

UNIVERSIDAD MIGUEL HERNÁNDEZ DE ELCHE

ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE ELCHE

GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA



"DISEÑO Y ANÁLISIS DE MÓDULOS
PREFABRICADOS PARA OFICINAS Y
VIVIENDAS: UNA ALTERNATIVA A
LA CONSTRUCCIÓN TRADICIONAL"

TRABAJO FIN DE GRADO

Julio - 2025

AUTOR: Rida Belhadi Benslimane

DIRECTOR: Javier Paricio Caño

ÍNDICE

1. MEMORIA.....	4
1.1 MEMORIA DESCRIPTIVA	4
1.1.1 INTRODUCCIÓN	4
1.1.2 OBJETIVOS DEL PROYECTO	4
1.1.3 JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO	6
1.1.4 RELACIÓN CON LOS ODS Y LA REGLA DE LAS 3R.....	7
1.1.5 VIABILIDAD LEGAL EN ESPAÑA Y VENTAJAS ADMINISTRATIVAS.....	8
1.1.6 DIFERENCIAS CON UN CONTENEDOR MARÍTIMO	9
1.1.7 DIFERENCIAS CON UNA VIVIENDA TRADICIONAL	10
1.1.8 DESCRIPCIÓN GENERAL DEL MÓDULO	11
1.1.9 MATERIALES Y PERFILES EMPLEADOS	12
1.1.10 NORMATIVAS APLICABLES	14
1.1.11 HERRAMIENTAS UTILIZADAS	14
1.1.12 INSTALACIONES DEL MÓDULO	15
1.1.13 PROCESO CONSTRUCTIVO: PREFABRICACIÓN, TRANSPORTE Y MONTAJE	15
1.1.14 CONCLUSIONES PRELIMINARES DEL DISEÑO	17
1.2 CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS	17
1.2.1 ESFUERZOS QUE SOPORTA LA VIGUETA DEL TECHO ..	17
1.2.2 ESFUERZOS QUE SOPORTA LA VIGA DEL TECHO	28
1.2.3 ESFUERZOS QUE SOPORTA EL PILAR.....	33
1.2.4 ESFUERZOS QUE SOPORTA LA VIGUETA DEL SUELO ..	38
1.2.5 ESFUERZOS QUE SOPORTA LA VIGA DEL SUELO	42
1.2.6 CÁLCULO DE LA LOSA DE CIMENTACIÓN	45
1.2.7 VERIFICACIÓN DE LA ESTABILIDAD AL VUELCO	47
1.2.8 CÁLCULO DE SOLDADURAS Y VERIFICACIONES	51
1.2.9 SELECCIÓN DE BOMBA DE AGUA	59
1.2.10 CÁLCULOS DE FONTANERÍA	61

1.2.11 CÁLCULO DE EVACUACIÓN DE AGUAS PLUVIALES...	63
1.2.12 DEPURADORA DE AGUAS RESIDUALES	65
1.2.13 SISTEMA ELÉCTRICO Y ENERGÍA AUTÓNOMA	67
1.3 ANEXOS.....	69
1.3.1 BIBLIOGRAFÍA	69
1.3.2 FICHA TÉCNICA DE DEPURADORA ACO ROX 5 D1.7	70
2. PLANOS	73
2.1 VISTA ISOMÉTRICA	73
2.2 DISPOSICIÓN DE ELEMENTOS.....	73
2.3 ALZADO – PLANTA – PERFIL	73
2.4 PERFILES.....	73
2.5 DETALLE UNIONES	73
2.6 SOLDADURAS.....	73
2.7 PLANO MÓDULO – VIVIENDA	73
2.8 PLANO MÓDULO - OFICINA	73
3. PLIEGO DE CONDICIONES	82
3.1 PLIEGO GENERAL.....	82
3.1.1 OBJETO DEL PLIEGO.....	82
3.1.2 NORMATIVA APLICABLE	82
3.1.3 DEFINICIONES Y ALCANCE DE LA OBRA	82
3.1.4 RESPONSABILIDADES	83
3.1.5 SEGURIDAD Y SALUD	83
3.1.6 GESTIÓN AMBIENTAL Y DE RESIDUOS.....	83
3.2 ESPECIFICACIONES DE MATERIALES Y EQUIPOS	83
3.2.1 MATERIALES PARA CIMENTACIÓN	83
3.2.2 MATERIALES Y PERFILES PARA ESTRUCTURA METÁLICA	84
3.2.3 MATERIALES PARA CERRAMIENTOS Y CUBIERTA	84
3.2.4 MATERIALES Y ELEMENTOS DE CARPINTERÍA Y VIDRIERÍA	85
3.2.5 MATERIALES Y EQUIPOS PARA INSTALACIONES.....	85
3.3 ESPECIFICACIONES DE EJECUCIÓN	86

3.3.1 GENERALIDADES	86
3.3.2 CIMENTACIÓN.....	86
3.3.3 ESTRUCTURA METÁLICA.....	86
3.3.4 CERRAMIENTOS Y CARPINTERÍAS.....	87
3.3.5 INSTALACIONES	87
3.3.6 TRANSPORTE Y MONTAJE	88
3.4 PLIEGO ECONÓMICO	88
3.4.1 CRITERIOS DE VALORACIÓN	88
3.4.2 REVISIÓN DE PRECIOS	88
3.4.3 FORMAS DE PAGO	88
3.4.4 ESTRUCTURA DEL PRESUPUESTO.....	88
4. PRESUPUESTO	90
4.1 PRESUPUESTO Y MEDICIÓN	90



1. MEMORIA

1.1 MEMORIA DESCRIPTIVA

1.1.1 INTRODUCCIÓN

En un contexto global en constante evolución, marcado por la creciente demanda de soluciones constructivas ágiles y eficientes, y una preocupación cada vez mayor por el impacto ambiental, la construcción modular y el concepto de autosuficiencia energética se perfilan como pilares clave para el futuro del sector edificatorio. La metodología de construcción tradicional, con sus largos plazos de ejecución y su considerable huella ecológica, encuentra un complemento innovador en los módulos prefabricados. Estos permiten trasladar una parte sustancial del proceso de fabricación a un entorno industrializado y controlado, lo que redundará en una mayor rapidez y precisión en la producción.

Este Trabajo de Fin de Grado se centra en diseñar y analizar un módulo prefabricado que sea autosuficiente. La idea es que sirva no solo para usos comerciales (como viviendas económicas, oficinas o alquileres turísticos tipo Airbnb), sino también como una respuesta rápida y digna en emergencias, como desastres naturales o conflictos. Este enfoque busca, así mismo, un impacto social positivo, alineándose con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), especialmente al intentar dar acceso a viviendas dignas y ayudar a la inclusión de personas que lo necesitan.

Tener viviendas que funcionen por sí mismas, sin depender tanto de las redes de servicios convencionales, es un paso importante hacia una vida más autónoma y ecológica. Si una casa puede generar su propia energía, recoger y tratar su agua, y gestionar sus residuos, no solo reducimos mucho las facturas y la dependencia de las grandes compañías, sino que también nos hacemos más resistentes ante posibles crisis o desastres. Con el cambio climático cada vez más presente, las viviendas autosuficientes están ganando popularidad porque ofrecen ventajas económicas, sociales y, por supuesto, ambientales, permitiéndonos vivir de forma más independiente y con menos huella en el planeta.

A lo largo de este proyecto, vamos a ver cómo se desarrollan estos módulos. Analizaremos sus características principales, las normas que deben cumplir, y compararemos sus pros y contras con otros sistemas, como los contenedores marítimos. También haremos un estudio detallado de los materiales que usaremos, qué instalaciones son necesarias para que sean autosuficientes (tanto a nivel energético como de agua), cuáles son los costos esperados, cuánto tiempo llevaría la instalación, y cómo sería su transporte y logística.

En resumen, con este TFG se busca demostrar que construir viviendas modulares de forma prefabricada y autosuficiente es una opción real y sostenible. Es una manera de responder a la necesidad creciente de casas económicas y que se puedan construir rápido, ya sea para un negocio o como ayuda en situaciones de emergencia a nivel mundial.

1.1.2 OBJETIVOS DEL PROYECTO

El presente Trabajo de Fin de Grado tiene como objetivo principal el diseño, análisis y justificación de un módulo prefabricado autosuficiente, buscando ofrecer una solución integral y viable a las demandas actuales de eficiencia constructiva y sostenibilidad. Para lograr este propósito general, se establecen los siguientes objetivos específicos:



Figura 1 - Concepto de Módulo Prefabricado Autosuficiente (Generada por www.Artguru.com).

Objetivo General:

- Diseñar y analizar un módulo prefabricado que integre principios de autosuficiencia, demostrando su viabilidad técnica, económica y ambiental como alternativa a la construcción tradicional.



Figura 2 - Ejemplo de módulo prefabricado. Modelo MasterClass de la empresa Master.

Objetivos Específicos:

1. Definir la Solución Constructiva: Establecer las características geométricas, estructurales y constructivas del módulo prefabricado, detallando los materiales seleccionados y los sistemas de cerramiento (cubierta, forjado de suelo, fachadas).
2. Realizar el Análisis Estructural: Calcular y verificar el dimensionamiento de los elementos estructurales clave (pilares, vigas, viguetas) conforme a la normativa vigente, incluyendo la verificación de la estabilidad global del módulo frente a acciones externas.
3. Diseñar las Instalaciones para la Autosuficiencia Hídrica: Desarrollar las soluciones de ingeniería para el almacenamiento mediante un depósito de agua y el tratamiento de aguas gracias al uso de una depuradora de oxidación total, así como los sistemas de fontanería, saneamiento y eléctrico.
4. Evaluar la Sostenibilidad: Analizar los beneficios del módulo en términos de reducción del consumo de recursos y gestión de residuos, así como su potencial impacto social y ambiental.
5. Estudiar la Viabilidad y Logística: Estimar los costes de producción y montaje del módulo (elaboración del presupuesto), los tiempos de ejecución y los requisitos logísticos de transporte, comparando su eficiencia con los métodos constructivos convencionales.
6. Justificar la Aplicabilidad: Argumentar la versatilidad del módulo para diferentes usos (vivienda, oficina, emergencia) y su alineación con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), especialmente en el contexto de soluciones habitacionales rápidas y económicas.

1.1.3 JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

La creciente necesidad global de soluciones habitacionales rápidas, económicas y sostenibles, desbordada por crisis humanitarias y la presión del cambio climático, es el motor principal que impulsa el desarrollo de módulos prefabricados. Este proyecto busca dar respuesta a la demanda de flexibilidad en el uso (vivienda, oficina, alquiler temporal) y a la urgencia en situaciones de emergencia. La prefabricación ofrece una alternativa eficiente a la construcción tradicional, optimizando los recursos y los plazos de ejecución, y minimizando el impacto ambiental. La incorporación de la autosuficiencia hídrica potencia su valor, al reducir la dependencia de infraestructuras externas y fomentar la resiliencia.

1.1.4 RELACIÓN CON LOS ODS Y LA REGLA DE LAS 3R



Figura 3 - Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de la ONU.

Este proyecto se alinea con varios Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), promoviendo un impacto social y ambiental positivo. Principalmente, contribuye al ODS 1 (Fin de la Pobreza) al facilitar el acceso a viviendas dignas y funcionales para poblaciones vulnerables y desplazadas. La eficiencia en el uso de recursos y la minimización de residuos mediante la prefabricación se relacionan con el ODS 12 (Producción y Consumo Responsables). La gestión autónoma del agua y la reducción de la contaminación se enmarcan en el ODS 6 (Agua Limpia y Saneamiento), y la búsqueda de soluciones constructivas innovadoras y resilientes contribuye al ODS 9 (Industria, Innovación e Infraestructura).

Además, el proyecto incorpora la regla de las 3R (Reducir, Reutilizar, Reciclar):

- **Reducir:** Se minimiza el consumo de materiales y energía en la fase de fabricación gracias a la optimización de procesos en taller y al diseño compacto del módulo.
- **Reutilizar:** Aunque no se profundice, el concepto de módulo prefabricado permite teóricamente la reutilización o reubicación del módulo en diferentes emplazamientos a lo largo de su vida útil.
- **Reciclar:** Se promueve el uso de materiales reciclables (como el acero) y se gestionan los residuos de construcción de forma eficiente para facilitar su reciclaje.

1.1.5 VIABILIDAD LEGAL EN ESPAÑA Y VENTAJAS ADMINISTRATIVAS

Desde el punto de vista legal, la clasificación de una vivienda modular como bien mueble o inmueble es fundamental, ya que esta distinción condiciona directamente el marco normativo aplicable.

Si el módulo se considera un bien inmueble, implica que está anclado permanentemente al terreno, cuenta con cimentación fija y conexión a redes de servicios públicos como agua potable y electricidad. Su implantación requiere, entre otros, la obtención de una licencia urbanística y el cumplimiento de los requisitos establecidos por la Ley de Ordenación de la Edificación (LOE) y el Código Técnico de la Edificación (CTE). Adicionalmente, debe ubicarse en suelo urbanizable o rústico con edificabilidad permitida, y disponer de permisos de obra correspondientes.

Por el contrario, si la vivienda modular se clasifica como bien mueble, no se encuentra anclada permanentemente al terreno y dispone de sistemas autónomos de abastecimiento (como energía solar o depósitos de agua). Esta tipología, a menudo equiparada a vehículos o caravanas, no requiere una licencia de obra en el sentido tradicional de "obra mayor". Sin embargo, la ausencia de esta licencia tradicional no implica una total exención de requisitos administrativos. Es fundamental obtener un permiso para su ubicación o una licencia urbanística por parte del ayuntamiento, ya que el Tribunal Supremo ha establecido que incluso las casas móviles pueden ser consideradas edificaciones a efectos urbanísticos. El uso y la ubicación de estas estructuras están sujetos a la normativa municipal y autonómica vigente.

Para cualquier vivienda modular, sea mueble o inmueble, si se destina a uso residencial, es imprescindible que el proyecto técnico esté redactado y visado por un arquitecto o ingeniero competente. En caso contrario, la instalación podría considerarse irregular. Dado que, para poder acceder a servicios básicos esenciales como la conexión a la red eléctrica o el abastecimiento de agua potable, será necesaria una cédula de habitabilidad o de primera ocupación, documento que certifica que la vivienda cumple las condiciones mínimas de seguridad y salubridad. La obtención de este documento es un requisito exigido por las compañías suministradoras para tramitar las altas de servicio. La ubicación en parcela edificable o en suelo rústico que cumpla con la normativa urbanística (respetando superficies mínimas, retranqueos, etc.) sigue siendo un factor crítico para la viabilidad.

En el presente proyecto, el módulo será considerado un bien mueble. Esta decisión estratégica se fundamenta en las numerosas ventajas que esta clasificación confiere en el ámbito legal, simplificando significativamente los trámites administrativos asociados a impuestos (como el ICIO) y licencias de construcción, en comparación con lo que ocurriría con una edificación tradicional, aunque la licencia de primera ocupación o habitabilidad sigue siendo un requisito clave para el uso residencial legal y el acceso a servicios. Adicionalmente, ofrece una mayor flexibilidad en su ubicación, incluso en suelo rústico bajo las condiciones que establezca la normativa local.

1.1.6 DIFERENCIAS CON UN CONTENEDOR MARÍTIMO

Aunque los contenedores marítimos se utilizan a menudo como base para viviendas modulares por su robustez y disponibilidad, el módulo prefabricado diseñado en este proyecto presenta diferencias fundamentales que lo posicionan como una solución superior:

- **Diseño Optimizado y Específico:** A diferencia del contenedor, que es una solución de adaptación, el módulo se diseña desde cero con el propósito de ser una vivienda u oficina, optimizando el espacio, la altura libre y la distribución interior desde la fase de concepción. Los contenedores, en cambio, están pensados para el transporte de mercancías, lo que impone limitaciones dimensionales y estructurales.
- **Eficiencia Energética y Aislamiento:** Un módulo prefabricado se construye con soluciones de cerramiento que garantizan altos niveles de aislamiento térmico y acústico desde el inicio. Los contenedores requieren una intervención considerable para aislar y revestir su estructura metálica original, que es un material altamente conductor de temperatura.
- **Materiales y Durabilidad:** Aunque el acero es común en ambos, el módulo prefabricado utiliza acero S275JR específicamente dimensionado para estructuras de edificación, junto con otros materiales seleccionados por sus propiedades. Los contenedores suelen ser de acero corten, que requiere tratamientos superficiales para evitar la corrosión al perder su función de transporte.
- **Libertad de Diseño y Acabados:** El módulo ofrece mayor flexibilidad en el diseño arquitectónico, las dimensiones y los acabados, lo que permite adaptaciones estéticas y funcionales más allá de las limitaciones de la forma de un contenedor.
- **Proceso Constructivo:** La fabricación del módulo en taller sigue procesos industrializados específicos para la edificación, garantizando la calidad y la reducción de tiempos. La transformación de contenedores, aunque rápida, a menudo implica más trabajo artesanal y menos estandarización.



Figura 4 - Contenedor marítimo en desuso con signos de oxidación.

1.1.7 DIFERENCIAS CON UNA VIVIENDA TRADICIONAL

La concepción del módulo prefabricado representa una evolución significativa frente al modelo de construcción de vivienda tradicional, ofreciendo múltiples ventajas que responden a las demandas actuales del sector y de la sociedad.

- En primer lugar, la rapidez de ejecución es una de las diferencias más destacadas. Mientras una vivienda tradicional requiere extensos plazos de construcción in situ, con la consiguiente exposición a inclemencias climáticas y desafíos logísticos, el módulo prefabricado se fabrica en gran medida en un entorno de taller controlado. Esto permite una producción simultánea a la preparación del terreno, reduciendo drásticamente los tiempos de obra y acelerando la disponibilidad del espacio habitable.
- En segundo lugar, la eficiencia en costes es notable. La industrialización del proceso constructivo en taller minimiza la mano de obra en obra, optimiza el uso de materiales mediante el control de la producción y reduce el desperdicio. Estos factores contribuyen a un presupuesto más predecible y, generalmente, inferior al de una construcción tradicional de características similares. Además, como se ha mencionado, la posible clasificación como bien mueble puede suponer una simplificación en impuestos y tasas administrativas.
- En tercer lugar, la calidad y control de la construcción se ven mejorados. Al realizarse la fabricación en un ambiente de taller, las condiciones climáticas no afectan al proceso, y se aplican controles de calidad rigurosos en cada etapa. Esto se traduce en una mayor precisión dimensional, una mejor calidad de acabados y una mayor durabilidad de los componentes, en comparación con la variabilidad inherente a la construcción tradicional in situ.
- Finalmente, la flexibilidad y la transportabilidad son ventajas distintivas. A diferencia de la vivienda tradicional, anclada de forma permanente al terreno, el módulo prefabricado está diseñado para ser transportable, lo que permite su reubicación si las necesidades del propietario cambian o si se requiere su despliegue en distintas localizaciones (como en situaciones de emergencia). Esto confiere al módulo una versatilidad de uso y una vida útil potencialmente extendida en diversos emplazamientos.

1.1.8 DESCRIPCIÓN GENERAL DEL MÓDULO

El módulo prefabricado diseñado en este TFG es una unidad versátil, concebida para ser una solución habitacional o de oficina. Presenta unas dimensiones compactas pero funcionales, optimizadas para su transporte y montaje.

- Dimensiones Exteriores Generales:
 - Largo (L): 12.0 m
 - Ancho (B): 2.4 m
 - Altura Exterior Total (H): 2.5 m
- Uso: Destinado a ser una vivienda unifamiliar de bajo coste, una oficina modular, o para alquileres temporales, con la capacidad de ser desplegado también en situaciones de emergencia.
- Concepto Constructivo: La estructura principal está compuesta por un esqueleto metálico ligero y resistente, sobre el cual se fijan paneles sándwich de cerramiento que proporcionan aislamiento y acabados. El módulo está diseñado para apoyarse sobre una losa de cimentación, permitiendo su desacoplamiento para una posible reubicación.

1.1.8.1 HIPÓTESIS Y CRITERIOS DE DISEÑO (CARGAS, LÍMITES DE FLECHA/ESTABILIDAD)

El diseño estructural del módulo se analiza considerando los requisitos del Código Técnico de la Edificación (CTE) y los Eurocódigos, aplicando los Estados Límite Últimos (ELU) de resistencia y estabilidad, y los Estados Límite de Servicio (ELS) de deformaciones.

- Cargas Consideradas:
 - Cargas Permanentes (G_k): Peso propio de la estructura metálica, cerramientos (cubierta, fachadas, forjado de suelo, tabiquería), e instalaciones fijas. El peso total del módulo se ha ajustado a 55.94 kN para garantizar la estabilidad.
 - Sobrecargas de Uso (Q_k): Definidas según la categoría de uso.
 - Acción del Viento: Calculada para cualquier lugar en España, con una altura de módulo de 2.5 m. La fuerza horizontal del viento estimada es de 25.2 kN.
 - Acción de Nieve: Calculada para la cubierta plana según la normativa aplicable a la zona.

- Límites de Flecha (ELS):
 - Para viguetas de suelo, se ha verificado que la flecha máxima no supere $L/400$ (para evitar daños en elementos frágiles como tabiquería o pavimentos).
 - Para viguetas de cubierta, se ha verificado que la flecha máxima no supere $L/350$.
- Estabilidad al Vuelco (ELU):
 - La verificación frente al vuelco por viento ha resultado en un Factor de Seguridad (FS) de 1.50, que cumple con el requisito mínimo de $FS \geq 1.5$. Esto se logra gracias al peso propio ajustado del módulo.

1.1.9 MATERIALES Y PERFILES EMPLEADOS

La estructura principal del módulo se basa en un sistema porticado de acero laminado en caliente, garantizando ligereza, resistencia y durabilidad.

- **Estructura Principal:**
 - Acero: Perfiles de acero estructural UNE-EN 10025 S275JR, seleccionado por su resistencia mecánica, facilidad de fabricación y soldabilidad.
 - Perfiles Utilizados:
 - Pilares: Perfiles HEB100.
 - Vigas Longitudinales: Perfiles IPE100 (tanto en techo como en suelo).
 - Viguetas: Perfiles IPE100 (tanto en techo como en suelo).
 - Uniones: Las uniones han sido diseñadas para maximizar la rigidez y la eficiencia del montaje en obra, optando predominantemente por soluciones soldadas en taller. Las cartelas de unión tienen un espesor de 10 mm.

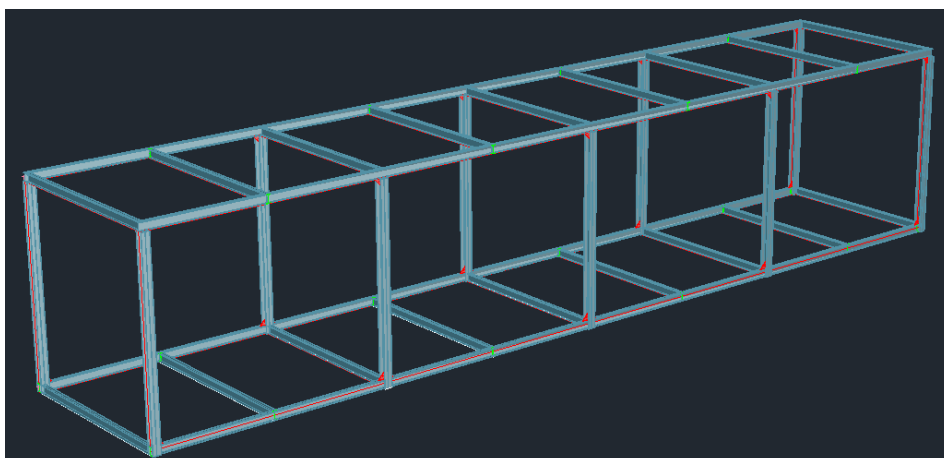
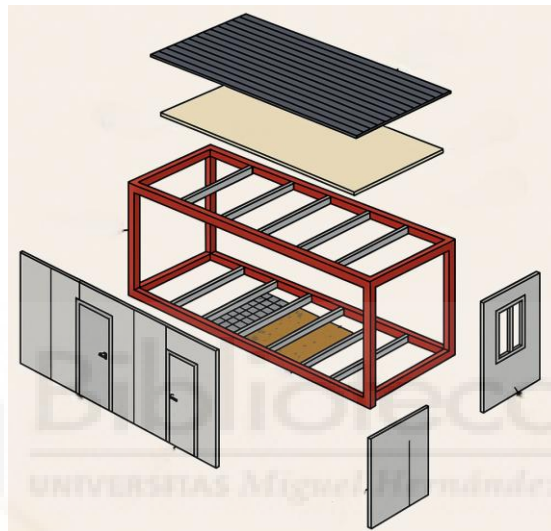


Figura 5 - Modelo 3D de la estructura del módulo prefabricado. Captura de pantalla del software Autodesk Advance Steel, mostrando el diseño estructural del módulo (Elaboración propia)

- **Cerramientos:**

- **Cubierta:** Panel sándwich metálico prefabricado, con aislamiento interior, que proporciona aislamiento térmico, acústico y estanqueidad.
- **Fachadas:** Paneles de doble hoja ligeros, compuestos por bandejas lisas de acero galvanizado prelacado interiormente, aislamiento de manta ligera de lana de vidrio, y chapa perfilada de acero galvanizado prelacado exteriormente.
- **Forjado de Suelo:** Subestructura de tablero (OSB o contrachapado) sobre las viguetas, con aislamiento térmico y acústico, y pavimento de acabado (parquet de roble).



*Figura 6 - Despiece conceptual de un módulo prefabricado
(www.cabisuar.com/modulos-prefabricados/)*

- **Carpinterías:**

- **Exterior:** Puerta de entrada de aluminio termolacado y doble acristalamiento para ventanas, con alta clasificación de permeabilidad al aire y estanqueidad al agua.
- **Interior:** Puertas abatibles de madera.

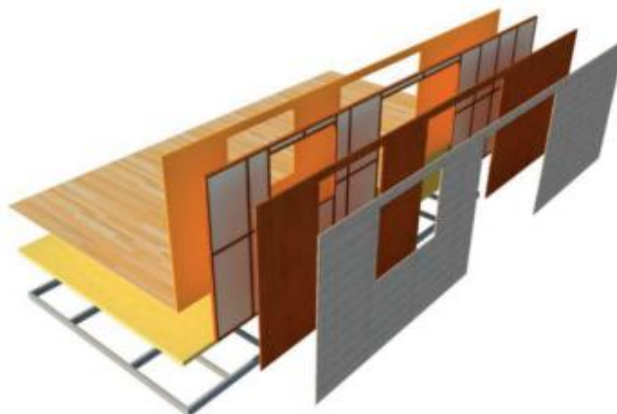


Figura 7 - Despiece conceptual del panel Sandwich (Pinterest)

1.1.10 NORMATIVAS APLICABLES

El diseño y la construcción del módulo prefabricado se rigen por la siguiente normativa técnica española, basada en los Eurocódigos:

- Código Técnico de la Edificación (CTE):
 - DB SE (Documento Básico de Seguridad Estructural): Reglas generales de seguridad estructural.
 - DB SE-A (Acciones en la Edificación): Para la determinación de cargas (permanentes, de uso, viento, nieve).³
 - DB SE-A Acero: Para el diseño y dimensionamiento de elementos de acero.
 - DB HS (Salubridad): Para instalaciones de fontanería y saneamiento.
 - DB SU (Seguridad de Utilización y Accesibilidad): Para aspectos de seguridad en el uso.
- UNE-EN 1990 (Eurocódigo 0): Bases de proyecto de estructuras.
- UNE-EN 1993 (Eurocódigo 3): Proyecto de estructuras de acero (Parte 1-1: Reglas generales y para edificios; Parte 1-8: Diseño de uniones).
- UNE-EN 10025: Normas para productos laminados en caliente de aceros estructurales (para el acero S275JR).
- UNE-EN 12566-3: Para depuradoras de oxidación total (referencia específica de la depuradora ACO ROX 5 D1.7).
- Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (REBT): Para la instalación eléctrica.

1.1.11 HERRAMIENTAS UTILIZADAS

Para el desarrollo del proyecto y la elaboración de la documentación, han sido empleados las siguientes herramientas informáticas y técnicas:

- Software de Modelado y Detallado BIM (Advance Steel): Para el diseño 3D de la estructura metálica del módulo, la generación de uniones inteligentes, la numeración de elementos y la extracción automática de planos de conjunto, planos de taller y listas de materiales.
- Software de Cálculo Estructural (cálculo manual): Para el análisis estructural, el dimensionamiento de elementos, la verificación de flechas y la comprobación de la estabilidad al vuelco.
- Software de Presupuestos y Mediciones (CYPE Arquímedes): Para la elaboración del presupuesto detallado del proyecto, utilizando bases de datos de precios y descomposiciones de partidas.

- Software de Diseño Asistido por Ordenador (CAD - AutoCAD): Para la elaboración de planos arquitectónicos, detalles adicionales y la maquetación final de los documentos.
- Hoja de Cálculo (Microsoft Excel): Para la organización de datos, cálculos auxiliares...

1.1.12 INSTALACIONES DEL MÓDULO

El módulo incorpora un conjunto completo de instalaciones diseñadas para su funcionalidad y para lograr su autosuficiencia hídrica.

- Instalación Eléctrica: Red completa de distribución interior (cuadro general de mando y protección, circuitos de iluminación y tomas de corriente, cableado y mecanismos), conforme al REBT.
- Instalación de Fontanería y Saneamiento: Red de suministro de agua fría y caliente sanitaria (ACS) con tuberías de polietileno reticulado, y red de saneamiento para la evacuación de aguas residuales y pluviales. Incluye griferías y aparatos sanitarios para cocina y baño/aseo.
- Sistema de Suministro y Almacenamiento de Agua:
 - Depósito de Agua: Depósito cilíndrico de almacenamiento de 4200 litros de capacidad, fabricado en poliéster reforzado con fibra de vidrio, diseñado para instalación enterrada.
 - Bomba de Agua: Grupo de presión doméstico de tipo sumergible con presostato o centrífuga con variador de velocidad, para garantizar el suministro de agua con presión y caudal adecuados.
- Tratamiento de Aguas Residuales:
 - Depuradora de Oxidación Total: Estación depuradora compacta de polietileno (PE) o GRP, diseñada para tratamiento biológico de aguas residuales domésticas, garantizando la calidad del efluente para su vertido o posible reutilización.
- Evacuación de Aguas Pluviales: Sistema de canalones y un bajante (DN80) para la recogida y evacuación eficiente del agua de lluvia de la cubierta plana del módulo.
-

1.1.13 PROCESO CONSTRUCTIVO: PREFABRICACIÓN, TRANSPORTE Y MONTAJE

La ejecución del módulo se basa en un proceso de prefabricación que optimiza los recursos y los tiempos de entrega.

- Prefabricación en Taller: La mayor parte de la estructura metálica y los cerramientos se fabrican y ensamblan en un entorno industrial controlado. Este entorno industrializado garantiza una mayor calidad, precisión y eficiencia en la producción, minimizando la variabilidad inherente a la

obra tradicional. Esto incluye el corte, la preparación de uniones, la soldadura y el tratamiento de protección superficial del acero, así como el ensamblaje de paneles de fachada y cubierta. Este proceso reduce los tiempos y los riesgos asociados a la construcción in situ, además de mejorar la calidad de los acabados y la precisión dimensional.

- Transporte: El módulo prefabricado se transporta íntegramente (o en grandes secciones) desde el taller hasta la ubicación final de la obra. Un módulo con dimensiones de 12.0m de largo y 2.4m de ancho puede ser transportado por camión de forma convencional en España, ya que su ancho de 2.4m se encuentra dentro del límite máximo permitido de 2.55m para transporte normal. Se ha estimado un recorrido de unos 150 km para el transporte.



*Figura 8 – Ejemplo de transporte y emplazamiento de un módulo prefabricado
(<https://www.archdaily.pe/pe/963294/arquitectura-construida-en-fabricas-10-casas-prefabricadas-y-sus-detalles-constructivos>)*

- Montaje en Obra: Una vez en el emplazamiento, el módulo se posiciona sobre la losa de cimentación previamente ejecutada. El montaje final es rápido, consistiendo principalmente en el ensamblaje de las secciones prefabricadas la conexión de instalaciones y los remates finales. Este proceso minimiza las molestias en el lugar de instalación y los tiempos de obra, permitiendo una rápida puesta en funcionamiento.

1.1.14 CONCLUSIONES PRELIMINARES DEL DISEÑO

El diseño y análisis del módulo prefabricado autosuficiente ha permitido obtener una estimación clara de los costes y plazos de ejecución, confirmando la eficiencia de este tipo de soluciones.

- Coste Estimado: El Presupuesto de Ejecución Material (PEM) del módulo asciende a 44.118,87 €. Tras la inclusión de los gastos generales (13% del PEM) y el beneficio industrial (6% del PEM), y el IVA (21%), el Presupuesto de Ejecución por Contrata asciende a 63.526,75 €.
- Optimización de Costes: La estandarización de procesos y la fabricación en taller contribuyen a una reducción de costes directos e indirectos. La consideración del módulo como bien mueble puede, bajo ciertas condiciones legales, implicar una simplificación de tasas e impuestos municipales en comparación con la construcción tradicional.
- Plazo de Ejecución: Aunque no haya realizado un cronograma detallado, la prefabricación del módulo en taller permite una fabricación en paralelo con los trabajos de cimentación en obra. Esto reduce drásticamente los tiempos totales de ejecución en comparación con una vivienda tradicional de construcción in situ, ofreciendo una solución rápida para las necesidades habitacionales.

1.2 CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS

1.2.1 ESFUERZOS QUE SOPORTA LA VIGUETA DEL TECHO

1.2.1.1 CARACTERIZACIÓN DEL ELEMENTO Y CUANTIFICACIÓN DE LAS CARGAS

Descripción del Elemento:

- Función: Elemento secundario que soporta directamente el pavimento y las cargas de uso del techo, transmitiéndolas a las vigas longitudinales del techo.
- Longitud del vano: $L=2,4$ m (distancia entre las vigas longitudinales donde se apoyan).
- Condiciones de Apoyo: Es una viga simplemente apoyada en sus extremos sobre las vigas longitudinales del techo (a pesar de estar soldadas en las esquinas, esta es una idealización común para viguetas).
- Perfil Propuesto: IPE100
- Material: Acero S275.

