



GIPUZKOAKO INGENIARITZA ESKOLA
ESCUELA DE INGENIERÍA DE GIPUZKOA

GRADU AMAIERAKO LANA/ TRABAJO FIN DE GRADO

Grado en	Arquitectura Técnica	Gradua
Fecha	2026/09/06	Data

Evaluación y reducción de la huella de carbono aplicada a la rehabilitación energética del Centro Cívico de Judimendi (Vitoria-Gasteiz)

Memoria

Ikaslearen izen eta abizenak/ Nombre y apellidos del alumno/a:

Irene Larreina Martinez

Zuzendariaren izen eta abizenak/ Nombre y apellidos del director/a:

Miren Etxeberria Sagasta

Zuzendarikidearen izen eta abizenak/ Nombre y apellidos del codirector/a:

RESUMEN

La edificación presenta una fuente significativa de emisiones de gases de efecto invernadero a lo largo de todo su ciclo de vida, CO₂ mayoritariamente. Aunque históricamente la atención se ha centrado en el carbono operacional, la progresiva mejora de la eficiencia energética incrementa el peso relativo del carbono embebido, es decir, las emisiones asociadas a la producción de los materiales de construcción. El presente trabajo desarrolla una metodología de evaluación del carbono embebido aplicada al proyecto de rehabilitación del centro cívico de Judimendi, en Vitoria-Gasteiz. El análisis se centra en las fases A1-A3 del ciclo de vida, correspondientes a la extracción, transporte y fabricación de los materiales, y se enfoca en los capítulos de fachada, cubierta y carpintería de la intervención. Mediante la aplicación de diferentes criterios, se muestra una guía en la toma de decisiones que ayuda a reducir la huella de carbono, con materiales alternativos o estrategias de disminución, entre otros. Los resultados muestran que, frente al ahorro operacional obtenido mediante la mejora energética, el carbono embebido de los materiales supone un 12%. Ese resultado muestra que, en este sector, y sobre todo en la rehabilitación, hay un potencial de mejora en la reducción de la huella de carbono de los materiales.

UNICITIES

El presente trabajo de fin de grado se desarrolla dentro de la iniciativa de unicitiES 2030 impulsada por REDS-SDSN con la intención de promover la conexión entre universidades y administraciones locales para dar respuesta a los retos de la sostenibilidad urbana; más concretamente trata de contribuir al avance de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de la agenda 2030.

De los 17 objetivos, 5 están directamente relacionados con el presente trabajo:

- ODS 7. Energía asequible y no contaminante
- ODS 9. Industria, innovación e infraestructura
- ODS 11. Ciudades y comunidades sostenibles
- ODS 12. Producción y consumo responsables
- ODS 13. Acción por el clima



Figura 1. ODS 2030 (Naciones Unidas, 2015).

En este contexto, el trabajo se realiza en colaboración con el ayuntamiento de Vitoria-Gasteiz, contribuyendo al análisis y la evaluación de estrategias orientadas a la reducción del impacto ambiental del parque edificado. Además, promueve la cooperación entre estudiantes, personal docente y profesionales municipales en la búsqueda de soluciones innovadoras y aplicables.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

RESUMEN	3
UNICITIES 2030	5
ÍNDICE DE TABLAS	10
ÍNDICE DE FIGURAS	12
1. INTRODUCCIÓN.....	15
2. HIPÓTESIS Y OBJETIVOS	17
3. MARCO TEÓRICO	18
3.1. HUELLA DE CARBONO EN LA CONSTRUCCIÓN	18
3.1.1. <i>Carbono operacional</i>	19
3.1.2. <i>Carbono embebido</i>	19
3.1.3. <i>Indicador de la huella de carbono: potencial de calentamiento global (PCG)</i>	20
3.1.4. <i>Declaraciones Ambientales de Producto</i>	20
3.2. CICLO DE VIDA DE UN EDIFICIO (LCA)	21
3.4. NORMATIVAS Y ESTRATEGÍAS	24
3.4.1. <i>Contexto europeo</i>	24
3.4.2. <i>Marco estatal</i>	25
3.4.3. <i>Metodologías base</i>	26
3.5. REHABILITACIÓN Y ECONOMÍA CIRCULAR	26
3.5.1. <i>Tipos de rehabilitación</i>	27
3.6. PARQUE PÚBLICO EDIFICADO: CENTROS CÍVICOS DE VITORIA-GASTEIZ	28
3.6.1. <i>Antigüedad y evolución de la red</i>	28
3.6.2. <i>El Centro Cívico Judimendi como caso de estudio</i>	29
4. INTRODUCCIÓN AL CASO DE ESTUDIO	31
4.1. CONTEXTO Y JUSTIFICACIÓN DEL EDIFICIO	31
4.2. DATOS DEL EDIFICIO	32
4.2.1. <i>Distribución</i>	32
4.2.2. <i>Estructura</i> 34	
4.2.3. <i>Envolvente</i> 34	
5. METODOLOGÍA.....	36
5.1. FASE 1: ANÁLISIS DE LA HUELLA DE CARBONO DEL ESTADO EN PROYECTO	37
5.1.1. <i>Descripción del edificio</i>	37
5.1.2. <i>Caracterización de la reforma</i>	37
5.1.3. <i>Alcance del análisis</i>	38
5.1.4. <i>Reglas de corte</i>	38
5.1.5. <i>Declaraciones ambientales</i>	39
5.1.6. <i>Elaboración de la tabla de cálculo</i>	41

