



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

Escuela Técnica Superior de Arquitectura

Hacia una construcción sostenible: Un análisis comparativo
de las estructuras de madera y de hormigón.

Trabajo Fin de Grado

Grado en Fundamentos de la Arquitectura

AUTOR/A: Aliaga Hilario, Ana

Tutor/a: Serrano Lanzarote, Apolonia Begoña

Cotutor/a: Villanova Civera, Isaac

CURSO ACADÉMICO: 2023/2024

HACIA UNA CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE

UN ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS ESTRUCTURAS DE
MADERA Y DE HORMIGÓN.

Ana Aliaga Hilario

Grado en Fundamentos de la Arquitectura

Escola Tècnica Superior d'Arquitectura, Universitat Politècnica de València

Begoña Serrano Lanzarote

Isaac Villanova Civera

Curso 2023 - 2024



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



ESCOLA TÈCNICA
SUPERIOR
D'ARQUITECTURA

Deseo expresar mi más profundo agradecimiento por la motivación brindada a lo largo de este proyecto. El tiempo y dedicación invertidos en las tutorías han sido invaluable. Mis agradecimientos a la tutora Begoña y al cotutor Isaac, quienes han demostrado un interés genuino y constante en el desarrollo de este trabajo. Asimismo, quiero destacar la gran ayuda del profesor Adolfo, cuyo conocimiento en estructuras ha sido una guía fundamental.

RESUMEN

A medida que aumentan las preocupaciones ambientales, se hace cada vez más necesario reevaluar e innovar las prácticas de construcción para mitigar el impacto negativo de las estructuras de los edificios a nivel ambiental.

En la búsqueda de una construcción responsable con el medio ambiente, este estudio presentará un exhaustivo análisis comparativo entre las estructuras de madera y las estructuras de hormigón en un edificio tipo de tres plantas ubicado en la Comunidad Valenciana.

Palabras clave: Sostenibilidad, construcción, estructura, madera, hormigón, coste, impacto ambiental, huella de carbono, consumo de energía, circularidad, toxicidad, reciclabilidad.

RESUMEN

A mesura que augmenten les preocupacions ambientals, es fa cada vegada més necessari reavaluar i innovar les pràctiques de construcció per a mitigar l'impacte negatiu de les estructures dels edificis a nivell ambiental.

En la cerca d'una construcció responsable amb el medi ambient, este estudi presentarà una exhaustiva anàlisi comparativa d'estructures de fusta i formigó en un edifici tipus de tres plantes situat en la comunitat valenciana.

Paraules clau: Sostenibilitat, construcció, estructura, fusta, formigó, cost, impacte ambiental, petjada de carboni, consum d'energia, circularitat, toxicitat, reciclabilitat.

SUMMARY

As environmental concerns increase, there is a growing need to re-evaluate and innovate construction practices to mitigate the negative environmental impact of building structures.

In the pursuit of environmentally responsible construction, this study will present a comprehensive comparative analysis of timber and concrete structures in a typical three-storey building located at Comunidad Valenciana.

Keywords: Sustainability, construction, structures, timber, concrete, environmental impact, carbon footprint, energy consumption, circularity, toxicity, recyclability.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

1. INTRODUCCIÓN.....	5
1.1. Motivación.....	5
1.2. Objetivo.....	5
1.3. Metodología	5
1.4. Descripción del trabajo	6
2. ESTADO DE LA CUESTIÓN	8
3. CASO DE ESTUDIO	9
3.1. Edificio tipo a diseñar y analizar	9
3.2. Emplazamiento	9
3.3. Documentación gráfica	11
3.3.1. Planta estructural.....	11
• Hormigón armado.....	12
• Entramado ligero de madera.....	13
3.3.2. Planta distribución	13
• Hormigón armado.....	15
• Entramado ligero de madera.....	16
3.4. Evaluación de cargas	16
3.4.1. Estructura de hormigón armado.....	16
3.4.1.1. Materiales.....	16
3.4.1.2. Estimación de cargas	17
3.4.2. Estructura de entramado ligero.....	20
3.4.2.1. Materiales.....	20
3.4.2.2. Estimación de cargas	21
4. METODOLOGÍA Y DESARROLLO	24
4.1. Análisis estructural_ANGLE	24
4.1.1. Cálculo estructural.	24
• Hormigón armado.....	25
• Entramado ligero de madera.....	28
4.2. Estudio económico_Arquímedes. Edición IVE.....	30
• Hormigón armado.....	31
• Entramado ligero de madera.....	32
5. ESTUDIO COMPARATIVO.....	33
5.1. Estudio ambiental_TURIA.....	33
5.2. Estudio circularidad_RE10.....	37
6. CONCLUSIONES.....	40

BIBLIOGRAFÍA	41
Herramientas y aplicaciones	41
Normativas.....	41
Libros, tesis y artículos	41
Páginas web	42
ANEJOS	43
Anejo 1_ Dimensionado y despiece de los elementos estructurales del caso de estudio con estructura de hormigón armado.....	
Anejo 2_ Predimensionado de los elementos estructurales del caso de estudio con estructura de entramado ligero de madera.....	
Anejo 3_ Presupuesto del caso de estudio con estructura de hormigón armado.	
Anejo 4_ Presupuesto del caso de estudio con estructura de entramado ligero de madera.....	
Anejo 5_ Informe TURIA del caso de estudio con estructura de hormigón armado.....	
Anejo 6_ Informe TURIA del caso de estudio con estructura de entramado ligero de madera.....	
Anejo 7_ Informe RE10 del caso de estudio con estructura de hormigón armado.	
Anejo 8_ Informe RE10 del caso de estudio con estructura de entramado ligero de madera.....	

1. INTRODUCCIÓN

1.1. Motivación

Desde la Unión Europea se trabaja para alcanzar una economía sostenible, circular y neutra en emisiones de carbono para 2050, por ello en diciembre de 2019 se presentó el Pacto Verde Europeo. Se trata de un paquete de medidas ambiciosas que abarcan el clima, el medio ambiente, la energía, el transporte, la industria, la agricultura y las finanzas sostenibles, todas ellas estrechamente relacionadas.

El sector de la construcción tiene un papel importante a la hora de alcanzar los objetivos de la UE en materia de energía y clima para 2030 y 2050, ya que en la Unión Europea los edificios son responsables del 40 % de la energía consumida y del 36 % de las emisiones directas e indirectas de gases de efecto invernadero relacionadas con la energía.

Desde el sector de la construcción debemos estudiar alternativas estructurales a las construcciones convencionales, ya que estas requieren grandes cantidades de recursos naturales para su producción, y así encontrar opciones que minimicen los impactos negativos como las emisiones de gases de efecto invernadero, los residuos generados durante la construcción y demolición.

1.2. Objetivo

El objetivo principal es evaluar los impactos ambientales de la estructura, de un edificio tipo en Valencia, diseñada y calculada tanto en hormigón armado como con estructura de entramado ligero de madera, para así poder comparar aspectos relativos a la circularidad de los materiales empleados, la toxicidad de los mismos y los costes económicos, todo ello utilizando diversas metodologías y herramientas.

El fin de esta investigación es dar a conocer el sistema de plataforma de entramado ligero, y además servir de guía y orientación en el ámbito profesional de la arquitectura a la hora de elegir prácticas de construcción más ecológicas y rentables que vayan acorde con los objetivos presentados por la Unión Europea.

1.3. Metodología

A grandes rasgos, el desarrollo de este trabajo está seccionado y diferenciado en tres grandes grupos.

La primera fase se basa en el estudio previo de la situación actual del campo de la construcción en relación al medio ambiente. Conocer los datos reales sobre los impactos negativos que tienen las construcciones, investigar sobre las nuevas metas de la Unión Europea para alcanzar una economía sostenible, circular y neutra en emisiones de carbono. Además, centrarse en tener información sobre las construcciones más comunes y tradicionales de Valencia para así poder ofrecer alternativas reales al problema.

En segundo lugar, se trabaja en la fase de diseño, modelación de la estructura y cálculo de la misma. El proceso de diseño, tanto estructural como de distribución, es muy importante llevarlo a cabo con riguroso orden y cuidado ya que se ha de lograr que la distribución de las viviendas, el uso del espacio y las dimensiones de espacios comunitarios sean los mismos para las dos variantes de estructuras con las que se va a trabajar, esto es fundamental para luego poder realizar un análisis comparativo justo entre ellas. Seguidamente, se procede al estudio de las cargas, se emplean unas tablas

de cálculo para el predimensionado de la estructura de entramado y mediante el programa ANGLE se realiza el armado y dimensionado de ambos casos.

Por último, se inicia la tercera fase del trabajo. En esta última etapa se emplean de manera exhaustiva varias herramientas especializadas que son fundamentales para un análisis completo de las dos variantes estructurales propuestas. Se trata de las herramientas de Arquímedes, TURIA y RE10, estas dos últimas proporcionadas de forma gratuita por el Instituto Valenciano de la Edificación (IVE), una institución de reconocido prestigio en el ámbito de la construcción y la arquitectura.

Estas herramientas son utilizadas para extraer los datos necesarios de presupuestos, de toxicidad, de reciclabilidad de los materiales junto con otros datos de interés. Estos parámetros son esenciales para realizar la comparación entre las dos variantes de estructura planteadas y así lograr adquirir las conclusiones detalladas del análisis.

A continuación, un esquema de las tres fases del trabajo:

Primera fase:

- Estudio previo sobre el impacto ambiental de la construcción.
- Estudio de las posibles soluciones para aminorar el impacto ambiental negativo.
- Estudio de la vivienda tipo que se va a diseñar y analizar.

Segunda fase:

- Diseño del edificio tipo en una parcela de la ciudad de Valencia.
- Planteamiento del modelo estructural tanto en hormigón armado como en entramado ligero de madera.
- Modelación de la estructura en AutoCAD y asignación de propiedades a los elementos a través de la herramienta Angle.
- Estudio y estimación de cargas que influyen en la estructura.
- Comprobación de la estructura mediante el estudio de deformaciones de los propios elementos estructurales.
- Armado y dimensionamiento de los elementos.

Tercera fase:

- Realización del presupuesto mediante Arquímedes
- Estudio de los informes TURIA
- Estudio de los informes RE10
- Conclusiones

1.4. Descripción del trabajo

Para desarrollar un análisis comparativo justo y veraz entre las estructuras de hormigón armado y las estructuras de entramado ligero de madera, es necesario adoptar un enfoque meticuloso y exhaustivo. Esto implica diseñar un único edificio que pueda ser construido utilizando ambos tipos de estructura, permitiendo así una comparación directa y precisa en diversos aspectos como costes, resistencia estructural, toxicidad de los materiales, reciclabilidad y eficiencia energética.

En el diseño propuesto, se busca mantener la distribución en planta de manera coherente y viable, asegurando que las diferencias en el sistema constructivo no alteren significativamente la funcionalidad y el uso del espacio. Esto significa que, aunque se variará el tipo de estructura, se hace todo lo posible por conservar la disposición de los espacios interiores, como habitaciones, pasillos y áreas comunes, para que el análisis comparativo se base en un mismo diseño arquitectónico.

Para cumplir con ello, se deberán realizar ajustes en las direcciones de los forjados en ciertas partes del diseño para adaptarse a las características específicas de cada material como sucede en los forjados de los balcones de la fachada de la calle Palleter.

Además, se opta por una losa de cimentación para ambos modelos estructurales dotando al proyecto de mayor veracidad y similitud siendo una solución válida para los dos modelos de estructura.

Este enfoque permite una evaluación detallada de cada sistema constructivo. Al comparar un mismo diseño arquitectónico construido con ambos materiales, se obtiene una perspectiva más clara y objetiva sobre las ventajas y desventajas de cada tipo de estructura, proporcionando así una guía informada para arquitectos, ingenieros y constructores en la toma de decisiones sobre el uso de hormigón armado o entramado ligero de madera en futuros proyectos.

2. ESTADO DE LA CUESTIÓN

La población mundial de la Tierra crecerá hasta superar los 9.000 millones de habitantes en 2050, esto se traduce en un incremento significativo del uso de los recursos naturales y del medio ambiente a causa de la demanda de nuevas infraestructuras y edificaciones.

Ya en 2022 Ishtiaque Zahir Titas, vicepresidente de la Unión Internacional de Arquitectos (UIA), afirmó en el Foro Internacional UIA 2022 que “el 80% de la población mundial no tiene acceso a la vivienda asequible”.

En 2015, la Organización de las Naciones Unidas (ONU) aprobó la Agenda 2030 sobre el Desarrollo Sostenible. La agenda cuenta con 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), entre ellos se promueven iniciativas para combatir el cambio climático y proteger el medio ambiente.

El 8 de mayo de 2024 el Diario Oficial de la Unión Europea publicó el texto de la Directiva (UE) 2024/1275, relativa a la Eficiencia Energética de los edificios, donde se fomenta la reducción de gases de efecto invernadero instando a cada Estado miembro a establecer un plan nacional de renovación de edificios además de garantizar que todos los edificios nuevos sean como mínimo edificios de consumo de energía casi nulo. Igualmente, existen diferentes estrategias que fomentan la sostenibilidad como Level(s), un Marcos Europeo que guía a la hora de evaluar sobre el rendimiento de sostenibilidad de los edificios para así diseñar y construir edificios sostenibles teniendo en cuenta todo el ciclo de vida.

La manera en la que los gobiernos afronten este déficit será crucial para garantizar el desarrollo sostenible. La directora General de Agenda Urbana y Arquitectura, María Teresa Verdú Martínez, anunció el 6 de marzo de 2024, el compromiso de trabajar en el desarrollo de un documento básico dedicado a la sostenibilidad que se incluirá en la revisión del Código Técnico de la Edificación (CTE) de 2026. Este compromiso representa un paso muy significativo hacia la implantación de criterios medioambientales alineados a las directrices y objetivos de sostenibilidad a nivel europeo y global.

El Banco de España notificó en el documento “El mercado de la vivienda en España” del 29 de abril de 2024 la alarmante cifra de déficit de vivienda de 600.000 hasta 2025.

Por lo tanto, el sector de la construcción ha de ser responsable y debe buscar soluciones para la fabricación de nuevas viviendas con materiales de baja huella de carbono, alta eficiencia energética y con la capacidad de ser reciclables. En los últimos años la madera ha resurgido como material estructural alternativo a las construcciones de hormigón armado al tratarse de un material de construcción natural, renovable y reciclable. Asimismo, existen regulaciones como el Reglamento Europeo de la Madera (EUTR) para garantizar el comercio de madera legal, y a través de sistemas de certificación forestal como es el PEFC se trabaja para frenar la deforestación, conservar la biodiversidad y asegurar una sostenibilidad forestal. Por lo que todo apunta a que se debe fomentar y priorizar la edificación en madera para revertir los problemas del cambio climático.

3. CASO DE ESTUDIO

3.1. Edificio tipo a diseñar y analizar

Tras un estudio de las tipologías de edificación en Valencia de los últimos años en la zona cercana al emplazamiento elegido, concluimos que el sistema constructivo más empleado en Valencia es el sistema de forjados unidireccionales de hormigón armado in situ con viguetas prefabricadas para viviendas en altura, además de contar con plazas de garaje, por la normativa vigente, bajo la cota 0. Para este estudio se considerará la estructura a partir de la cota 0 más la cimentación.

Por lo tanto, atendiendo a la información recopilada y a las normas urbanísticas, se opta para este proyecto por diseñar un edificio de viviendas plurifamiliar en altura con un máximo 4 alturas contando la planta baja, esta destinada en su mayoría a uso terciario disponiendo de varios espacios comunitarios. Además, teniendo en cuenta el compromiso de los Estados de la Unión Europea de lograr la neutralidad climática para el año 2050, se destina el uso de la planta de cubierta para la instalación de placas solares adoptando el uso de energías renovables en la totalidad del edificio.

3.2. Emplazamiento

El emplazamiento escogido para este proyecto es una parcela en esquina entre medianeras. La parcela se encuentra en la intersección de la calle Literato Gabriel Miró y la calle del Palleter, localizada en el distrito número 3 de la ciudad de Valencia, Extramurs, en el barrio La Petxina.

La referencia catastral de la parcela es: 4726825YJ2742F0000MU

DATOS DESCRIPTIVOS DEL INMUEBLE

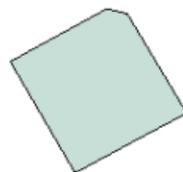
Referencia catastral
4726825YJ2742F0000MU

Localización
CL LITERATO GABRIEL MIRO 11 Suelo
46008 VALENCIA (VALENCIA)

Clase
Urbano

Uso principal
Suelo sin edif.

PARCELA CATASTRAL



Localización
CL LITERATO GABRIEL MIRO 11
VALENCIA (VALENCIA)

Superficie gráfica
602 m²

Ilustración 1. Sede Electrónica del Catastro - Consulta y certificación de Bien Inmueble.

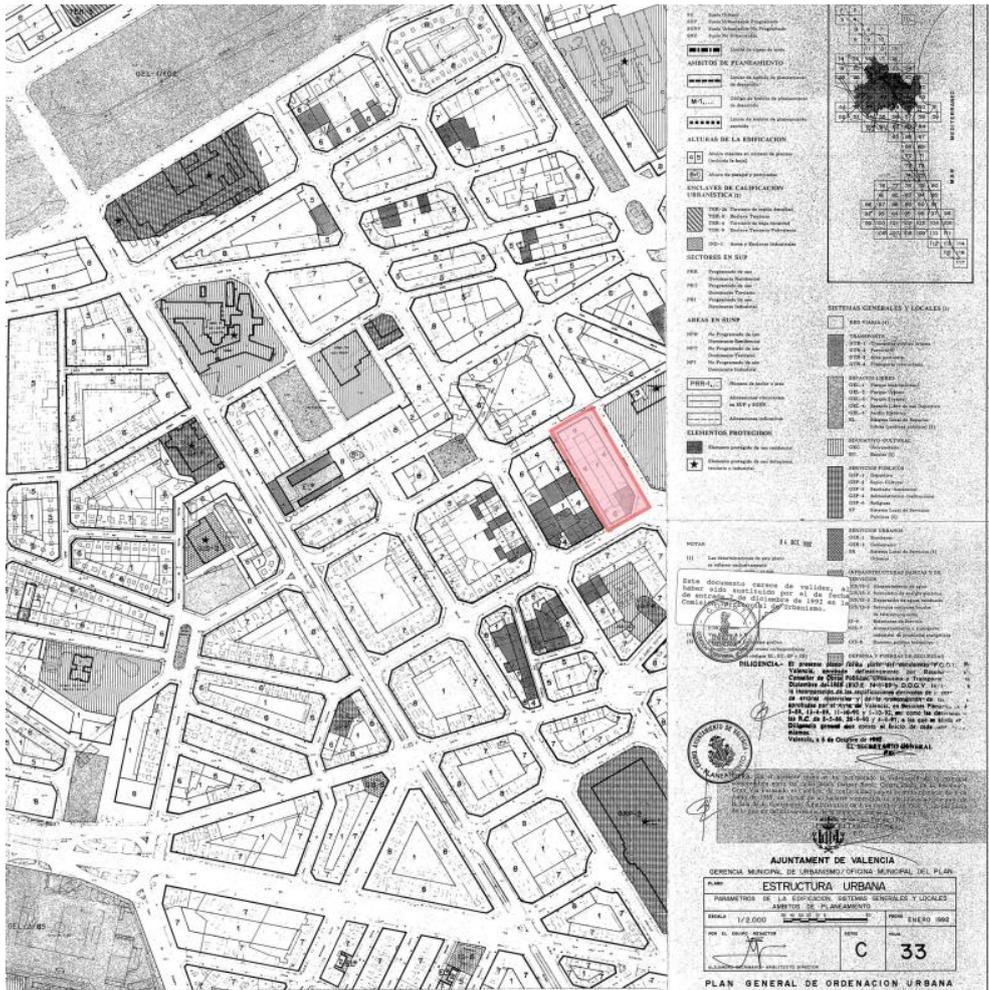


Ilustración 2. Plano 46250-1001 1991-0010 C.33 ESTRUCTURA URBANA – PLAN GENERAL DE ORDENACIÓN URBANA.



Ilustración 3. Imagen de Google Maps del solar.

3.3. Documentación gráfica

Para obtener la documentación gráfica del proyecto empleamos el programa AutoCAD, un software de diseño asistido por ordenador (CAD) que se utiliza para dibujar, diseñar y modelar en 2D y 3D mediante sólidos, superficies y objetos que hace posible el dibujo digital de los planos del edificio.

3.3.1. Planta estructural

Con una superficie total de parcela de 602 m² y respetando los límites de los patios de la manzana se ha optado por generar para el caso de estudio en hormigón armado, en paralelo a la calle Literato Gabriel Miró, siete pórticos siendo el de fachada y los tres siguientes de cinco vanos variables entre los 4,5 y 5,25 metros. Los tres últimos pórticos cuentan con 3 vanos, dos de 4,7 metros y uno de 5,25 metros. La planta estructural se repite en las plantas superiores con la variación de la existencia de los balcones tanto en la fachada de la calle Literato Gabriel Miró como en la fachada de la calle del Palleter. Estos se resuelven con la prolongación de las vigas del mismo pórtico hacia la calle Literato Gabriel Miró y en la otra fachada se amplía el forjado quedando este en voladizo sobre el pórtico número uno, pórtico de fachada.

En el caso del sistema estructural de entramado ligero de madera, el funcionamiento difiere al anterior, pues este trabaja con muros estructurales. Se mantienen las guías de los pórticos del modelo anterior sustituidas en este caso por los muros. En las tres plantas de viviendas, donde existen balcones en las fachadas es necesario modificar la dirección de los forjados de entramado quedando apoyado en una viga de madera en la parte interior y en el muro exterior con una parte en voladizo, esto es posible al respetar una dimensión de voladizo máxima de un tercio del forjado.

A la hora de diseñar los dos modelos se han tenido en cuenta las ventajas y limitaciones de ambos materiales para así poder realizarlos sin grandes variaciones que incrementaran el presupuesto, la cantidad de material o la dificultad de ejecución de ninguno de ellos. Por este motivo el vano más grande a cubrir de la estructura es de 5,25 metros, una medida considerable en ambos modelos.

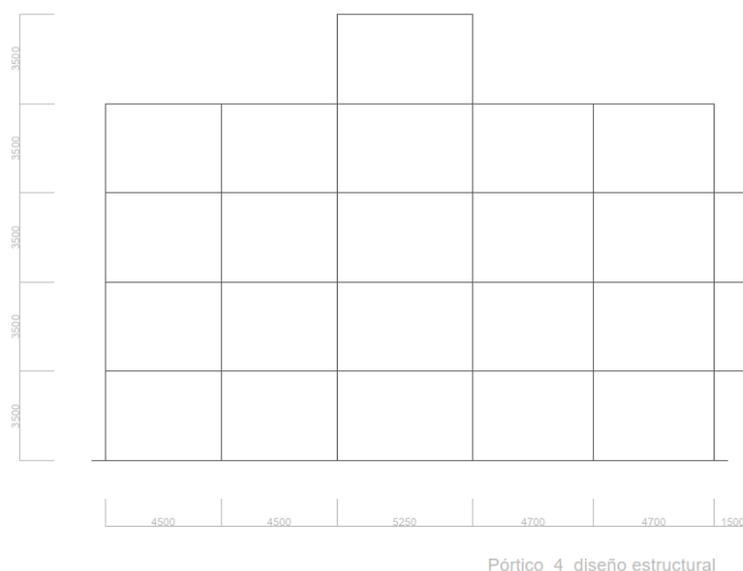


Ilustración 4. Sección esquemática del edificio del caso de estudio en AutoCAD.

• Hormigón armado

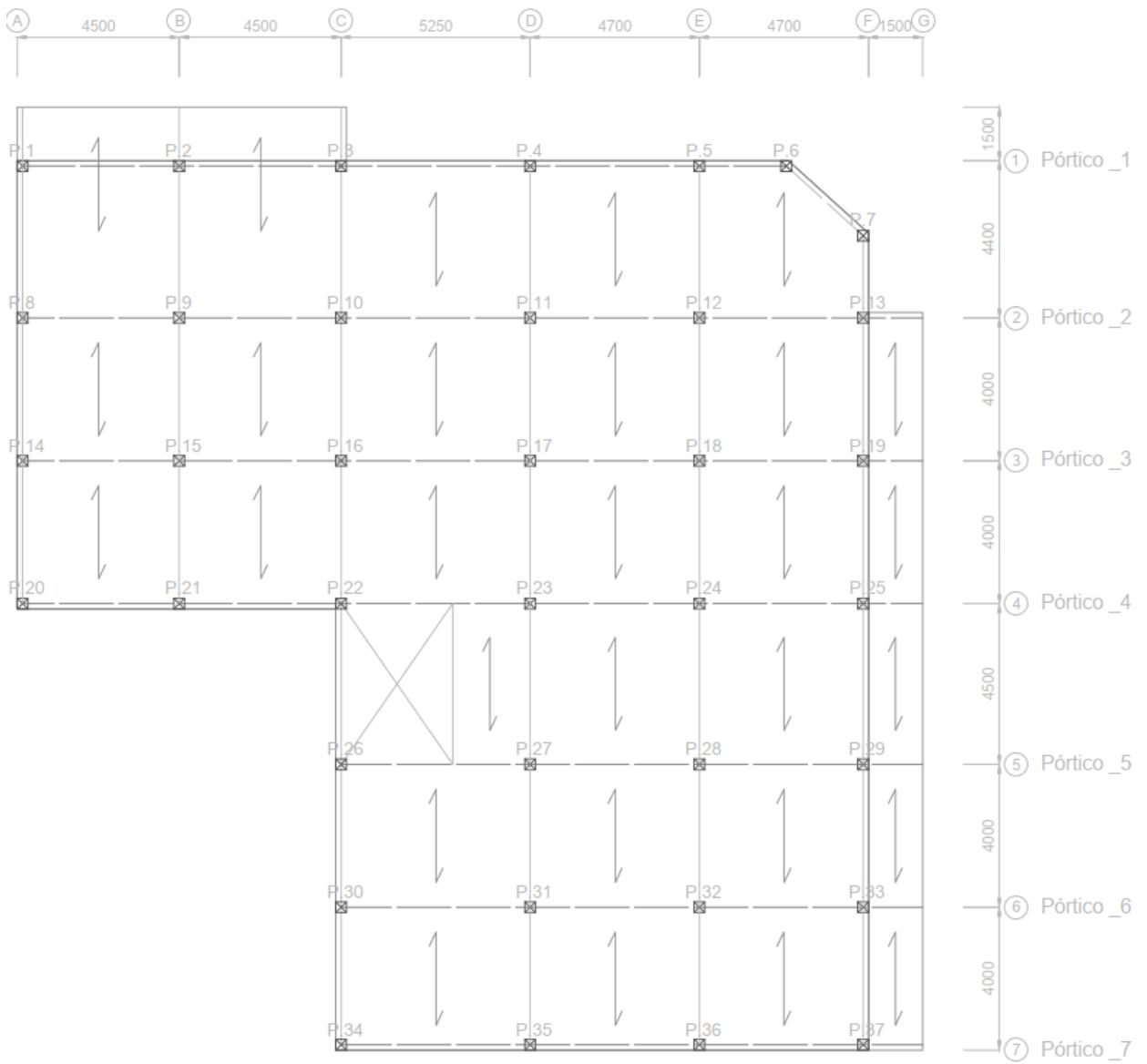


Ilustración 5. Planta estructural del edificio tipo con estructura de hormigón armado realizada en AutoCAD.

- Entramado ligero de madera

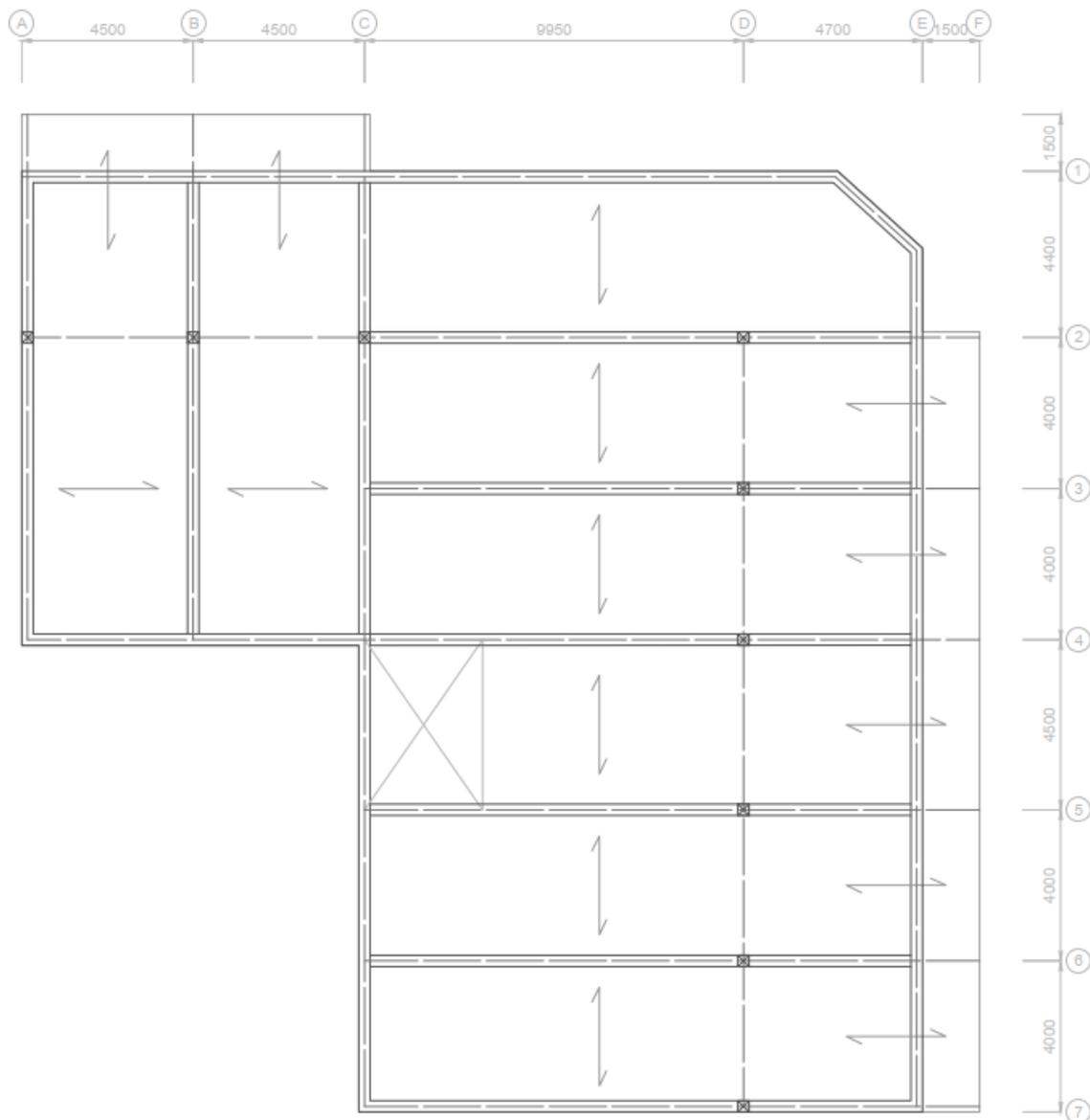


Ilustración 6. Planta estructural del edificio tipo con estructura de entramado ligero de madera realizada en AutoCAD.

3.3.2. Planta distribución

El uso de los espacios del edificio está diferenciado en dos principales, uso residencial y uso terciario. Desde la cota cero la planta baja está distribuida de forma que aloja espacios polivalentes de uso propio para los residentes y otros espacios libres para uso terciario. Las plantas superiores, primera, segunda y tercera, son las destinadas a uso residencial, estas se dividen en cuatro viviendas por planta, dando lugar a un total de doce viviendas en el edificio. Cada planta está formada por una vivienda de un único dormitorio y tres viviendas más de tres dormitorios. Todas las viviendas cuentan con salida a un balcón.

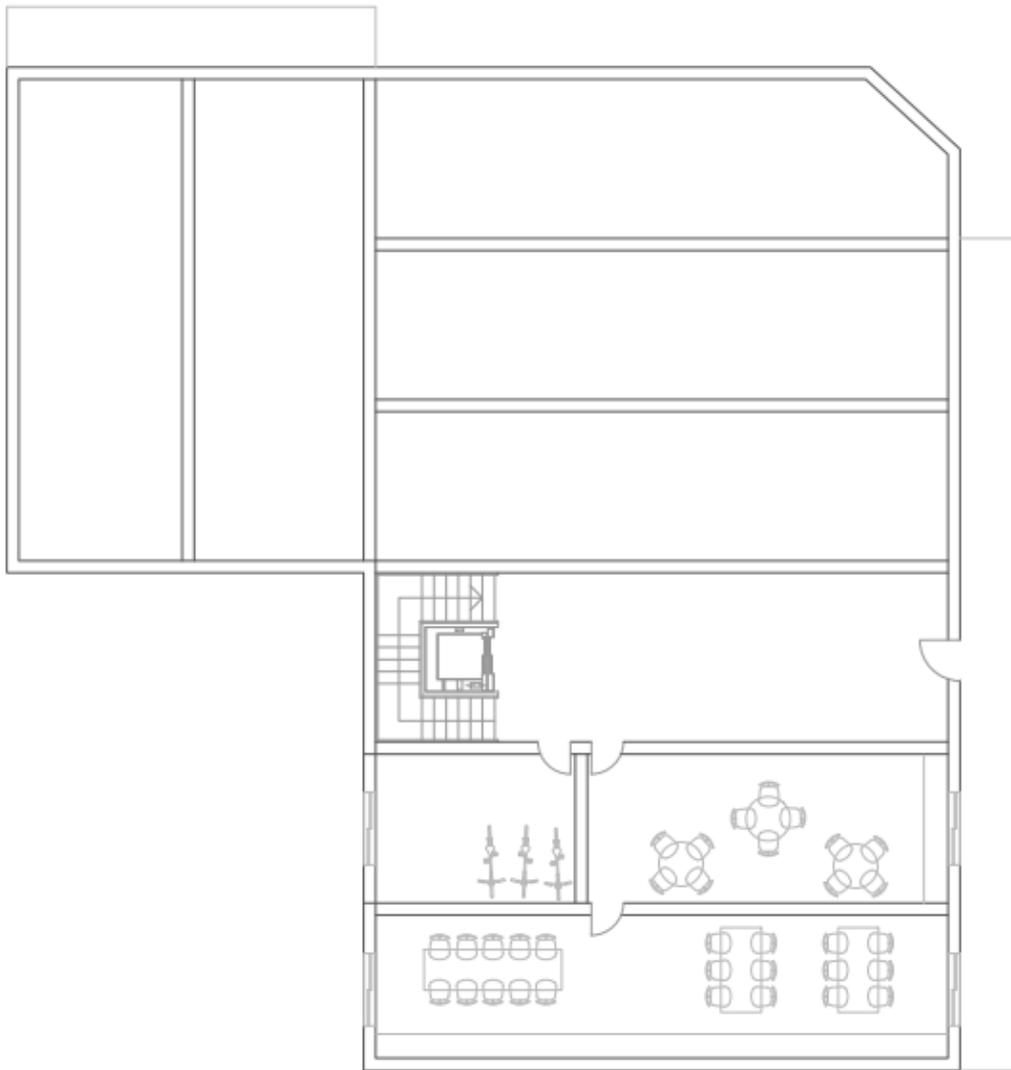


Ilustración 7. Planta de cota 0 del edificio tipo con estructura de entramado ligero de madera realizada en AutoCAD.

Se ha trabajado con gran interés en mantener la misma distribución en planta respetando las guías estructurales y los elementos significativos de las dos variantes con las que estamos trabajando, dando así por resultado dos distribuciones en planta con variaciones insignificantes.

A destacar, la planta baja del edificio con estructura de hormigón armado es más flexible en su uso ya que puede albergar un uso terciario donde se necesiten espacios más amplios puesto que no cuenta con los muros estructurales que son necesarios en la estructura de entramado ligero de madera. Siendo también posible eliminar estos mismos mediante una alteración de la estructura de entramado ligero eliminando el muro mediante una viga de madera laminada, considerando el incremento de precio en el presupuesto.

- Hormigón armado

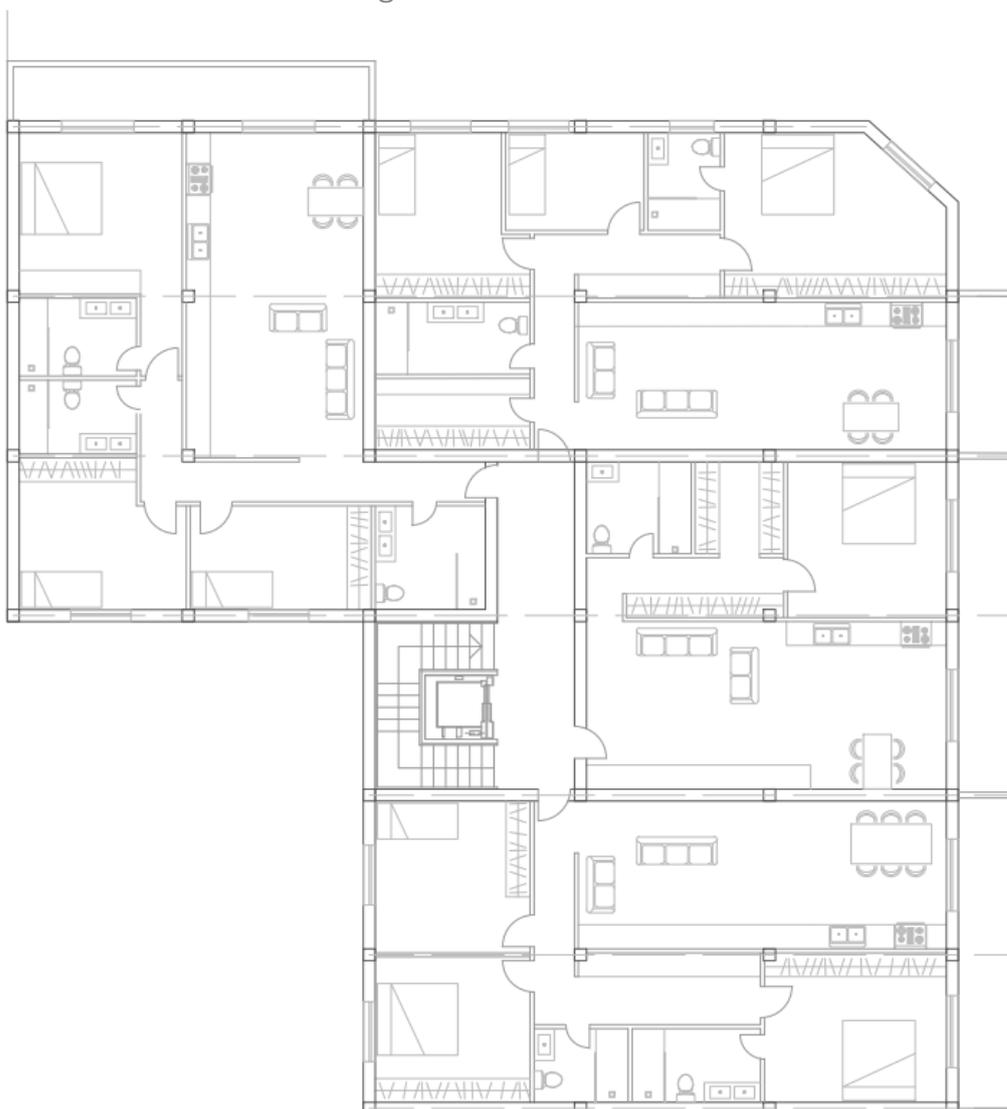


Ilustración 8. Planta de distribución del edificio tipo con estructura de hormigón armado realizada en AutoCAD.

- Entramado ligero de madera

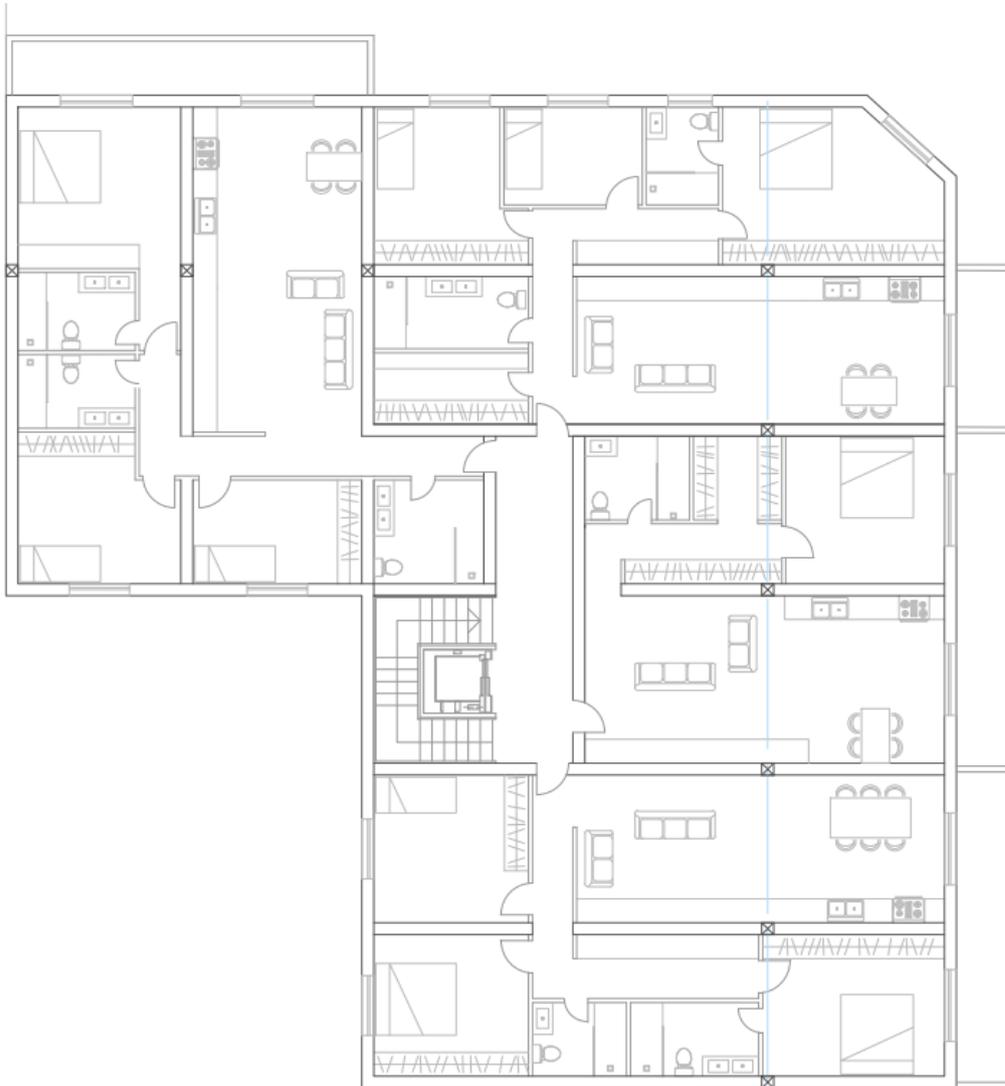


Ilustración 9. Planta de distribución del edificio tipo con estructura de entramado ligero de madera realizada en AutoCAD.