Propiedades del Perfil IPE100 (Acero S275)

- Peso lineal: $0,0834 \frac{kN}{m}$
- Área (A): 1030 mm^2
- Momento de inercia (I_x): $1,71 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$
- Módulo resistente elástico ($W_{el,x}$): $34,2 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$
- Módulo resistente plástico ($W_{pl,x}$): $38,1 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$
- Altura (h): 100 mm
- Espesor del alma (t_w): 4,1 mm
- Espesor del ala (t_f): 5,7 mm
- Área de cortante (A_v): 493 mm^2
- Límite elástico (f_y): $275 \frac{N}{\text{mm}^2}$
- Módulo de elasticidad (E): $210.000 \frac{N}{\text{mm}^2}$
- Coeficientes de seguridad de los materiales ($\gamma_{M0} = 1.0 \quad // \quad \gamma_{M1} = 1.0$)

Cargas Permanentes (G_K):

- Peso Propio de la Vigueta (IPE100):
 - Peso lineal del IPE100: $0,0834 \frac{kN}{m}$
 - Ancho de influencia de la vigueta: 3,0 m
 - Contribución a la carga superficial:
$$G_{K,vigueta} = 3,0 \text{ m} \cdot 0,0834 \frac{kN}{m} = 0,0278 \frac{kN}{m^2}$$
- Panel Sándwich:
 - $G_{K,panel} = 0,15 \frac{kN}{m^2}$
- Elementos Adicionales (para una cubierta completa, según normativa):
 - Impermeabilización: Lámina asfáltica ligera o de PVC/EPDM.
 - Referencia CTE DB SE-AE Anejo C: Láminas de PVC/EPDM
 - Valor: $G_{K,impermeabilización} = 0,01 \frac{kN}{m^2}$

- Falso Techo Interior:
 - Referencia CTE DB SE-AE Anejo C: Placas de yeso laminado con estructura ligera: $0,08 \frac{kN}{m^2}$.
 - Valor: $G_{K,falso\ techo} = 0,08 \frac{kN}{m^2}$
- Instalaciones Ligeras de Techo: Cables, puntos de luz pequeños, etc. (excluyendo equipos pesados como unidades de climatización).
 - Valor: Muy bajo, puede ser $G_{K,instalaciones} = 0,01 \frac{kN}{m^2}$ para ser más completo.
- Total, Carga Permanente Superficial (G_K):
- $G_K = G_{K,vigueta} + G_{K,panel} + G_{K,impermeabilización} + G_{K,falso\ techo} + G_{K,instalaciones}$
- $G_K = 0,0278 + 0,15 + 0,01 + 0,08 + 0,01 = 0,2678 \frac{kN}{m^2}$

Cargas Variables (Q_K):

- Carga de Nieve (S_K): (Valor medio de España según DB SE)
 - Valor: $Q_{K,nieve} = 0,5 \frac{kN}{m^2}$

Tabla 1 - Sobrecarga de nieve en capitales de provincia y ciudades autónomas (DB SE)

Capital	Altitud m	s_k kN/m ²	Capital	Altitud m	s_k kN/m ²	Capital	Altitud m	s_k kN/m ²
Albacete	690	0,6	Guadalajara	680	0,6	Pontevedra	0	0,3
Alicante / Alacant	0	0,2	Huelva	0	0,2	Salamanca	780	0,5
Almería	0	0,2	Huesca	470	0,7	SanSebas- tián/Donostia	0	0,3
Ávila	1.130	1,0	Jaén	570	0,4	Santander	1.000	0,3
Badajoz	180	0,2	León	820	1,2	Segovia	10	0,7
Barcelona	0	0,4	Lérida / Lleida	150	0,5	Sevilla	1.090	0,2
Bilbao / Bilbo	0	0,3	Logroño	380	0,6	Soria	0	0,9
Burgos	860	0,6	Lugo	470	0,7	Tarragona	0	0,4
Cáceres	440	0,4	Madrid	660	0,6	Tenerife	950	0,2
Cádiz	0	0,2	Málaga	0	0,2	Teruel	550	0,9
Castellón	0	0,2	Murcia	40	0,2	Toledo	0	0,5
Ciudad Real	640	0,6	Orense / Ourense	130	0,2	Valencia/València	690	0,2
Córdoba	100	0,2	Oviedo	230	0,4	Valladolid	520	0,4
Coruña / A Coruña	0	0,3	Palencia	740	0,5	Vitoria / Gasteiz	650	0,7
Cuenca	1.010	1,0	Palma de Mallorca	0	0,4	Zamora	210	0,4
Gerona / Girona	70	0,2	Palmas, Las	0	0,2	Zaragoza	0	0,5
Granada	690	0,4	Pamplona/Iruña	450	0,7	Ceuta y Melilla		0,2

- Sobrecarga de Uso/Mantenimiento ($Q_{K,uso}$):

- Valor: $Q_{K,uso} = 0,4 \frac{kN}{m^2}$

Tabla 2 - Valores característicos de la sobrecarga de uso (DB SEAE)

Categoría de uso		Subcategorías de uso		Carga uniforme [kN/m ²]	Carga concentrada [kN]
A	Zonas residenciales	A1	Viviendas y zonas de habitaciones en, hospitales y hoteles	2	2
		A2	Trasteros	3	2
B	Zonas administrativas			2	2
C	Zonas de acceso al público (con la excepción de las superficies pertenecientes a las categorías A, B, y D)	C1	Zonas con mesas y sillas	3	4
		C2	Zonas con asientos fijos	4	4
		C3	Zonas sin obstáculos que impidan el libre movimiento de las personas como vestíbulos de edificios públicos, administrativos, hoteles; salas de exposición en museos; etc.	5	4
		C4	Zonas destinadas a gimnasio u actividades físicas	5	7
		C5	Zonas de aglomeración (salas de conciertos, estadios, etc)	5	4
D	Zonas comerciales	D1	Locales comerciales	5	4
		D2	Supermercados, hipermercados o grandes superficies	5	7
E	Zonas de tráfico y de aparcamiento para vehículos ligeros (peso total < 30 kN)			2	20 ⁽¹⁾
F	Cubiertas transitables accesibles sólo privadamente ⁽²⁾			1	2
G	Cubiertas accesibles únicamente para conservación ⁽³⁾	G1 ⁽⁷⁾	Cubiertas con inclinación inferior a 20°	1 ^{(4) (6)}	2
		G2	Cubiertas ligeras sobre correas (sin forjado) ⁽⁵⁾	0,4 ⁽⁴⁾	1
		G2	Cubiertas con inclinación superior a 40°	0	2

Resumen de Cargas Superficiales de Servicio:

- Carga Permanente (G_K): $0,2678 \frac{kN}{m^2}$
- Cargas Variables:
 - Nieve ($Q_{K,nieve}$): $0,5 \frac{kN}{m^2}$
 - Uso/Mantenimiento ($Q_{K,uso}$): $0,4 \frac{kN}{m^2}$

Conversión a Carga Lineal de Servicio ($\frac{kN}{m}$)

Ahora convertimos estas cargas superficiales a cargas lineales que actúan directamente sobre la vigueta, multiplicando por el ancho de influencia:

- Ancho de influencia de la Vigueta (b): 3,0 m
- Carga Permanente Lineal (q_k): $g_k = g_k \cdot b = 0,2678 \frac{kN}{m^2} \cdot 3,0 \text{ m} = 0,8034 \frac{kN}{m}$
- Carga Variable de Nieve Lineal ($Q_{K,nieve}$):

$$q_{K,nieve} = q_{K,nieve} \cdot L = 0,5 \frac{kN}{m^2} \cdot 3,0 \text{ m} = 1,5 \frac{kN}{m}$$

- Carga Variable de Uso Lineal ($q_{K,uso}$):

$$q_{K,uso} = Q_{K,uso} \cdot b = 0,4 \frac{kN}{m^2} \cdot 3,0 m = 1,2 \frac{kN}{m}$$

Combinación de Cargas para Diseño

Ahora, definimos cuál es la carga variable principal (Q_{K1}) y cuáles son las cargas variables acompañantes (Q_{Ki}). La principal es la de mayor valor.

- Carga Variable Principal (q_{K1}): Nieve ($1,5 \frac{kN}{m}$, ya que es mayor que $1,2 \frac{kN}{m}$)
- Carga Variable Acompañante (q_{K2}): Uso ($1,2 \frac{kN}{m}$).
- Factores de Combinación ψ (según Eurocódigo 0 y Anejo Nacional español):

Tabla 3 - Coeficientes de simultaneidad (Ψ) (DB SE)

	Ψ_0	Ψ_1	Ψ_2
Sobrecarga superficial de uso (Categorías según DB-SE-AE)			
• Zonas residenciales (Categoría A)	0,7	0,5	0,3
• Zonas administrativas (Categoría B)	0,7	0,5	0,3
• Zonas destinadas al público (Categoría C)	0,7	0,7	0,6
• Zonas comerciales (Categoría D)	0,7	0,7	0,6
• Zonas de tráfico y de aparcamiento de vehículos ligeros con un peso total inferior a 30 kN (Categoría E)	0,7	0,7	0,6
• Cubiertas transitables (Categoría F)	(1)		
• Cubiertas accesibles únicamente para mantenimiento (Categoría G)	0	0	0
Nieve			
• para altitudes > 1000 m	0,7	0,5	0,2
• para altitudes ≤ 1000 m	0,5	0,2	0
Viento	0,6	0,5	0
Temperatura	0,6	0,5	0
Acciones variables del terreno	0,7	0,7	0,7

(1) En las cubiertas transitables, se adoptarán los valores correspondientes al uso desde el que se accede.

Para Estados Límite Últimos (ELU - Resistencia y Estabilidad):

- **Fórmula General:**

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_{Q,1} Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \Psi_{0,i} Q_{k,i}$$

Tabla 4 - Coeficientes parciales de seguridad (γ) para las acciones. (DB SE)

Tipo de verificación ⁽¹⁾	Tipo de acción	Situación persistente o transitoria	
		desfavorable	favorable
Resistencia	Permanente		
	Peso propio, peso del terreno	1,35	0,80
	Empuje del terreno	1,35	0,70
	Presión del agua	1,20	0,90
	Variable	1,50	0
Estabilidad		desestabilizadora	estabilizadora
	Permanente		
	Peso propio, peso del terreno	1,10	0,90
	Empuje del terreno	1,35	0,80
	Presión del agua	1,05	0,95
	Variable	1,50	0

- Cálculo de q_{Ed} (ELU):

- Aquí, q_{k1} es la nieve y q_{k2} es el uso.

$$q_{Ed} = (1,35 \cdot 0,8034 \frac{kN}{m}) + (1,50 \cdot 1,5 \frac{kN}{m}) + (1,50 \cdot \Psi_{0,uso} \cdot 1,2 \frac{kN}{m})$$

$$q_{Ed} = 1,08459 \frac{kN}{m} + 2,25 \frac{kN}{m} + (1,50 \cdot 0,5 \cdot 1,2 \frac{kN}{m})$$

$$q_{Ed} = 1,08459 \frac{kN}{m} + 2,25 \frac{kN}{m} + 0,9 \frac{kN}{m}$$

$$q_{Ed} = 4,23 \frac{kN}{m}$$

Para Estados Límite de Servicio (ELS - Deformaciones/Flechas):

- Combinación Característica ($q_{serv,car}$): Para flecha instantánea.

$$q_{serv,car} = g_q + q_{k1} + \sum_{i>1} (\psi_{0,i} \cdot q_{ki})$$

$$q_{serv,car} = 0,8034 \frac{kN}{m} + 1,5 \frac{kN}{m} + (0,5 \cdot 1,2 \frac{kN}{m})$$

$$q_{serv,car} = 0,8034 + 1,5 + 0,6 = 2,9034 \frac{kN}{m}$$

Resumen de Cargas Lineales de Diseño para la Vigüeta del Techo (UPN100):

- Para resistencia (ELU): $q_{Ed} = 4,23 \frac{kN}{m}$
- Para servicio (ELS - flecha): $q_{serv,car} = 2,9034 \frac{kN}{m}$ (usaremos esta para la flecha).

Ahora tenemos unas cargas de diseño más elevadas y precisas. El siguiente paso sería recalcular los esfuerzos y verificar el perfil IPE 100 con estas nuevas cargas.

$$V_{Ed} = \frac{qL}{2} = \frac{4.23 \frac{KN}{m} \cdot 2.4m}{2} = 5.08 KN \text{ (Resistencia)}$$

$$M_{Ed} = \frac{qL^2}{8} = \frac{4.23 \frac{KN}{m} \cdot 2.4^2m}{8} = 3.04 KNm \text{ (Resistencia)}$$

$$M_{ELS} = \frac{qL^2}{8} = \frac{2.9034 \frac{KN}{m} \cdot 2.4^2m}{8} = 2.09 KNm \text{ (Estabilidad)}$$

El diseño estructural de elementos sometidos a flexión y cortante es fundamental para garantizar la seguridad y funcionalidad de la estructura. A continuación, se detallan los criterios de verificación de la vigueta del techo, conforme a la normativa vigente, considerando su resistencia a flexión, a cortante y frente al fenómeno de pandeo lateral.

1.2.1.2 RESISTENCIA A FLEXIÓN

Para cualquier sección transversal de la vigueta, es fundamental que el valor de cálculo del momento flector (M_{Ed}) no exceda su resistencia de cálculo a flexión ($M_{c,Rd}$). Este criterio se expresa mediante la siguiente condición:

$$M_{Ed} \leq M_{c,Rd}$$

Donde $M_{c,Rd}$ representa la resistencia de cálculo a flexión de la sección transversal alrededor de un eje principal. Para secciones de clase 1 o 2, como es el caso de la vigueta analizada, esta resistencia se determina mediante la expresión:

$$M_{c,Rd} = \frac{W_{pl} \cdot f_y}{\gamma_{M0}}$$

En esta fórmula, W_{pl} es el módulo resistente plástico de la sección, cuyo valor se obtiene directamente de las tablas de perfiles estandarizados. Por otro lado, f_y corresponde a la tensión de fluencia del material, y γ_{M0} es el coeficiente parcial de seguridad del material.

Donde $W_{el,min}$ es el módulo resistente de la sección, que también obtendremos de las tablas.

$$W_{ply} = 39.4 \cdot 10^3 mm^3$$

$$3.04 \cdot 10^6 \leq \frac{39.4 \cdot 10^3 \cdot 275}{1.00}$$

$$3.04 \cdot 10^6 Nmm \leq 10.48 \cdot 10^6 Nmm$$

La sección CUMPLE con el requisito de resistencia a flexión.

1.2.1.3 Resistencia a Cortante:

La verificación de la resistencia a cortante es igualmente crítica para asegurar la integridad de la viga. El valor de cálculo del esfuerzo cortante (V_{Ed}) en cualquier sección transversal no debe superar la resistencia plástica de cálculo a cortante ($V_{pl,Rd}$). La condición por satisfacer es:

$$V_{Ed} \leq V_{pl,Rd}$$

donde $V_{pl,Rd}$ es la resistencia plástica de cálculo a cortante y se determina con la expresión:

$$V_{pl,Rd} = \frac{A_v \cdot f_v}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{M_0}}$$

En esta expresión, A_v denota el área de cortante de la sección transversal, mientras que f_v y γ_{M_0} mantienen las definiciones previamente establecidas (tensión de fluencia y coeficiente parcial de seguridad del material, respectivamente).

$$5.08 \frac{KN}{m} \leq \frac{5.08 \cdot 10^2 \cdot 275}{\sqrt{3} \cdot 1.05} \cdot \frac{1}{100}$$
$$5.08 \frac{KN}{m} \leq 76.8 \frac{KN}{m}$$

La viga CUMPLE con el requisito de resistencia a cortante.

1.2.1.4 PANDEO LATERAL

El pandeo lateral es un fenómeno de inestabilidad que puede darse en vigas a flexión, en las que la parte comprimida de la viga pandea saliéndose del plano de flexión, siendo sujeta por la parte traccionada, lo que origina movimientos transversales fuera del plano de flexión y torsión.

Afecta especialmente a perfiles abiertos (con poca inercia a torsión), que flexionan en su eje fuerte y tienen mucha mayor inercia en este eje $I_y \gg I_z$. Se trata de la inestabilidad más habitual en perfiles en I o H trabajando en su plano fuerte.

Para evitar el pandeo lateral se deberá cumplir:

$$M_{Ed} \leq M_{b,Rd}$$

Donde $M_{b,Rd}$ es la resistencia de cálculo a flexión frente a pandeo lateral.

Para secciones de clase 1 o 2:

$$M_{c,Rd} = \chi_{LT} \cdot \frac{W_{pl,y} \cdot f_y}{\gamma_{M_1}}$$

χ_{LT} es el coeficiente de reducción a pandeo lateral, y cuyo valor no debe exceder de 1.

$$\chi_{LT} = \frac{1}{\Phi_{LT} + \sqrt{\Phi_{LT}^2 - \lambda_{LT}^2}} \leq 1$$

Con $\Phi = 0,5 \cdot [1 + \alpha_{LT} \cdot (\bar{\lambda}_{LT} - 0,2) + \lambda_{LT}^2]$

donde α es el coeficiente de imperfección y $\bar{\lambda}$ la esbeltez relativa a pandeo lateral.

El coeficiente de imperfección y la curva de pandeo correspondiente se obtiene de la tabla:

Tabla 5 - Factor de imperfección α_{LT} (DB SE-A)

Elemento	Límites	Curva de pandeo	α_{LT}
Perfil laminado con sección en doble T	$h/b \leq 2$	a	0,21
	$h/b > 2$	b	0,34
Elemento armado con sección en doble T	$h/b \leq 2$	c	0,49
	$h/b > 2$	d	0,76
Elementos con otras secciones	-	d	0,76

Tabla 6 - Curva de pandeo en función de la sección transversal (DB SE-A)

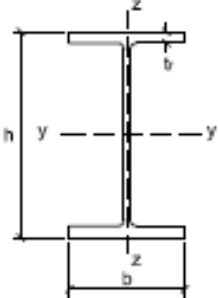
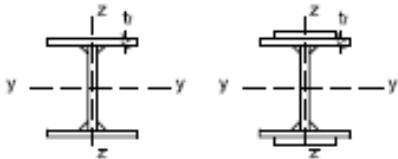
Tipo de sección	Tipo de acero Eje de pandeo ⁽¹⁾	S235 a S355		S450	
		y	z	y	z
Perfiles laminados en I 	$h/b > 1,2$	$t \leq 40 \text{ mm}$	a	b	a ₀ a ₀
		$40 \text{ mm} < t \leq 100 \text{ mm}$	b	c	a a
	$h/b \leq 1,2$	$t \leq 100 \text{ mm}$	b	c	a a
		$t > 100 \text{ mm}$	d	d	c c
Perfiles armados en I 	$t \leq 40 \text{ mm}$	b	c	b	c
	$t > 40 \text{ mm}$	c	d	c	d

Tabla 7 - Longitud de pandeo de barras canónicas (DB SE-A)

Condiciones de extremo	biarticulada	biempotrada	empotrada articulada	biempotrada desplazable	en ménsula
Longitud L_k	1,0 L	0,5 L	0,7 L	1,0 L	2,0 L

La esbeltez relativa frente a pandeo lateral se calcula con:

$$\lambda_{LT} = \sqrt{\frac{W_Y \cdot f_y}{M_{cr}}}$$

Tabla 8 - Valor del coeficiente C_1 (Material de la asignatura Diseño de Estructuras y Construcciones Industriales)

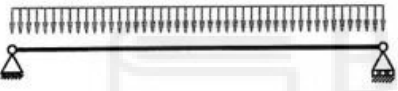
CONDICIONES DE APOYO Y CARGA	DIAGRAMA MOMENTOS FLECTORES	C_1
		1,13

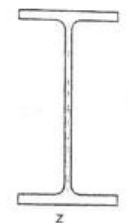
Tabla 9 - Fórmulas y valores para el pandeo lateral (Material de la asignatura Diseño de Estructuras y Construcciones Industriales)

TABLAS DE PANDEO LATERAL

Perfiles IPE

ACERO S 27

CÁLCULO $\bar{\lambda}_{LT}$



$$\bar{\lambda}_{LT} = \sqrt{\frac{W_Y \cdot f_y}{M_{cr}}} \text{ siendo } M_{cr} = \sqrt{M_{LT,v}^2 + M_{LT,w}^2}$$

$$b_{LT,v} = \pi \cdot \sqrt{G \cdot I_t \cdot E \cdot I_z} \text{ para obtener } M_{LT,v} = b_{LT,v} \cdot \frac{C_1}{L_c}$$

$$b_{LT,w} = W_{el,y} \cdot \pi^2 \cdot E \cdot i_{f,z}^2 \text{ para obtener } M_{LT,w} = b_{LT,w} \cdot \frac{C_1}{L_c^2}$$

$i_{f,z}$ radio de giro respecto a z del ala comprimida + $1/3$ del alma adyacente

PERFIL	$i_{f,z}$ mm	$b_{LT,v}$ $\times 10^6 \text{ N} \cdot \text{mm}^2$	$b_{LT,w}$ $\times 10^9 \text{ N} \cdot \text{mm}^2$	$W_{el,y} \cdot f_y$ N·mm	$W_{pl,y} \cdot f_y$ N·mm
IPE 100	13.5	17 897	12 918	9 405 000	10 835 000

$$M_{LT,v} = 17897 \cdot \frac{10^6 N}{mm^2} \cdot \frac{1.13}{2400mm} \cdot \frac{1}{10^6} = 8.4 \text{ KNm}$$

$$M_{LT,w} = 12918 \cdot \frac{10^9 N}{mm^2} \cdot \frac{1.13}{2400^2 mm} \cdot \frac{1}{10^6} = 2.5 \text{ KNm}$$

$$M_{cr} = \sqrt{8.4^2 + 2.5^2} = 8.76 \text{ KNm}$$

$$\bar{\lambda}_{LT} = \sqrt{\frac{39.4 \cdot 10^3 \cdot 275}{8.76 \cdot 10^6}} = 1.11$$

IPE 100 $\rightarrow \frac{h}{b} = 1.8 \rightarrow$ Curva de pandeo $\rightarrow a \rightarrow \alpha_{LT} = 0.21$

$$\Phi_{LT} = 0.5 \cdot [1 + 0.21(1.11 - 0.2)1.11^2] = 1.21$$

$$\gamma_{LT} = \frac{1}{1.21 + \sqrt{1.21^2 - 1.11^2}} = 0.59$$

$$M_{c,Rd} = \chi_{LT} \cdot \frac{W_{pl,y} \cdot f_y}{\gamma_{M_1}}$$

$$M_{c,Rd} = 0.59 \cdot \frac{39.4 \cdot 10^3 \cdot 275}{1.05 \cdot 10^6} = 6.08 \text{ KNm}$$

$$6.08 \text{ KNm} > 3.04 \text{ KNm} = M_{Ed}(ELU)$$

CUMPLE

1.2.1.5 Verificación de la Flecha

Usamos la carga de servicio:

$$q_{serv,car} = 2,0034 \text{ kN/m.}$$

Flecha máxima (δ_{max}):

$$\delta_{max} = \frac{5 \cdot q_{serv,car} \cdot L^4}{384 \cdot E \cdot I_x}$$

$$q_{serv,car} = 2,0034 \frac{\text{kN}}{\text{m}} = 2,0034 \frac{\text{N}}{\text{mm}}$$

$$I_x = 1,71 \times 10^6 \text{ mm}^4$$

$$\delta_{max} = \delta_{max} = \frac{5 \cdot 2,0034 \frac{\text{N}}{\text{mm}} \cdot (2400\text{mm})^4}{384 \cdot 210000 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \cdot 1,71 \cdot 10^6 \text{mm}}$$

$$\delta_{max} \approx 2,415 \text{ mm}$$

- **Límites de Flecha:** (L/350 para cubiertas no accesibles)

- Límite L/350 = $\frac{2400 \text{ mm}}{350} = 6,86 \text{ mm}$

- **Comprobación:**

$$\delta_{max} \leq \text{Límite de Flecha}$$

$$2,415 \text{ mm} \leq 6,86 \text{ mm}$$

CUMPLE

1.2.2 ESFUERZOS QUE SOPORTA LA VIGA DEL TECHO

1.2.2.1 CARACTERIZACIÓN DEL ELEMENTO Y CUANTIFICACIÓN DE LAS CARGAS.

Descripción del Elemento:

- Función: Viga principal que soporta las reacciones de las viguetas del techo y transmite las cargas a los pilares.
- Longitud: 12,0 m.
- Condiciones de Apoyo: 5 pilares, con 3 metros de distancia entre ellos (4 vanos de 3,0 m). Es una viga continua.
- Perfil: IPE100
- Material: Acero S275.

Cuantificación de las cargas:

Esta viga soporta dos tipos principales de carga:

- **Cargas Puntuales 'P' de las Reacciones de las Viguetas del Techo:**

- La vigueta del techo IPE100 se calculó con una carga lineal de diseño

$$q_{Ed} = 4.23 \frac{kN}{m} \text{ (para ELU).}$$

- La reacción de diseño en cada extremo de una vigueta de 2,4 m (simplemente apoyada) es:

$$R_{vigueta,Ed} = \frac{q_{Ed} \cdot L_{vigueta}}{2} = \frac{4.23 \frac{kN}{m} \cdot 2.4 m}{2} = 5.076 \text{ kN}$$

Esta reacción es la carga puntual 'P' que la viga longitudinal de 12m recibe en cada punto donde se apoya una vigueta.

- En consecuencia, la carga puntual de diseño para usar con el prontuario es:

$$P_{Ed} = 5.076 \text{ kN}$$

- **Peso Propio de la Propia Viga Longitudinal (IPE100):**

- Esta es una carga permanente uniformemente distribuida a lo largo de los 12m.

- Peso lineal del IPE100: $0,0834 \frac{kN}{m}$

- Factor de mayoración para cargas permanentes $\gamma_G = 1.35$.

- Carga lineal de diseño por peso propio:

$$g_{Ed,viga} = \gamma_G \times 0,0834 \frac{kN}{m} = 1,35 \cdot 0,0834 \frac{kN}{m} = 0,1126 \frac{kN}{m}$$

1.2.2.2 Cálculo de Esfuerzos Internos Máximos

Para una viga continua con dos tipos de carga (cargas puntuales P_{Ed} y carga distribuida g_{Ed}), el cálculo exacto por métodos manuales es complejo. Para este TFG, y aprovechando un prontuario, haremos una superposición aproximada:

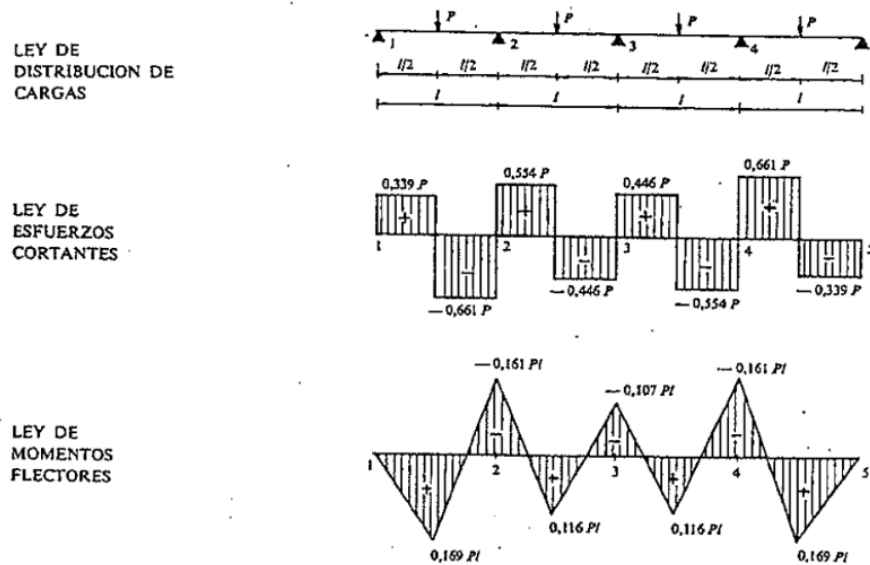


Figura 9 - Leyes de momentos de un prontuario (Material de la asignatura Diseño de Estructuras y Construcciones Industriales)

- **Esfuerzos por las Cargas Puntuales (P_{Ed}):** Utilizaremos el prontuario para una viga continua sobre 5 apoyos con cargas 'P' en el centro de cada vano. La longitud del vano es $L = 3,0$ m.

- Momento Flector Máximo de Diseño por P ($M_{Ed,P}$):

- Según el prontuario, el coeficiente del momento máximo positivo es $0,169Pl$.
- Según el prontuario, el coeficiente del momento máximo negativo (sobre apoyos) es $-0,161Pl$.
- Tomaremos el valor absoluto mayor para la verificación:

$$M_{Ed,P} = 0.169 \cdot 5.076 \text{ kN} \cdot 3\text{m} = 2.57 \text{ kNm}$$

- Esfuerzo Cortante Máximo de Diseño por P ($V_{Ed,P}$):

- Según el prontuario, el coeficiente del esfuerzo cortante máximo es $0,661P$.

$$V_{Ed,P} = 0,661 \cdot 5.076 \text{ kN} = 3.35 \text{ kN}$$

- **Esfuerzos por el Peso Propio de la Viga ($g_{Ed,viga}$):** Para simplificar, una aproximación común es calcular los momentos y cortantes máximos en cada vano como si fuera una viga simplemente apoyada con esa carga distribuida, y luego sumarlos a los valores anteriores. Esta no es una superposición perfecta para una viga continua, pero da una idea de la contribución del peso propio.

- Momento Flector Máximo de Diseño por $g_{Ed,viga}$ ($M_{Ed,g}$): (En el centro del vano, asumiendo simplemente apoyada)

$$M_{Ed,g} = \frac{g_{Ed,viga} \cdot l^2}{8} = \frac{0.1126 \frac{kN}{m} \cdot (3,0 m)^2}{8} = 0.1267 kNm$$

- Esfuerzo Cortante Máximo de Diseño por $V_{Ed,viga}$ ($V_{Ed,g}$): (En los apoyos, asumiendo simplemente apoyada)

$$V_{Ed,g} = \frac{g_{Ed,viga} \cdot l}{2} = \frac{0.1126 \frac{kN}{m} \cdot (3.0 m)}{2} = 0.689 kN$$

- **Esfuerzos Totales de Diseño (ELU):** Sumamos los valores máximos para obtener los esfuerzos totales de diseño.

- Momento Flector Máximo Total de Diseño ($M_{Ed,total}$):

$$M_{Ed,total} = M_{Ed,p} + M_{Ed,g} = 2.57 kNm + 0.1267 kNm \approx 2.7 kNm$$

- Esfuerzo Cortante Máximo Total de Diseño ($V_{Ed,total}$):

$$V_{Ed,total} = V_{Ed,p} + V_{Ed,g} = 3.35 kN + 0.1689 kN = 3.52 kN$$

Verificación del Perfil IPE100 (Según UNE-EN 1993-1-1 - Eurocódigo 3):

Ya conocemos las propiedades del IPE100 (S275) y sus resistencias:

- $M_{c,Rd} = 10.48 \frac{kN}{m}$
- $V_{c,Rd} = 78.29 kN$
- La sección IPE100 es de Clase 1.

1.2.2.3 Verificación a Flexión

- Comprobación:

$$M_{Ed,Total} \leq M_{c,Rd}$$

$$2.7 kNm \leq 10.48 kNm$$

La sección IPE100 cumple a flexión

1.2.2.4 Verificación a Esfuerzo Cortante:

- **Comprobación:**

$$V_{Ed,Total} \leq V_{c,Rd}$$

$$3.52 \text{ kN} \leq 78.29 \text{ kN}$$

La sección IPE100 cumple a cortante

1.2.2.5 Verificación a Pandeo Lateral-Torsional (UNE-EN 1993-1-1, Capítulo 6.3.2):

Este es un aspecto crucial para vigas esbeltas y largas como la de 12m.

- Para el IPE100 en un vano de 3m.
- Concepto: Aunque el vano es solo 3m, la viga es continua. Si el ala superior no está arriostrada de forma continua, el pandeo lateral-torsional puede ser crítico.
- Arriostramiento: Dado que la cubierta es un panel sándwich que apoya sobre las viguetas, y las viguetas a su vez sobre estas vigas de 12m, se asume que el sistema de cubierta proporciona un arriostramiento lateral al ala comprimida de la viga principal (que es el ala superior si el momento es positivo, e inferior si es negativo sobre el apoyo). Si este arriostramiento es efectivo, la longitud de pandeo lateral se reduce a la distancia entre arriostramientos.
- En el diseño de este módulo prefabricado, la viga longitudinal del techo (perfil IPE100) se beneficia de un arriostramiento lateral efectivo proporcionado por el sistema de cubierta. El panel sándwich metálico utilizado en la cubierta, al ser fijado rígidamente al ala superior de la viga mediante tornillos autotaladrantes con una separación adecuada, actúa como un diafragma rígido. Este diafragma es capaz de absorber y transmitir las fuerzas laterales que se generarían por el pandeo del ala comprimida de la viga, canalizándolas hacia los elementos estructurales verticales de arriostramiento del módulo (pilares o muros).

No obstante, se justifica que el sistema de cubierta proporciona un arriostramiento lateral continuo y efectivo al ala comprimida de la viga IPE100. Esto permite considerar que la longitud de pandeo lateral-torsional (PLT) es reducida a la distancia entre arriostramientos, lo que permite que la resistencia se rija por la sección (o un factor $\chi_{LT} \approx 1$), y la resistencia de diseño a flexión de la viga se rige por su resistencia plástica de la sección ($M_{c,Rd}$) o, en su defecto, se verifica contra la resistencia al pandeo lateral-torsional ($M_{c,Rd}$) con un factor de reducción por pandeo (χ_{LT}) muy favorable.