5.2.FASE 2: IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS DE REDUCCIÓN DE CO ₂	44
5.2.1. <i>Identificación de elementos críticos</i>	44
5.2.2. <i>Evaluación de alternativas</i>	45
6.METODOLOGÍA APLICADA AL CASO DE ESTUDIO	47
6.1.FASE 1: ANÁLISIS DE LA HUELLA DE CARBONO DEL ESTADO EN PROYECTO	47
6.1.1. <i>Descripción del edificio</i>	47
6.1.2. <i>Caracterización de la reforma</i>	47
6.1.3. <i>Alcance del análisis</i>	54
6.1.4. <i>Reglas de corte</i>	55
6.1.5. <i>Declaraciones ambientales</i>	56
6.1.6. <i>Elaboración de la tabla de cálculo</i>	58
7.RESULTADOS	59
7.1.RESUMEN DEL CÁLCULO POR CAPÍTULO	59
7.2.RESULTADO GLOBAL DE LA HUELLA DE CARBONO	59
7.3.FASE 2: IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS	60
7.3.1. <i>Identificación de elementos críticos</i>	60
7.3.2. <i>Evaluación de alternativas</i>	65
7.4.REDUCCIÓN ALCANZADA RESPECTO AL PROYECTO INICIAL	71
8.INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS	73
8.1.COMPARACIÓN DEL CARBONO EMBEBIDO Y AHORRO OPERACIONAL	73
8.2.INTERPRETACIÓN DE LA DISTRIBUCIÓN DEL IMPACTO POR CAPÍTULOS	74
8.2.1. <i>Fachada</i>	75
8.2.2. <i>Carpintería</i>	76
8.2.3. <i>Cubierta</i>	77
8.3.VALORACIÓN DE LAS ALTERNATIVAS DE REDUCCIÓN	78
9.CONCLUSIONES	80
9.1.CONCLUSIÓN 1: HIPÓTESIS	80
9.2.CONCLUSIÓN 1: DESARROLLO DE LA METODOLOGÍA	81
9.3.CONCLUSIÓN 2: CUANTIFICACIÓN DEL CARBONO EMBEBIDO	81
9.4.CONCLUSIÓN 3: ALTERNATIVAS DE REDUCCIÓN	82
9.5.CONCLUSIÓN GENERAL	83
10.BIBLIOGRAFÍA	84
ANEXO I: SEGUIMIENTO DE OBRA	92
ANEXO II: CÁLCULOS	103
ANEXO III: PLANOS	107

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Orden cronológico de la inauguración de los Centros Cívicos (Ayuntamiento de vitoria Gasteiz, s.f. a).....	29
Tabla 2: Ejemplo tabla de cálculo de referencia.....	41
Tabla 3. Descripción de los elementos que componen la tabla de cálculo.....	43
Tabla 4. Datos sobre la descripción del edificio (Alberola, 2023).	47
Tabla 5. Resumen presupuesto (Alberola, 2025).....	48
Tabla 6. Información sobre los diferentes sistemas constructivos antes y después de las actuaciones.	54
Tabla 7. Ejemplo de la limpieza del presupuesto antes de realizar los cálculos del PCG.....	55
Tabla 8. Valores representativos kg/m perfil.	57
Tabla 9. Ejemplo del cálculo del PCG.....	58
Tabla 10. Subtotal del carbono embebido por capítulos.....	59
Tabla 11. Resultados globales del cálculo de la huella de carbono.	59
Tabla 12. Cómputo total del carbono embebido por capítulos.	60
Tabla 13. Resultados del impacto y coste por materiales del capítulo de carpintería.	61
Tabla 14. Resultados del impacto y coste por materiales del capítulo de la cubierta.....	62
Tabla 15. Resultados del impacto y coste por materiales del capítulo de la fachada.	62
Tabla 16. Resultados del impacto y coste por unidades de obra de la carpintería.....	63
Tabla 17. Resultados del impacto y coste por unidades de obra de la carpintería.....	64
Tabla 18. Resultados del impacto y coste por unidades de obra de la fachada.	64
Tabla 19. Listado de los elementos críticos identificados, indicando su impacto y distribución porcentual.	65
Tabla 20. Comparación de dos propuestas de mejora para la sustitución del revestimiento de hormigón polimérico.	66
Tabla 21. Aplicación de los criterios de evaluación en la alternativa 1.....	66
Tabla 22. Comparación de las propuestas para la sustitución de la carpintería de aluminio (marcos de ventanas y muro cortina).....	67
Tabla 23. Aplicación de los criterios de evaluación en los perfiles de carpintería.	68
Tabla 24. Comparación ambiental de la subestructura de aluminio de la fachada ventilada.....	68
Tabla 25. Aplicación de los criterios de evaluación en la alternativa de subestructura.....	69
Tabla 26 Comparación de dos propuestas de aislamiento térmico.....	70
Tabla 27. Aplicación de los criterios de evaluación en la alternativa 4.....	71
Tabla 28. Cantidad de CO ₂ evitada mediante la reutilización de la grava.....	71
Tabla 29. Ahorro de CO ₂ con la aplicación de la propuesta.	72
Tabla 30. Descripción de los avances observados en las visitas de obra.....	94