3.4. Evaluación de cargas

3.4.1. Estructura de hormigón armado

3.4.1.1. Materiales

Antes de realizar la estimación de cargas se va a concretar el tipo de hormigón y acero a utilizar. Para poder nombrar el tipo de hormigón a emplear primero necesitamos definir el ambiente, la consistencia, la resistencia característica y tamaño máximo de árido.

Ambiente: Empleamos la tabla 27.1.a (Tabla 1) del Capítulo 7: “Criterios generales para las estructuras de hormigón.” del Código estructural, por la que tenemos una exposición clase XC1.

2. Corrosión inducida por carbonatación		
XC1	Seco o permanentemente húmedo.	Elementos de hormigón armado o pretensado dentro de recintos cerrados (tales como edificios), con humedad del aire baja. (HR<65%). Elementos de hormigón armado o pretensado permanentemente sumergido en agua no agresiva.
XC2	Húmedo, raramente seco.	Elementos de hormigón armado o pretensado permanentemente en contacto con agua o enterradas en suelos no agresivos (por ejemplo, cimentaciones).
XC3	Humedad moderada.	Elementos de hormigón armado o pretensado dentro de recintos cerrados (tales como edificios), con humedad media o alta. (HR>65%). Elementos de hormigón armado o pretensado en el exterior, protegidos de la lluvia.
XC4	Sequedad y humedad cíclicas.	Elementos de hormigón armado o pretensado en el exterior, expuestos al contacto con el agua, de forma no permanente (por ejemplo, la procedente de la lluvia).

Ilustración 10. Tabla 27. 1.a. Clases de exposición relativas al hormigón estructural. Código Estructural, capítulo 7.

Consistencia: Fluida. Como bien se recomienda en el Capítulo 8: “Estructuras de hormigón. Propiedades tecnológicas de los materiales.” del Código Estructural, la elección de la consistencia será fluida. “En obras de edificación, para pilares, forjados y vigas se utilizará un hormigón de consistencia fluida salvo justificación en contra.”

Resistencia característica: Según la tabla 43.2.1.b (Tabla 2), del Capítulo 9: “Durabilidad de las estructuras de hormigón.” del Código Estructural, la resistencia mínima para hormigón armado para ambiente XC1 es de 25N/mm³, por mayor seguridad emplearemos un hormigón con resistencia característica de 30N/mm³.

Parámetro de dosificación	Tipo de hormigón	Clase de exposición																				
		X0	XC1	XC2	XC3	XC4	XS1	XS2	XS3	XD1	XD2	XD3	XF1	XF2	XF3	XF4	XA1	XA2	XA3	XM1	XM2	XM3
Resistencia característica (N/mm ²)	Masa	20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	30	30	30	30	30	30	35	30	30	30
	Armado	25	25	25	30	30	30	30	35	30	30	30	30	30	30	30	30	30	35	30	30	30
	Pretensado	25	25	25	30	30	30	35	35	35	35	35	30	30	30	30	30	35	35	30	30	30

Ilustración 11. Tabla 43.2.1.b. Resistencia característica mínima esperada para el hormigón. Código Estructural, capítulo 9.

Tamaño máximo de árido: 16mm de diámetro correspondiente a una curva de Fuller ideal.

Concluimos con un hormigón tipo HA-30/F/16/XC1 y un acero B-500 SD.

3.4.1.2. Estimación de cargas

Para la estimación de las cargas permanentes y variables que actúan sobre la estructura se hace uso de las tablas del DB SE-AE (Documento Básico de Seguridad Estructural – Acciones en la Edificación) adjuntas a continuación. Se emplea la tabla C.5 para la

obtención de los pesos propios de los elementos constructivos y la tabla 3.1 para los valores característicos de las sobrecargas de uso que hacen referencia a las cargas variables.

Elemento	Peso
Forjados	kN / m ²
Chapa grecada con capa de hormigón; grueso total < 0,12 m	2
Forjado unidireccional, luces de hasta 5 m; grueso total < 0,28 m	3
Forjado uni o bidireccional; grueso total < 0,30 m	4
Forjado bidireccional, grueso total < 0,35 m	5
Losa maciza de hormigón, grueso total 0,20 m	5
Cerramientos y particiones (para una altura libre del orden de 3,0 m) incluso enlucido	kN / m
Tablero o tabique simple; grueso total < 0,09 m	3
Tabicón u hoja simple de albañilería; grueso total < 0,14 m	5
Hoja de albañilería exterior y tabique interior; grueso total < 0,25 m	7
Solados (incluyendo material de agarre)	kN / m ²
Lámina pegada o moqueta; grueso total < 0,03 m	0,5
Pavimento de madera, cerámico o hidráulico sobre plastón; grueso total < 0,08 m	1,0
Placas de piedra, o peldañado; grueso total < 0,15 m	1,5
Cubierta, sobre forjado (peso en proyección horizontal)	kN / m ²
Faldones de chapa, tablero o paneles ligeros	1,0
Faldones de placas, teja o pizarra	2,0
Faldones de teja sobre tableros y tabiques palomeros	3,0
Cubierta plana, recrecido, con impermeabilización vista protegida	1,5
Cubierta plana, a la catalana o invertida con acabado de grava	2,5
Rellenos	kN / m ³
Agua en aljibes o piscinas	10
Terreno, como en jardineras, incluyendo material de drenaje ⁽¹⁾	20

⁽¹⁾ El peso total debe tener en cuenta la posible desviación de grueso respecto a lo indicado en planos.

Ilustración 12. Tabla C.5 Peso propio de elementos constructivos. DB SE-AE.

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
				0	2

Ilustración 13. Tabla 3.1. Valores característicos de las sobrecargas de uso. DB SE-AE.

En las siguientes tablas están desglosados los pesos en kN/m^2 de cada uno de los elementos estructurales, diferenciando entre acciones permanentes y acciones variables.

Forjado cubierta casetón	kN/m^2
Acciones permanentes	
Cubierta plana, recrecido, con impermeabilización vista protegida	1,50
Forjado uni o bidireccional; grueso total < 0,30 m	4,00
Falso techo	0,15
Total	5,65
Acciones variables	
Sobrecarga de uso	1,00
Nieve	0,20
Total	1,20
Forjado cubierta	kN/m^2
Acciones permanentes	
Cubierta plana, recrecido, con impermeabilización vista protegida	1,50
Forjado uni o bidireccional; grueso total < 0,30 m	4,00
Falso techo	0,15
Placas solares	0,30
Total	5,95
Acciones variables	
Sobrecarga de uso	1,00
Nieve	0,20
Total	1,20
Forjado tipo	kN/m^2
Acciones permanentes	
Solado pavimento madera; grueso total < 0,08 m	1,00
Forjado uni o bidireccional; grueso total < 0,30 m	4,00
Falso techo	0,15
Tabiquería	1,00
Acabado enlucido dos caras	0,30
Total	6,45
Acciones variables	
Sobrecarga de uso	2,00
Total	2,00

Forjado balcones	kN/m²
Acciones permanentes	
Solado pavimento madera; grueso total < 0,08 m	1,00
Forjado uni o bidireccional; grueso total < 0,30 m	4,00
Total	5,00
Acciones variables	
Sobrecarga de uso	2,00
Total	2,00
Muro exterior	kN/m²
Acciones permanentes	
Enfoscado	0,20
Ladrillo perforado 12 cm	1,60
Aislante 10 cm	0,20
Ladrillo 9 cm	1,00
Enlucido de yeso	0,15
Total	3,15
Muro entre viviendas	kN/m²
Acciones permanentes	
Enlucido de yeso dos caras	0,30
Ladrillo hueco 7 cm	0,80
Aislante 5 cm	0,10
Ladrillo hueco 7 cm	0,80
Total	2,00

Tabla 1. Valores característicos de los elementos estructurales de la estructura de hormigón armado.

3.4.2. Estructura de entramado ligero

3.4.2.1. Materiales

Se deben de distinguir dos grupos de elementos dentro de las estructuras de entramado ligero de madera. Por un lado, están las piezas lineales que forman la estructura principal y también los tableros estructurales que rigidizan la estructura, siendo los paneles de OSB (Oriented Strand Board) los más empleados.

Para las piezas lineales la madera aserrada es la que suele emplearse para este tipo de estructura al tratarse de piezas lineales de sección rectangular obtenidas por aserrado del árbol generalmente escuadrada, es decir con caras paralelas entre sí. Se diferencia entre madera de frondosa y coníferas, designados con una letra y dos números. La letra D y C respectivamente y los dígitos marcan la resistencia característica a flexión. Comúnmente se emplean las maderas coníferas del grupo botánico de las gimnospermas. Las especies arbóreas que se emplean son el pino (silvestre, laricio, pinaster, radiata), el castaño, el roble, el eucalipto y el chopo.

En el Documento Básico Seguridad Estructural de Madera (DB.SE-M) se recogen los valores para cada clase resistente de madera aserrada, laminada encolada y tableros estructurales. Para el cálculo estructural emplearemos madera aserrada de clase resistente C24.

Tabla E.1 Madera aserrada. Especies de coníferas y chopo. Valores de las propiedades asociadas a cada Clase Resistente

Propiedades		Clase resistente											
		C14	C16	C18	C20	C22	C24	C27	C30	C35	C40	C45	C50
Resistencia (característica) en N/mm²													
- Flexión	$f_{m,k}$	14	16	18	20	22	24	27	30	35	40	45	50
- Tracción paralela	$f_{t,0,k}$	8	10	11	12	13	14	16	18	21	24	27	30
- Tracción perpendicular.	$f_{t,90,k}$	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
- Compresión paralela	$f_{c,0,k}$	16	17	18	19	20	22	22	23	25	26	27	29
-Compresión perpendicular	$f_{c,90,k}$	2,0	2,2	2,2	2,3	2,4	2,5	2,6	2,7	2,8	2,9	3,1	3,2
- Cortante	$f_{v,k}$	3,0	3,2	3,4	3,6	3,8	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0
Rigidez, en kN/mm²													
- Módulo de elasticidad paralelo medio	$E_{0,medio}$	7	8	9	9,5	10	11	11,5	12	13	14	15	16
- Módulo de elasticidad paralelo 5 ^o -percentil	$E_{0,k}$	4,7	5,4	6,0	6,4	6,7	7,4	7,7	8,0	8,7	9,4	10,0	10,7
- Módulo de elasticidad perpendicular medio	$E_{90,medio}$	0,23	0,27	0,30	0,32	0,33	0,37	0,38	0,40	0,43	0,47	0,50	0,53
- Módulo transversal medio	G_{medio}	0,44	0,50	0,56	0,59	0,63	0,69	0,72	0,75	0,81	0,88	0,94	1,00
Densidad, en kg/m³													
- Densidad característica	ρ_k	290	310	320	330	340	350	370	380	400	420	440	460
- Densidad media	ρ_{medio}	350	370	380	390	410	420	450	460	480	500	520	550

Ilustración 14. Tabla E.1 Madera aserrada. Especies de coníferas y chopo. Valores de las propiedades asociadas a cada Clase Resistente. DB.SE-M Anejo E.

Tabla E.11 Tableros de virutas orientadas para uso en ambiente seco (OSB/2) y para uso en ambiente húmedo (OSB/3). Valores de las propiedades.

Propiedades		OSB/2 y OSB/3 (UNE-EN 300:2007)			
		Para su uso en ambiente seco y húmedo			
		Espesor nominal, t_{nom} , en mm			
		6 < t_{nom} ≤ 10	10 < t_{nom} ≤ 18	18 < t_{nom} ≤ 25	
Resistencia (característica), en N/mm²					
Flexión	paralela	$f_{m,p,0,k}$	18,0	16,4	14,8
	perpendicular	$f_{m,p,90,k}$	9,0	8,2	7,4
Tracción	paralela	$f_{t,p,0,k}$	9,9	9,4	9,0
	perpendicular	$f_{t,p,90,k}$	7,2	7,0	6,8
Compresión	paralela	$f_{c,p,0,k}$	15,9	15,4	14,8
	perpendicular	$f_{c,p,90,k}$	12,9	12,7	12,4
Cortante, en el grueso		$f_{v,p,k}$	6,8	6,8	6,8
Cortante, en el plano		$f_{r,p,k}$	1,0	1,0	1,0
Rigidez (media), en N/mm²					
A flexión	paralela	$E_{m,0,p}$	4930	4930	4930
	perpendicular	$E_{m,90,p}$	1980	1980	1980
A tracción	paralela	$E_{t,0,p}$	3800	3800	3800
	perpendicular	$E_{t,90,p}$	3000	3000	3000
A compresión	paralela	$E_{c,0,p}$	3800	3800	3800
	perpendicular	$E_{c,90,p}$	3000	3000	3000
A cortante, en el grueso		$G_{v,p}$	1080	1080	1080
A cortante, en el plano		$G_{r,p}$	50	50	50
Densidad, en kg/m³					
Característica		$\rho_{p,k}$	550	550	550

Ilustración 15. Tabla E.11 Tableros de virutas orientadas para uso en ambiente seco (OSB/2) y para uso en ambiente húmedo (OSB/3). Valores de las propiedades. DB.SE-M Anejo E.

3.4.2.2. Estimación de cargas

Como anteriormente se ha expuesto, nos guiaremos por las tablas del DB SE-AE (Documento Básico de Seguridad Estructural – Acciones en la Edificación). Ilustración 12 y 13 del apartado 3.4.1.2

A continuación, las tablas desglosadas con los pesos en kN/m^2 de cada uno de los elementos estructurales, diferenciando entre las acciones permanentes y las acciones variables.

Forjado cubierta casetón	kN/m^2
Acciones permanentes	
Cubierta plana, recrecido, con impermeabilización vista protegida	1,50
Tablero estructural	0,05
Forjado de viguetas de madera aserrada	0,35
Aislante 15 cm	0,30
Falso techo	0,20
Total	2,40
Acciones variables	
Sobrecarga de uso	1,00
Nieve	0,20
Total	1,20
<hr/>	
Forjado cubierta	kN/m^2
Acciones permanentes	
Cubierta plana, recrecido, con impermeabilización vista protegida	1,50
Tablero estructural	0,05
Forjado de viguetas de madera aserrada	0,35
Aislante 15 cm	0,30
Falso techo	0,20
Placas solares	0,30
Total	2,70
Acciones variables	
Sobrecarga de uso	1,00
Nieve	0,20
Total	1,20
<hr/>	
Forjado tipo	kN/m^2
Acciones permanentes	
Solado pavimento madera; grueso total < 0,08 m	1,00
Tablero estructural	0,05
Forjado de viguetas de madera aserrada	0,35
Aislante 15 cm	0,30
Falso techo	0,20
Tabiquería	0,50
Acabado enlucido dos caras	0,30
Total	2,70
Acciones variables	
Sobrecarga de uso	2,00
Total	2,00

Forjado balcones	kN/m²
Acciones permanentes	
Solado pavimento madera; grueso total < 0,08 m	1,00
Tablero estructural	0,05
Forjado de viguetas de madera aserrada	0,35
Aislante 15 cm	0,30
Total	1,70
Acciones variables	
Sobrecarga de uso	2,00
Total	2,00
Muro estructural	kN/m²
Acciones permanentes	
Enlucido de yeso	0,20
Entramado vertical de madera aserrada	0,35
Aislante 15 cm	0,30
Tablero estructural dos caras	0,10
Enfoscado	0,20
Total	1,15

Tabla 2. Valores característicos de los elementos estructurales de la estructura de entramado ligero de madera.

4. METODOLOGÍA Y DESARROLLO

4.1. Análisis estructural_ANGLE

Se trata de un programa de elementos finitos para el análisis estructural diseñado por el arquitecto Adolfo Alonso Durá, profesor en la Escuela Técnica Superior de Arquitectura de la Universitat Politècnica de València.

Una vez añadida la extensión de Angle en AutoCAD se pueden asociar los elementos estructurales a los materiales correspondientes, y además asignar las cargas.

En este apartado se estudia la respuesta de la estructura frente a las cargas que actúan sobre ella. Este paso es fundamental en cualquier tipo de construcción para asegurar la estabilidad de la estructura y la resistencia de la misma.

Para el análisis estructural de nuestro caso de estudio primero se han creado los dos modelos estructurales en AutoCAD, a los cuales, mediante la herramienta ANGLE, se les ha asignado con las propiedades adecuadas a los elementos que lo forman, como son el material y un predimensionado inicial. Posteriormente se asignan tanto las cargas permanentes como las variables, estas últimas pueden ser por sobrecarga de uso, por posibilidad de nieve y por viento.

Como se puede observar en los planos estructurales del apartado 3.3, la principal diferencia estructural reside en la existencia de pilares de hormigón armado en contraposición de los muros estructurales en el caso de estudio de entramado ligero de madera. Esto es debido a que la estructura de hormigón armado trabaja mediante pórticos y la estructura de entramado ligero trabaja a través de los muros de carga. Para la cimentación se opta por una losa de cimentación para ambos modelos, de esta forma se realiza una comparativa estructural más precisa.

4.1.1. Cálculo estructural.

El cálculo estructural de los dos modelos del caso de estudio se ha realizado mediante el programa ANGLE.

Las hipótesis de carga con las que vamos a trabajar son las siguientes:

- Hipótesis 1 - Peso propio: Carga PERMANENTE
- Hipótesis 2 - Sobrecarga de uso: Carga VARIABLE
- Hipótesis 3 - Sobrecarga de nieve: Carga VARIABLE
- Hipótesis 4 - Sobrecarga de viento: Carga VARIABLE
- Hipótesis 5 - Sobrecarga de viento: Carga VARIABLE
- Hipótesis 6 - Sobrecarga de viento: Carga VARIABLE
- Hipótesis 7 - Sobrecarga de viento: Carga VARIABLE

Y siendo las combinaciones E.L.U:

- Combinación 1 = $1,35 \times H1$; $1,50 \times H2$; $1,05 \times H3$
- Combinación 2 = $1,35 \times H1$; $1,05 \times H2$; $1,50 \times H3$
- Combinación 3 = $1,35 \times H1$; $1,50 \times H2$; $1,05 \times H3$; $0,90 \times H4$

- Combinación 4 = 1,35 x H1; 1,05 x H2; 1,05 x H3; 1,50 x H4
- Combinación 5 = 1,35 x H1; 1,50 x H2; 1,05 x H3; 0,90 x H5
- Combinación 6 = 1,35 x H1; 1,05 x H2; 1,05 x H3; 1,50 x H5
- Combinación 7 = 1,35 x H1; 1,50 x H2; 1,05 x H3; 0,90 x H6
- Combinación 8 = 1,35 x H1; 1,05 x H2; 1,05 x H3; 1,50 x H6
- Combinación 9 = 1,35 x H1; 1,50 x H2; 1,05 x H3; 0,90 x H7
- Combinación 10 = 1,35 x H1; 1,05 x H2; 1,05 x H3; 1,50 x H7

- Hormigón armado

El dimensionado final del diseño de la estructura de hormigón armado se basa en pilares de longitud de 3,5 metros y dimensiones de 30 x 30 cm con 5 variantes de refuerzo que se muestran a continuación, además de las vigas de 30 x 40 cm conformantes del pórtico, también con el armado necesario en cada tramo de la estructura y, por último, los zunchos de 25 x 30 cm que unen los pórticos entre sí. Se confirma mediante la herramienta de cálculo de ANGLE que el predimensionado realizado es correcto y válido para soportar las cargas del edificio del caso de estudio.

TIPO_1	TIPO_2	TIPO_3	TIPO_4	TIPO_5
				
30x30 4Ø12 C Ø8/15 -	30x30 8Ø20 C Ø8/15 -	30x30 4Ø20 C Ø8/15 -	30x30 4Ø16 C Ø8/15 -	30x30 12Ø20 C Ø8/15 -
L=350+40	L=350+70	L=350+70	L=350+55	L=350+70

Ilustración 16. Detalle de los 5 tipos de pilares de hormigón armado. Producido por ANGLE.

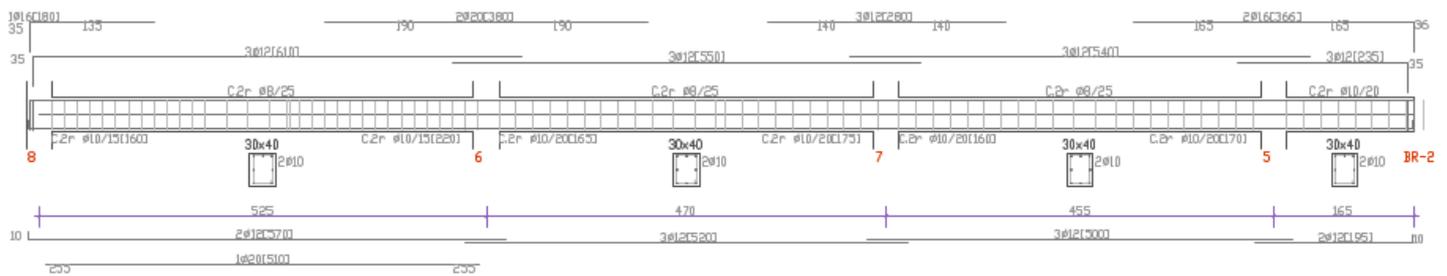
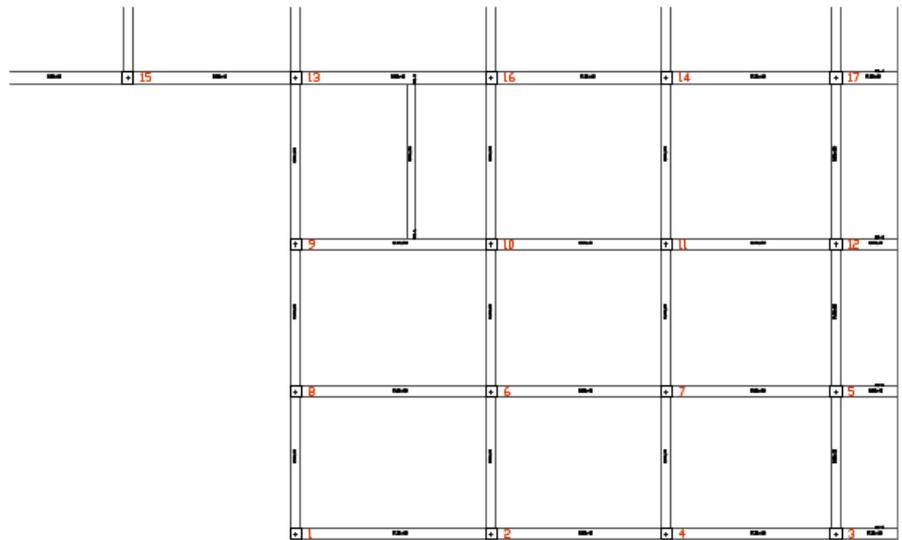


Ilustración 17. Detalle de viga de hormigón armado del Nivel 1. Producido en ANGLE y AutoCAD.

Para conocer el despiece completo de la estructura, tanto de pilares como de vigas y zunchos ver el Anejo 1_ Dimensionado y despiece de los elementos estructurales del caso de estudio con estructura de hormigón armado.

Los pilares más solicitados se encuentran en la planta baja y son los de tipo 5, con 12 barras de diámetro 20 mm. A continuación, se muestra la información del armado del pilar 10 ya que es tipo 5 para así ver las solicitudes y comprobar que es válido. También, el armado de una viga de 30 x 40 cm de luz 5,25m. Esta viga lleva un refuerzo por la parte inferior total de 5 barras de diámetro 12 mm.

Armado del pilar 10

2 F 20

4 F 20

Estrib 8 / 15

N° ramVERT. 3

N° ramHOR. 3

Cal. Ramas Autom.

Solape (cm) 70

C.extr Long. 0

C.extr Sep. 0

Usuario kN m.

U Nd 0

Mzd 0

Myd 0

Perita M z/y



PILAR 10 Luz 3,50 mt. Capa SOPORTES
 RECTANGULAR b_{xh}: 30x30cm Girada 0°
 L_pX_Y=2,61 L_pX_Z=2,53 L_{xy} 30,13 L_{xz} 29,21
 Arm.4r20+ Cara b 2r20+ Cara h 2r20 Estrib. 8/15
 Utot. 1508,0 kN W 0,84 Y: Vd=13,9kN Vu1=459,0kN. Vu2=148,8
 Z: Vd=21,0kN Vu1=459,0kN. Vu2=148,8

Flex.C.OK Cortant.OK Torsión OK Pandeo OK Ar_min OK Ar_max OK
 Solape OK Arm.Long OK Cercos :OK Lon.Extr OK Separ.Extr OK

Comb	Cof[d/u]	Nd	Mzd	Myd	Nu	Mzu	Myu
1 Sup.	0,89	2270,3	45,4	-45,4	2538,8	53,0	-53,0
1 Inf.	0,90	2281,0	-45,6	45,6	2538,8	-53,0	53,0
2 Sup.	0,80	2018,6	40,4	-40,4	2538,8	53,0	-53,0
2 Inf.	0,80	2029,2	-40,6	40,6	2538,8	-53,0	53,0
3 Sup.	0,90	2272,5	45,4	-45,4	2538,8	53,0	-53,0
3 Inf.	0,90	2283,1	-45,7	45,7	2538,8	-53,0	53,0
4 Sup.	0,80	2019,9	40,4	-40,4	2538,8	53,0	-53,0
4 Inf.	0,80	2030,6	-40,6	40,6	2538,8	-53,0	53,0
5 Sup.	0,89	2268,2	-45,4	-45,4	2538,8	-53,0	-53,0
5 Inf.	0,90	2278,8	45,6	45,6	2538,8	53,0	53,0
6 Sup.	0,79	2012,8	-40,3	-40,3	2538,8	-53,0	-53,0
6 Inf.	0,80	2023,4	40,5	40,5	2538,8	53,0	53,0
7 Sup.	0,89	2268,7	45,4	-45,4	2538,8	53,0	-53,0
7 Inf.	0,90	2279,3	-45,6	-45,6	2538,8	-53,0	-53,0
8 Sup.	0,79	2013,6	40,3	40,3	2538,8	53,0	53,0

Fck 30 Fyk 500

Peritar Camb Secc Salva >> DXF

Redimensiona

Ilustración 18. Armado del pilar número 10 en planta baja. Pilar tipo 5. Imagen de ANGLE.

Armado de la Barra 177

2 F 20

4 F 20

Estrib 8 / 15

N° ramVERT. 3

N° ramHOR. 3

Cal. Ramas Autom.

Solape (cm) 70

C.extr Long. 0

C.extr Sep. 0

Usuario kN m.

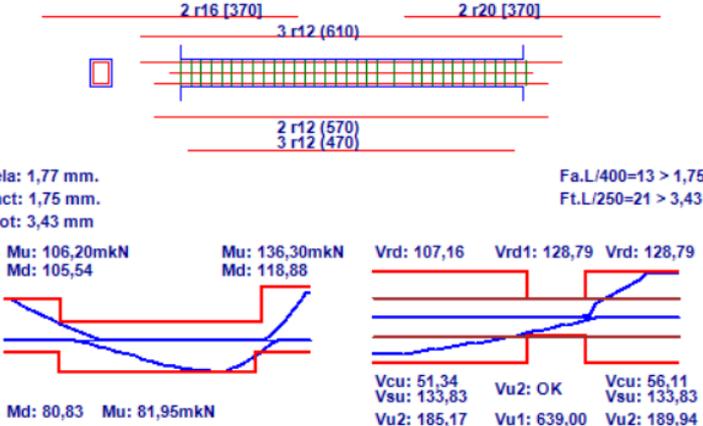
U Nd 0

Mzd 0

Myd 0

Perita M z/y

VIGA 177 RECTANGULAR b_{xh}: 30x40cm Luz 5,25 m. Tren 8 Van CUMPLE Mtors.OK Flech.OK Cabe lz. OK Vano OK Der i



F.ela: 1,77 mm. Fa.L/400=13 > 1,75
 F.act: 1,75 mm. Ft.L/250=21 > 3,43
 F.tot: 3,43 mm

Mu: 106,20mkN Md: 105,54 Mu: 136,30mkN Md: 118,88 Vrd: 107,16 Vrd1: 128,79 Vrd: 128,79
 Md: 80,83 Mu: 81,95mkN Vcu: 51,34 Vsu: 133,83 Vu2: OK Vcu: 56,11 Vsu: 133,83
 Vu2: 185,17 Vu1: 639,00 Vu2: 189,94

Fck 30 Fyk 500

2 Φ 16 185 0 0 185 2 Φ 20 0

Montaje 3 Φ 12 610 305 0

Cercos 2 Φ 10 15 2 Φ 8 25 2 Φ 10 15

265 160

Montaje 2 Φ 12 570 285 285

3 Φ 12 470 235 235

Redistrib % 0

Peritar Camb Secc Salva >> DXF

Redimensiona

Ilustración 19. Armado de una viga rectangular 30x40cm de longitud 5,25m. Imagen de ANGLE.

- Entramado ligero de madera

Mediante ANGLE se puede hacer una simplificación de la estructura para el cálculo, a continuación, se muestra una imagen esquemática de los muros portantes de la planta baja.

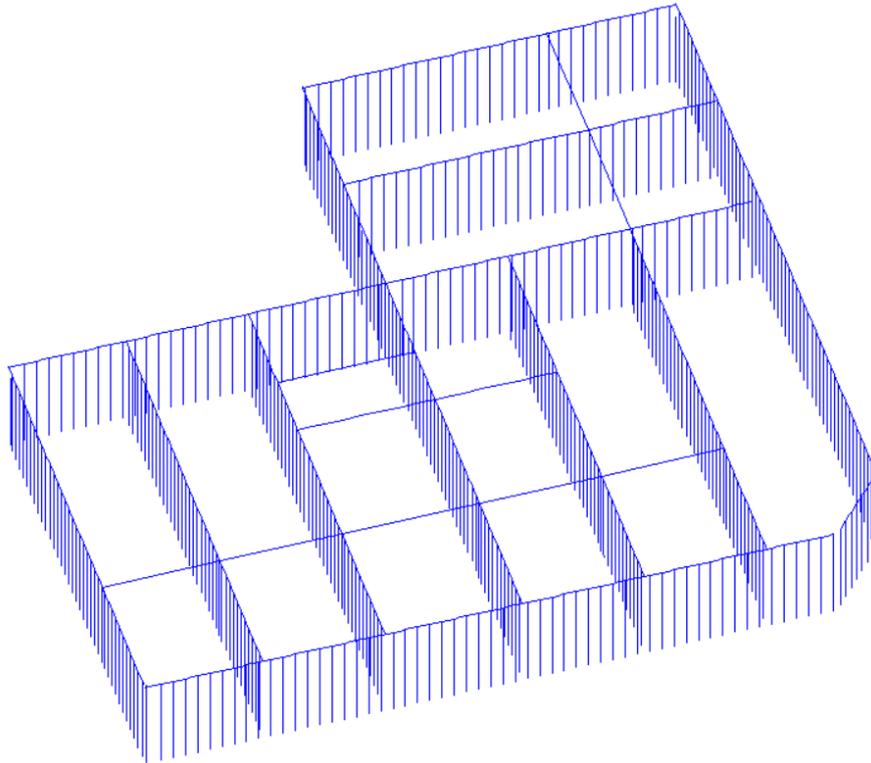


Ilustración 20. Imagen esquemática de la estructura de entramado ligero de la planta 0. Obtenida por ANGLE.

Los muros estructurales del modelo de entramado ligero de madera quedan resueltos con un dimensionado de 60 x 140 mm dispuestos cada 400 mm, con 3,5 metros de altura y con panel OSB/3 de 15 mm en la cara exterior e interior. Asimismo, los forjados de cubierta quedan resueltos con dimensión 120 x 200 mm de sección dispuestos cada 600 mm, mientras que los forjados de las plantas intermedias con dimensión 120 x 200 mm de sección dispuestos cada 400 mm. Se confirma mediante la herramienta de cálculo de ANGLE que el predimensionado realizado es correcto y válido para soportar las cargas del edificio del caso de estudio. Este predimensionado se ha calculado utilizando las tablas guía empleadas en una posición laboral previa en los Países Bajos. Ver Anejo_2 Predimensionado de los elementos estructurales del caso de estudio con estructura de entramado ligero de madera.

Al igual que en el caso anterior, los elementos estructurales más solicitados se encuentran en la planta baja, por lo que vamos a comprobar con ANGLE la validez del mismo.

Comprobación de la Barra 196

BARRA 196 Nodos 3086-7593 Luz 3.500 mt. Capa SOPORTES
 NERVIO DOBLE T Nervio bzh 6x 17 alas bzh 40x 1.5
 Clase Resistente : C-24 Clase de Servicio 1 INTRASLACIONAL

CUMPLE A RESISTENCIA
 CUMPLE A PANDEO

Pandeo en PlanoXY BetaZ= 0.50 Kcz= 0.546
 Pandeo en PlanoXZ BetaY= 0.59 Kcy= 0.584
 Pandeo Lateral Mcritico= 0.000

C. ELU 1	kmod = 0,80	Iflex= 0,08	Icort= 0,01	Itra= 0,00	Iband= 0,46	Ok
C. ELU 2	kmod = 0,80	Iflex= 0,07	Icort= 0,01	Itra= 0,00	Iband= 0,41	Ok
C. ELU 3	kmod = 0,90	Iflex= 0,22	Icort= 0,01	Itra= 0,01	Iband= 0,56	Ok
C. ELU 4	kmod = 0,90	Iflex= 0,21	Icort= 0,00	Itra= 0,01	Iband= 0,62	Ok
C. ELU 5	kmod = 0,90	Iflex= 0,23	Icort= 0,01	Itra= 0,01	Iband= 0,57	Ok
C. ELU 6	kmod = 0,90	Iflex= 0,34	Icort= 0,00	Itra= 0,01	Iband= 0,64	Ok
C. ELU 7	kmod = 0,90	Iflex= 0,18	Icort= 0,02	Itra= 0,00	Iband= 0,52	Ok
C. ELU 8	kmod = 0,90	Iflex= 0,27	Icort= 0,05	Itra= 0,00	Iband= 0,57	Ok
C. ELU 9	kmod = 0,90	Iflex= 0,21	Icort= 0,04	Itra= 0,00	Iband= 0,55	Ok
C. ELU 10	kmod = 0,90	Iflex= 0,30	Icort= 0,06	Itra= 0,00	Iband= 0,61	Ok

a...Alabeo (a xLuz) 0 Peritar Camb Secc Salva >> DXF
 B_pand Plxy_EJZ 0 Redimensiona
 B_pand Plxz_EJY 0

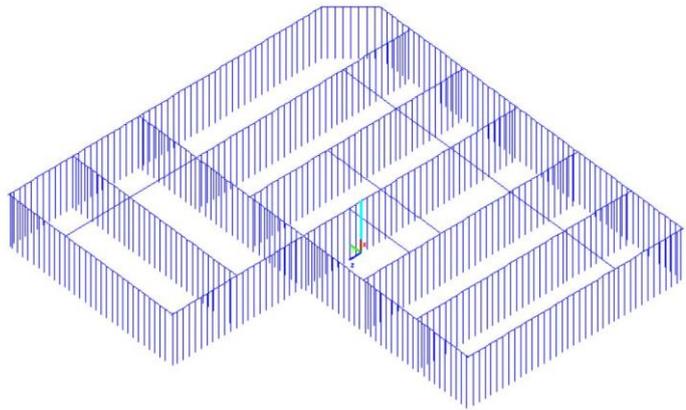


Ilustración 21. Comprobación de una barra de la estructura en planta baja. Imagen de ANGLE.

Comprobación de la Barra 161

BARRA 161 Nodos 2499-7547 Luz 3.500 mt. Capa SOPORTES
 NERVIO DOBLE T Nervio bzh 6x 17 alas bzh 40x 1.5
 Clase Resistente : C-24 Clase de Servicio 1 INTRASLACIONAL

CUMPLE A RESISTENCIA
 CUMPLE A PANDEO

Pandeo en PlanoXY BetaZ= 0.50 Kcz= 0.546
 Pandeo en PlanoXZ BetaY= 0.59 Kcy= 0.584
 Pandeo Lateral Mcritico= 0.000

C. ELU 1	kmod = 0,80	Iflex= 0,01	Icort= 0,00	Itra= 0,00	Iband= 0,07	Ok
C. ELU 2	kmod = 0,80	Iflex= 0,00	Icort= 0,00	Itra= 0,00	Iband= 0,07	Ok
C. ELU 3	kmod = 0,90	Iflex= 0,18	Icort= 0,03	Itra= 0,00	Iband= 0,23	Ok
C. ELU 4	kmod = 0,90	Iflex= 0,29	Icort= 0,06	Itra= 0,00	Iband= 0,36	Ok
C. ELU 5	kmod = 0,90	Iflex= 0,18	Icort= 0,03	Itra= 0,00	Iband= 0,24	Ok
C. ELU 6	kmod = 0,90	Iflex= 0,30	Icort= 0,06	Itra= 0,00	Iband= 0,36	Ok
C. ELU 7	kmod = 0,90	Iflex= 0,25	Icort= 0,00	Itra= 0,01	Iband= 0,31	Ok
C. ELU 8	kmod = 0,90	Iflex= 0,41	Icort= 0,00	Itra= 0,01	Iband= 0,47	Ok
C. ELU 9	kmod = 0,90	Iflex= 0,31	Icort= 0,00	Itra= 0,01	Iband= 0,37	Ok
C. ELU 10	kmod = 0,90	Iflex= 0,52	Icort= 0,00	Itra= 0,01	Iband= 0,57	Ok

a...Alabeo (a xLuz) 0 Peritar Camb Secc Salva >> DXF
 B_pand Plxy_EJZ 0 Redimensiona
 B_pand Plxz_EJY 0

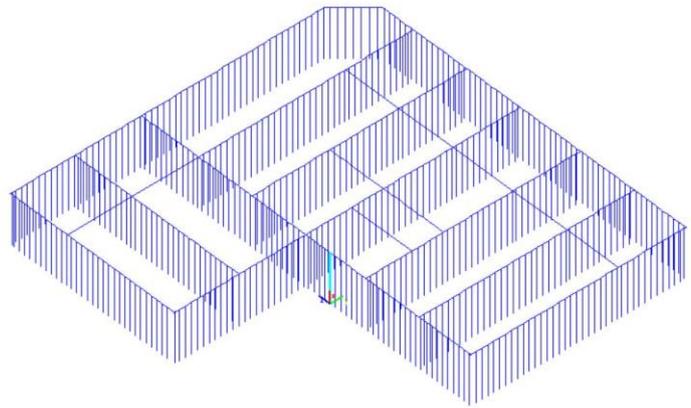


Ilustración 22. Comprobación de una barra de la estructura en planta baja. Imagen de ANGLE.

Comprobación de la Barra 2035

BARRA 2035 Nodos 7608-7692 Luz 4.000 mt. Capa VIGAS_1
 RECTANGULAR bzh 30x30cm
 Clase Resistente : C-24 Clase de Servicio 1 INTRASLACIONAL

CUMPLE A RESISTENCIA
 CUMPLE A FLECHA

INDICES DE RESISTENCIA

C. ELU 1	kmod = 0,80	Iflex= 0,35	Icort= 0,21	Itra= 0,00	Ok
C. ELU 2	kmod = 0,80	Iflex= 0,30	Icort= 0,19	Itra= 0,00	Ok
C. ELU 3	kmod = 0,90	Iflex= 0,34	Icort= 0,19	Itra= 0,00	Ok
C. ELU 4	kmod = 0,90	Iflex= 0,33	Icort= 0,17	Itra= 0,00	Ok
C. ELU 5	kmod = 0,90	Iflex= 0,35	Icort= 0,20	Itra= 0,00	Ok
C. ELU 6	kmod = 0,90	Iflex= 0,33	Icort= 0,18	Itra= 0,00	Ok
C. ELU 7	kmod = 0,90	Iflex= 0,31	Icort= 0,19	Itra= 0,00	Ok
C. ELU 8	kmod = 0,90	Iflex= 0,27	Icort= 0,16	Itra= 0,00	Ok
C. ELU 9	kmod = 0,90	Iflex= 0,21	Icort= 0,15	Itra= 0,00	Ok
C. ELU 10	kmod = 0,90	Iflex= 0,28	Icort= 0,17	Itra= 0,00	Ok

INDICES DE FLECHAS Código CTE Coeficiente de fluencia kdef = 0,60
 Flecha elástica f(mm) Indices : Integridad | Confort | Apariencia |
 L/400 L/350 L/200

a...Alabeo (a xLuz) 0 Peritar Camb Secc Salva >> DXF
 B_pand Plxy_EJZ 0 Redimensiona
 B_pand Plxz_EJY 0

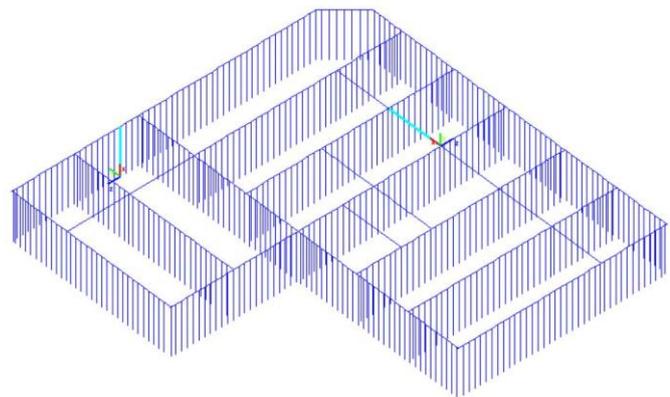


Ilustración 23. Comprobación de una viga de la estructura en planta baja. Imagen de ANGLE.

4.2. Estudio económico_Arquímedes. Edición IVE

Arquímedes es una herramienta de gestión de obra que permite realizar todo tipo de presupuestos de un proyecto, sus mediciones, certificaciones, múltiples documentos técnicos asociados al proyecto, así como la planificación y el control de obra durante su proceso constructivo.

Para este trabajo en concreto emplearemos la versión “Arquímedes. Edición IVE”. Como ya nos indica la misma web, se trata de una versión básica del programa, exclusiva para los usuarios de la Base de Datos de Construcción del Instituto Valenciano de la Edificación (BDC del IVE), de la que obtendremos el Presupuesto de Ejecución Material (PEM) de la parte estructural del proyecto empleando la edición BDC23 y el ámbito de precios de Valencia.

El Presupuesto de Ejecución Material (PEM) se refiere al conjunto de costes directos necesarios para llevar a cabo un proyecto de construcción, donde están incluidos todos los costes de los materiales, los costes de la mano de obra y los costes de los medios auxiliares empleados como la maquinaria. Por otro lado, hay que tener en cuenta que en el PEM no están incluidos el IVA, los gastos generales del constructor (GG), el beneficio industrial del constructor (BI), los honorarios profesionales (H) y los aranceles (Ar).