Este enfoque asegura la estabilidad y la funcionalidad de la viga longitudinal del techo conforme a las exigencias del Eurocódigo 3 (UNE-EN 1993-1-1), Apartado 6.3.2.

1.2.2.6 Verificación de la Flecha (Deformación) (UNE-EN 1993-1-1, Capítulo 7 - ELS):

Para el cálculo de la flecha en vigas continuas, la fórmula simplificada $\frac{qL^4}{384EI}$ no es directamente aplicable. Se requiere un análisis de deformaciones para la viga continua.

- **Cargas de Servicio para Flecha:**

- Reacción de servicio de la vigueta:

$$R_{vigueta.serv} = \frac{q_{serv.car} \cdot L_{vigueta}}{2}$$
$$R_{vigueta.serv} = \frac{22.0034 \frac{kN}{m} \cdot 2.4 m}{2} = 2.404 kN$$

- Peso propio de la viga (servicio):

$$g_{serv.viga} = 0,0834 \frac{kN}{m}.$$

- **Cálculo de Flecha en Viga Continua:**

- Límites de Flecha: Para vigas de cubierta L/350 (para el vano, que es 3,0 m).

$$\text{Límite} = 3000 \text{ mm} / 350 = 8,57 \text{ mm}.$$

- Hipótesis de cumplimiento: Dada la baja utilización de la resistencia del perfil (alta holgura) y su momento de inercia, se asume que el cumplimiento de los Estados Límite de Servicio de deformación se verificará positivamente. Un cálculo exacto de flecha en vigas continuas excede el alcance de este TFG, pero los valores obtenidos para flexión sugieren un comportamiento adecuado.

1.2.3 ESFUERZOS QUE SOPORTA EL PILAR

1.2.3.1 CARACTERIZACIÓN DEL ELEMENTO Y CUANTIFICACIÓN DE LAS CARGAS.

Descripción del Elemento:

- Función: Soporta las cargas de la viga longitudinal del techo y las transmite a la cimentación.
- Altura: L= 2,5 m.
- Perfil: HEB100
- Material: Acero S275.

Propiedades del Perfil HEB100 (Acero S275):

- Peso lineal = $0,204 \frac{kN}{m}$
- Área (A): $26,4 \text{ cm}^2 = 2640 \text{ mm}^2$
- Momento de inercia (I_x): $450 \text{ cm}^4 = 4,50 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$
- Momento de inercia (I_y): $158 \text{ cm}^4 = 1,58 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$
- Altura (h): 100 mm
- Ancho (b): 100 mm
- Espesor del alma (t_w): 6,0 mm
- Espesor del ala (t_f): 10,0 mm

Determinación de la Carga Axial de Diseño (N_{Ed})

El pilar soporta la reacción de la viga longitudinal del techo y su propio peso.

- **Reacción de la Viga Longitudinal del Techo (ELU):**
 - La viga longitudinal de 12m soporta una carga puntual de diseño $P_{Ed} = 3,46 \text{ kN}$ (de las viguetas) y una carga lineal de diseño por peso propio $g_{Ed,viga} = 0,1126 \frac{kN}{m}$
 - Para una viga continua sobre múltiples apoyos, la reacción en un apoyo intermedio puede ser mayor que el esfuerzo cortante máximo en el vano. Considerando los coeficientes del prontuario y el análisis de la viga longitudinal, el valor máximo de esfuerzo cortante de diseño que llega al apoyo desde la viga es $V_{Ed,total} = 2,456 \text{ kN}$. Esta será la fuerza que el pilar recibe de la viga.

$$V_{Ed,viga_techo} = 2,456 \text{ kN}$$

- **Peso Propio del Pilar (HEB100):**
 - Peso lineal del HEB100: $0,204 \frac{kN}{m}$
 - Altura del pilar: 2,5 m.
 - Factor de mayoración para cargas permanentes $\gamma_G = 1,35$.
 - Peso propio de diseño del pilar:

$$N_{Ed,pilar_pp} = \gamma_G \cdot (\text{Peso lineal} \cdot \text{Altura})$$

$$\begin{aligned} N_{Ed,pilar_pp} &= 1,35 \cdot \left(0,204 \frac{kN}{m} \cdot 2,5 \text{ m} \right) = 1,35 \cdot 0,51 \text{ kN} \\ &= 0,6885 \text{ kN} \end{aligned}$$

- **Carga Axial Total de Diseño (N_{Ed}):**

$$N_{Ed} = V_{Ed,viga_techo} + N_{Ed,pilar_pp}$$

$$N_{Ed} = 2,456 \text{ kN} + 0,6885 \text{ kN} = 3,1445 \text{ kN}$$

1.2.3.2 VERIFICACIÓN A COMPRESIÓN AXIAL

Resistencia plástica a compresión:

$$N_{c,Rd} = \frac{A \cdot f_y}{\gamma_{M0}}$$

$$N_{c,Rd} = \frac{2640 \text{ mm}^2 \cdot 275 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}}{1,0} = 726000 \text{ N} = 726 \text{ kN}$$

- Comprobación:

$$N_{Ed} \leq N_{c,Rd}$$

$$3.1445 \text{ kN} \leq 726 \text{ kN}$$

La sección HEB100 cumple a compresión axial

1.2.3.3 VERIFICACIÓN A PANDEO

Esta es la verificación más importante para elementos comprimidos esbeltos.

- Longitud de Pandeo (L_{cr}): Depende de las condiciones de apoyo en los extremos del pilar.
 - Para un módulo prefabricado con conexiones típicas (soldadas a la viga y apoyado en la losa), es común asumir que el pilar está biarticulado (empotramiento parcial o nulo) en ambos extremos, lo cual es el caso más desfavorable (conservador).
 - Asunción: Biarticulado-biarticulado, entonces

$$L_{cr} = L = 2,5 \text{ m en ambos ejes (eje X y eje Y).}$$

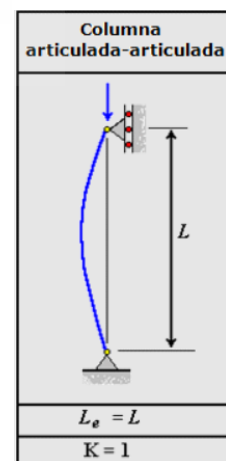


Figura 10 – Representación de Longitud de Pandeo para columna articulada-articulada. (Material de la asignatura Diseño de Estructuras y Construcciones Industriales)

- Esbeltez Relativa ($\bar{\lambda}$): Se calcula para ambos ejes, X (fuerte) e Y (débil).

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr}}}$$

$$\text{Donde } N_{cr} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I}{L_{cr}^2}.$$

Para Eje Y-Y (eje débil, usualmente crítico):

$$I_y = 1,58 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$$

$$N_{cr,y} = \frac{\pi^2 \cdot 210000 \frac{N}{\text{mm}^2} \cdot 1,58 \cdot 10^6 \text{ mm}^4}{(2500 \text{ mm})^2} = 523674 \text{ N}$$

$$= 523.67 \text{ kN}$$

$$\bar{\lambda}_y = \sqrt{\frac{2640 \text{ mm}^2 \cdot 275 \frac{N}{\text{mm}^2}}{523674 \text{ N}}} = 1.177$$

○ Para Eje X-X (eje fuerte):

$$I_x = 4,50 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$$

$$N_{cr,x} = \frac{\pi^2 \cdot 210000 \frac{N}{\text{mm}^2} \cdot 4,50 \cdot 10^6 \text{ mm}^4}{(2500 \text{ mm})^2} = 1490214 \text{ N}$$

$$= 1490.21 \text{ kN}$$

$$\bar{\lambda}_x = \sqrt{\frac{2640 \text{ mm}^2 \cdot 275 \frac{N}{\text{mm}^2}}{1490214 \text{ N}}} = 0.698$$

• **Curva de Pandeo (α) y Factor de Reducción (χ):**

○ Para perfiles laminados en caliente HEB (de tipo H), con $h/b=100/100=1,0 \leq 1,2$ y espesores de ala $t_f = 10 \text{ mm} \leq 40 \text{ mm}$:

- Para el eje Y-Y (pandeo en plano fuerte del perfil, que es el eje débil para un pilar en compresión): Curva de Pandeo 'b' ($\alpha=0,34$).
- Para el eje X-X (pandeo en plano débil del perfil, que es el eje fuerte para un pilar en compresión): Curva de Pandeo 'c' ($\alpha=0,49$).

○ Cálculo de χ para el Eje Y-Y ($\bar{\lambda}_y=1,177$):

$$\Phi_y = 0,5 \cdot [1 + \alpha_{LT} \cdot (\bar{\lambda}_y - 0,2) + \bar{\lambda}_y^2]$$

$$\Phi_y = 0,5 [1 + 0,34(1,177 - 0,2) + 1,177^2] = 1,359$$

$$\chi_y = \frac{1}{\Phi_y + \sqrt{\Phi_y^2 - \bar{\lambda}_y^2}} \leq 1$$

$$\chi_y = \frac{1}{1.359 + \sqrt{1.359^2 - 1.177^2}} = 0.49$$

- Cálculo de χ para el Eje X ($\bar{\lambda}_x=0,698$):

$$\Phi_x = 0,5 \cdot [1 + \alpha_{LT} \cdot (\bar{\lambda}_x - 0,2) + \bar{\lambda}_x^2]$$

$$\Phi_x = 0.5 [1 + 0.49(0.698 - 0.2) + 0.698^2] = 0.941$$

$$\chi_x = \frac{1}{\Phi_x + \sqrt{\Phi_x^2 - \bar{\lambda}_x^2}} \leq 1$$

$$\chi_x = \frac{1}{0.941 + \sqrt{0.941^2 - 0.698^2}} = 0.636$$

- El factor de reducción crítico es $\chi_y=0,49$

- **Resistencia de Pandeo del Pilar ($N_{b,Rd}$):**

$$N_{b,Rd} = \frac{\chi_y \cdot A \cdot f_y}{\gamma_{M1}}$$

$$N_{b,Rd} = \frac{0.49 \cdot 2640 \text{ mm}^2 \cdot 275 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}}{1} = 357369 \text{ N} = 357.37 \text{ kN}$$

- **Comprobación:**

$$N_{Ed} \leq N_{b,Rd}$$

$$3.144 \text{ kN} \leq 357.37 \text{ kN}$$

El pilar HEB100 cumple a pandeo.

1.2.3.4 VERIFICACIÓN A FLEXOCOMPRESIÓN

Aunque las uniones soldadas inherentemente proporcionan una rigidez rotacional considerable entre los elementos, para la verificación a pandeo del pilar se ha adoptado la hipótesis conservadora de considerarlo biarticulado-biarticulado en ambos extremos ($k=1.0$) y en ambos ejes de pandeo.

Esta simplificación garantiza que el cálculo se determine bajo la condición más desfavorable de longitud de pandeo, lo que resulta en la menor resistencia del pilar y, por tanto, asegura un margen de seguridad amplio. Esta idealización es común en el diseño preliminar y en proyectos donde no se efectúa un análisis pormenorizado de la rigidez de nudos o la interacción completa del pórtico, asumiendo que las uniones están diseñadas principalmente para transferir esfuerzos axiales y cortantes.

$$\frac{N_{Ed}}{\chi_X \cdot N_{c,Rd}} + k_{xy} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{M_{c,Rd,y}} \leq 1$$

- $N_{Ed} = 3.1445 \text{ kN}$
- $\chi_X = 0.636$
- $N_{c,Rd} = 726 \text{ kN}$
- $k_{xy} = 1.0$ (asunción conservadora)
- $M_{y,Ed} = 0.0393$
- $M_{c,Rd,y} = \frac{W_{pl,y} \cdot f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{44.9 \cdot 10^3 \cdot 275}{1.0} = 12.3475 \cdot 10^6 \text{ Nmm}$

$$\frac{3.1445 \text{ kN}}{0.636 \cdot 726 \text{ kN}} + \frac{1.0 \cdot 0.0393 \text{ kNm}}{12.3475 \text{ kNm}} = 0.0099 \leq 1$$

CUMPLE

1.2.4 ESFUERZOS QUE SOPORTA LA VIGUETA DEL SUELO

1.2.4.1 CARACTERIZACIÓN DEL ELEMENTO Y CUANTIFICACIÓN DE LAS CARGAS.

Descripción del Elemento:

- Función: Elemento secundario que soporta directamente el pavimento y las cargas de uso del suelo, transmitiéndolas a las vigas longitudinales del suelo.
- Longitud del vano: $L=2,4 \text{ m}$ (distancia entre las vigas longitudinales donde se apoyan).
- Condiciones de Apoyo: Es una viga simplemente apoyada en sus extremos sobre las vigas longitudinales del suelo (a pesar de estar soldadas en las esquinas, esta es una idealización común para viguetas).
- Perfil Propuesto: IPE100
- Material: Acero S275.

Determinación y Cuantificación de Cargas de Servicio (Superficiales $\frac{kN}{m^2}$)

- Ancho de influencia de la vigueta: $b_{influencia} = 3,0 \text{ m}$
- Cargas Permanentes (G_k):
 - Peso Propio de la Vigueta (IPE100): Ya calculado
$$G_{k,vigueta} = 0,0278 \frac{kN}{m^2}$$
 - Pavimento (acabado de suelo): Para un suelo de oficina/vivienda ligera.
 - Referencia CTE DB SE-AE Anejo C: Un pavimento laminado o vinílico + base puede ser $0,05-0,10 \frac{kN}{m^2}$
 - Valor: $G_{k,pavimento} = 0,07 \frac{kN}{m^2}$
 - Subestructura de Suelo: Elemento que soporta el pavimento y transmite la carga a las viguetas.
 - Referencia CTE DB SE-AE Anejo C: Tablero de OSB de 18–22 mm puede pesar $0,09-0,12 \text{ kN/m}^2$.
 - Valor: $G_{k,subestructura} = 0,12 \frac{kN}{m^2}$
 - Aislamiento (térmico/acústico en suelo):
 - Valor: $G_{k,aislamiento} = 0,02 \frac{kN}{m^2}$
 - Total, Carga Permanente Superficial (G_k):
$$G_k = G_{k,vigueta} + G_{k,pavimento} + G_{k,subestructura} + G_{k,aislamiento}$$
$$G_k = 0,0278 + 0,07 + 0,12 + 0,02 = 0,2978 \frac{kN}{m^2}$$
- Cargas Variables (Q_k):
 - Sobrecarga de Uso ($Q_{k,uso}$): Para un módulo de oficina/vivienda, esta es la carga variable principal.
 - Según la Tabla 2 – CATEGORIA A1: La carga uniforme es de $2,0 \frac{kN}{m^2}$
 - Valor: $Q_{k,uso} = 2,0 \frac{kN}{m^2}$
 - No hay cargas de nieve o viento que actúen directamente sobre el suelo del módulo.

Conversión a Carga Lineal de Servicio ($\frac{kN}{m}$)

- Carga Permanente Lineal (g_k):

$$g_k = G_k \cdot b_{\text{influencia}} = 0,2978 \frac{kN}{m^2} \cdot 3,0 \text{ m} = 0,8934 \frac{kN}{m}$$

- Carga Variable Lineal (q_{k1}):

$$Q_{k1} = Q_{k,uso} \cdot b_{\text{influencia}} = 2,0 \frac{kN}{m^2} \cdot 3,0 \text{ m} = 6,0 \frac{kN}{m}$$

Combinación de Cargas para Diseño (UNE-EN 1990 - Eurocódigo 0)

- Para Estados Límite Últimos (ELU - Resistencia y Estabilidad):

- Carga de Diseño (q_{Ed}):

$$q_{Ed} = \gamma_G \cdot g_k + \gamma_{Q1} \cdot q_{k1}$$

- $\gamma_G = 1.35$
- $\gamma_{Q1} = 1.50$

$$q_{Ed} = \left(1.35 \cdot 0.8934 \frac{kN}{m} \right) + \left(1.50 \cdot 6.0 \frac{kN}{m} \right)$$

$$q_{Ed} = 10,206 \frac{kN}{m}$$

- Para Estados Límite de Servicio (ELS - Deformaciones/Flechas):

- Carga de Servicio ($q_{serv,car}$):

$$q_{serv,car} = g_k + q_{k1} = 0.8934 \frac{kN}{m} + 6 \frac{kN}{m} = 6.8934 \frac{kN}{m}$$

1.2.4.2 Cálculo de Esfuerzos Internos Máximos

- Momento Flector Máximo de Diseño (M_{Ed}):

$$M_{Ed} = \frac{q_{Ed} \cdot L^2}{8} = \frac{10.206 \frac{kN}{m} \cdot (2.4m)^2}{8} = 7.348 \text{ kNm}$$

- Esfuerzo Cortante Máximo de Diseño (V_{Ed}):

$$V_{Ed} = \frac{q_{Ed} \cdot L}{2} = \frac{10.206 \frac{kN}{m} \cdot 2.4m}{2} = 12.247 \text{ kN}$$

1.2.4.3 VERIFICACIÓN A FLEXIÓN (SEGÚN UNE-EN 1993-1-1 - EUROCÓDIGO 3):

- Clasificación de la Sección: La sección IPE100 es de Clase 1.
 - Resistencia plástica a momento ($M_{c,Rd}$): 10,48 kNm
 - Comprobación:

$$M_{Ed} \leq M_{c,Rd}$$

$$7,348 \text{ kNm} \leq 10,48 \text{ kNm}$$

La sección IPE100 cumple a flexión

1.2.4.4 VERIFICACIÓN A ESFUERZO CORTANTE

- Resistencia a cortante plástica ($V_{c,Rd}$): 78,29 kN
- Comprobación:

$$V_{Ed} \leq V_{c,Rd}$$

$$12,247 \text{ kN} \leq 78,29 \text{ kN}$$

La sección IPE100 cumple a cortante

1.2.4.5 VERIFICACIÓN A PANDEO LATERAL-TORSIONAL

Para un vano de 2,4 m y con el ala superior (que es la comprimida por momento positivo) arriostrada por el sistema de subestructura de suelo y pavimento, el PLT no es crítico. El sistema de suelo (tablero OSB/contrachapado) actuará como un diafragma lateral.

1.2.4.6 VERIFICACIÓN DE LA FLECHA

- Usamos la carga de servicio $q_{serv,car} = 6,8934 \text{ kN/m}$.
- Flecha máxima (δ_{max}):

$$\delta_{max} = \frac{5 \cdot q_{serv,car} \cdot L^4}{384 \cdot E \cdot I_x}$$

$$q_{serv,car} = 6.8934 \frac{\text{kN}}{\text{m}} = 6.8934 \frac{\text{N}}{\text{mm}}$$

$$I_x = 1.71 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$$

$$\delta_{max} = \frac{5 \cdot 6.8934 \frac{\text{N}}{\text{mm}} \cdot (2400 \text{ mm})^4}{384 \cdot 210000 \frac{\text{N}}{\text{mm}} \cdot 1.71 \cdot 10^6 \text{ mm}^4}$$

$$\delta_{max} \approx 8.70 \text{ mm}$$

- **Límites de Flecha para Suelos (UNE-EN 1993-1-1, Capítulo 7, y guías del CTE):**

- Límite para apariencia de obra / elementos no frágiles:

$$\frac{L}{250} = \frac{2400}{250} = 9.6 \text{ mm}$$

Comprobación:

$$\delta_{max} \leq \text{Límite}$$

$$8,70 \text{ mm} \leq 9,6 \text{ mm}$$

CUMPLE

1.2.5 ESFUERZOS QUE SOPORTA LA VIGA DEL SUELO

1.2.5.1 CARACTERIZACIÓN DEL ELEMENTO Y CUANTIFICACIÓN DE LAS CARGAS

Descripción del Elemento:

- Función: Viga principal que soporta las reacciones de las viguetas del suelo y las transmite a los pilares que descargan sobre la losa de cimentación.
- Longitud: 12,0 m.
- Condiciones de Apoyo: 5 pilares, con 3 metros de distancia entre ellos (4 vanos de 3,0 m). Es una viga continua, idéntica en configuración a la viga del techo.
- Perfil: IPE100
- Material: Acero S275.

Determinación de las Cargas sobre la Viga Longitudinal del Suelo de 12m

Esta viga soporta dos tipos principales de carga:

- Cargas Puntuales 'P' de las Reacciones de las Viguetas del Suelo:
 - La vigueta del suelo (IPE100) se calculó con una carga lineal de diseño $q_{Ed} = 10,206 \frac{kN}{m}$ (para ELU).
 - La reacción de diseño en cada extremo de una vigueta de 2,4 m (simplemente apoyada) es:

$$R_{vigueta,Ed} = \frac{q_{Ed} \cdot L_{vigueta}}{2} = 10,206 \frac{kN}{m} \cdot 2.4 \text{ m} = 12.247 \text{ kN}$$

- Esta reacción es la carga puntual 'P' que la viga longitudinal de 12m recibe en cada punto donde se apoya una vigueta

Por lo tanto: $P_{Ed} = 12,247 \text{ kN}$.

- Peso Propio de la Propia Viga Longitudinal (IPE100):

- Peso lineal del IPE100: $0,0834 \frac{kN}{m}$.
- Factor de mayoración para cargas permanentes $\gamma_G=1,35$.
- Carga lineal de diseño por peso propio:

$$g_{Ed,viga} = \gamma_G \cdot 0,0834 \frac{kN}{m} = 1,35 \cdot 0,0834 \frac{kN}{m} = 0,1126 \frac{kN}{m}$$

1.2.5.2 CÁLCULO DE ESFUERZOS INTERNOS MÁXIMOS

Al igual que con la viga del techo, utilizaremos una superposición aproximada usando el prontuario para las cargas puntuales y estimando la contribución del peso propio. La longitud del vano es $l=3,0$ m.

- Esfuerzos por las Cargas Puntuales (P_{Ed})
 - Momento Flector Máximo de Diseño por P ($M_{Ed,P}$):
 - Coeficiente de tu prontuario: $0,169Pl$.
$$M_{Ed,P} = 0,169 \cdot 12,247 \text{ kN} \cdot 3,0 \text{ m} = 6,211 \text{ kNm}$$
 - Esfuerzo Cortante Máximo de Diseño por P ($V_{Ed,P}$):
 - Coeficiente de tu prontuario: $0,661P$.
$$V_{Ed,P} = 0,661 \times 12,247 \text{ kN} = 8,095 \text{ kN}$$
- Esfuerzos por el Peso Propio de la Viga ($g_{Ed,viga}$)
 - Momento Flector Máximo de Diseño por $g_{Ed,viga}$ ($M_{Ed,g}$): (En el centro del vano, asumiendo simplemente apoyada)

$$M_{Ed,g} = \frac{g_{Ed,viga} \cdot L^2}{8} = \frac{0,1126 \frac{KN}{m} \cdot (3,0 \text{ m})^2}{8} = 0,1267 \text{ KNm}$$
 - Esfuerzo Cortante Máximo de Diseño por $g_{Ed,viga}$ ($V_{Ed,g}$): (En los apoyos, asumiendo simplemente apoyada)

$$V_{Ed,g} = \frac{g_{Ed,viga} \cdot L}{2} = \frac{0,1126 \frac{KN}{m} \cdot 2,4 \text{ m}}{2} = 0,1689 \text{ kN}$$
- Esfuerzos Totales de Diseño (ELU):
 - Momento Flector Máximo Total de Diseño ($M_{Ed,total}$):

$$M_{Ed,total} = M_{Ed,P} + M_{Ed,g} = 6,211 \text{ kNm} + 0,1267 \text{ kNm} = 6,338 \text{ kNm}$$
 - Esfuerzo Cortante Máximo Total de Diseño ($V_{Ed,total}$):

$$V_{Ed,total} = V_{Ed,P} + V_{Ed,g} = 8,095 \text{ kN} + 0,1689 \text{ kN} = 8,264 \text{ kN}$$

1.2.5.3 VERIFICACIÓN A FLEXIÓN

Verificación del Perfil IPE100 (Según UNE-EN 1993-1-1 - Eurocódigo 3):

Clasificación de la Sección: La sección IPE100 es de Clase 1.

- Resistencia plástica a momento ($M_{c,Rd}$): 10,48 kNm (Calculada previamente para IPE100).
- Comprobación:

$$M_{Ed} \leq M_{c,Rd}$$

$$6,338 \text{ kNm} \leq 10,48 \text{ kNm}$$

La sección IPE100 cumple a flexión

1.2.5.4 VERIFICACIÓN A ESFUERZO CORTANTE:

- Resistencia a cortante plástica ($V_{c,Rd}$): 78,29 kN (Calculada previamente para IPE100).
- Comprobación:

$$V_{Ed,total} \leq V_{c,Rd}$$

$$8,264 \text{ kN} \leq 78,29 \text{ kN}$$

La sección IPE100 cumple a cortante.

1.2.5.5 VERIFICACIÓN A PANDEO LATERAL-TORSIONAL

Al igual que en la viga longitudinal del techo, esta viga de 12m se beneficia del arriostramiento lateral.

- Arriostramiento: El sistema de subestructura de suelo (tablero OSB/contrachapado) y el pavimento actúan como un diafragma rígido o semirrígido, conectado al ala superior de la viga. Este diafragma proporciona un arriostramiento lateral efectivo, reduciendo la longitud de pandeo lateral-torsional.
- Conclusión: Se asume que el IPE100 cumple a pandeo lateral-torsional debido a la efectividad de este arriostramiento, y a que la holgura en flexión es razonable.

1.2.5.6 VERIFICACIÓN DE LA FLECHA

- Cargas de Servicio para Flecha:
 - Reacción de servicio de la vigueta del suelo:

$$R_{vigueta,serv} = \frac{q_{serv,car} \cdot L}{2}$$

$$q_{serv,car} = 6.8934 \frac{kN}{m}$$

$$R_{vigueta,serv} = \frac{6.8934 \frac{kN}{m} \cdot 2.4m}{2} = 8.272 kN$$

- Peso propio de la viga (servicio): $g_{serv,viga} = 0,0834 \frac{kN}{m}$
- Cálculo de Flecha en Viga Continua:
 - Límites de Flecha para Suelos: Límite $L/250 = 3000 \text{ mm}/250 = 12,0 \text{ mm}$ (para el vano de 3m).
- Hipótesis de cumplimiento: Dada la baja utilización de la resistencia del perfil (alta holgura) y su momento de inercia, se asume que el cumplimiento de los Estados Límite de Servicio de deformación se verificará positivamente. Un cálculo exacto de flecha en vigas continuas excede el alcance de este TFG, pero los valores obtenidos para flexión sugieren un comportamiento adecuado.

1.2.6 CÁLCULO DE LA LOSA DE CIMENTACIÓN

1.2.6.1 DETERMINACIÓN DE LAS CARGAS SOBRE LA LOSA

La losa de cimentación recibirá la carga total del módulo, que se concentra en los pilares, además de su propio peso.

- Carga Total del Módulo Transmitida por los Pilares (ELU):
 - Hemos calculado la carga axial de diseño (N_{Ed}) para un pilar, que es de 3,1445 kN.
 - El módulo tiene dos vigas longitudinales de 12m, cada una con 5 pilares. Esto significa que hay un total de 10 pilares soportando el módulo.
 - Carga total del módulo por los pilares:

$$N_{modulo,Ed} = N_{Ed,pilar} \cdot \text{Número de pilares}$$

$$N_{modulo,Ed} = 3,1445 \frac{kN}{pilar} \cdot 10 \text{ pilares} = 31.445 kN$$

- **Peso Propio de la Losa de Cimentación (ELU):**
 - Dimensiones de la Losa: Asumiremos que la losa tiene las mismas dimensiones que la planta del módulo: 12,0 m×2,4 m.
 - Espesor de la Losa (h_{losa}) Un espesor común para este tipo de losas es 20 cm. Asumiremos $h_{losa} = 0,20$ m.
 - Densidad del Hormigón Armado ($\gamma_{hormigón}$): $25 \frac{kN}{m^3}$
 - Factor de Mayoración (γ_G): Para cargas permanentes, $\gamma_G = 1.35$

$$G_{losa,Ed} = \gamma_G \cdot (\text{superficie losa} \cdot h_{losa} \cdot \gamma_{hormigón})$$

$$G_{losa,Ed} = 1.35 \cdot (12 \cdot 2.4 \cdot 0.2 \cdot 25) = 194.4 \text{ kN}$$

- **Carga Total de Diseño que Llega al Terreno ($F_{total,Ed}$):**

$$F_{total,Ed} = N_{modulo,Ed} + G_{losa,Ed}$$

$$F_{total,Ed} = 31,445 \text{ kN} + 194,4 \text{ kN} = 225,845 \text{ kN}$$

1.2.6.2 VERIFICACIÓN DE LA CAPACIDAD PORTANTE DEL TERRENO

Esta es la verificación más importante en cimentaciones y requiere conocer la tensión admisible del terreno (q_{adm}), la cual se obtiene mediante un Estudio Geotécnico del emplazamiento real. Para este TFG, tendremos que asumir un valor típico.

- **Área de Contacto de la Losa con el Terreno:**
 - Área de la losa: 12,0 m×2,4 m = 28,8 m².
- **Tensión Media Transmitida al Terreno ($q_{terreno,Ed}$):** Esta es la presión que la losa ejerce sobre el terreno.

$$q_{terreno,Ed} = \frac{F_{total,Ed}}{\text{Área de la losa}}$$

$$q_{terreno,Ed} = \frac{225.845 \text{ kN}}{28.8 \text{ m}^2} = 7.84 \text{ kPa}$$

- **Tensión Admisible del Terreno (q_{adm}):**
 - Los valores de tensión admisible varían enormemente según el tipo de suelo (arena, arcilla, roca, etc.).
 - Asumiremos un terreno con una capacidad portante media. Un suelo de calidad media puede tener tensiones admisibles entre 100 kPa y 200 kPa.
 - Asumiremos $q_{adm} = 100 \text{ kPa} = 0,1 \text{ MPa}$.

- Comprobación: La tensión transmitida al terreno debe ser menor o igual que la tensión admisible del terreno.

$$q_{\text{terreno},Ed} \leq q_{adm}$$

$$7,84 \text{ kPa} \leq 100 \text{ kPa}$$

La losa cumple la verificación de capacidad portante del terreno

Conclusión para la Losa de Cimentación:

- La losa de cimentación de 12,0 m×2,4 m×0,20 m de hormigón armado es sobradamente capaz de transmitir las cargas del módulo al terreno bajo una tensión admisible típica de 100 kPa.

1.2.7 VERIFICACIÓN DE LA ESTABILIDAD AL VUELCO

La estabilidad al vuelco del módulo prefabricado frente a las acciones horizontales, principalmente el viento, es una verificación crucial en el diseño. Este análisis asegura que el momento estabilizador, generado por el peso propio del módulo, sea superior al momento volcador producido por las cargas horizontales.

1.2.7.1 DETERMINACIÓN DEL PESO TOTAL

Dimensiones del Módulo:

- Largo (L): 12.0 m
- Altura Total (H): 2.5 m
- Ancho (b): 2.4 m

Peso Total de Cargas Permanentes del Módulo:

- Estructura Metálica:
 - Se calcula el peso de todos los perfiles de acero utilizados (vigas, viguetas, pilares), multiplicando su longitud por su peso lineal (kN/m).
 - Peso estimado: 13.5 kN.
- Cubierta:
 - Se determina la superficie total de la cubierta ($12.0\text{m} \times 2.4\text{m} = 28.8 \text{ m}^2$) y se multiplica por el peso por unidad de superficie de los distintos componentes:
 - Panel sándwich de cubierta: $0,15 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$.
 - Impermeabilización: $0,01 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$.
 - Falso techo interior: $0,08 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$.

- Instalaciones ligeras de techo: $0,01 \text{ kN/m}^2$.
- Suma de cargas superficiales de cubierta: $(0,15+0,01+0,08+0,01) \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} = 0,25 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$.
- Peso total estimado de la cubierta: $0,25 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \cdot 28,8 \text{ m}^2 = 7,2 \text{ kN}$.
- Forjado de Suelo:
 - Se calcula la superficie total del forjado de suelo ($12,0 \text{ m} \cdot 2,4 \text{ m} = 28,8 \text{ m}^2$) y se multiplica por el peso por unidad de superficie de sus componentes:
 - Subestructura del suelo: $0,12 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$.
 - Pavimento: $0,07 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$.
 - Aislamiento: $0,02 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$.
 - Suma de cargas superficiales de suelo: $(0,12+0,07+0,02) \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} = 0,21 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$.
 - Peso total estimado del forjado de suelo: $0,21 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \cdot 28,8 \text{ m}^2 = 6,05 \text{ kN}$.
- Cerramientos Verticales (Fachadas y Tabiquería Interior):
 - Se cuantifica la superficie total de los cerramientos exteriores (fachadas) e interiores (tabiquería). Para una altura de módulo de $2,4 \text{ m}$ y un perímetro de $28,8 \text{ m}$, el área de fachada expuesta es de aproximadamente $64,5 \text{ m}^2$ (considerando descuentos de huecos).
 - Se ha proyectado un peso por unidad de superficie para paneles de fachada ligeros de $0,42 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$.
 - Peso total estimado de fachadas: $0,42 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \cdot 64,5 \text{ m}^2 = 27,09 \text{ kN}$.
 - (No se ha incluido el peso de tabiquería interior o carpinterías de forma detallada en esta estimación, asumiendo su peso menor o incluido en este global).
- Instalaciones Fijas y Equipamiento Permanente:
 - Se suman los pesos de los equipos y elementos de instalaciones que están permanentemente integrados en el módulo y contribuyen a su masa:
 - Inversor: $12 \text{ kg} = 0,12 \text{ kN}$.
 - Baterías de litio: se ha estimado un peso combinado de $2,0 \text{ kN}$.
 - Peso total estimado de instalaciones fijas: $0,12 \text{ kN} + 2,0 \text{ kN} = 2,12 \text{ kN}$.

