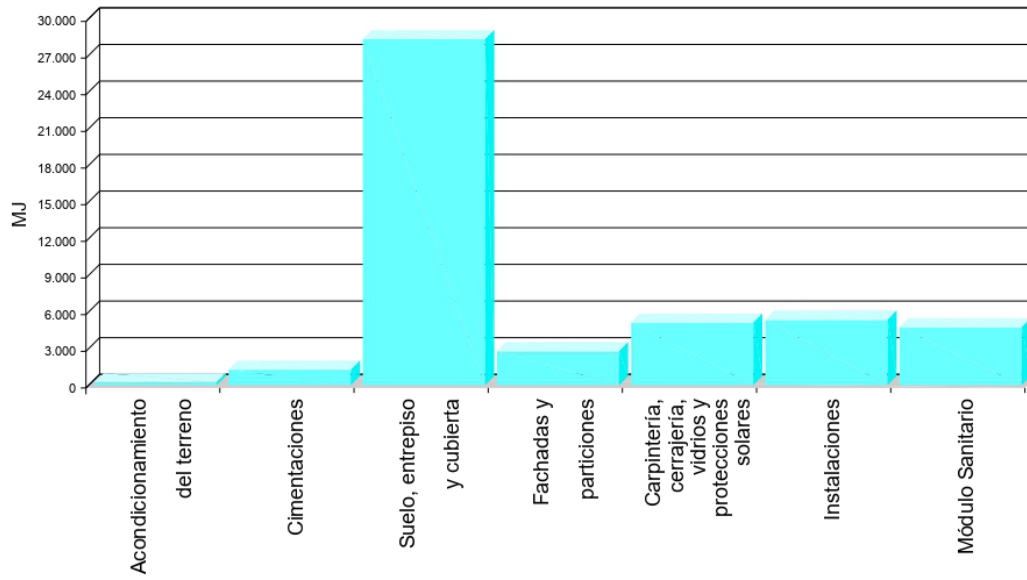




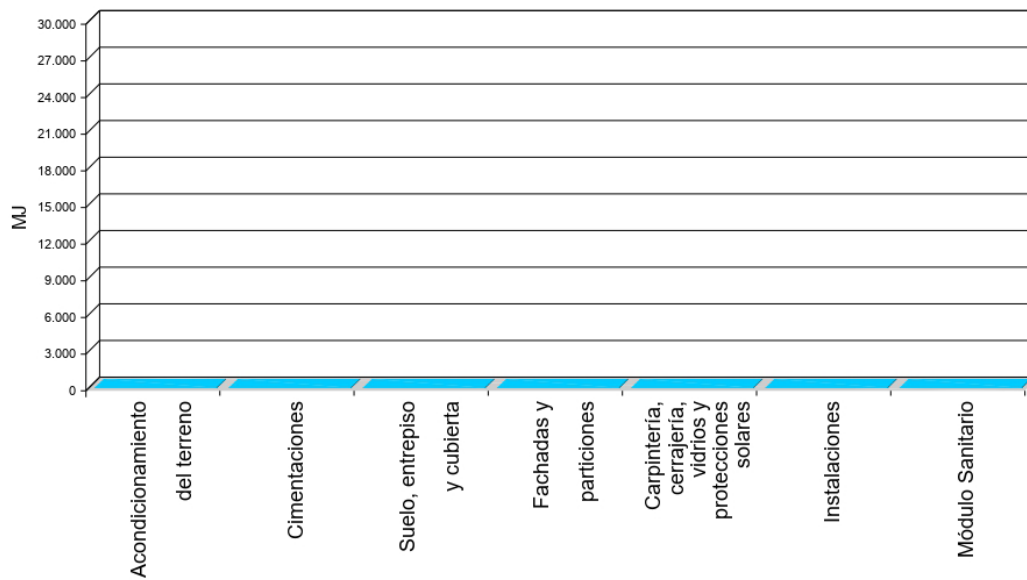
Proyecto:
Situación:
Promotor:

USO TOTAL DE ENERGÍA PRIMARIA RENOVABLE. (A1-A2-A3)

Producido por una versión educativa de CYPE



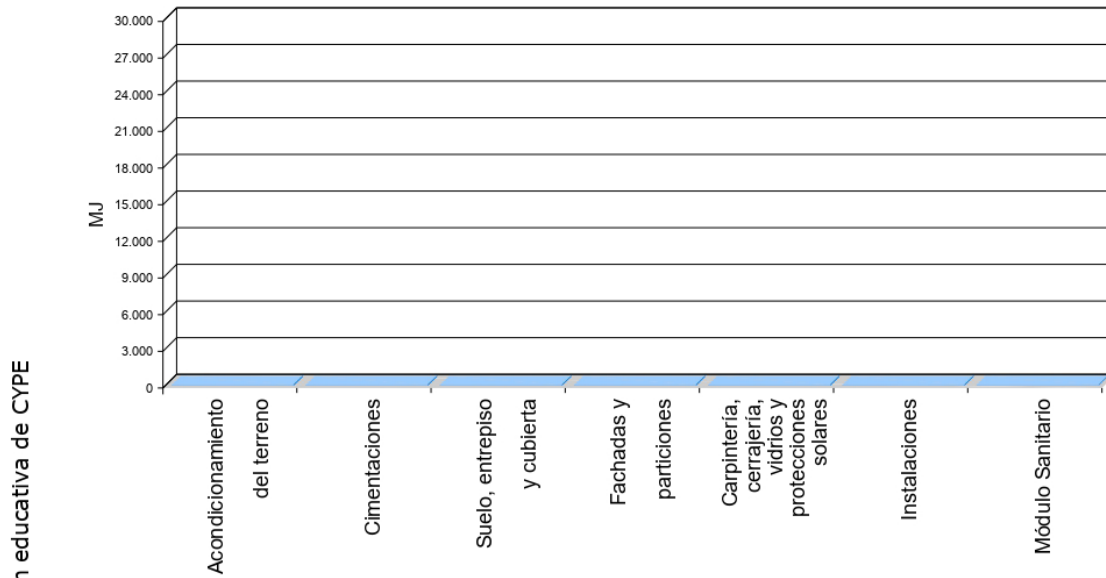
USO TOTAL DE ENERGÍA PRIMARIA RENOVABLE. (A4)





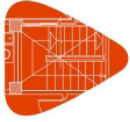
Proyecto:
Situación:
Promotor:

USO TOTAL DE ENERGÍA PRIMARIA RENOVABLE. (A5)



9.9. Uso total de energía primaria no renovable. - PERNRT (MJ)

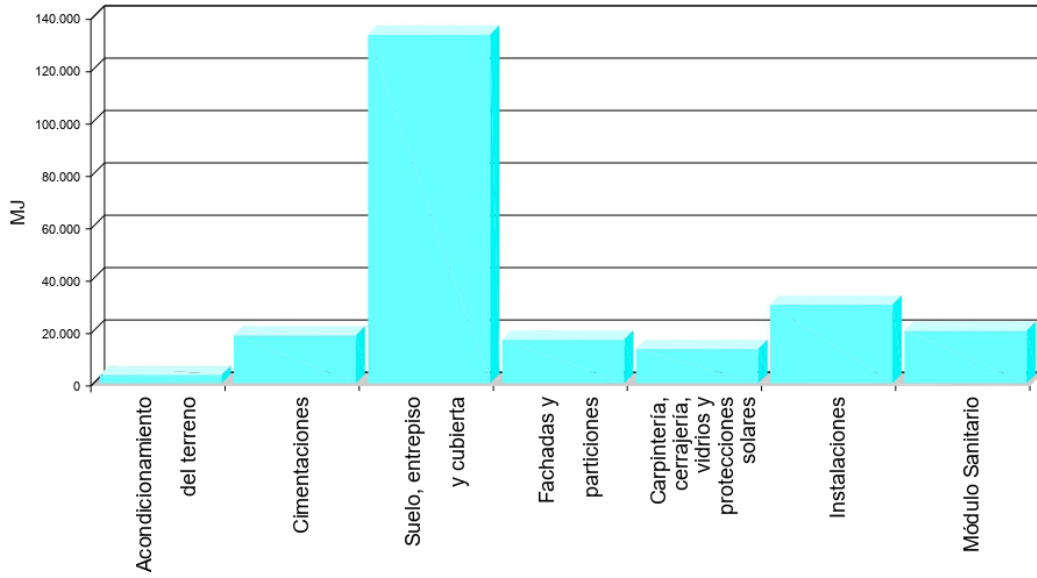
USO TOTAL DE ENERGÍA PRIMARIA NO RENOVABLE. (MJ)				
Capítulos	A1-A2-A3 PRODUCTO	A4 TRANSPORTE	A5 CONSTRUCCIÓN	TOTAL
Acondicionamiento del terreno	1.841,22	92,91	1.169,04	3.103,17
Cimentaciones	17.809,43	465,98	1,06	18.276,47
Suelo, entrepiso y cubierta	130.603,49	2.603,17	0,39	133.207,05
Fachadas y particiones	16.474,62	153,45	0,03	16.628,10
Carpintería, cerrajería, vidrios y protecciones solares	13.028,43	63,03	0,01	13.091,47
Instalaciones	29.773,15	252,18	4,68	30.030,01
Módulo Sanitario	19.739,24	270,76	59,65	20.069,65
Total	229.269,58	3.901,48	1.234,86	234.405,92