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. ODS 2030 (Naciones Unidas, 2015).....	5
Figura 2. Distribución de las emisiones globales de carbono. (adaptado de World GBC, 2019)	18
Figura 3. Información de las diferentes etapas del ciclo de vida según EN 15978 (Aenor, 2024).....	22
Figura 4. Red de Centros Cívicos (en rojo) y polideportivos (en azul), (Ayuntamiento de Vitoria-Gasteiz, s.f. a).....	28
Figura 5. Vista aérea del emplazamiento del Centro cívico de Judimendi (Google Earth, 2025).....	31
Figura 6. Fachada principal desde la Plaza Sefarad del Centro Cívico de Judimendi pre-proyecto (Ayuntamiento de Vitoria-Gasteiz, 2024).....	32
Figura 7. Plano de planta baja en estado actual (Alberola, 2023).	33
Figura 8. Elevación alzado norte (entrada principal) (Alberola, 2023).....	33
Figura 9. Resultados de una de las DAP utilizada para el cálculo (Datos verificados por AENOR para Strugal).	40
Figura 10. Ventana interior RF (fotografía tomada durante la visita de obra).....	49
Figura 11. Perfiles reforzados y sin reforzar para el muro cortina (fotografía tomada durante la visita de obra).	50
Figura 12. Estructura para colocación de lamas sobre lucernarios (planos de proyecto).....	50
Figura 13. Detalle de la ejecución de la cubierta plana invertida no transitable, se aprecian las diferentes capas que la componen junto con el anclaje de la línea de vida.	51
Figura 14. Cubierta inclinada vista desde arriba, junto con la cubierta no transitable de grava (fotografía tomada durante la visita de obra)	52
Figura 15. Detalle de la cubierta ligera, placa de policarbonato a la izquierda y panel de sándwich a la derecha.....	52
Figura 16 y Figura 17.: Detalle de la ejecución de la fachada ventilada, donde se aprecian la fábrica existente, el aislamiento térmico de lana mineral, la subestructura metálica y el revestimiento exterior de hormigón polimérico (Alberola, 2025).....	53
Figura 18. Ejemplo de una de las secciones (perfil S72) tomadas para el cálculo del peso por metro lineal (Strugal, s. f.).....	57
Figura 19. Comparación entre las emisiones de carbono embebidas y el ahorro de emisiones derivado de la reducción del consumo energético del edificio.....	73
Figura 20. Compensación del CO ₂ por superficie en un periodo de 50 años (unidad en kg de CO ₂ eq/m ²).....	74
Figura 21. Distribución del impacto por capítulos.	75
Figura 22. Distribución en del impacto de la fachada.	75
Figura 23. Distribución en del impacto de la carpintería.	76
Figura 24. Distribución en del impacto de la cubierta.....	77
Figura 25. Reducción del carbono embebido por capítulos.	78

Figura 26. Reducción de la compensación del CO ₂ por superficie en un periodo de 50 años (unidad en kg de CO ₂ eq/m ²).	79
Figura 27. Muro cortina de la fachada principal visto desde el interior (parte de la estructura y vidrios instalados).	95
Figura 28. Refuerzos sujeción del dintel al forjado.	95
Figura 29. Cubierta no transitable de grava, junto con la cubierta inclinada vista desde arriba (instalación en curso del policarbonato).	95
Figura 30. Detalle de la ejecución de la cubierta plana invertida no transitable, nuevo material instalado (aislamiento XPS, lamina geotextil y la grava reutilizada).	95
Figura 31. Huecos de las nuevas carpinterías a instalar.	96
Figura 32. Perfil de refuerzo del muro cortina.	96
Figura 33. Impermeabilización recercos de carpintería con lámina de polietileno.	96
Figura 34. Carpintería interior con resistencia al fuego.	96
Figura 35. Colocación de las láminas de policarbonato de la cubierta ligera.	96
Figura 36. Relleno y aislamiento de marcos de ventanas con espuma de poliuretano.	96
Figura 37. Montantes anteriores de la entrada principal	97
Figura 38. Subestructura vertical de aluminio.	97
Figura 39. Muro de fijación del sistema de fachada ventilada.	97
Figura 40. Placa de hormigón polimérico sobre perfil guía intermedio.	97
Figura 41. Ejecución de la fachada ventilada.	98
Figura 42. Ejecución de la fachada ventilada.	98
Figura 43. Refuerzo de perfiles muro cortina con acero.	98
Figura 44. Montantes verticales y horizontales del muro cortina.	98
Figura 45. Ejecución del muro cortina en la entrada principal.	99
Figura 46. Premarcos impermeabilizados.	99
Figura 47. Impermeabilización de recercos con lámina de polietileno.	99
Figura 48. Impermeabilización recercos con lámina de polietileno.	99
Figura 49. Estructura actual del lucernario exterior.	100
Figura 50. Estructura actual del lucernario del interior.	100
Figura 51. Muro cortina y fachada ventilada de la calle Aramburu en ejecución.	101
Figura 52. Cubierta ligera desde el polideportivo terminada.	101
Figura 53. Muro cortina visto desde el interior del polideportivo.	101
Figura 54. Muro cortina de la puerta principal desde el interior ejecutado.	102
Figura 55. Lucernarios instalados junto con las protecciones solares.	102

1. INTRODUCCIÓN

La edificación es responsable del 39% de las emisiones globales, un porcentaje que engloba todo el carbono que se genera a lo largo del ciclo de vida de un edificio: desde la fabricación de los materiales y su construcción, hasta su uso y demolición (UNEP, 2023). A este conjunto de carbono generado de principio a fin se le denomina huella de carbono.