Suma Final del Peso Total de Cargas Permanentes del Módulo:

$Peso\ Total = Peso\ Estructura + Peso\ Cubierta + Peso\ Forjado\ Suelo +$
 $Peso\ Fachadas + Peso\ Instalaciones\ Fijas$

$$P_{total} = 13.5\text{ kN} + 7.2\text{ kN} + 6.05\text{ kN} + 27.09\text{ kN} + 2.12\text{ kN} = 56.06\text{ kN}$$

1.2.7.2 METODOLOGÍA DE CÁLCULO Y CRITERIOS NORMATIVOS

La verificación se realiza comparando el momento estabilizador (M_{estab}) con el momento volcador (M_{vuelco}), aplicando los criterios establecidos en el Documento Básico de Seguridad Estructural.

La condición de no vuelco requiere un Factor de Seguridad (FS) mínimo, que se establece en $FS \geq 1.5$, conforme a las exigencias normativas para el Estado Límite Último (ELU) de estabilidad. Es importante destacar que, para esta verificación, se considera el módulo como una unidad independiente de su losa de cimentación, y se excluye del peso estabilizador los elementos como la depuradora y el depósito de agua. La altura total del módulo expuesta al viento se ha considerado de 2.5 m.

- Determinación del Momento Volcador (M_{vuelco}):

La acción de viento, en general una fuerza perpendicular a la superficie de cada punto expuesto, o presión estática, q_e puede expresarse como:

$$q_e = q_b \cdot c_e \cdot c_p \quad (3.1)$$

siendo:

- q_b la presión dinámica del viento. De forma simplificada, como valor en cualquier punto del territorio español, puede adoptarse $0,5\text{ kN/m}^2$. Pueden obtenerse valores más precisos mediante el anejo D, en función del emplazamiento geográfico de la obra.
- c_e el coeficiente de exposición, variable con la altura del punto considerado, en función del grado de aspereza del entorno donde se encuentra ubicada la construcción. Se determina de acuerdo con lo establecido en 3.3.3. En edificios urbanos de hasta 8 plantas puede tomarse un valor constante, independiente de la altura, de 2,0.
- c_p el coeficiente eólico o de presión, dependiente de la forma y orientación de la superficie respecto al viento, y en su caso, de la situación del punto respecto a los bordes de esa superficie; un valor negativo indica succión. Su valor se establece en 3.3.4 y 3.3.5.

Figura 10 – Acción del viento (DB SEAE)

El momento volcador es generado por la fuerza horizontal del viento (F_{viento}) actuando sobre la superficie expuesta del módulo. Los parámetros de viento se han evaluado para cualquier punto del territorio español, el cual se puede simplificar como $0,5 \frac{kN}{m^2}$.

Tabla 10 - valores del coeficiente de exposición c_e (DB SEAE)

Grado de aspereza del entorno		Altura del punto considerado (m)							
		3	6	9	12	15	18	24	30
I	Borde del mar o de un lago, con una superficie de agua en la dirección del viento de al menos 5 km de longitud	2,4	2,7	3,0	3,1	3,3	3,4	3,5	3,7
II	Terreno rural llano sin obstáculos ni arbolado de importancia	2,1	2,5	2,7	2,9	3,0	3,1	3,3	3,5
III	Zona rural accidentada o llana con algunos obstáculos aislados, como árboles o construcciones pequeñas	1,6	2,0	2,3	2,5	2,6	2,7	2,9	3,1
IV	Zona urbana en general, industrial o forestal	1,3	1,4	1,7	1,9	2,1	2,2	2,4	2,6
V	Centro de negocio de grandes ciudades, con profusión de edificios en altura	1,2	1,2	1,2	1,4	1,5	1,6	1,9	2,0

Tabla 11 – Coeficiente eólico en edificios de pisos (DB SEAE)

	Esbeltez en el plano paralelo al viento					
	< 0,25	0,50	0,75	1,00	1,25	≥ 5,00
Coeficiente eólico de presión, c_p	0,7	0,7	0,8	0,8	0,8	0,8
Coeficiente eólico de succión, c_s	-0,3	-0,4	-0,4	-0,5	-0,6	-0,7

La presión de cálculo del viento (q_e) ha sido determinado utilizando un coeficiente de exposición (C_e) de 1.6 para la altura media del módulo de 2.5m, y un coeficiente de presión (C_p) de 0.7. Ello resulta en una presión de cálculo de $q_e(2.5m) = 0.56 \frac{kN}{m^2}$.

$$q_e = 0.5 \frac{kN}{m^2} \cdot 1.6 \cdot 0.7 = 0.56 \frac{kN}{m^2}$$

Para un módulo de 12.0m de largo y 2.5m de altura expuesta, el área de barrido al viento es de $30 m^2$. Adoptando un coeficiente de fuerza (C_f) conservador de 1.5, adoptado para este tipo de estructuras a falta de un estudio detallado, la fuerza horizontal total del viento (F_{viento}) asciende a 25.2 kN.

$$F_{viento} = 0.56 \frac{kN}{m^2} \cdot 30 m^2 \cdot 1.5 = 25.2 kN$$

Aplicando esta fuerza a una altura de 1.25m (centroide de la superficie expuesta), el momento volcador resultante es:

$$M_{vuelco} = 25.2 kN \cdot 1.25m = 31.5 kNm.$$

- Determinación del Momento Estabilizador (M_{estab}):

El momento estabilizador es aportado por el peso propio total del módulo (cargas permanentes G_k), excluyendo la losa de cimentación, los elementos de hormigón en fachadas, la depuradora y el depósito de agua. El peso total de cargas permanentes sin mayorar se ha estimado en 56.06 kN.

Considerando un ancho de módulo de 2.4m, el momento estabilizador se calcula respecto al eje de giro en el borde del módulo:

$$M_{estab} = P_{total} \cdot \frac{Ancho}{2} = 56.06 \text{ kN} \cdot \frac{2.4\text{m}}{2} = 67.272 \text{ kNm}$$

- Verificación:

El Factor de Seguridad (FS) se calcula como la relación entre el momento estabilizador y el momento volcador:

$$FS = \frac{M_{estab}}{M_{vuelco}} = \frac{67.272 \text{ kNm}}{31.5 \text{ kNm}} \approx 2.13$$

Dado que el Factor de Seguridad calculado ($FS = 2.13$) es superior al Factor de Seguridad mínimo requerido ($FS \geq 1.5$), se verifica la estabilidad al vuelco del módulo prefabricado frente a las acciones de viento conforme a la normativa española vigente.

Conclusión:

El diseño del módulo prefabricado, con una altura de 2.5 metros y una composición ligera, cumple con la estabilidad al vuelco frente a las acciones de viento en las condiciones de emplazamiento consideradas.

1.2.8 CÁLCULO DE SOLDADURAS Y VERIFICACIONES

1.2.8.1 CÁLCULO DE SOLDADURAS Y VERIFICACIONES PARA UNIÓN VIGUETA A VIGA CON ENTALLADURA

Datos de la Unión y Esfuerzos a Transmitir:

- Vigüeta del Techo: Perfil IPE100.
 - Altura (h): 100 mm.
 - Espesor del alma (t_w): 4.1 mm.
 - Espesor del ala (t_f): 5.7 mm.
 - Ancho del ala (b_f): 55 mm.
 - Material: Acero S275JR ($f_y = 275 \frac{N}{mm^2}$, $f_u = 430 \frac{N}{mm^2}$).
- Viga Principal: Perfil IPE100 (12m).
 - Material: Acero S275JR.
- Esfuerzo Cortante de Diseño (V_{Ed}): Reacción de la vigüeta del techo (ya calculada).
 - $V_{Ed} = 5.076 \text{ kN} = 5076 \text{ N}$.

Concepto de Unión con Entalladura:

La vigueta IPE100 tendrá sus alas recortadas (entalladas) en el extremo de la unión para que el alma de la vigueta pueda soldarse directamente al alma de la viga principal IPE100. Esto asegura que los planos superiores e inferiores de la vigueta y la viga puedan quedar a la misma altura si se desea, o para simplificar la conexión.

Resistencia de Cálculo de la Soldadura por Unidad de Área ($f_{vw,d}$):

La resistencia de cálculo del material de soldadura por unidad de área es la misma que en cálculos anteriores:

$$f_{vw,d} = \frac{f_u}{\sqrt{3} \cdot \beta_w \cdot \gamma_{M2}} = \frac{430 \frac{N}{mm^2}}{\sqrt{3} \cdot 0.85 \cdot 1.25} \approx 233.95 \frac{N}{mm^2}$$

Cálculo de Soldaduras (Alma de Vigueta a Alma de Viga):

- Se aplicarán dos cordones de soldadura de filete, uno a cada lado del alma de la vigueta IPE100, uniendo el alma al alma de la viga principal.
- Longitud efectiva de soldadura (L_w): La altura del alma disponible para soldar tras recortar las alas de la vigueta es $h - 2 \cdot t_f = 100 \text{ mm} - 2 \cdot 5.7 \text{ mm} = 88.6 \text{ mm}$.

- $L_w = 2 \cdot 88.6 \text{ mm} = 177.2 \text{ mm}$.

- Espesor de Garganta Teórica Requerido (a_{req}):

$$a_{req} = \frac{V_{Ed}}{f_{vw,d} \cdot L_w} = \frac{5076 \text{ N}}{233.95 \frac{N}{mm^2} \cdot 177.2 \text{ mm}} \approx 0.122$$

- Verificación de las Dimensiones Mínimas de Soldadura:

- La pieza más delgada para unir es el alma de la vigueta IPE100

- $t_w = 4.1 \text{ mm}$

- El espesor de garganta teórica mínimo (a_{min}) para un cordón de filete es $0.7 \cdot s_{min}$. Para espesores de pieza entre 3 mm y 10 mm, $s_{min} = 3 \text{ mm}$.

$$a_{min} = 0.7 \cdot 3 \text{ mm} = 2.1 \text{ mm}.$$

- Conclusión para Soldadura: El espesor de garganta teórica requerido (0.083mm) es muy inferior al mínimo normativo (2.1mm). Por lo tanto, el diseño se rige por las dimensiones mínimas constructivas.

- Se adoptará una soldadura de filete con un tamaño de pata nominal de 3 mm.

- Esto implica un espesor de garganta teórica de 2,1 mm.

Verificaciones Adicionales para la Vigueta IPE100 con Entalladura:

Cuando se realiza una entalladura en la vigueta, es crucial verificar que la sección reducida de la vigueta no falle antes que la soldadura.

- Resistencia a Cortante de la Sección Neta del Alma Recortada:
 - El área de cortante del alma de la vigueta en la zona de la entalladura es:
 $A_v = (\text{Altura del alma} - \text{pérdida por recorte}) \cdot t_w$
 En este caso, la altura disponible es la misma que la de la soldadura (88.6 mm).
 - Resistencia a cortante de diseño del alma:

$$V_{pl,Rd} = \frac{A_v \cdot \left(\frac{f_y}{\sqrt{3}}\right)}{\gamma_{M0}} = \frac{(88.6 \text{ mm} \cdot 4.1 \text{ mm}) \cdot \left(\frac{275 \frac{N}{\text{mm}^2}}{\sqrt{3}}\right)}{1.0} \approx 57.67 \text{ kN}$$
 - Dado que $57.67 \text{ kN} > 5.076 \text{ kN}$, la sección reducida del alma de la vigueta es suficiente para resistir el cortante.

1.2.8.2 CÁLCULO DE SOLDADURAS Y VERIFICACIONES PARA UNIÓN VIGA A PILAR - CONEXIÓN DIRECTA Y CARTELAS

Datos de la Unión y Esfuerzos de Diseño (ELU):

- Viga: Perfil IPE100.
 - Altura (h): 100 mm.
 - Espesor del alma (t_w): 4.1 mm.
 - Espesor del ala (t_f): 5.7 mm.
 - Ancho del ala (b_f): 55 mm.
 - Material: Acero S275JR ($f_y = 275 \frac{N}{\text{mm}^2}$, $f_u = 430 \frac{N}{\text{mm}^2}$).
- Pilar: Perfil HEB100.
 - Espesor del alma (t_w): 6.0 mm.
 - Espesor del ala (t_f): 10.0 mm.
 - Material: Acero S275JR.
- Cartelas: 2 unidades, de 100x100x10mm de espesor.
- Esfuerzos de Diseño (de la Viga del Suelo):
 - Momento Flector Máximo Total de Diseño

$$M_{Ed,total} = 6.338 \text{ kNm} = 6.338 \cdot 10^6 \text{ Nmm}.$$
 - Esfuerzo Cortante Máximo Total de Diseño

$$V_{Ed,total} = 8.264 \text{ kN} = 8264 \text{ N}.$$

- Factores de Resistencia de Soldadura:

$$f_{vw,d} = 233.95 \frac{N}{mm^2}$$

Soldadura Directa: Alma del Pilar al Ala de la Viga

Esta soldadura se aplicaría donde el alma vertical del pilar (HEB100) se une con la superficie horizontal del ala de la viga (IPE100). Esto implica que la viga está apoyada sobre el pilar, y el pilar se alinea perpendicularmente a la viga.

- Geometría de la Unión: El alma del pilar se suelda al ala de la viga.
- Esfuerzo Por Transmitir: Esta soldadura principal tomaría el esfuerzo cortante de la viga ($V_{Ed} = 8264N$).

- Longitud de Soldadura (L_w): Se asume que la soldadura se ejecuta a lo largo del ancho del ala de la viga en ambos lados del alma del pilar:

$$L_w = 2 \cdot b_f = 2 \cdot 55mm = 110 mm$$

- Espesor de Garganta Teórica Requerido (a_{req}):

$$a_{req} = f_{vw,d} \cdot L_w \cdot V_{Ed} = 233.95 \frac{N}{mm^2} \cdot 110mm \cdot 8264 N \approx 0.32 mm$$

- Verificación de Dimensiones Mínimas de Soldadura:
 - La pieza más delgada para unir es el ala del IPE100 ($t_f = 5.7mm$).
 - Tamaño mínimo de la pata (s_{min}) para 5.7 mm es 3 mm.
 - Espesor de garganta teórica mínimo ($a_{min} = 0.7 \cdot 3mm = 2.1 mm$).
- Conclusión para esta Soldadura: Se adoptará una soldadura de filete de 3 mm de pata.

Soldaduras de las Cartelas (100x100x10mm)

Las dos cartelas (una en el lado superior de la viga y otra en el inferior) se utilizan para transferir las fuerzas axiales de tracción y compresión generadas por el momento flector en los patines de la viga al pilar, creando una unión rígida.

- Fuerza en Patín de Viga debido a Momento: La fuerza en cada patín del IPE100 debido al momento $M_{Ed,total}$ es aproximadamente:

$$F_{patin} = \frac{M_{Ed,total}}{(h_{IPE100} - t_{f,IPE100})} = \frac{6.338 \cdot 10^6 Nmm}{(100mm - 5.7mm)} \cdot \frac{1 kN}{1000 N} \approx 67.21 kN$$

- Soldadura entre Cartela y Ala de la Viga (IPE100):
 - Cada cartela se soldará al ala del IPE100 con una longitud de soldadura de 100 mm (el lado de la cartela).

- La pieza más delgada para unir es el ala del IPE100 (5.7 mm).
- Resistencia de una soldadura de filete de 3 mm de pata (2.1 mm de garganta) por 100 mm:

$$R_w = 2.1mm \cdot 100mm \cdot 233.95 N/mm^2 \approx 49.13kN.$$

$$49.13kN < 67.21kN$$

Una soldadura de filete de 3 mm de pata NO ES SUFICIENTE para transmitir la fuerza del patín sobre 100 mm.

- Espesor de Garganta Requerido:

$$a_{req} = 100mm \cdot \frac{233.95N}{mm} \cdot 267210N \approx 2.87mm.$$

$$\text{Esto requiere una pata de } s = \frac{a}{0.7} = \frac{2.87}{0.7} \approx 4.1mm.$$

- Conclusión: Se necesita al menos una soldadura de filete de 5 mm de pata (3.5 mm de garganta teórica) para cada lado de 100 mm de la cartela que se une al ala de la viga.
- Soldadura entre Cartela y Pilar (HEB100):
 - La cartela se soldará al pilar. La pata mínima de soldadura aquí también sería 3mm. Los cálculos serán similares, asegurando que la soldadura sea capaz de transmitir la fuerza de 67.21 kN al pilar. Una soldadura de 5mm de pata sería una buena elección.

1.2.8.3 CÁLCULO DE SOLDADURAS Y VERIFICACIONES PARA UNIÓN ENTRE EL PILAR Y LAS CARTELAS

Datos de la Unión y Esfuerzos a Transmitir:

- Cartelas: 2 unidades, triangulares cuyas dimensiones son 100x100x10mm.
- Pilar: Perfil HEB100.
- Fuerza a Transmitir por Cartela ($F_{cartela}$): Estas cartelas transfieren las fuerzas axiales (tracción/compresión) que se generan debido al momento flector en la unión. La fuerza en cada patín de la viga IPE100 (la cual se transfiere por la cartela) es:

$$F_{patin} = 67.21 kN = 67210 N$$

- Factores de Resistencia de Soldadura: Resistencia de cálculo por unidad de área:

$$f_{vw,d} = 233.95 N/mm^2.$$

Soldadura de Filete entre Cartela y Pilar (HEB100):

La cartela se soldará a la cara del patín del pilar HEB100. Se aplicarán cordones de soldadura de filete a lo largo de los lados de la cartela que se unen al pilar.

- Longitud Efectiva de Soldadura (L_w): La cartela es de 100x100mm. Asumiremos que se suelda a lo largo de un lado de 100 mm de la cartela al patín del pilar. Se realizarán dos cordones continuos, uno a cada lado de la cartela.

$$L_w = 2 \cdot 100mm = 200mm.$$

- Espesor de Garganta Teórica Requerido (a_{req}):

$$a_{req} = \frac{F_{patin}}{f_{vw,d} \cdot L_w} = \frac{67210N}{233.95 \frac{N}{mm^2} \cdot 200mm} \approx 1.436 mm$$

- Verificación de las Dimensiones Mínimas de Soldadura:
 - La pieza más delgada a unir es el ala del pilar HEB100 (10 mm) o la propia cartela (10 mm).
 - Según el Eurocódigo 3 (UNE-EN 1993-1-8, Tabla 4.4), para un espesor de la parte más delgada entre 3 mm y 10 mm, el tamaño mínimo de la pata de la soldadura (s_{min}) es 3 mm.
 - El espesor de garganta teórica mínimo (a_{min}) para una soldadura de filete estándar es $0.7 \cdot s_{min} = 0.7 \cdot 3 mm = 2.1 mm$.

Conclusión del Dimensionamiento de la Soldadura Cartela-Pilar:

El espesor de garganta teórica requerido (1.436mm) es menor que el espesor de garganta teórica mínimo requerido por normativa (2.1mm). Por lo tanto, el diseño se rige por las dimensiones mínimas constructivas.

- Se adoptará una soldadura de filete con un tamaño de pata nominal de 3 mm.
- Esto implica un espesor de garganta teórica de 2.1 mm.

Verificación de la resistencia de la soldadura adoptada:

La resistencia de diseño de la soldadura adoptada para los 200 mm de longitud es

$$R_{w,d} = a \cdot L_w \cdot f_{vw,d} = 2.1mm \cdot 200mm \cdot 233.95 \frac{N}{mm^2} = 98259N = 98.26 kN$$

Dado que $98.26kN > 67.21kN$, la soldadura es ampliamente suficiente para transmitir la fuerza.

1.2.8.4 SOLDADURA VIGUETAS DEL SUELO A VIGA LONGITUDINAL CON ENTALLADURA

Verificación del Esfuerzo de Diseño para las Viguetas del Suelo:

- Según cálculos previos, el Esfuerzo Cortante Máximo de Diseño (V_{Ed}) para la vigueta del suelo es de 12.247 kN.

Datos de la Unión y Esfuerzo a Transmitir:

- Vigueta del Suelo: Perfil IPE100
- Viga Longitudinal del Suelo: Perfil IPE100.
- Esfuerzo Cortante de Diseño (V_{Ed}) = 12.247 kN = 12247 N.
- Concepto de Unión: Entalladura en las alas de la vigueta IPE100, con soldadura del alma de la vigueta al alma de la viga.
- Factores de Resistencia de Soldadura: $f_{vw,d} = 233.95 \frac{N}{mm^2}$

Cálculo de Soldaduras (Alma de Vigueta a Alma de Viga):

- Se aplicarán dos cordones de soldadura de filete, uno a cada lado del alma de la vigueta IPE100.
- Longitud efectiva de soldadura (L_w): La altura efectiva del alma disponible para soldar tras recortar las alas de la vigueta es $h - 2 \cdot t_f = 100mm - 2 \cdot 5.7mm = 88.6mm$.

$$L_w = 2 \cdot 88.6 \text{ mm} = 177.2 \text{ mm}$$

- Espesor de Garganta Teórica Requerido (a_{req}):

$$a_{req} = f_{vw,d} \cdot L_w \cdot V_{Ed} = 233.95 \frac{N}{mm^2} \cdot 177.2mm \cdot 12247 \text{ N} \approx 0.296 \text{ mm}$$

- Verificación de las Dimensiones Mínimas de Soldadura:
 - La pieza más delgada a unir es el alma de la vigueta IPE100 ($t_w=4.1mm$).
 - El espesor de garganta teórica mínimo (a_{min}) para un cordón de filete es $0.7 \cdot s_{min}$. Para espesores de pieza entre 3 mm y 10 mm, $s_{min} = 3 \text{ mm}$.

$$a_{min} = 0.7 \cdot 3mm = 2.1 \text{ mm}$$

Conclusión del Dimensionamiento de la Soldadura:

El espesor de garganta teórica requerido (0.296mm) es muy inferior al mínimo normativo (2.1mm). Por lo tanto, el diseño se rige por las dimensiones mínimas constructivas.

- Se adoptará una soldadura de filete con un tamaño de pata nominal de 3 mm.
- Esto implica un espesor de garganta teórica de 2.1 mm.

A pesar del mayor esfuerzo cortante en el suelo, las dimensiones mínimas de la soldadura (dictadas por la normativa para asegurar la calidad de la soldadura) siguen siendo suficientes para resistir las cargas. Esto es una ventaja, ya que simplifica la fabricación al usar el mismo tamaño de soldadura.

Verificaciones Adicionales:

- Resistencia a Cortante de la Sección Neta del Alma Recortada de la Vigueta:
 - La resistencia a cortante de diseño del alma de la vigueta IPE100 con alas recortadas es de 57.67kN.
 - Dado que $57.67\text{kN} > 12.247\text{kN}$, la sección reducida del alma de la vigueta es más que suficiente para resistir el cortante.

1.2.8.5 RESUMEN DE DIMENSIONAMIENTO DE SOLDADURAS POR UNIÓN

Los cálculos de soldadura se han evaluado siguiendo los principios del Eurocódigo 3 (UNE-EN 1993-1-8), considerando la resistencia del acero S275JR y aplicando los tamaños mínimos de soldadura cuando las cargas de diseño son menores que la capacidad del cordón mínimo. El tamaño de pata nominal es el valor especificado para la soldadura, y la garganta teórica es el espesor efectivo usado en los cálculos ($a = 0.7 \cdot s$).

Tabla 12 – Resumen de Soldadura (Elaborado por mi)

Unión	Tipo de Unión	Perfiles involucrados	Tipo de Soldadura	Tamaño de Pata Nominal	Longitud de Cordón	Observaciones
Vigueta del Techo a Viga Longitudinal del Techo	Articulada	IPE100 (Vigueta) a IPE100 (Viga)	Filete	3 mm	2x90 mm	Vigueta entallada
Viga Longitudinal del Techo a Pilar	Rígida	IPE100 (Viga) a HEB100 (Pilar)	Filete	3 mm (directa) /5mm (cartelas)	2x55mm Cartela: 2x100 mm	Pilar entallado
Pilar a Viga Inferior Longitudinal del Suelo	Rígida	HEB100 (Pilar) a IPE100 (Viga)	Filete	3 mm (directa) /5mm (cartelas)	2x80mm Cartela: 2x100 mm	Pilar entallado
Viguetas del Suelo a Viga Longitudinal del Suelo	Articulada	IPE100 (Vigueta) a IPE100 (Viga)	Filete	3 mm	2x90mm	Vigueta entallada
Vigueta a Pilar	Articulada	IPE100 (Vigueta) a HEB100 (Pilar)	Filete	3 mm	2x90mm	Vigueta entallada

Nota General: La elección de soldaduras de 3 mm de pata para muchos puntos se debe a que, para las cargas de tu módulo y las propiedades del acero S275JR, el requisito de tamaño mínimo de soldadura del Eurocódigo 3 (para asegurar la correcta fusión y calidad del cordón) es a menudo mayor que el tamaño teóricamente necesario para resistir las fuerzas. Las soldaduras de 5 mm de pata se especifican donde la carga (especialmente el momento) sí requiere un tamaño superior al mínimo.

1.2.9 SELECCIÓN DE BOMBA DE AGUA

Para garantizar un suministro de agua adecuado y constante en el módulo prefabricado, se procede al cálculo y selección de la bomba de agua necesaria. Este proceso considera los parámetros clave de caudal, altura manométrica total, tipo de bomba, consumo eléctrico y nivel de ruido.

El objetivo es determinar la altura manométrica total (H_{total}) que la bomba debe vencer, la cual se compone de la altura geométrica, la presión mínima requerida en los puntos de consumo y las pérdidas de carga en la instalación.

Cálculo de la Altura Manométrica Total (H_{total})

La fórmula general para la altura manométrica total es:

$$H_{total} = \text{Altura geométrica} + \text{Presión mínima requerida} + \text{Pérdida de carga}$$

- Altura geométrica (H_{geo}): Esta representa la diferencia de nivel entre el punto más bajo de succión del agua y el punto más alto de impulsión (consumo) en la instalación.
 - Altura de succión (desde el fondo del tanque hasta el nivel del suelo): 2,0 m
 - Altura de impulsión (desde el nivel del suelo hasta la ducha, el punto más alto): 2,2 m
 - Por lo tanto, la altura geométrica total es: $H_{geo} = 2,0 \text{ m} + 2,2 = 4,2 \text{ m}$
- Presión mínima requerida (P_{req}): Para asegurar un funcionamiento óptimo de los aparatos sanitarios y electrodomésticos, se establece una presión mínima de entre 2,5 bar y 3,0 bar. Se considera el valor de 2,5 bar para el cálculo, lo que equivale aproximadamente a 25 m.c.a. (metros de columna de agua).

$$P_{req} \approx 25 \text{ m. c. a.}$$

- Pérdida de carga (H_{perd}): Las pérdidas de carga en una instalación hidráulica se producen como consecuencia de la fricción del agua al circular por el interior de las tuberías, así como por la presencia de elementos singulares como codos, válvulas, uniones, filtros y accesorios. En el caso del módulo prefabricado planteado, se trata de una red compacta, pero con varios puntos de consumo lo que implica múltiples tramos de conducción con cambios de dirección y regulación.

Para una instalación de estas características con un desarrollo lineal estimado de unos 15 a 20 metros de tubería en total (considerando ida y retorno), tubería de diámetro reducido ($\varnothing 25 \text{ mm}$), y varios accesorios, se adopta una pérdida de carga total de 8 m.c.a. (metros de columna de agua). Este valor es una estimación conservadora y estándar para redes compactas con uso doméstico, y recoge tanto las pérdidas continuas (fricción) como las pérdidas singulares (elementos de paso).

Este enfoque permite simplificar los cálculos sin comprometer la seguridad ni el dimensionado, siendo una práctica habitual en fases preliminares de diseño cuando no se dispone aún de un esquema detallado con longitudes y diámetros exactos.

Sumando estos componentes, la altura manométrica total requerida para la bomba es:

$$H_{total} = 4,2 \text{ m (altura geométrica)} + 25 \text{ m (presión requerida)} + 8 \text{ m (pérdida de carga)}$$

$$H_{total} = 37,2 \text{ m}$$

Se establece un rango objetivo para la altura manométrica de la bomba entre 35 m.c.a. y 40 m.c.a., lo que hace que un valor de 37,2 m sea perfectamente adecuado.

Verificación de Presión Máxima:

Es fundamental asegurar que la presión de trabajo en la instalación no supere los límites de seguridad de los componentes. La presión máxima en la instalación no debe sobrepasar 500 kPa, lo que equivale a aproximadamente 50,95 m.c.a. Dado que la altura manométrica calculada (37,2 m.c.a.) es inferior a este límite, la instalación cumple con las condiciones de seguridad frente a sobrepresiones.

Criterios de Selección de la Bomba:

Para la elección final de la bomba, se buscará un equipo que cumpla con los requisitos de caudal necesario para los puntos de consumo simultáneos, la altura manométrica calculada, que ofrezca un bajo nivel de sonoridad para el confort del usuario y que sea energéticamente eficiente, optimizando el uso de la energía generada por las placas solares.

Considerando estos criterios, se pueden elegir bombas de tipo sumergible con presostato o centrífuga con variador de velocidad.

1.2.10 CÁLCULOS DE FONTANERÍA

Para el diseño de la instalación de suministro de agua del módulo prefabricado, es fundamental determinar los caudales de diseño y los diámetros de las tuberías para asegurar un suministro adecuado y una presión mínima en todos los puntos de consumo. Este dimensionamiento se basa en el caudal instantáneo mínimo de cada aparato y en la aplicación de coeficientes de simultaneidad, conforme a la normativa vigente.

Tabla 13 - caudales instantáneos mínimos de agua fría y ACS por tipo de aparato (DB HS-4)

Tipo de aparato	Caudal instantáneo mínimo de agua fría [dm ³ /s]	Caudal instantáneo mínimo de ACS [dm ³ /s]
Lavamanos	0,05	0,03
Lavabo	0,10	0,065
Ducha	0,20	0,10
Bañera de 1,40 m o más	0,30	0,20
Bañera de menos de 1,40 m	0,20	0,15
Bidé	0,10	0,065
Inodoro con cisterna	0,10	-
Inodoro con fluxor	1,25	-
Urinarios con grifo temporizado	0,15	-
Urinarios con cisterna (c/u)	0,04	-
Fregadero doméstico	0,20	0,10
Fregadero no doméstico	0,30	0,20
Lavavajillas doméstico	0,15	0,10
Lavavajillas industrial (20 servicios)	0,25	0,20
Lavadero	0,20	0,10
Lavadora doméstica	0,20	0,15
Lavadora industrial (8 kg)	0,60	0,40
Grifo aislado	0,15	0,10
Grifo garaje	0,20	-
Vertedero	0,20	-

Caudales Instantáneos Mínimos por Aparato

La tabla siguiente detalla los caudales instantáneos mínimos considerados para cada aparato sanitario en el módulo, diferenciando entre agua fría (AF) y agua caliente sanitaria (ACS), según valores estándar para instalaciones domésticas:

Tabla 14 - caudales instantáneos mínimos de agua fría y ACS en el módulo

Nº	APARATO	Caudal instantáneo mínimo de agua fría (dm ³ /s)	Caudal instantáneo mínimo de ACS (dm ³ /s)
1	Lavabo	0.1	0.065
1	Ducha	0.2	0.1
1	Inodoro	0.1	-----
1	Fregadero doméstico	0.2	0.1
1	Lavadora doméstica	0.2	0.15
1	Grifo Aislado	0.15	0.1
Suma: -----	-----	0.95 l/s	0.515 l/s

La suma de los caudales instantáneos mínimos de agua fría es de 0,95 l/s, y para agua caliente sanitaria es de 0,515 l/s.

Caudal Total de Consumo Instantáneo Mínimo (Q_{TOTAL}) y Caudal de Diseño (Q_C)

El caudal total de consumo instantáneo mínimo del módulo es la suma de los caudales de agua fría y caliente:

$$Q_{TOTAL} = AFQ_T + ACSQ_T = 1.465 \text{ l/s}$$

Dado que es improbable que todos los aparatos se utilicen simultáneamente a su caudal máximo, se aplica una fórmula de simultaneidad para obtener el caudal de diseño (Q_C) o caudal en el tramo inicial de la red. Esta fórmula se utiliza cuando el caudal total de consumo instantáneo (Q_{TOTAL}) es inferior a 20 l/s y los caudales mínimos individuales (Q_{min}) son inferiores a 0,5 l/s, condiciones que se cumplen en esta instalación. La fórmula empírica empleada es:

Tabla 15 – Suministro de Agua (DB HS-4)

Tipo de Edificación	$Q_t > 20 \text{ l/s}$	$Q_t \leq 20 \text{ l/s}$		
		Si todo $Q_{min} < 0,5 \text{ l/s}$	Si algún $Q_{min} \geq 0,5 \text{ l/s}$	
			$Q_t \leq 1 \text{ l/s}$	$Q_t > 1 \text{ l/s}$
Edificios de viviendas	$Q_C = 1,7 \times (Q_t)^{0,21} - 0,7$	$Q_C = 0,682 \times (Q_t)^{0,45} - 0,14$	$Q_C = Q_t$	$Q_C = 1,7 \times (Q_t)^{0,21} - 0,7$
Edificios de oficinas, estaciones, aeropuertos	$Q_C = 0,4 \times (Q_t)^{0,54} + 0,48$			
Edificios de hoteles, discotecas, museos	$Q_C = 1,08 \times (Q_t)^{0,5} - 1,83$	$Q_C = 0,698 \times (Q_t)^{0,5} - 0,12$	$Q_C = Q_t$	$Q_C = (Q_t)^{0,366}$
Edificios de centros comerciales	$Q_C = 4,3 \times (Q_t)^{0,27} - 6,65$			
Edificios de hospitales	$Q_C = 0,25 \times (Q_t)^{0,65} + 1,25$			

Tipo de Edificación	$Q_t > 20 \text{ l/s}$	$Q_t \leq 20 \text{ l/s}$	
		$Q_t \leq 1,5 \text{ l/s}$	$Q_t > 1,5 \text{ l/s}$
Edificios de escuelas, polideportivos	$Q_C = -22,5 \times (Q_t)^{-0,5} + 11,5$	$Q_C = Q_t$	$Q_C = 4,4 \times (Q_t)^{0,27} - 3,41$

Donde:

Q_t es el caudal total instalado (suma de los caudales mínimos de cada aparato Q_{min} según la tabla 2.1 del DB HS4)

Q_C es el caudal simultáneo o de cálculo

$$Q_C = 1,7 \times (Q_T)^{0,21} - 0,7 = 1,7 \times (1.465)^{0,21} - 0,7 = 1.14 \text{ l/s}$$

Cálculo del diámetro interior de la tubería para red principal y derivaciones:

El diámetro interior de la tubería se calcula a partir del caudal de diseño (Q_C) y una velocidad máxima de flujo recomendada para evitar ruidos y erosión en las tuberías, que en instalaciones domésticas suele ser de 2,5 m/s. La relación entre caudal, velocidad y diámetro de una tubería viene dada por la ecuación de continuidad. Despejando el diámetro (D):

$$D = \sqrt{\frac{4000 \cdot Q}{\pi \cdot v}} = \sqrt{\frac{4000 \cdot 1.14}{\pi \cdot 2.5}} = 24.11 \text{ mm}$$

El diámetro interior calculado para la red principal es de aproximadamente 24 mm.