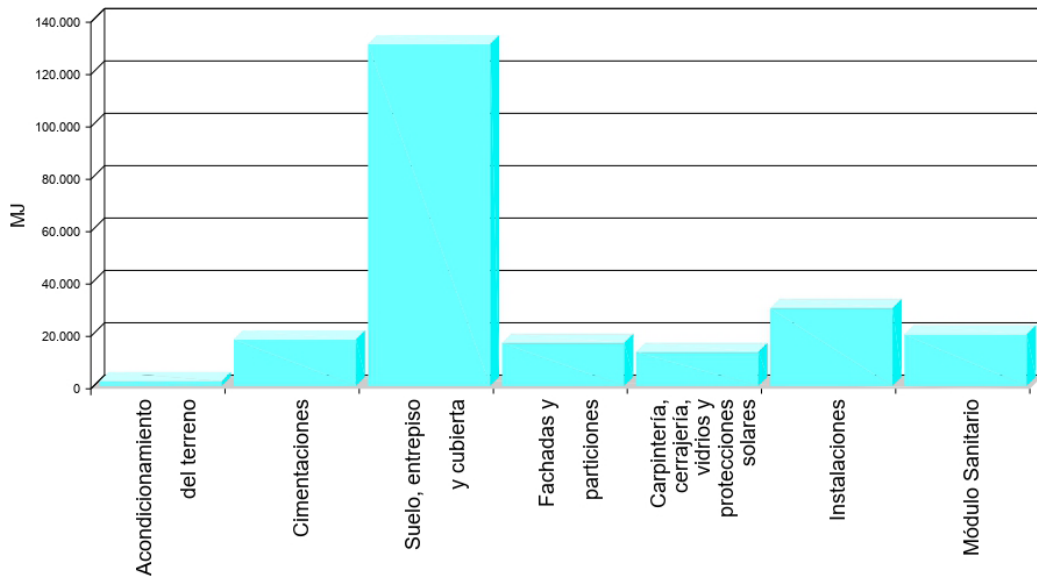
Proyecto:
Situación:
Promotor:

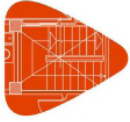
USO TOTAL DE ENERGÍA PRIMARIA NO RENOVABLE.

Producido por una versión educativa de CYPE



USO TOTAL DE ENERGÍA PRIMARIA NO RENOVABLE. (A1-A2-A3)

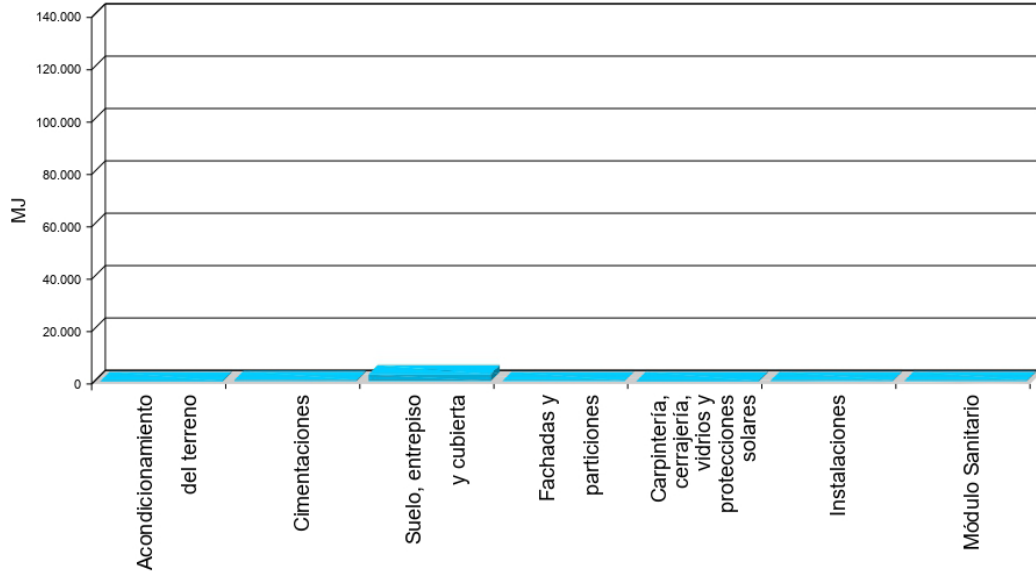




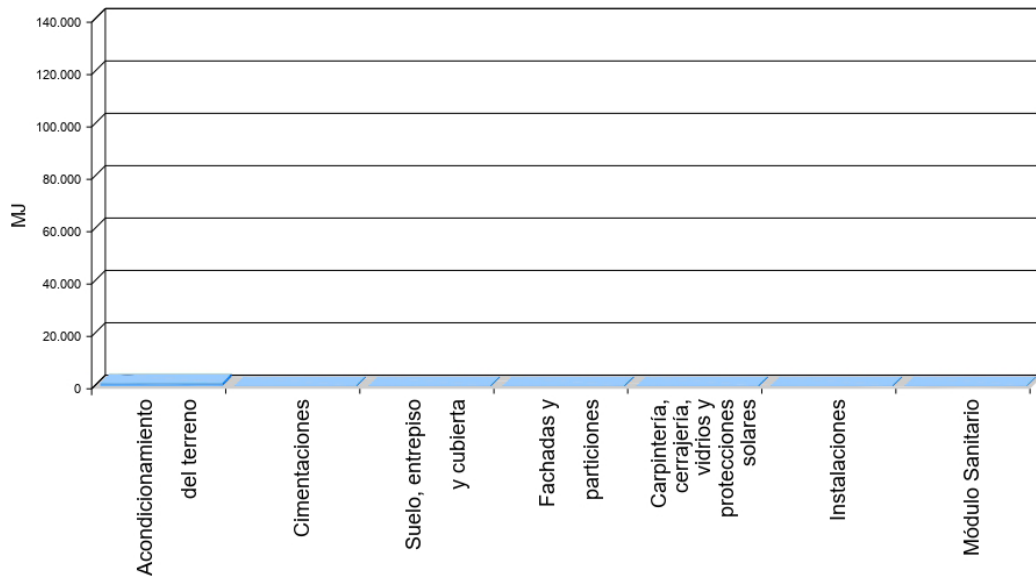
Proyecto:
Situación:
Promotor:

USO TOTAL DE ENERGÍA PRIMARIA NO RENOVABLE. (A4)

Producido por una versión educativa de CYPE



USO TOTAL DE ENERGÍA PRIMARIA NO RENOVABLE. (A5)





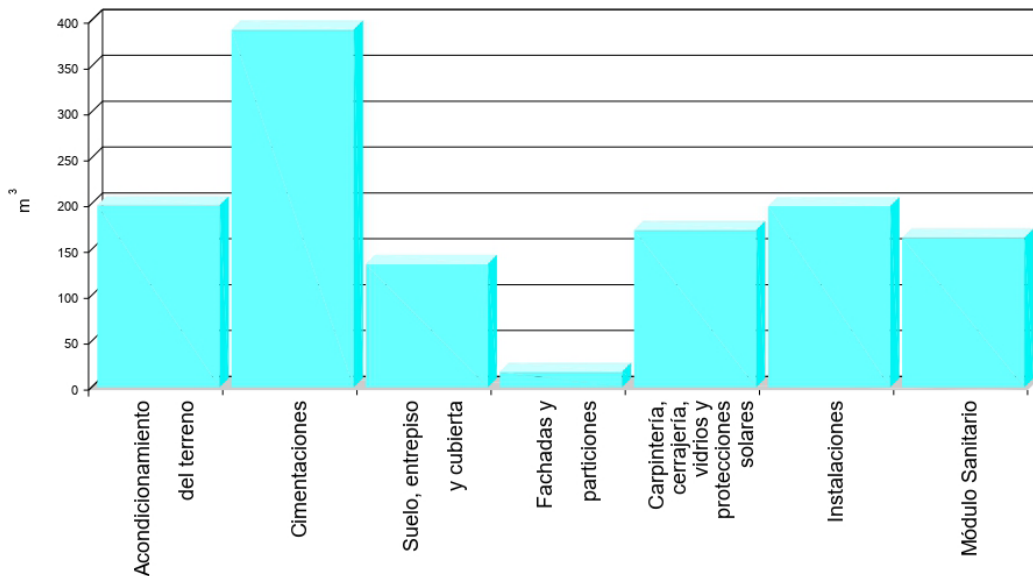
Proyecto:
Situación:
Promotor:

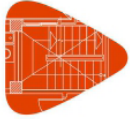
8.10. Uso neto de recursos de agua corriente - FW (m³)

Capítulos	FW (m ³)			TOTAL
	A1-A2-A3 PRODUCTO	A4 TRANSPORTE	A5 CONSTRUCCIÓN	
Acondicionamiento del terreno	24,07	1,44	173,04	198,55
Cimentaciones	382,55	7,24	0,31	390,10
Suelo, entrepiso y cubierta	94,04	40,45	0,11	134,60
Fachadas y particiones	14,50	2,38	0,01	16,89
Carpintería, cerrajería, vidrios y protecciones solares	170,47	0,98	0,00	171,45
Instalaciones	192,90	3,92	0,70	197,52
Módulo Sanitario	158,80	4,20	0,05	163,05
Total	1.037,33	60,61	174,22	1.272,16

FW

Producido por una versión educativa de CYPE

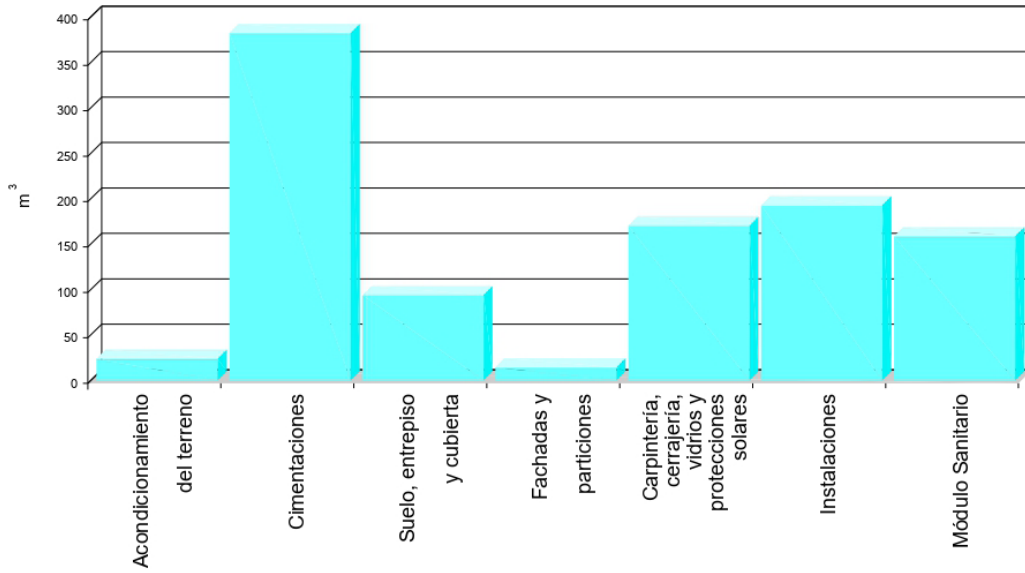




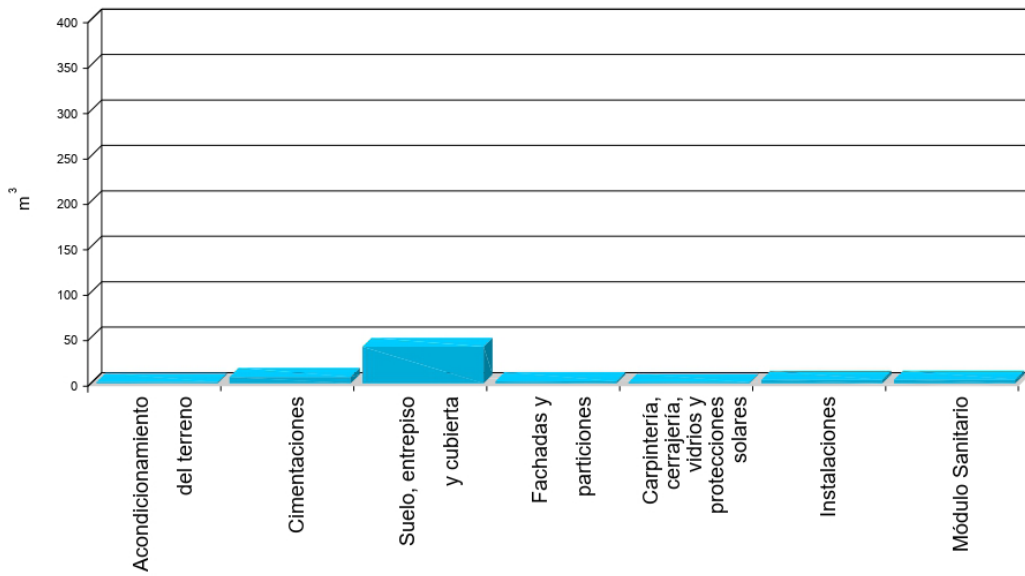
Proyecto:
Situación:
Promotor:

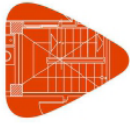
Producido por una versión educativa de CYPE

FW (A1-A2-A3)



FW (A4)

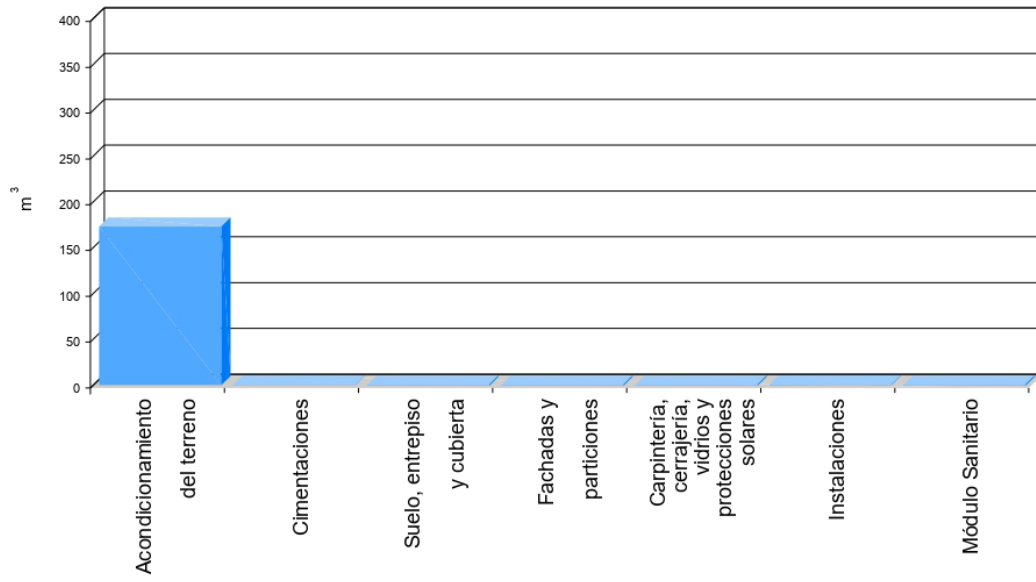




Proyecto:
Situación:
Promotor:

FW (A5)

Producido por una versión educativa de CYPE



ANEXO A: JUSTIFICACIÓN DE LA DETERMINACIÓN DEL ACV



Proyecto:
Situación:
Promotor:

ANEXO A: JUSTIFICACIÓN DE LA DETERMINACIÓN DEL ACV

A.1. Producto (A1-A2-A3)

La etapa (A1-A2-A3) comprende el proceso de elaboración del producto, abarcando desde la extracción y transporte de las materias primas, hasta la fabricación y embalaje del producto final, incluyendo los desplazamientos necesarios para su producción.

A.1.1. Hipótesis de partida

Se consideran, a efectos del cálculo de la energía incorporada, potencial de calentamiento global, potencial de agotamiento de la capa de ozono estratosférico, potencial de acidificación del suelo y de los recursos de agua, potencial de eutrofización, potencial de formación de ozono troposférico, potencial de agotamiento de recursos abióticos para recursos no fósiles, potencial de agotamiento de recursos abióticos para recursos fósiles y uso neto de agua corriente, las siguientes fases de elaboración del producto:

- La extracción de las materias primas.
- El transporte hasta la fábrica.
- El proceso de fabricación y embalaje del producto final.
- Los desplazamientos necesarios para su producción.

A.1.2. Proceso de cálculo

La determinación del inventario del edificio se ha llevado a cabo mediante la cuantificación de los pesos de los productos y sus envases, utilizando para ello las mediciones del proyecto y la descomposición de las unidades de obra.

Se determina para cada producto su energía incorporada, potencial de calentamiento global, potencial de agotamiento de la capa de ozono estratosférico, potencial de acidificación del suelo y de los recursos de agua, potencial de eutrofización, potencial de formación de ozono troposférico, potencial de agotamiento de recursos abióticos para recursos no fósiles, potencial de agotamiento de recursos abióticos para recursos fósiles y uso neto de agua corriente, en función del tipo y peso del material que lo compone, incluido el de sus envases (kg).