Esta herramienta sirve para ver las diferencias económicas existentes entre las dos estructuras con las que estamos trabajando. En los presupuestos obtenidos existe una diferencia económica notable, pues en el caso de la estructura de entramado ligero de madera ascienda a un millón de euros mientras que la de hormigón armado se queda por debajo de los cuatrocientos mil euros. Si bien es cierto que ambos presupuestos cuentan con los elementos estructurales necesarios para cada modelo, hay que destacar que el modelo estructural de entramado ligero de madera resuelve gran parte de los cerramientos exteriores y de los muros interiores del edificio, ya que estos son muros estructurales, aquí está el origen del desfase en el presupuesto. En cambio, si se analizan los precios totales de unidad de obra de diferentes elementos estructurales se comprueba que el empleo de entramado ligero de madera supone un ahorro económico en el proyecto como podemos ver en la tabla siguiente.

Elemento estructural	Hormigón armado	Entramado ligero de madera
Losa cimentación	115.721,35 €	103.019,79 €
Forjado Nivel 1	42.539,68 €	16.199,67 €
Vigas Nivel 1	10.951,68 €	3.266,90 €
Zunchos Nivel 1	7.540,74 €	
Soportes Nivel 1	6.869,98 €	
Muros Nivel 1		230.163,18 €

Tabla 3. Resumen del precio total de unidad de obra por elemento estructural.

Vemos que, aun siendo ambas losas de cimentación de hormigón armado y del mismo canto, la perteneciente a la estructura de madera es más económica ya que la cantidad de acero necesario es menor debido a que la estructura es mucho más ligera. Otra gran diferencia reside en los forjados, pues en hormigón armado ascienden a alrededor de cuarenta mil euros mientras que si se realiza en madera se queda en dieciséis mil euros.

Para obtener una comparativa honesta a nivel económico habría que incluir en el presupuesto de la estructura de hormigón armado los cerramientos y los muros divisorios de las viviendas con unas características similares al entramado ligero de madera para asegurar la igualdad de condiciones, de esta forma se estarían comparando los dos modelos más justamente. En el caso de estudio nos centramos únicamente en las partes conformantes de la estructura por lo que en este análisis se asume la disparidad en los presupuestos.

- Hormigón armado

En la tabla que encontramos a continuación, obtenida mediante el programa Arquímedes, vemos el Presupuesto de Ejecución Material (PEM) de la estructura del caso de estudio de hormigón armado que asciende a un total de TRESCIENTOS OCHENTA Y SIETE MIL QUINIENTOS SESENTA Y DOS EUROS CON CINCUENTA Y CINCO CÉNTIMOS.

Presupuesto de ejecución material

1. Cimentación .	115.721,35 €
2. Estructura Nivel 0 .	7.860,65 €
3. Estructura Nivel 1 .	67.902,08 €
4. Estructura Nivel 2 .	67.902,08 €
5. Estructura Nivel 3 .	67.902,08 €
6. Estructura Cubierta .	56.189,48 €
7. Estructura Casetón .	4.084,83 €
	Total: 387.562,55 €

Asciende el presupuesto de ejecución material a la expresada cantidad de TRESCIENTOS OCHENTA Y SIETE MIL QUINIENTOS SESENTA Y DOS EUROS CON CINCUENTA Y CINCO CÉNTIMOS.

Tabla 4. Tabla resumen del presupuesto del caso de estudio con la estructura de hormigón armado con el programa Arquímedes.

El presupuesto está formado por una losa de cimentación de hormigón armado, los distintos forjados de cada planta junto con los pilares estructurales, las vigas y los zunchos, además del forjado de cubierta y de la estructura del casetón, todos ellos diseñados, calculados y dimensionados en hormigón armado.

El presupuesto completo y desglosado por capítulos y partidas se puede ver en el Anejo 3_ Presupuesto del caso de estudio con estructura de hormigón armado.

- Entramado ligero de madera

En la tabla que encontramos a continuación vemos el Presupuesto de Ejecución Material (PEM) de la estructura del caso de estudio de entramado ligero de madera que asciende a un total de UN MILLÓN CIENTO DIECISIETE MIL CUATROCIENTOS OCHENTA Y CINCO EUROS CON SETENTA Y SEIS CÉNTIMOS.

Presupuesto de ejecución material

1. Cimentación .	103.019,79 €
2. Estructura Nivel 0 .	230.163,18 €
3. Estructura Nivel 1 .	249.629,75 €
4. Estructura Nivel 2 .	249.629,75 €
5. Estructura Nivel 3 .	249.629,75 €
6. Estructura Cubierta .	14.635,35 €
7. Estructura Casetón .	20.778,19 €
Total:	1.117.485,76 €

Asciende el presupuesto de ejecución material a la expresada cantidad de UN MILLÓN CIENTO DIECISIETE MIL CUATROCIENTOS OCHENTA Y CINCO EUROS CON SETENTA Y SEIS CÉNTIMOS.

Tabla 5. Tabla resumen del presupuesto del caso de estudio con la estructura de entramado ligero de madera con el programa Arquímedes.

El presupuesto está formado por una losa de cimentación de hormigón armado, los distintos forjados de cada planta junto con los muros estructurales, además del forjado de cubierta y el casetón. En este caso todos los elementos estructurales están diseñados, calculados y dimensionados con entramado ligero de madera.

El presupuesto completo y desglosado por capítulos y partidas se puede ver en el Anejo 4_ Presupuesto del caso de estudio con estructura de entramado ligero de madera.

5. ESTUDIO COMPARATIVO

5.1. Estudio ambiental_TURIA

Para el análisis ambiental nos haremos servir de la herramienta TURIA, que ha sido creada bajo el convenio entre la Generalitat Valenciana y el Instituto Valenciano de la Edificación (IVE). Esto nos muestra el interés que los organismos públicos competentes en materia de sostenibilidad están teniendo para disponer y facilitar bases de datos fiables relacionados con el ciclo de vida con el fin de acercarse a lograr los objetivos de la Unión Europea.

La documentación creada mediante la herramienta TURIA nos proporciona un informe exhaustivo de evaluación ambiental del proyecto, donde los contenidos del informe ofrecen información sobre las distintas etapas de producción (A1-A3) y construcción (A4-A5) del ciclo de vida de un proyecto. La información obtenida con TURIA sirve de referencia para valorar distintos aspectos ambientales agrupados bajo Toxicidad, Uso de los Recursos, Impacto Ambiental y Materiales y Productos de Proyecto.

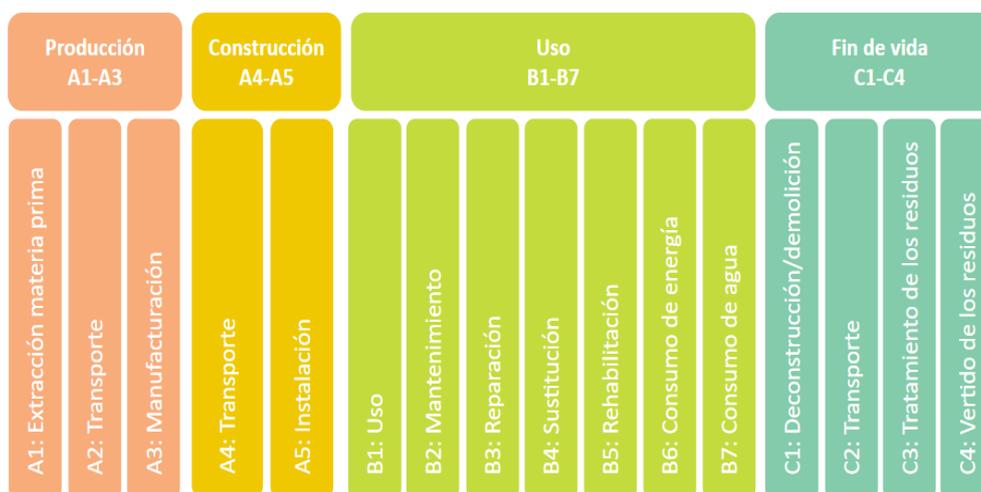


Ilustración 24. Ciclo de vida de un proyecto. Imagen obtenida del IVE.

Como bien indican los autores en el Manual de uso y metodología para el Informe de evaluación ambiental de proyecto TURIA, “TURIA contempla los principales indicadores de impacto regulados por la norma UNE-EN 15804:2012+A2:2019/AC:2021 junto con algunos otros de elaboración propia según se expone a continuación.” (2024, p.13). Para obtener un mayor entendimiento de los indicadores analizados ver el Manual de uso y metodología TURIA en la web oficial del IVE.

El primer grupo de indicadores ambientales están agrupados bajo el título Toxicidad, donde se analizan los valores de ecotoxicidad del agua dulce (ETPfw), la toxicidad humana sin efectos cancerígenos (HTPnc) y la toxicidad humana con efectos cancerígenos (HTPc). No existe gran diferencia en los informes de ambos materiales para estos indicadores. Además, en los dos informes generados de los modelos estructurales obtenemos un 96% de inocuidad (IN). El indicador inocuidad evalúa el impacto toxicológico del conjunto de los materiales y productos contemplados en el proyecto sobre el medio ambiente y la salud humana a lo largo de toda la vida útil de la actuación.

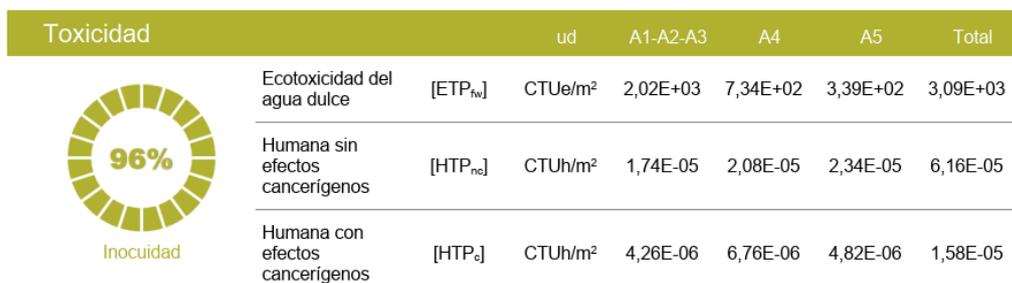


Ilustración 25. Sección “Toxicidad” del informe TURIA del caso de estudio de hormigón armado.

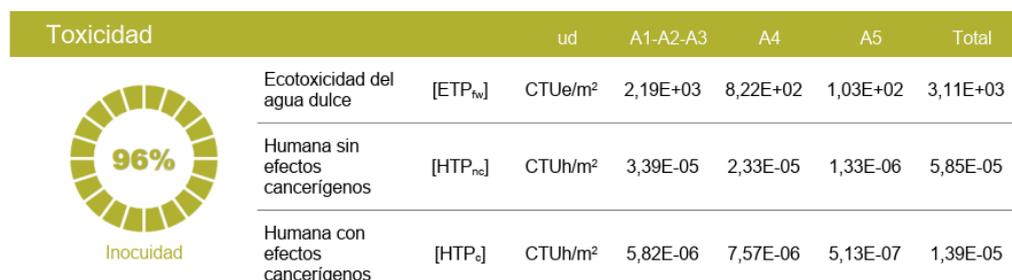


Ilustración 26. Sección “Toxicidad” del informe TURIA del caso de estudio de entramado ligero de madera.

Los siguientes indicadores se agrupan bajo el Uso de los Recursos, aquí se analiza la huella hídrica (FW), los materiales consumidos (MC) y la energía embebida (EE). En este apartado del análisis ya se ven diferencias entre las estructuras pues el consumo de agua dulce de la estructura de hormigón armado (81 unidades m³/m²) es algo más del doble que el consumo de la estructura de madera (40 unidades m³/m²). Cabe destacar que la gran diferencia está en la energía embebida. La estructura de madera tiene mayor energía renovable total (PERT) ya que esa energía se puede recuperar al final del ciclo de vida, vemos que del total de energía embebida de la madera el 84,37% es renovable y recuperable, mientras que en el hormigón la energía renovable es solo el 12,26%.

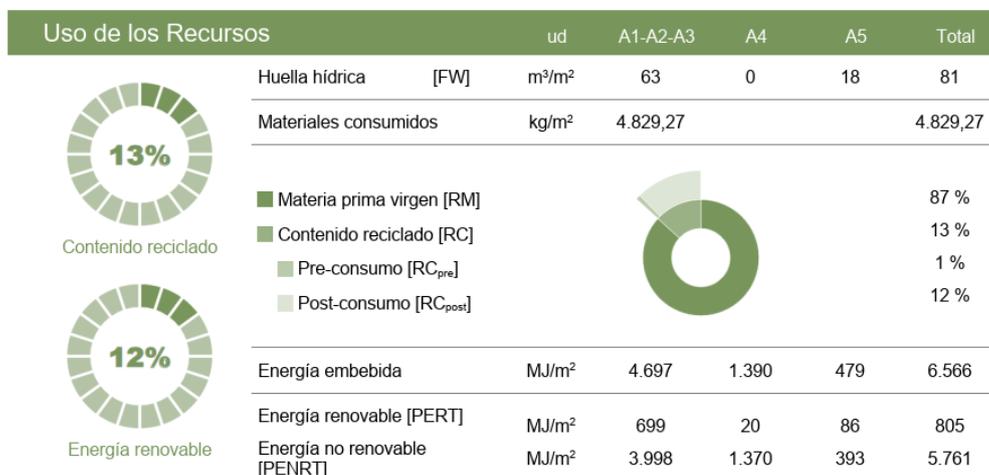


Ilustración 27. Sección “Uso de los Recursos” del informe TURIA del caso de estudio de hormigón armado.

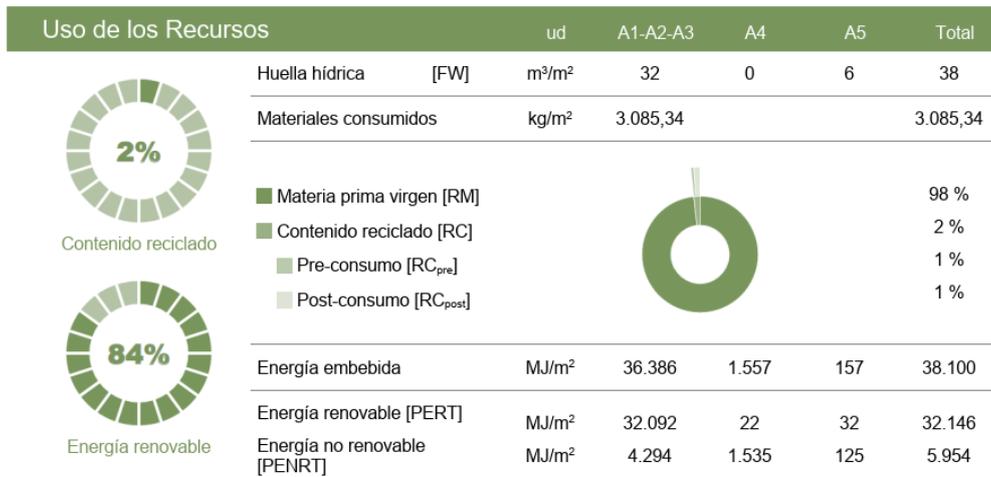


Ilustración 28. Sección “Uso de los Recursos” del informe TURIA del caso de estudio de entramado ligero de madera.

El siguiente grupo a analizar es el Impacto Ambiental, donde se informa sobre el potencial de cambio climático total (GWP-total), que expresa el balance entre dióxido de carbono emitido por todos los gases de efecto invernadero y el biogénico capturado por los productos de madera. Por lo tanto, también analiza los gases de efecto invernadero (GWP-GHG) y la captación biogénica (GWP bio). Al tratarse uno de los modelos de estudio de estructura de madera por consiguiente va a resultar más ventajoso que el de hormigón armado ya que los niveles de captación biogénica son muy superiores, pues la madera absorbe y almacena el carbono sin emitirlo a la atmósfera. Esto resulta en un valor total de Potencial de cambio climático negativo, lo cual es muy positivo pues disminuye el cambio climático. A destacar la leve diferencia de gases de efecto invernadero.

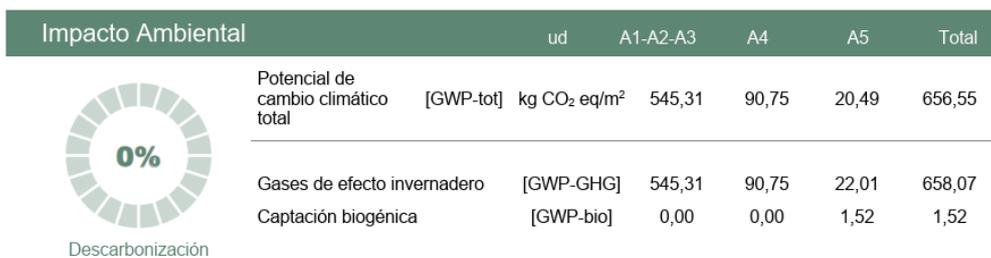


Ilustración 29. Sección “Impacto ambiental” del informe TURIA del caso de estudio de hormigón armado.

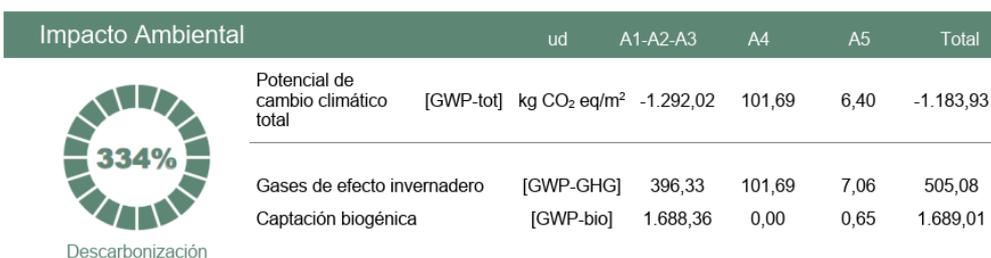


Ilustración 30. Sección “Impacto ambiental” del informe TURIA del caso de estudio de entramado ligero de madera.

Por último, el informe TURIA analiza los Materiales y Productos de Proyecto. Se estudia la circularidad de los recursos, la eficiencia de los recursos extraídos; cómo de viable será reciclar, reutilizar o recuperar los elementos constructivos del proyecto al final de la vida útil. Para nuestros dos casos de estudio, vuelve a haber una gran diferencia entre ambos, siendo más positivo el resultado de circularidad de los recursos en la estructura de entramado ligero de madera. El porcentaje de circularidad del hormigón asciende a un 2,8% mientras que la madera tiene un porcentaje de circularidad del 99,4%. No es tan dispar la diferencia total de circularidad entre ambos proyectos ya que la estructura de entramado ligero también cuenta con una losa de cimentación de hormigón armado, aun así, la superioridad de este modelo estructural es clara.



Ilustración 31. Sección “Materiales y Productos de Proyecto” del informe TURIA del caso de estudio de hormigón armado.

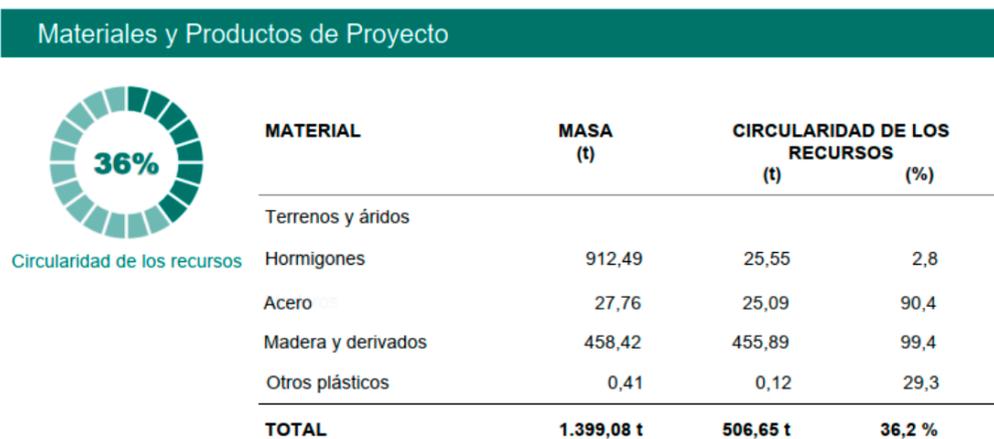


Ilustración 32. Sección “Materiales y Productos de Proyecto” del informe TURIA del caso de estudio de entramado ligero de madera.

Para analizar los informes TURIA completos ver los Anejos 5 y 6 de la estructura de hormigón armado y la estructura de entramado ligero respectivamente.

5.2. Estudio circularidad_RE10

RE10 es una herramienta creada por el IVE con la coordinación de la Generalitat Valenciana que proporciona una metodología para analizar y verificar el nivel de implementación de los principios de desmontaje y adaptabilidad en el diseño de edificios de uso residencial. La Norma UNE-ISO 20887:2023 Sostenibilidad en edificios y obras de ingeniería civil – Diseño para desmontaje y adaptabilidad – Principios, Requisitos y Directrices es la norma de referencia empleada para el análisis.

Los diez principios que se analizan favorecen la optimización de la vida útil del edificio y son la versatilidad, la convertibilidad, la capacidad de ampliación, la facilidad de acceso a componentes y servicios, la independencia – conexiones reversibles, evitar tratamientos y acabados innecesarios, el apoyo a la economía circular, la eficiencia en el proceso constructivo, la seguridad del desmontaje y la durabilidad.

A continuación, un gráfico de los resultados del informe Re10 para ambos modelos estructurales. Como se puede observar en la primera gráfica, perteneciente a la estructura de hormigón armado, son solo cuatro los criterios que cumplen y por lo tanto que aparecen marcados en la misma. A diferencia de la segunda gráfica donde los criterios que cumplen ascienden hasta siete de los diez que se analizan.

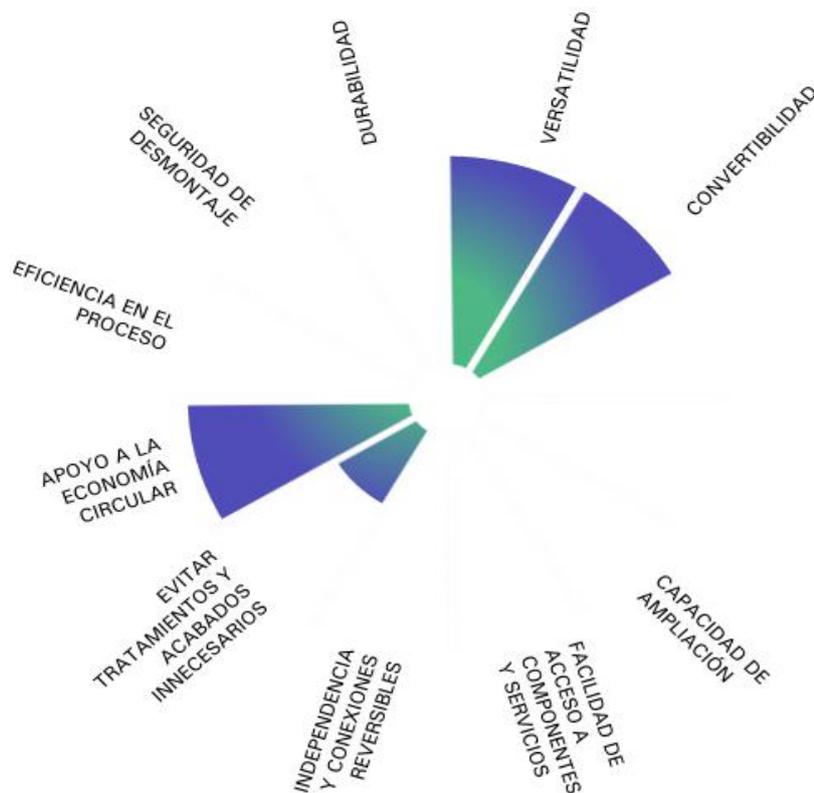


Ilustración 33. Gráfica de resultados del informe RE10 del caso de estudio de hormigón armado.

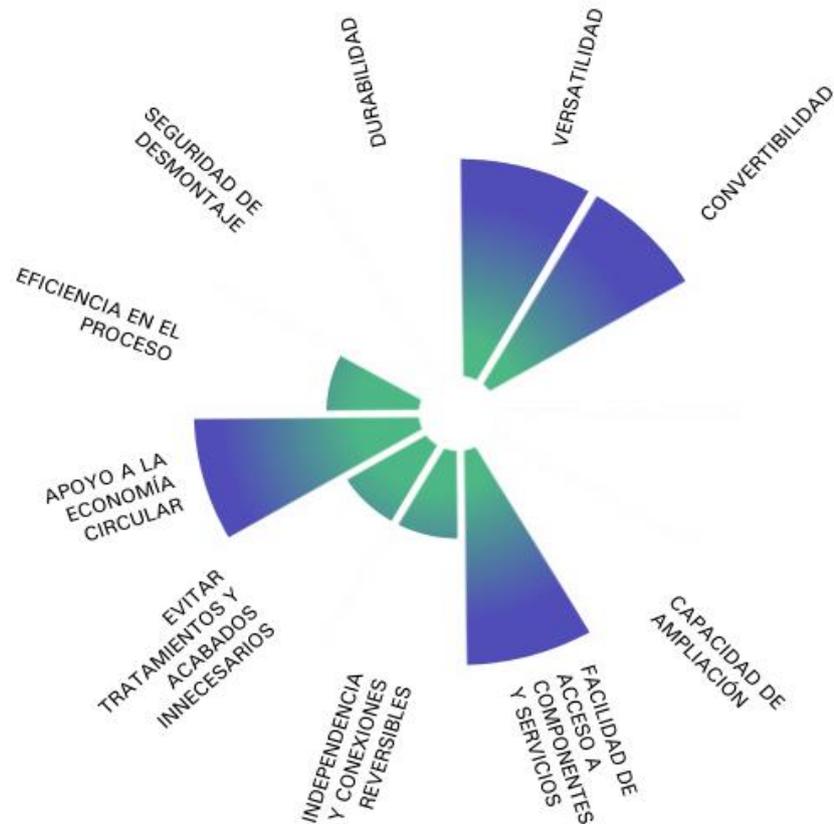


Ilustración 34. Gráfica de resultados del informe RE10 del caso de estudio de entramado ligero de madera.

Ambos proyectos destinan unos espacios en planta baja para la utilización de la vecindad según diferentes necesidades puntuales, estos espacios superan el 5% de la superficie útil del área total del edificio. Por lo que el criterio de versatilidad cumple.

El segundo criterio analizado es la convertibilidad. Por un lado, la estructura de hormigón armado cumple al tratarse de pórticos que reducen los elementos estructurales interiores permitiendo la flexibilidad y las adaptaciones interiores. Por otro lado, la estructura de entramado ligero de madera también cumple al tratarse de un sistema ligero que permite la reconfiguración espacial del recinto.

El siguiente indicador es la capacidad de ampliación, en este caso las losas de cimentación no están contempladas para soportar más peso del que ya está programado y calculado, por lo tanto, no cumplen este criterio. Otro aspecto que comparten las estructuras del caso de estudio, son los criterios 6 y 7, que es evitar tratamientos y acabados innecesarios y el apoyo a la economía circular respectivamente, el resultado es que cumplen ambas. En el caso de la estructura de hormigón armado se tiene en consideración que las particiones interiores están realizadas de fábrica de ladrillo dejado visto. Se contempla así con el fin de que la comparativa entre los dos modelos sea justa. Mientras que las particiones interiores de la estructura de entramado ligero de madera se ejecutan con revestimiento vertical en OSB visto. Asimismo, los materiales están instalados en seco como es el caso de la madera y ciertos elementos estructurales de hormigón armado pueden ser de carácter visto. Además de contar con etiquetados ecológicos o documentos que caracterizan el impacto ambiental y el grado de circularidad de los materiales.

Destacar que la estructura de madera cumple también con los criterios de facilidad de acceso a componentes y servicios, con el de independencia y conexiones reversibles al tratarse de una estructura que prioriza el uso de fijaciones mecánicas o en seco, y por último cumple con el criterio de eficiencia en el proceso constructivo, ya que tanto los muros como los forjados son piezas prefabricadas.

Los Anejos 7 y 8 contienen los informes RE10 de la estructura de hormigón armado y de la estructura de entramado ligero de madera respectivamente.

6. CONCLUSIONES

Tras realizar los estudios pertinentes y analizar los resultados, son muchos los argumentos existentes en este trabajo que confirman el principal convencimiento en el que se basa este estudio, y es que las estructuras de entramado ligero de madera son un sistema constructivo tan apto para la construcción como lo son las estructuras de hormigón armado.

Matizar de nuevo que los muros portantes de la estructura de entramado ligero de madera aparte de ser estructurales, también conforman la envolvente del edificio y esto supone un aporte de ligereza al conjunto estructural que se traduce en una menor carga que ha de absorber la cimentación, reduciendo así el coste. Además, la masa total de la estructura de hormigón armado asciende a más de mil novecientas toneladas mientras que la estructura de entramado ligero reduce su masa total en un 30% respecto al primer modelo.

Destacar la importancia de la herramienta TURIA, que gracias a ella tenemos la certeza de que son muchos los beneficios a nivel medioambiental que nos aportan las estructuras de madera y además se han demostrado las ventajas que conlleva la construcción con este mismo material, como es la convertibilidad, esto se ha demostrado mediante la herramienta RE10, también una herramienta del IVE. Si bien es cierto, la planta baja del modelo estructural de hormigón armado, al tratarse de un espacio más diáfano por el propio sistema estructural, presenta mayor adaptabilidad a distintos usos terciarios. Sin embargo, al hablar del total de la edificación, es el modelo estructural de entramado ligero de madera el que presenta una mayor convertibilidad en su conjunto. Esto se debe a que las particiones verticales interiores están hechas con un sistema de entramado ligero no estructural que facilita la reconfiguración de los espacios de forma sencilla.

Se ha demostrado la clara reducción de la huella de carbono al construir con sistemas de madera, por una parte, los árboles absorben y almacenan CO₂ durante su vida útil y además también se evita la producción de otros materiales más contaminantes. Asimismo, el consumo de agua dulce en las etapas de producción y construcción es alrededor de la mitad en la estructura de madera en comparación a la estructura de hormigón.

El importante valor de estos informes reside en la gran ayuda que ofrecen para que los profesionales del sector seamos capaces de optar por soluciones que nos conduzcan a reducir la huella de carbono de los proyectos, indispensable para frenar la crisis climática.

BIBLIOGRAFÍA

Herramientas y aplicaciones

AutoCAD, Autodesk Inc. <https://www.autodesk.com/es>

ANGLE, Alonso, A.

Arquímedes, CYPE Ingenieros, S.A. <https://info.cype.com/es/>

TURIA, IVE, Instituto Valenciano de la Edificación. <https://www.five.es/>

RE10, IVE, Instituto Valenciano de la Edificación. <https://www.five.es/>

Normativas

Real Decreto 732/2019, de 20 de diciembre, por el que se modifica el Código Técnico de la Edificación, aprobado por el Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo. BOE-A-2019-18528

- DB-SE «Documento Básico. Seguridad Estructural».
- DB-SE-AE «Documento Básico. Seguridad Estructural. Acciones en la edificación».
- DB-SE-M «Documento Básico. Seguridad Estructural. Madera».

Real Decreto 470/2019, de 29 de junio, por el que se aprueba el Código Estructural. BOE-A-2021-13681

Directive (EU) 2024/1275, of April 2024 on the energy performance of buildings.

AENOR (2006), Manual de Gestión Ambiental. Asociación Española de Normalización y Certificación.

Libros, tesis y artículos

Juárez Montilla, Carmen. 2020. «Madera vs. Hormigón: fortalezas y debilidades en su uso estructural». Trabajo Final de Grado. Universidad Politécnica de Madrid. https://oa.upm.es/63770/1/TFG_Jun_20_Juarez_Montilla_Carmen.pdf

Hooman Eslami, Alireza Yaghma, Laddu Bhagya Jayasinghe y Daniele Waldman. 2024. «Comparative life cycle assessment of light frame timber and reinforced concrete masonry structural systems for single-family houses in Luxembourg». <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2405844024021145>

CIC Arquitectura y Sostenibilidad. Viernes, 20 de mayo de 2022. UIA 2022: "El 80% de la población mundial no tiene acceso a una vivienda digna". <https://www.cicconstruccion.com/texto-diario/mostrar/3762981/ui-2022-80-poblacion-mundial-no-tiene-acceso-vivienda-digna>

Banco de España 29 de abril 2024. «El Mercado de la Vivienda en España». <https://www.bde.es/f/webbe/GAP/Secciones/SalaPrensa/IntervencionesPublicas/Gobernador/Arc/Fic/IIPP-2024-04-29-hdc-es-or.pdf>

Páginas web

Consejo de Transporte, Telecomunicaciones y Energía (Energía). 25 de octubre 2022. <https://www.consilium.europa.eu/es/meetings/tte/2022/10/25/>

<https://www.sostenibilidadyarquitectura.com/>. 21 de abril 2023.

Level(s), el Marco Europeo para edificios sostenibles. 1 de enero 2020. <https://itec.es/servicios/productos-sostenibles/levels/>

Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Sostenible. <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/>. 13 de enero 2023.

Madera estructural para entramado ligero. 30 de marzo 2020. <https://www.maderea.es/madera-estructural-para-entramado-ligero/>

¿Qué es la gestión forestal sostenible? <https://www.pefc.es/>. 7 mayo 2024.

ANEJOS

Anejo 1_ Dimensionado y despiece de los elementos estructurales del caso de estudio con estructura de hormigón armado.

Anejo 2_ Predimensionado de los elementos estructurales del caso de estudio con estructura de entramado ligero de madera.

Anejo 3_ Presupuesto del caso de estudio con estructura de hormigón armado.

Anejo 4_ Presupuesto del caso de estudio con estructura de entramado ligero de madera.

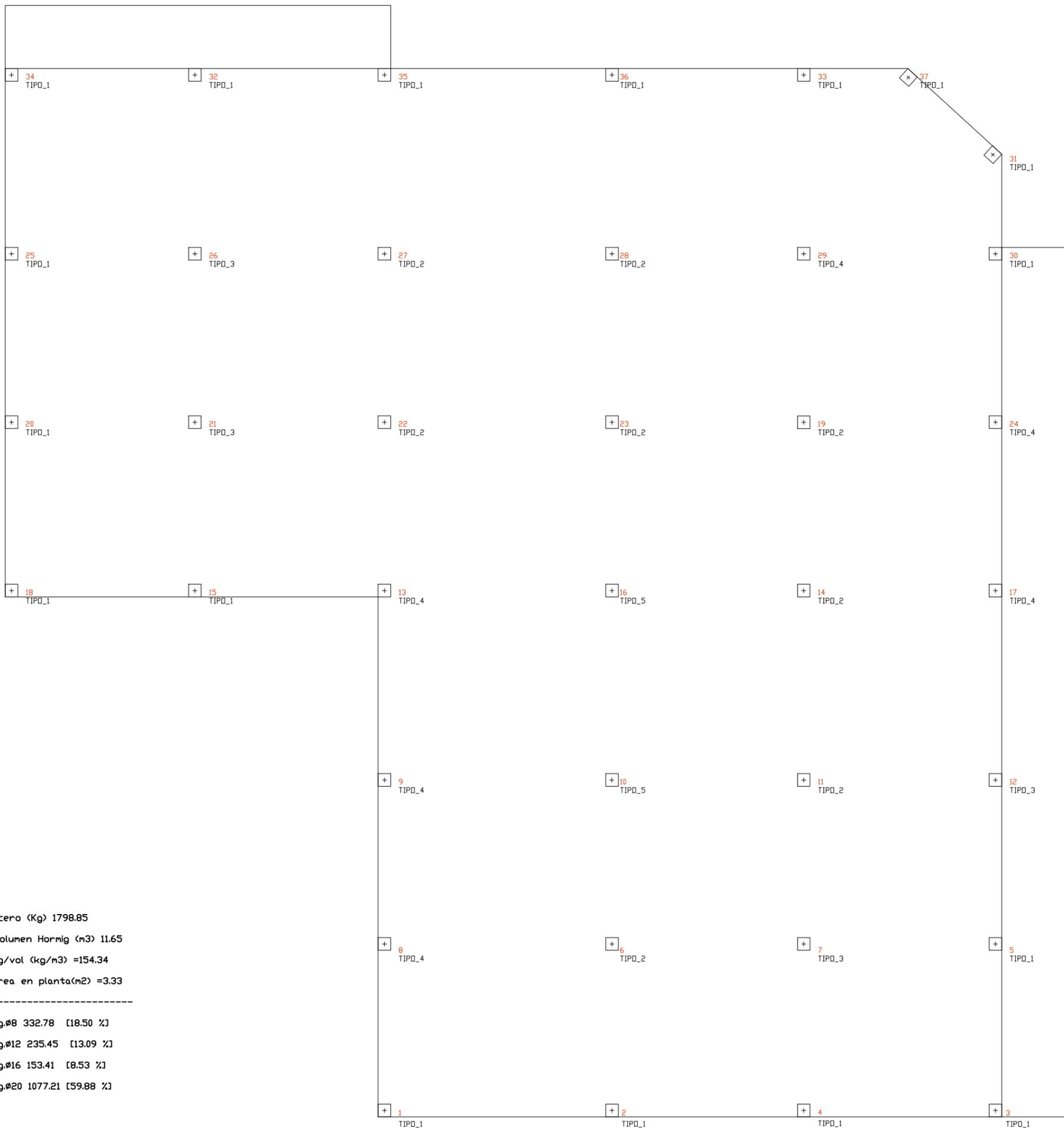
Anejo 5_ Informe TURIA del caso de estudio con estructura de hormigón armado.

Anejo 6_ Informe TURIA del caso de estudio con estructura de entramado ligero de madera.

Anejo 7_ Informe RE10 del caso de estudio con estructura de hormigón armado.

Anejo 8_ Informe RE10 del caso de estudio con estructura de entramado ligero de madera.

ANEJO 1_ Dimensionado y despiece de los elementos estructurales del caso de estudio con estructura de hormigón armado.