Considerando los diámetros comerciales de tuberías y para garantizar una buena operatividad con un margen de seguridad frente a futuras demandas o pequeñas pérdidas de carga no consideradas, se utilizará un diámetro nominal de 25 mm para la red principal y 25 mm para las derivaciones a los aparatos. Esta práctica es habitual en el diseño de instalaciones para asegurar la disponibilidad y presión del agua.

Presión Mínima Requerida

Según la normativa (CTE DB HS 4), la presión mínima que debe garantizarse en cualquier punto de consumo para un correcto funcionamiento de los aparatos es de 1 bar. El sistema deberá ser capaz de mantener esta presión una vez superadas las pérdidas de carga y la altura geométrica, como ya se justificó en el cálculo de la bomba de agua.

1.2.11 CÁLCULO DE EVACUACIÓN DE AGUAS PLUVIALES

La correcta evacuación de las aguas pluviales de la cubierta del módulo es fundamental para garantizar la estanqueidad, la durabilidad de los materiales y la seguridad de la estructura, evitando la acumulación de agua. El sistema de drenaje se ha diseñado para manejar los caudales de lluvia extremos, conforme a la normativa y la intensidad pluviométrica de la ubicación del proyecto.

Datos de Diseño:

- Superficie de Cubierta (Área A): 28.8 m^2 (dimensiones de $12.0\text{m} \times 2.4\text{m}$).
- Ubicación: España
- Intensidad Pluviométrica de Diseño (i): Para un periodo de retorno de 10 años, se adopta una intensidad de 150 mm/h (0.0025 L/s)
- Coeficiente de Escorrentía (C): Para la cubierta plana de panel sándwich metálico, $C=0.90$.
- Sistema de Recogida: Canalones perimetrales y 1 único bajante.

Cálculo de Caudal de Diseño: El caudal total de agua de lluvia a evacuar se determina mediante la fórmula:

$$Q_{total} = i \cdot A \cdot C$$
$$Q_{total} = 0.0025 \frac{L}{s} \cdot 28.8 m^2 \cdot 0.9 = 0.0648 L/s$$

Dado que se ha previsto un único bajante, este deberá evacuar el caudal total:

$$Q_{bajante} = \frac{0.0648 L/s}{1} = 0.0648 L/s.$$

Dimensionamiento de Elementos de Drenaje:

- Bajantes:
 - Para un caudal de 0.0648 L/s, se selecciona un bajante de DN80 (80 mm). Este diámetro estándar es ampliamente capaz de evacuar el caudal de diseño de forma eficiente y segura.
- Canales:
 - Los canales deberán recoger el agua de toda la superficie de la cubierta y dirigirla eficientemente hacia el único bajante. Para el caudal total de 0.0648L/s, se propone un sistema de canales prefabricados de sección rectangular de 120x100 mm con una pendiente longitudinal mínima del 0.5% (5 mm por metro) que garantice el flujo adecuado del agua hacia el punto de desagüe. La configuración de la cubierta debe asegurar que no existan zonas de acumulación o estancamiento de agua.

Conclusión: El sistema de evacuación de aguas pluviales, compuesto por canales y 1 bajante DN80, está dimensionado para manejar el caudal de diseño de la cubierta plana del módulo en las condiciones de lluvia intensa de España. Es fundamental un diseño de pendientes en cubierta y canales que asegure la correcta conducción de todo el volumen de agua hacia el único punto de desagüe, garantizando la funcionalidad y la estanqueidad del sistema.

1.2.12 DEPURADORA DE AGUAS RESIDUALES

Para el tratamiento de las aguas residuales domésticas generadas, se ha seleccionado una estación depuradora de oxidación total compacta: el modelo ACO ROX 5 D1.7. Este sistema está diseñado específicamente para el tratamiento de aguas residuales domésticas mediante un proceso de oxidación total, lo que garantiza un alto rendimiento de depuración y cumple con la normativa vigente.

Descripción del Equipo:

La depuradora ACO ROX 5 D1.7 es una solución compacta y prefabricada, fabricada en plástico reforzado con fibra de vidrio (GRP), lo que le confiere durabilidad y resistencia. Su formato es vertical y está diseñada para instalación enterrada.



Las dimensiones principales del equipo son:

- Largo (L): 1740 mm
- Ancho (A): 1678 mm
- Alto (H): 1573 mm
- Peso: 86 kg

Figura 11 – Imagen de la depuradora ACO ROX 5 D1.7 (Ficha técnica del modelo)

Cuenta con conexiones de entrada y salida de diámetro DN110, y dos tapas de acceso al interior de Ø567 mm, fabricadas en polietileno, para facilitar la instalación y el mantenimiento. La potencia total instalada es de 0,039 kW, lo que se traduce en un bajo consumo eléctrico.

Capacidad y Áreas de Aplicación:

Este modelo está diseñado para el tratamiento de aguas residuales de 5 usuarios, con una demanda hidráulica de 0,75 m³/día. Es ideal para su aplicación en pequeñas y medianas comunidades o edificaciones unifamiliares/multifamiliares que requieran un sistema de depuración autónomo.

Proceso de Funcionamiento:

El sistema opera mediante las siguientes etapas principales:

1. Desbaste: Aunque opcional para poblaciones pequeñas debido a la variabilidad del influente, esta etapa inicial intercepta los sólidos gruesos mediante una reja a la entrada del equipo, a menudo con un filtro de 10 mm de paso. Para optimizar el rendimiento y la vida útil del equipo, se recomienda instalar un decantador previo.
2. Oxidación Biológica: En el reactor biológico se produce la descomposición de la materia orgánica. Este proceso se lleva a cabo gracias a la aportación de aire mediante compresores y a la proliferación de microorganismos aerobios. Los

difusores de aire de burbuja fina (entre 1-3 mm) garantizan una aportación eficiente de oxígeno.

3. Decantación: Los lodos resultantes de la descomposición de la materia orgánica se sedimentan en el decantador por gravedad. Para mantener la eficiencia del proceso, los lodos decantados son recirculados de nuevo al reactor biológico mediante un sistema Air-lift.

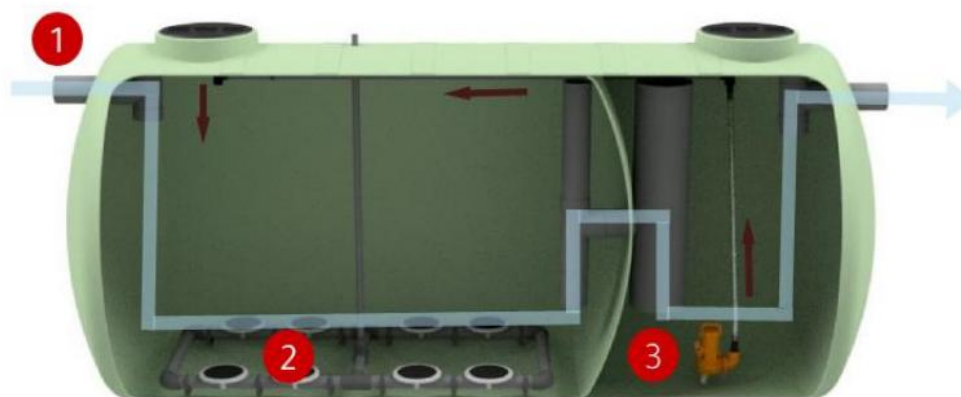


Figura 12 – Etapas de la depuración (Ficha técnica del modelo)

Calidad del Efluente y Rendimiento de Depuración:

El equipo está diseñado para tratar aguas residuales con una composición de entrada típica de DBO5: 400 ppm, DQO: 600 ppm, y SS: 450 ppm.

El rendimiento de depuración es elevado, cumpliendo con los estándares de calidad de efluente exigidos por normativas como el RD 509/1996 y la norma UNE-EN 12566-321.

Las calidades de efluente garantizadas son:

- DBO5: <10mg/l (Reducción del 95%)
- DQO: <50mg/l (Reducción del 89%)
- SS (Sólidos en Suspensión): <10mg/l (Reducción del 96%)

Este sistema representa una solución eficiente y fiable para el tratamiento in situ de aguas residuales domésticas, adaptándose a las necesidades de pequeñas y medianas instalaciones.

1.2.13 SISTEMA ELÉCTRICO Y ENERGÍA AUTÓNOMA

1.2.13.1 CONSUMO ELÉCTRICO

El perfil de consumo eléctrico diario se ha estimado basándose en un uso típico y eficiente para una vivienda u oficina modular compacta, buscando un equilibrio entre el confort del usuario y la optimización de los recursos energéticos. La tabla siguiente detalla la potencia de cada dispositivo y las horas de uso estimadas, resultando en un consumo total diario:

Tabla 16 – Consumo eléctrico diario total (elaborado por mi)

Nº	DISPOSITIVO	POTENCIA (W)	HORAS/DIA	CONSUMO (Wh/día)
6	Luces LED	10	5	300
1	NEVERA	80	24	1920
1	BOMBA DE AGUA	200	3	600
1	CARGADOR PORTÁTIL	30	3	90
1	MICROONDAS	800	0.5	400
2	TV	100	3	600
1	PC	60	4	240
2	VENTILADOR	50	6	600
1	LAVADORA	1500	1	1500
1	CALENTADOR DE AGUA	2000	1	2000
1	DEPURADORA DE OXIDACION TOTAL	80	24	1920
1	OTROS	200	1	200
	-----	-----	-----	-----
TOTAL-	-----	-----	-----	10370 Wh/día

El consumo eléctrico total diario estimado para el módulo es de 10,37 KWh/día

1.2.13.2 DIMENSIONAMIENTO DE LAS PLACAS SOLARES

Para determinar la potencia de los paneles solares necesaria, se divide el consumo eléctrico diario entre las Horas Solares Pico (HSP) promedio de la ubicación. Considerando que el módulo podría ubicarse en una zona como Alicante, se estiman 5 horas pico de sol al día:

$$\text{Potencia de paneles requerida} = \frac{\text{Consumo eléctrico diario}}{\text{Horas Solares Pico}}$$

$$\text{Potencia de paneles requerida} = \frac{10370 \frac{\text{Wh}}{\text{día}}}{5 \text{ h}} = 2074 \text{ W}$$

Utilizando paneles fotovoltaicos de 400 W de potencia nominal:

$$n^{\circ} \text{ de paneles} = \frac{2074 \text{ W}}{400 \text{ W}} = 5.185 \text{ paneles}$$

Para asegurar un suministro energético fiable y compensar diversas pérdidas de rendimiento inherentes a los sistemas fotovoltaicos, como las debidas a la temperatura de los paneles, la suciedad, las sombras parciales, las pérdidas por cableado y la eficiencia del inversor, se redondea el número de paneles al alza. Por lo tanto, se seleccionarán 6 paneles. Este ligero sobredimensionamiento (de 5,2 a 6 paneles) ayuda a garantizar que el sistema pueda cubrir la demanda incluso en condiciones de menor rendimiento o durante periodos de consumo ligeramente superior al estimado.

1.2.13.3 DIMENSIONAMIENTO DE LA BATERÍA

Para la autonomía del sistema, se desea que la batería pueda proporcionar energía durante 2 días sin aporte solar.

- Consumo eléctrico diario: $10370 \frac{\text{Wh}}{\text{día}}$
- Autonomía deseada: 2 días
- $\text{Capacidad de batería requerida} = \text{Consumo eléctrico diario} \cdot \text{Días de autonomía}$
- $\text{Capacidad de batería requerida} = 10370 \frac{\text{Wh}}{\text{día}} \cdot 2 \text{ días} = 20740 \text{ Wh}$

Se ha seleccionado una batería de litio de alta eficiencia, con un voltaje de 48 V y una capacidad de 10,65 KWh (10650 Wh) por módulo.

Para cumplir con la capacidad requerida, se conectarán 2 baterías en paralelo:

- $\text{Capacidad total de las baterías} = 2 \cdot 10650 \frac{\text{Wh}}{\text{batería}} = 21300 \text{ Wh}$

Esta configuración proporciona una capacidad total de 21300 Wh, lo que es ligeramente superior a la demanda de dos días (20740 Wh), garantizando así más de 2 días de autonomía para el módulo.

1.2.13.4 ELECCIÓN DEL INVERSOR

La potencia del inversor debe ser capaz de soportar la suma de las potencias de los dispositivos que puedan funcionar simultáneamente. Considerando el escenario de mayor consumo simultáneo:

- Calentador de agua: 2000 W
- Lavadora: 1500 W
- Depuradora de Oxidación Total: 1920 W
- Bomba de Agua: 200 W
- Otros: 200W

Suma de potencias simultáneas = $2000 + 1500 + 1920 + 200 + 200 = 5820 \text{ W}$

Dado que un inversor no puede operar al 100% de su capacidad nominal de forma continua y para soportar posibles picos de arranque (especialmente de motores como el de la lavadora o la bomba), se aplica un coeficiente de seguridad del 30%.

- Potencia del inversor requerida = $5820 \text{ W} \cdot 1,30 = 7566 \text{ W}$

Por lo tanto, se elegirá un inversor de 8000 W, de onda pura, para soportar de forma segura los picos de potencia y garantizar el correcto funcionamiento de todos los aparatos electrónicos sensibles

1.3 ANEXOS

1.3.1 BIBLIOGRAFÍA

La bibliografía consultada para la elaboración del presente Trabajo de Fin de Grado incluye las siguientes normativas, documentos técnicos de referencia y material de apoyo:

- **Código Técnico de la Edificación (CTE) y Documentos Básicos (DBs):**

Código Técnico de la Edificación (CTE).

Documento Básico SE-AE: Seguridad Estructural - Acciones en la edificación

Documento Básico SE: Seguridad Estructural.

Documento Básico SE-A Acero: Seguridad Estructural - Acero.

Documento Básico HS 4: Salubridad.

Documento Básico SU: Seguridad de Utilización y Accesibilidad.

Documento Básico HE: Ahorro de Energía.

- **Reglamentos y Leyes Españolas:**

Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (REBT).

Ministerio de Fomento. Ley 38/1999, de 5 de noviembre, de Ordenación de la Edificación (LOE).

Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales. Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.

Ministerio de la Presidencia. Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.

- **Normas Europeas (UNE-EN):**

UNE-EN 1990. Eurocódigo 0: Bases de proyecto de estructuras.

UNE-EN 1993. Eurocódigo 3: Proyecto de estructuras de acero (Partes específicas como 1-1: Reglas generales y para edificios; 1-8: Diseño de uniones).

UNE-EN 10025. Productos laminados en caliente de aceros estructurales.

UNE-EN 12566-3. Pequeñas instalaciones de depuración de aguas residuales para poblaciones de hasta 50 habitantes equivalentes. Parte 3: Estaciones depuradoras de aguas residuales domésticas prefabricadas.

UNE-EN 12210. Resistencia a la carga del viento. Clasificación.

- **Software y Materiales de Curso:**

Material de la asignatura "Diseño de Estructuras y Construcciones Industriales".

Material de la asignatura "Elasticidad y Teoría de Estructuras".

Material de la asignatura "Resistencia de Materiales".

Autodesk Advance Steel (Software de modelado 3D BIM).

CYPE Ingenieros, S.A. (Arquímedes).

Microsoft Excel (Hoja de cálculo para cálculos auxiliares).

- **Páginas web:**

<https://spassio.com/es/requisitos-transporte-con-exito-casas-modulares/>

<https://www.youtube.com/@LaMentedelLobo/videos>

<https://www.aksohaus.ee/en/modular-house-transportation-and-transportation-survey/>

<https://casasprefabricadascofitor.com/catalogo/Cofitor-casas-prefabricadas-a-medida.pdf>

<https://www.certicalia.com/blog/permisos-para-poner-una-casa-prefabricada>

<https://www.fotocasa.es/fotocasa-life/sector/que-permisos-necesitas-para-instalar-una-casa-prefabricada-en-un-terreno/>

<https://atlandixgroup.com/2024/11/12/guia-para-construir-casas-prefabricadas-en-espana/>

<https://www.idealista.com/news/inmobiliario/vivienda/2021/04/21/790091-permisos-y-licencias-para-construir-una-casa-prefabricada-en-espana>

<https://lercasa.com/casas-prefabricadas/>

<https://www.archdaily.pe/pe/963294/arquitectura-construida-en-fabricas-10-casas-prefabricadas-y-sus-detalles-constructivos>

<https://casacontainer.info/oficina-container/>

<https://es.statista.com/estadisticas/1004390/generacion-solar-fotovoltaica-en-espana/>

- **Fichas Técnicas Específicas de Productos:**

- ACO. Ficha Técnica Depuradora ACO ROX 5 D1.7.

1.3.2 FICHA TÉCNICA DE DEPURADORA ACO ROX 5 D1.7

DEP. AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS ROX 5 D1.7

Estación de tratamiento de aguas residuales domésticas tipo ACO ROX 5 D1.7 mediante un sistema de oxidación total fabricado en plástico reforzado con fibra de vidrio (GRP), en formato vertical para instalación enterrada. Con capacidad de tratamiento para 5 usuarios y una demanda hidráulica de 0,75 m³/día, de elevado rendimiento de depuración cumpliendo el RD 509/1996 y la norma UNE-EN 12566-3. Solución formada por 1 equipo compacto de dimensiones 1740mm de largo, 1678mm de ancho y 1573mm de alto. Con conexión de entrada y salida DN110 y con 2 tapas de acceso al interior del equipo de dimensiones Ø567mm realizadas en polietileno. Potencia total instalada: 0,039kW. Peso: 86kg.
Código:OPK00939

Beneficios

- Depuradora compacta.
- Fácil instalación y mantenimiento.
- Bajo consumo eléctrico.



Características

Áreas de aplicación

- Equipo de tratamiento de aguas residuales domésticas mediante oxidación en pequeñas y medianas comunidades.

Desbaste (Recomendado)

- Fabricado en GRP.
- Filtro con un paso de 10 mm.

Reactor

- Eliminación de la materia orgánica y los nutrientes.
- Aportación de aire mediante compresor/es.
- Difusores de aire de burbuja fina entre 1-3 mm.

Clarificador

- Recirculación de lodos mediante Air-lift.

Potencia instalada 0,039kW

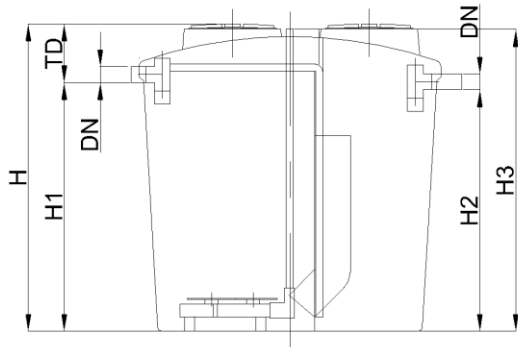
Calidades del efluente

- DBO5 (mg/l) <10
- DQO (mg/l) <50
- SS (mg/l) <10

Reducción

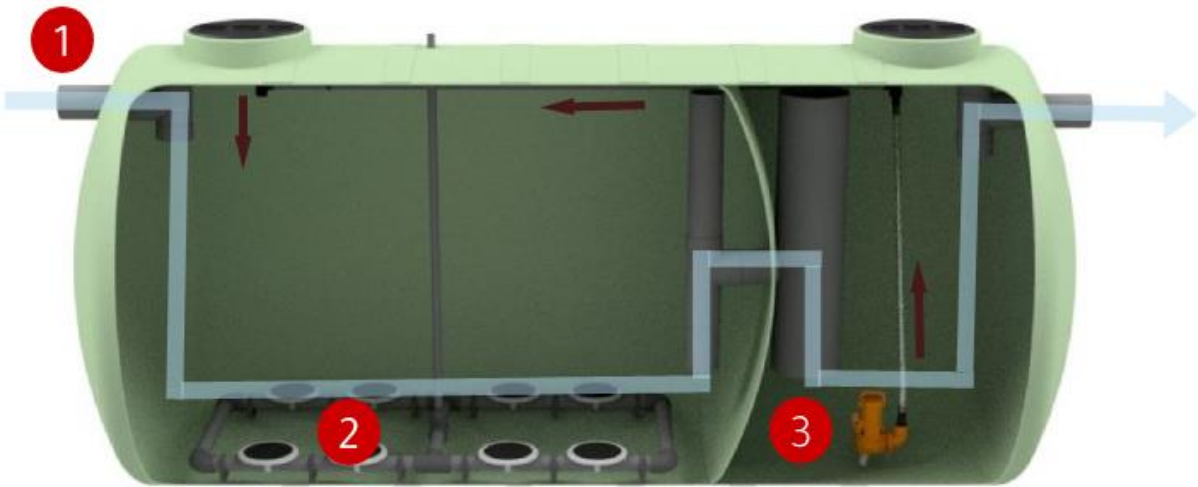
- DBO5 (%) = 95
- DQO (%) = 89
- SS (%) = 96
- Los equipos se han diseñado para tratar las aguas residuales con la siguiente composición: DBO5: 400ppm, DQO: 600ppm, SS: 450ppm

Modelo		HE	Demanda hidráulica (m³/día)			Peso (kg)			
ROX 5		5	0,75			86			
L (mm)	A (mm)	H (mm)	H1 (mm)	H2 (mm)	H3 (mm)	TD (mm)	DN	DN2	
1740	1678	1573	1210	1160	1516	363	110	5	



Etapas de funcionamiento:

- 1- Desbaste (recomendado): Los sólidos gruesos que arrastra el agua son interceptados por una reja a la entrada del equipo. Para poblaciones pequeñas, debido a la gran variabilidad del influente, se recomienda instalar un decantador previo.
- 2- Oxidación biológica: En el reactor biológico tiene lugar la descomposición biológica de la materia orgánica gracias a la aportación de aire y a la generación de microorganismos aerobios.
- 3- Decantación: Los lodos resultantes de la descomposición de la materia orgánica son tranquilizados, depositándose en el interior del decantador. Los lodos decantados se recirculan de nuevo al reactor por air-lift.



2. PLANOS

2.1 VISTA ISOMÉTRICA

2.2 DISPOSICIÓN DE ELEMENTOS

2.3 ALZADO – PLANTA – PERFIL

2.4 PERFILES

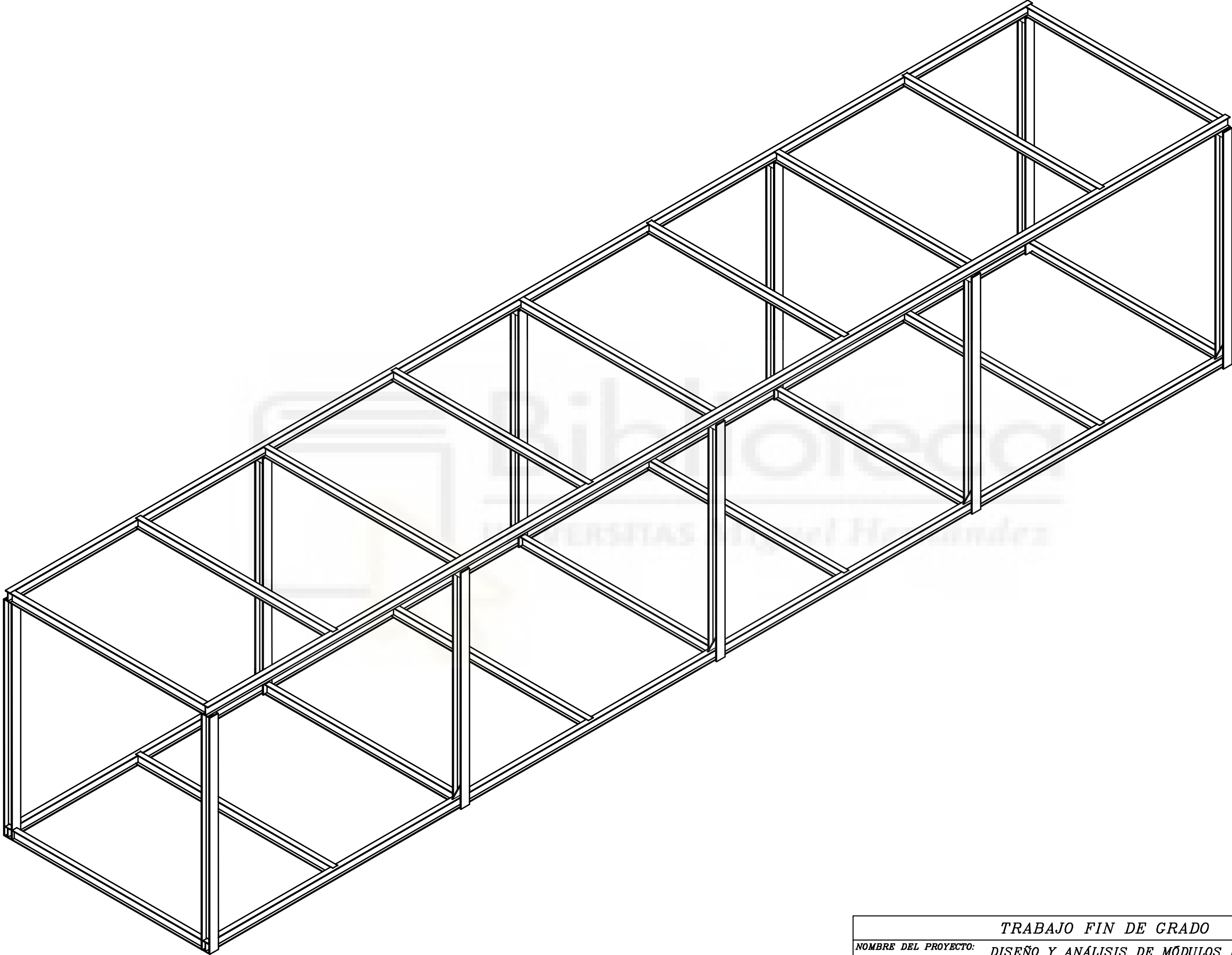
2.5 DETALLE UNIONES

2.6 SOLDADURAS

2.7 PLANO MÓDULO – VIVIENDA

2.8 PLANO MÓDULO - OFICINA





TRABAJO FIN DE GRADO		
NOMBRE DEL PROYECTO: DISEÑO Y ANÁLISIS DE MÓDULOS PREFABRICADOS PARA OFICINAS Y VIVIENDAS: UNA ALTERNATIVA A LA CONSTRUCCIÓN TRADICIONAL		COTAS EN MM
	NOMBRE DE PLANO: VISTA ISOMÉTRICA	ESCALA: 1:3
	DISEÑADOR: RIDA BELHADI BENSLIMANE	FECHA: 15/07/2025
	PLANO Nº: 001	FORMATO: A3

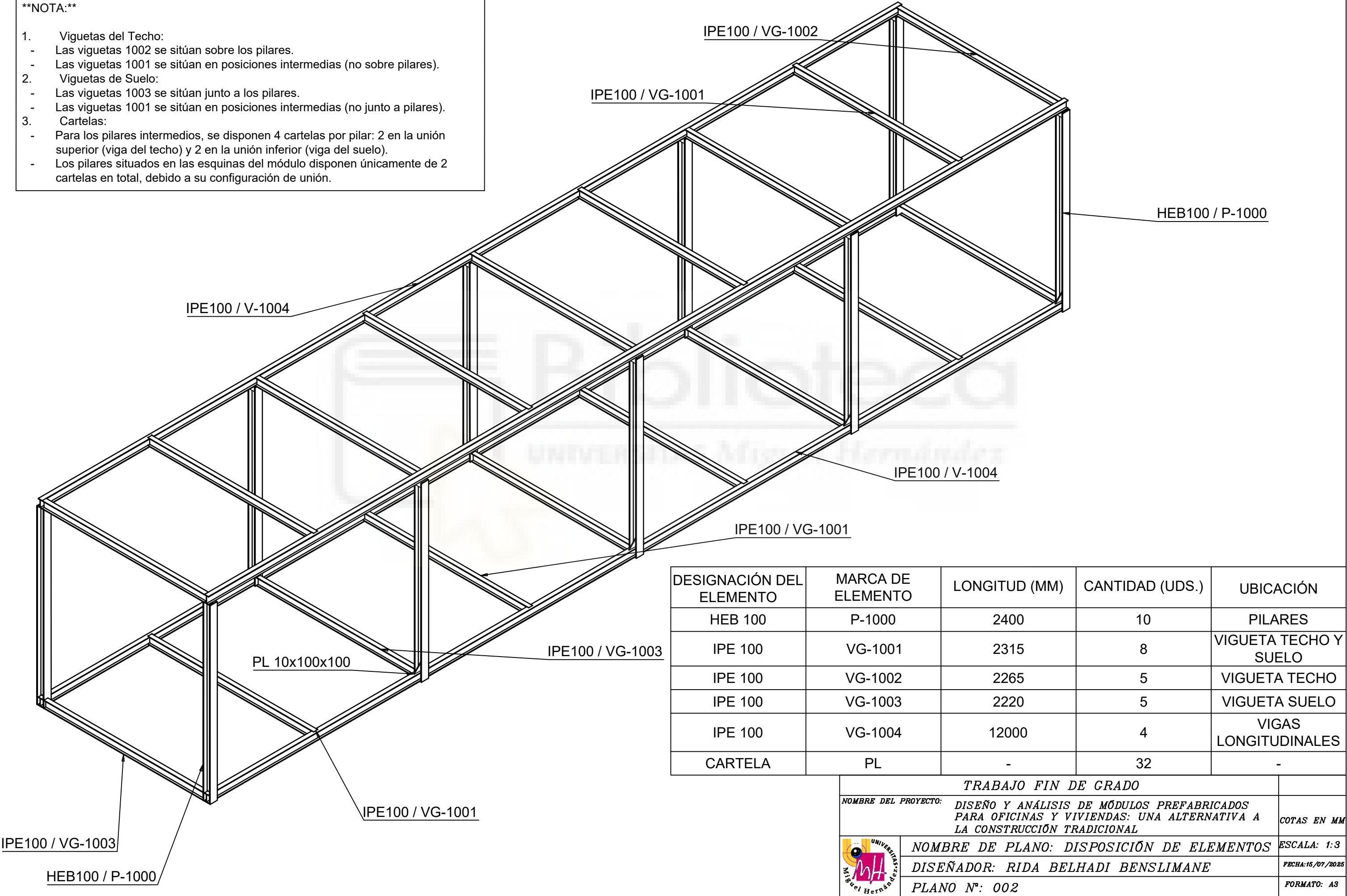
****NOTA:****

1. Viguetas del Techo:
- Las viguetas 1002 se sitúan sobre los pilares.

- Las viguetas 1001 se sitúan en posiciones intermedias (no sobre pilares).
2. Viguetas de Suelo:
- Las viguetas 1003 se sitúan junto a los pilares.