El carbono dióxido (CO₂), junto con el metano (CH₄) y el óxido nitroso (N₂O), forman los llamados gases de efecto invernadero (GEI), principales contribuyentes del calentamiento global (IPCC, 2013). Tal y como se definió en la primera convención sobre el cambio climático dicho efecto, se trata de una alteración en el clima atribuido mayoritariamente por la actividad humana (Naciones Unidas, 1992), cuyas consecuencias, resultan cada vez más visibles.

Es por ello, que, en las últimas décadas, se han empezado a tomar medidas con el objetivo de frenar dichos efectos, reduciendo las emisiones de carbono que se generan a partir de las diferentes actividades humanas. Si bien, en el sector de la construcción se han hecho avances significativos en la mejora de la eficiencia energética, las emisiones de carbono generadas a partir de los materiales han tomado menos relevancia (UNEP, 2023).

Por ello, abordar el reto del cambio climático con eficacia y avanzar hacia los objetivos de la Agenda 2030 exige que el sector de la construcción trabaje en la reducción de la huella de carbono a lo largo de todo el ciclo de vida completo (UNEP, 2023). Este trabajo se centra concretamente en el carbono embebido, es decir, en las fases de producción y fabricación de los materiales.

Además, la rehabilitación del parque edificado existente adquiere una relevancia especial frente a la obra nueva. Según estima la Comisión Europea en su estrategia Renovation Wave, alrededor del 75% de los edificios que formarán parte del parque inmobiliario europeo en 2050 ya están construidos en la actualidad, mientras que el ritmo actual de renovación energética se sitúa en apenas el 1% del parque edificado al año (Comisión Europea, 2020).

Esto implica que buena parte del reto de descarbonización del sector depende en gran medida de intervenir sobre lo ya existente. Además, frente a la obra nueva, la rehabilitación

permite aprovechar la estructura y buena parte de los elementos constructivos ya presentes en el edificio, evitando el impacto asociado a su fabricación y reduciendo así el carbono embebido total de la intervención en comparación con una edificación nueva. No obstante, pese a ser en menor medida, cualquier tipo de intervención genera carbono. Por ello, resulta necesario profundizar en criterios metodológicos que permitan orientar su selección hacia soluciones de menor huella de carbono.

Por todo ello, en el presente trabajo se desarrolla una herramienta con el fin de reducir la huella de carbono de los materiales en proyectos de rehabilitación, guiando la toma de decisiones para la disminución de dicho indicador. Así pues, el marco metodológico se aplica en torno al proyecto de rehabilitación del Centro Cívico de Judimendi, en Vitoria-Gasteiz.

2. HIPÓTESIS Y OBJETIVOS

Al afirmar que toda intervención en un edificio implica, en mayor o menor medida, un aumento de las emisiones asociadas a la producción de materiales, podría pensarse que no intervenir sería la solución más favorable en cuanto a ahorro de carbono embebido se refiere, ya que se evitaría la producción de los materiales. Sin embargo, teniendo en cuenta el comportamiento del edificio a lo largo de su ciclo de vida, esta idea pierde peso por el consumo que conlleva un edificio en su uso cotidiano (UNEP, 2023).

Ello conduce a replantear la relevancia del carbono asociado a cada fase de construcción y plantea la hipótesis de investigación: ¿Qué peso coge el carbono embebido en una rehabilitación energética? ¿Qué criterios adquieren importancia al reducir el carbono embebido en una rehabilitación?

A partir de esa cuestión, en el presente trabajo se analizará el impacto de la fase de producción de los materiales (A1-A3) del Centro Cívico de Judimendi, con el fin de desarrollar una metodología de evaluación de la huella de carbono, orientando así la toma de decisiones hacia el uso de soluciones más sostenibles.

Para ello, se plantean los siguientes objetivos principales:

1. Desarrollar una metodología de evaluación del carbono embebido replicable en proyectos de carácter de uso público.
2. Cuantificar la huella de carbono asociada a los materiales incorporados en el caso de estudio seleccionado.
3. Evaluar alternativas de sustitución de los elementos críticos identificados, para reducir su impacto ambiental.
4. Contrastar el carbono embebido generado por los materiales con el ahorro operacional previsto, para valorar el balance ambiental global de la intervención.

3. MARCO TEÓRICO

El capítulo presentado a continuación, recoge los conceptos y normativa sobre los que se apoya el desarrollo de este trabajo, organizados en tres bloques.