Acero (Kg) 1798.85
 Volumen Hormig (m3) 11.65
 Kg/vol (kg/m3) =154.34
 Area en planta(m2) =3.33

 Kg.Ø8 332.78 [18.50 %]
 Kg.Ø12 235.45 [13.09 %]
 Kg.Ø16 153.41 [8.53 %]
 Kg.Ø20 1077.21 [59.88 %]

TIPO_1



30x30
 4Ø12
 C Ø8/15
 -
 L=350+40

TIPO_2



30x30
 8Ø20
 C Ø8/15
 -
 L=350+70

TIPO_3



30x30
 4Ø20
 C Ø8/15
 -
 L=350+70

TIPO_4



30x30
 4Ø16
 C Ø8/15
 -
 L=350+55

TIPO_5



30x30
 12Ø20
 C Ø8/15
 -
 L=350+70

37 PILARES EN LA PLANTA

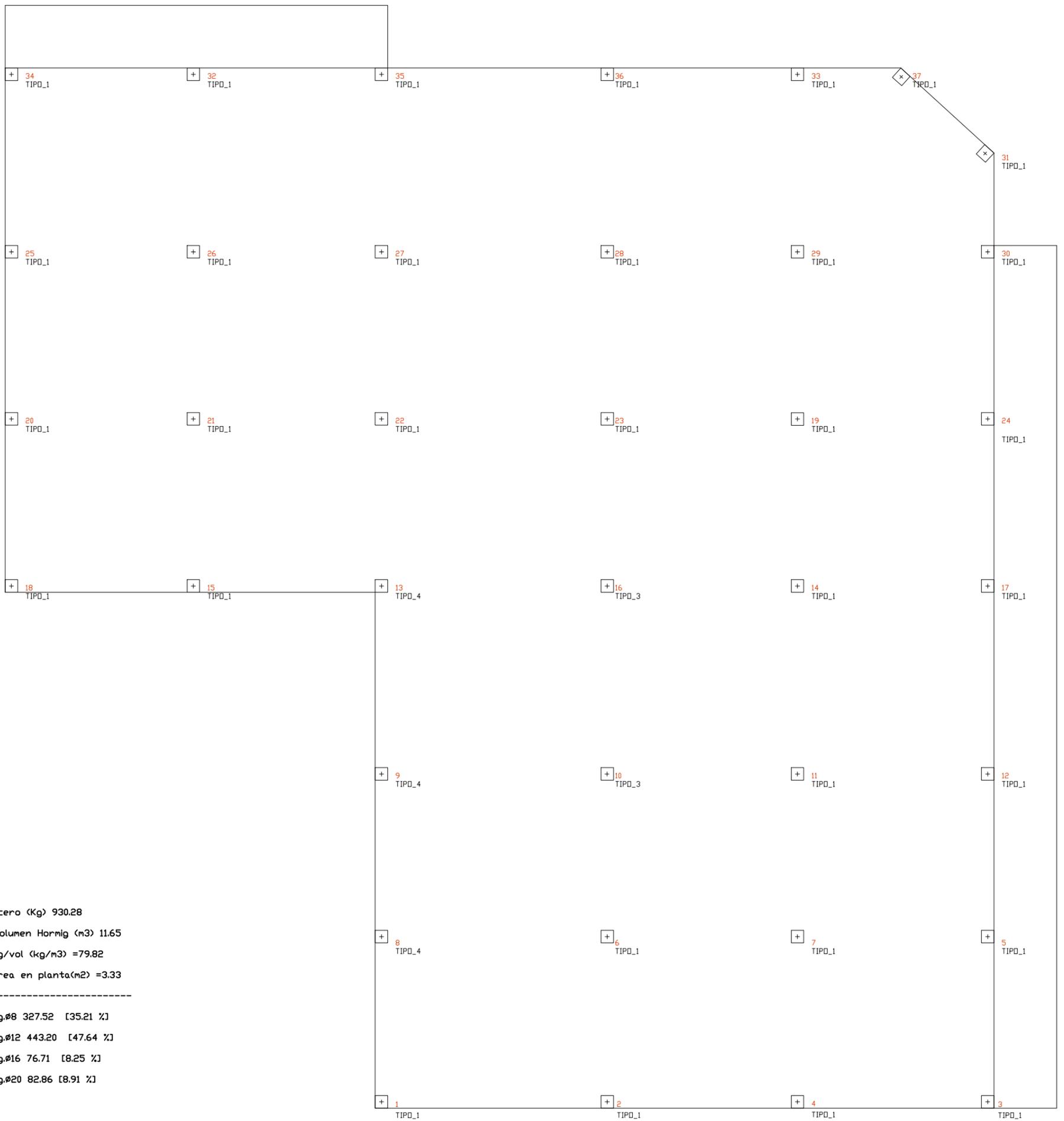
17

8

4

6

2



Acero (Kg) 930.28
 Volumen Hormig (m3) 11.65
 Kg/vol (kg/m3) =79.82
 Area en planta(m2) =3.33

 Kg.Ø8 327.52 [35.21 %]
 Kg.Ø12 443.20 [47.64 %]
 Kg.Ø16 76.71 [8.25 %]
 Kg.Ø20 82.86 [8.91 %]

TIPO_1



30x30
 4Ø12
 C Ø8/15
 -
 L=350+40

TIPO_3



30x30
 4Ø20
 C Ø8/15
 -
 L=350+70

TIPO_4



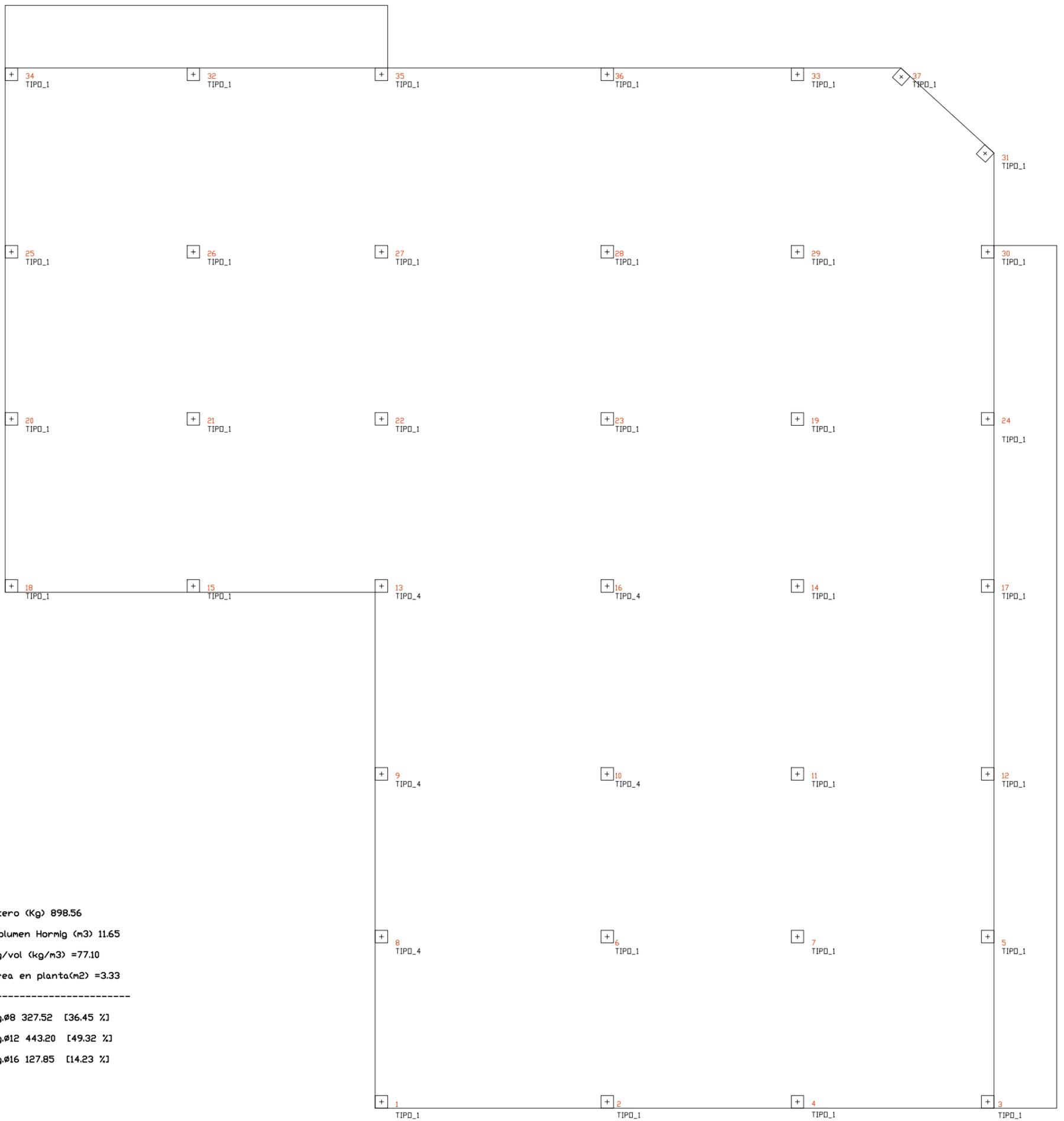
30x30
 4Ø16
 C Ø8/15
 -
 L=350+55

37 PILARES EN LA PLANTA

32

2

3



TIPO_1



30x30
 4Ø12
 C Ø8/15
 -
 L=350+40

TIPO_4

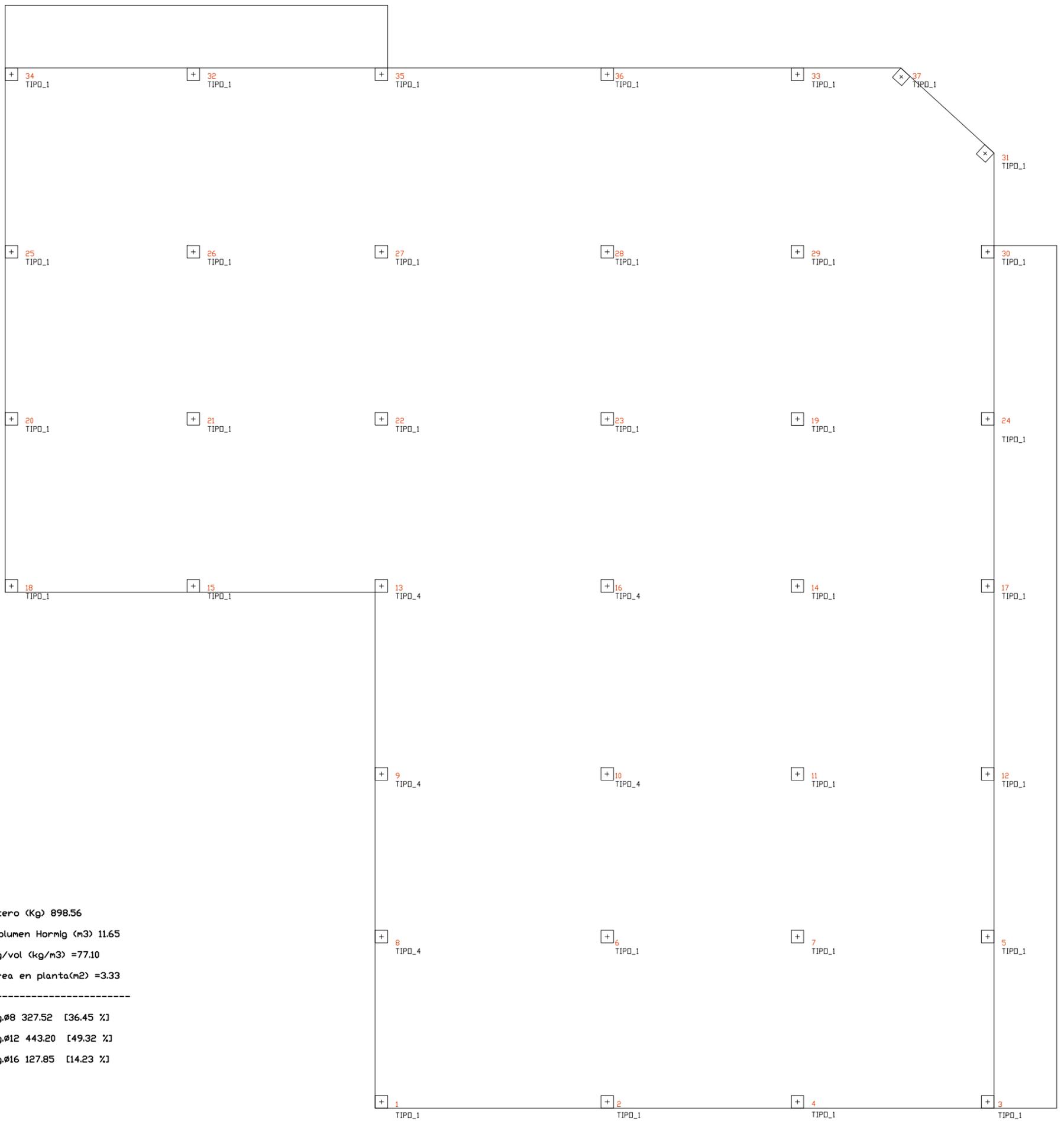


30x30
 4Ø16
 C Ø8/15
 -
 L=350+55

37 PILARES EN LA PLANTA

32

5



Acero (Kg) 898.56
 Volumen Hormig (m3) 11.65
 Kg/vol (kg/m3) =77.10
 Area en planta(m2) =3.33

 Kg.Ø8 327.52 [36.45 %]
 Kg.Ø12 443.20 [49.32 %]
 Kg.Ø16 127.85 [14.23 %]

TIPO_1



30x30
 4Ø12
 C Ø8/15
 -
 L=350+40

TIPO_4

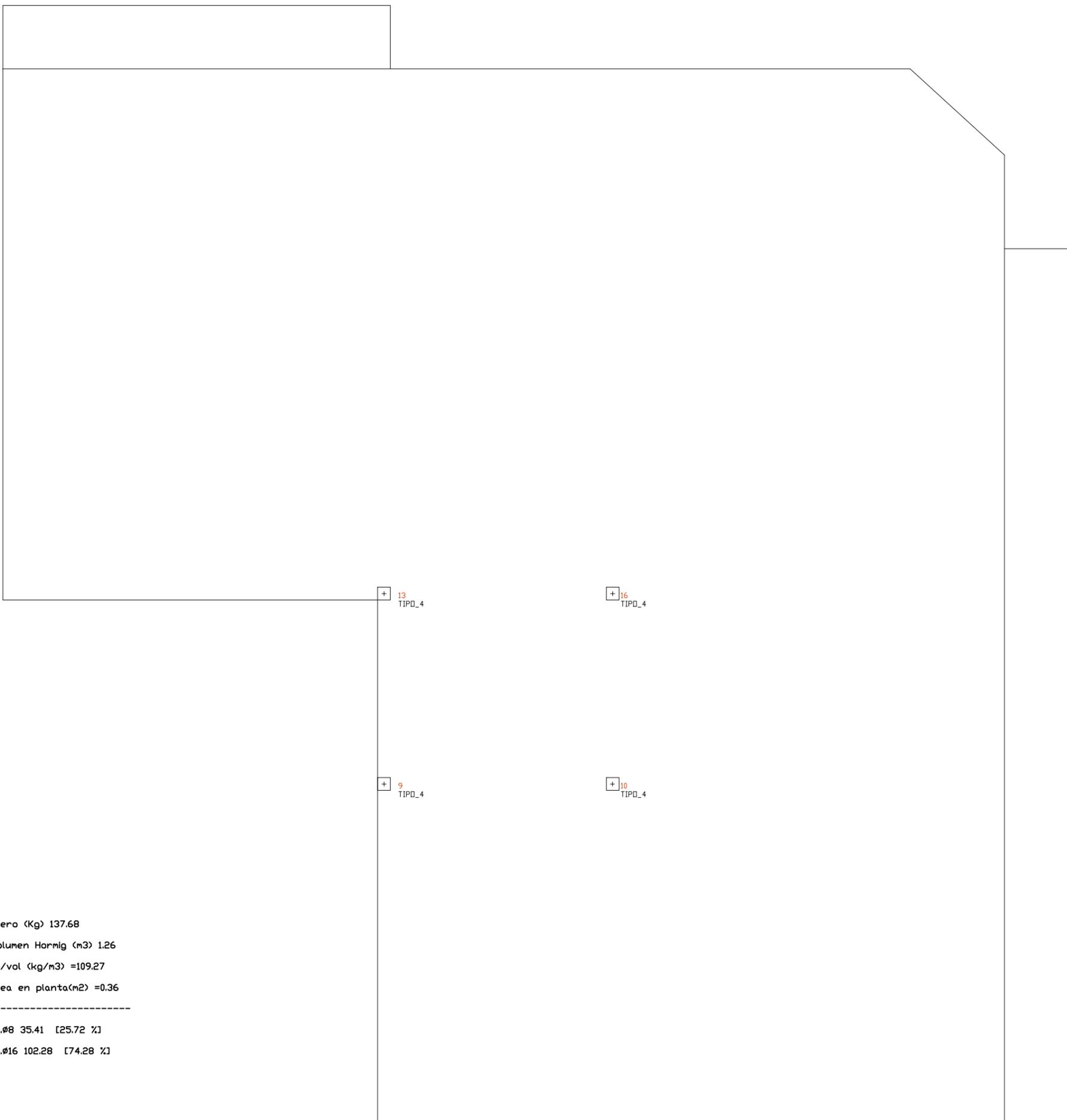


30x30
 4Ø16
 C Ø8/15
 -
 L=350+55

37 PILARES EN LA PLANTA

32

5



Acero (Kg) 137.68
 Volumen Hormig (m3) 1.26
 Kg/vol (kg/m3) =109.27
 Area en planta(m2) =0.36

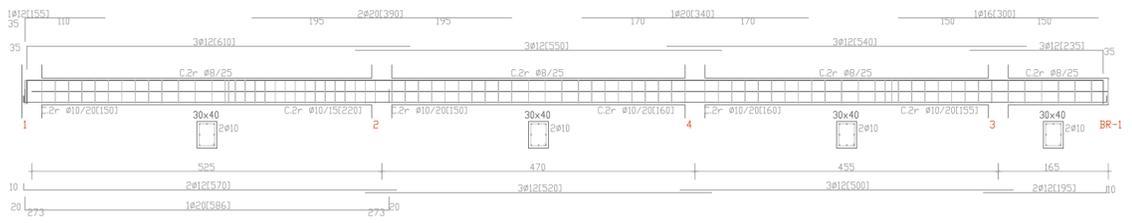
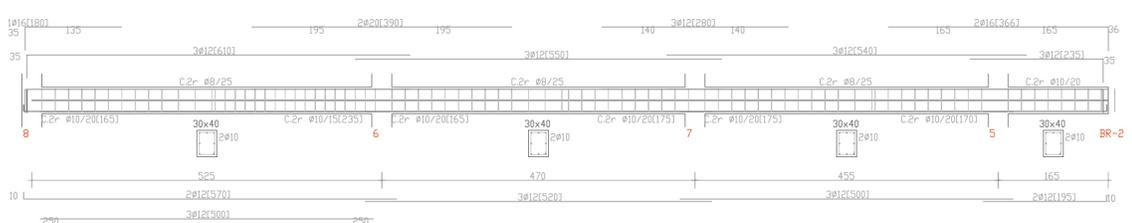
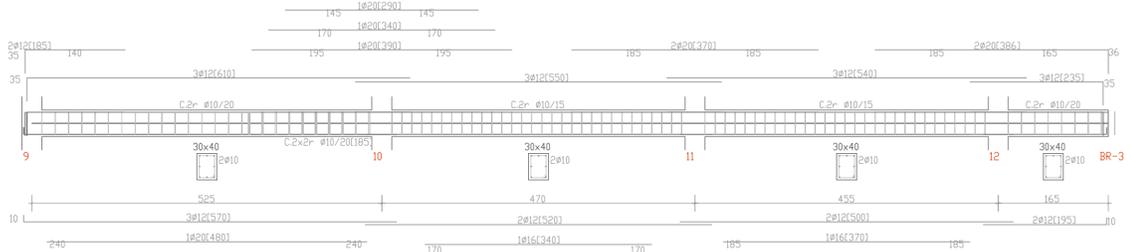
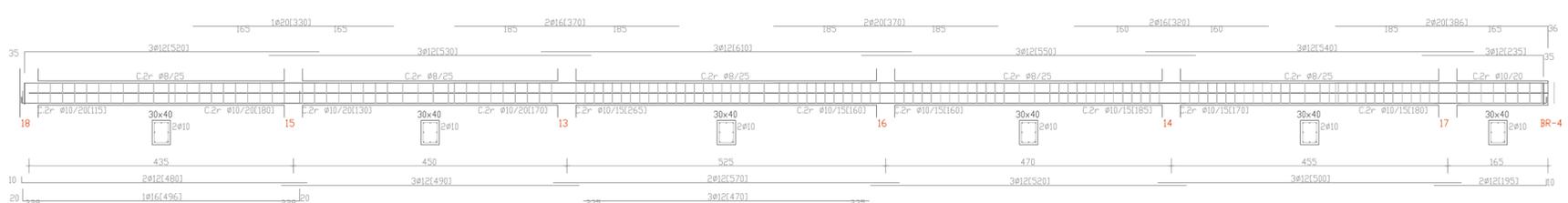
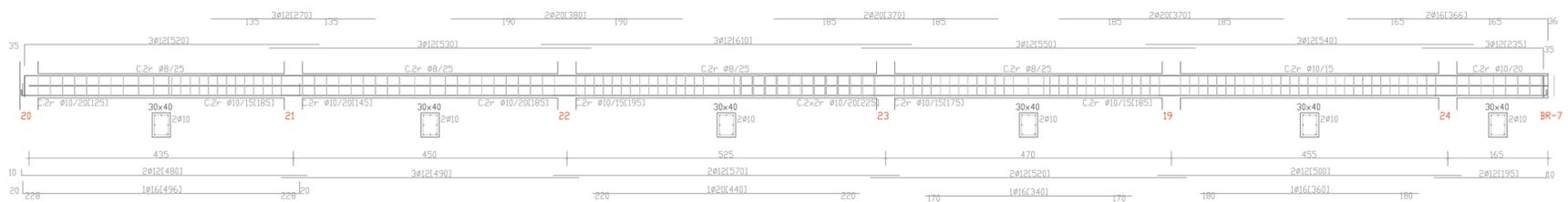
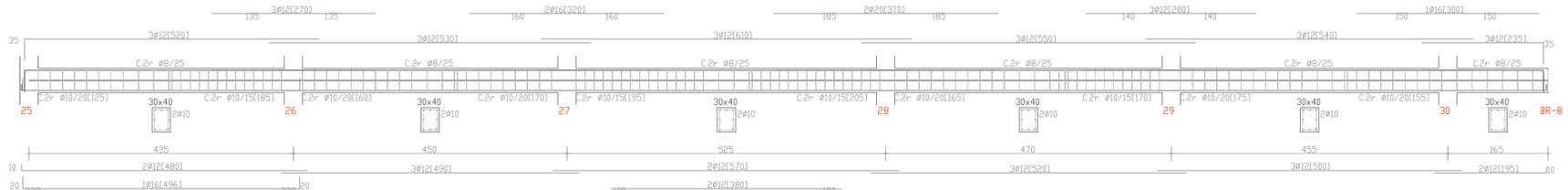
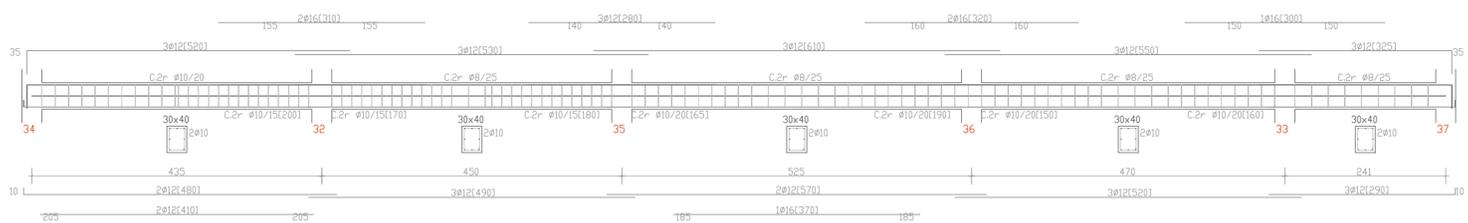
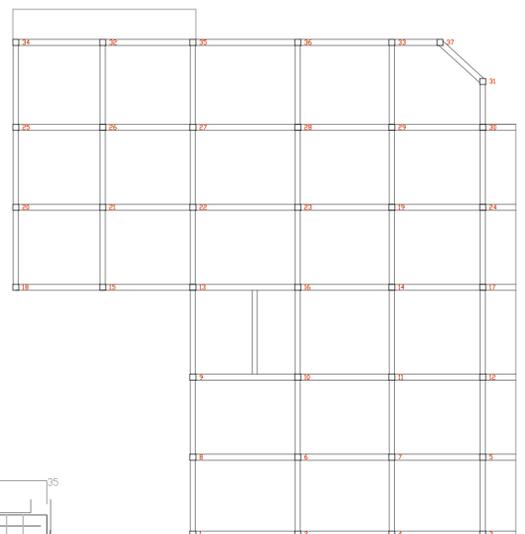
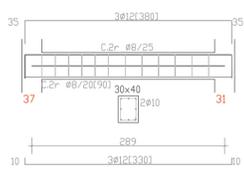
 Kg.Ø8 35.41 [25.72 %]
 Kg.Ø16 102.28 [74.28 %]

TIPO_4



30x30
 4Ø16
 C Ø8/15
 -
 L=350+55

4 PILARES EN LA PLANTA



Vigas 30x40 cm

Acero (Kg) 1996.81

Volumen Hormig (m3) 17.71

Kg/vol (kg/m3) =112.77

Area en planta(m2) =4.32

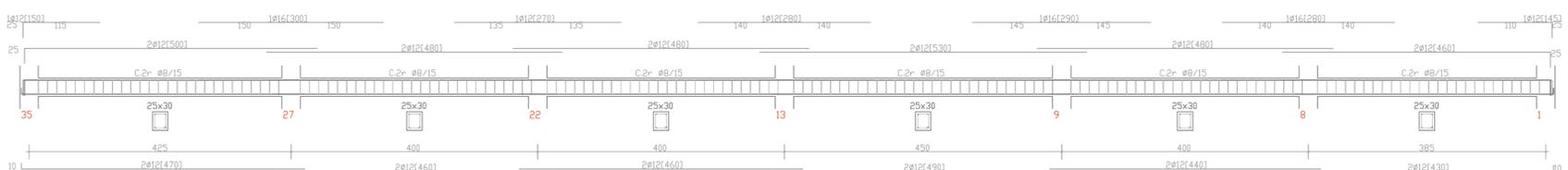
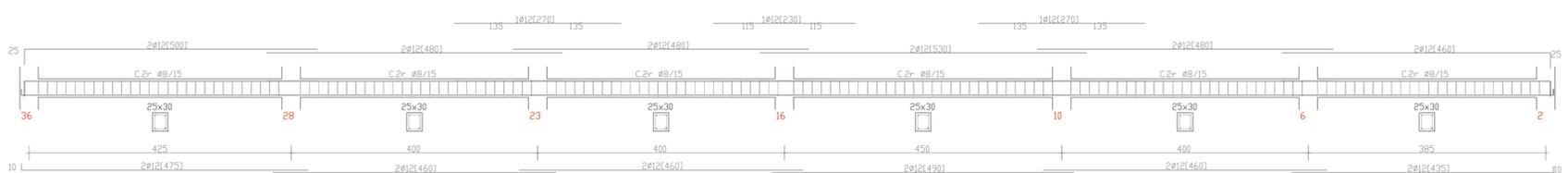
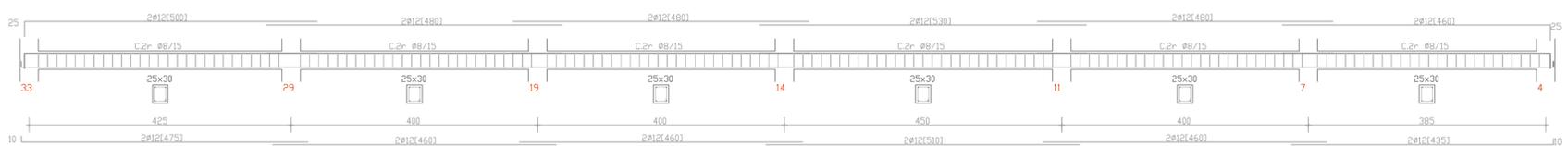
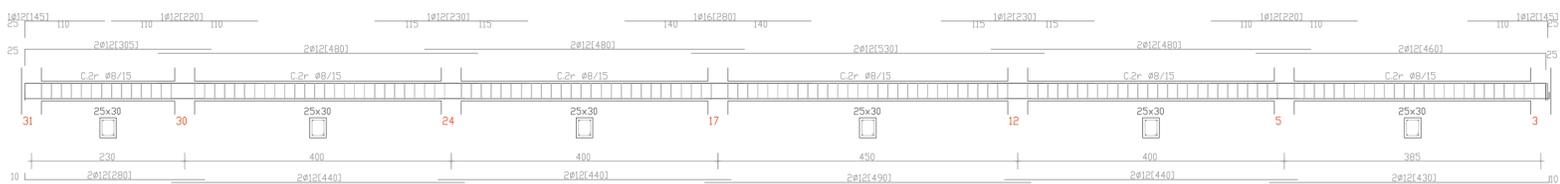
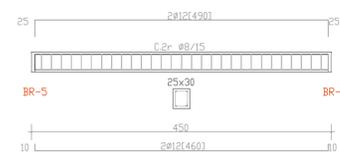
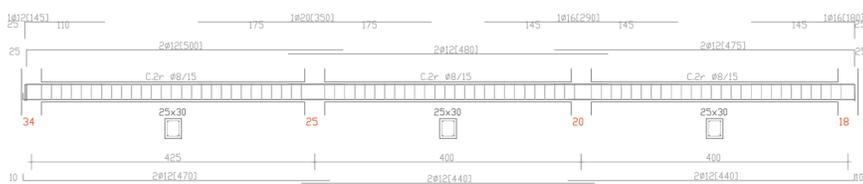
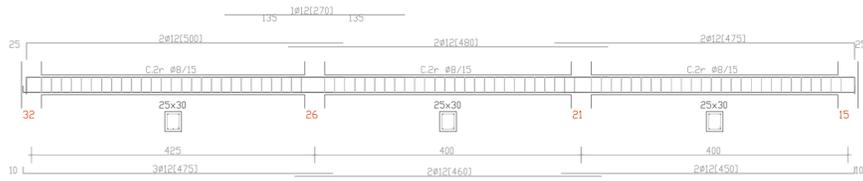
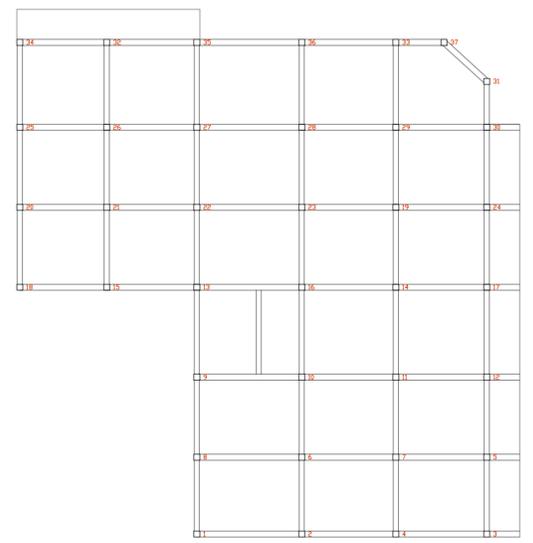
Kg#8 52.94 [2.65 %]

Kg#10 624.79 [31.29 %]

Kg#12 910.27 [45.59 %]

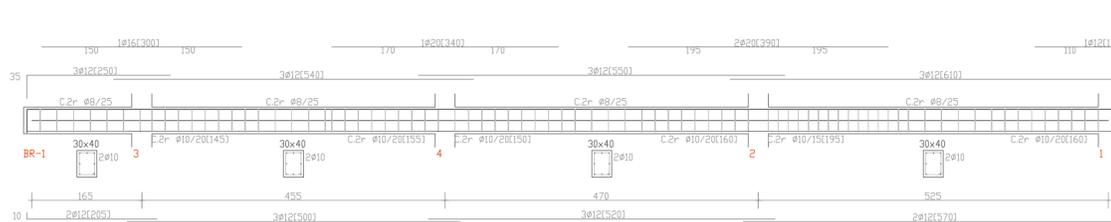
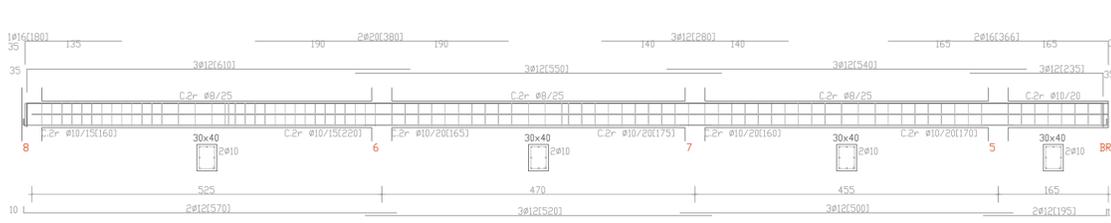
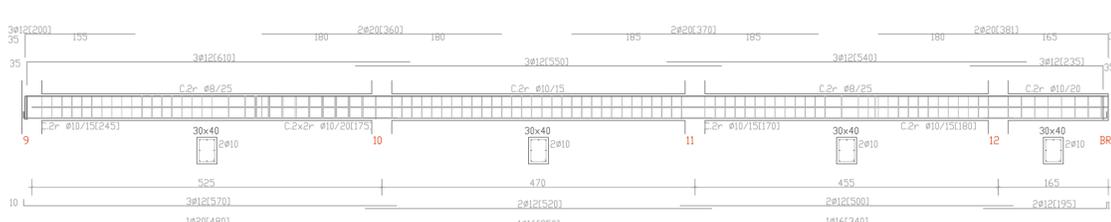
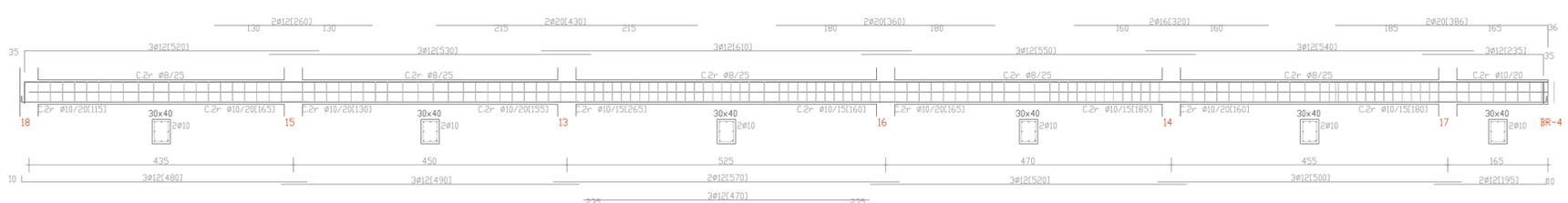
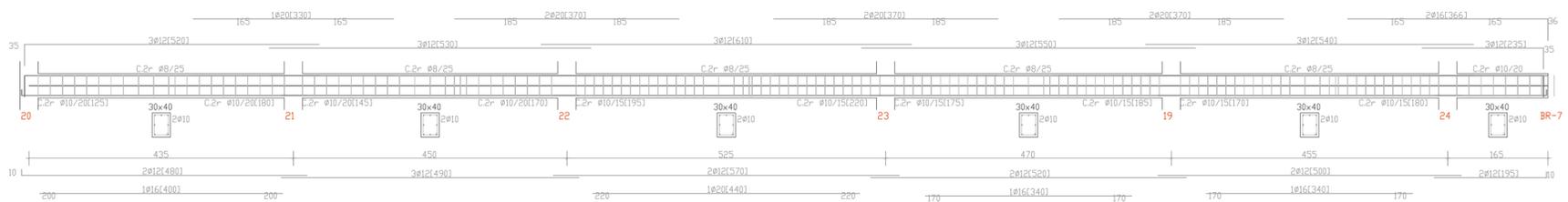
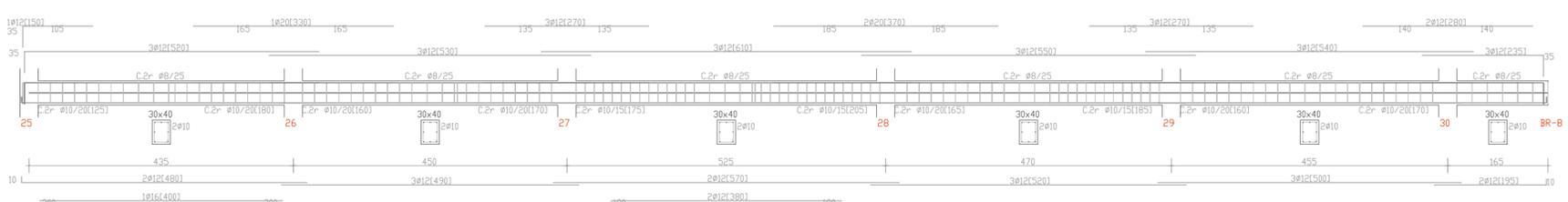
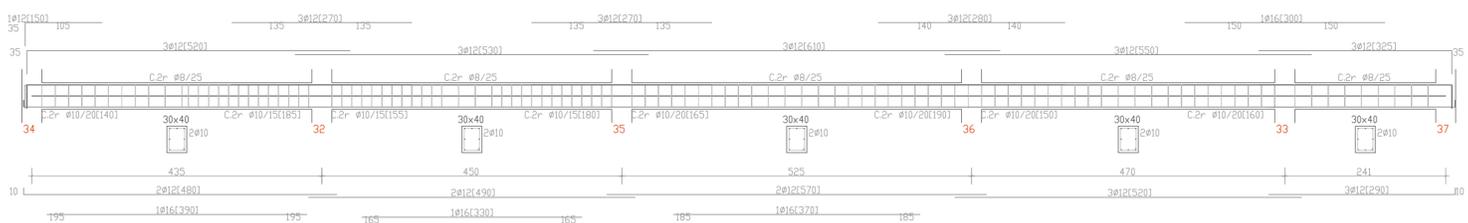
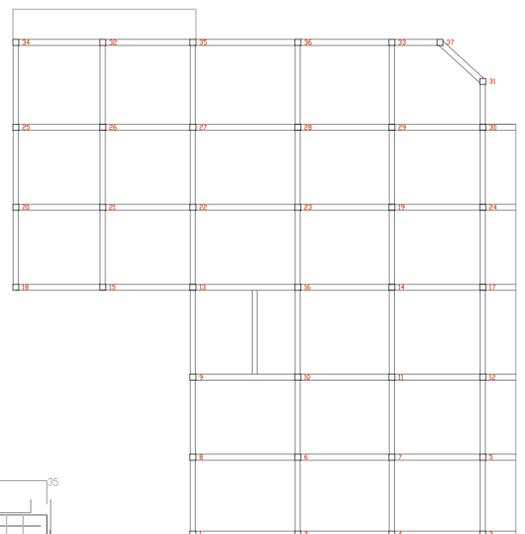
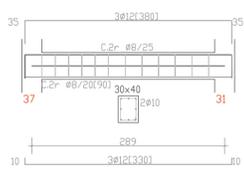
Kg#16 143.48 [7.19 %]

Kg#20 265.33 [13.29 %]



Vigas 25x30 cm
 Acero (Kg) 894.12
 Volumen Hormig (m3) 9.41
 $Kg/vol (kg/m^3) = 95.03$
 Area en planta(m2) =2.33

$Kg\phi 8$ 312.71 [34.97 %]
 $Kg\phi 12$ 547.20 [61.20 %]
 $Kg\phi 16$ 25.57 [2.86 %]
 $Kg\phi 20$ 8.63 [0.97 %]



Vigas 30x40 cm

Acero (Kg) 1963.91

Volumen Hormig (m3) 17.71

Kg/vol (kg/m3) =110.91

Area en planta(m2) =4.32

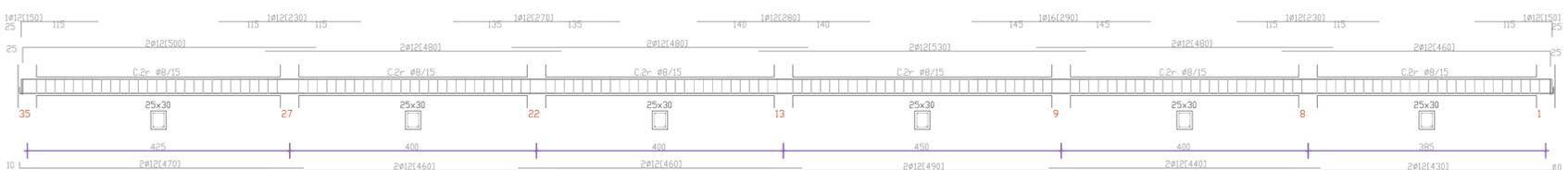
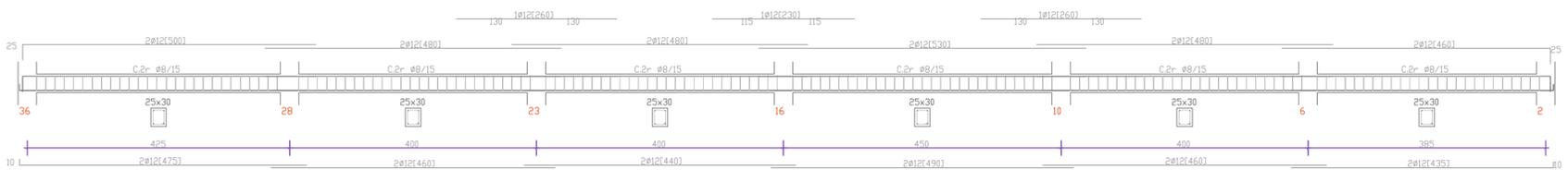
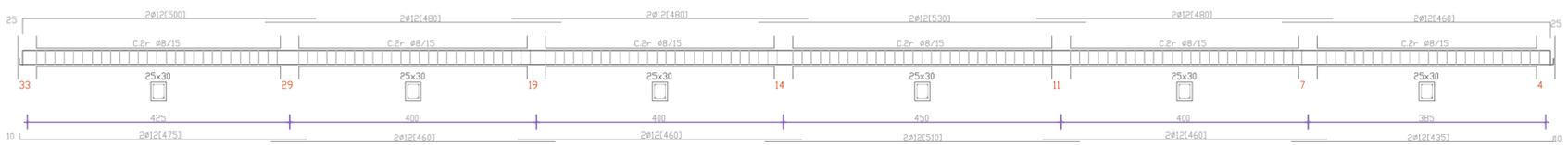
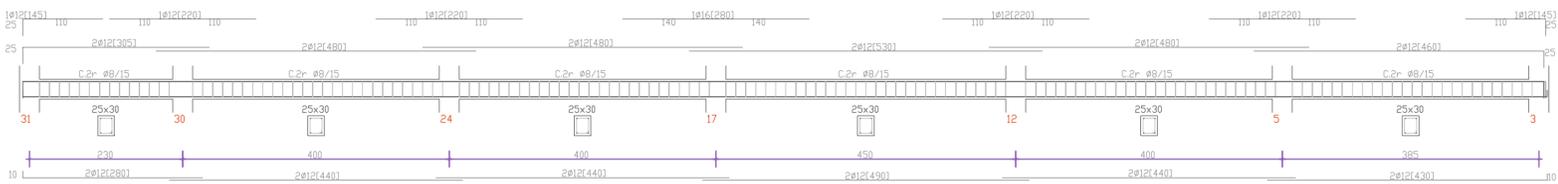
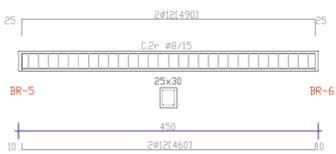
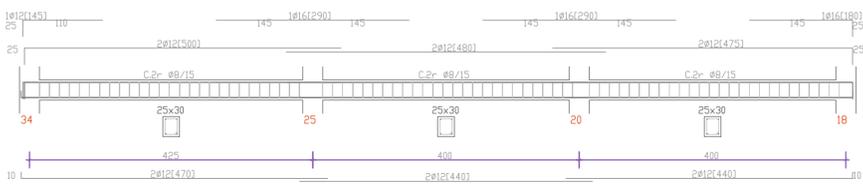
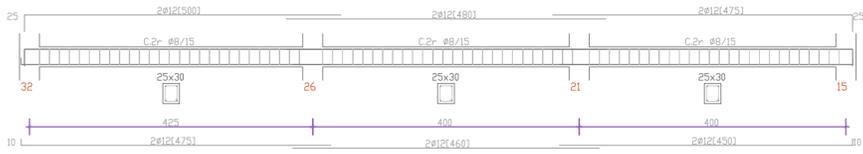
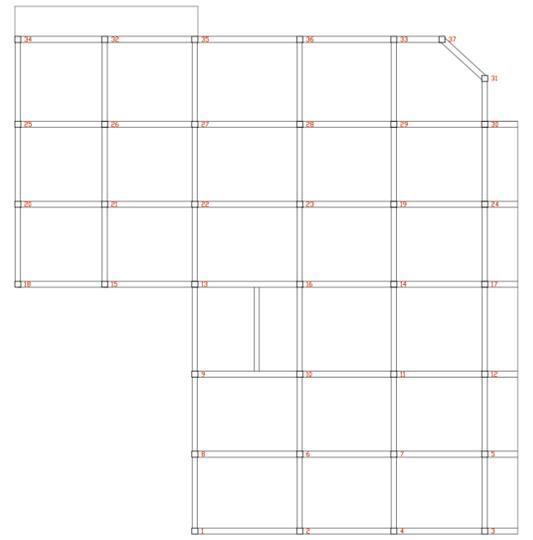
Kg.#8 62.30 [3.17 %]

Kg.#10 601.25 [30.61 %]

Kg.#12 919.73 [46.83 %]

Kg.#16 96.95 [4.94 %]

Kg.#20 283.68 [14.44 %]