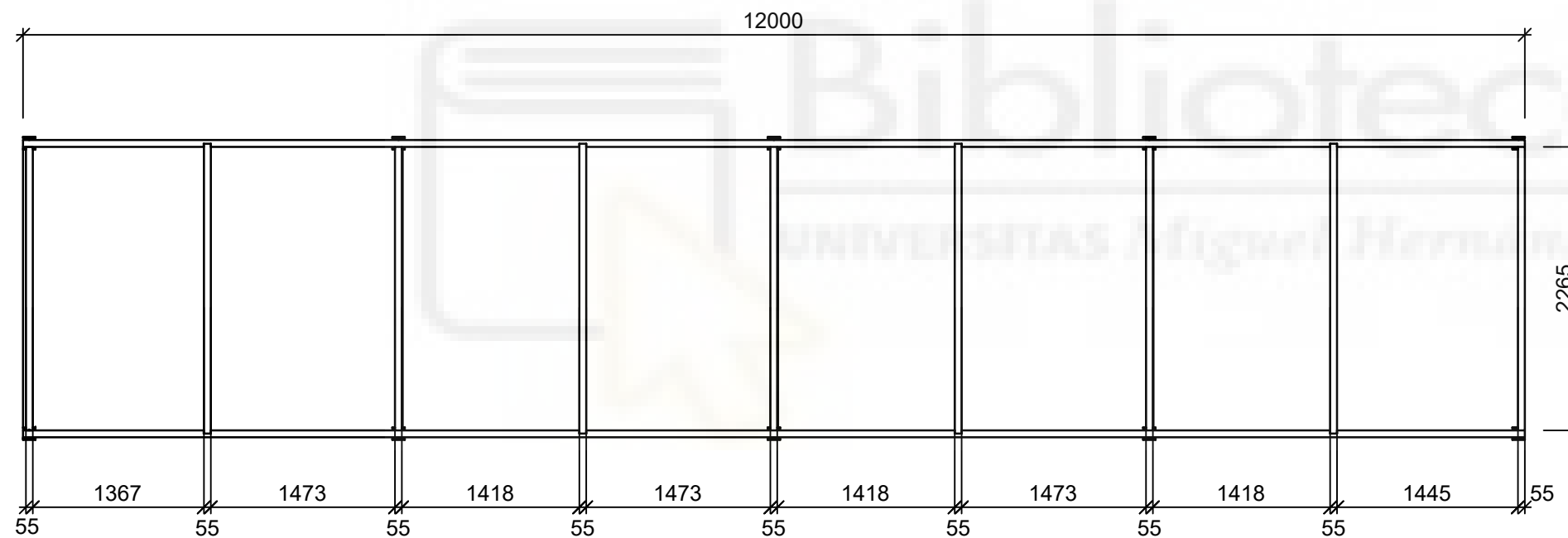
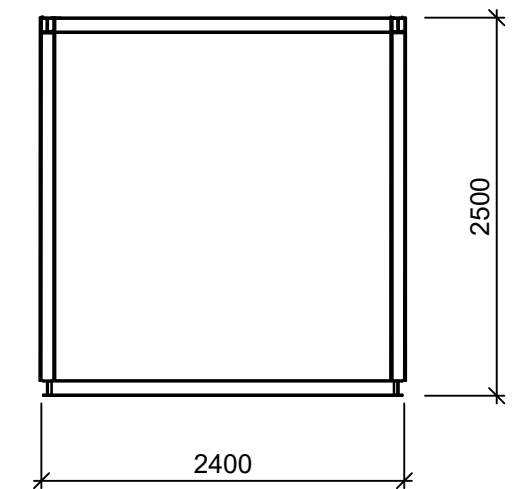
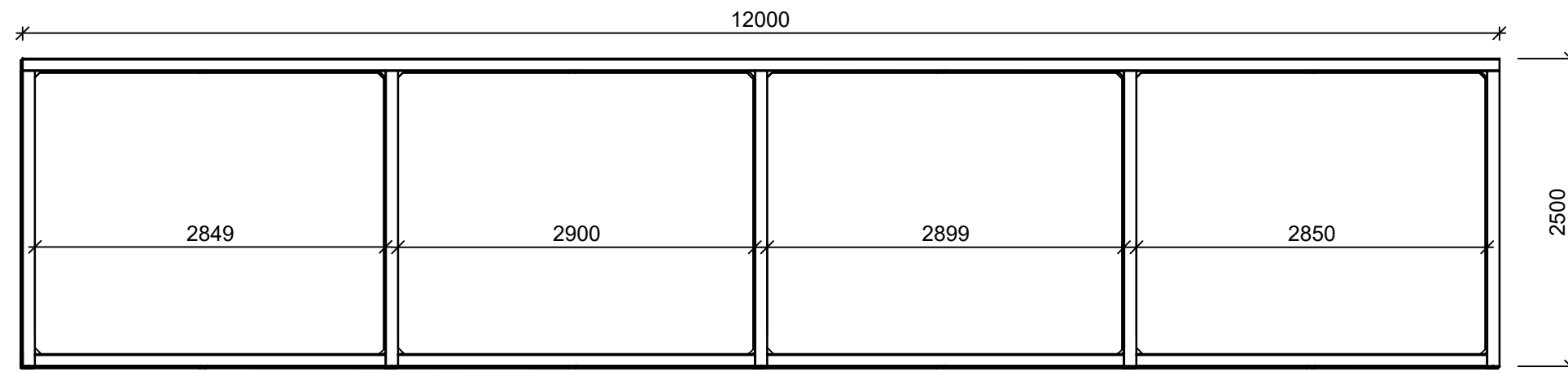
- Las viguetas 1001 se sitúan en posiciones intermedias (no junto a pilares).
3. Cartelas:
- Para los pilares intermedios, se disponen 4 cartelas por pilar: 2 en la unión superior (viga del techo) y 2 en la unión inferior (viga del suelo).

- Los pilares situados en las esquinas del módulo disponen únicamente de 2 cartelas en total, debido a su configuración de unión.



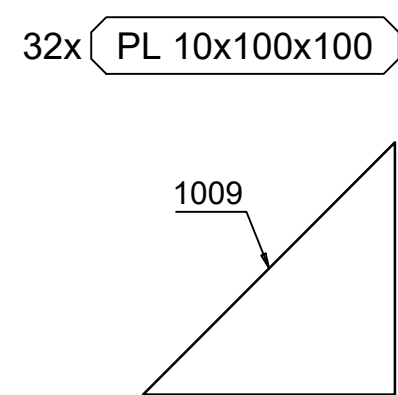
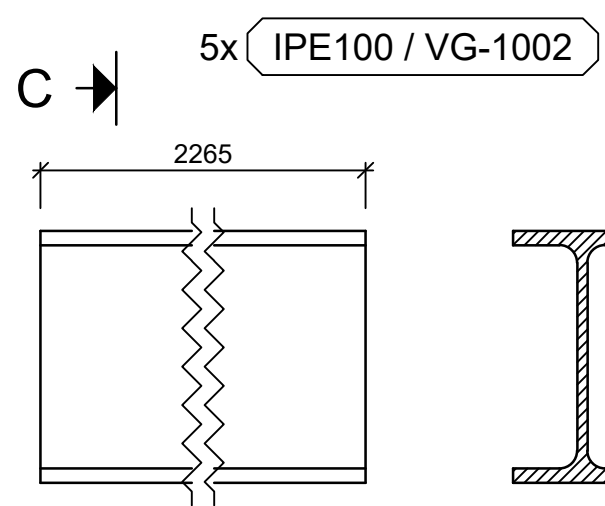
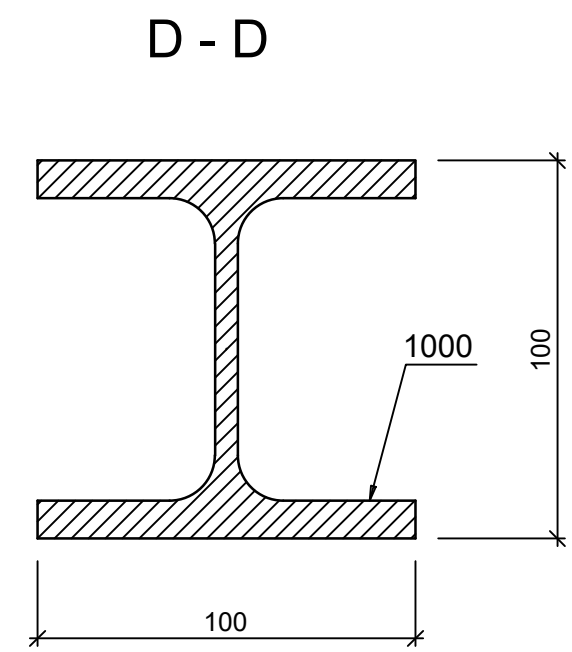
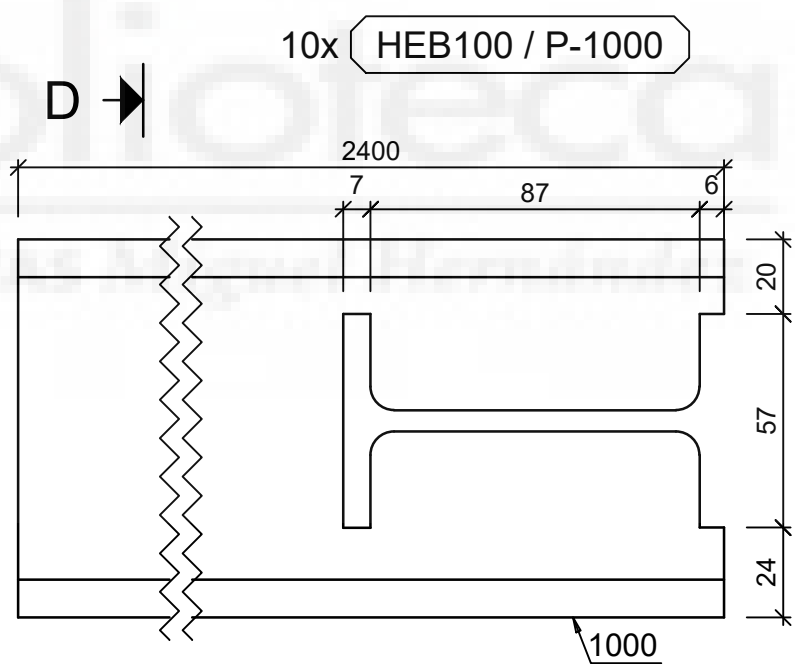
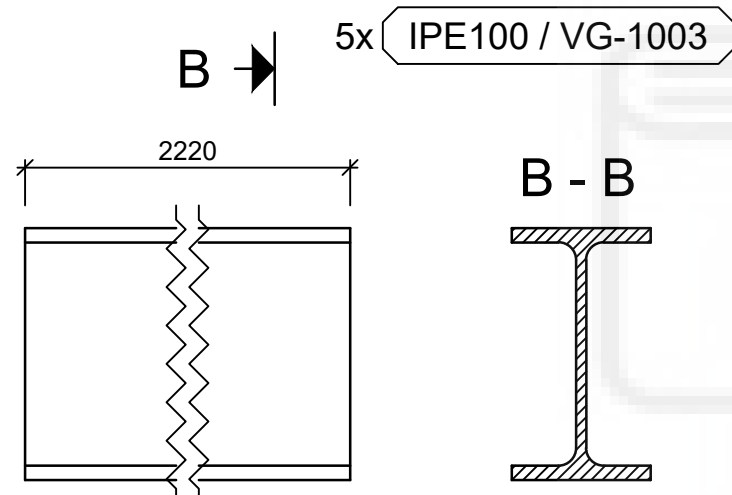
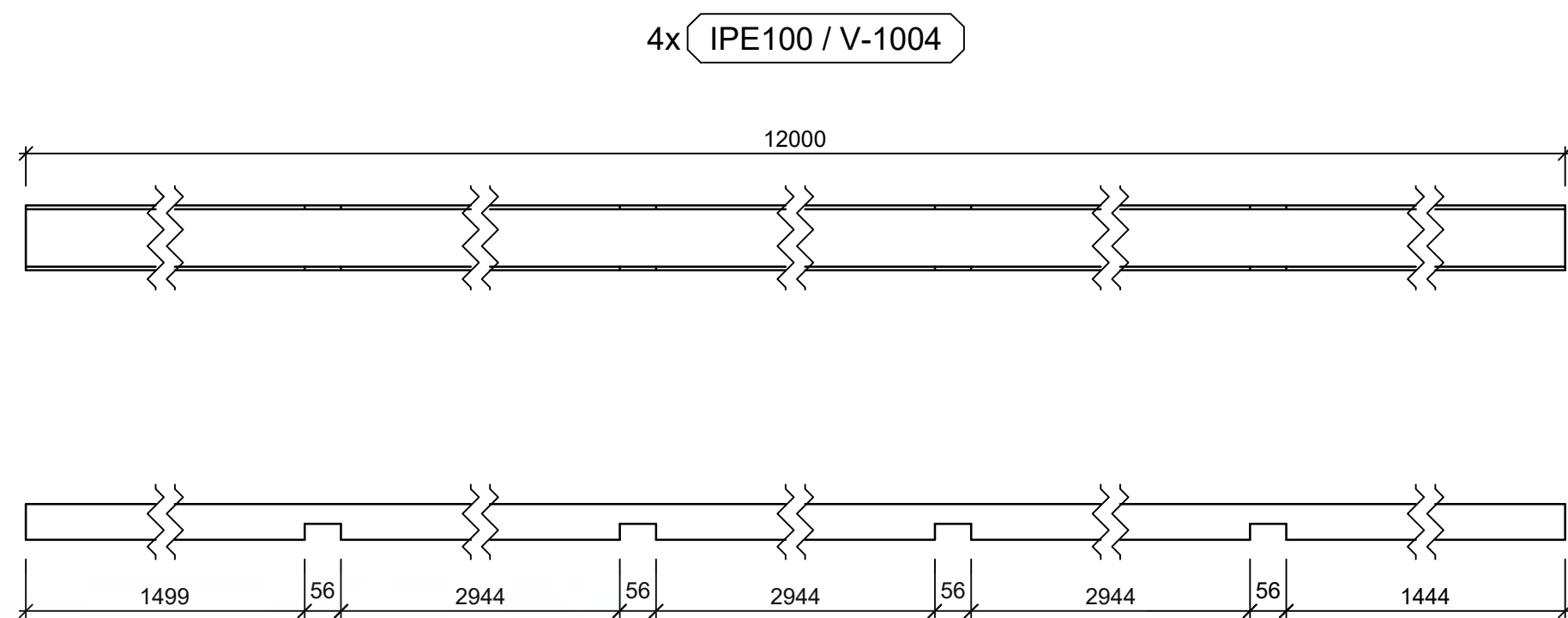
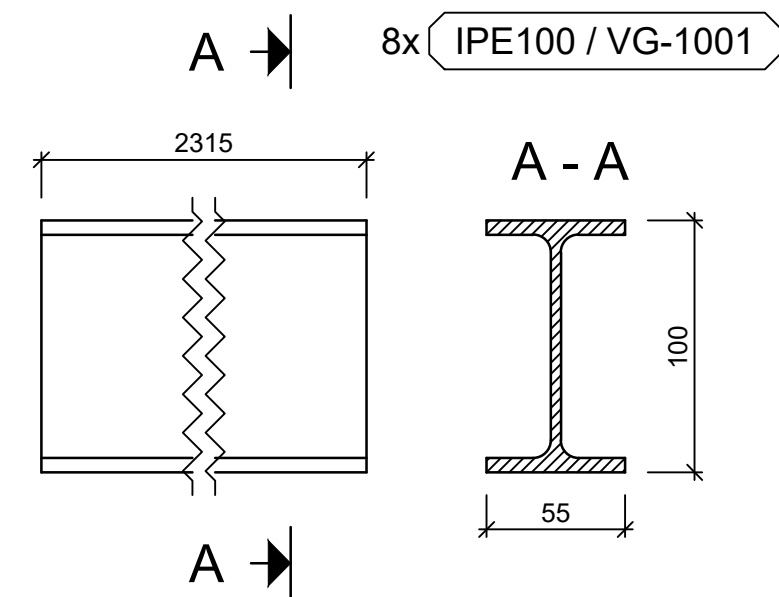
DESIGNACIÓN DEL ELEMENTO	MARCA DE ELEMENTO	LONGITUD (MM)	CANTIDAD (UDS.)	UBICACIÓN
HEB 100	P-1000	2400	10	PILARES
IPE 100	VG-1001	2315	8	VIGUETA TECHO Y SUELO
IPE 100	VG-1002	2265	5	VIGUETA TECHO
IPE 100	VG-1003	2220	5	VIGUETA SUELO
IPE 100	VG-1004	12000	4	VIGAS LONGITUDINALES
CARTELA	PL	-	32	-

TRABAJO FIN DE GRADO		
NOMBRE DEL PROYECTO: DISEÑO Y ANÁLISIS DE MÓDULOS PREFABRICADOS PARA OFICINAS Y VIVIENDAS: UNA ALTERNATIVA A LA CONSTRUCCIÓN TRADICIONAL		COTAS EN MM
	NOMBRE DE PLANO: DISPOSICIÓN DE ELEMENTOS	ESCALA: 1:3
	DISEÑADOR: RIDA BELHADI BENSLIMANE	FECHA:15/07/2025
	PLANO Nº: 002	FORMATO: A3



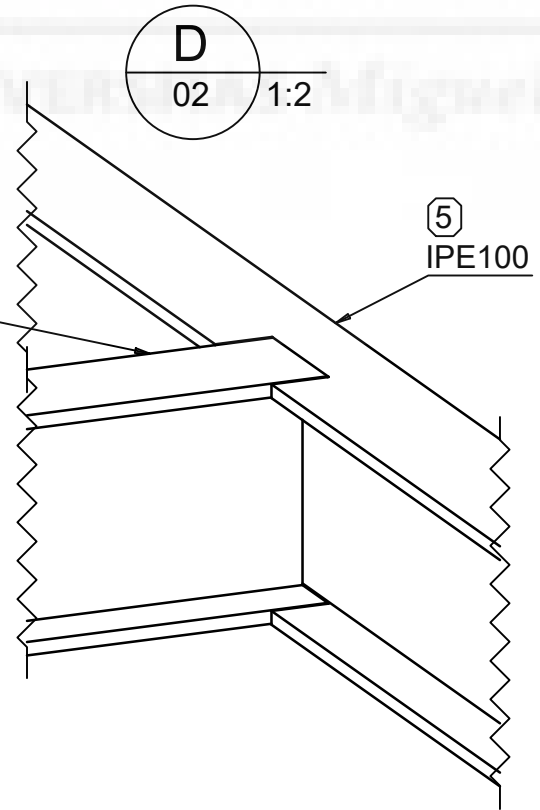
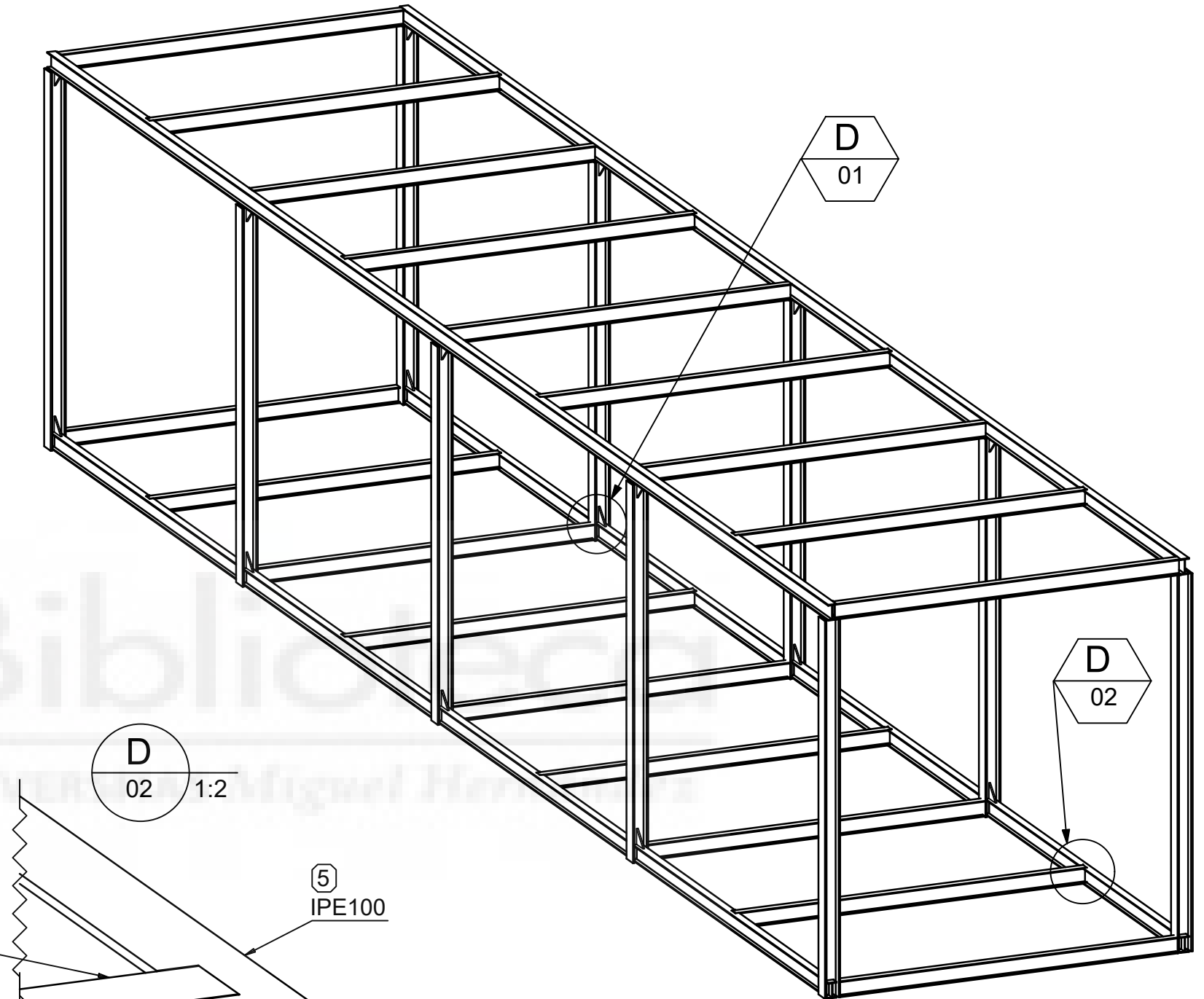
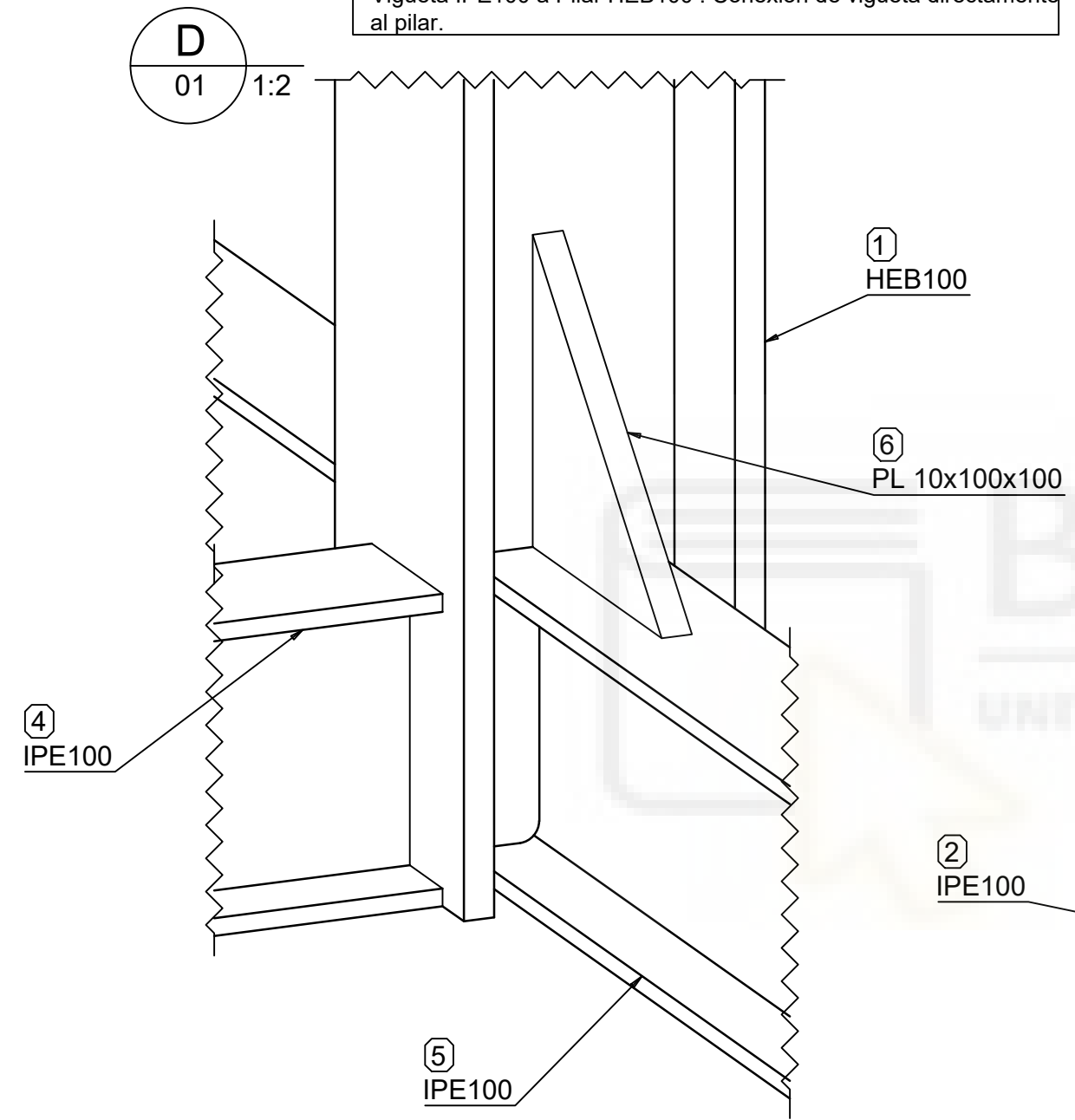
Todas las dimensiones y especificaciones aquí indicadas son de diseño. Para la fabricación y montaje, deberán seguirse los planos de taller específicos y las instrucciones de la dirección facultativa.

TRABAJO FIN DE GRADO	
NOMBRE DEL PROYECTO: DISEÑO Y ANÁLISIS DE MÓDULOS PREFABRICADOS PARA OFICINAS Y VIVIENDAS: UNA ALTERNATIVA A LA CONSTRUCCIÓN TRADICIONAL	COTAS EN MM
	NOMBRE DE PLANO: ALZADO – PLANTA – PERFIL
	DISEÑADOR: RIDA BELHADI BENSLIMANE
	PLANO N°: 003
ESCALA: 1:50	
FECHA: 15/07/2025	
FORMATO: A3	



TRABAJO FIN DE GRADO		
NOMBRE DEL PROYECTO: DISEÑO Y ANÁLISIS DE MÓDULOS PREFABRICADOS PARA OFICINAS Y VIVIENDAS: UNA ALTERNATIVA A LA CONSTRUCCIÓN TRADICIONAL		COTAS EN MM
	NOMBRE DE PLANO: PERFILES	ESCALA: 1:10 / 1:3 / 1:2
	DISEÑADOR: RIDA BELHADI BENSLIMANE	FECHA: 15/07/2025
	PLANO N°: 004	FORMATO: A3

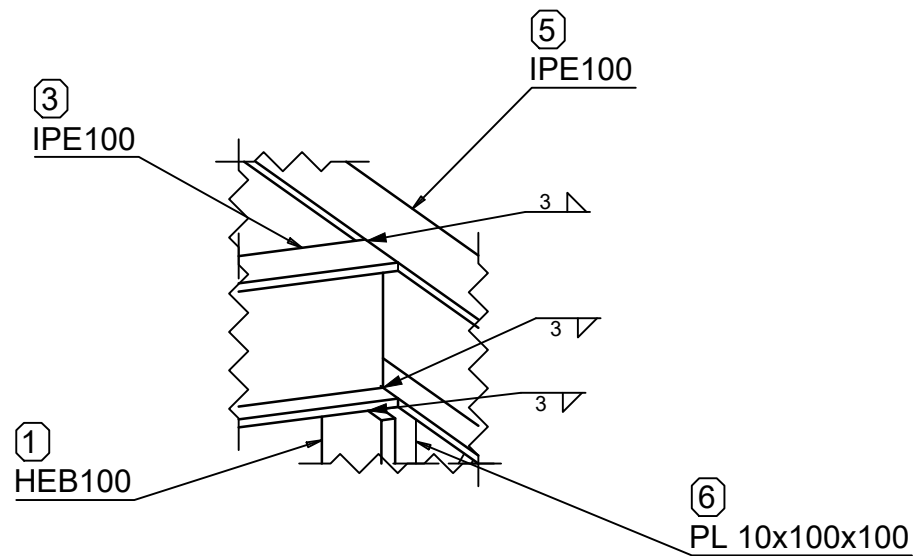
****Nota****
Detalle de unión D01:
Pilar HEB100 a Viga IPE100 : Conexión directa del pilar entallado a la viga, rigidizada con cartelas .
Vigueta IPE100 a Pilar HEB100 : Conexión de vigueta directamente al pilar.



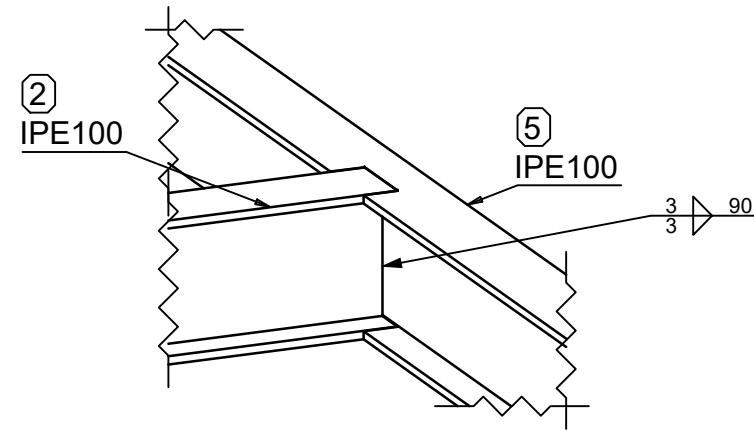
****Nota****
Detalle de unión D02:
Vigueta IPE100 a Viga IPE100 : Conexión de vigueta entallada directamente a la viga.

Todos los tipos de uniones detallados en el plano se repiten de forma idéntica en todas las conexiones con características geométricas y de esfuerzos similares, salvo indicación expresa en contrario.

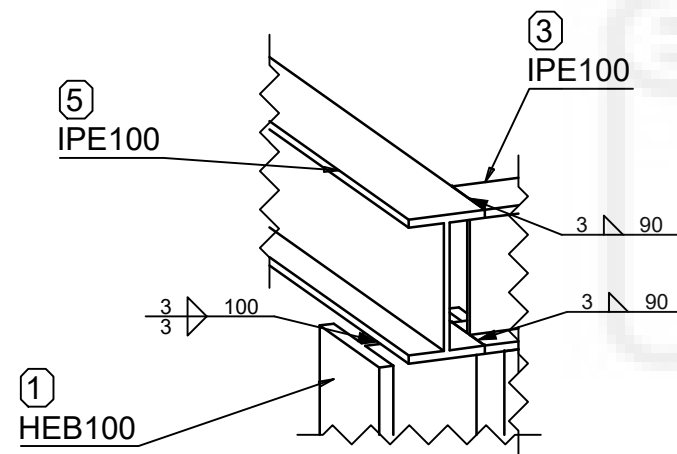
TRABAJO FIN DE GRADO		
NOMBRE DEL PROYECTO: DISEÑO Y ANÁLISIS DE MÓDULOS PREFABRICADOS PARA OFICINAS Y VIVIENDAS: UNA ALTERNATIVA A LA CONSTRUCCIÓN TRADICIONAL		COTAS EN MM
	NOMBRE DE PLANO: DETALLE UNIONES	ESCALA: 1:2/1:3
	DISEÑADOR: RIDA BELHADI BENSLIMANE	FECHA:15/07/2025
	PLANO N°: 005	FORMATO: A3



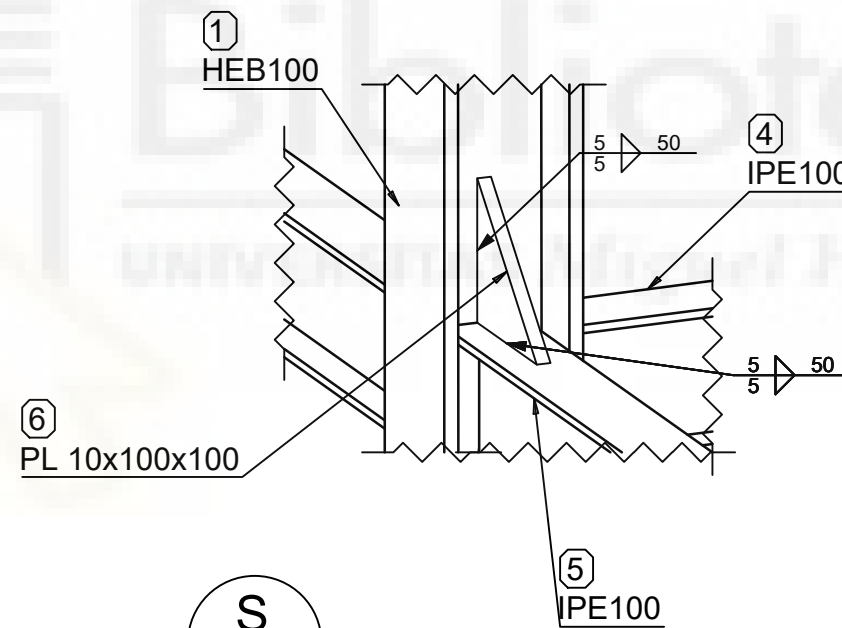
S
01
1:5



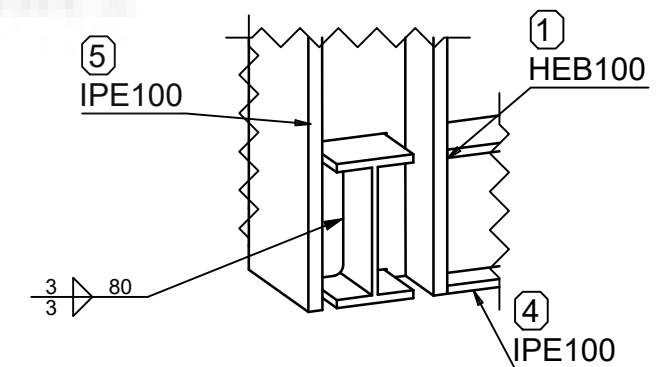
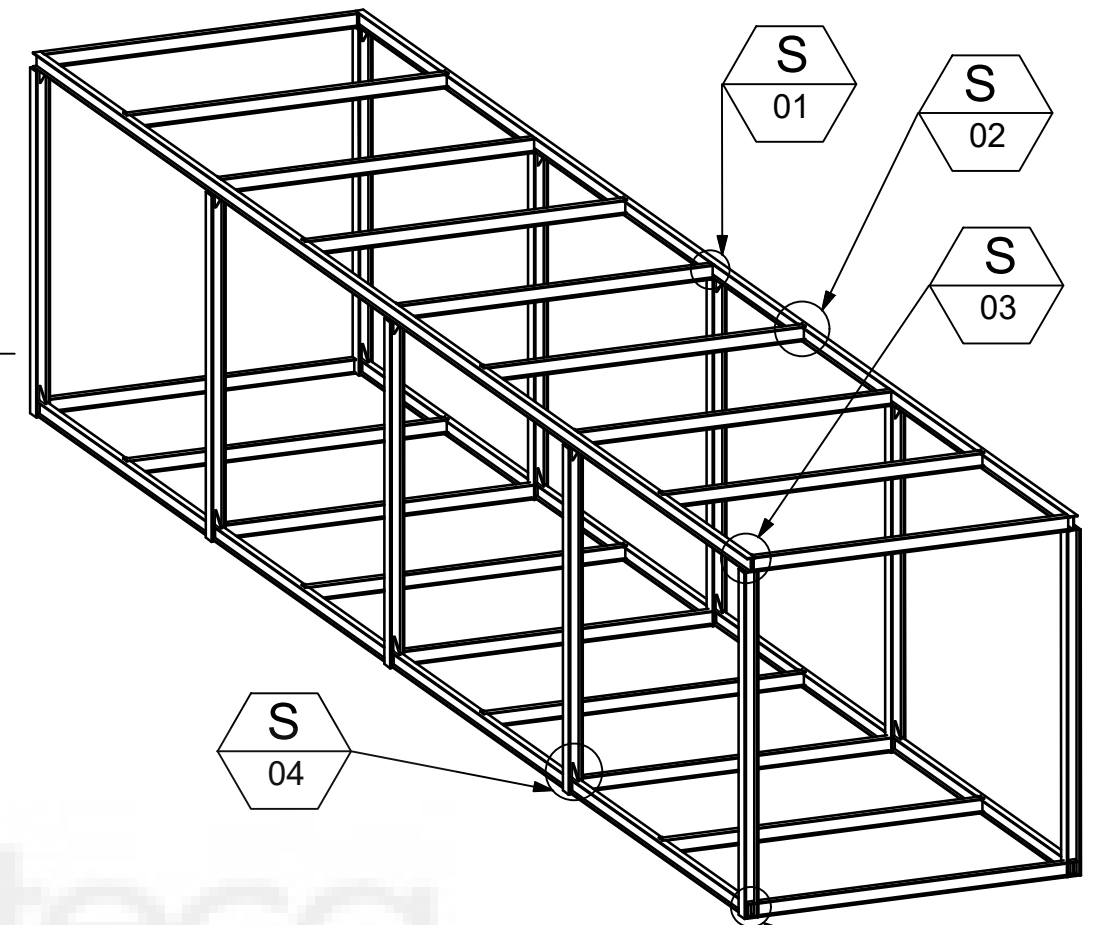
S
02
1:5



S
03
1:5



S
04
1:5



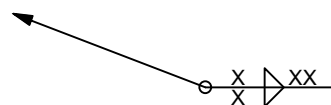
S
05
1:5

Todos los tipos de soldadura detallados en el plano, incluyendo su geometría y dimensiones, se repiten de forma idéntica en todas las uniones de la estructura que presenten características geométricas y de esfuerzos similares, salvo indicación expresa en contrario.
La estructura es de acero S275JR, y todas las soldaduras se realizarán con un material de aporte compatible.