Los productos complejos se descomponen en los materiales simples que los conforman, para determinar los valores de energía incorporada y emisiones.

A.1.3. Fuentes consultadas

- ANFAPA (Asociación de Fabricantes de Morteros y SATE).
- ANDECE (Asociación Nacional de la Industria del Prefabricado de Hormigón).
- Declaración Ambiental de Producto (DAPc), de las siguientes casas comerciales: "PLACO".
- ICE (Inventory of Carbon & Energy, Universidad de Bath, UK). Se han consultado los valores de energía y de carbono incorporado de algunos materiales.

A.2. Transporte del producto (A4)

La etapa A4 del ACV corresponde al transporte del producto desde la salida de la fábrica hasta la entrada de la obra, incluyendo los desplazamientos necesarios durante el proceso de distribución.



Proyecto:
Situación:
Promotor:

A.2.1. Hipótesis de partida

Se parte del supuesto de que el transporte de los productos se realiza mediante camiones con motor diesel para una carga media y un consumo medio, por km recorrido y kg de carga transportado.

Se considera que todos los productos que componen el edificio y sus envases se transportan desde la fábrica hasta la entrada de la obra.

A.2.2. Proceso de cálculo

Se definen, en función de la distancia de transporte, los siguientes 'Escenarios':

- Local
- Regional
- Nacional
- Importación

Asignando a cada familia de materiales su escenario correspondiente.

Se particularizan los valores para las distintas zonas del Estado Español: Península, Baleares, Canarias, Ceuta y Melilla, al ser diferente la distancia recorrida para cada escenario.

En el transporte de los materiales de baja densidad aparente (aislantes, bovedillas de poliestireno, etc.), se calcula en función de su volumen, estableciendo una equivalencia entre el peso y el volumen transportado.

A.2.3. Fuentes consultadas

- 'Estudio del análisis del ciclo de vida de la madera como material alternativo del Gobierno Vasco', en su fase de transporte (A4).

- Tesis doctoral de Fernando Hernández Sobrino (Ingeniero Industrial de la Universidad Politécnica de Madrid) 'Análisis técnico, económico y medioambiental de los potenciales sustitutos de los hidrocarburos en el mercado español de los combustibles para automoción' (2010). Se han consultado los valores de energía y emisiones de CO₂ por litro de gasóleo o de gasolina.

- Datos estadísticos aportados por agencias de transporte, en cuanto al consumo medio de gasóleo, en función de la carga a transportar y la distancia.
- ANDECE (Asociación Nacional de la Industria del Prefabricado de Hormigón).
- Declaración Ambiental de Producto (DAPc), de las siguientes casas comerciales: "PLACO".

A.3. Proceso de instalación del producto y construcción (A5)

La etapa A5 del ACV, corresponde al proceso de construcción e instalación de los productos, incluyendo los desplazamientos dentro del recinto de la construcción.

A.3.1. Hipótesis de partida

En el proceso de instalación del producto y construcción, se incluye la energía y las emisiones producidas por la maquinaria, los medios auxiliares y el transporte de los residuos generados hasta el vertedero.



Proyecto:
Situación:
Promotor:

A.3.2. Proceso de cálculo

A.3.2.1. Maquinaria

Los indicadores ambientales correspondientes al uso de maquinaria en la obra se determinan a partir del consumo de energía derivado del proceso de construcción e instalación, en función de su potencia, de su rendimiento y de la topografía del terreno.

A.3.2.2. Medios auxiliares

Los indicadores ambientales correspondientes a los medios auxiliares se determinan a partir de los desplazamientos de los productos dentro del recinto de la obra, del uso de la maquinaria o herramienta auxiliar y de la iluminación de obra.

Se distinguen dos tipos de transporte, los verticales o entre plantas, que consumen mayor energía al tener que superar la acción de la gravedad, y los horizontales o desplazamientos en la misma planta.

La energía consumida debida a los desplazamientos verticales se calcula en función del peso de los productos, el número total de plantas del edificio (bajo y sobre rasante) y las alturas entre plantas, afectados por un factor de corrección que contempla el transporte de peso en altura.

La energía consumida por los desplazamientos horizontales se determina, así mismo, en función del peso de los productos y de la superficie media de las plantas.

A los efectos del cálculo de la energía consumida por los desplazamientos verticales, no se consideran las variables 'número de plantas sobre y bajo rasante', en los capítulos:

- D Actuaciones previas
- U Urbanización interior de la parcela

Para los siguientes capítulos no se ha considerado la variable 'número de plantas sobre rasante':

- A Acondicionamiento del terreno
- C Cimentaciones

A.3.3. Fuentes consultadas

- 'Estudio del análisis del ciclo de vida de la madera como material alternativo del Gobierno Vasco', en su fase de transporte (A4).
- Tesis doctoral de Fernando Hernández Sobrino (Ingeniero Industrial de la Universidad Politécnica de Madrid) 'Análisis técnico, económico y medioambiental de los potenciales sustitutos de los hidrocarburos en el mercado español de los combustibles para automoción' (2010). Se han consultado los valores de energía y emisiones de CO₂ por litro de gasóleo o de gasolina.
- ANDECE (Asociación Nacional de la Industria del Prefabricado de Hormigón).
- Declaración Ambiental de Producto (DAPc), de las siguientes casas comerciales: "PLACO".

Anexo 4. Planos

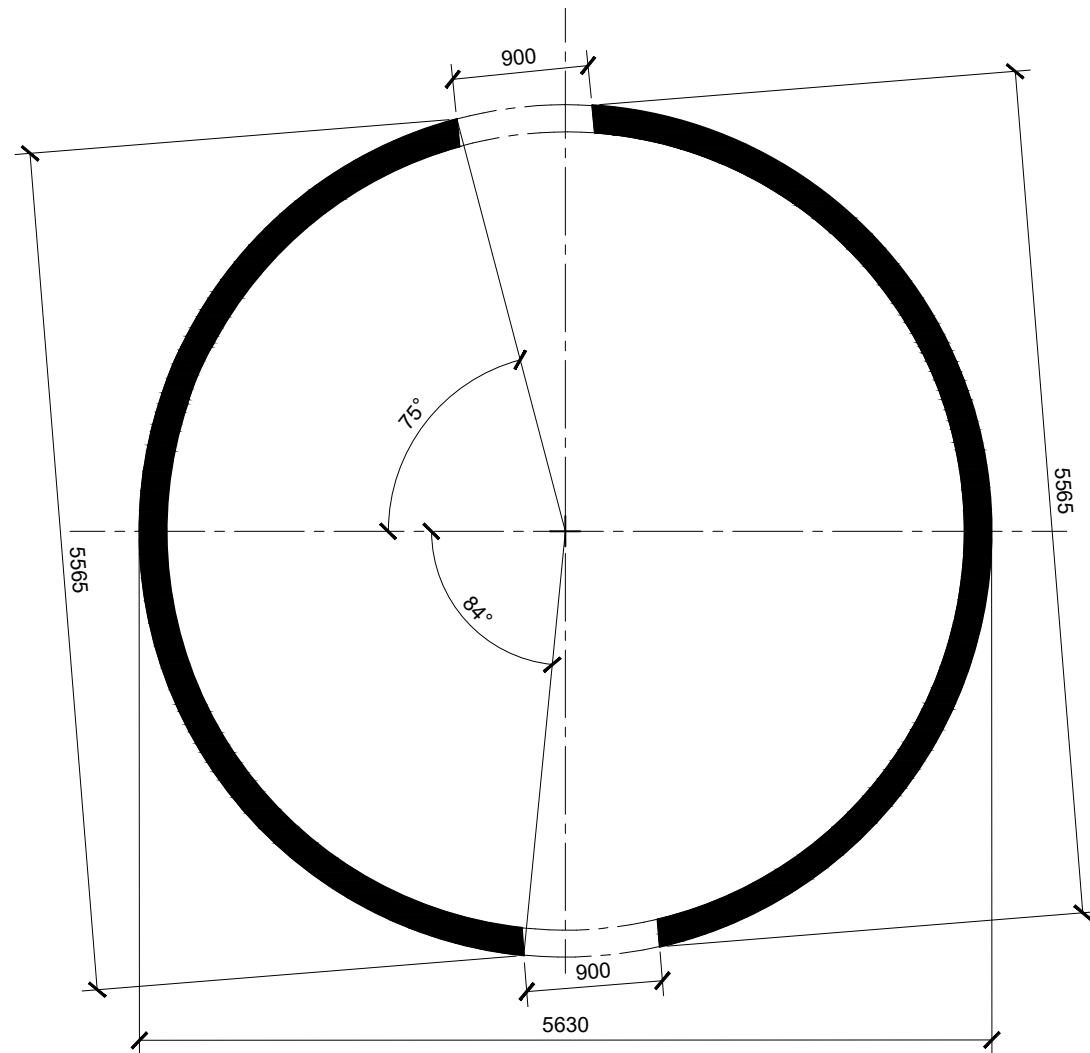
Listado de planos

Formato	No. Plano	Denominación	Cant. Hojas
A3	01	Seccionamiento de fuselaje	1
A3	02	Módulo habitacional de un dormitorio. Planta y Elevación	1
A3	03	Módulo habitacional de dos dormitorios. Planta.	1
A4	04	Módulo habitacional de dos dormitorios. Elevación.	1
A3	05	Cubierta módulo de dos niveles	1
A3	06	Módulo de dos viviendas. Elevación	1
A2	07	Módulo habitacional de dos dormitorios. Sección.	1
A1	08	Manzana. Plan general	1