Vigas 25x30 cm

Acero (Kg) 877.71

Volumen Hormig (m3) 9.41

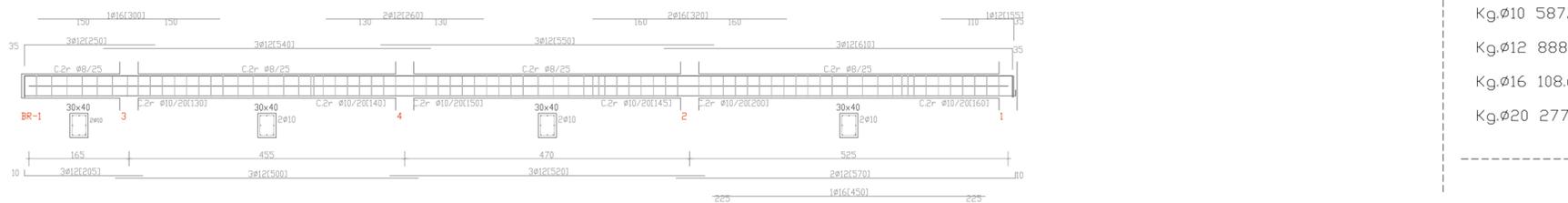
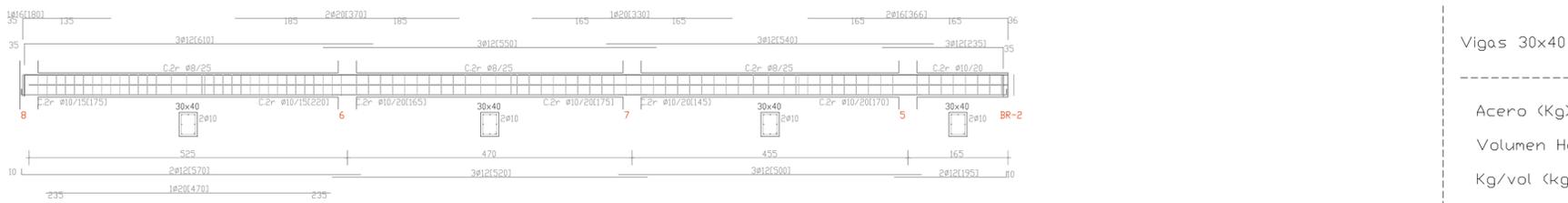
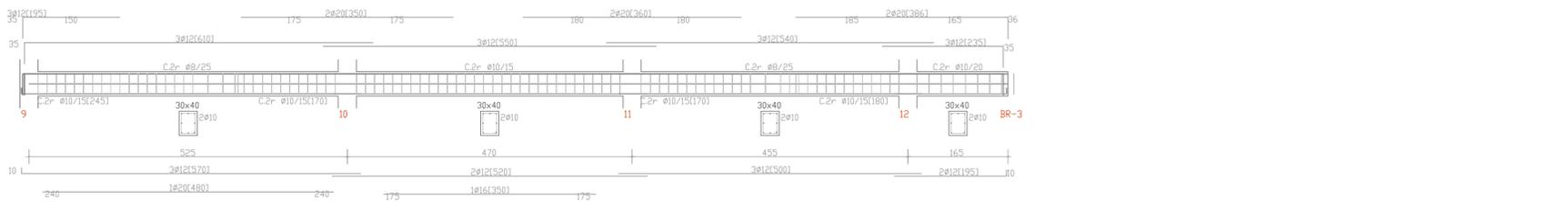
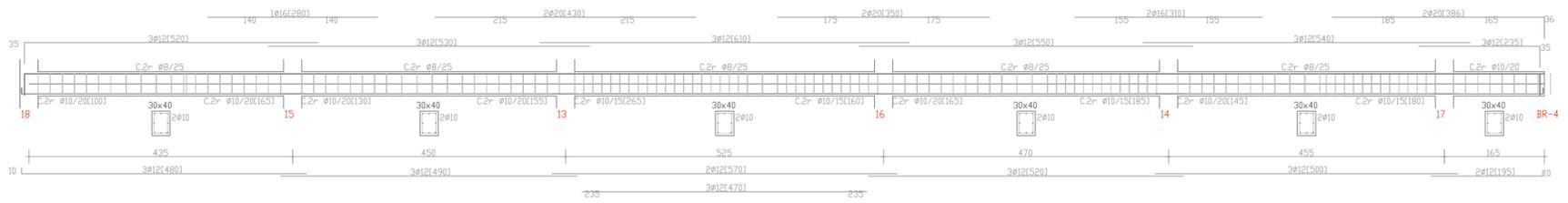
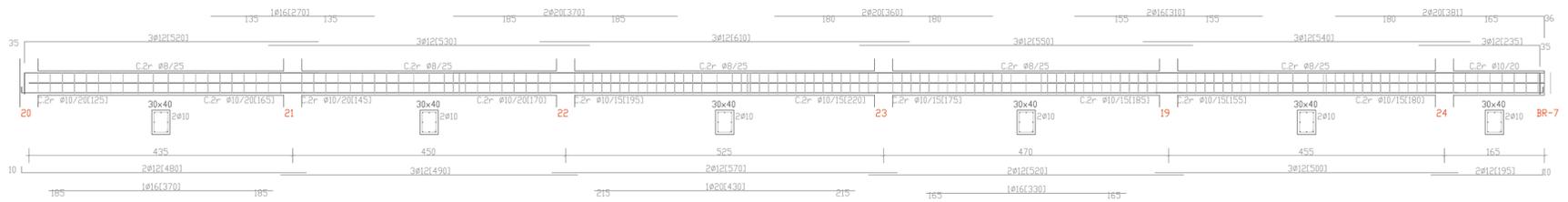
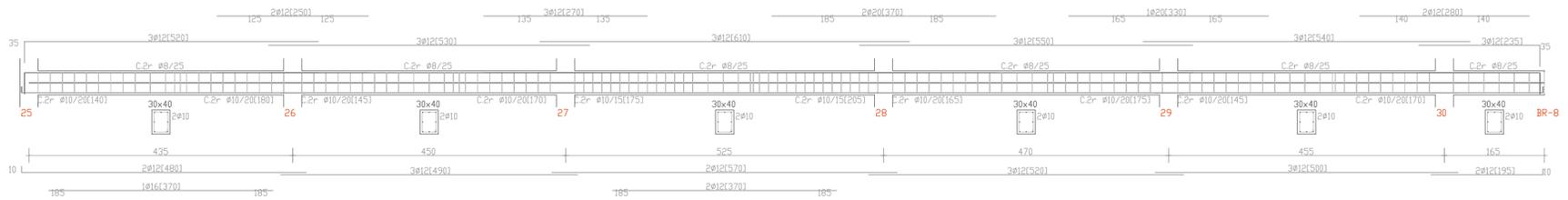
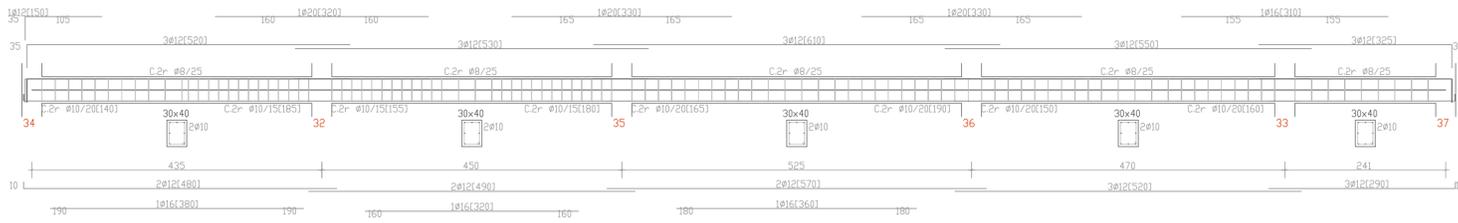
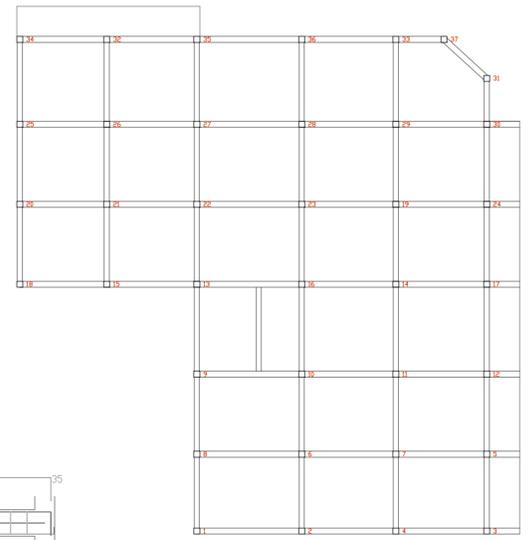
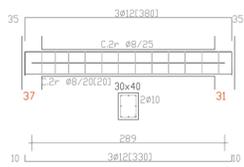
Kg/vol (kg/m3) =93.29

Area en planta(m2) =2.32

Kgø8 312.71 [35.63 %]

Kgø12 544.01 [61.98 %]

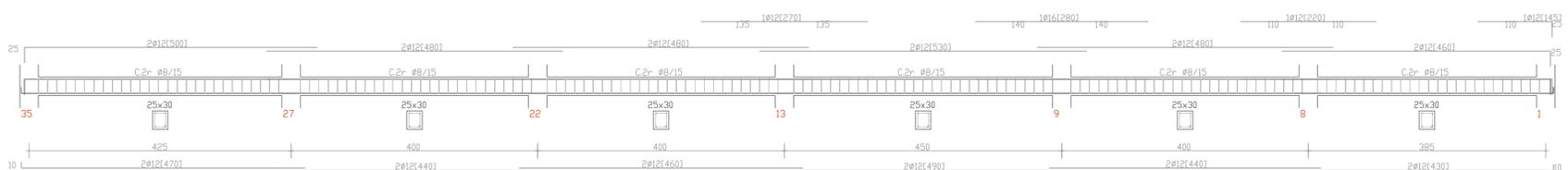
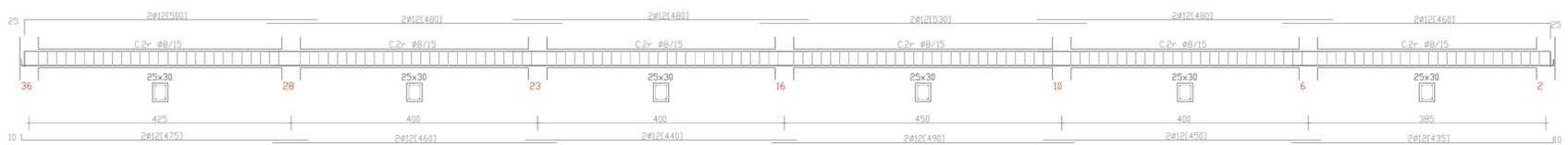
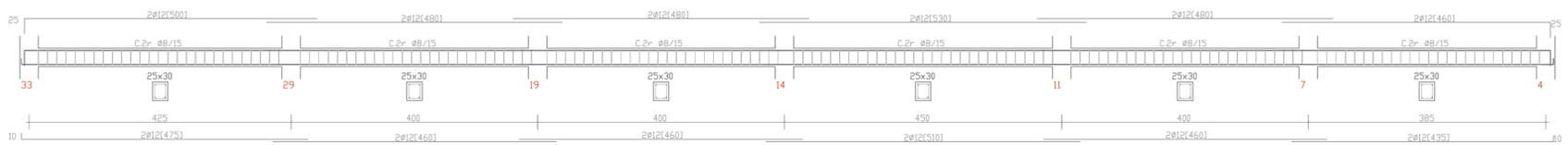
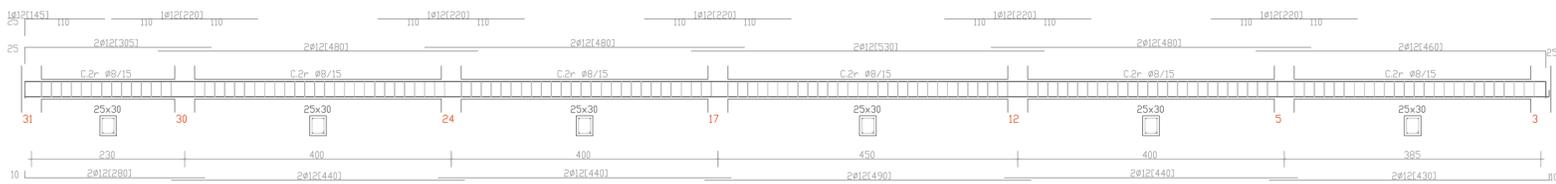
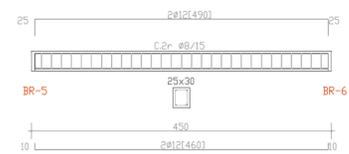
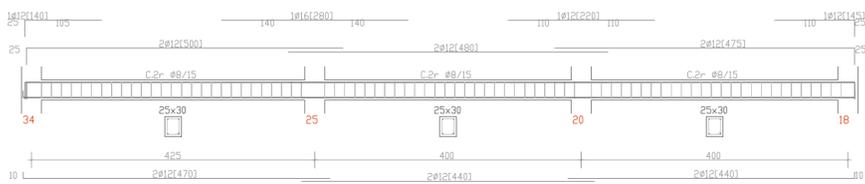
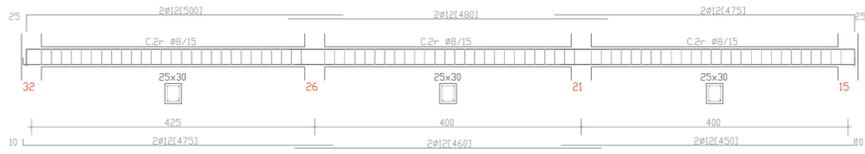
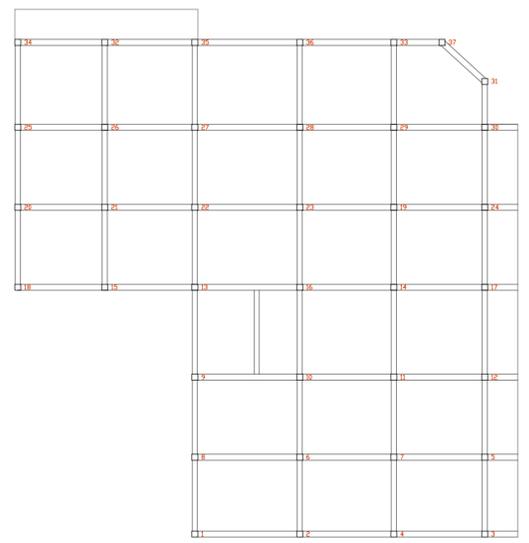
Kgø16 20.99 [2.39 %]



Vigas 30x40 cm	

Acero (Kg)	1926.70
Volumen Hormig (m ³)	17.71
Kg/vol (kg/m ³)	=108.81
Area en planta(m ²)	=4.32

Kg.Ø8	65.15 [3.38 %]
Kg.Ø10	587.25 [30.48 %]
Kg.Ø12	888.39 [46.11 %]
Kg.Ø16	108.61 [5.64 %]
Kg.Ø20	277.30 [14.39 %]



Vigas 25x30 cm

Acero (Kg) 856.24

Volumen Hormig (m3) 9.41

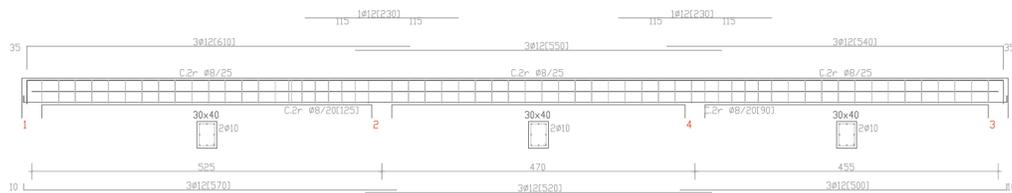
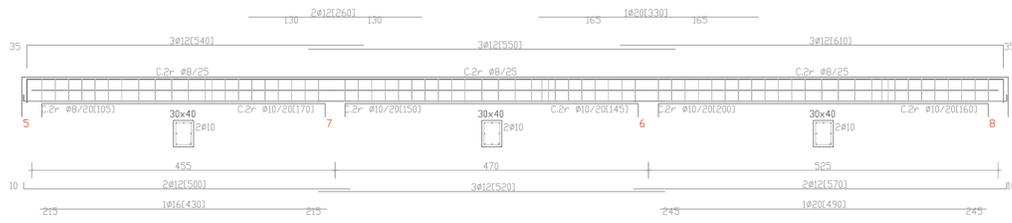
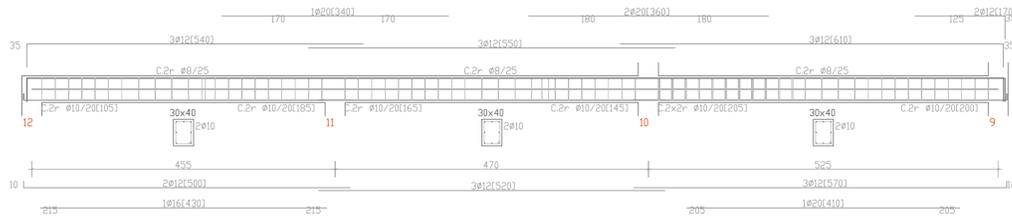
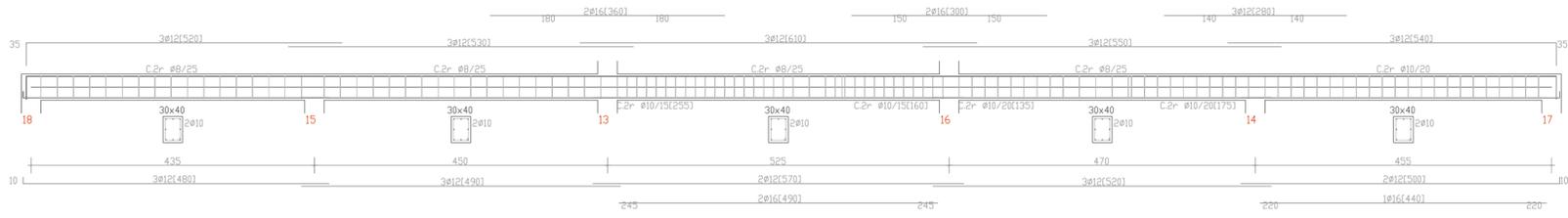
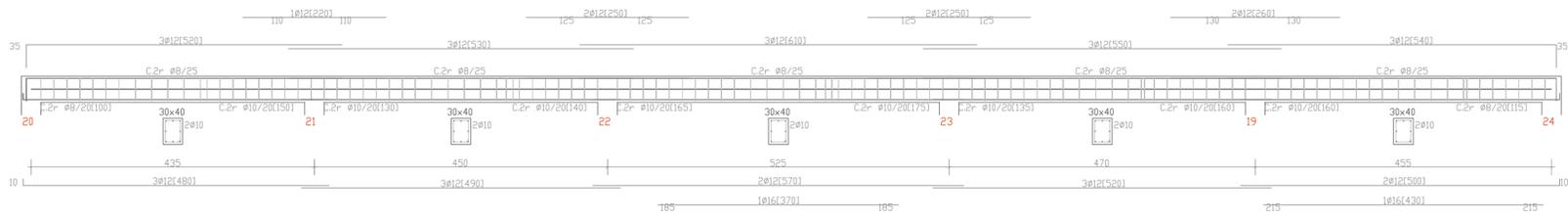
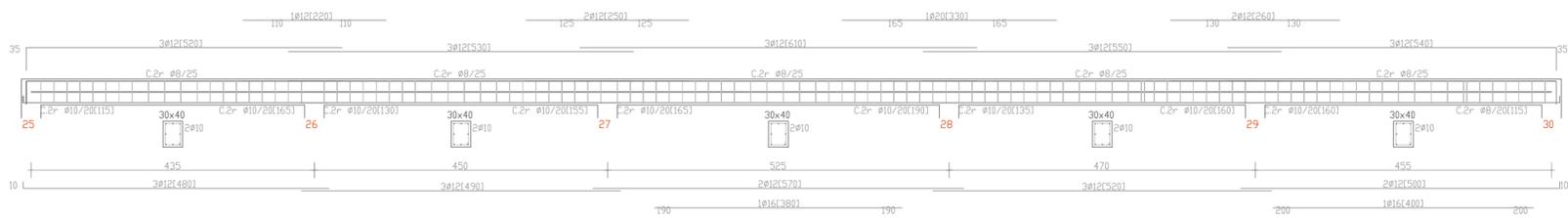
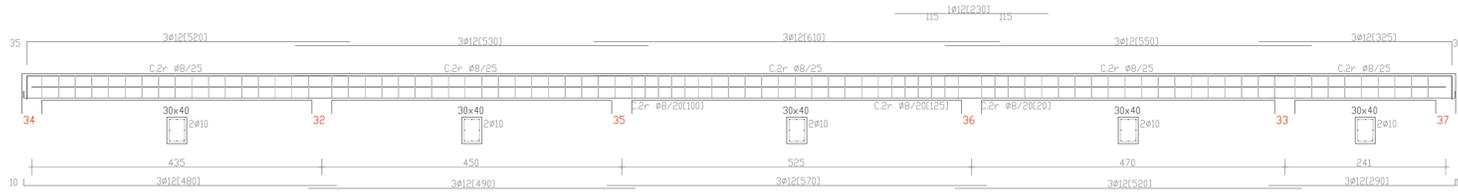
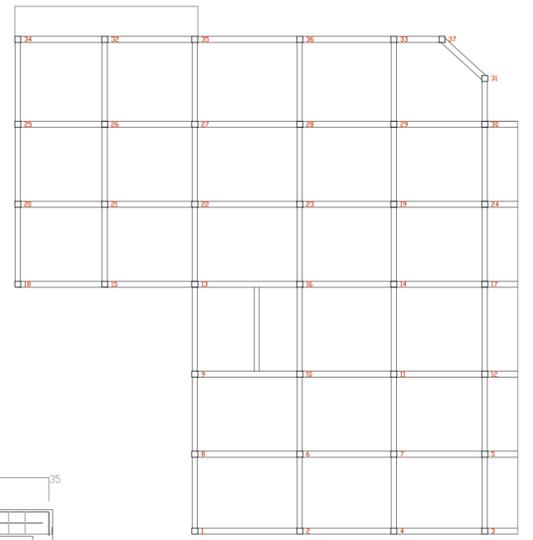
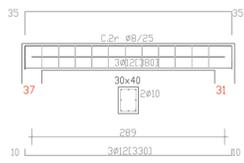
Kg/vol (kg/m3) =91.01

Area en planta(m2) =2.32

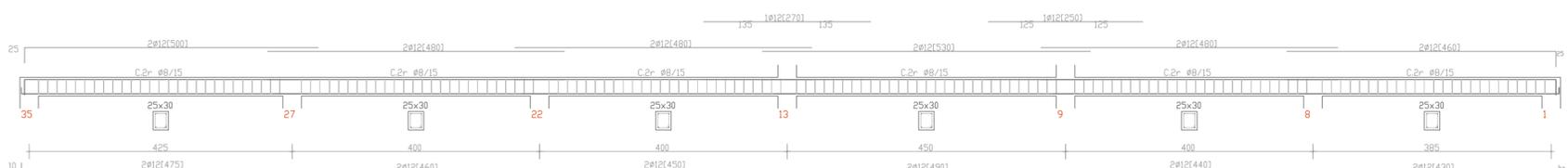
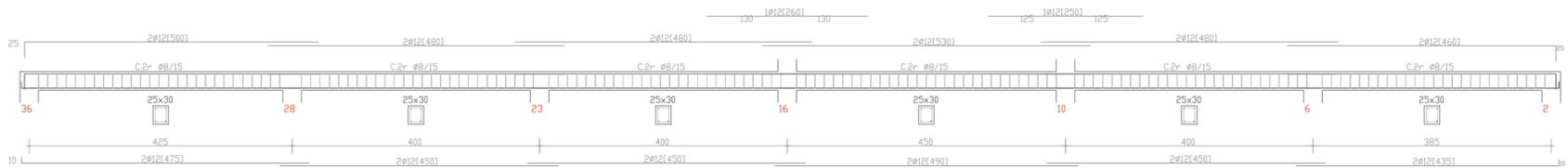
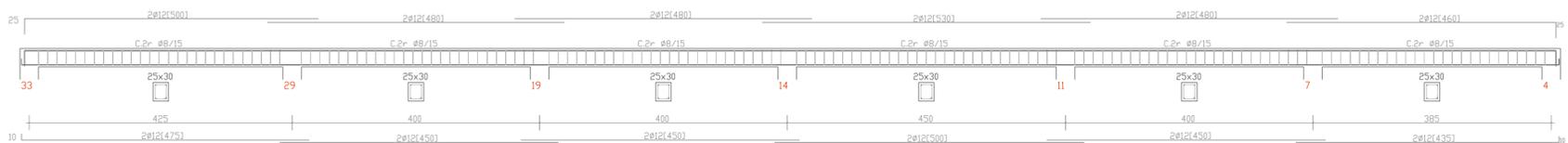
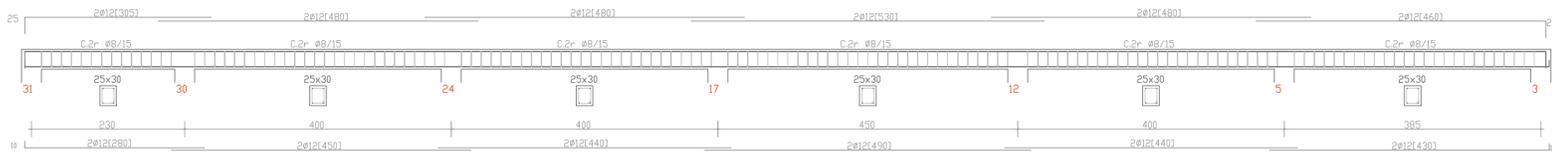
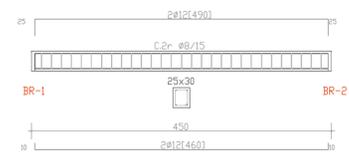
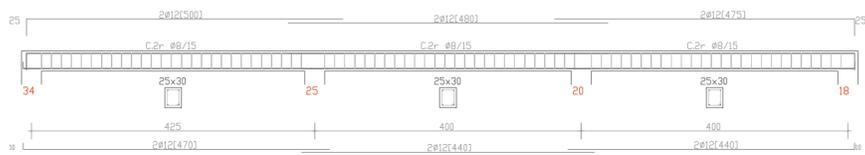
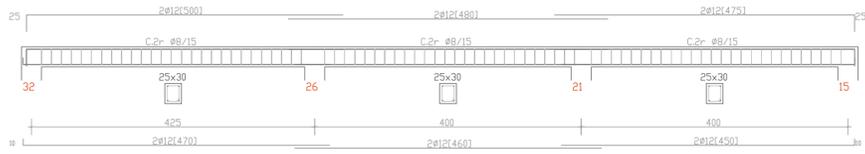
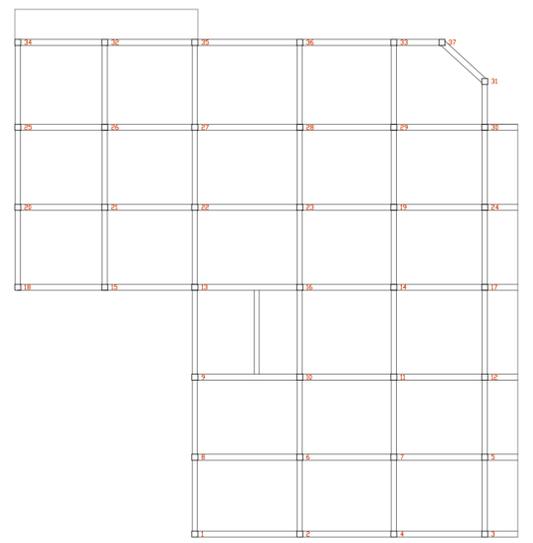
Kg ø8 312.71 [36.52 %]

Kg ø12 534.69 [62.45 %]

Kg ø16 8.84 [1.03 %]



- Vigas 30x40 cm
-
- Acero (Kg) 1498.80
- Volumen Hormig (m3) 16.52
- Kg/vol (kg/m3) =90.73
- Area en planta(m2) =3.60
-
- Kg #8 131.94 [8.80 %]
- Kg #10 379.07 [25.29 %]
- Kg #12 841.42 [56.14 %]
- Kg #16 81.76 [5.45 %]
- Kg #20 64.61 [4.31 %]
-



Vigas 25x30 cm

Acero (Kg) 835.01

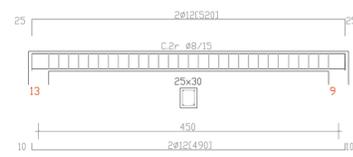
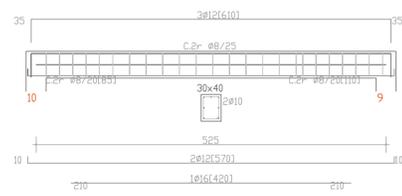
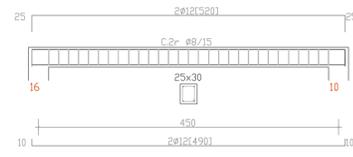
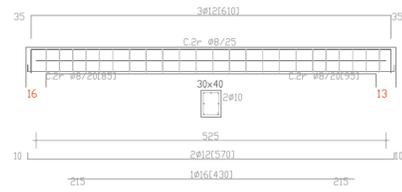
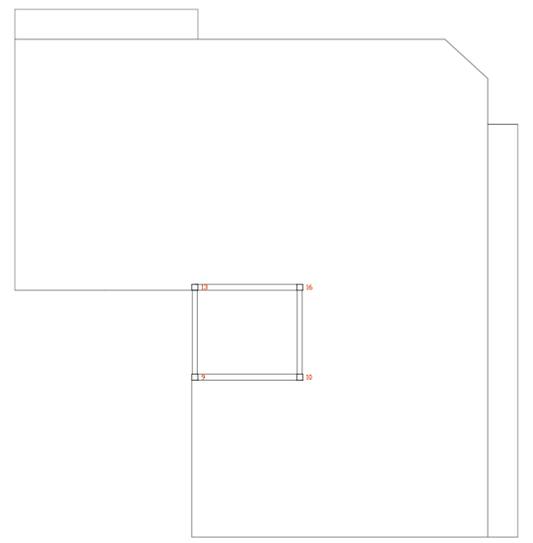
Volumen Hormig (m3) 9.41

Kg/vol (kg/m3) =88.75

Area en planta(m2) =2.32

Kg Ø8 312.71 [37.45 %]

Kg Ø12 522.30 [62.55 %]



Vigas 30x40 cm

Acero (Kg) 98.65
 Volumen Hormig (m³) 1.26
 Kg/vol (kg/m³) =78.29
 Area en planta(m²) =0.24

Kg ø8 19.55 [19.81 %]
 Kg ø10 12.95 [13.13 %]
 Kg ø12 52.74 [53.46 %]
 Kg ø16 13.42 [13.60 %]

Vigas 25x30 cm

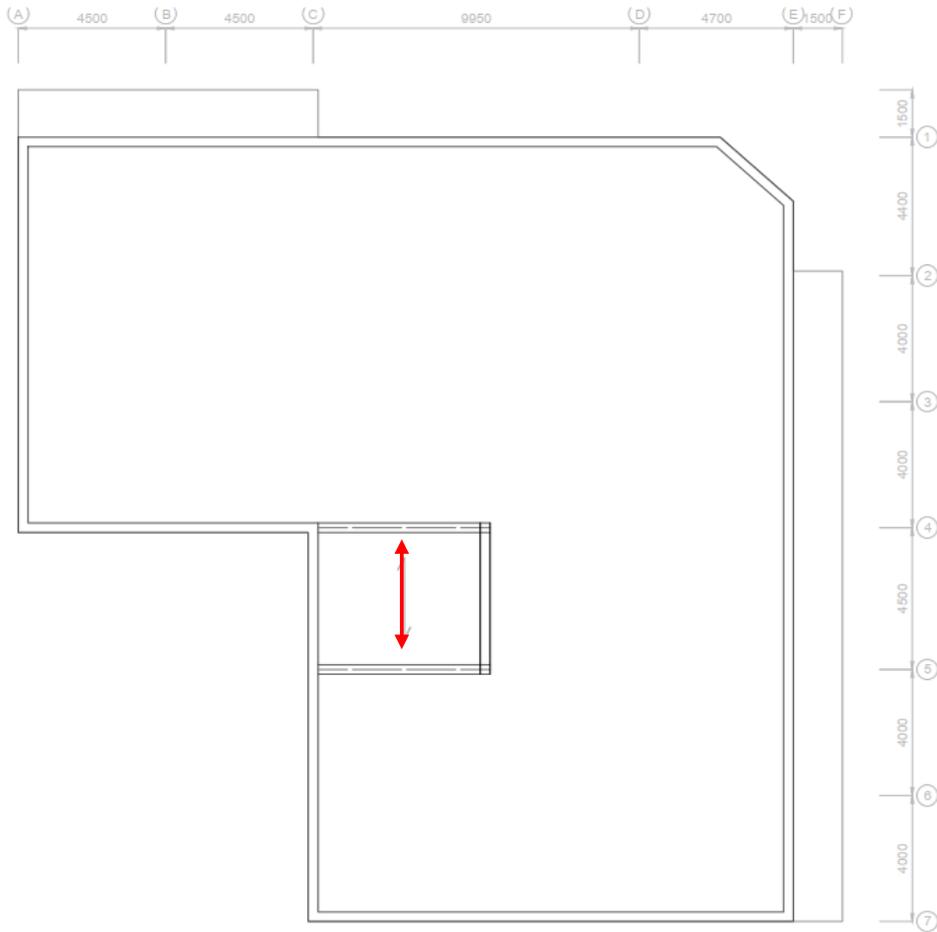
Acero (Kg) 58.20
 Volumen Hormig (m³) 0.67
 Kg/vol (kg/m³) =86.23
 Area en planta(m²) =0.15

Kg ø8 22.34 [38.38 %]
 Kg ø12 35.87 [61.62 %]

ANEJO 2_ Predimensionado de los elementos estructurales del caso de estudio con estructura de entramado ligero de madera.

3.0 Dak constructie

3.1 Overzicht

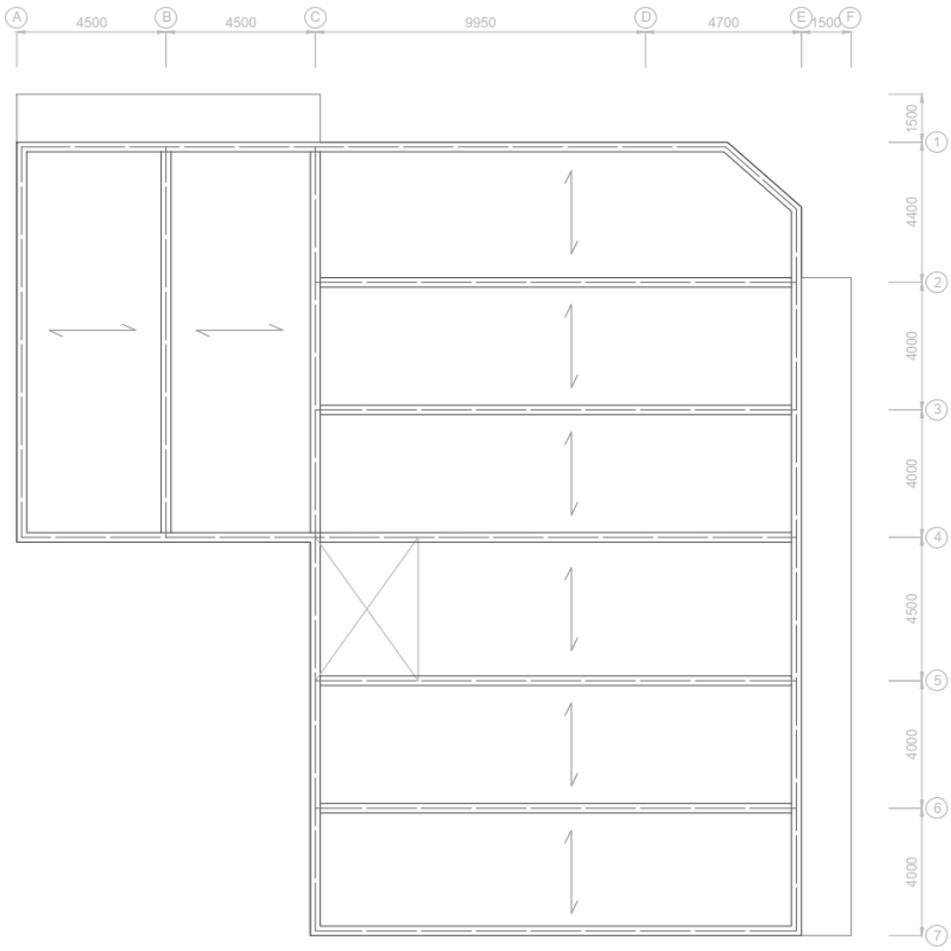


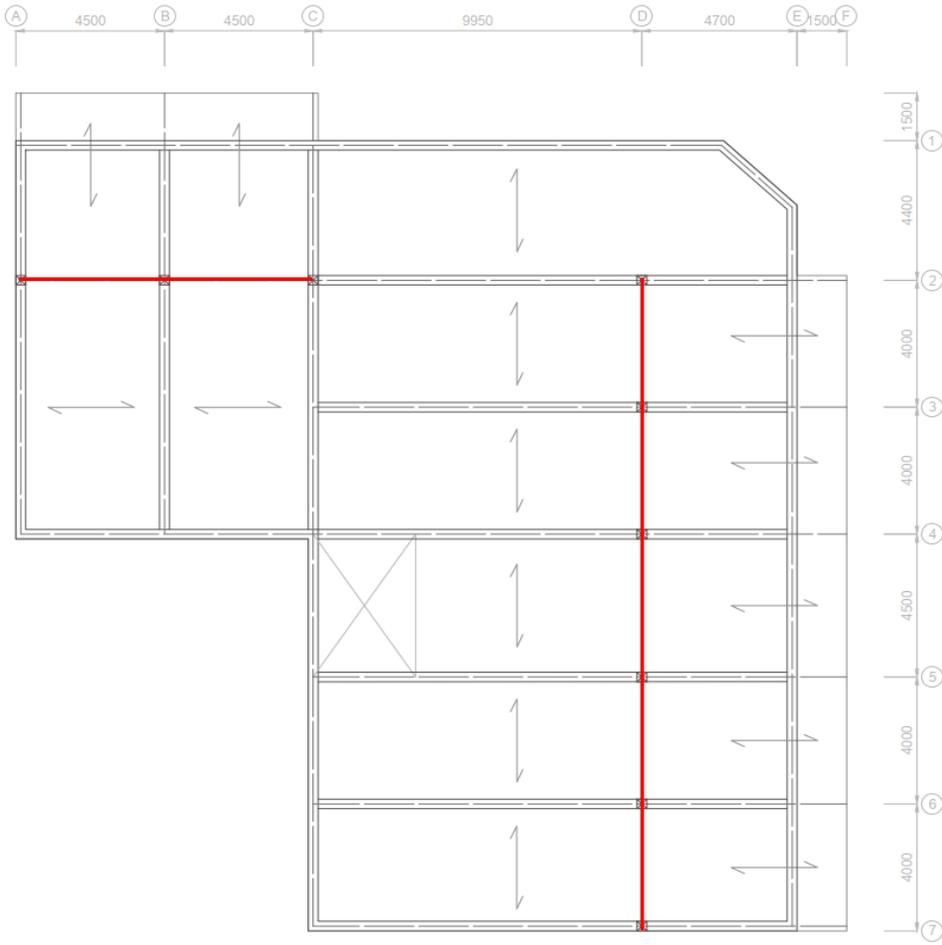
Cubierta sin placas solares

1 x 120 x 200 mm

h.o.h 600 mm

C24





Ligger - 1

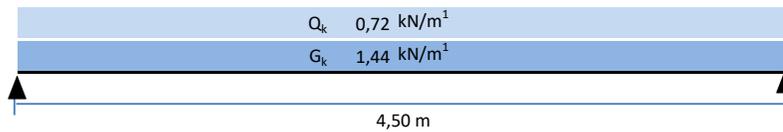


1 x 300 x 300 mm

C24

3.2 Cubierta sin placas solares

1 x 120 x 200 mm



Algemene gegevens

materiaalgegevens		
hoogte	200	mm
breedte	120	mm
overspanning	4500	mm
h.o.h.	600	mm
Sterkte klasse	C24	
materiaal	gezaagd	
Klimaatklasse	1	
belastingduurklasse	kort	

materiaal / modificatiefactoren			
naaldhout			
weerstandsmoment	$W_y =$	800	$\times 10^3 \text{ mm}^3$
traagheidsmoment	$I_y =$	8000	$\times 10^4 \text{ mm}^4$
materiaalfactor strekte	$\gamma_m =$	1,3	
hoogtefactor buigstrekke	$k_h =$	0,9	
modificatiefactor sterkte	$k_{mod} =$	0,9	kort
modificatiefactor treksterkte	$k_{mod} =$	1,1	kort
modificatiefactor vervorming	$k_{def} =$	0,6	

belastingen en combinaties

Eigen gewicht	2,40	kN/m^2		
opgelegde belasting	1,20	kN/m^2	bel. q_{Ed}	2,53 kN/m^2
	ψ_0	0,00		
	ψ_2	0,00	$M_{y:Ed}$	6,40 kNm
partiële factor	$\gamma_{f,g} =$	1,20	$V_{y:Ed}$	5,69 kN
	$\gamma_{f,q} =$	1,50		
	$K_{fi} =$	0,9		

resultaten

$\sigma_{m,0;d}$	8,00	N/mm^2	Voldoet
$\sigma_{v,0;d}$	0,36	N/mm^2	Voldoet
$\sigma_{c,0;d}$	-	N/mm^2	
u_{on}	8,7	mm	
u_{el}	4,4	mm	Voldoet
u_{kr}	0,0	mm	
u_{tot}	13,1	mm	Voldoet
u_{bij}		mm	

hulpwaarden

$f_{m,0;d}$	15,7	N/mm^2	$f_{m,0;rep}$	24	N/mm^2
$f_{v,0;d}$	2,77	N/mm^2	$f_{v,0;rep}$	4	N/mm^2
$f_{c,90;d}$	1,7	N/mm^2	$f_{c,90;rep}$	2,5	N/mm^2
k_h	0,9		$E_{0,ser;rep}$	11000	N/mm^2
k_{mod}	0,9		ρ_{rep}	350	kg/m^3

3.3 Cubierta con placas solares

1 x 120 x 200 mm



Algemene gegevens

materiaalgegevens		
hoogte	200	mm
breedte	120	mm
overspanning	4500	mm
h.o.h.	600	mm
Sterkte klasse	C24	
materiaal	gezaagd	
Klimaatklasse	1	
belastingduurklasse	kort	

materiaal / modificatiefactoren			
naaldhout			
weerstandsmoment	$W_y =$	800	$\times 10^3 \text{ mm}^3$
traagheidsmoment	$I_y =$	8000	$\times 10^4 \text{ mm}^4$
materiaalfactor strekte	$\gamma_m =$	1,3	
hoogtefactor buigstrekte	$k_h =$	0,9	
modificatiefactor sterkte	$k_{mod} =$	0,9	kort
modificatiefactor treksterkte	$k_{mod} =$	1,1	kort
modificatiefactor vervorming	$k_{def} =$	0,6	

belastingen en combinaties

Eigen gewicht	2,70	kN/m^2		
opgelegde belasting	1,20	kN/m^2	bel. q_{Ed}	2,72 kN/m^2
	ψ_0	0,00		
	ψ_2	0,00	$M_{y:Ed}$	6,89 kNm
partiële factor	$\gamma_{f,g} =$	1,20	$V_{y:Ed}$	6,12 kN
	$\gamma_{f,q} =$	1,50		
	$K_{fi} =$	0,9		

resultaten

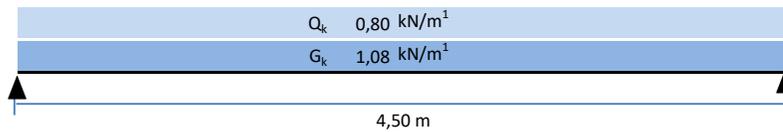
$\sigma_{m,0;d}$	8,61	N/mm^2	Voldoet
$\sigma_{v,0;d}$	0,38	N/mm^2	Voldoet
$\sigma_{c,0;d}$	-	N/mm^2	
u_{on}	9,8	mm	
u_{el}	4,4	mm	Voldoet
u_{kr}	0,0	mm	
u_{tot}	14,2	mm	Voldoet
u_{bij}		mm	

hulpwaarden

$f_{m,0;d}$	15,7	N/mm^2	$f_{m,0;rep}$	24	N/mm^2
$f_{v,0;d}$	2,77	N/mm^2	$f_{v,0;rep}$	4	N/mm^2
$f_{c,90;d}$	1,7	N/mm^2	$f_{c,90;rep}$	2,5	N/mm^2
k_h	0,9		$E_{0,ser;rep}$	11000	N/mm^2
k_{mod}	0,9		ρ_{rep}	350	kg/m^3