****NOTA SOBRE SIMBOLOGÍA DE SOLDADURA:****

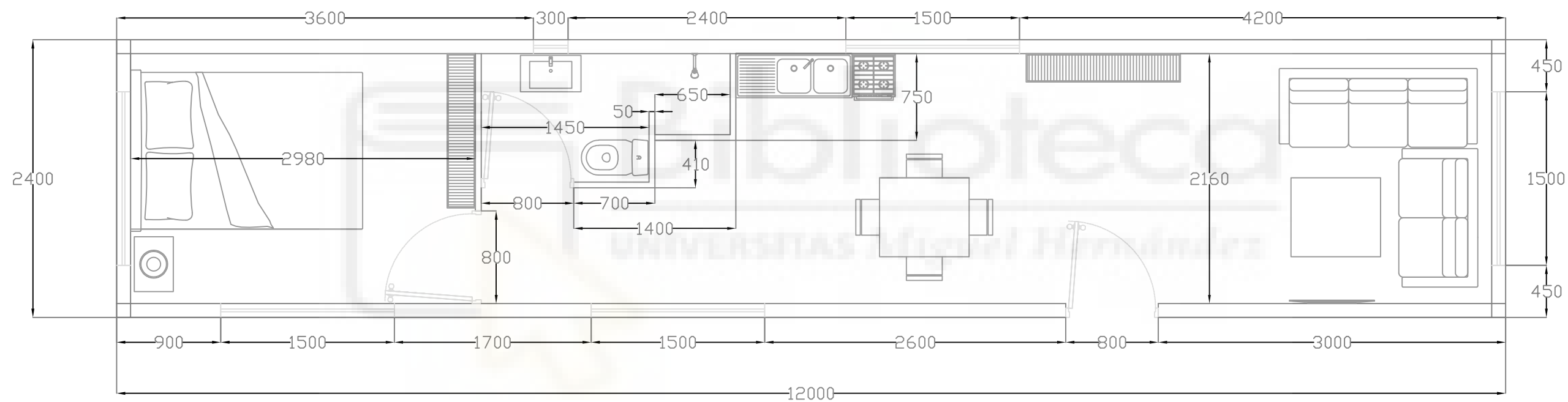
La simbología de soldadura (norma UNE-EN ISO 2553) se expresa en milímetros (mm).

- El símbolo (triángulo para filete) indica el tipo de soldadura.
- El tamaño de garganta 'a' se sitúa a la izquierda del símbolo.
- La longitud del cordón se indica a la derecha del símbolo (si no es continuo).
- Un círculo en la intersección de la flecha y la línea de referencia indica soldadura completa alrededor de la unión.

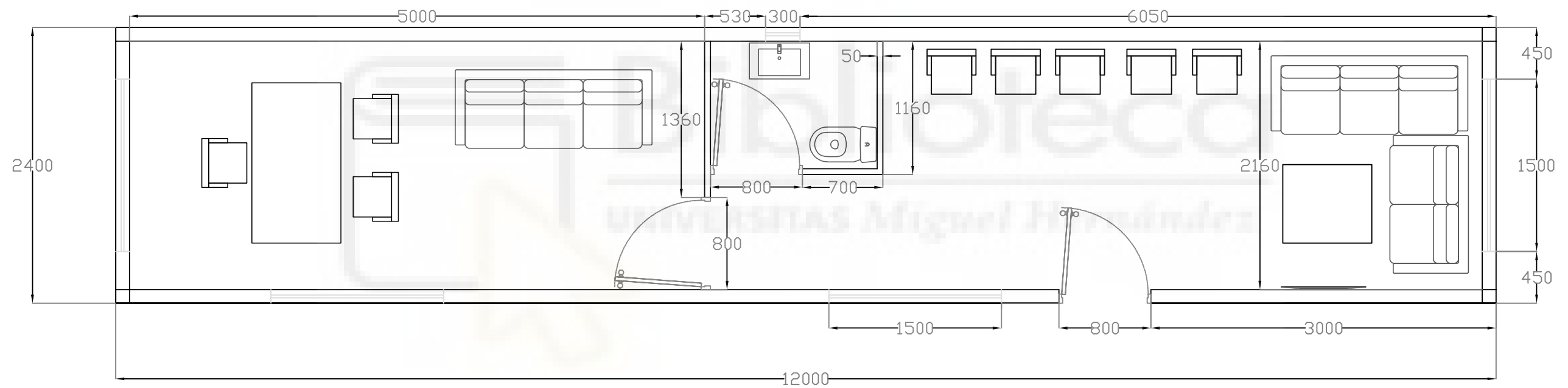


TRABAJO FIN DE GRADO

NOMBRE DEL PROYECTO: DISEÑO Y ANÁLISIS DE MÓDULOS PREFABRICADOS PARA OFICINAS Y VIVIENDAS: UNA ALTERNATIVA A LA CONSTRUCCIÓN TRADICIONAL		COTAS EN MM
NOMBRE DE PLANO: SOLDADURAS		ESCALA: 1:5/1:50
DISEÑADOR: RIDA BELHADI BENSLIMANE		FECHA: 15/07/2025
PLANO N°: 006		FORMATO: A3



TRABAJO FIN DE GRADO		
NOMBRE DEL PROYECTO: DISEÑO Y ANÁLISIS DE MÓDULOS PREFABRICADOS PARA OFICINAS Y VIVIENDAS: UNA ALTERNATIVA A LA CONSTRUCCIÓN TRADICIONAL		COTAS EN MM
	NOMBRE DE PLANO: PLANO MÓDULO – VIVIENDA	ESCALA: 1:40
	DISEÑADOR: RIDA BELHADI BENSLIMANE	FECHA: 15/07/2025
	PLANO N°: 007	FORMATO: A3



TRABAJO FIN DE GRADO		
NOMBRE DEL PROYECTO: DISEÑO Y ANÁLISIS DE MÓDULOS PREFABRICADOS PARA OFICINAS Y VIVIENDAS: UNA ALTERNATIVA A LA CONSTRUCCIÓN TRADICIONAL		COTAS EN MM
	NOMBRE DE PLANO: PLANO MÓDULO – OFICINA	ESCALA: 1:40
	DISEÑADOR: RIDA BELHADI BENSLIMANE	FECHA: 15/07/2025
	PLANO N°: 008	FORMATO: A3

3. PLIEGO DE CONDICIONES

3.1 PLIEGO GENERAL

3.1.1 OBJETO DEL PLIEGO

El presente Pliego de Condiciones tiene por objeto establecer las normas técnicas, facultativas, económicas y administrativas que regirán la ejecución del proyecto de Módulo Prefabricado Autosuficiente detallado en la memoria y planos adjuntos al presente Trabajo de Fin de Grado. Su finalidad es definir los requisitos de calidad de los materiales, la correcta ejecución de las obras, y los criterios de medición y valoración de las unidades de obra, garantizando la funcionalidad, seguridad y durabilidad de la solución constructiva. Adicionalmente, este pliego establecerá los mecanismos de control de calidad y las responsabilidades de las partes intervinientes para asegurar la correcta materialización del diseño propuesto.

3.1.2 NORMATIVA APLICABLE

La ejecución de todas las obras y la calidad de los materiales y equipos se ajustarán estrictamente a la normativa legal vigente en España, incluyendo, entre otras:

- Código Técnico de la Edificación (CTE): Y sus Documentos Básicos (DB SE, DB SE-A, DB SE-A Acero, DB HS (especialmente DB HS 4 - Suministro de agua), DB SU, DB HE).
- Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (REBT): Y sus Instrucciones Técnicas Complementarias (ITC-BT).
- Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE).
- Eurocódigos (UNE-EN): Especialmente UNE-EN 1990 (Eurocódigo 0), UNE-EN 1993 (Eurocódigo 3 para estructuras de acero, incluyendo UNE-EN 1993-1-1: Reglas generales y para edificios, y UNE-EN 1993-1-8: Diseño de uniones).
- Normas específicas de materiales y productos: (ej. UNE-EN 10025 para aceros estructurales, UNE-EN 12566-3 para depuradoras).
- Ley de Ordenación de la Edificación (LOE).
- Leyes y Decretos Autonómicos y Municipales: Relativos a urbanismo, medio ambiente, gestión de residuos y cualquier otra legislación que afecte al emplazamiento del módulo.

3.1.3 DEFINICIONES Y ALCANCE DE LA OBRA

Se entiende por obra la ejecución completa del módulo prefabricado, incluyendo todas las fases desde la preparación del apoyo, la ejecución de la cimentación, la fabricación y montaje de la estructura, los cerramientos y acabados, y la instalación y puesta en marcha de los sistemas de autosuficiencia (eléctrico e hídrico), tal y como se describe en la memoria y planos del proyecto.

3.1.4 RESPONSABILIDADES

La empresa constructora o el equipo ejecutor serán responsables de la correcta ejecución de la obra, del cumplimiento de la normativa vigente, de la seguridad y salud en el trabajo, y de la gestión ambiental de los residuos generados. La Dirección Facultativa del proyecto (Dirección de Obra y Dirección de Ejecución de Obra) será responsable de la supervisión, control de calidad, aprobación de materiales y la certificación de la obra ejecutada.

3.1.5 SEGURIDAD Y SALUD

Todas las operaciones se ejecutarán cumpliendo estrictamente con la Ley 31/1995 de Prevención de Riesgos Laborales y el Real Decreto 1627/1997 por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción. Se dispondrá de un Plan de Seguridad y Salud en la obra, y todo el personal utilizará los Equipos de Protección Individual (EPIs) adecuados. Se promoverá la formación continua del personal en materia de prevención de riesgos.

3.1.6 GESTIÓN AMBIENTAL Y DE RESIDUOS

La obra se ejecutará minimizando el impacto ambiental. Se realizará una correcta gestión de los residuos de construcción y demolición (RCD) generados, incluyendo su segregación en origen (hormigón, acero, plásticos, madera), almacenamiento temporal y transporte a gestores autorizados, conforme a la normativa vigente. Se priorizará la reutilización y el reciclaje de materiales siempre que sea posible.

3.2 ESPECIFICACIONES DE MATERIALES Y EQUIPOS

Todos los materiales y equipos deberán ser de primera calidad, nuevos, y cumplir con las normas UNE-EN aplicables y con lo especificado en la Memoria y los Planos del proyecto. Se exigirán los certificados de calidad correspondientes.

3.2.1 MATERIALES PARA CIMENTACIÓN

- Hormigón: Hormigón HRA-30/B/20/XC3 (o similar), fabricado en central con dosificación y control certificados. De consistencia blanda, con un porcentaje máximo de áridos reciclados del 20%. La resistencia característica a compresión (fck) no será inferior a 30 MPa. Se exigirá certificado de resistencia y ensayos de cono de Abrams en obra.
- Acero Corrugado: Acero UNE-EN 10080 B 500 S, en barras para armaduras pasivas. Se exigirán certificados de calidad del acero.
- Separadores: Separadores homologados de plástico o mortero para garantizar el recubrimiento de las armaduras (mínimo 2.5 cm o según detalle).
- Bloque Hueco de Hormigón: Para encofrado perdido, color gris, dimensiones 40x20x12 cm, resistencia normalizada R10 (10 N/mm²).

3.2.2 MATERIALES Y PERFILES PARA ESTRUCTURA METÁLICA

- Acero Estructural: Acero UNE-EN 10025 S275JR, en perfiles laminados en caliente (series IPN, IPE, HEB, HEA, HEM, UPN, L, LD, T, redondo, cuadrado, rectangular o pletina). Se exigirá certificado de calidad del acero y trazabilidad.
- Imprimación Antioxidante: Acabado con imprimación antioxidante de al menos 2 manos y espesor mínimo de 60 micras, para protección inicial del acero y compatibilidad con futura pintura de acabado si aplica.
- Elementos Auxiliares: Casquillos, placas de arranque y transición, y piezas especiales según diseño de uniones. Todos de acero S275JR.
- Material de Soldadura: Los electrodos y materiales de aporte serán compatibles con el acero S275JR y cumplirán con las normas UNE-EN de soldadura (ej. UNE-EN ISO 2560).

3.2.3 MATERIALES PARA CERRAMIENTOS Y CUBIERTA

- Fachada de Doble Hoja:
 - Hoja interior de bandeja lisa de acero galvanizado prelacado, 150 mm de altura, 0,6 mm de espesor.
 - Aislamiento: Manta ligera de lana de vidrio, 100 mm de espesor, resistencia térmica mínima $2,25 \text{ m}^2\text{K/W}$, conductividad térmica $0,044 \text{ W/(mK)}$, con clasificación Euroclase A1 de reacción al fuego.
 - Hoja exterior de chapa perfilada de acero galvanizado prelacado, 0,6 mm de espesor.
- Cubierta Plana:
 - Formación de pendientes: Arcilla expandida consolidada con lechada de cemento, espesor medio 10 cm, con resistencia a compresión $> 1 \text{ MPa}$ y conductividad térmica $< 0,087 \text{ W/(mK)}$.
 - Capa de regularización: Mortero de cemento industrial M-5, 4 cm de espesor, acabado fratasado.
 - Barrera de Vapor: Lámina de betún aditivado con plastómero APP (LA-30-AL), de 2 mm de espesor y masa nominal 3 kg/m^2 , con armadura de aluminio.
 - Aislamiento Térmico: Panel rígido de lana mineral soldable, hidrofugada, 50 mm de espesor, resistencia térmica $> 1,3 \text{ m}^2\text{K/W}$, conductividad térmica $0,038 \text{ W/(mK)}$.
 - Impermeabilización: Lámina de betún modificado con elastómero SBS (LBM(SBS)-50/G-FP), de 3,5 mm de espesor, masa nominal 5 kg/m^2 , con autoprotección mineral.

- Aislamiento Acústico (bajo suelos): Láminas de polietileno de alta densidad, de celdas cerradas y estancas, 2,5 mm de espesor, con reducción de ruido de impactos de 17 dB.
- Aislamiento Térmico (en forjados): Placas rígidas de poliestireno extruido, 40 mm de espesor, 33 kg/m³, con acabado escalonado.
- Junta de Dilatación para Fachada: Chapa plegada de acero galvanizado, 0,8 mm de espesor, 20 cm de desarrollo, con remaches y sellador adhesivo monocomponente de polímero MS, resistente a intemperie y UV.

3.2.4 MATERIALES Y ELEMENTOS DE CARPINTERÍA Y VIDRIERÍA

- Puerta de Entrada: Aluminio termolacado en polvo, block de seguridad, 80x210 cm, hoja de 50 mm con doble chapa de aluminio (1,2 mm) y alma de madera blindada. Clasificación a permeabilidad al aire (UNE-EN 12207), estanqueidad al agua (UNE-EN 12208) y resistencia a carga del viento (UNE-EN 12210).
- Puertas Interiores: Abatibles, ciegas, de tablero aglomerado chapado con sapeli, 203x82,5x3,5 cm. Incluir herrajes (bisagras, cerraduras, manivelas) de aluminio anodizado.
- Doble Acristalamiento: Estándar 6/6/4 (vidrio exterior Float incoloro 6 mm, cámara de aire 6 mm, vidrio interior Float incoloro 4 mm), 16 mm de espesor total.

3.2.5 MATERIALES Y EQUIPOS PARA INSTALACIONES

- Tuberías de Fontanería: Tubo de polietileno reticulado (PE-Xa), serie 5, PN=6 atm, diámetros de 16, 20 y 25 mm, conforme a UNE-EN ISO 15875-2.
- Aireadores: De admisión graduable, de aluminio lacado, caudal máximo 10 L/s, 1200x80x12 mm.
- Elementos para Instalación Eléctrica: Cables unipolares H07V-K de varias secciones (1,5 a 6 mm²), clase Eca (UNE-EN 50575). Cajas, interruptores (IGA, magnetotérmicos, diferenciales), mecanismos (enchufes, interruptores, conmutadores, pulsadores, timbres). Lámparas LED de 3.4W, con flujo luminoso 470 lúmenes.
- Módulos Solares Fotovoltaicos: Células de silicio monocristalino, potencia máxima (Wp) 435 W. Resistencia a carga de viento 245 kg/m² y nieve 551 kg/m². Con certificaciones CE.
- Inversor: Trifásico, potencia nominal de salida 8 kW, con comunicación Wi-Fi, Ethernet y RS-485, y protocolo Modbus. Con certificaciones CE.
- Armario Monobloc: Poliéster reforzado con fibra de vidrio, 250x300x140 mm, IP66 e IK10.
- Batería: Litio-ferrofosfato (LiFePO₄), tensión nominal 48 V, capacidad 57,6 Ah, con BMS. Con certificaciones CE.

- Soporte Solar: De hormigón, para ajustar ángulo de inclinación.
- Grupo de Presión Doméstico: Electrobomba autoaspirante horizontal de hierro fundido, 1,1 kW, con depósito acumulador de 24 L. Con certificaciones CE.
- Cisterna Horizontal: Poliéster reforzado con fibra de vidrio, 4200 L de capacidad, para instalación enterrada.
- Depuradora Compacta de Oxidación Total: Para 2 habitantes, PE, caudal 0.75 m³/día, modelo ACO ROX 5 D1.7 (o equivalente). Cumplimiento del marcado CE EN 12566-3.

3.3 ESPECIFICACIONES DE EJECUCIÓN

Todas las unidades de obra se ejecutarán conforme a las especificaciones técnicas del proyecto, los planos, las instrucciones de la Dirección Facultativa y la normativa aplicable. Se empleará mano de obra cualificada y maquinaria adecuada, garantizando la seguridad y la calidad en cada fase.

3.3.1 GENERALIDADES

Se realizarán las pruebas y ensayos necesarios para verificar la calidad de los materiales y la correcta ejecución de la obra.

3.3.2 CIMENTACIÓN

- Preparación de Losa: Desbroce, limpieza y retirada de capa vegetal superficial. Relleno y compactación de tierras propias en tongadas de 30 cm hasta alcanzar el 95% del proctor normal. Se realizarán ensayos de compactación in-situ.
- Excavación: A cielo abierto con medios mecánicos, con carga a camión y refinado de fondos y taludes. Control de cotas y niveles.
- Ejecución de Losa: Replanteo y trazado preciso. Colocación de separadores homologados para garantizar los recubrimientos mínimos de las armaduras. Conexión y sellado de redes de instalaciones que atraviesen la losa. Vertido, compactación, coronación, enrase y curado del hormigón. El hormigón se verterá con bomba. El encofrado perdido será de fábrica de bloque hueco de hormigón de 12 cm de espesor.

3.3.3 ESTRUCTURA METÁLICA

- Fabricación: Perfiles cortados, conformados y preparados en taller según despiece y diseño.
- Uniones: Se priorizarán las uniones soldadas ejecutadas en taller bajo condiciones controladas para garantizar la calidad. Las soldaduras en obra se realizarán por personal homologado, siguiendo procedimientos de soldadura (WPS) y control de calidad (inspección visual, ensayos no destructivos si es necesario).
- Montaje: Limpieza y preparación de apoyos. Replanteo y marcado de ejes. Colocación, fijación provisional, aplomado y nivelación de pilares, vigas y viguetas. Ejecución de uniones soldadas en obra. Se controlarán las tolerancias dimensionales en montaje.

- Protección Superficial: Acabado con imprimación antioxidante aplicada tras la limpieza y preparación de la superficie (chorreado o cepillado mecánico).

3.3.4 CERRAMIENTOS Y CARPINTERÍAS

- Fachada de Doble Hoja: Bandejas interiores y chapas perfiladas exteriores colocadas en posición horizontal/vertical. Fijación mecánica a la estructura mediante tornillos autotaladrantes. Incluye colocación de aislamiento de lana de vidrio continuo.
- Cubierta Plana: Formación de pendientes con arcilla expandida y mortero de regularización. Colocación de barrera de vapor, aislamiento térmico (lana mineral) e impermeabilización monocapa adherida. Replanteo de pendientes y remates. Se verificará la estanqueidad mediante prueba de inundación.
- Aislamientos (Suelos): Láminas de polietileno de alta densidad para aislamiento acústico bajo suelos de madera y térmico con placas de poliestireno extruido, con desolidarización perimetral.
- Carpintería Exterior: Puerta de entrada y doble acristalamiento fijados sobre premarco. Incluye ajuste final, y sellado perimetral con silicona neutra de altas prestaciones. Se realizarán pruebas de permeabilidad al aire y estanqueidad al agua si procede.
- Carpintería Interior: Puertas abatibles con precerco, galces y tapajuntas. Incluye presentación, colocación de herrajes de colgar y de cierre, y ajustes finales.

3.3.5 INSTALACIONES

- Fontanería: Tuberías de polietileno reticulado (PE-Xa) empotradas o vistas según diseño. Incluye montaje de instalaciones para cocina, baño y aseo con sus aparatos sanitarios y griferías. Se realizará prueba de presión y estanqueidad de la red.
- Saneamiento: Recibido de plato de ducha con meseta de elevación. Instalación de red de saneamiento para evacuación de aguas grises y negras, con pendientes adecuadas.
- Instalación Eléctrica: Red completa de distribución interior (cuadro general, circuitos, cableado, mecanismos) con electrificación elevada, según REBT. Se realizarán pruebas de continuidad, aislamiento y verificación de protecciones.
- Generación y Almacenamiento de Energía:
 - Módulos solares fotovoltaicos: Colocación y fijación sobre soportes, conexionado eléctrico y puesta en marcha.
 - Inversor, armario monobloc y baterías de litio: Montaje, fijación, nivelación y conexionado. Puesta en marcha y verificación de funcionamiento autónomo.
- Suministro y Almacenamiento de Agua:
 - Grupo de presión: Colocación, fijación de tuberías, conexionado y puesta en marcha, verificando presión y caudal.

- Cisterna horizontal: Limpieza de base, introducción, fijación y montaje, colocación de válvulas y tubería. Se realizará prueba de estanqueidad del depósito.
- Tratamiento de Aguas Residuales:
 - Depuradora compacta de oxidación total: Instalación conforme a especificaciones del fabricante. Incluye la necesidad de pretratamientos (desbaste, separación de grasas). Se realizará prueba de estanqueidad y se verificará el correcto funcionamiento del proceso de depuración.

3.3.6 TRANSPORTE Y MONTAJE

- Transporte: Carga, transporte por camión (recorrido estimado de 150 km) y descarga del módulo en obra. Se asegurará el correcto trincaje y protección del módulo durante el transporte.
- Montaje: Posicionamiento y ensamblaje del módulo en obra sobre la losa de cimentación previamente ejecutada. Se utilizarán medios de elevación adecuados (grúas) y mano de obra especializada para el correcto aplomado, nivelación y conexión de las secciones prefabricadas. Se realizarán los remates y conexiones finales de instalaciones.

3.4 PLIEGO ECONÓMICO

3.4.1 CRITERIOS DE VALORACIÓN

Los precios de las unidades de obra se considerarán a tanto alzado para la unidad de medición establecida en el Presupuesto. Estos precios incluyen el coste de los materiales, la mano de obra, la maquinaria y los medios auxiliares necesarios para la correcta ejecución de cada unidad, así como los costes indirectos aplicados a nivel de descomposición de partida (3% de costes indirectos sobre costes directos). Los precios presentados son vinculantes para la ejecución de la obra.

3.4.2 REVISIÓN DE PRECIOS

Los precios del presente presupuesto se consideran fijos e invariables durante la ejecución de la obra, salvo que se establezca expresamente lo contrario en el contrato de obra. Para este proyecto, se asume que no habrá revisión de precios salvo por modificaciones solicitadas por la propiedad o cambios normativos de obligado cumplimiento.

3.4.3 FORMAS DE PAGO

Las certificaciones de obra se realizarán mensualmente por el valor de la obra ejecutada y aprobada por la Dirección Facultativa. El pago de estas se efectuará en un plazo máximo de 30 días tras su aprobación. Se podrá establecer un pago inicial a la firma del contrato y un pago final a la recepción provisional de la obra.

3.4.4 ESTRUCTURA DEL PRESUPUESTO

El presupuesto se estructura de la siguiente manera:

- Presupuesto de Ejecución Material (PEM): Suma total de los importes de todas las unidades de obra del proyecto (costes directos). Ascende a 42.747,32 €.

- Gastos Generales: Se establece un porcentaje del 13% sobre el PEM para cubrir los gastos indirectos de la empresa (ej., personal de oficina, alquileres, seguros). Ascende a 5.557,15 €.
- Beneficio Industrial (BI): Se aplica un porcentaje del 6% sobre el PEM para el margen de beneficio de la empresa. Ascende a 2.564,84 €.
- Suma: Total del PEM, gastos generales y beneficio industrial. Ascende a 50.869,31 €.
- Impuesto sobre el Valor Añadido (IVA): Se aplica el 21% sobre la suma anterior. Ascende a 10.682,56 €.
- Presupuesto de Ejecución por Contrata (PEC): Suma total de todos los conceptos, incluyendo el IVA. Ascende a 61.551,87 €.

Este pliego económico define las bases contractuales para la valoración del proyecto y su ejecución financiera.



4. PRESUPUESTO

4.1 PRESUPUESTO Y MEDICIÓN



PRESUPUESTO PARCIAL N° 1 CIMENTACIÓN

Nº	DESCRIPCION	UDS.	LARGO	ANCHO	ALTO	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
1.1 Preparación de Losa								
1.1.1	M2. Desbroce y limpieza superficial del terreno por medios mecánicos, sin carga ni transporte al vertedero y con p.p. de medios auxiliares.					30,000	0,33	9,90
1.1.2	M2. Retirada y apilado de capa de tierra vegetal superficial, por medios mecánicos, sin carga ni transporte al vertedero y con p.p. de medios auxiliares.					30,000	0,59	17,70
1.1.3	M3. Relleno extendido y apisonado de tierras propias a cielo abierto, por medios mecánicos, en tongadas de 30 cm. de espesor, hasta conseguir un grado de compactación del 95% del proctor normal, sin aporte de tierras, incluso regado de las mismas y refino de taludes, y con p.p. de medios auxiliares.					30,000	3,44	103,20
1.1.4	M³. Excavación a cielo abierto, en cualquier tipo de terreno, con medios mecánicos, y carga a camión. Criterio de valoración económica: El precio no incluye el transporte de los materiales excavados. Incluye: Replanteo general y fijación de los puntos y niveles de referencia. Colocación de las camillas en las esquinas y extremos de las alineaciones. Excavación en sucesivas franjas horizontales y extracción de tierras. Refinado de fondos y laterales a mano, con extracción de las tierras. Carga a camión de los materiales excavados. Criterio de medición de proyecto: Volumen medido sobre las secciones teóricas de la excavación, según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá el volumen teórico ejecutado según especificaciones de Proyecto, sin incluir los incrementos por excesos de excavación no autorizados, ni el relleno necesario para reconstruir la sección teórica por defectos imputables al Contratista. Se medirá la excavación una vez realizada y antes de que sobre ella se efectúe ningún tipo de relleno. Si el Contratista cerrase la excavación antes de conformada la medición, se entenderá que se aviene a lo que unilateralmente determine el director de la ejecución de la obra.					30,000	7,46	223,80
1.2 Ejecución de Losa								
1.2.1	M³. Losa de cimentación de hormigón armado, realizada con hormigón HRA-30/B/20/XC3, con un porcentaje máximo de áridos reciclados del 20%, fabricado en central, y vertido con bomba, y acero UNE-EN 10080 B 500 S, con una cuantía aproximada de 85 kg/m³; acabado superficial liso mediante regla vibrante. Incluso armaduras para formación de foso de ascensor, refuerzos, pliegues, encuentros, arranques y esperas en muros, escaleras y rampas, cambios de nivel, alambre de atar, y separadores. Criterio de valoración económica: El precio incluye la elaboración y el montaje de la ferralla en el lugar definitivo de su colocación en obra, pero no incluye el encofrado. Incluye: Replanteo y trazado de la losa y de los pilares u otros elementos estructurales que apoyen en la misma. Colocación de separadores y fijación de las armaduras. Conexionado, anclaje y emboquillado de las redes de instalaciones proyectadas. Vertido y compactación del hormigón. Coronación y enrase de cimientos. Curado del hormigón. Criterio de medición de proyecto: Volumen medido sobre las secciones teóricas de la excavación, según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá el volumen teórico ejecutado según especificaciones de Proyecto, sin incluir los incrementos por excesos de excavación no autorizados.					6,000	276,39	1.658,34

Suma y sigue ... 2.012,94

PRESUPUESTO PARCIAL Nº 1 CIMENTACIÓN

Nº	DESCRIPCION	UDS.	LARGO	ANCHO	ALTO	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
1.2.2	M². Encofrado perdido de fábrica de 12 cm de espesor, realizada con bloque hueco de hormigón gris de 40x20x12 cm, para revestir, y recibida con mortero de cemento, industrial, M-5, para losa de cimentación. Incluye: Replanteo. Colocación y aplomado de miras en las esquinas. Tendido de hilos entre miras. Colocación de las piezas por hiladas a nivel. Criterio de medición de proyecto: Superficie de encofrado en contacto con el hormigón, medida según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá la superficie de encofrado en contacto con el hormigón realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.					30,000	26,41	792,30



PRESUPUESTO PARCIAL N° 2 ESTRUCTURA

N°	DESCRIPCION	UDS.	LARGO	ANCHO	ALTO	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
2.1 Perfilería								
2.1.1	Kg. Acero laminado E 275(A 42b), en perfiles laminados en caliente para vigas, pilares, zunchos y correas, mediante uniones soldadas; i/p.p. de soldaduras, cortes, piezas especiales, despuntes y dos manos de imprimación con pintura de minio de plomo, totalmente montado y colocado.					0,000	2,15	0,00
2.1.2	Kg. Acero UNE-EN 10025 S275JR, en pilares formados por piezas simples de perfiles laminados en caliente de las series IPN, IPE, HEB, HEA, HEM o UPN, acabado con imprimación antioxidante, colocados con uniones soldadas en obra, a una altura de hasta 3 m. Criterio de valoración económica: El precio incluye las soldaduras, los cortes, los despuntes, las piezas especiales, las placas de arranque y de transición de pilar inferior a superior, los casquillos y los elementos auxiliares de montaje. Incluye: Limpieza y preparación del plano de apoyo. Replanteo y marcado de los ejes. Colocación y fijación provisional del pilar. Aplomado y nivelación. Ejecución de las uniones soldadas. Criterio de medición de proyecto: Peso nominal medido según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se determinará, a partir del peso obtenido en báscula oficial de las unidades llegadas a obra, el peso de las unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.					489,600	2,68	1.312,13
2.1.3	Kg. Acero UNE-EN 10025 S275JR, en viguetas formadas por piezas simples de perfiles laminados en caliente de las series IPN, IPE, HEB, HEA, HEM o UPN, acabado con imprimación antioxidante, con uniones soldadas en obra, a una altura de hasta 3 m. Criterio de valoración económica: El precio incluye las soldaduras, los cortes, los despuntes, las piezas especiales, los casquillos y los elementos auxiliares de montaje. Incluye: Limpieza y preparación del plano de apoyo. Replanteo y marcado de los ejes. Colocación y fijación provisional de la vigueta. Aplomado y nivelación. Ejecución de las uniones soldadas. Criterio de medición de proyecto: Peso nominal medido según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se determinará, a partir del peso obtenido en báscula oficial de las unidades llegadas a obra, el peso de las unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.					331,700	3,00	995,10
2.1.4	Kg. Acero UNE-EN 10025 S275JR, en vigas formadas por piezas simples de perfiles laminados en caliente de las series IPN, IPE, HEB, HEA, HEM o UPN, acabado con imprimación antioxidante, con uniones soldadas en obra, a una altura de hasta 3 m. Criterio de valoración económica: El precio incluye las soldaduras, los cortes, los despuntes, las piezas especiales, los casquillos y los elementos auxiliares de montaje. Incluye: Limpieza y preparación del plano de apoyo. Replanteo y marcado de los ejes. Colocación y fijación provisional de la viga. Aplomado y nivelación. Ejecución de las uniones soldadas. Criterio de medición de proyecto: Peso nominal medido según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se determinará, a partir del peso obtenido en báscula oficial de las unidades llegadas a obra, el peso de las unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.					388,800	2,64	1.026,43