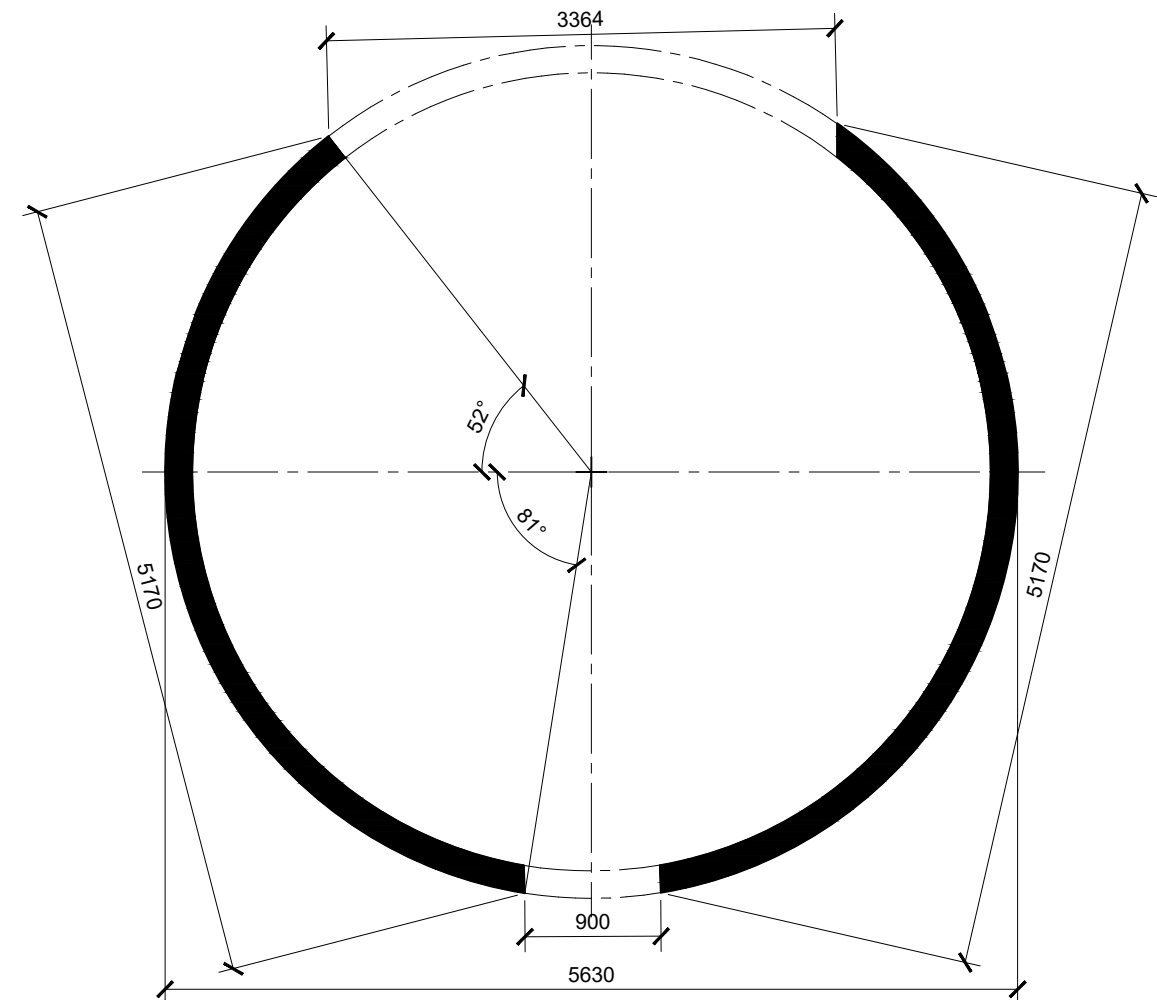
PLANOS DE SECCIONAMIENTO DE FUSELAJE

ESCALA 1:50


SECCIONAMIENTO 1



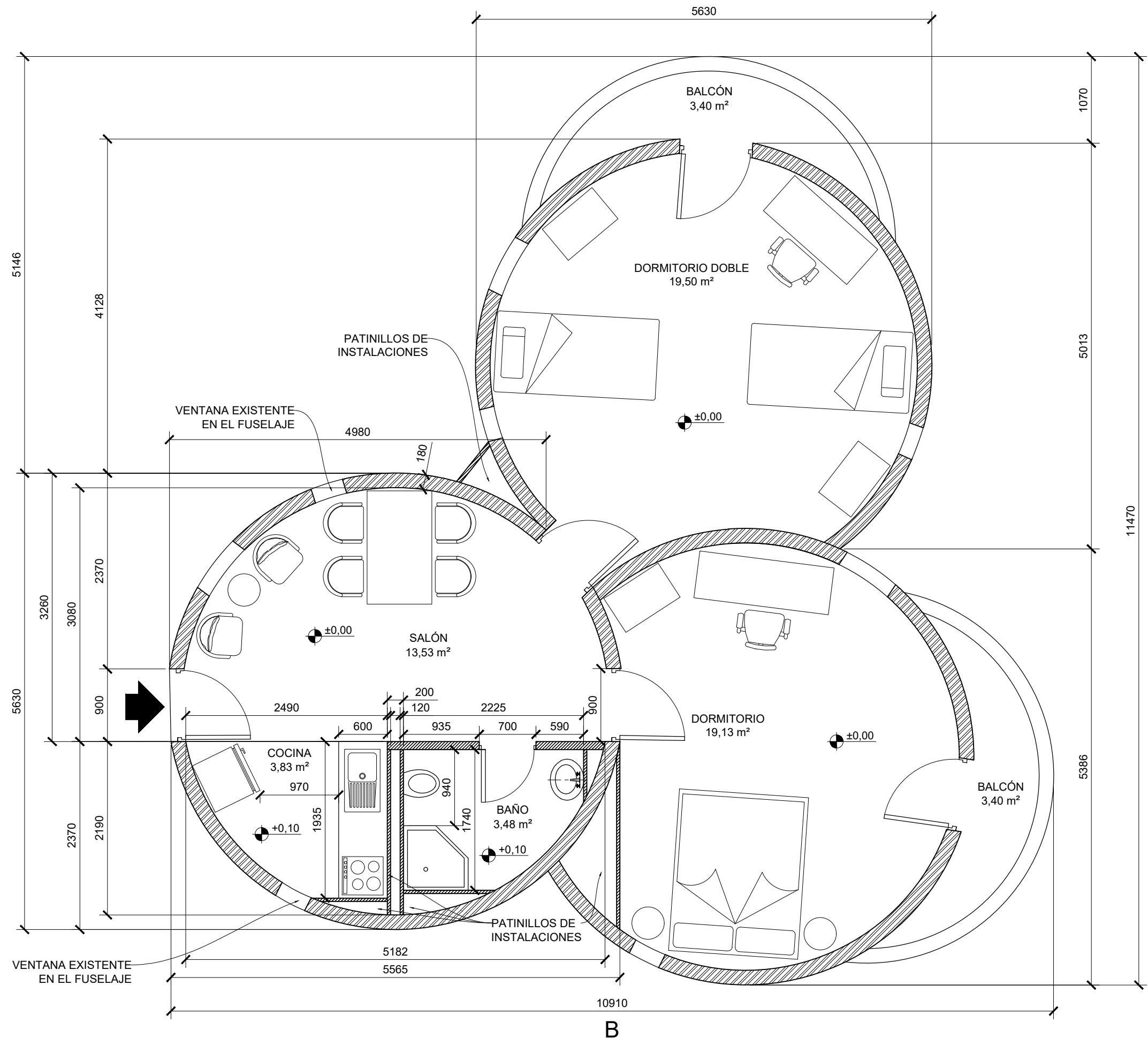
SECCIONAMIENTO 2



LEYENDA

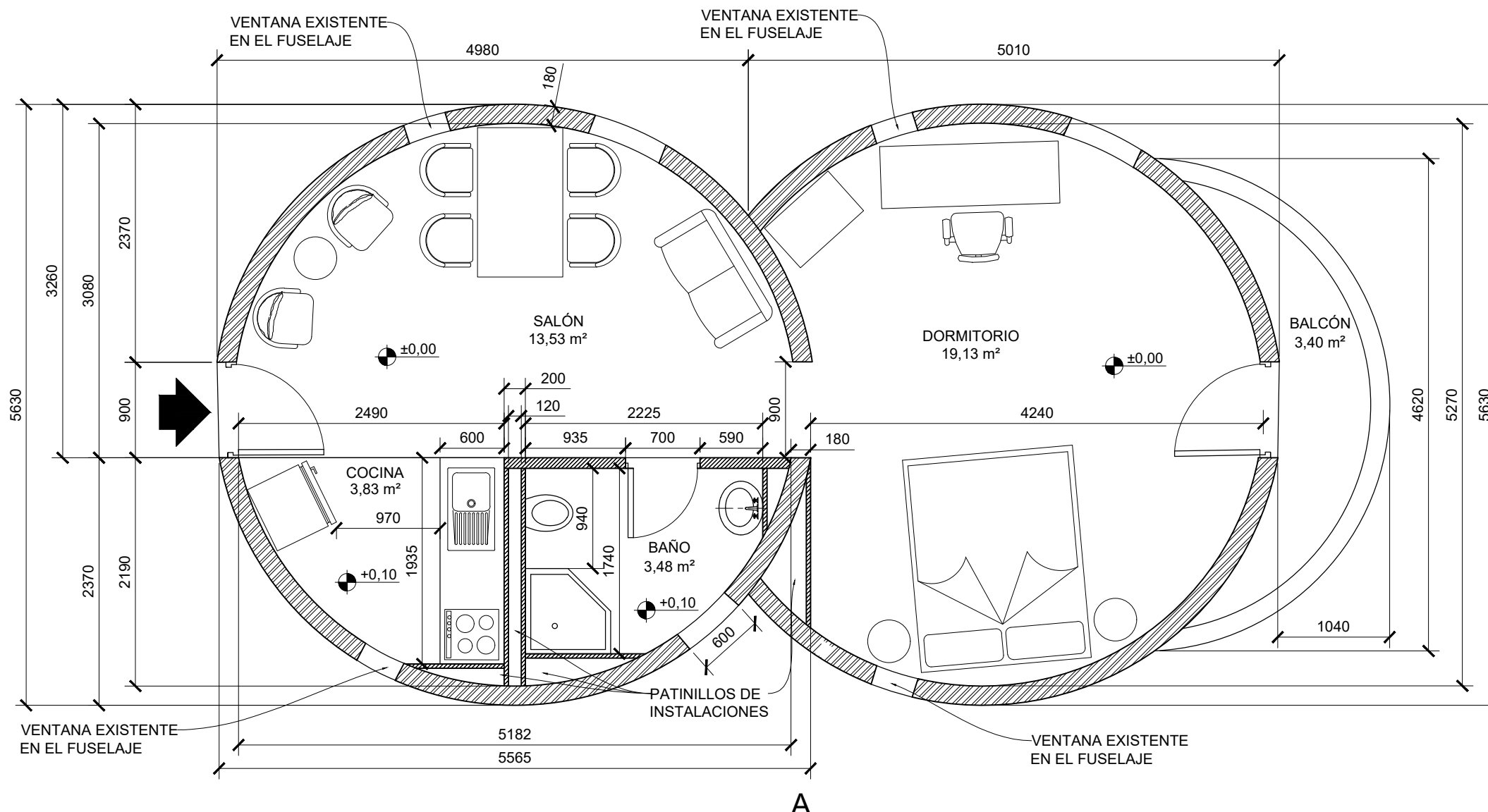
 SECCIÓN A UTILIZAR EN TABIQUES DEL MÓDULO HABITACIONAL

 SECCIÓN PARA OTROS USOS



PLANTA
ESCALA 1:50

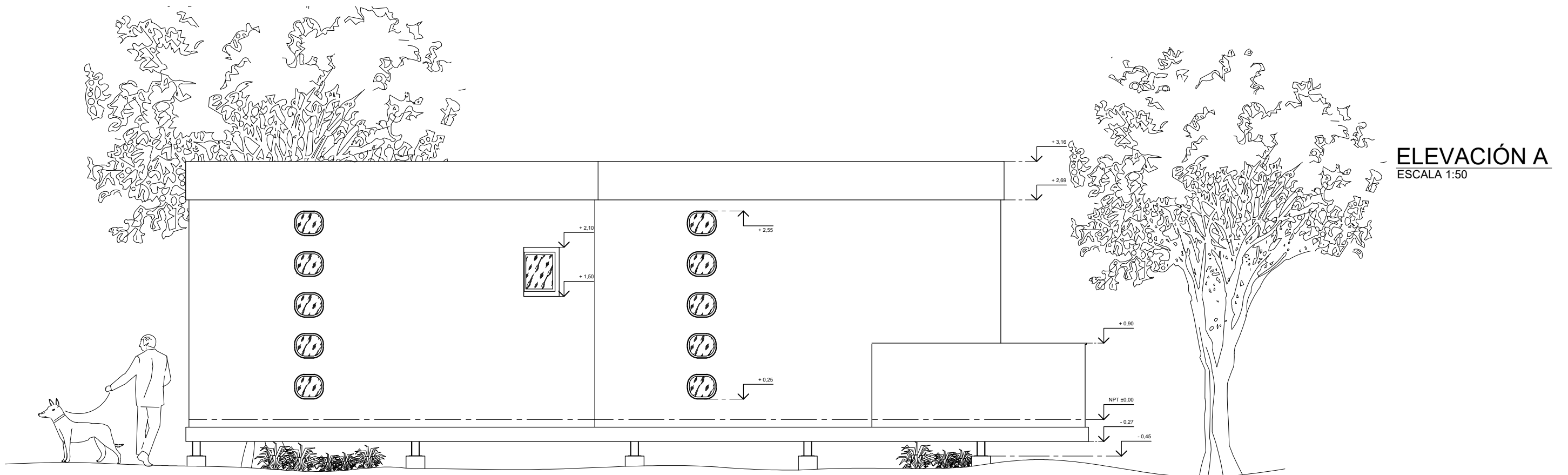
LEYENDA
 TABIQUES DE FUSELAJE



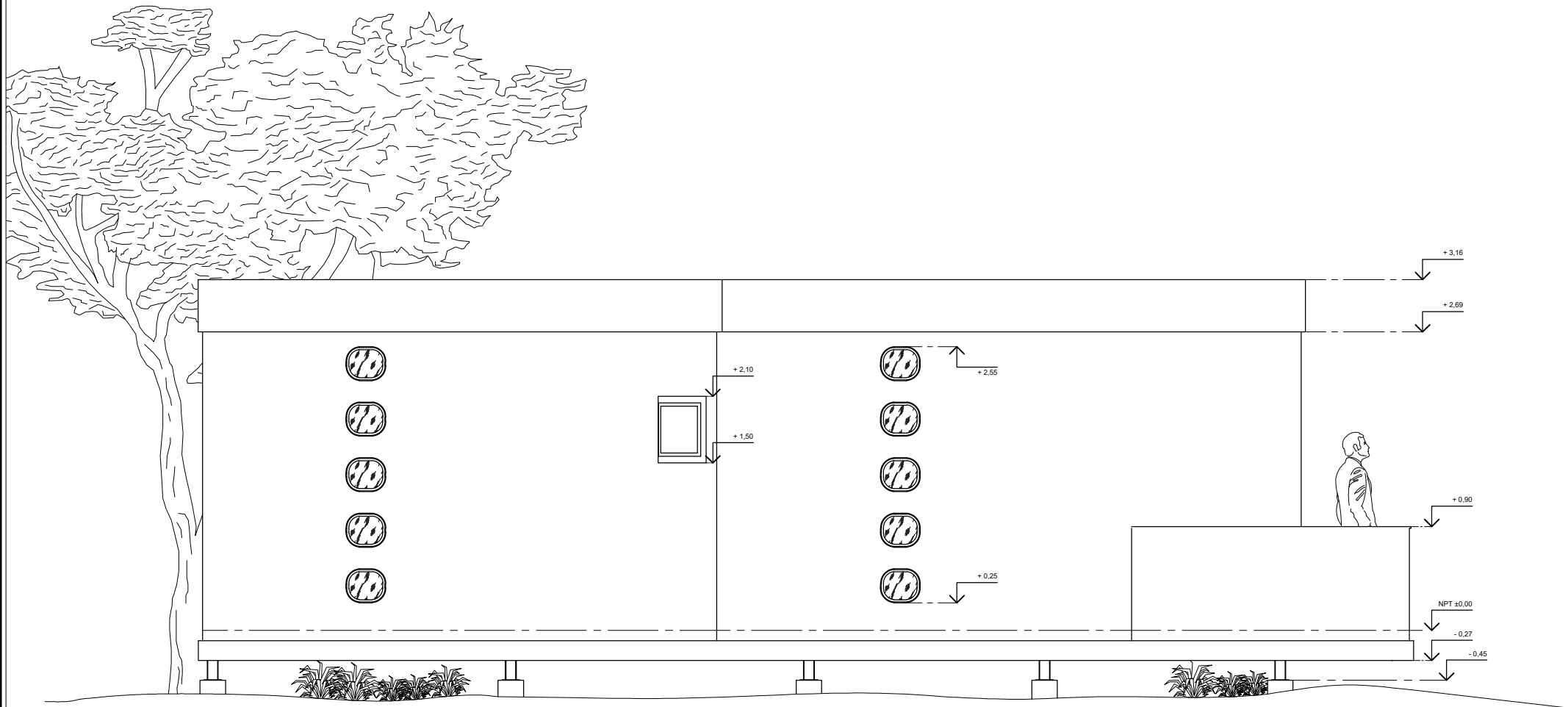
PLANTA
ESCALA 1:50

LEYENDA


- TABIQUES DE FUSELAJE
- TABIQUES DE LÁMINAS DE YESO CON FERFILERÍA METÁLICA



ELEVACIÓN A
ESCALA 1:50



ELEVACIÓN B
 ESCALA 1:50

 UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA	Proyecto:	TFM MAAPUD "Reutilización del fuselaje de aviones para la reconversión de viviendas".	Plano: Módulo habitacional de dos dormitorios. Elevación	Fecha: Enero 2023	Nº Plano: 04
			Autor: Arq. Daniel Santiago Alfonso Nodarse	Escala: 1:50	
				Tutor: Begoña Serrano Lanzarote	