3.3 Forjado

1 x 120 x 200 mm



Algemene gegevens

materiaalgegevens

hoogte	200	mm
breedte	120	mm
overspanning	4500	mm
h.o.h.	400	mm
Sterkte klasse	C24	
materiaal	gezaagd	
Klimaatklasse	1	
belastingduurklasse	kort	

materiaal / modificatiefactoren

naaldhout		
weerstandsmoment	$W_y = 800$	$\times 10^3 \text{ mm}^3$
traagheidsmoment	$I_y = 8000$	$\times 10^4 \text{ mm}^4$
materiaalfactor strekte	$\gamma_m = 1,3$	
hoogtefactor buigstrekke	$k_h = 0,9$	
modificatiefactor sterkte	$k_{mod} = 0,9$	kort
modificatiefactor treksterkte	$k_{mod} = 1,1$	kort
modificatiefactor vervorming	$k_{def} = 0,6$	

belastingen en combinaties

Eigen gewicht	2,70	kN/m^2		
opgelegde belasting	2,00	kN/m^2	bel. q_{Ed}	2,25 kN/m^2
	$\psi_0 = 0,00$			
	$\psi_2 = 0,00$		$M_{y:Ed}$	5,69 kNm
partiële factor	$\gamma_{f,g} = 1,20$		$V_{y:Ed}$	5,05 kN
	$\gamma_{f,q} = 1,50$			
	$K_{fi} = 0,9$			

resultaten

$\sigma_{m,0;d}$	7,11	N/mm^2	Voldoet
$\sigma_{v,0;d}$	0,32	N/mm^2	Voldoet
$\sigma_{c,0;d}$	-	N/mm^2	
u_{on}	6,6	mm	
u_{el}	4,9	mm	Voldoet
u_{kr}	0,0	mm	
u_{tot}	11,4	mm	Voldoet
u_{bij}		mm	

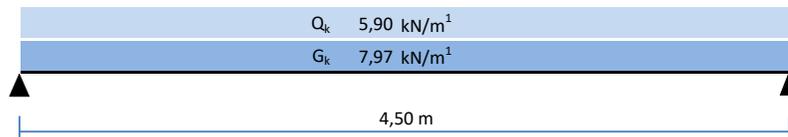
hulpwaarden

$f_{m,0;d}$	15,7	N/mm^2	$f_{m,0;rep}$	24	N/mm^2
$f_{v,0;d}$	2,77	N/mm^2	$f_{v,0;rep}$	4	N/mm^2
$f_{c,90;d}$	1,7	N/mm^2	$f_{c,90;rep}$	2,5	N/mm^2
k_h	0,9		$E_{0,ser;rep}$	11000	N/mm^2
k_{mod}	0,9		ρ_{rep}	350	kg/m^3

3.4 Ligger - 1

1 x 300 x 300 mm

		G_k kN/m ²	Q_k kN/m ²	e/m	[m]	[m]	[%]		G_k kN/m ¹	Q_k kN/m ¹
3	Forjado	2,70	2,00		1,00	x 4,70	x 50	=	6,35	4,70
3	Forjado	2,70	2,00		1,00	x 0,60	x 100	=	1,62	1,20
									7,97	5,90



Algemene gegevens

materiaalgegevens

hoogte	300	mm
breedte	300	mm
overspanning	4500	mm
belastingbreedte	1000	mm
Sterkte klasse	C24	
materiaal	gezaagd	
Klimaatklasse	1	
belastingduurklasse	kort	

materiaal / modificatiefactoren

gelamineerd		
weerstandsmoment	$W_y =$	4500 x 10 ³ mm ³
traagheidsmoment	$I_y =$	67500 x 10 ⁴ mm ⁴
materiaalfactor strekte	$\gamma_m =$	1,30
hoogtefactor buigstrekke	$k_h =$	0,87
mod. factor sterkte	$k_{mod} =$	0,9 kort
mod. factor treksterkte	$k_{mod} =$	1,1 kort
mod. factor vervorming	$k_{def} =$	0,6

belastingen en combinaties

Eigen gewicht	7,97	kN/m ¹		
opgelegde belasting	5,90	kN/m ¹		bel. q _d 16,57 kN/m ¹
	ψ_0	0,40		
	ψ_2	0,30		$V_{y;Ed}$ 37,28 kN
partiële factor	$\gamma_{f;g} =$	1,2		
	$\gamma_{f;q} =$	1,5		$M_{y;Ed}$ 41,94 kNm
	$K_{fi} =$	0,9		

resultaten

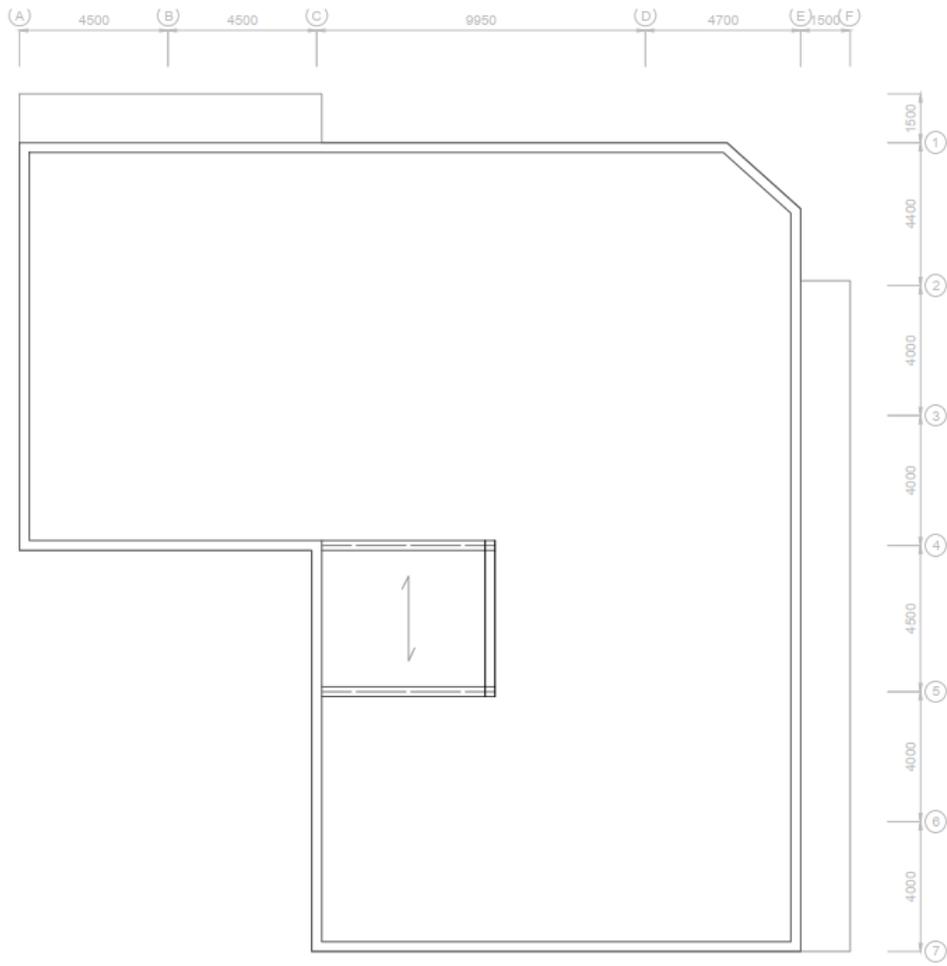
$\sigma_{m;0;d}$	9,3	N/mm ²	UC Ok
$\sigma_{v;0;d}$	0,62	N/mm ²	UC Ok
$\sigma_{c;0;d}$	-	N/mm ²	
u_{on}	5,7	mm	
u_{el}	4,2	mm	Voldoet
u_{kr}	4,2	mm	
u_{tot}	14,2	mm	Voldoet
u_{bij}		mm	

hulpwaarden

$f_{m;0;d}$	14,5	N/mm ²	$f_{m;0;rep}$	24,0	N/mm ²
$f_{v;0;d}$	2,77	N/mm ²	$f_{v;0;rep}$	4,0	N/mm ²
$f_{c;90;d}$	1,73	N/mm ²	$f_{c;90;rep}$	2,5	N/mm ²
k_h	0,87		$E_{0;ser;rep}$	11000	N/mm ²
k_{mod}	0,90		ρ_{rep}	350	kg/m ³

5.0 Wanden

5.1 Overzicht wanden



Buitenwanden

1 x 60 x 140 mm

h.o.h 400 mm

C24

4.2 Controle buitenwanden

1 x 60 x 140 mm

materiaalgegevens		
hoogte	140	mm
breedte	60	mm
overspanning	3500	mm
h.o.h. stijlen	400	mm
Sterkte klasse	C24	
materiaal	gezaagd	
Klimaatklasse	1	
bel. duurklasse Moment	kort	
bel. duurklasse N-kracht	lang	

materiaal / modificatiefactoren			
gezaagd			
weerstandsmoment	W_y	196	$\times 10^3 \text{ mm}^3$
traagheidsmoment	I_y	1372	$\times 10^4 \text{ mm}^4$
materiaalfactor strekte	$\gamma_m =$	1,3	
hoogtefactor buigstrekke	$k_h =$	1,01	
factor β_c		0,2	
modificatiefactor sterkte	$k_{mod} =$	0,9	kort
modificatiefactor treksterkte	$k_{mod} =$	1,1	kort
modificatiefactor vervorming	$k_{def} =$	0,6	

belastingen en combinaties				
wind belasting	1,11	kN/m^2	bel. $q_{d;wind}$	0,48 kN/m^1
over/onderdruk	0,8	x gesloten gebouw		
over/onderdruk	0,5	x gesloten gebouw	$M_{y;Ed}$	0,73 kNm
partiële fact $\gamma_{f;q} =$	1,5			
$K_{fi} =$	0,9		$V_{y;Ed}$	0,84 kN
Normaalkracht	9,7	kN	3,60	kN
partiële fact $\gamma_{f;q} =$	1,2		$N_{y;Ed}$	15,33 kN
	0,9			

resultaten			
$\sigma_{m;0;d}$	3,7	N/mm^2	Voldoet
$\sigma_{v;0;d}$	0,1	N/mm^2	Voldoet
$\sigma_{c;0;d}$	1,8	N/mm^2	Voldoet
comb U.C	0,70	< 1	Voldoet
u_{on}	0,0	mm	
u_{el}	6,2	mm	Voldoet
u_{kr}	0,0	mm	
u_{tot}	6,5	mm	Voldoet
u_{bij}		mm	

hulpwaarden				
$f_{m;0;d}$	16,8	N/mm^2	$f_{m;0;rep}$	24 N/mm^2
$f_{v;0;d}$	1,7	N/mm^2	$f_{v;0;rep}$	2,5 N/mm^2
$f_{c;0;d}$	9,7	N/mm^2	$f_{c;90;rep}$	2,5 N/mm^2
$k_{c;y}$	0,4		$f_{c;0;rep}$	21 N/mm^2
k_h	1,0		kniklen $_l$	3500 mm
k_{mod}	0,9	buiging	$\lambda_{rel;y}$	1,5
k_{mod}	0,6	N-kracht	k_y	1,7
		tweede orde buiging		1,0 max 1,1
			$E_{0;ser;rep}$	11000 N/mm^2
			$E_{0;0,05;rep}$	7400 N/mm^2
			ρ_{rep}	350 kg/m^3

Gegeven profielafmetingen zijn de minimaal benodigde afmetingen, i.v.m. isolatie kunnen hogere profielen worden toegepast.

Algemene gegevens

		G_k	Q_k					G_k	Q_k
		kN/m^2	kN/m^2	e/m	[m]	[m]	[%]	kN/m^1	kN/m^1
3	Forjado	2,70	2,00		1,00	x 4,50	x 100 =	12,15	9,00
6	Structural wall	1,15	0,00		1,00	x 10,50	x 100 =	12,08	0,00
								24,23	9,00

Horizontaal

materiaalgegevens		
hoogte (wind richting)	60	mm
breedte	140	mm
overspanning	400	mm
bel. Breedte	1000	mm
Sterkte klasse	C24	
materiaal	gezaagd	
Klimaatklasse	1	
belastingduurklasse	kort	

materiaal / modificatiefactoren			
gezaagd			
weerstandsmoment	W_y	84	$\times 10^3 \text{ mm}^3$
traagheidsmoment	I_y	252	$\times 10^4 \text{ mm}^4$
materiaalfactor strekte	$\gamma_m =$	1,3	
hoogtefactor buigstrekke	$k_h =$	1,1	
modificatiefactor sterkte	$k_{mod} =$	0,9	kort
modificatiefactor treksterkte	$k_{mod} =$	1,1	kort
modificatiefactor vervorming	$k_{def} =$	0,6	

belastingen en combinaties

Eigen gewicht	24,23	kN/m^1			
opgelede belasting	9,00	kN/m^1		bel. $q_{d,vloer}$	41,6 kN/m^1
	ψ_0	0,0			
	ψ_2	0,0		$M_{y:Ed}$	0,83 kNm
partiële factor	$\gamma_{f,g} =$	1,35		$V_{y:Ed}$	8,32 kN
	$\gamma_{f,q} =$	1,50			
	$K_{fi} =$	0,9			

resultaten

$\sigma_{m;0;d}$	9,9	N/mm^2	Voldoet
$\sigma_{v;0;d}$	-	N/mm^2	
$\sigma_{c;90;d}$	1,49	N/mm^2	Voldoet
u_{on}	0,29	mm	
u_{el}	0,07	mm	Voldoet
u_{kr}	0,00	mm	
u_{tot}	0,36	mm	Voldoet
u_{bij}			

hulpwaarden

$f_{m;0;d}$	18,3	N/mm^2	$f_{m;0;rep}$	24	N/mm^2
$f_{v;0;d}$	1,7	N/mm^2	$f_{v;0;rep}$	2,5	N/mm^2
$f_{c;90;d}$	1,7	N/mm^2	$f_{c;90;rep}$	2,5	N/mm^2
k_h	1,1		$E_{0;ser;rep}$	11000	N/mm^2
k_{mod}	0,9		ρ_{rep}	350	kg/m^3

ANEJO 3_ Presupuesto del caso de estudio con estructura de hormigón armado.

Presupuesto y medición

Presupuesto parcial nº 1 Cimentación

Código	Ud	Denominación	Medición	Precio	Total
1.1 ECDL.1bbbcaec	m ³	Losa de cimentación de hormigón armado HA-30/B/20/XC2 preparado en central, vertido mediante bomba, con una cuantía media de acero B 500 S de 95 kg, suministrado en jaulas y colocado en obra, incluido vertido, vibrado y curado del hormigón según Código Estructural, DB SE-C del CTE y NTE-CS.			
	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Subtotal
	506,422			0,700	354,495
		Total m ³		354,495	326,44
					115.721,35

Presupuesto parcial n° 2 Estructura Nivel 0

Código	Ud	Denominación	Medición	Precio	Total
2.1 EESH.2bbbbbbca	m	Soporte cuadrado de 30 cm de lado, hormigonado mediante bomba con hormigón armado HA-30/B/20/XC1, con una cuantía de acero B500S de 150 kg/m ³ (equivalente a 13.5 kg/m), de altura mayor a 3.5 m y encofrado metálico, con acabado para revestir , incluso vibrado, curado, encofrado y desencofrado, según Código Estructural.			
	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Subtotal
	37			3,500	129,500
		Total m		129,500	60,70
					7.860,65

Presupuesto parcial n° 3 Estructura Nivel 1

Código	Ud	Denominación	Medición	Precio	Total	
3.1 EEFH.1abaacbbbb	m2	Forjado unidireccional horizontal de 25+5 cm de canto ejecutado con simple vigueta pretensada dispuesta con intereje de 70 cm y bovedillas cerámicas, hormigonado mediante bomba con hormigón HA-30/B/20/XC1 sobre un mallazo ME 15x30 AØ 5-5 B500 T y una cuantía media de 7.65 kg/m2 de acero B500S en vigas planas, zunchos y negativos, incluido el encofrado; el vertido, vibrado y curado del hormigón, y el desencofrado, según Código Estructural.				
		Total m2	497,075	85,58	42.539,68	
3.2 EESH.4ccdbbbc	m	Viga plana de 30cm de ancho y 40 cm de canto, hormigonada mediante bomba con hormigón armado HA-30/B/20/XC1, con una cuantía de acero B500S de 100 kg/m3 (equivalente a 12 kg/m), incluso vibrado, curado, encofrado y desencofrado, según Código Estructural.				
	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Subtotal	
	3	16,150			48,450	
	3	25,000			75,000	
	1	21,214			21,214	
	1	2,893			2,893	
		Total m		147,557	74,22	10.951,68
3.3 EESH.5ccbbbbd	m	Zuncho plano de 25cm de ancho y 30 cm de canto, hormigonado mediante bomba con hormigón armado HA-30/B/20/XC1, con una cuantía de acero B500S de 100 kg/m3 (equivalente a 7.5 kg/m), incluso vibrado, curado, encofrado y desencofrado, según Código Estructural.				
	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Subtotal	
	1	22,649			22,649	
	3	24,600			73,800	
	2	12,250			24,500	
	1	4,500			4,500	
		Total m		125,449	60,11	7.540,74
3.4 EESH.2d	m	Soporte cuadrado de 30 cm de lado, hormigonado mediante bomba con hormigón armado HA-30/B/20/XC1, con una cuantía de acero B500S de 100 kg/m3 (equivalente a 9 kg/m), de altura mayor a 3.5 m y encofrado metálico, con acabado para revestir, incluso vibrado, curado, encofrado y desencofrado, según Código Estructural.				
	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Subtotal	
	37			3,500	129,500	
		Total m		129,500	53,05	6.869,98

Presupuesto parcial n° 4 Estructura Nivel 2

Código	Ud	Denominación	Medición	Precio	Total	
4.1 EEFH.1	m2	Forjado unidireccional horizontal de 25+5 cm de canto ejecutado con simple vigueta pretensada dispuesta con intereje de 70 cm y bovedillas cerámicas, hormigonado mediante bomba con hormigón HA-30/B/20/XC1 sobre un mallazo ME 15x30 AØ 5-5 B500 T y una cuantía media de 7.65 kg/m2 de acero B500S en vigas planas, zunchos y negativos, incluido el encofrado; el vertido, vibrado y curado del hormigón, y el desencofrado, según Código Estructural.				
		Total m2	497,075	85,58	42.539,68	
4.2 EESH.4	m	Viga plana de 30cm de ancho y 40 cm de canto, hormigonada mediante bomba con hormigón armado HA-30/B/20/XC1, con una cuantía de acero B500S de 100 kg/m3 (equivalente a 12 kg/m), incluso vibrado, curado, encofrado y desencofrado, según Código Estructural.				
		Total m	147,557	74,22	10.951,68	
4.3 EESH.5	m	Zuncho plano de 25cm de ancho y 30 cm de canto, hormigonado mediante bomba con hormigón armado HA-30/B/20/XC1, con una cuantía de acero B500S de 100 kg/m3 (equivalente a 7.5 kg/m), incluso vibrado, curado, encofrado y desencofrado, según Código Estructural.				
		Total m	125,449	60,11	7.540,74	
4.4 EESH.2c	m	Soporte cuadrado de 30 cm de lado, hormigonado mediante bomba con hormigón armado HA-30/B/20/XC1, con una cuantía de acero B500S de 100 kg/m3 (equivalente a 9 kg/m), de altura mayor a 3.5 m y encofrado metálico, con acabado para revestir, incluso vibrado, curado, encofrado y desencofrado, según Código Estructural.				
	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Subtotal	
	37			3,500	129,500	
		Total m		129,500	53,05	6.869,98

Presupuesto parcial nº 5 Estructura Nivel 3

Código	Ud	Denominación	Medición	Precio	Total
5.1 EEFH.1b	m2	Forjado unidireccional horizontal de 25+5 cm de canto ejecutado con simple vigueta pretensada dispuesta con intereje de 70 cm y bovedillas cerámicas, hormigonado mediante bomba con hormigón HA-30/B/20/XC1 sobre un mallazo ME 15x30 AØ 5-5 B500 T y una cuantía media de 7.65 kg/m2 de acero B500S en vigas planas, zunchos y negativos, incluido el encofrado; el vertido, vibrado y curado del hormigón, y el desencofrado, según Código Estructural.			
		Total m2	497,075	85,58	42.539,68
5.2 EESH.4b	m	Viga plana de 30cm de ancho y 40 cm de canto, hormigonada mediante bomba con hormigón armado HA-30/B/20/XC1, con una cuantía de acero B500S de 100 kg/m3 (equivalente a 12 kg/m), incluso vibrado, curado, encofrado y desencofrado, según Código Estructural.			
		Total m	147,557	74,22	10.951,68
5.3 EESH.5b	m	Zuncho plano de 25cm de ancho y 30 cm de canto, hormigonado mediante bomba con hormigón armado HA-30/B/20/XC1, con una cuantía de acero B500S de 100 kg/m3 (equivalente a 7.5 kg/m), incluso vibrado, curado, encofrado y desencofrado, según Código Estructural.			
		Total m	125,449	60,11	7.540,74
5.4 EESH.2b	m	Soporte cuadrado de 30 cm de lado, hormigonado mediante bomba con hormigón armado HA-30/B/20/XC1, con una cuantía de acero B500S de 100 kg/m3 (equivalente a 9 kg/m), de altura mayor a 3.5 m y encofrado metálico, con acabado para revestir , incluso vibrado, curado, encofrado y desencofrado, según Código Estructural.			
	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Subtotal
	37			3,500	129,500
		Total m		129,500	53,05
					6.869,98

Presupuesto parcial nº 6 Estructura Cubierta

Código	Ud	Denominación	Medición	Precio	Total	
6.1 EEFH.1c	m2	Forjado unidireccional horizontal de 25+5 cm de canto ejecutado con simple vigueta pretensada dispuesta con intereje de 70 cm y bovedillas cerámicas, hormigonado mediante bomba con hormigón HA-30/B/20/XC1 sobre un mallazo ME 15x30 AØ 5-5 B500 T y una cuantía media de 7.65 kg/m2 de acero B500S en vigas planas, zunchos y negativos, incluido el encofrado; el vertido, vibrado y curado del hormigón, y el desencofrado, según Código Estructural.				
		Total m2	449,075	85,58	38.431,84	
6.2 EESH.4c	m	Viga plana de 30cm de ancho y 40 cm de canto, hormigonada mediante bomba con hormigón armado HA-30/B/20/XC1, con una cuantía de acero B500S de 100 kg/m3 (equivalente a 12 kg/m), incluso vibrado, curado, encofrado y desencofrado, según Código Estructural.				
	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Subtotal	
	3	14,500			43,500	
	3	23,350			70,050	
	1	21,214			21,214	
	1	2,893			2,893	
		Total m		137,657	74,22	10.216,90
6.3 EESH.5c	m	Zuncho plano de 25cm de ancho y 30 cm de canto, hormigonado mediante bomba con hormigón armado HA-30/B/20/XC1, con una cuantía de acero B500S de 100 kg/m3 (equivalente a 7.5 kg/m), incluso vibrado, curado, encofrado y desencofrado, según Código Estructural.				
		Total m	125,449	60,11	7.540,74	

Presupuesto parcial n° 7 Estructura Casetón

Código	Ud	Denominación	Medición	Precio	Total
7.1 EEFH.1d	m2	Forjado unidireccional horizontal de 25+5 cm de canto ejecutado con simple vigueta pretensada dispuesta con intereje de 70 cm y bovedillas cerámicas, hormigonado mediante bomba con hormigón HA-30/B/20/XC1 sobre un mallazo ME 15x30 AØ 5-5 B500 T y una cuantía media de 7.65 kg/m2 de acero B500S en vigas planas, zunchos y negativos, incluido el encofrado; el vertido, vibrado y curado del hormigón, y el desencofrado, según Código Estructural.			
		Total m2	23,625	85,58	2.021,83
7.2 EESH.4d	m	Viga plana de 30cm de ancho y 40 cm de canto, hormigonada mediante bomba con hormigón armado HA-30/B/20/XC1, con una cuantía de acero B500S de 100 kg/m3 (equivalente a 12 kg/m), incluso vibrado, curado, encofrado y desencofrado, según Código Estructural.			
	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Subtotal
	2	5,250			10,500
		Total m			10,500
					74,22
					779,31
7.3 EESH.5d	m	Zuncho plano de 25cm de ancho y 30 cm de canto, hormigonado mediante bomba con hormigón armado HA-30/B/20/XC1, con una cuantía de acero B500S de 100 kg/m3 (equivalente a 7.5 kg/m), incluso vibrado, curado, encofrado y desencofrado, según Código Estructural.			
		Total m	9,000	60,11	540,99
7.4 EESH.2bbbbbbba	m	Soporte cuadrado de 30 cm de lado, hormigonado mediante bomba con hormigón armado HA-30/B/20/XC1, con una cuantía de acero B500S de 100 kg/m3 (equivalente a 9 kg/m), de altura mayor a 3.5 m y encofrado metálico, con acabado para revestir , incluso vibrado, curado, encofrado y desencofrado, según Código Estructural.			
	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Subtotal
	4			3,500	14,000
		Total m			14,000
					53,05
					742,70

Presupuesto de ejecución material

1. Cimentación .	115.721,35
2. Estructura Nivel 0 .	7.860,65
3. Estructura Nivel 1 .	67.902,08
4. Estructura Nivel 2 .	67.902,08
5. Estructura Nivel 3 .	67.902,08
6. Estructura Cubierta .	56.189,48
7. Estructura Casetón .	4.084,83
Total:	<hr/> 387.562,55

Asciende el presupuesto de ejecución material a la expresada cantidad de TRESCIENTOS OCHENTA Y SIETE MIL QUINIENTOS SESENTA Y DOS EUROS CON CINCUENTA Y CINCO CÉNTIMOS.

ANEJO 4_ Presupuesto del caso de estudio con estructura de entramado ligero de madera.

Presupuesto y medición

Presupuesto parcial nº 1 Cimentación

Código	Ud	Denominación	Medición	Precio	Total
1.1 ECDL.1bbbcaac	m ³	Losa de cimentación de hormigón armado HA-30/B/20/XC2 preparado en central, vertido mediante bomba, con una cuantía media de acero B 500 S de 75 kg, suministrado en jaulas y colocado en obra, incluido vertido, vibrado y curado del hormigón según Código Estructural, DB SE-C del CTE y NTE-CS.			
	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Subtotal
	506,422			0,700	354,495
		Total m ³		354,495	290,61
					103.019,79

Presupuesto parcial n° 2 Estructura Nivel 0

Código	Ud	Denominación	Medición	Precio	Total
2.1 EEMM.2caabdb	m2	Muro compuesto por entramado estructural autoportante de madera aserrada (C24, Clase de Uso 2, Nivel de Protección 1 acabado cepillado) formado por montantes y travesaños de 120x60 mm dispuestos cada 40 cm y con un grado de mecanización medio mediante CNC (corte por control numérico) y/o ensamblado en taller; tableros OSB canteados de 15 mm de espesor en la cara exterior y tableros contrachapado en la interior, atornillados al entramado y con cintas de sellado de estanqueidad entre tableros, incluso aislante intermedio de fibras de madera, incluido corte, manipulación y ensamblaje en obra, parte proporcional de refuerzo de madera, anclajes y uniones de montaje.			
		Total m2	670,971	343,03	230.163,18

Presupuesto parcial nº 3 Estructura Nivel 1

Código	Ud	Denominación	Medición	Precio	Total
3.1 EEFM.5faabaa	m2	Entramado autoportante de viguetas de de madera aserrada (C24, Clase de Uso 2, Nivel de Protección 1 y acabado cepillado) de 120x200 mm de sección dispuestas cada 60 cm y con un grado de mecanización medio mediante CNC (corte por control numérico) y/o ensamblado en taller, montado en posición horizontal, con carga de herrajería estándar, incluido parte proporcional de refuerzo de madera, anclajes y uniones de montaje.			
		Total m2	497,075	32,59	16.199,67
3.2 EESM.1daabww	m	Viga de madera estructural aserrada (S) sin cepillar de procedencia nacional, de 30x30 cm de sección de clase resistente C24 (resistencia a flexión 24 N/mm2) para Clase de uso 1 (en interior, seco) según UNE-EN 335, con protección frente a agentes bióticos correspondiente con el nivel de penetración NP1 (sin penetración) según UNE-EN 351, y clasificación E1 (bajo contenido en formaldehído) según UNE-EN 14080, con certificación de 'Sistema de diligencia Debida', PEFC o FSC, incluso ayudas de albañilería en montaje y preparación de uniones, montaje de la pieza, medios de elevación carga y descarga, fijación con puntas y tornillería de acero galvanizado y limpieza del lugar de trabajo.			
	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Subtotal
	1	3,850			3,850
	1	4,000			4,000
	1	4,500			4,500
	1	4,000			4,000
	1	4,000			4,000
	1	4,500			4,500
	1	4,350			4,350
		Total m		29,200	111,88
					3.266,90
3.3 EEMM.2	m2	Muro compuesto por entramado estructural autoportante de madera aserrada (C24, Clase de Uso 2, Nivel de Protección 1 acabado cepillado) formado por montantes y travesaños de 120x60 mm dispuestos cada 40 cm y con un grado de mecanización medio mediante CNC (corte por control numérico) y/o ensamblado en taller; tableros OSB canteados de 15 mm de espesor en la cara exterior y tableros contrachapado en la interior, atornillados al entramado y con cintas de sellado de estanqueidad entre tableros, incluso aislante intermedio de fibras de madera, incluido corte, manipulación y ensamblaje en obra, parte proporcional de refuerzo de madera, anclajes y uniones de montaje.			
	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Subtotal
Perímetro	1	94,706		3,500	331,471
	5	14,500		3,500	253,750
	2	12,250		3,500	85,750
					0,000
		Total m2		670,971	343,03
					230.163,18

Presupuesto parcial n° 4 Estructura Nivel 2

Código	Ud	Denominación	Medición	Precio	Total
4.1 EEFM.5	m2	Entramado autoportante de viguetas de de madera aserrada (C24, Clase de Uso 2, Nivel de Protección 1 y acabado cepillado) de 120x200 mm de sección dispuestas cada 60 cm y con un grado de mecanización medio mediante CNC (corte por control numérico) y/o ensamblado en taller, montado en posición horizontal, con carga de herrajería estándar, incluido parte proporcional de refuerzo de madera, anclajes y uniones de montaje.			
		Total m2	497,075	32,59	16.199,67
4.2 EESM.1	m	Viga de madera estructural aserrada (S) sin cepillar de procedencia nacional, de 30x30 cm de sección de clase resistente C24 (resistencia a flexión 24 N/mm2) para Clase de uso 1 (en interior, seco) según UNE-EN 335, con protección frente a agentes bióticos correspondiente con el nivel de penetración NP1 (sin penetración) según UNE-EN 351, y clasificación E1 (bajo contenido en formaldehído) según UNE-EN 14080, con certificación de 'Sistema de diligencia Debida', PEFC o FSC, incluso ayudas de albañilería en montaje y preparación de uniones, montaje de la pieza, medios de elevación carga y descarga, fijación con puntas y tornillería de acero galvanizado y limpieza del lugar de trabajo.			
		Total m	29,200	111,88	3.266,90
4.3 EEMM.2b	m2	Muro compuesto por entramado estructural autoportante de madera aserrada (C24, Clase de Uso 2, Nivel de Protección 1 acabado cepillado) formado por montantes y travesaños de 120x60 mm dispuestos cada 40 cm y con un grado de mecanización medio mediante CNC (corte por control numérico) y/o ensamblado en taller; tableros OSB canteados de 15 mm de espesor en la cara exterior y tableros contrachapado en la interior, atornillados al entramado y con cintas de sellado de estanqueidad entre tableros, incluso aislante intermedio de fibras de madera, incluido corte, manipulación y ensamblaje en obra, parte proporcional de refuerzo de madera, anclajes y uniones de montaje.			
		Total m2	670,971	343,03	230.163,18

Presupuesto parcial nº 5 Estructura Nivel 3

Código	Ud	Denominación	Medición	Precio	Total
5.1 EEFM.5b	m2	Entramado autoportante de viguetas de de madera aserrada (C24, Clase de Uso 2, Nivel de Protección 1 y acabado cepillado) de 120x200 mm de sección dispuestas cada 60 cm y con un grado de mecanización medio mediante CNC (corte por control numérico) y/o ensamblado en taller, montado en posición horizontal, con carga de herrajería estándar, incluido parte proporcional de refuerzo de madera, anclajes y uniones de montaje.			
		Total m2	497,075	32,59	16.199,67
5.2 EESM.1b	m	Viga de madera estructural aserrada (S) sin cepillar de procedencia nacional, de 30x30 cm de sección de clase resistente C24 (resistencia a flexión 24 N/mm2) para Clase de uso 1 (en interior, seco) según UNE-EN 335, con protección frente a agentes bióticos correspondiente con el nivel de penetración NP1 (sin penetración) según UNE-EN 351, y clasificación E1 (bajo contenido en formaldehído) según UNE-EN 14080, con certificación de 'Sistema de diligencia Debida', PEFC o FSC, incluso ayudas de albañilería en montaje y preparación de uniones, montaje de la pieza, medios de elevación carga y descarga, fijación con puntas y tornillería de acero galvanizado y limpieza del lugar de trabajo.			
		Total m	29,200	111,88	3.266,90
5.3 EEMM.2c	m2	Muro compuesto por entramado estructural autoportante de madera aserrada (C24, Clase de Uso 2, Nivel de Protección 1 acabado cepillado) formado por montantes y travesaños de 120x60 mm dispuestos cada 40 cm y con un grado de mecanización medio mediante CNC (corte por control numérico) y/o ensamblado en taller; tableros OSB canteados de 15 mm de espesor en la cara exterior y tableros contrachapado en la interior, atornillados al entramado y con cintas de sellado de estanqueidad entre tableros, incluso aislante intermedio de fibras de madera, incluido corte, manipulación y ensamblaje en obra, parte proporcional de refuerzo de madera, anclajes y uniones de montaje.			
		Total m2	670,971	343,03	230.163,18

Presupuesto parcial n° 6 Estructura Cubierta

Código	Ud	Denominación	Medición	Precio	Total
6.1 EEFM.5c	m2	Entramado autoportante de viguetas de de madera aserrada (C24, Clase de Uso 2, Nivel de Protección 1 y acabado cepillado) de 120x200 mm de sección dispuestas cada 60 cm y con un grado de mecanización medio mediante CNC (corte por control numérico) y/o ensamblado en taller, montado en posición horizontal, con carga de herrajería estándar, incluido parte proporcional de refuerzo de madera, anclajes y uniones de montaje.			
		Total m2	449,075	32,59	14.635,35

Presupuesto parcial n° 7 Estructura Casetón

Código	Ud	Denominación	Medición	Precio	Total
7.1 EEFM.5d	m2	Entramado autoportante de viguetas de de madera aserrada (C24, Clase de Uso 2, Nivel de Protección 1 y acabado cepillado) de 120x200 mm de sección dispuestas cada 60 cm y con un grado de mecanización medio mediante CNC (corte por control numérico) y/o ensamblado en taller, montado en posición horizontal, con carga de herrajería estándar, incluido parte proporcional de refuerzo de madera, anclajes y uniones de montaje.			
		Total m2	23,625	32,59	769,94
7.2 EEMM.2e	m2	Muro compuesto por entramado estructural autoportante de madera aserrada (C24, Clase de Uso 2, Nivel de Protección 1 acabado cepillado) formado por montantes y travesaños de 120x60 mm dispuestos cada 40 cm y con un grado de mecanización medio mediante CNC (corte por control numérico) y/o ensamblado en taller; tableros OSB canteados de 15 mm de espesor en la cara exterior y tableros contrachapado en la interior, atornillados al entramado y con cintas de sellado de estanqueidad entre tableros, incluso aislante intermedio de fibras de madera, incluido corte, manipulación y ensamblaje en obra, parte proporcional de refuerzo de madera, anclajes y uniones de montaje.			
	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Subtotal
		16,665		3,500	58,328
		Total m2		58,328	343,03
					20.008,25

Presupuesto de ejecución material

1. Cimentación .	103.019,79
2. Estructura Nivel 0 .	230.163,18
3. Estructura Nivel 1 .	249.629,75
4. Estructura Nivel 2 .	249.629,75
5. Estructura Nivel 3 .	249.629,75
6. Estructura Cubierta .	14.635,35
7. Estructura Casetón .	20.778,19
Total:	<hr/> 1.117.485,76

Asciende el presupuesto de ejecución material a la expresada cantidad de UN MILLÓN CIENTO DIECISIETE MIL CUATROCIENTOS OCHENTA Y CINCO EUROS CON SETENTA Y SEIS CÉNTIMOS.

ANEJO 5_ Informe TURIA del caso de estudio con estructura de hormigón armado.



Proyecto: Caso de estudio _ Hormigón armado
Emplazamiento: Calle Literato Gabriel Miró 11, València, 46008 Valencia/València
Promotor: Escuela superior de arquitectura _ UPV
Proyectista: Ana Aliaga Hilario
Superficie construida: 477,30 m²

Toxicidad



Inocuidad

		ud	A1-A2-A3	A4	A5	Total
Ecotoxicidad del agua dulce	[ETP _{fw}]	CTUe/m ²	2,02E+03	7,34E+02	3,39E+02	3,09E+03
Humana sin efectos cancerígenos	[HTP _{nc}]	CTUh/m ²	1,74E-05	2,08E-05	2,34E-05	6,16E-05
Humana con efectos cancerígenos	[HTP _c]	CTUh/m ²	4,26E-06	6,76E-06	4,82E-06	1,58E-05

Uso de los Recursos



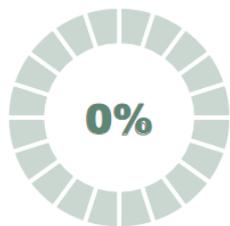
Contenido reciclado



Energía renovable

		ud	A1-A2-A3	A4	A5	Total
Huella hídrica	[FW]	m ³ /m ²	63	0	18	81
Materiales consumidos		kg/m ²	4.829,27			4.829,27
			<ul style="list-style-type: none"> ■ Materia prima virgen [RM] 87 % ■ Contenido reciclado [RC] 13 % ■ Pre-consumo [RC_{pre}] 1 % ■ Post-consumo [RC_{post}] 12 % 			
Energía embebida		MJ/m ²	4.697	1.390	479	6.566
Energía renovable [PERT]		MJ/m ²	699	20	86	805
Energía no renovable [PENRT]		MJ/m ²	3.998	1.370	393	5.761

Impacto Ambiental



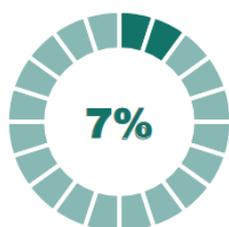
Descarbonización

		ud	A1-A2-A3	A4	A5	Total
Potencial de cambio climático total	[GWP-tot]	kg CO ₂ eq/m ²	545,31	90,75	20,49	656,55
Gases de efecto invernadero	[GWP-GHG]		545,31	90,75	22,01	658,07
Captación biogénica	[GWP-bio]		0,00	0,00	1,52	1,52



Proyecto: Caso de estudio _ Hormigón armado
Emplazamiento: Calle Literato Gabriel Miró 11, València, 46008 Valencia/València
Promotor: Escuela superior de arquitectura _ UPV
Proyectista: Ana Aliaga Hilario
Superficie construida: 477,30 m²

Materiales y Productos de Proyecto



Circularidad de los recursos

MATERIAL	MASA (t)	CIRCULARIDAD DE LOS RECURSOS	
		(t)	(%)
Terrenos y áridos			
Hormigones	1.704,79	47,73	2,8
Morteros			
Piezas de arcilla cocida	185,46	37,17	20,0
Revestimientos cerámicos			
Revestimientos pétreos			
Acero	66,11	59,71	90,3
Aluminio			
Cobre			
Otros metales			
Madera y derivados			
Poliestirenos			
PVC			
Otros plásticos			
Vidrio y derivados			
Productos/materiales bituminosos			
Productos/materiales de yeso			
Productos químicos			
Maquinaria y equipamiento			
Otros productos y materiales			
TOTAL	1.956,36 t	144,61 t	7,4 %

ANEJO 6_ Informe TURIA del caso de estudio con estructura de entramado ligero de madera.



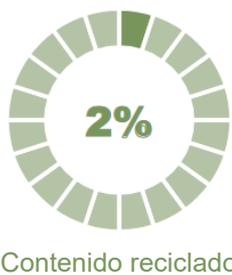
Proyecto: Caso de estudio _ entramado ligero de madera
Emplazamiento: Calle Literato Gabriel Miró 11, València, 46008 Valencia/València
Promotor: Escuela superior de arquitectura _ UPV
Proyectista: Ana Aliaga Hilario
Superficie construida: 477,30 m²

Toxicidad



		ud	A1-A2-A3	A4	A5	Total
Ecotoxicidad del agua dulce	[ETP _{fw}]	CTUe/m ²	2,19E+03	8,22E+02	1,03E+02	3,11E+03
Humana sin efectos cancerígenos	[HTP _{nc}]	CTUh/m ²	3,39E-05	2,33E-05	1,33E-06	5,85E-05
Humana con efectos cancerígenos	[HTP _c]	CTUh/m ²	5,82E-06	7,57E-06	5,13E-07	1,39E-05

Uso de los Recursos



		ud	A1-A2-A3	A4	A5	Total
Huella hídrica	[FW]	m ³ /m ²	32	0	6	38
Materiales consumidos		kg/m ²	3.085,34			3.085,34



		ud	A1-A2-A3	A4	A5	Total
Materia prima virgen [RM]			98 %			98 %
Contenido reciclado [RC]			2 %			2 %
Pre-consumo [RC _{pre}]			1 %			1 %
Post-consumo [RC _{post}]			1 %			1 %
Energía embebida		MJ/m ²	36.386	1.557	157	38.100
Energía renovable [PERT]		MJ/m ²	32.092	22	32	32.146
Energía no renovable [PENRT]		MJ/m ²	4.294	1.535	125	5.954

Impacto Ambiental



		ud	A1-A2-A3	A4	A5	Total
Potencial de cambio climático total	[GWP-tot]	kg CO ₂ eq/m ²	-1.292,02	101,69	6,40	-1.183,93
Gases de efecto invernadero	[GWP-GHG]		396,33	101,69	7,06	505,08
Captación biogénica	[GWP-bio]		1.688,36	0,00	0,65	1.689,01



Proyecto: Caso de estudio _ entramado ligero de madera
Emplazamiento: Calle Literato Gabriel Miró 11, València, 46008 Valencia/València
Promotor: Escuela superior de arquitectura _ UPV
Proyectista: Ana Aliaga Hilario
Superficie construida: 477,30 m²

Materiales y Productos de Proyecto



Circularidad de los recursos

MATERIAL	MASA (t)	CIRCULARIDAD DE LOS RECURSOS	
		(t)	(%)
Terrenos y áridos			
Hormigones	912,49	25,55	2,8
Morteros			
Piezas de arcilla cocida			
Revestimientos cerámicos			
Revestimientos pétreos			
Acero	27,76	25,09	90,4
Aluminio			
Cobre			
Otros metales			
Madera y derivados	458,42	455,89	99,4
Poliestirenos			
PVC			
Otros plásticos	0,41	0,12	29,3
Vidrio y derivados			
Productos/materiales bituminosos			
Productos/materiales de yeso			
Productos químicos			
Maquinaria y equipamiento			
Otros productos y materiales			
TOTAL	1.399,08 t	506,65 t	36,2 %

ANEJO 7_ Informe RE10 del caso de estudio con estructura de hormigón armado.