Suma y sigue ... 3.333,66

PRESUPUESTO PARCIAL Nº 2 ESTRUCTURA

Nº	DESCRIPCION	UDS.	LARGO	ANCHO	ALTO	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
2.1.5	Kg. Acero UNE-EN 10025 S275JR, en pilares formados por piezas simples de perfiles laminados en caliente de las series L, LD, T, redondo, cuadrado, rectangular o pletina, acabado con imprimación antioxidante, colocados con uniones soldadas en obra, a una altura de hasta 3 m. Criterio de valoración económica: El precio incluye las soldaduras, los cortes, los despuntes, las piezas especiales, las placas de arranque y de transición de pilar inferior a superior, los casquillos y los elementos auxiliares de montaje. Incluye: Limpieza y preparación del plano de apoyo. Replanteo y marcado de los ejes. Colocación y fijación provisional del pilar. Aplomado y nivelación. Ejecución de las uniones soldadas. Criterio de medición de proyecto: Peso nominal medido según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se determinará, a partir del peso obtenido en báscula oficial de las unidades llegadas a obra, el peso de las unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.					13,300	2,79	37,11
2.1.6	M². Fachada de doble hoja, formada por hoja interior de bandeja lisa de acero galvanizado prelacado, con solape simétrico, de 150 mm de altura y 0,6 mm de espesor, colocada en posición horizontal y fijada mecánicamente a una estructura portante o auxiliar, aislamiento de manta ligera de lana de vidrio, de 100 mm de espesor, según UNE-EN 13162, resistencia térmica 2,25 m²K/W, conductividad térmica 0,044 W/(mK) y hoja exterior de chapa perfilada de acero galvanizado prelacado, de 0,6 mm de espesor, entre 40 y 50 mm de altura de perfil, entre 250 y 270 mm de intereje, colocada en posición vertical con un solape de la chapa superior de 70 mm y un solape lateral de un trapecio y fijada mecánicamente a las bandejas. Incluso accesorios de fijación de las chapas. Criterio de valoración económica: El precio no incluye la estructura soporte ni la resolución de puntos singulares. Incluye: Replanteo de las bandejas. Corte, preparación y colocación de las bandejas. Fijación mecánica de las bandejas. Colocación del aislamiento. Replanteo de las chapas. Corte, preparación y colocación de las chapas. Fijación mecánica de las chapas. Criterio de medición de proyecto: Superficie medida según documentación gráfica de Proyecto, sin duplicar esquinas ni encuentros, deduciendo los huecos de superficie mayor de 1 m². Criterio de medición de obra: Se medirá la superficie realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto, sin duplicar esquinas ni encuentros, deduciendo los huecos de superficie mayor de 1 m².					72,000	55,70	4.010,40

Total presupuesto parcial nº 2 ... 7.381,17

PRESUPUESTO PARCIAL N° 3 CERRAMIENTOS Y CARPINTERÍAS

Nº	DESCRIPCION	UDS.	LARGO	ANCHO	ALTO	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
3.1 Cerramientos								
3.1.1	M. Junta de dilatación para fachada de paneles sándwich aislantes, con chapa plegada de acero galvanizado, de 0,8 mm de espesor, 20 cm de desarrollo, con remaches para la unión de las chapas entre sí. Incluso accesorios de fijación de las piezas, y sellador adhesivo monocomponente, para el sellado de las juntas entre chapas. Incluye: Replanteo y colocación del remate. Fijación mecánica. Criterio de medición de proyecto: Longitud medida según documentación gráfica de Proyecto, incrementada en 5 cm a cada lado. Criterio de medición de obra: Se medirá la longitud realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto, incluyendo las entregas en los apoyos.					10,500	18,97	199,19
3.1.2	M². Aislamiento acústico a ruido aéreo y de impacto bajo suelos de madera y laminados, con láminas de polietileno de alta densidad, de celdas cerradas y estancas, para aislamiento a ruido de impacto, revestidas por una de sus caras con un film de polietileno que actúa como barrera de vapor, de 2,5 mm de espesor y desolidarización perimetral realizada con. Colocación en obra: a testa. Incluso cinta viscoelástica autoadhesiva, para sellado de juntas. Criterio de valoración económica: El precio no incluye el suelo de madera o laminado. Incluye: Limpieza y preparación de la superficie soporte. Colocación del aislamiento sobre la superficie soporte. Corte del aislamiento. Sellado de juntas y uniones. Criterio de medición de proyecto: Superficie medida según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá la superficie realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.					129,600	7,94	1.029,02
3.1.3	M2. Aislamiento térmico en forjados de uso industrial, mediante placas rígidas de poliestireno extruido con acabado escalonado, con un espesor de 40 mm. y 33 kg/m3, i/ p.p. de corte y colocación.					129,600	10,03	1.299,89
3.1.4	M2. Parquet de roble 1ª calidad de 11x2,5x0,8 cm. en damas, colocado con pegamento, acuchillado, lijado y tres manos de barniz de poliuretano de dos componentes P-6/8, medida la superficie ejecutada.					28,000	30,13	843,64

Suma y sigue ... 3.371,74

PRESUPUESTO PARCIAL Nº 3 CERRAMIENTOS Y CARPINTERÍAS

Nº	DESCRIPCION	UDS.	LARGO	ANCHO	ALTO	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
3.1.5	M². Cubierta plana no transitable, no ventilada, autoprotegida, tipo convencional, pendiente del 1% al 15%. FORMACIÓN DE PENDIENTES: mediante encintado de limatesas, limahoyas y juntas con maestras de ladrillo cerámico hueco doble y capa de arcilla expandida, vertida en seco y consolidada en su superficie con lechada de cemento, proporcionando una resistencia a compresión de 1 MPa y con una conductividad térmica de 0,087 W/(mK), con espesor medio de 10 cm; con capa de regularización de mortero de cemento, industrial, M-5 de 4 cm de espesor, acabado fratasado; BARRERA DE VAPOR: lámina de betún aditivado con plastómero APP, LA-30-AL colocada con emulsión asfáltica aniónica con cargas tipo EB; AISLAMIENTO TÉRMICO: panel rígido de lana mineral soldable, hidrofugada, de 50 mm de espesor; IMPERMEABILIZACIÓN: tipo monocapa, adherida, formada por una lámina de betún modificado con elastómero SBS, LBM(SBS)-50/G-FP totalmente adherida con soplete. Criterio de valoración económica: El precio no incluye la ejecución y el sellado de las juntas ni la ejecución de remates en los encuentros con paramentos y desagües. Incluye: Replanteo de los puntos singulares. Replanteo de las pendientes y trazado de limatesas, limahoyas y juntas. Formación de pendientes mediante encintado de limatesas, limahoyas y juntas con maestras de ladrillo. Relleno de juntas con poliestireno expandido. Vertido en seco de la arcilla expandida hasta alcanzar el nivel de coronación de las maestras, y consolidación con lechada de cemento. Vertido, extendido y regleado de la capa de mortero de regularización. Colocación de la barrera de vapor. Revisión de la superficie base en la que se realiza la fijación del aislamiento de acuerdo con las exigencias de la técnica a emplear. Corte, ajuste y colocación del aislamiento. Limpieza y preparación de la superficie. Colocación de la impermeabilización. Criterio de medición de proyecto: Superficie medida en proyección horizontal, según documentación gráfica de Proyecto, desde las caras interiores de los antepechos o petos perimetrales que la limitan. Criterio de medición de obra: Se medirá, en proyección horizontal, la superficie realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto, desde las caras interiores de los antepechos o petos perimetrales que la limitan.					28,800	93,02	2.678,98
3.2 carpintería y Vidriería								
3.2.1	Ud. Puerta de entrada de aluminio termolacado en polvo a 210°C, block de seguridad, de 80x210 cm, con fijo lateral. Compuesta de: hoja de 50 mm de espesor total, construida con dos chapas de aluminio de 1,2 mm de espesor, con alma de madera blindada con chapa de hierro acerado de 1 mm y macizo especial en todo el perímetro de la hoja y herraje, estampación con embutición profunda en doble relieve a una cara, acabado en color blanco RAL 9010; marcos especiales de extrusión de aluminio reforzado de 1,6 mm de espesor, de igual terminación que las hojas, con burlete perimétrico. Incluso premarco de acero galvanizado con garras de anclaje a obra, cerradura especial con un punto de cierre con bombín de seguridad, tres bisagras de seguridad antipalanca, burlete cortavientos, mirilla gran angular, manivela interior, pomo, tirador y aldaba exteriores, espuma de poliuretano para relleno de la holgura entre marco y muro, sellado perimetral de juntas por medio de un cordón de silicona neutra y ajuste final en obra. Elaborada en taller, con clasificación a la permeabilidad al aire según UNE-EN 12207, a la estanqueidad al agua según UNE-EN 12208 y a la resistencia a la carga del viento según UNE-EN 12210. Totalmente montada y probada. Incluye: Colocación del premarco. Colocación de la puerta. Ajuste final de la hoja. Sellado de juntas perimetrales. Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.					1,000	765,42	765,42

Suma y sigue ... 6.816,14

PRESUPUESTO PARCIAL N° 3 CERRAMIENTOS Y CARPINTERÍAS

Nº	DESCRIPCION	UDS.	LARGO	ANCHO	ALTO	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
3.2.2	Ud. Puerta interior abatible, ciega, de una hoja de 203x82,5x3,5 cm, de tablero aglomerado, chapado con sapeli, barnizada en taller; precerco de pino país de 90x35 mm; galces de MDF, con rechapado de madera, de sapeli de 90x20 mm; tapajuntas de MDF, con rechapado de madera, de sapeli de 70x10 mm en ambas caras. Incluso, bisagras, herrajes de colgar, de cierre y manivela sobre largo de aluminio anodizado, serie básica. Incluye: Presentación de la puerta. Colocación de los herrajes de colgar. Colocación de la hoja. Colocación de los herrajes de cierre. Colocación de accesorios. Ajuste final. Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.					2,000	247,77	495,54
3.2.3	M². Doble acristalamiento estándar, 6/6/4, conjunto formado por vidrio exterior Float incoloro de 6 mm, cámara de aire deshidratada con perfil separador de aluminio y doble sellado perimetral, de 6 mm, y vidrio interior Float incoloro de 4 mm de espesor; 16 mm de espesor total, fijado sobre carpintería con acañado mediante calzos de apoyo perimetrales y laterales, sellado en frío con silicona sintética incolora, compatible con el material soporte. Incluye: Colocación, calzado, montaje y ajuste en la carpintería. Sellado final de estanqueidad. Señalización de las hojas. Criterio de medición de proyecto: Superficie de carpintería a acristalar, según documentación gráfica de Proyecto, incluyendo en cada hoja vidriera las dimensiones del bastidor. Criterio de medición de obra: Se medirá la superficie realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto, sumando, para cada una de las piezas, la superficie resultante de redondear por exceso cada una de sus aristas a múltiplos de 30 mm.					5,000	65,16	325,80



PRESUPUESTO PARCIAL Nº 4 INSTALACIONES INTERNAS

Nº	DESCRIPCION	UDS.	LARGO	ANCHO	ALTO	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
4.1 Fontanería								
4.1.1	M. Tubería para instalación interior, empotrada en la pared, formada por tubo de polietileno reticulado (PE-Xa), serie 5, de 25 mm de diámetro exterior, PN=6 atm y 2,3 mm de espesor, suministrado en rollos. Incluso material auxiliar para montaje y sujeción a la obra, accesorios y piezas especiales. Criterio de valoración económica: El precio no incluye las ayudas de albañilería para instalaciones. Incluye: Replanteo. Colocación y fijación de tubo y accesorios. Criterio de medición de proyecto: Longitud medida según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá la longitud realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.					12,000	8,64	103,68
4.1.2	Ud. Instalación interior de fontanería para cocina con dotación para: fregadero, toma y llave de paso para lavavajillas, toma y llave de paso para lavadora, realizada con tubo de polietileno reticulado (PE-X), para la red de agua fría y caliente que conecta la derivación particular o una de sus ramificaciones con cada uno de los aparatos sanitarios, con los diámetros necesarios para cada punto de servicio. Incluso llaves de paso de cuarto húmedo para el corte del suministro de agua, de polietileno reticulado (PE-X), material auxiliar para montaje y sujeción a la obra, derivación particular, accesorios de derivaciones. Criterio de valoración económica: El precio no incluye las ayudas de albañilería para instalaciones. Incluye: Replanteo. Colocación y fijación de tuberías y llaves. Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.					1,000	449,42	449,42
4.1.3	Ud. Instalación interior de fontanería para cuarto de baño con dotación para: inodoro, lavabo sencillo, ducha, realizada con tubo de polietileno reticulado (PE-X), para la red de agua fría y caliente que conecta la derivación particular o una de sus ramificaciones con cada uno de los aparatos sanitarios, con los diámetros necesarios para cada punto de servicio. Incluso llaves de paso de cuarto húmedo para el corte del suministro de agua, de polietileno reticulado (PE-X), material auxiliar para montaje y sujeción a la obra, derivación particular, accesorios de derivaciones. Criterio de valoración económica: El precio no incluye las ayudas de albañilería para instalaciones. Incluye: Replanteo. Colocación y fijación de tuberías y llaves. Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.					1,000	524,29	524,29
4.1.4	Ud. Aireador de admisión graduable, de aluminio lacado en color a elegir de la carta RAL, caudal máximo 10 l/s, de 1200x80x12 mm, con abertura de 800x12 mm, aislamiento acústico de 39 dBA y filtro antipolución. Incluso elementos de fijación. Incluye: Replanteo. Montaje. Colocación y fijación del aireador encima de la carpintería. Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.					1,000	70,56	70,56

4.2 Saneamiento

Suma y sigue ... 1.147,95

PRESUPUESTO PARCIAL Nº 4 INSTALACIONES INTERNAS

Nº	DESCRIPCION	UDS.	LARGO	ANCHO	ALTO	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE	
4.2.1	Ud. Recibido de plato de ducha de cualquier medida, mediante formación de meseta de elevación con ladrillo cerámico hueco sencillo, recibido con mortero de cemento, industrial, M-5. Incluye: Replanteo. Apertura de rozas. Retacado con arena. Colocación y nivelación del plato de ducha. Protección con tablero aglomerado de madera. Limpieza y eliminación del material sobrante. Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.					1,000	104,77	104,77	
4.2.2	Ud. Instalación interior de fontanería para aseo con dotación para: inodoro, lavabo sencillo, ducha con columna, realizada con tubo de polietileno reticulado (PE-X), para la red de agua fría y caliente que conecta la derivación particular o una de sus ramificaciones con cada uno de los aparatos sanitarios, con los diámetros necesarios para cada punto de servicio. Incluso llaves de paso de cuarto húmedo para el corte del suministro de agua, de polietileno reticulado (PE-X), material auxiliar para montaje y sujeción a la obra, derivación particular, accesorios de derivaciones. Criterio de valoración económica: El precio no incluye las ayudas de albañilería para instalaciones. Incluye: Replanteo. Colocación y fijación de tuberías y llaves. Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.					1,000	499,14	499,14	
4.3 Instalación Eléctrica									
4.3.1	Ud. Red eléctrica completa de distribución interior de una vivienda unifamiliar con grado de electrificación elevada, con las siguientes estancias: acceso, vestíbulo, pasillo de 5 m, comedor de 20 m², dormitorio doble de 10 m², baño, cocina de 10 m², compuesta de los siguientes elementos: CUADRO GENERAL DE MANDO Y PROTECCIÓN formado por caja empotrable de material aislante con puerta opaca, para alojamiento del interruptor de control de potencia (ICP) (no incluido en este precio) en compartimento independiente y precintable y de los siguientes dispositivos: 1 interruptor general automático (IGA) de corte omnipolar (2P), 3 interruptores diferenciales, 1 interruptor automático magnetotérmico de 10 A (C1), 1 interruptor automático magnetotérmico de 16 A (C2), 1 interruptor automático magnetotérmico de 25 A (C3), 1 interruptor automático magnetotérmico de 20 A (C4), 1 interruptor automático magnetotérmico de 16 A (C5), 1 interruptor automático magnetotérmico de 10 A (C11); CIRCUITOS INTERIORES: C1, iluminación, H07V-K reacción al fuego clase Eca 3G1,5 mm²; C2, tomas de corriente de uso general y frigorífico, H07V-K reacción al fuego clase Eca 3G2,5 mm²; C3, cocina y horno, H07V-K reacción al fuego clase Eca 3G6 mm²; C4, lavadora, lavavajillas y termo eléctrico H07V-K reacción al fuego clase Eca 3G4 mm²; C5, tomas de corriente de los cuartos de baño y de cocina, H07V-K reacción al fuego clase Eca 3G2,5 mm²; C11, automatización, energía y seguridad, H07V-K reacción al fuego clase Eca 3G1,5 mm²; C13 circuito para; MECANISMOS gama básica con tecla o tapa y marco de color blanco y embellecedor de color blanco. Incluso tubo protector, tendido de cables en su interior, cajas de derivación con tapas y regletas de conexión, cajas de empotrar con tornillos de fijación y cuantos accesorios sean necesarios para su correcta instalación. Totalmente montada, conexionada y probada. Incluye: Replanteo y trazado de conductos. Colocación de la caja para el cuadro. Montaje de los componentes. Colocación y fijación de los tubos. Colocación de cajas de derivación y de empotrar. Tendido y conexionado de cables. Colocación de mecanismos. Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.						1,000	2.358,95	2.358,95

Suma y sigue ... 4.110,81

PRESUPUESTO PARCIAL Nº 4 INSTALACIONES INTERNAS

Nº	DESCRIPCION	UDS.	LARGO	ANCHO	ALTO	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
4.3.2	Ud. Lámpara de filamento led de vidrio acabado mate, casquillo E27, clase de eficiencia energética D, de 3,4 W (equivalente a una lámpara incandescente de 40 W de potencia), color blanco cálido, temperatura de color 2200 K, índice de reproducción cromática mayor de 90, flujo luminoso 470 lúmenes. Incluye: Replanteo. Colocación. Comprobación de su correcto funcionamiento. Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.					5,000	14,42	72,10



PRESUPUESTO PARCIAL Nº 5 ACABADOS Y EQUIPAMIENTO

Nº	DESCRIPCION	UDS.	LARGO	ANCHO	ALTO	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
5.1 Acabados Interiores								
5.1.1	M². Mampara modular ciega, con paneles de tablero aglomerado de 16 mm de espesor con acabado en melamina, fijados mecánicamente con sujeción oculta, entrecalles horizontales empotradas en panel con perfil de PVC de 10 mm, y cámara entre paneles rellena con lana de roca, perfiles verticales internos de aluminio, ocultos entre módulos, perfiles vistos superiores de 35x45 mm e inferiores de 60x45 mm, de aluminio anodizado o lacado estándar. Incluso herrajes, remates, sellado de juntas, soportes, encuentros con otros tipos de paramentos, colocación de canalizaciones para instalaciones y cajeados para mecanismos eléctricos. Totalmente terminada. Incluye: Replanteo y marcado de los puntos de fijación. Aplomado, nivelación y fijación de los perfiles que forman el entramado. Colocación y fijación del empanelado. Colocación de la canalización para instalaciones. Tratamiento de juntas. Remate del perímetro del elemento, por las dos caras. Criterio de medición de proyecto: Superficie medida según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá la superficie realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.							
						9,300	204,66	1.903,34
5.2 Acabados Exteriores								
5.2.1	M². Aplicación manual de dos manos de pintura termoaislante antiinsectos, blanco, acabado mate, textura lisa, diluidas con un 8% a 15% de agua, (rendimiento: 0,17 l/m² cada mano); previa aplicación de una mano de imprimación acrílica reguladora de la absorción, sobre paramento exterior con pintura. Criterio de valoración económica: El precio incluye la protección de los elementos del entorno que puedan verse afectados durante los trabajos y la resolución de puntos singulares. Incluye: Preparación, limpieza y lijado previo del soporte. Preparación de la mezcla. Aplicación de una mano de fondo. Aplicación de dos manos de acabado. Criterio de medición de proyecto: Superficie medida según documentación gráfica de Proyecto, con el mismo criterio que el soporte base. Criterio de medición de obra: Se medirá la superficie realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto, con el mismo criterio que el soporte base.							
						100,200	14,17	1.419,83
5.2.2	Ud. Timbre con 4 melodías, de tensión asignada 230 V, gama básica formado por mecanismo para timbre con 4 melodías, tapa con perforaciones, para timbre, zumbador y altavoz, de material termoplástico, libre de halógenos, color blanco acabado brillante y marco embellecedor para 1 elemento, de material termoplástico, libre de halógenos, color blanco acabado brillante. Instalación empotrada. Criterio de valoración económica: El precio no incluye la caja para mecanismo empotrado. Incluye: Montaje, conexionado y comprobación de su correcto funcionamiento. Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.							
						1,000	82,25	82,25
5.2.3	M². Aplicación manual de dos manos de pintura termoaislante antiinsectos, blanco, acabado mate, textura lisa, diluidas con un 8% a 15% de agua, (rendimiento: 0,17 l/m² cada mano); previa aplicación de una mano de imprimación acrílica reguladora de la absorción, sobre paramento exterior con pintura. Criterio de valoración económica: El precio incluye la protección de los elementos del entorno que puedan verse afectados durante los trabajos y la resolución de puntos singulares. Incluye: Preparación, limpieza y lijado previo del soporte. Preparación de la mezcla. Aplicación de una mano de fondo. Aplicación de dos manos de acabado. Criterio de medición de proyecto: Superficie medida según documentación gráfica de Proyecto, con el mismo criterio que el soporte base. Criterio de medición de obra: Se medirá la superficie realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto, con el mismo criterio que el soporte base.							
						100,200	14,17	1.419,83

Total presupuesto parcial nº 5 ... 4.825,25

PRESUPUESTO PARCIAL Nº 6 SISTEMAS DE AUTONOMÍA Y GESTION DE RECURSOS

Nº	DESCRIPCION	UDS.	LARGO	ANCHO	ALTO	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE	
6.1 Generación y Almacenamiento de Energía									
6.1.1	Ud. Módulo solar fotovoltaico de células de silicio monocristalino, potencia máxima (Wp) 435 W, tensión a máxima potencia (Vmp) 40,75 V, intensidad a máxima potencia (Imp) 10,67 A, tensión en circuito abierto (Voc) 49,56 V, intensidad de cortocircuito (Isc) 11,18 A, eficiencia 19,98%, 144 células de 166x83 mm, vidrio exterior templado de 3,2 mm de espesor, capa adhesiva de etilvinilacetato (EVA), capa posterior de polifluoruro de vinilo, poliéster y polifluoruro de vinilo (TPT), marco de aluminio anodizado, temperatura de trabajo -40°C hasta 85°C, dimensiones 2095x1039x35 mm, resistencia a la carga del viento 245 kg/m², resistencia a la carga de la nieve 551 kg/m², peso 24,09 kg, con caja de conexiones con diodos, cables y conectores. Incluso accesorios de montaje y material de conexionado eléctrico. Criterio de valoración económica: El precio no incluye la estructura soporte. Incluye: Colocación y fijación. Conexionado y comprobación de su correcto funcionamiento. Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.								
						6,000	212,55	1.275,30	
6.1.2	Ud. Inversor trifásico, potencia máxima de entrada 15 kW, voltaje de entrada máximo 1000 Vcc, rango de voltaje de entrada de 260 a 800 Vcc, potencia nominal de salida 8 kW, potencia máxima de salida 8 kVA, eficiencia máxima 98,3%, dimensiones 460x176x497 mm, con comunicación vía Wi-Fi para control remoto desde un smartphone, tablet o PC, puertos Ethernet y RS-485, y protocolo de comunicación Modbus. Incluso accesorios necesarios para su correcta instalación. Incluye: Montaje, fijación y nivelación. Conexionado y comprobación de su correcto funcionamiento. Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.								
						1,000	2.271,78	2.271,78	
6.1.3	Ud. Armario monobloc de poliéster reforzado con fibra de vidrio, de 250x300x140 mm, color gris RAL 7035, con grados de protección IP66 e IK10. Instalación en superficie. Incluye: Replanteo. Colocación y fijación. Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.								
						1,000	59,02	59,02	
6.1.4	Ud. Batería de litio-ferrofosfato (LiFePO4), tensión nominal 48 V, capacidad nominal de descarga 57,6 Ah, más de 5000 ciclos con una profundidad de descarga (DoD) del 80%, dimensiones 435x250x175 mm, peso 26 kg, posibilidad de conexión de hasta 8 baterías en paralelo, con sistema BMS y display para visualización del estado de carga. Incluso accesorios necesarios para su correcta instalación. Incluye: Montaje, fijación y nivelación. Conexionado y comprobación de su correcto funcionamiento. Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.								
						2,000	1.821,13	3.642,26	
6.1.5	Ud. Soporte para módulo solar fotovoltaico, de hormigón, de 682x507x195 mm, con posibilidad de ajustar el ángulo de inclinación entre 10° y 40°. Incluye: Replanteo. Colocación. Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.								
						6,000	55,51	333,06	

Suma y sigue ... 7.581,42

PRESUPUESTO PARCIAL Nº 6 SISTEMAS DE AUTONOMÍA Y GESTION DE RECURSOS

Nº	DESCRIPCION	UDS.	LARGO	ANCHO	ALTO	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE	
6.2 Suministro y Almacenamiento de Agua									
6.2.1	Ud. Grupo de presión doméstico, para suministro de agua en aspiración de pozo, formado por: electrobomba autoaspirante horizontal de hierro fundido, AGA 1,5 M, con una potencia de 1,1 kW, para una presión máxima de trabajo de 10 bar, temperatura máxima del líquido conducido 35°C según UNE-EN 60335-2-41, autoaspirante hasta 8 m de profundidad (disminuyendo el caudal suministrado con el aumento de la profundidad de aspiración), eje motor de AISI 303, impulsor de latón estampado, cierre mecánico de carbón/cerámica/NBR, motor asíncrono de 2 polos y ventilación forzada, aislamiento clase F, protección IP44, para alimentación monofásica a 230 V a 230 V y 50 Hz de frecuencia, condensador y protección termoamperimétrica de rearme automático incorporados, con depósito acumulador de chapa de acero esférico de 24 l, con membrana recambiable, presostato, manómetro y racor de varias vías, y cable eléctrico de conexión con enchufe tipo shuko. Incluso tubos entre los distintos elementos y accesorios. Totalmente montado, conexonado y puesto en marcha por la empresa instaladora para la comprobación de su correcto funcionamiento. Sin incluir la instalación eléctrica. Incluye: Replanteo. Colocación y fijación del grupo de presión. Colocación y fijación de tuberías y accesorios. Conexonado. Puesta en marcha. Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.								
						1,000	840,10	840,10	
6.2.2	Ud. Cisterna horizontal de poliéster reforzado con fibra de vidrio, de 4200 l, con boca de acceso de 560 mm de diámetro, aireador y rebosadero, de agua potable, para enterrar; válvula de corte de compuerta de latón fundido de 1" DN 25 mm para la entrada; mecanismo de corte de llenado formado por válvula de flotador; válvula de corte de compuerta de latón fundido de 1" DN 25 mm para la salida. Incluso material auxiliar. Totalmente montada, conexonada y probada. Sin incluir la obra civil. Incluye: Replanteo. Limpieza de la base de apoyo de la cisterna. Introducción de la cisterna. Fijación y montaje de la cisterna. Colocación y montaje de válvulas. Colocación y fijación de tuberías y accesorios. Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.								
						1,000	4.025,86	4.025,86	
6.3 Tratamiento de Aguas Residuales									
6.3.1	Ud. Depuradora compacta de oxidación total para el tratamiento de aguas residuales domésticas (negras y fecales), asimilables a urbanas, para 2 habitantes. Fabricada en Polietileno (PE) de alta resistencia química y mecánica. Dispone de 2 bocas de hombre de PE. Caudal de tratamiento para 2 personas. Cumple con el marcado CE EN 12566-3, apta para zonas sensibles. Tuberías de entrada y salida de PVC 125 mm. Peso: 65 kg. Volumen: 840 litros. Dimensiones: 1300 mm (largo) x 1300 mm (ancho) x 970 mm (alto). Potencia eléctrica de la bomba soplante: 35 W. Funciona con un proceso de aireación inicial y decantación de sólidos, con vertido por vasos comunicantes. Requiere pretratamientos habituales (desbaste, separación de grasas) para optimizar su rendimiento.								
						1,000	1.962,15	1.962,15	

PRESUPUESTO PARCIAL N° 7 TRANSPORTE

Nº	DESCRIPCION	UDS.	LARGO	ANCHO	ALTO	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
7.1	Km. Precio de Transporte por kilómetro. Incluye la grúa para carga en camión, y posteriormente su descarga y posicionamiento, con toda su respectiva mano de obra.					150,000	8,39	1.258,50



Total presupuesto parcial nº 7 ... 1.258,50

PRESUPUESTO PARCIAL N° 8 Gestión de Residuos

Nº	DESCRIPCION	UDS.	LARGO	ANCHO	ALTO	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
8.1	Ud. Transporte de tierras con contenedor de 3,5 m³, a vertedero específico, instalación de tratamiento de residuos de construcción y demolición externa a la obra o centro de valorización o eliminación de residuos. Incluso servicio de entrega, alquiler y recogida en obra del contenedor. Incluye: Carga a camión del contenedor. Transporte de residuos de construcción a vertedero específico, instalación de tratamiento de residuos de construcción y demolición externa a la obra o centro de valorización o eliminación de residuos. Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente transportadas según especificaciones de Proyecto.					1,000	69,61	69,61
8.2	Ud. Canon de vertido por entrega de contenedor de 3,5 m³ con tierras procedentes de la excavación, en vertedero específico, instalación de tratamiento de residuos de construcción y demolición externa a la obra o centro de valorización o eliminación de residuos. Sin incluir servicio de entrega, alquiler, recogida en obra del contenedor y transporte. Incluye: Nada. Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente entregadas según especificaciones de Proyecto.					1,000	8,01	8,01
8.3	Ud. Transporte de mezcla sin clasificar de residuos inertes producidos en obras de construcción y/o demolición, con contenedor de 3,5 m³, a vertedero específico, instalación de tratamiento de residuos de construcción y demolición externa a la obra o centro de valorización o eliminación de residuos. Incluso servicio de entrega, alquiler y recogida en obra del contenedor. Incluye: Carga a camión del contenedor. Transporte de residuos de construcción a vertedero específico, instalación de tratamiento de residuos de construcción y demolición externa a la obra o centro de valorización o eliminación de residuos. Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente transportadas según especificaciones de Proyecto.					1,000	118,68	118,68
8.4	Ud. Canon de vertido por entrega de contenedor de 2,5 m³ con mezcla sin clasificar de residuos inertes producidos en obras de construcción y/o demolición, en vertedero específico, instalación de tratamiento de residuos de construcción y demolición externa a la obra o centro de valorización o eliminación de residuos. Criterio de valoración económica: El precio no incluye el servicio de entrega, el alquiler, la recogida en obra del contenedor ni el transporte. Incluye: Nada. Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente entregadas según especificaciones de Proyecto.					1,000	50,94	50,94

Total presupuesto parcial n° 8 ... 247,24

RESUMEN POR CAPITULOS

CAPITULO CIMENTACIÓN	2.805,24
CAPITULO ESTRUCTURA	7.381,17
CAPITULO CERRAMIENTOS Y CARPINTERÍAS	7.637,48
CAPITULO INSTALACIONES INTERNAS	4.182,91
CAPITULO ACABADOS Y EQUIPAMIENTO	4.825,25
CAPITULO SISTEMAS DE AUTONOMÍA Y GESTION DE RECURSOS	14.409,53
CAPITULO TRANSPORTE	1.258,50
CAPITULO GESTIÓN DE RESIDUOS	247,24
REDONDEO.....	
PRESUPUESTO DE EJECUCION MATERIAL.....	42.747,32

EL PRESUPUESTO DE EJECUCION MATERIAL ASCIENDE A LAS EXPRESADAS CUARENTA Y DOS MIL SETECIENTOS CUARENTA Y SIETE EUROS CON TREINTA Y DOS CÉNTIMOS.



Proyecto: TFG

Capítulo	Importe
Capítulo 1 CIMENTACIÓN	2.805,24
Capítulo 1.1 Preparación de Losa	354,60
Capítulo 1.2 Ejecución de Losa	2.450,64
Capítulo 2 ESTRUCTURA	7.381,17
Capítulo 2.1 Perfilería	7.381,17
Capítulo 3 CERRAMIENTOS Y CARPINTERÍAS	7.637,48
Capítulo 3.1 Cerramientos	6.050,72
Capítulo 3.2 carpintería y Vidriería	1.586,76
Capítulo 4 INSTALACIONES INTERNAS	4.182,91
Capítulo 4.1 Fontanería	1.147,95
Capítulo 4.2 Saneamiento	603,91
Capítulo 4.3 Instalación Eléctrica	2.431,05
Capítulo 5 ACABADOS Y EQUIPAMIENTO	4.825,25
Capítulo 5.1 Acabados Interiores	1.903,34
Capítulo 5.2 Acabados Exteriores	2.921,91
Capítulo 6 SISTEMAS DE AUTONOMÍA Y GESTION DE RECURSOS	14.409,53
Capítulo 6.1 Generación y Almacenamiento de Energía	7.581,42
Capítulo 6.2 Suministro y Almacenamiento de Agua	4.865,96
Capítulo 6.3 Tratamiento de Aguas Residuales	1.962,15
Capítulo 7 TRANSPORTE	1.258,50
Capítulo 8 Gestión de Residuos	247,24
Presupuesto de ejecución material	42.747,32
13% de gastos generales	5.557,15
6% de beneficio industrial	2.564,84
Suma	50.869,31
21% IVA	10.682,56
Presupuesto de ejecución por contrata	61.551,87

Asciende el presupuesto de ejecución por contrata a la expresada cantidad de SESENTA Y UN MIL QUINIENTOS CINCUENTA Y UN EUROS CON OCHENTA Y SIETE CÉNTIMOS.