En un primer lugar se definirá la construcción sostenible y ciclo de vida de un edificio, introduciendo el marco legal y normativo en el que se sitúa actualmente. En segundo lugar, se definirá la rehabilitación y los diferentes tipos para situar el caso estudiado. Finalmente, se presentará el contexto de los centros cívicos donde se aplicará la metodología desarrollada.

3.1. HUELLA DE CARBONO EN LA CONSTRUCCIÓN

La huella de carbono de un edificio puede entenderse como el conjunto de emisiones de gases de efecto invernadero asociadas al edificio a lo largo de su ciclo de vida, considerando tanto las emisiones de su funcionamiento como aquellas asociadas a los materiales, proceso de construcción y demás etapas del ciclo de vida (Fenner et al., 2018). Es cierto que en los últimos años la atención se ha puesto en la reducción del carbono operacional por ser la categoría que más impacto genera (UNEP, 2023); tomando el total de las emisiones globales, un 28% pertenece a emisiones de carbono operacional frente a un 11% de carbono embebido (*Figura 2*).

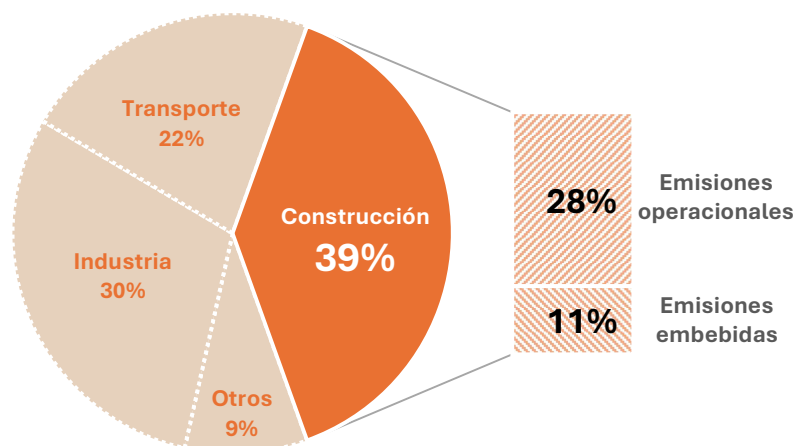


Figura 2. Distribución de las emisiones globales de carbono. (adaptado de World GBC, 2019)

Históricamente, el desarrollo de la reducción del carbono operacional ha sido uno de los retos del sector, ya que ocupa más de la mitad de la huella de carbono en el ciclo de vida de un edificio. Sin embargo, a medida que este indicador se ha ido reduciendo, el carbono embebido se ha quedado rezagado. Asimismo, según un estudio realizado en 2022 por *Architecture 2030*, se prevé que, en ausencia de medidas específicas, el carbono embebido pueda llegar a representar hasta un 49% de las emisiones totales del sector para el año 2050 (UNEP, 2023).

Por lo tanto, en la transición hacia la descarbonización de la construcción se requiere el diseño de estrategias que engloben el ciclo de vida completo, en línea con principios de la economía circular. En este contexto, la huella de carbono de un edificio debe entenderse como el resultado conjunto de las emisiones embebidas y las emisiones operacionales (UNEP, 2023). En los apartados siguientes se describen las características principales de cada una de ellas.

3.1.1. Carbono operacional

Este concepto se usa para contabilizar el carbono generado en la fase de uso y mantenimiento de un edificio. Es decir, las emisiones generadas a partir del acondicionamiento para mantener el confort dentro del edificio: calefacción, refrigeración y suministro energético, principalmente (Hosseini et al, 2025).

Se trata de un impacto con carácter acumulativo, ya que se genera de forma continuada durante las fases de uso del edificio. Por ello, su magnitud puede reducirse progresivamente mediante actuaciones de rehabilitación energética, como la mejora de la envolvente térmica, el aumento de la eficiencia de las instalaciones o la incorporación de fuentes de energía renovables (Lewis et al, 2022).

3.1.2. Carbono embebido

Las emisiones de carbono embebido son generadas a partir de la manufactura, transporte, instalación mantenimiento y deshecho de los materiales empleados en la construcción de edificios, carreteras u otras infraestructuras (Lewis et al., 2022).

Estas emisiones son particularmente importantes en cuanto a los objetivos fijados para 2030, ya que se producen de manera inmediata. Por lo tanto, a diferencia de las emisiones operacionales, tienen un potencial de reducción a corto plazo (Lewis et al., 2022).

Dado que las posibilidades de reducción del carbono embebido se dan en la fase de diseño del proyecto, este trabajo se centra en el desarrollo de una metodología orientada a la toma de decisiones con el objetivo de reducir dicho impacto durante las primeras fases del proyecto, cuando aún hay mayor facilidad de actuar sobre él.

3.1.3. Indicador de la huella de carbono: potencial de calentamiento global (PCG)

El objetivo del Potencial de calentamiento global es medir las emisiones de gases de efecto invernadero asociadas al edificio en las diferentes fases de su ciclo de vida. Es decir, contabiliza la contribución que hace el edificio a las emisiones que causan los efectos asociados al cambio climático (World GBC, 2024).