D1. DATOS DEL PROYECTO
DATOS DEL EDIFICIO

USO DEL EDIFICIO	Edificio plurifamiliar	REFERENCIA CATASTRAL	4726825YJ2742F0000MU
UBICACIÓN	Municipio:	Valencia	
	Vía:	Calle Literato Gabriel Miró	
	Nº:	11	CP: 46008

Otros datos necesarios para ubicar adecuadamente el edificio:

TIPO DE PROPIEDAD		Nº DE VIVIENDAS	12
--------------------------	--	------------------------	----

DATOS DEL PROYECTO / MEMORIA

TIPO DE DOCUMENTO			
TÍTULO	Caso de estudio con estructura de hormigón armado		
FECHA (dd/mm/aa)	01/07/2024	FECHA DE VISADO (si dispone)	

DATOS DEL PERSONAL REDACTOR DE LA PRESENTE FICHA

NOMBRE	Ana		
APELLIDOS	Aliaga Hilario		
E-MAIL	analhi1@arq.upv.es		
NIF	48414468C	TELÉFONO	661373479

¿El personal redactor de la presente ficha pertenece al equipo redactor del Proyecto?

OBSERVACIONES

D2. SELECCIÓN DE INTERVENCIONES QUE CONTEMPLA EL PROYECTO

Nº	COD	INTERVENCIÓN	INFO.	¿INTERVIENE EN EL PROYECTO?
EI Instalaciones				
1	EIS	Instalaciones de redes de saneamiento y evacuación de aguas		NO
2	EIF	Instalaciones de abastecimiento y suministro de agua		NO
3	EIE	Instalaciones de electricidad		NO
4	EIL	Instalaciones de iluminación y alumbrado		NO
5	EIN	Instalaciones de captación solar fotovoltaica		NO
6	EIM	Instalaciones de agua caliente sanitaria		NO
7	EIC	Instalaciones de calefacción		NO
8	EIB	Instalaciones de climatización		NO
9	EIV	Ventilación y extracción		NO
EC Cimientos y elementos de contención				
10	EC	Cimientos y elementos de contención		SÍ
EE Estructuras				
11	EE	Estructuras		SÍ
EQ Cubiertas				
12	EQ	Cubiertas		SÍ
EF Fachadas y Particiones				
13	EFC	Fachadas		NO
14	EFP	Particiones		NO
15	EFS	Defensas		NO
16	EFT	Carpintería interior y exterior		NO
ST Suelos y techos				
17	STS	Suelos		NO
18	STT	Techos		NO
ES Espacios				
19	ES	Espacios		SÍ

Crear Hojas de

Nota: Las intervenciones seleccionadas deberán corresponder con lo definido en la memoria o proyecto. La justificación de cada intervención seleccionada y con puntuación deberá ser referenciada en el criterio respectivo (documento, capítulo, párrafo, etc.)


**VOLVER A
R. RESULTADOS**
C1.VERSATILIDAD
DEFINICIÓN
Descripción del criterio

El criterio se refiere a la capacidad de un espacio de adaptarse a diferentes funciones con pequeños cambios en el sistema que no conlleven actuaciones complejas o esfuerzo por parte del usuario. Las estructuras y espacios versátiles proporcionan alternativas de uso en distintos momentos.

La versatilidad puede medirse por el porcentaje de espacio utilizable que tiene múltiples usos diarios, semanales o mensuales, sin necesidad de modificar las características principales del espacio.

Este criterio se mide en base al área del espacio versátil en proporción al área total del edificio, tomando como dato la superficie útil sobre rasante.

Ejemplos

- Se reserva un espacio en la planta baja de un edificio de viviendas para facilitar su utilización por la vecindad según diferentes necesidades puntuales.
- Se dota al edificio de un espacio plurifuncional de uso para la Comunidad de Propietarios adaptando un espacio preexistente como una antigua portería, un local en planta baja, etc.
- Se proyectan las viviendas de forma que sus estancias puedan unirse o separarse mediante un sistema de particiones móviles o reubicación de mobiliario, permitiendo a sus usuarios variar la distribución para ajustarla a las demandas instantánea de cada momento.

Aclaraciones sobre la justificación

- En el caso de actuaciones sobre edificios existentes, se deberá justificar que las soluciones que cumplen con este criterio son fruto de la intervención proyectada, es decir, que no existían antes de la rehabilitación.

- Para justificar el cumplimiento de este criterio se deberá indicar en qué parte del proyecto, memoria o documento complementario figura el dato de la superficie útil sobre rasante total del edificio (m²), la superficie del espacio o conjunto de espacios versátiles previstos (m²) y la descripción de las actividades o usos a los que la propiedad podría destinar esos espacios.

PUNTUACIÓN
NO CUMPLE

No existe un espacio polivalente

CUMPLE

Existe un espacio o conjunto de espacios polivalentes cuya superficie útil es superior al 5% del área total del edificio

EVALUACIÓN

 Superficie útil
total del
edificio (m2)

1760

 Superficie del
espacio
versátil
generado
(m2)

107

 Porcentaje de superficie
total afectada (%)

6

INTERVENCIONES SELECCIONADAS

COD	INTERVENCIONES	PUNTUACIÓN	INDICAR UBICACIÓN DE LA JUSTIFICACIÓN (DOCUMENTO/ N° DE ANEXO, CAPÍTULO/ PÁGINA)
ES	Espacios	CUMPLE	

RESULTADO
Puntuación total alcanzada
CUMPLE


**VOLVER A
R. RESULTADOS**
C2. CONVERTIBILIDAD
DEFINICIÓN
Descripción del criterio

El criterio se refiere a la capacidad de adaptarse a cambios sustanciales en las necesidades de las personas usuarias mediante modificaciones de los espacios interiores. Se relaciona con el criterio de versatilidad pero tiene una adaptación secuencial, es decir, difícilmente reversible. La convertibilidad en un espacio permite acondicionar cambios de uso futuro y puede darse en tres escalas:

- A nivel estructural.
- Mediante elementos constructivos de compartimentación.
- Mediante la implementación de preinstalaciones y mecanismos representativos.

Ejemplos

- Estructura proyectada a partir de pórticos de grandes vanos para reducir los elementos estructurales interiores y permitir la estabilidad estructural cuando se eliminan tabiques y elementos de cerramiento, y la flexibilidad de las adaptaciones interiores.
- Particiones verticales y horizontales mediante sistemas ligeros (yesos laminados, mamparas, etc.) para facilitar la reconfiguración espacial del recinto, así como también el tipo de programa que pueda alojar.
- Preinstalaciones que faciliten modificaciones en el acondicionamiento del espacio (previsión de pasatubos, conductos, cableado, etc.) que suelen implicar alterar muros, tabiquería, techos o suelos.

Aclaraciones sobre la justificación

- En el caso de actuaciones sobre edificios existentes, se deberá justificar que las soluciones que cumplen con este criterio son fruto de la intervención proyectada, es decir, que no existían antes de la rehabilitación.
- Para justificar el cumplimiento del criterio se deberá indicar en qué parte del proyecto, memoria o documento complementario figura el dato de la superficie útil sobre rasante total del edificio (m²), la superficie útil del espacio o conjunto de espacios convertibles previstos (m²) y la descripción de las condiciones que lo hacen convertible.

PUNTUACIÓN
NO CUMPLE

Se requieren grandes esfuerzos para convertir el espacio.

CUMPLE

La convertibilidad de la intervención afecta al menos al 5% de la superficie útil del edificio

EVALUACIÓN

Superficie útil total del edificio (m2)	1760	Superficie del espacio convertible generado (m2)	440	Porcentaje de superficie total afectada (%)	25
--	------	---	-----	--	----

INTERVENCIONES SELECCIONADAS

COD	INTERVENCIONES	PUNTUACIÓN	INDICAR UBICACIÓN DE LA JUSTIFICACIÓN (DOCUMENTO/ N° DE ANEXO, CAPÍTULO/ PÁGINA)
ES	Espacios	CUMPLE	

RESULTADO
Puntuación total alcanzada
CUMPLE

Descripción del criterio

El criterio se refiere a la capacidad de ampliar la superficie construida existente sin alterar en gran medida la cimentación ni la estructura. Se trata de evaluar la posibilidad de que el edificio proyectado se amplíe en el futuro valorando positivamente que la estructura o los elementos constructivos principales del edificio se diseñen de forma que se facilite una futura ampliación, previendo un cerramiento de fácil desmontaje y suficiente capacidad portante de la estructura.

1. Verticalmente: Dimensionado de los elementos estructurales y de cimentación, o refuerzo de la estructura existente en el caso de rehabilitaciones, que dotan al conjunto de mayor capacidad portante de cara a la elevación de nuevas plantas sin necesidad de intervenir de nuevo en las plantas inferiores, y por tanto, sin afectar a las personas que habitan las mismas.

Ejemplos

- Refuerzos estructurales mediante sistemas de perfilería metálica para la creación de un altillo o ático.
- Desmontabilidad de cubierta para facilitar las futuras posibles ampliaciones, a base de perfiles y placas con fijación mecánica.

2. Horizontalmente: El diseño debe facilitar el desmontaje de las fachadas y demás elementos de la envolvente de manera que el espacio pueda expandirse sin generar daños mayores en lo existente.

Ejemplos

- Diseño de fachadas mediante módulos desmontables que posibiliten futuras ampliaciones mediante el uso de sistemas de cerramiento con fijación mecánica.
- Disposición de elementos de anclaje en los forjados para el apoyo de futuras balconeras o plataformas.

Aclaraciones sobre la justificación

En el caso de actuaciones sobre edificios existentes, se deberá justificar que las soluciones que cumplen con este criterio son fruto de la intervención proyectada, es decir, que no existían antes de la rehabilitación.

Para justificar el cumplimiento de este criterio se deberá indicar en qué parte del proyecto, memoria o documento complementario figura el dato de la superficie útil sobre rasante total del edificio (m^2), de la superficie útil ampliable (m^2) y la descripción de las condiciones que facilitan la ampliación del edificio (modificación estructural a un sistema reforzado o envolventes resueltas con elementos constructivos fácilmente desmontables).

En el caso de ampliaciones verticales, la superficie ampliable se entenderá como la superficie de las futuras plantas elevables, conforme a la nueva capacidad portante de la estructura.

En el caso de ampliaciones horizontales, la superficie ampliable se entenderá como la superficie de las futuras extensiones de las plantas actuales, conforme al tipo de envolvente fácilmente desmontable.

En ambos casos se entenderá que la propiedad y los proyectistas han verificado que se cumplen los condicionantes urbanísticos y técnicos para la ejecución de la ampliación.

PUNTUACIÓN	NO CUMPLE	No es posible la ampliación
	CUMPLE	La ampliación posible representa al menos el 5% de la superficie útil del edificio

EVALUACIÓN	Superficie útil total del edificio (m2)	1760	Superficie del espacio ampliable generado (m2)	0	Porcentaje de superficie total afectada (%)	0

INTERVENCIONES SELECCIONADAS

COD	INTERVENCIONES	PUNTUACIÓN	INDICAR UBICACIÓN DE LA JUSTIFICACIÓN (DOCUMENTO/ N° DE ANEXO, CAPÍTULO/ PÁGINA)
ES	Espacios	NO CUMPLE	

RESULTADO

Puntuación total alcanzada	NO CUMPLE
-----------------------------------	------------------

Descripción del criterio

El criterio se refiere a que los sistemas, componentes o materiales, en especial aquellos con un menor ciclo de vida previsto, que puedan ser fácilmente reemplazados o reparados, sin causar daño a las piezas y elementos adyacentes. Permite reducir el tiempo de sustitución de componentes y evita desperdicios innecesarios. Esta característica se relaciona con la "independencia" y, a menudo, con el desacoplamiento de "capas" de un edificio o de componentes de obras de construcción que tienen vidas útiles significativamente diferentes.

Se debe analizar el acceso al componente o servicio (instalaciones) que normalmente quedan ocultos y evaluar si todo él puede repararse o sustituirse con mayor o menor daño en los materiales adyacentes. Se tendrá en cuenta el tipo de materiales adyacentes, entendiendo como tales los que ocultan al componente o servicio, los cuales necesitan ser retirados para poder acceder al componente o servicio para su reparación o sustitución.

Ejemplos

- Instalaciones ubicadas tras elementos registrables como armarios, falseados practicables, falsos techos registrables, suelos técnicos, etc. que permiten que la mayor parte de los recorridos sean accesibles sin demoler o desmontar los elementos que los cierran.
- Instalación ubicada en un recinto o espacio libre que permite la disposición de toda la maquinaria y sistemas de forma accesible. Los tramos de conductos o cableados ocultos son mínimos en relación al conjunto de la instalación.

Aclaraciones sobre la justificación

- En el caso de actuaciones sobre edificios existentes, se deberá justificar que las soluciones que cumplen con este criterio son fruto de la intervención proyectada, es decir, que no existían antes de la rehabilitación.
- Para justificar el cumplimiento de este criterio se deberá indicar en qué parte del proyecto, memoria o documento complementario figura la descripción de cada instalación puntuada con "1" en la que se detalle cómo se garantiza la facilidad de acceso a sus componentes.
- Se podrá considerar que **la intervención cumple si al menos el 75% del elemento o sistema cumple**. De ser el caso, se deberá aportar justificación en términos de % de metros cuadrados o de metros lineales respecto de los totales intervenidos, de lo contrario se deberá considerar una puntuación 0.

En las intervenciones correspondiente a instalaciones no serán objeto de análisis los equipos (sistemas de producción, bombas, equipos de control, etc.). Únicamente se analizará en este criterio la parte correspondiente a la red o a las conducciones en el caso de:

EIS: Instalaciones de redes de saneamiento y evacuación de aguas

EIF: Instalaciones de abastecimiento y suministro de agua

EIE: Instalaciones de electricidad

EIC: Instalaciones de calefacción

EIB: Instalaciones de climatización

EIV: Ventilación y extracción

PUNTUACIÓN	0 puntos	No hay accesibilidad sin daño significativo a los materiales adyacentes
	1 punto	Se puede considerar que la mayoría de la intervención cumple con mínimo daño de materiales adyacentes

EVALUACIÓN	<p><u>Si</u> la cantidad de intervenciones <</p> <p>Es necesario cumplir al menos en 1 intervención</p>	Cantidad de intervenciones	1
	<p><u>Si</u> la cantidad de intervenciones ≥ 3</p> $\text{Cantidad de intervenciones} \times \underbrace{1}_{\text{Puntos máximos}} = \underbrace{\beta}_{\text{Puntuación total máxima}}$ <p>Es necesario cumplir al menos el 20% de β</p>	β	1
		Puntuación por alcanzar	1

INTERVENCIONES SELECCIONADAS

COD	INTERVENCIONES	PUNTUACIÓN	INDICAR UBICACIÓN DE LA JUSTIFICACIÓN (DOCUMENTO/ N° DE ANEXO, CAPÍTULO/ PÁGINA)
EE	Estructuras	0	

RESULTADO

Puntuación total alcanzada	0	NO CUMPLE
-----------------------------------	---	------------------

Descripción del criterio

Los criterios de **independencia** y **conexiones reversibles** se basan en el mismo principio pero funcionan a diferente escala.

La **independencia** se refiere a la cualidad que permite retirar o actualizar partes, componentes, módulos y sistemas sin afectar a las prestaciones de los sistemas conectados o adyacentes. En este sentido, se debe evitar que los componentes sean soldados o instalados en húmedo, priorizando el uso de ensamblajes desmontables. De este modo se consigue mantener los distintos componentes de una instalación o elemento constructivo como "capas" independientes o desacopladas para facilitar su adaptación o desmontaje.

El uso de **conexiones reversibles** parte del mismo principio que el criterio de independencia, pero influye en la relación de las piezas y componentes respecto al propio sistema. Se trata de fomentar que un sistema o instalación se componga o monte mediante piezas cuyas uniones puedan desconectarse y/o desmontarse sin daños, de forma que se puedan volver a utilizar tanto los materiales como los conectores (por ejemplo, tornillos o pernos). Para cumplir con este criterio se debe lograr:

- Priorizar el uso de fijaciones mecánicas mediante tornillos, pernos o clavos, entre otros, o uniones en seco (machihembradas), evitando soluciones húmedas, químicas o fijas.
- Dejar suficiente espacio para permitir las opciones de desmontaje (espacio para la persona y/o las herramientas).
- Poder utilizar las mismas herramientas tanto para el montaje como para el desmontaje.
- Minimizar la interdependencia de los distintos materiales, productos, componentes o sistemas.

Este criterio permite evaluar el cumplimiento de la independencia y de conexiones reversibles de manera independiente (cumpliendo con 1 punto) y en simultáneo (cumpliendo con 2 puntos).

Ejemplos que cumplen 1 punto

- Estructura metálica a base de pórticos con uniones atornilladas, evitando la soldadura, la cual queda oculta tras fábricas de ladrillo o falsos techos continuos de escayola.
- Instalación de ventilación a través de conductos y patinillos registrables en los que no se aloja otro tipo de instalaciones-equipamientos o, en caso de existir, quedan claramente independizados.
- Instalación de suministro de agua con sistema de PEX con empalmes roscados, ubicada tras falso techo continuo de escayola y empotrada en la tabiquería de fábrica.
- Instalación fotovoltaica en cubierta, donde los paneles se fijan mecánicamente a una estructura de perfilera metálica atornillada y dicha estructura se fija a la cubierta mediante elementos empotrados en la misma.

Ejemplos que cumple 2 puntos

- Suelo a base mortero de regularización + manta aislante + tarima de suelo laminado con sistema clic y rodapié fijado en seco.
- Fachada resuelta con sistema de muro cortina.
- Fachada ventilada cerámica con fijaciones mecánicas, sin morteros o adhesivos.
- Falso techo registrable a base de placas de escayola, fijado mecánicamente al forjado mediante perfilera de aluminio.
- Cubierta plana no transitable a base de elementos de protección lastrados con grava, de forma que las diferentes capas son independientes, no adheridas entre sí.
- Instalación de suministro de agua con sistema de PEX con empalmes roscados y patinillos verticales, ambos registrables.
- Instalación fotovoltaica en cubierta, donde los paneles se fijan mecánicamente a una estructura de perfilera metálica atornillada y dicha estructura se fija a peanas de hormigón apoyadas en la cubierta.

Aclaraciones sobre la justificación

- En el caso de actuaciones en edificios existentes, se deberá justificar que las soluciones que cumplen con este criterio son fruto de la intervención proyectada, es decir, que no existían antes de la rehabilitación.

- Para justificar el cumplimiento de este criterio se deberá indicar en qué parte del Proyecto, Memoria o Documento Complementario figura la descripción de cada instalación puntuada con "1" o "2" en la que se detalle cómo se garantiza la Independencia o las Conexiones Reversibles. En su caso, esta justificación podrá contener Fichas Técnicas de entidades fabricantes o instaladoras de los correspondientes sistemas.

- Se podrá considerar que **la intervención cumple si al menos el 75% del elemento o sistema cumple**. De ser el caso, se deberá aportar justificación en términos de % de metros cuadrados o de metros lineales respecto de los totales intervenidos, de lo contrario se deberá considerar una puntuación 0.

En las intervenciones correspondiente a instalaciones no serán objeto de análisis los equipos (sistemas de producción, bombas, equipos de control, etc.). Únicamente se analizará en este criterio la parte correspondiente a la red o a las conducciones en el caso de:

EIS: Instalaciones de redes de saneamiento y evacuación de aguas
EIF: Instalaciones de abastecimiento y suministro de agua
EIE: Instalaciones de electricidad
EIL: Instalaciones de iluminación y alumbrado
EIN: Instalaciones de captación solar fotovoltaica
EIC: Instalaciones de calefacción
EIB: Instalaciones de climatización
EIV: Ventilación y extracción

PUNTAJACIÓN	0 puntos	La intervención no tiene partes o componentes independientes
	1 punto	La intervención es independiente de sus adyacentes o tiene componentes reversibles
	2 puntos	La intervención es independiente de sus adyacentes y sus componentes son reversibles

EVALUACIÓN	<p><u>Si la cantidad de intervenciones</u> <</p> <p>Es necesario cumplir al menos en 1 intervención</p>	Cantidad de intervenciones	2
	<p><u>Si la cantidad de intervenciones</u> ≥ 3</p> $\begin{matrix} \text{Cantidad de} & \times & 2 & = & \\ \text{intervenciones} & & & & \beta \\ \text{Puntos} & & \text{Puntuación} & & \\ \text{máximos} & & \text{total} & & \text{máxima} \end{matrix}$ <p>Es necesario cumplir al menos el 20% de β</p>	β	4
		Puntuación por alcanzar	1

Descripción del criterio

La elección de acabados o revestimientos puede limitar las posibilidades de reutilizar o reciclar elementos representativos*, es por ello que en lo posible deben evitarse capas extras. Los acabados deben tener un uso específico necesario, por ejemplo, seguridad contra incendios, permeabilidad, protección contra la corrosión, etc.

(*) Para este criterio, se consideran elementos representativos los siguientes:

- a. Paramentos y particiones verticales
- b. Suelos y techos
- c. Fachadas y cubiertas (la cara a evaluar será la parte exterior)
- d. Estructura (los elementos estructurales a evaluar serán aquellos que queden vistos)

Se considera que los elementos carecen de un tratamiento o acabado innecesario si presentan, al menos, una de las características siguientes:

- Acabados con materiales instalados en seco.
- Realizados con materiales vistos o colocados en crudo como madera, cerámica, bloque, hormigón, etc.

Ejemplos

- Ejecución de las particiones interiores de entramado ligero de madera con revestimiento vertical en OSB visto, sin tratamiento o pintura adicional.
- Ejecución de las particiones interiores de fábrica con el ladrillo dejado visto, de disposición y aparejo con acabado estético de carácter visto, sin necesidad de enlucido adicional.
- Ejecución de la hoja exterior de la fachada mediante un sistema de fachada ventilada con sistema de anclaje mecánico y revestimiento de piezas cerámicas recuperables.
- Ejecución de la hoja exterior de la cubierta inclinada mediante un sistema de cubierta ventilada con sistema enrastrelado y cubrición final mediante tejas mixtas ancladas.

Aclaraciones sobre la justificación

- En el caso de actuaciones sobre edificios existentes, se deberá justificar que las soluciones que cumplen con este criterio son fruto de la intervención proyectada, es decir, que no existían antes de la rehabilitación.
- Para justificar el cumplimiento de este criterio se deberá indicar en qué parte del proyecto, memoria o documento complementario figura la descripción de cada intervención puntuada con "1" en la que se detallen los materiales de acabado y si el sistema de fijación es en seco o no.
- Se entenderá que la intervención cumple con esta característica siempre que la totalidad o la casi totalidad del elemento analizado cuente con este tipo de acabados.
- Se podrá considerar que **la intervención cumple si al menos el 75% del elemento o sistema cumple**. De ser el caso, se deberá aportar justificación en términos de % de metros cuadrados o de metros lineales respecto de los totales, de lo contrario se deberá considerar una puntuación 0.

PUNTUACIÓN	0 puntos	El elemento/material de revestimiento cuenta con tratamientos o acabados
	1 punto	Los acabados del elemento son instalados en seco
		Los acabados del elemento son materiales caravistas

EVALUACIÓN	<p>Si la cantidad de intervenciones <</p> <p>Es necesario cumplir al menos en 1 intervención</p>	Cantidad de intervenciones	2
	<p>Si la cantidad de intervenciones ≥ 3</p> $\text{Cantidad de intervenciones} \times \underbrace{1}_{\text{Puntos máximos}} = \underbrace{\beta}_{\text{Puntuación total máxima}}$ <p>Es necesario cumplir al menos el 20% de β</p>	β	2
		Puntuación por alcanzar	1

INTERVENCIONES SELECCIONADAS

COD	INTERVENCIONES	PUNTUACIÓN	INDICAR UBICACIÓN DE LA JUSTIFICACIÓN (DOCUMENTO/ N° DE ANEXO, CAPÍTULO/ PÁGINA)
EE	Estructuras	1	
EQ	Cubiertas	0	

RESULTADO

Puntuación total alcanzada	1	CUMPLE
-----------------------------------	---	---------------

Descripción del criterio

El criterio se refiere a la colaboración para el apoyo al mercado de la reutilización, ya sea mediante la reusabilidad, reparabilidad, capacidad de ser reacondicionado y reciclaje de materiales o productos.

Para justificar que se cumple con este criterio, se contemplan las siguientes opciones:

a) Usar soluciones con etiquetados ecológicos, declaraciones ambientales o documentos que puedan caracterizar el impacto ambiental y el grado de circularidad de los materiales utilizados en la obra, ya sea el elemento en su totalidad o los componentes de manera individual:

- Ecoetiqueta (Etiqueta Ecológica Tipo I, según UNE-EN ISO 14024).
- Autodeclaración medioambiental (Etiqueta Ecológica Tipo II, según UNE-EN ISO 14021).
- Declaración Ambiental de Producto (DAP) (Etiqueta Ecológica Tipo III, según UNE-EN ISO 14025 y UNE-EN 15804) o DAP sectorial verificada por tercera parte independiente.
- Certificado de contenido de reciclado (CR-Recycle Content) emitido por organismo acreditado según la norma UNE-EN ISO/IEC 17065:2012.
- Ficha o pasaporte del material con datos técnicos, proveedores, información sobre su origen, posibles usos y propuestas de valorización al final de la vida útil del activo (DA).

b) Usar materiales y productos reutilizados:

- Reutilizar materiales de otras obras o derribos.
- Reutilizar materiales obtenidos de la demolición o desmontaje en el propio edificio.
- Reacondicionamiento de materiales existentes.

Ejemplos

- Se utilizan baldosas cerámicas con Etiqueta Ecológica Tipo III certificada por AENOR u otra entidad de certificación acreditada.
- Se utilizan tejas recuperadas y adquiridas en centro de venta de material procedente de derribos.
- Se mantiene el pavimento existente puliéndolo / reparándolo en lugar de sustituirlo por uno nuevo.
- Se mantienen las carpinterías existentes realizando las tareas de reparación que procedan.

Aclaraciones sobre la justificación

- En el caso de actuaciones sobre edificios existentes, se deberá justificar que las soluciones que cumplen con este criterio son fruto de la intervención proyectada, es decir, que no existían antes de la rehabilitación.
- Para justificar el cumplimiento de este criterio se deberá indicar en qué parte del proyecto, memoria o documento complementario figura la descripción de cada intervención puntuada con "1" en la que se detallen los elementos, materiales o componentes con certificado y se presente copia del certificado vigente correspondiente.
- Se entenderá que la intervención evaluada cumple con este criterio si los elementos, materiales o componentes con certificado o reutilizados o reacondicionados son representativos respecto al conjunto de la intervención.
- Se podrá considerar que **la intervención cumple si al menos el 75% del elemento o sistema cumple**. De ser el caso, se deberá aportar justificación en términos de % de metros cuadrados o de metros lineales respecto de los totales, de lo contrario se deberá considerar una puntuación 0.

RESULTADO

Puntuación total alcanzada	3	CUMPLE
-----------------------------------	----------	---------------

Descripción del criterio

Este criterio se refiere al modo de planificar el desarrollo de las intervenciones de forma que el proceso de montaje e instalación sea fácil de entender y sencillo. Los sistemas diseñados a partir de componentes estandarizados facilitan su reparación y sustitución generando una menor cantidad de residuos. Asimismo, las partes estandarizadas hacen el trabajo más eficiente ya que se utilizan técnicas repetitivas de instalación y las mismas herramientas o parecidas. La estandarización puede darse en tres escalas:

1. Eficiencia y estandarización de sistemas representativos:

El uso de las mismas dimensiones o modulación permite que el proceso de montaje y las herramientas a utilizar sean las mismas.

2. Eficiencia y estandarización de conexiones:

La estandarización de estas conexiones facilita el uso de las mismas herramientas y el mismo proceso constructivo ya que se utiliza el mismo orden y pasos a seguir para la conexión de componentes y/o piezas lo que hace que todo el proceso constructivo sea más eficiente.

3. Eficiencia y estandarización de componentes/piezas:

La estandarización de piezas permite el intercambio de las mismas entre partes y componentes, el reemplazo de manera fácil y rápida (ya que se trata, por lo general, de piezas comerciales y fáciles de conseguir) y su reutilización.

Ejemplos

- Estructura realizada con piezas prefabricadas de acero /hormigón/madera, del sistema estandarizado XXX de la casa comercial XXX.
- Hoja principal de fachada resuelta con sistema prefabricado de placas de hormigón del sistema estandarizado XXX de la casa comercial XXX.
- Fachada ventilada resuelta con sistema prefabricado de perfiles de xxx (material) y placas de xxx (material) del sistema estandarizado XXX de la casa comercial XXX.
- Cubierta resuelta con sistema XXX de panel sándwich xxx de la marca comercial XXX, fijado mecánicamente sobre entramado estructural de madera.
- Instalación de suministro de agua a base de sistema XXX de la casa comercial XXX de tubería de polietileno reticulado (PEX) + piezas de conexión.
- Instalación de la red de suministro de agua con sistema estándar XXX con tubos de polietileno reticulado (PEX) de la casa XXX.

Aclaraciones sobre la justificación

- En el caso de actuaciones sobre edificios existentes, se deberá justificar que las soluciones que cumplen con este criterio son fruto de la intervención proyectada, es decir, que no existían antes de la rehabilitación.
- Para justificar el cumplimiento de este criterio se deberá indicar en qué parte del proyecto, memoria o documento complementario figura la descripción de cada intervención puntuada con "1" en la que se detallen los elementos, materiales o componentes que presentan simplicidad o estandarización y se adjunten, en su caso, las fichas técnicas emitidas por la empresa fabricante o instaladora.
- Se entenderá que la intervención evaluada cumple con este criterio si los elementos, materiales o componentes analizados son representativos respecto al conjunto de la intervención. Se podrá considerar que **la intervención cumple si al menos el 75% del elemento o sistema cumple**. De ser el caso, se deberá aportar justificación en términos de % de metros cuadrados o de metros lineales respecto de los totales, de lo contrario se deberá considerar una puntuación 0.

	<p>En las intervenciones correspondiente a instalaciones no serán objeto de análisis los equipos (sistemas de producción, bombas, equipos de control, etc.). Únicamente se analizará en este criterio la parte correspondiente a la red o a las conducciones en el caso de:</p> <p>EIS: Instalaciones de redes de saneamiento y evacuación de aguas EIF: Instalaciones de abastecimiento y suministro de agua EIC: Instalaciones de calefacción EIB: Instalaciones de climatización EIV: Ventilación y extracción</p>		
PUNTUACIÓN	0 puntos	El elemento, material o componente no es estandarizado	
	1 punto	El elemento, material o componente es estándar	
EVALUACIÓN	<p>Si la cantidad de intervenciones <</p> <p>Es necesario cumplir al menos en 1 intervención</p>	Cantidad de intervenciones	2
	<p>Si la cantidad de intervenciones ≥ 3</p> $\text{Cantidad de intervenciones} \times \underbrace{1}_{\text{Puntos máximos}} = \underbrace{\beta}_{\text{Puntuación total máxima}}$	β	2
	<p>Es necesario cumplir al menos el 20% de β</p>	Puntuación por alcanzar	1


**VOLVER A
R. RESULTADOS**
C9. SEGURIDAD DEL DESMONTAJE

DEFINICIÓN	<p><u>Descripción del criterio</u> Este criterio se refiere a que todos los elementos, componentes, módulos o sistemas que puedan desmontarse deben disponer de unas instrucciones de montaje y desmontaje (suficientemente especificadas) desde la etapa de diseño para asegurar la efectividad y seguridad del proceso. Dichas instrucciones o manual de montaje y desmontaje debe proporcionar indicaciones para la sustitución de elementos independientes y el desmontaje completo del sistema.</p> <p><u>Ejemplo</u> - La fachada ventilada se resuelve mediante el sistema XXX, y entre la documentación aportada se encuentra el Manual de Montaje y Desmontaje.</p> <p><u>Aclaraciones sobre la justificación</u> - En el caso de actuaciones sobre edificios existentes, se deberá justificar que las soluciones que cumplen con este criterio son fruto de la intervención proyectada, es decir, que no existían antes de la rehabilitación. - Para justificar el cumplimiento de este criterio se deberá indicar en qué parte del proyecto, memoria o documento complementario figura la descripción de cada intervención puntuada con "1", en la que se presenta el manual de montaje y desmontaje correspondiente, haya sido redactado por el equipo proyectista, la empresa constructora o la persona o empresa instaladora.</p>		
PUNTUACIÓN	0 puntos	No dispone de manual de montaje y desmontaje	
	1 punto	Dispone de un manual de montaje y desmontaje	
EVALUACIÓN	<p><u>Si la cantidad de intervenciones <</u></p> <p style="color: green; text-align: center;">Es necesario cumplir al menos en 1 intervención</p>	Cantidad de intervenciones	2
	<p><u>Si la cantidad de intervenciones ≥ 3</u></p> $\begin{array}{c} \text{Cantidad de} \\ \text{intervenciones} \end{array} \times \underbrace{1}_{\text{Puntos máximos}} = \underbrace{\beta}_{\text{Puntuación total máxima}}$ <p style="color: green; text-align: center;">Es necesario cumplir al menos el 20% de β</p>	β	2
		Puntuación por alcanzar	1

Descripción del criterio

La durabilidad es uno de los criterios claves a tomar en cuenta en la toma de decisiones en el diseño para el desmontaje y la adaptabilidad. Este punto se refiere a la cantidad de años de vida útil y coste de mantenimiento que tiene un material o sistema. Por ello es importante que cada instalación, material o componente cuente con un plan de mantenimiento preventivo, tal y como establece la normativa de edificación.

En este sentido, además de la importancia del Plan de Mantenimiento, que ha de elaborarse una vez se finalizan las obras, existen otras formas de favorecer la durabilidad de los edificios como son las siguientes:

- La selección de materiales y sistemas bajo criterios objetivos de adecuación al uso y durabilidad. En fase de proyecto esto se materializa con la incorporación del análisis de la durabilidad de los materiales en la memoria, de forma que se argumente que uno de los criterios utilizados para seleccionar la solución constructiva ha sido la durabilidad, en comparación con otros materiales habituales. Esta herramienta considera que una intervención cumple con esta mejora si al menos uno de sus materiales principales cuenta con esta información en la Memoria.

- La correcta gestión de la información durante la vida útil del edificio. Esto puede lograrse mediante el uso de modelos BIM como fuente común de información, centralizada, y estandarizada. El uso de la metodología BIM permite digitalizar la gestión de los edificios, facilita las tareas documentales de los distintos agentes, y la transferencia de información entre fases. (DA)

- El uso de materiales, productos y procesos que dispongan de un distintivo de calidad oficialmente reconocido (DCOR) o de evaluaciones técnicas de idoneidad (DIT, DAU, etc.), en el caso de sistemas innovadores.

Ejemplos de materiales y sistemas

- El revestimiento del suelo en todas las viviendas será un laminado clasificado AC-X (valor superior a los habituales) según UNE-EN 13329 (Revestimientos de suelo laminados. Elementos con capa superficial basada en resinas aminoplásticas termoestables. Especificaciones, requisitos y métodos de ensayo).

- El revestimiento del suelo del zaguán rehabilitado será baldosa cerámica. Las características prescritas sobre este material en el Proyecto han sido definidas en base a los criterios expuestos en la Guía de la Baldosa Cerámica editada por IVE. Éstas quedan identificadas con el código identificativo X/Y/Z.

Ejemplo de BIM

- El proyecto se realiza usando metodología BIM mediante formatos abiertos que permiten la estandarización y accesibilidad a la información por cualquier usuario, y durante todo el ciclo de vida del edificio.

Aclaraciones para la justificación para el caso de materiales y sistemas:

- Para justificar el cumplimiento de este criterio se deberá indicar en qué documento complementario figura el plan de mantenimiento del edificio.

- En el caso de actuaciones sobre edificios existentes, se deberá justificar que las soluciones que cumplen con este criterio son fruto de la intervención proyectada, es decir, que no existían antes de la rehabilitación.

- Para justificar el cumplimiento de este criterio se deberá indicar en qué parte del proyecto, memoria o documento complementario figura la descripción de cada intervención puntuada con "1" y el cumplimiento de este criterio.

- Se entenderá que la intervención cumple con este criterio si los materiales o sistemas analizados son representativos respecto al conjunto de la intervención. Se podrá considerar que **la intervención cumple si al menos el 75% del material o sistema cumple**. De ser el caso, se deberá aportar justificación en términos de % de metros cuadrados o de metros lineales respecto de los totales, de lo contrario se deberá considerar una puntuación 0.

Aclaraciones para la justificación para el caso de Proyecto realizado en BIM:

- **Se valorará con "1" todas las intervenciones y se especificará en qué apartado de la memoria o anejo se especifica el sistema BIM utilizado.**

RESULTADO

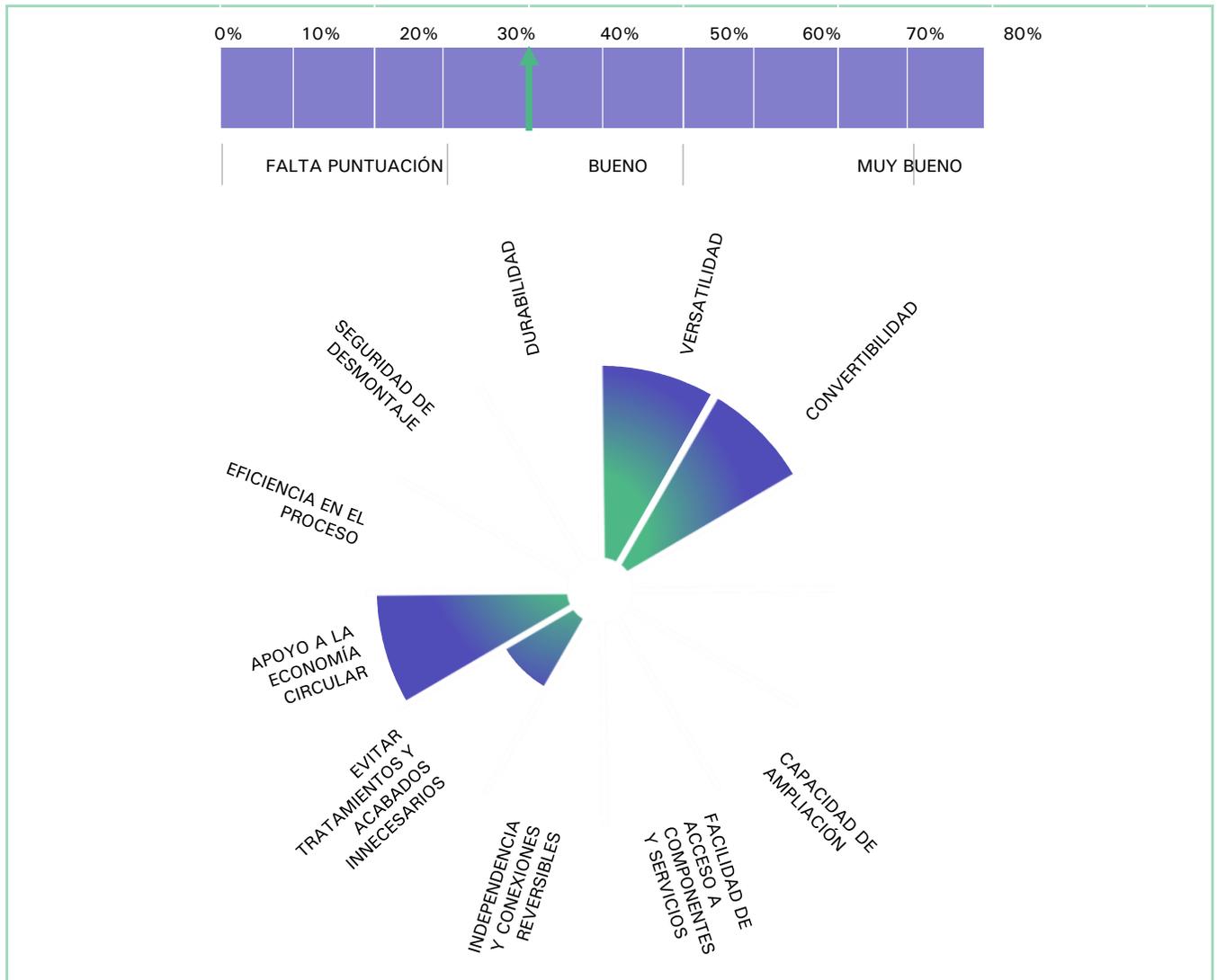
Puntuación total alcanzada	0	NO CUMPLE
-----------------------------------	----------	------------------

R. RESULTADOS

RESUMEN DE CRITERIOS EVALUADOS

C1. VERSATILIDAD	 IR A LA FICHA	CUMPLE	
C2. CONVERTIBILIDAD	 IR A LA FICHA	CUMPLE	
C3. CAPACIDAD DE AMPLIACIÓN	 IR A LA FICHA	NO CUMPLE	
C4. FACILIDAD DE ACCESO A COMPONENTES Y SERVICIOS	 IR A LA FICHA	NO CUMPLE	
C5. INDEPENDENCIA Y CONEXIONES REVERSIBLES	 IR A LA FICHA	NO CUMPLE	
C6. EVITAR TRATAMIENTOS Y ACABADOS INNECESARIOS	 IR A LA FICHA	CUMPLE	
C7. APOYO A LA ECONOMÍA CIRCULAR	 IR A LA FICHA	CUMPLE	
C8. EFICIENCIA EN EL PROCESO CONSTRUCTIVO	 IR A LA FICHA	NO CUMPLE	
C9. SEGURIDAD DEL DESMONTAJE	 IR A LA FICHA	NO CUMPLE	
C10. DURABILIDAD	 IR A LA FICHA	NO CUMPLE	
TOTAL DE CRITERIOS EVALUADOS	10	TOTAL DE CRITERIOS CUMPLIDOS	4
PORCENTAJE DE CRITERIOS CUMPLIDOS (%)	40%	NIVEL DE CLASIFICACIÓN OBTENIDO	BUENO

GRÁFICO DE RESULTADOS



DECLARACIÓN Y FIRMA

La persona abajo firmante, con acceso al proyecto o memoria del edificio indicado en el apartado D1 de la presente ficha, expone que las características del edificio corresponden a las recogidas en el presente análisis sobre desmontaje y adaptabilidad; las intervenciones planteadas en el proyecto y la memoria se recogen de forma completa en el presente análisis; no se ha omitido o falseado información, y que la justificación de las características del edificio figuran en la documentación técnica que se ha ido indicando en cada criterio evaluado.