PLANO DE CUBIERTAS

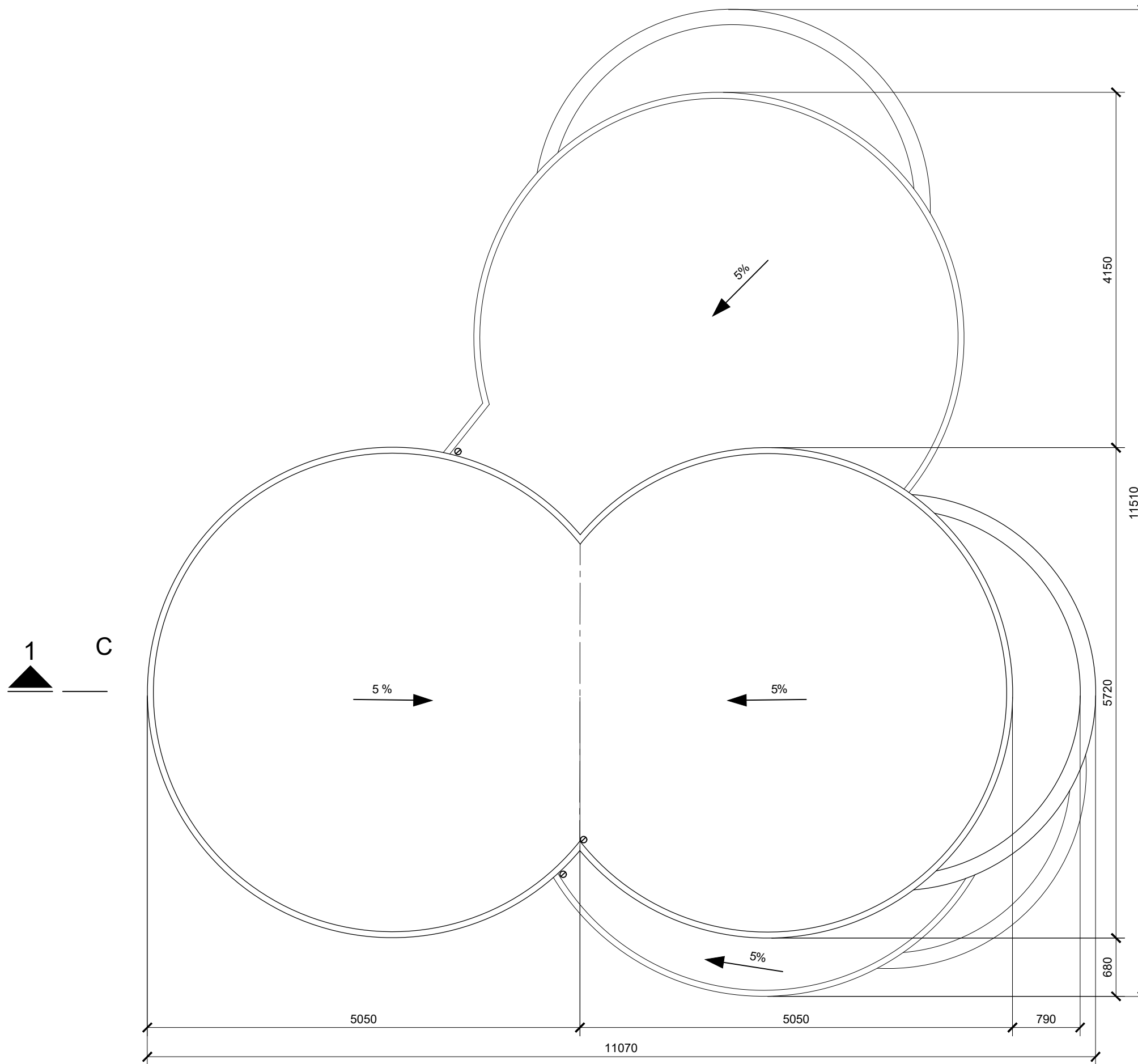
ESCALA 1:50

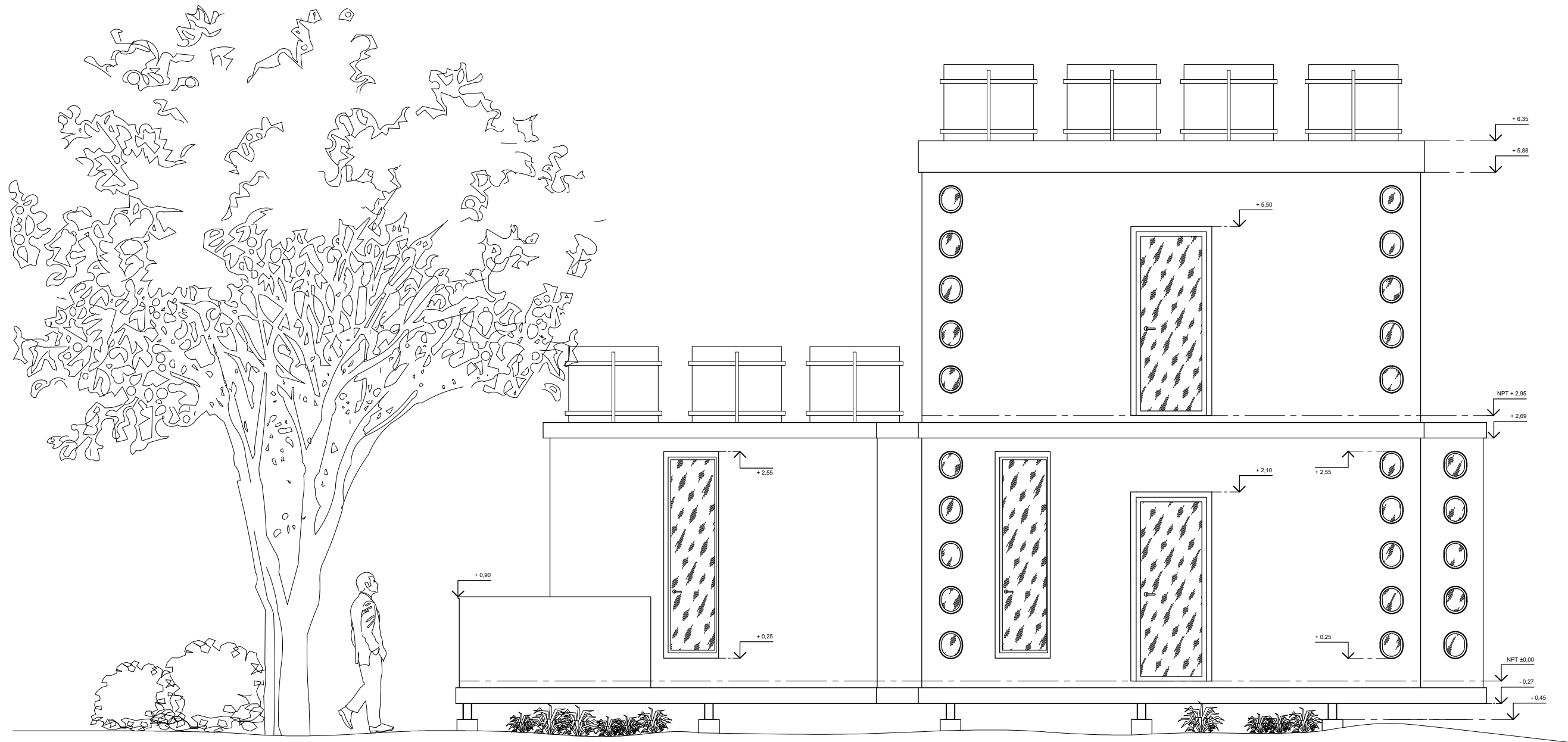
LEYENDA

- CUBIERTA SEGUNDO NIVEL, MÓDULO DE UN DORMITORIO
- CUBIERTA PRIMER NIVEL, MÓDULO DE DOS DORMITORIOS
- ⊙ BAJANTE PLUVIAL

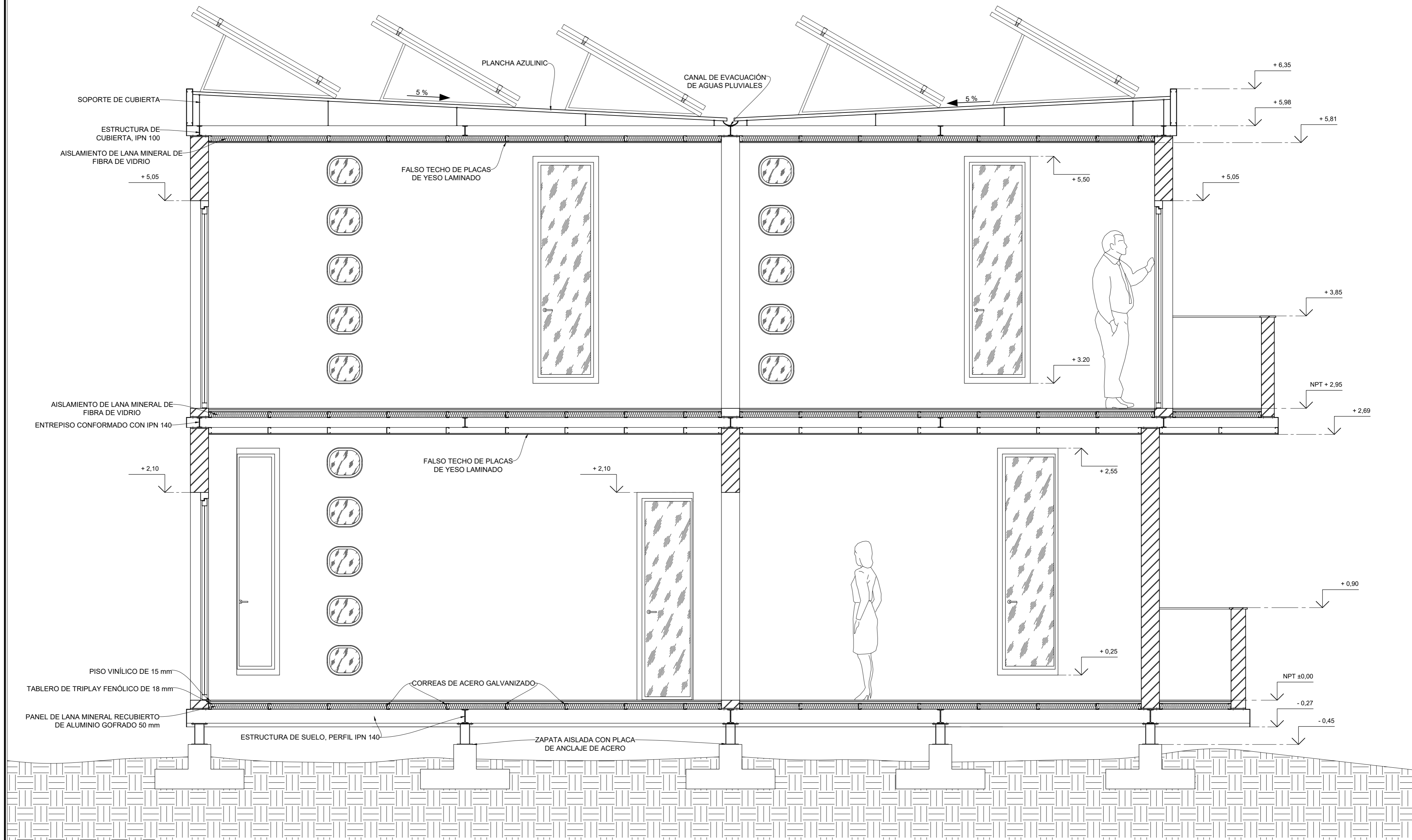
NOTAS

1. La evacuación de las aguas pluviales será mediante bajantes que pasan por los patinillos y en el