El rendimiento del edificio está relacionado directamente con las emisiones de gases de efecto invernadero, haciendo que cuanto más bajo sea el indicador, más eficiente será el edificio. En esa reducción juega un gran papel la disminución del uso de materiales e instalando materiales con bajas emisiones de carbono asociadas (reutilizados y reciclados). (Comisión Europea, 2021).

Este término también es denominado como “evaluación de la huella de carbono” o “medición del carbono a lo largo de toda la vida”, el cual utiliza la unidad de medida en kg de equivalentes de CO₂ por m²de superficie interior útil para un periodo de estudio de referencia de 50 años (kg CO₂ eq./m²/año) (Comisión Europea, 2021).

Además, la consideración de este indicador está adquiriendo importancia dentro del marco normativo europeo. Según la Directiva Europea EPBD (Energy Performance of Buildings Directive) relativa a la eficiencia energética de los edificios, está incorporando progresivamente el cálculo del Potencial de Calentamiento Global, introduciendo límites para dicho valor (Directiva UE 2024/1275, 2024). De esta manera, el enfoque de la eficiencia en la construcción pasa a englobar el ciclo de vida completo, desde la producción de los materiales y su construcción a su fin de vida. Es por eso por lo que la metodología desarrollada en este trabajo se basa en la obtención de dicho indicador.

3.1.4. Declaraciones Ambientales de Producto

Para poder cuantificar el PCG de los materiales empleados en una rehabilitación, es necesario disponer de datos ambientales fiables y comparables sobre cada producto. Las Declaraciones Ambientales de Producto (DAP), conocidas también como EPD

(Environmental Product Declaration), son documentos normalizados que recogen de forma cuantificada y verificada por un tercero independiente el impacto ambiental de un producto a lo largo de su ciclo de vida, conforme a la norma ISO 14025 y a las reglas de categoría de producto establecidas en la EN 15804 (DAPconstrucción, s.f. a). Su función principal es aportar transparencia a los datos empleados en los análisis de ciclo de vida; permite comparar diferentes productos contribuyendo en la reducción de emisiones de carbono (One Click LCA, 2025).

Según su alcance, existen distintos tipos de DAP (DAPconstrucción, s.f. b):

DAP específica de producto: recoge el análisis de un único producto de un único fabricante, siendo la más precisa.

DAP de varios productos (multiproducto): proporciona el impacto de varios productos de un mismo fabricante con procesos y fases similares.

DAP sectorial: agrega datos de distintos fabricantes de un mismo sector, normalmente impulsada por una asociación, y refleja el comportamiento medio del sector en lugar de casos aislados.

Estos documentos han resultado fundamentales para el desarrollo de este trabajo, ya que los cálculos de huella de carbono presentados en los siguientes apartados se han basado en los datos obtenidos a partir de distintas DAP, tanto de fabricante como sectoriales, según la disponibilidad de información para cada material analizado.

3.2. CICLO DE VIDA DE UN EDIFICIO (LCA)

El Life Cycle Assessment es una metodología científica que evalúa el impacto ambiental de un producto, proceso o servicio a lo largo de su ciclo de vida. En construcción, es utilizado para medir el impacto de los materiales o bien de la vida completa del edificio, desde la extracción de materias primas, hasta la fabricación, uso y disposición final (Barbhuiya Y Das, 2023).

Esta metodología se lleva a cabo en cuatro etapas principales, empezando por la Definición del Objetivo y Alcance (ISO 14040), ajustando a cada estudio los límites del análisis dependiendo del objetivo. Seguidamente, en el Análisis de Inventario (ISO 14041), se recopilan los datos sobre los insumos y las emisiones asociadas con cada etapa del ciclo

de vida a calcular. Tras la recopilación, para hacer una Evaluación del Impacto (ISO 14042), se relacionan los datos con posibles efectos ambientales, como el calentamiento global y la acidificación. Finalmente, se lleva a cabo la Interpretación (ISO 14043), donde se evalúan los resultados y se identifican áreas de mejora y oportunidades para reducir el impacto ambiental (*The Carbon Leathership Forum, 2019*).

En la definición del objetivo y alcance, se determinan las etapas del ciclo de vida que se quieren cubrir, pudiendo definirse de las siguientes maneras: por un lado, de la “cuna” (la extracción de las materias primas que se utilizan en la construcción del edificio) a la “tumba” (la deconstrucción del edificio y como abordar sus materiales de construcción, valorización, reutilización, reciclaje y eliminación). Por otro lado, existe el término de la “cuna” a la “puerta”, centrándose solamente en las fases de uso de la producción de los materiales.