Firma (firma digital en PDF)



NOMBRE Y APELLIDOS

Ana

Aliaga Hilario

FECHA (dd/mm/aaaa)

ANEJO 8_ Informe RE10 del caso de estudio con estructura de entramado ligero de madera.

D1. DATOS DEL PROYECTO
DATOS DEL EDIFICIO

USO DEL EDIFICIO	Vivienda plurifamiliar	REFERENCIA CATASTRAL	4726825YJ2742F0000MU
UBICACIÓN	Municipio:	Valencia	
	Vía:	Calle Literato Gabriel Miró	
	Nº:	11	CP: 46008

Otros datos necesarios para ubicar adecuadamente el edificio:

TIPO DE PROPIEDAD	multipropiedad	Nº DE VIVIENDAS	12
--------------------------	----------------	------------------------	----

DATOS DEL PROYECTO / MEMORIA

TIPO DE DOCUMENTO			
TÍTULO	Caso de estudio con estructura de entramado ligero de madera		
FECHA (dd/mm/aa)	01/07/2024	FECHA DE VISADO (si dispone)	

DATOS DEL PERSONAL REDACTOR DE LA PRESENTE FICHA

NOMBRE	Ana		
APELLIDOS	Aliaga Hilario		
E-MAIL	analhi1@arq.upv.es		
NIF	48414468C	TELÉFONO	661373479

¿El personal redactor de la presente ficha pertenece al equipo redactor del Proyecto?

Sí

OBSERVACIONES

D2. SELECCIÓN DE INTERVENCIONES QUE CONTEMPLA EL PROYECTO

Nº	COD	INTERVENCIÓN	INFO.	¿INTERVIENE EN EL PROYECTO?
EI Instalaciones				
1	EIS	Instalaciones de redes de saneamiento y evacuación de aguas		NO
2	EIF	Instalaciones de abastecimiento y suministro de agua		NO
3	EIE	Instalaciones de electricidad		NO
4	EIL	Instalaciones de iluminación y alumbrado		NO
5	EIN	Instalaciones de captación solar fotovoltaica		NO
6	EIM	Instalaciones de agua caliente sanitaria		NO
7	EIC	Instalaciones de calefacción		NO
8	EIB	Instalaciones de climatización		NO
9	EIV	Ventilación y extracción		NO
EC Cimientos y elementos de contención				
10	EC	Cimientos y elementos de contención		SÍ
EE Estructuras				
11	EE	Estructuras		SÍ
EQ Cubiertas				
12	EQ	Cubiertas		SÍ
EF Fachadas y Particiones				
13	EFC	Fachadas		NO
14	EFP	Particiones		NO
15	EFS	Defensas		NO
16	EFT	Carpintería interior y exterior		NO
ST Suelos y techos				
17	STS	Suelos		NO
18	STT	Techos		NO
ES Espacios				
19	ES	Espacios		SÍ

Crear Hojas de

Nota: Las intervenciones seleccionadas deberán corresponder con lo definido en la memoria o proyecto. La justificación de cada intervención seleccionada y con puntuación deberá ser referenciada en el criterio respectivo (documento, capítulo, párrafo, etc.)


**VOLVER A
R. RESULTADOS**
C1.VERSATILIDAD
DEFINICIÓN
Descripción del criterio

El criterio se refiere a la capacidad de un espacio de adaptarse a diferentes funciones con pequeños cambios en el sistema que no conlleven actuaciones complejas o esfuerzo por parte del usuario. Las estructuras y espacios versátiles proporcionan alternativas de uso en distintos momentos.

La versatilidad puede medirse por el porcentaje de espacio utilizable que tiene múltiples usos diarios, semanales o mensuales, sin necesidad de modificar las características principales del espacio.

Este criterio se mide en base al área del espacio versátil en proporción al área total del edificio, tomando como dato la superficie útil sobre rasante.

Ejemplos

- Se reserva un espacio en la planta baja de un edificio de viviendas para facilitar su utilización por la vecindad según diferentes necesidades puntuales.
- Se dota al edificio de un espacio plurifuncional de uso para la Comunidad de Propietarios adaptando un espacio preexistente como una antigua portería, un local en planta baja, etc.
- Se proyectan las viviendas de forma que sus estancias puedan unirse o separarse mediante un sistema de particiones móviles o reubicación de mobiliario, permitiendo a sus usuarios variar la distribución para ajustarla a las demandas instantánea de cada momento.

Aclaraciones sobre la justificación

- En el caso de actuaciones sobre edificios existentes, se deberá justificar que las soluciones que cumplen con este criterio son fruto de la intervención proyectada, es decir, que no existían antes de la rehabilitación.

- Para justificar el cumplimiento de este criterio se deberá indicar en qué parte del proyecto, memoria o documento complementario figura el dato de la superficie útil sobre rasante total del edificio (m²), la superficie del espacio o conjunto de espacios versátiles previstos (m²) y la descripción de las actividades o usos a los que la propiedad podría destinar esos espacios.

PUNTUACIÓN
NO CUMPLE

No existe un espacio polivalente

CUMPLE

Existe un espacio o conjunto de espacios polivalentes cuya superficie útil es superior al 5% del área total del edificio

EVALUACIÓN

 Superficie útil
total del
edificio (m2)

1760

 Superficie del
espacio
versátil
generado
(m2)

107

 Porcentaje de superficie
total afectada (%)

6

INTERVENCIONES SELECCIONADAS

COD	INTERVENCIONES	PUNTUACIÓN	INDICAR UBICACIÓN DE LA JUSTIFICACIÓN (DOCUMENTO/ Nº DE ANEXO, CAPÍTULO/ PÁGINA)
ES	Espacios	CUMPLE	

RESULTADO
Puntuación total alcanzada
CUMPLE


**VOLVER A
R. RESULTADOS**
C2. CONVERTIBILIDAD
DEFINICIÓN
Descripción del criterio

El criterio se refiere a la capacidad de adaptarse a cambios sustanciales en las necesidades de las personas usuarias mediante modificaciones de los espacios interiores. Se relaciona con el criterio de versatilidad pero tiene una adaptación secuencial, es decir, difícilmente reversible. La convertibilidad en un espacio permite acondicionar cambios de uso futuro y puede darse en tres escalas:

- A nivel estructural.
- Mediante elementos constructivos de compartimentación.
- Mediante la implementación de preinstalaciones y mecanismos representativos.

Ejemplos

- Estructura proyectada a partir de pórticos de grandes vanos para reducir los elementos estructurales interiores y permitir la estabilidad estructural cuando se eliminan tabiques y elementos de cerramiento, y la flexibilidad de las adaptaciones interiores.
- Particiones verticales y horizontales mediante sistemas ligeros (yesos laminados, mamparas, etc.) para facilitar la reconfiguración espacial del recinto, así como también el tipo de programa que pueda alojar.
- Preinstalaciones que faciliten modificaciones en el acondicionamiento del espacio (previsión de pasatubos, conductos, cableado, etc.) que suelen implicar alterar muros, tabiquería, techos o suelos.

Aclaraciones sobre la justificación

- En el caso de actuaciones sobre edificios existentes, se deberá justificar que las soluciones que cumplen con este criterio son fruto de la intervención proyectada, es decir, que no existían antes de la rehabilitación.
- Para justificar el cumplimiento del criterio se deberá indicar en qué parte del proyecto, memoria o documento complementario figura el dato de la superficie útil sobre rasante total del edificio (m²), la superficie útil del espacio o conjunto de espacios convertibles previstos (m²) y la descripción de las condiciones que lo hacen convertible.

PUNTUACIÓN
NO CUMPLE

Se requieren grandes esfuerzos para convertir el espacio.

CUMPLE

La convertibilidad de la intervención afecta al menos al 5% de la superficie útil del edificio

EVALUACIÓN

 Superficie útil
total del
edificio (m2)

1760

 Superficie del
espacio
convertible
generado
(m2)

864

 Porcentaje de superficie
total afectada (%)

49

INTERVENCIONES SELECCIONADAS

COD	INTERVENCIONES	PUNTUACIÓN	INDICAR UBICACIÓN DE LA JUSTIFICACIÓN (DOCUMENTO/ Nº DE ANEXO, CAPÍTULO/ PÁGINA)
ES	Espacios	CUMPLE	

RESULTADO
Puntuación total alcanzada
CUMPLE

Descripción del criterio

El criterio se refiere a la capacidad de ampliar la superficie construida existente sin alterar en gran medida la cimentación ni la estructura. Se trata de evaluar la posibilidad de que el edificio proyectado se amplíe en el futuro valorando positivamente que la estructura o los elementos constructivos principales del edificio se diseñen de forma que se facilite una futura ampliación, previendo un cerramiento de fácil desmontaje y suficiente capacidad portante de la estructura.

1. Verticalmente: Dimensionado de los elementos estructurales y de cimentación, o refuerzo de la estructura existente en el caso de rehabilitaciones, que dotan al conjunto de mayor capacidad portante de cara a la elevación de nuevas plantas sin necesidad de intervenir de nuevo en las plantas inferiores, y por tanto, sin afectar a las personas que habitan las mismas.

Ejemplos

- Refuerzos estructurales mediante sistemas de perfilería metálica para la creación de un altillo o ático.
- Desmontabilidad de cubierta para facilitar las futuras posibles ampliaciones, a base de perfiles y placas con fijación mecánica.

2. Horizontalmente: El diseño debe facilitar el desmontaje de las fachadas y demás elementos de la envolvente de manera que el espacio pueda expandirse sin generar daños mayores en lo existente.

Ejemplos

- Diseño de fachadas mediante módulos desmontables que posibiliten futuras ampliaciones mediante el uso de sistemas de cerramiento con fijación mecánica.
- Disposición de elementos de anclaje en los forjados para el apoyo de futuras balconeras o plataformas.

Aclaraciones sobre la justificación

En el caso de actuaciones sobre edificios existentes, se deberá justificar que las soluciones que cumplen con este criterio son fruto de la intervención proyectada, es decir, que no existían antes de la rehabilitación.

Para justificar el cumplimiento de este criterio se deberá indicar en qué parte del proyecto, memoria o documento complementario figura el dato de la superficie útil sobre rasante total del edificio (m^2), de la superficie útil ampliable (m^2) y la descripción de las condiciones que facilitan la ampliación del edificio (modificación estructural a un sistema reforzado o envolventes resueltas con elementos constructivos fácilmente desmontables).

En el caso de ampliaciones verticales, la superficie ampliable se entenderá como la superficie de las futuras plantas elevables, conforme a la nueva capacidad portante de la estructura.

En el caso de ampliaciones horizontales, la superficie ampliable se entenderá como la superficie de las futuras extensiones de las plantas actuales, conforme al tipo de envolvente fácilmente desmontable.

En ambos casos se entenderá que la propiedad y los proyectistas han verificado que se cumplen los condicionantes urbanísticos y técnicos para la ejecución de la ampliación.

PUNTUACIÓN	NO CUMPLE	No es posible la ampliación
	CUMPLE	La ampliación posible representa al menos el 5% de la superficie útil del edificio

EVALUACIÓN	Superficie útil total del edificio (m2)	1760	Superficie del espacio ampliable generado (m2)	0	Porcentaje de superficie total afectada (%)	0

INTERVENCIÓNES SELECCIONADAS

COD	INTERVENCIÓNES	PUNTUACIÓN	INDICAR UBICACIÓN DE LA JUSTIFICACIÓN (DOCUMENTO/ N° DE ANEXO, CAPÍTULO/ PÁGINA)
ES	Espacios	NO CUMPLE	

RESULTADO

Puntuación total alcanzada	NO CUMPLE
-----------------------------------	------------------

Descripción del criterio

El criterio se refiere a que los sistemas, componentes o materiales, en especial aquellos con un menor ciclo de vida previsto, que puedan ser fácilmente reemplazados o reparados, sin causar daño a las piezas y elementos adyacentes. Permite reducir el tiempo de sustitución de componentes y evita desperdicios innecesarios. Esta característica se relaciona con la "independencia" y, a menudo, con el desacoplamiento de "capas" de un edificio o de componentes de obras de construcción que tienen vidas útiles significativamente diferentes.

Se debe analizar el acceso al componente o servicio (instalaciones) que normalmente quedan ocultos y evaluar si todo él puede repararse o sustituirse con mayor o menor daño en los materiales adyacentes. Se tendrá en cuenta el tipo de materiales adyacentes, entendiéndose como tales los que ocultan al componente o servicio, los cuales necesitan ser retirados para poder acceder al componente o servicio para su reparación o sustitución.

Ejemplos

- Instalaciones ubicadas tras elementos registrables como armarios, falseados practicables, falsos techos registrables, suelos técnicos, etc. que permiten que la mayor parte de los recorridos sean accesibles sin demoler o desmontar los elementos que los cierran.
- Instalación ubicada en un recinto o espacio libre que permite la disposición de toda la maquinaria y sistemas de forma accesible. Los tramos de conductos o cableados ocultos son mínimos en relación al conjunto de la instalación.

Aclaraciones sobre la justificación

- En el caso de actuaciones sobre edificios existentes, se deberá justificar que las soluciones que cumplen con este criterio son fruto de la intervención proyectada, es decir, que no existían antes de la rehabilitación.
- Para justificar el cumplimiento de este criterio se deberá indicar en qué parte del proyecto, memoria o documento complementario figura la descripción de cada instalación puntuada con "1" en la que se detalle cómo se garantiza la facilidad de acceso a sus componentes.
- Se podrá considerar que **la intervención cumple si al menos el 75% del elemento o sistema cumple**. De ser el caso, se deberá aportar justificación en términos de % de metros cuadrados o de metros lineales respecto de los totales intervenidos, de lo contrario se deberá considerar una puntuación 0.

En las intervenciones correspondiente a instalaciones no serán objeto de análisis los equipos (sistemas de producción, bombas, equipos de control, etc.). Únicamente se analizará en este criterio la parte correspondiente a la red o a las conducciones en el caso de:

EIS: Instalaciones de redes de saneamiento y evacuación de aguas

EIF: Instalaciones de abastecimiento y suministro de agua

EIE: Instalaciones de electricidad

EIC: Instalaciones de calefacción

EIB: Instalaciones de climatización

EIV: Ventilación y extracción

PUNTUACIÓN	0 puntos	No hay accesibilidad sin daño significativo a los materiales adyacentes
	1 punto	Se puede considerar que la mayoría de la intervención cumple con mínimo daño de materiales adyacentes

EVALUACIÓN	<p><u>Si</u> la cantidad de intervenciones <</p> <p>Es necesario cumplir al menos en 1 intervención</p>	Cantidad de intervenciones	1
	<p><u>Si</u> la cantidad de intervenciones ≥ 3</p> $\text{Cantidad de intervenciones} \times \underbrace{1}_{\text{Puntos máximos}} = \underbrace{\beta}_{\text{Puntuación total máxima}}$ <p>Es necesario cumplir al menos el 20% de β</p>	β	1
		Puntuación por alcanzar	1

INTERVENCIONES SELECCIONADAS

COD	INTERVENCIONES	PUNTUACIÓN	INDICAR UBICACIÓN DE LA JUSTIFICACIÓN (DOCUMENTO/ N° DE ANEXO, CAPÍTULO/ PÁGINA)
EE	Estructuras	1	

RESULTADO

Puntuación total alcanzada	1	CUMPLE
-----------------------------------	---	---------------

DEFINICIÓN	<p>Descripción del criterio</p> <p>Los criterios de independencia y conexiones reversibles se basan en el mismo principio pero funcionan a diferente escala.</p> <p>La independencia se refiere a la cualidad que permite retirar o actualizar partes, componentes, módulos y sistemas sin afectar a las prestaciones de los sistemas conectados o adyacentes. En este sentido, se debe evitar que los componentes sean soldados o instalados en húmedo, priorizando el uso de ensamblajes desmontables. De este modo se consigue mantener los distintos componentes de una instalación o elemento constructivo como "capas" independientes o desacopladas para facilitar su adaptación o desmontaje.</p> <p>El uso de conexiones reversibles parte del mismo principio que el criterio de independencia, pero influye en la relación de las piezas y componentes respecto al propio sistema. Se trata de fomentar que un sistema o instalación se componga o monte mediante piezas cuyas uniones puedan desconectarse y/o desmontarse sin daños, de forma que se puedan volver a utilizar tanto los materiales como los conectores (por ejemplo, tornillos o pernos). Para cumplir con este criterio se debe lograr:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Priorizar el uso de fijaciones mecánicas mediante tornillos, pernos o clavos, entre otros, o uniones en seco (machihembradas), evitando soluciones húmedas, químicas o fijas. - Dejar suficiente espacio para permitir las opciones de desmontaje (espacio para la persona y/o las herramientas). - Poder utilizar las mismas herramientas tanto para el montaje como para el desmontaje. - Minimizar la interdependencia de los distintos materiales, productos, componentes o sistemas. <p>Este criterio permite evaluar el cumplimiento de la independencia y de conexiones reversibles de manera independiente (cumpliendo con 1 punto) y en simultáneo (cumpliendo con 2 puntos).</p> <p>Ejemplos que cumplen 1 punto</p> <ul style="list-style-type: none"> - Estructura metálica a base de pórticos con uniones atornilladas, evitando la soldadura, la cual queda oculta tras fábricas de ladrillo o falsos techos continuos de escayola. - Instalación de ventilación a través de conductos y patinillos registrables en los que no se aloja otro tipo de instalaciones-equipamientos o, en caso de existir, quedan claramente independizados. - Instalación de suministro de agua con sistema de PEX con empalmes roscados, ubicada tras falso techo continuo de escayola y empotrada en la tabiquería de fábrica. - Instalación fotovoltaica en cubierta, donde los paneles se fijan mecánicamente a una estructura de perfilera metálica atornillada y dicha estructura se fija a la cubierta mediante elementos empotrados en la misma. <p>Ejemplos que cumple 2 puntos</p> <ul style="list-style-type: none"> - Suelo a base mortero de regularización + manta aislante + tarima de suelo laminado con sistema clic y rodapié fijado en seco. - Fachada resuelta con sistema de muro cortina. - Fachada ventilada cerámica con fijaciones mecánicas, sin morteros o adhesivos. - Falso techo registrable a base de placas de escayola, fijado mecánicamente al forjado mediante perfilera de aluminio. - Cubierta plana no transitable a base de elementos de protección lastrados con grava, de forma que las diferentes capas son independientes, no adheridas entre sí. - Instalación de suministro de agua con sistema de PEX con empalmes roscados y patinillos verticales, ambos registrables. - Instalación fotovoltaica en cubierta, donde los paneles se fijan mecánicamente a una estructura de perfilera metálica atornillada y dicha estructura se fija a peanas de hormigón apoyadas en la cubierta. <p>Aclaraciones sobre la justificación</p> <ul style="list-style-type: none"> - En el caso de actuaciones en edificios existentes, se deberá justificar que las soluciones que cumplen con este criterio son fruto de la intervención proyectada, es decir, que no existían antes de la rehabilitación. - Para justificar el cumplimiento de este criterio se deberá indicar en qué parte del Proyecto, Memoria o Documento Complementario figura la descripción de cada instalación puntuada con "1" o "2" en la que se detalle cómo se garantiza la Independencia o las Conexiones Reversibles. En su caso, esta justificación podrá contener Fichas Técnicas de entidades fabricantes o instaladoras de los correspondientes sistemas. - Se podrá considerar que la intervención cumple si al menos el 75% del elemento o sistema cumple. De ser el caso, se deberá aportar justificación en términos de % de metros cuadrados o de metros lineales respecto de los totales intervenidos, de lo contrario se deberá considerar una puntuación 0. <p>En las intervenciones correspondiente a instalaciones no serán objeto de análisis los equipos (sistemas de producción, bombas, equipos de control, etc.). Únicamente se analizará en este criterio la parte correspondiente a la red o a las conducciones en el caso de:</p> <p>EIS: Instalaciones de redes de saneamiento y evacuación de aguas EIF: Instalaciones de abastecimiento y suministro de agua EIE: Instalaciones de electricidad EIL: Instalaciones de iluminación y alumbrado EIN: Instalaciones de captación solar fotovoltaica EIC: Instalaciones de calefacción EIB: Instalaciones de climatización EIV: Ventilación y extracción</p>	
	PUNTUACIÓN	0 puntos
PUNTUACIÓN	1 punto	La intervención es independiente de sus adyacentes o tiene componentes reversibles
PUNTUACIÓN	2 puntos	La intervención es independiente de sus adyacentes y sus componentes son reversibles

EVALUACIÓN	<p>Si la cantidad de intervenciones <</p> <p style="color: green;">Es necesario cumplir al menos en 1 intervención</p>	Cantidad de intervenciones	2
	<p>Si la cantidad de intervenciones ≥ 3</p> <p style="text-align: center;"> Cantidad de intervenciones \times $\underbrace{2}_{\text{Puntos máximos}}$ = $\underbrace{\beta}_{\text{Puntuación total máxima}}$ </p> <p style="color: green;">Es necesario cumplir al menos el 20% de β</p>	β	4
		Puntuación por alcanzar	1

Descripción del criterio

La elección de acabados o revestimientos puede limitar las posibilidades de reutilizar o reciclar elementos representativos*, es por ello que en lo posible deben evitarse capas extras. Los acabados deben tener un uso específico necesario, por ejemplo, seguridad contra incendios, permeabilidad, protección contra la corrosión, etc.

(*) Para este criterio, se consideran elementos representativos los siguientes:

- a. Paramentos y particiones verticales
- b. Suelos y techos
- c. Fachadas y cubiertas (la cara a evaluar será la parte exterior)
- d. Estructura (los elementos estructurales a evaluar serán aquellos que queden vistos)

Se considera que los elementos carecen de un tratamiento o acabado innecesario si presentan, al menos, una de las características siguientes:

- Acabados con materiales instalados en seco.
- Realizados con materiales vistos o colocados en crudo como madera, cerámica, bloque, hormigón, etc.

Ejemplos

- Ejecución de las particiones interiores de entramado ligero de madera con revestimiento vertical en OSB visto, sin tratamiento o pintura adicional.
- Ejecución de las particiones interiores de fábrica con el ladrillo dejado visto, de disposición y aparejo con acabado estético de carácter visto, sin necesidad de enlucido adicional.
- Ejecución de la hoja exterior de la fachada mediante un sistema de fachada ventilada con sistema de anclaje mecánico y revestimiento de piezas cerámicas recuperables.
- Ejecución de la hoja exterior de la cubierta inclinada mediante un sistema de cubierta ventilada con sistema enrastrelado y cubrición final mediante tejas mixtas ancladas.

Aclaraciones sobre la justificación

- En el caso de actuaciones sobre edificios existentes, se deberá justificar que las soluciones que cumplen con este criterio son fruto de la intervención proyectada, es decir, que no existían antes de la rehabilitación.
- Para justificar el cumplimiento de este criterio se deberá indicar en qué parte del proyecto, memoria o documento complementario figura la descripción de cada intervención puntuada con "1" en la que se detallen los materiales de acabado y si el sistema de fijación es en seco o no.
- Se entenderá que la intervención cumple con esta característica siempre que la totalidad o la casi totalidad del elemento analizado cuente con este tipo de acabados.
- Se podrá considerar que **la intervención cumple si al menos el 75% del elemento o sistema cumple**. De ser el caso, se deberá aportar justificación en términos de % de metros cuadrados o de metros lineales respecto de los totales, de lo contrario se deberá considerar una puntuación 0.

PUNTUACIÓN	0 puntos	El elemento/material de revestimiento cuenta con tratamientos o acabados
	1 punto	Los acabados del elemento son instalados en seco
		Los acabados del elemento son materiales caravistas

EVALUACIÓN	<p>Si la cantidad de intervenciones <</p> <p>Es necesario cumplir al menos en 1 intervención</p>	Cantidad de intervenciones	2
	<p>Si la cantidad de intervenciones ≥ 3</p> $\text{Cantidad de intervenciones} \times \underbrace{1}_{\text{Puntos máximos}} = \underbrace{\beta}_{\text{Puntuación total máxima}}$ <p>Es necesario cumplir al menos el 20% de β</p>	β	2
		Puntuación por alcanzar	1

INTERVENCIONES SELECCIONADAS

COD	INTERVENCIONES	PUNTUACIÓN	INDICAR UBICACIÓN DE LA JUSTIFICACIÓN (DOCUMENTO/ N° DE ANEXO, CAPÍTULO/ PÁGINA)
EE	Estructuras	1	
EQ	Cubiertas	0	

RESULTADO

Puntuación total alcanzada	1	CUMPLE
-----------------------------------	---	---------------

Descripción del criterio

El criterio se refiere a la colaboración para el apoyo al mercado de la reutilización, ya sea mediante la reusabilidad, reparabilidad, capacidad de ser reacondicionado y reciclaje de materiales o productos.

Para justificar que se cumple con este criterio, se contemplan las siguientes opciones:

a) Usar soluciones con etiquetados ecológicos, declaraciones ambientales o documentos que puedan caracterizar el impacto ambiental y el grado de circularidad de los materiales utilizados en la obra, ya sea el elemento en su totalidad o los componentes de manera individual:

- Ecoetiqueta (Etiqueta Ecológica Tipo I, según UNE-EN ISO 14024).
- Autodeclaración medioambiental (Etiqueta Ecológica Tipo II, según UNE-EN ISO 14021).
- Declaración Ambiental de Producto (DAP) (Etiqueta Ecológica Tipo III, según UNE-EN ISO 14025 y UNE-EN 15804) o DAP sectorial verificada por tercera parte independiente.
- Certificado de contenido de reciclado (CR-Recycle Content) emitido por organismo acreditado según la norma UNE-EN ISO/IEC 17065:2012.
- Ficha o pasaporte del material con datos técnicos, proveedores, información sobre su origen, posibles usos y propuestas de valorización al final de la vida útil del activo (DA).

b) Usar materiales y productos reutilizados:

- Reutilizar materiales de otras obras o derribos.
- Reutilizar materiales obtenidos de la demolición o desmontaje en el propio edificio.
- Reacondicionamiento de materiales existentes.

Ejemplos

- Se utilizan baldosas cerámicas con Etiqueta Ecológica Tipo III certificada por AENOR u otra entidad de certificación acreditada.
- Se utilizan tejas recuperadas y adquiridas en centro de venta de material procedente de derribos.
- Se mantiene el pavimento existente puliéndolo / reparándolo en lugar de sustituirlo por uno nuevo.
- Se mantienen las carpinterías existentes realizando las tareas de reparación que procedan.

Aclaraciones sobre la justificación

- En el caso de actuaciones sobre edificios existentes, se deberá justificar que las soluciones que cumplen con este criterio son fruto de la intervención proyectada, es decir, que no existían antes de la rehabilitación.
- Para justificar el cumplimiento de este criterio se deberá indicar en qué parte del proyecto, memoria o documento complementario figura la descripción de cada intervención puntuada con "1" en la que se detallen los elementos, materiales o componentes con certificado y se presente copia del certificado vigente correspondiente.
- Se entenderá que la intervención evaluada cumple con este criterio si los elementos, materiales o componentes con certificado o reutilizados o reacondicionados son representativos respecto al conjunto de la intervención.
- Se podrá considerar que **la intervención cumple si al menos el 75% del elemento o sistema cumple**. De ser el caso, se deberá aportar justificación en términos de % de metros cuadrados o de metros lineales respecto de los totales, de lo contrario se deberá considerar una puntuación 0.

RESULTADO

Puntuación total alcanzada	3	CUMPLE
-----------------------------------	----------	---------------

Descripción del criterio

Este criterio se refiere al modo de planificar el desarrollo de las intervenciones de forma que el proceso de montaje e instalación sea fácil de entender y sencillo. Los sistemas diseñados a partir de componentes estandarizados facilitan su reparación y sustitución generando una menor cantidad de residuos. Asimismo, las partes estandarizadas hacen el trabajo más eficiente ya que se utilizan técnicas repetitivas de instalación y las mismas herramientas o parecidas. La estandarización puede darse en tres escalas:

1. Eficiencia y estandarización de sistemas representativos:

El uso de las mismas dimensiones o modulación permite que el proceso de montaje y las herramientas a utilizar sean las mismas.

2. Eficiencia y estandarización de conexiones:

La estandarización de estas conexiones facilita el uso de las mismas herramientas y el mismo proceso constructivo ya que se utiliza el mismo orden y pasos a seguir para la conexión de componentes y/o piezas lo que hace que todo el proceso constructivo sea más eficiente.

3. Eficiencia y estandarización de componentes/piezas:

La estandarización de piezas permite el intercambio de las mismas entre partes y componentes, el reemplazo de manera fácil y rápida (ya que se trata, por lo general, de piezas comerciales y fáciles de conseguir) y su reutilización.

Ejemplos

- Estructura realizada con piezas prefabricadas de acero /hormigón/madera, del sistema estandarizado XXX de la casa comercial XXX.
- Hoja principal de fachada resuelta con sistema prefabricado de placas de hormigón del sistema estandarizado XXX de la casa comercial XXX.
- Fachada ventilada resuelta con sistema prefabricado de perfiles de xxx (material) y placas de xxx (material) del sistema estandarizado XXX de la casa comercial XXX.
- Cubierta resuelta con sistema XXX de panel sándwich xxx de la marca comercial XXX, fijado mecánicamente sobre entramado estructural de madera.
- Instalación de suministro de agua a base de sistema XXX de la casa comercial XXX de tubería de polietileno reticulado (PEX) + piezas de conexión.
- Instalación de la red de suministro de agua con sistema estándar XXX con tubos de polietileno reticulado (PEX) de la casa XXX.

Aclaraciones sobre la justificación

- En el caso de actuaciones sobre edificios existentes, se deberá justificar que las soluciones que cumplen con este criterio son fruto de la intervención proyectada, es decir, que no existían antes de la rehabilitación.
- Para justificar el cumplimiento de este criterio se deberá indicar en qué parte del proyecto, memoria o documento complementario figura la descripción de cada intervención puntuada con "1" en la que se detallen los elementos, materiales o componentes que presentan simplicidad o estandarización y se adjunten, en su caso, las fichas técnicas emitidas por la empresa fabricante o instaladora.
- Se entenderá que la intervención evaluada cumple con este criterio si los elementos, materiales o componentes analizados son representativos respecto al conjunto de la intervención. Se podrá considerar que **la intervención cumple si al menos el 75% del elemento o sistema cumple**. De ser el caso, se deberá aportar justificación en términos de % de metros cuadrados o de metros lineales respecto de los totales, de lo contrario se deberá considerar una puntuación 0.

	<p>En las intervenciones correspondiente a instalaciones no serán objeto de análisis los equipos (sistemas de producción, bombas, equipos de control, etc.). Únicamente se analizará en este criterio la parte correspondiente a la red o a las conducciones en el caso de:</p> <p>EIS: Instalaciones de redes de saneamiento y evacuación de aguas EIF: Instalaciones de abastecimiento y suministro de agua EIC: Instalaciones de calefacción EIB: Instalaciones de climatización EIV: Ventilación y extracción</p>		
PUNTUACIÓN	0 puntos	El elemento, material o componente no es estandarizado	
	1 punto	El elemento, material o componente es estándar	
EVALUACIÓN	<p>Si la cantidad de intervenciones <</p> <p>Es necesario cumplir al menos en 1 intervención</p>	Cantidad de intervenciones	2
	<p>Si la cantidad de intervenciones ≥ 3</p> $\text{Cantidad de intervenciones} \times \underbrace{1}_{\text{Puntos máximos}} = \underbrace{\beta}_{\text{Puntuación total máxima}}$	β	2
	<p>Es necesario cumplir al menos el 20% de β</p>	Puntuación por alcanzar	1


**VOLVER A
R. RESULTADOS**
C9. SEGURIDAD DEL DESMONTAJE

DEFINICIÓN	<p><u>Descripción del criterio</u> Este criterio se refiere a que todos los elementos, componentes, módulos o sistemas que puedan desmontarse deben disponer de unas instrucciones de montaje y desmontaje (suficientemente especificadas) desde la etapa de diseño para asegurar la efectividad y seguridad del proceso. Dichas instrucciones o manual de montaje y desmontaje debe proporcionar indicaciones para la sustitución de elementos independientes y el desmontaje completo del sistema.</p> <p><u>Ejemplo</u> - La fachada ventilada se resuelve mediante el sistema XXX, y entre la documentación aportada se encuentra el Manual de Montaje y Desmontaje.</p> <p><u>Aclaraciones sobre la justificación</u> - En el caso de actuaciones sobre edificios existentes, se deberá justificar que las soluciones que cumplen con este criterio son fruto de la intervención proyectada, es decir, que no existían antes de la rehabilitación. - Para justificar el cumplimiento de este criterio se deberá indicar en qué parte del proyecto, memoria o documento complementario figura la descripción de cada intervención puntuada con "1", en la que se presenta el manual de montaje y desmontaje correspondiente, haya sido redactado por el equipo proyectista, la empresa constructora o la persona o empresa instaladora.</p>		
PUNTUACIÓN	0 puntos	No dispone de manual de montaje y desmontaje	
	1 punto	Dispone de un manual de montaje y desmontaje	
EVALUACIÓN	<p><u>Si la cantidad de intervenciones <</u> Es necesario cumplir al menos en 1 intervención</p>	Cantidad de intervenciones	2
	<p><u>Si la cantidad de intervenciones ≥ 3</u></p> $\text{Cantidad de intervenciones} \times \underbrace{1}_{\text{Puntos máximos total}} = \underbrace{\beta}_{\text{Puntuación máxima}}$ <p>Es necesario cumplir al menos el 20% de β</p>	β	2
		Puntuación por alcanzar	1

Descripción del criterio

La durabilidad es uno de los criterios claves a tomar en cuenta en la toma de decisiones en el diseño para el desmontaje y la adaptabilidad. Este punto se refiere a la cantidad de años de vida útil y coste de mantenimiento que tiene un material o sistema. Por ello es importante que cada instalación, material o componente cuente con un plan de mantenimiento preventivo, tal y como establece la normativa de edificación.

En este sentido, además de la importancia del Plan de Mantenimiento, que ha de elaborarse una vez se finalizan las obras, existen otras formas de favorecer la durabilidad de los edificios como son las siguientes:

- La selección de materiales y sistemas bajo criterios objetivos de adecuación al uso y durabilidad. En fase de proyecto esto se materializa con la incorporación del análisis de la durabilidad de los materiales en la memoria, de forma que se argumente que uno de los criterios utilizados para seleccionar la solución constructiva ha sido la durabilidad, en comparación con otros materiales habituales. Esta herramienta considera que una intervención cumple con esta mejora si al menos uno de sus materiales principales cuenta con esta información en la Memoria.
- La correcta gestión de la información durante la vida útil del edificio. Esto puede lograrse mediante el uso de modelos BIM como fuente común de información, centralizada, y estandarizada. El uso de la metodología BIM permite digitalizar la gestión de los edificios, facilita las tareas documentales de los distintos agentes, y la transferencia de información entre fases. (DA)
- El uso de materiales, productos y procesos que dispongan de un distintivo de calidad oficialmente reconocido (DCOR) o de evaluaciones técnicas de idoneidad (DIT, DAU, etc.), en el caso de sistemas innovadores.

Ejemplos de materiales y sistemas

- El revestimiento del suelo en todas las viviendas será un laminado clasificado AC-X (valor superior a los habituales) según UNE-EN 13329 (Revestimientos de suelo laminados. Elementos con capa superficial basada en resinas aminoplásticas termoestables. Especificaciones, requisitos y métodos de ensayo).
- El revestimiento del suelo del zaguán rehabilitado será baldosa cerámica. Las características prescritas sobre este material en el Proyecto han sido definidas en base a los criterios expuestos en la Guía de la Baldosa Cerámica editada por IVE. Éstas quedan identificadas con el código identificativo X/Y/Z.

Ejemplo de BIM

- El proyecto se realiza usando metodología BIM mediante formatos abiertos que permiten la estandarización y accesibilidad a la información por cualquier usuario, y durante todo el ciclo de vida del edificio.

Aclaraciones para la justificación para el caso de materiales y sistemas:

- Para justificar el cumplimiento de este criterio se deberá indicar en qué documento complementario figura el plan de mantenimiento del edificio.
- En el caso de actuaciones sobre edificios existentes, se deberá justificar que las soluciones que cumplen con este criterio son fruto de la intervención proyectada, es decir, que no existían antes de la rehabilitación.
- Para justificar el cumplimiento de este criterio se deberá indicar en qué parte del proyecto, memoria o documento complementario figura la descripción de cada intervención puntuada con "1" y el cumplimiento de este criterio.
- Se entenderá que la intervención cumple con este criterio si los materiales o sistemas analizados son representativos respecto al conjunto de la intervención. Se podrá considerar que **la intervención cumple si al menos el 75% del material o sistema cumple**. De ser el caso, se deberá aportar justificación en términos de % de metros cuadrados o de metros lineales respecto de los totales, de lo contrario se deberá considerar una puntuación 0.

Aclaraciones para la justificación para el caso de Proyecto realizado en BIM:

- **Se valorará con "1" todas las intervenciones y se especificará en qué apartado de la memoria o anejo se especifica el sistema BIM utilizado.**

RESULTADO

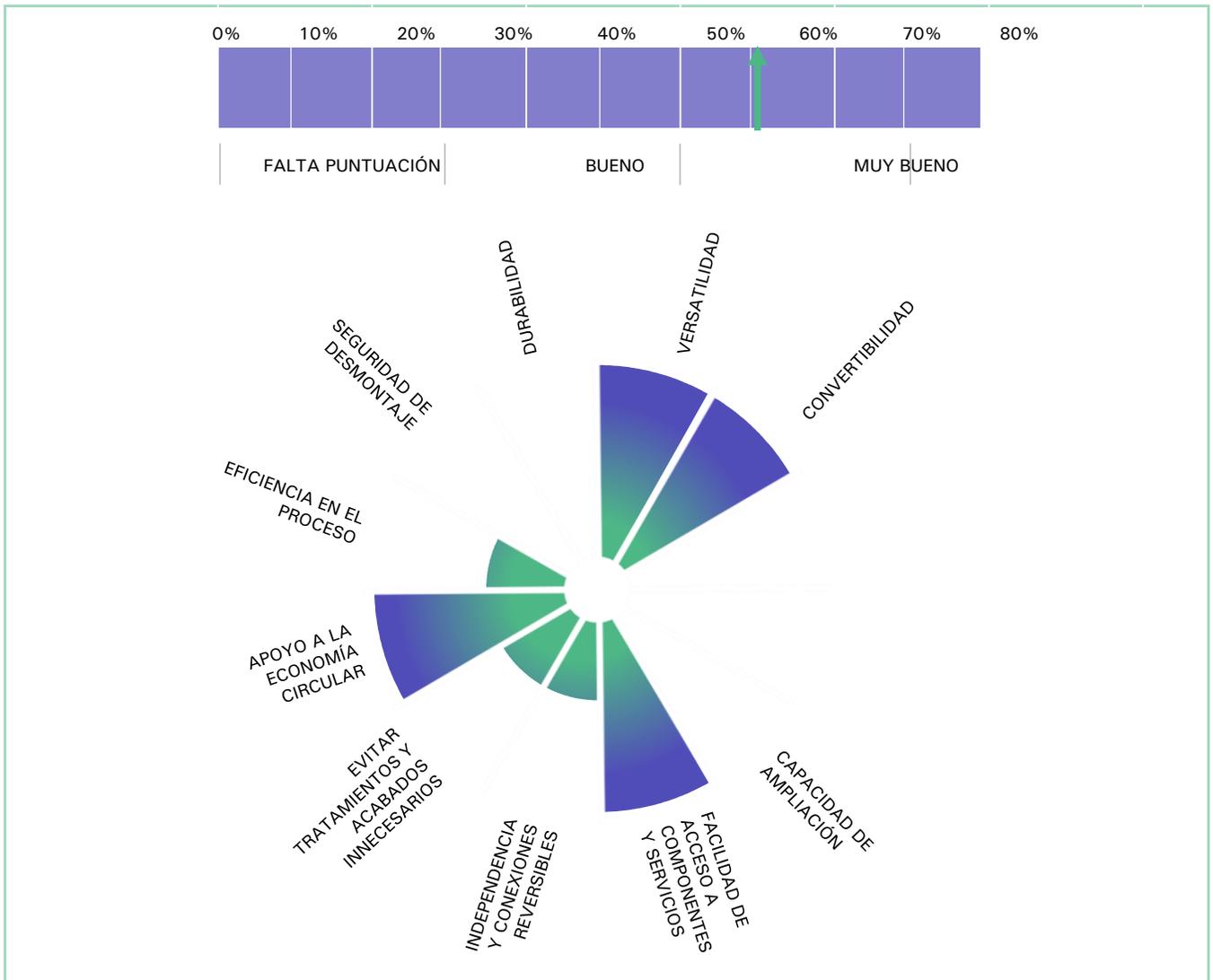
Puntuación total alcanzada	0	NO CUMPLE
-----------------------------------	----------	------------------

R. RESULTADOS

RESUMEN DE CRITERIOS EVALUADOS

C1. VERSATILIDAD	 IR A LA FICHA	CUMPLE	
C2. CONVERTIBILIDAD	 IR A LA FICHA	CUMPLE	
C3. CAPACIDAD DE AMPLIACIÓN	 IR A LA FICHA	NO CUMPLE	
C4. FACILIDAD DE ACCESO A COMPONENTES Y SERVICIOS	 IR A LA FICHA	CUMPLE	
C5. INDEPENDENCIA Y CONEXIONES REVERSIBLES	 IR A LA FICHA	CUMPLE	
C6. EVITAR TRATAMIENTOS Y ACABADOS INNECESARIOS	 IR A LA FICHA	CUMPLE	
C7. APOYO A LA ECONOMÍA CIRCULAR	 IR A LA FICHA	CUMPLE	
C8. EFICIENCIA EN EL PROCESO CONSTRUCTIVO	 IR A LA FICHA	CUMPLE	
C9. SEGURIDAD DEL DESMONTAJE	 IR A LA FICHA	NO CUMPLE	
C10. DURABILIDAD	 IR A LA FICHA	NO CUMPLE	
TOTAL DE CRITERIOS EVALUADOS	10	TOTAL DE CRITERIOS CUMPLIDOS	7
PORCENTAJE DE CRITERIOS CUMPLIDOS (%)	70%	NIVEL DE CLASIFICACIÓN OBTENIDO	MUY BUENO

GRÁFICO DE RESULTADOS



DECLARACIÓN Y FIRMA

La persona abajo firmante, con acceso al proyecto o memoria del edificio indicado en el apartado D1 de la presente ficha, expone que las características del edificio corresponden a las recogidas en el presente análisis sobre desmontaje y adaptabilidad; las intervenciones planteadas en el proyecto y la memoria se recogen de forma completa en el presente análisis; no se ha omitido o falseado información, y que la justificación de las características del edificio figuran en la documentación técnica que se ha ido indicando en cada criterio evaluado.

Firma (firma digital en PDF)



NOMBRE Y APELLIDOS

Ana

Aliaga Hilario

FECHA (dd/mm/aaaa)

25/07/2024