caso de los balcones será por caída libre mediante gárgolas.
2. En el segundo nivel la pendiente lleva a una canal que conduce a la bajante.
2. La cubierta será de plancha azulínica con pendiente del 5 %.

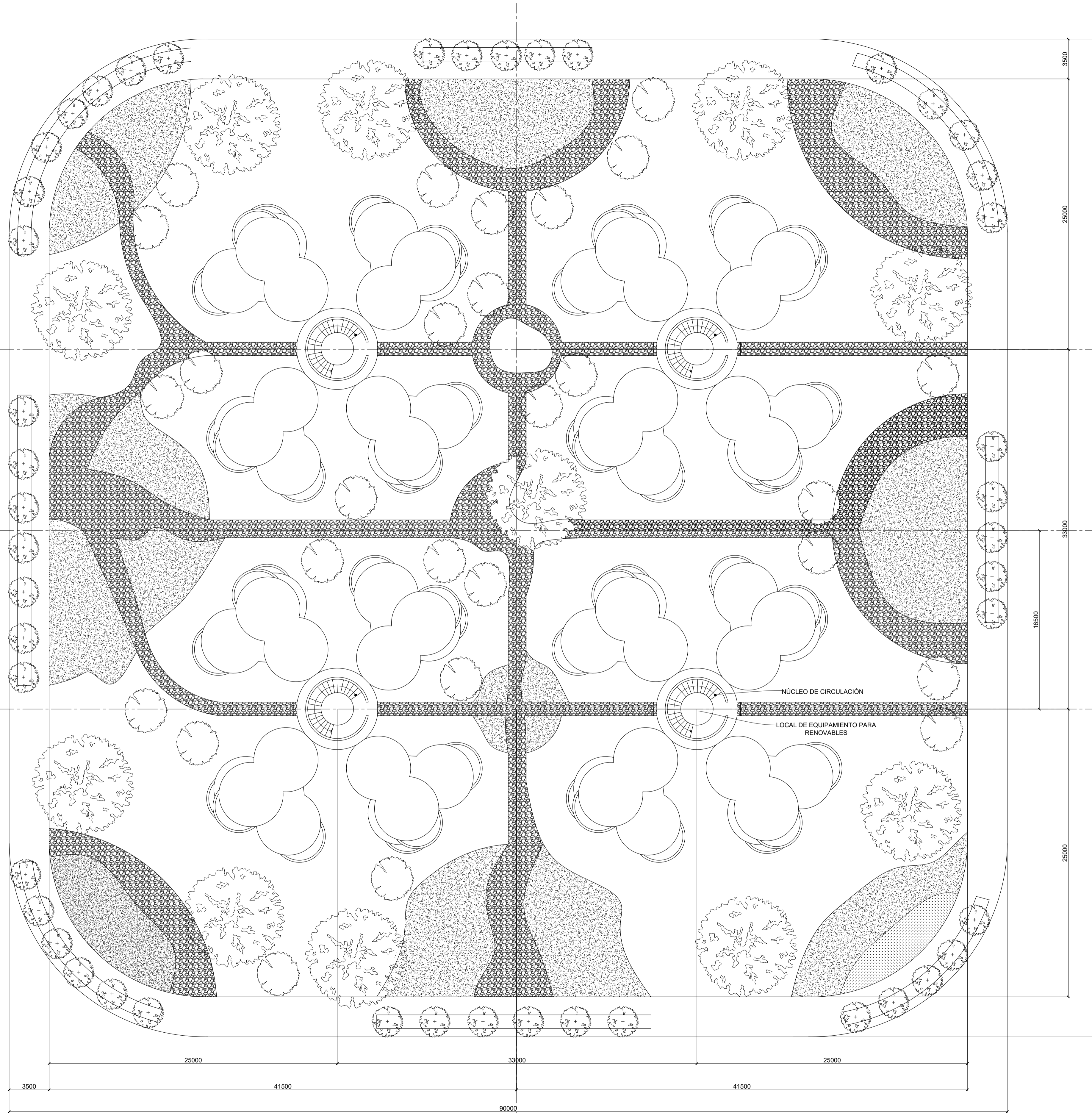






ELEVACIÓN C
 ESCALA 1:50



SECCIÓN 1-1
ESCALA 1:25



PLAN GENERAL
ESCALA 1:200

- LEYENDA**
-  SUELO DE PIEDRA NATURAL
 -  SUELO DE GRAVA FINA