Además, la norma EN 15978 define cuatro fases principales del ciclo de vida en las que está basado el análisis del ciclo de vida. Estas se dividen en módulos a los que se asignan impactos ambientales asociados con actividades y procesos (PNE-EN 15978, 2024). A continuación, se describen los módulos asociados a cada fase del ciclo de vida:

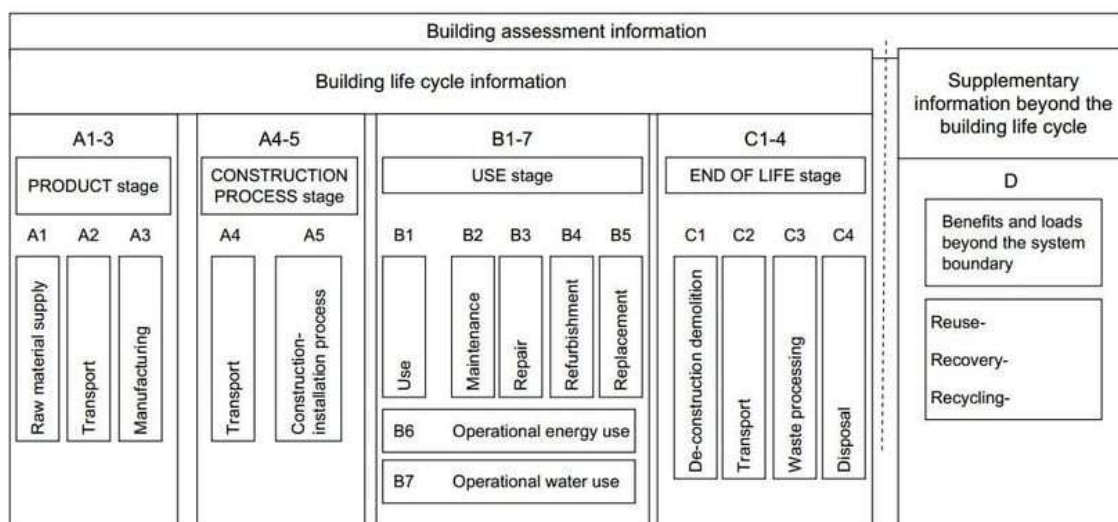


Figura 3. Información de las diferentes etapas del ciclo de vida según EN 15978 (Aenor, 2024).

A1-A3: Fase de productos

El límite de los módulos A1 a A3 cubre los procesos “de la cuna a la tumba” de los materiales y servicios utilizados en la construcción; las reglas para determinar sus impactos y aspectos están definidos en la norma EN15804.

A3-A4: Fase de construcción

La fase del proceso de construcción abarca los procesos desde la puerta de la fábrica de los diferentes productos de construcción hasta la finalización práctica de la obra.

B1-B5: Fase de uso

La fase de uso cubre el periodo desde la finalización práctica de la obra hasta el momento en que el edificio se deconstruye o demuele. Se incluyen los siguientes límites del sistema:

- El uso de productos de construcción y servicios para proteger conservar o controlar el edificio;
- Escenarios de mantenimiento, por ejemplo, la limpieza, el funcionamiento y la sustitución de maquinaria;
- Impactos y aspectos del sistema técnico integrado En el edificio y el mobiliario, los equipos y los accesorios relacionados con el edificio.

B6: Fase de uso. Energía operacional

El límite debe incluir el consumo de energía de los sistemas técnicos integrados en el edificio durante el funcionamiento de este último.

B7: Fase de uso. Agua operacional

Aquí se debe incluir el consumo de agua total y su tratamiento (antes y después del uso) durante el funcionamiento normal del edificio (salvo durante el mantenimiento, la reparación, la sustitución y el reacondicionamiento).

C1-C4: Fase fin de vida útil

Esta fase de vida de un edificio comienza cuando este se desmantela y no se prevé ningún otro uso adicional. Considerándose la demolición o la deconstrucción del edificio un proceso de múltiples salidas que ofrece una fuente de materiales, productos y elementos del edificio que se eliminarán, recuperarán o reciclarán.

D: Beneficios y cargas fuera de los límites del sistema

Los componentes para reutilización y los materiales para reciclaje y valorización energética se consideran como posibles recursos para uso en el futuro. El módulo D cuantifica las cargas o los beneficios ambientales netos derivados de la reutilización, el reciclaje y la

valorización energética resultantes de los flujos netos de materiales y de la energía exportada que sale de los límites del sistema.

Teniendo en cuenta todas las fases que reúne el ciclo de vida de un edificio, cabe destacar, que este trabajo se centra en los procesos de “la cuna a la puerta”, es decir, las fases A1-A3, donde se contempla la extracción, transporte y producción de materias primas.

3.4. NORMATIVAS Y ESTRATEGIAS

El cambio climático constituye un desafío global que no puede abordarse únicamente mediante actuaciones individuales. La magnitud del problema requiere una transformación profunda de los modelos de producción, consumo y construcción, impulsada mediante políticas públicas, estrategias internacionales y marcos normativos que orienten la transición hacia un desarrollo más sostenible (Naciones Unidas, 2023).

En respuesta a este escenario, durante las últimas décadas se han desarrollado acuerdos internacionales y estrategias políticas que establecen objetivos comunes para la reducción de emisiones y la adaptación al cambio climático.

Estos compromisos se han ido trasladando progresivamente a la legislación europea y nacional, afectando de forma directa al sector de la edificación (Naciones Unidas, 2023).

3.4.1. Contexto europeo

Energy Performance of Buildings Directive (EPBD)

La EPBD se trata de una directiva de la Unión Europea relativa a la eficiencia energética de los edificios (Energy Performance of Buildings Directive) que está regulada por la directiva (UE) 2024/1275. Mediante esa nueva legislación se incorpora una progresiva ampliación del enfoque tradicional centrado en la eficiencia energética hacia la consideración del impacto climático del edificio durante todo su ciclo de vida.

Se establece que el potencial de calentamiento global (PCG) del ciclo de vida deberá calcularse e incluirse en los certificados de eficiencia energética de todos los edificios nuevos con una superficie mayor a 1000 m² a partir de 2028. Además, este requisito atenderá a cualquier edificio de nueva construcción sin importar su superficie a partir de 2030 (Comisión Europea, 2025).

La propia directiva, considera este requisito como un primer paso hacia una mayor consideración del comportamiento ambiental de los edificios durante todo su ciclo de vida (Directiva UE 2024/1275, 2024).

Además, en 2025 se publicó una norma que amplía la Directiva (UE) 2024/1275 en lo que respecta al cálculo del PCG del ciclo de vida en el que se establece un marco común para todos los países, facilitando comparabilidad y coherencia (Comisión Europea, 2025).

En el artículo 7 de dicha normativa (Anexo III), se enumeran algunas de las características en las que se debe basar el cálculo del PCG:

- El indicador de cada etapa del ciclo de vida se debe expresar en kg de CO₂ eq/ m² (de superficie útil).
- Se debe calcular en un periodo de estudio de referencia de 50 años.
- La definición de escenarios y los cálculos se llevarán a cabo de conformidad con la norma EN 15978

Además, para facilitar el cálculo, la Union Europea lanza la herramienta Level(s) como base en la que se especifica de manera detallada la metodología a seguir con todas las especificaciones del marco común (Directiva UE 2024/1275, 2024).

Asimismo, el PCG calculado en este trabajo, se ha elaborado a partir de las características detalladas en Level(s).

3.4.2. Marco estatal

Estos compromisos internacionales y europeos se trasladan al ordenamiento español a través de dos instrumentos complementarios. Por un lado, el Código Técnico de la Edificación (CTE) traslada las exigencias energéticas de la EPBD a su Documento Básico DB-HE (Ahorro de Energía), que fija los requisitos mínimos de eficiencia energética exigibles tanto en obra nueva como en intervenciones sobre el parque existente.

Por otro lado, y en cumplimiento de la obligación europea de disponer de una estrategia nacional de rehabilitación a largo plazo, España cuenta con la Estrategia a Largo Plazo para la Rehabilitación Energética en el Sector de la Edificación (ERESEE), actualizada en 2014, 2017 y 2020, que fija como objetivo un parque edificado descarbonizado y de alta eficiencia energética para 2050 (Ministerio de Vivienda y Agenda Urbana, s. f.). Es

precisamente esta estrategia de la ERESEE, impulsada por los fondos del Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia y Next Generation EU, el que ha dado lugar a programas de financiación como el PIREP, al que se acoge la rehabilitación del Centro Cívico Judimendi (Ayuntamiento de Vitoria-Gasteiz, 2022), edificio elegido como caso de estudio de la metodología desarrollada.

3.4.3. Metodologías base

Junto a estos marcos normativos, orientados a fijar objetivos y obligaciones, ha sido necesario desarrollar herramientas metodológicas comunes que permitan medir y comparar el comportamiento ambiental real de los edificios. En este sentido, la Comisión Europea, desarrolló Level(s): un marco común de indicadores de sostenibilidad para edificios concebido como un "lenguaje común" para todo el sector de la construcción europeo (Comisión Europea, s. f.). Level(s) estructura la evaluación de un edificio en seis macro-objetivos a lo largo de su ciclo de vida completo: las emisiones de gases de efecto invernadero, el uso circular de materiales, el consumo eficiente de agua, la calidad de los espacios interiores, la adaptación al cambio climático y el coste del ciclo de vida. El primero de ellos “emisiones de GEI a lo largo del ciclo de vida” es el que resulta directamente aplicable a este trabajo, ya que engloba tanto el carbono operacional como el carbono embebido de los materiales, y se calcula conforme a las normas EN 15978 y EN 15804 introducidas en el apartado 3.2.

Level(s) constituye así el marco metodológico de referencia sobre el que se apoya la metodología de cálculo desarrollada en este trabajo.

3.5. REHABILITACIÓN Y ECONOMÍA CIRCULAR

La economía circular trata de minimizar el consumo de materiales promoviendo una utilización eficiente, extendiendo su uso de vida y evitando el desperdicio. Este concepto se desarrolló principalmente con el objetivo de reducir el consumo de materias primas en procesos de manufactura. Asimismo, aplicando principios de la economía circular en la construcción, se le da prioridad al aprovechamiento de lo ya construido, impulsando la rehabilitación frente a trabajos de obra nueva (Hosseini et al., 2025).

El proceso de rehabilitación trata el acto de volver a habilitar o renovar construcciones adecuando el edificio a estándares actuales. De esta manera, se aprovecha el espacio, recursos

y estructura ya existentes, evitando el uso de materias primas vírgenes con alta intensidad de emisiones que, de otro modo, serían necesarias para una nueva construcción (UNEP, 2023).

3.5.1. Tipos de rehabilitación

La rehabilitación de los edificios existentes puede responder a diferentes necesidades de mejora relacionadas con sus prestaciones, su estado de conservación y su adecuación a las exigencias actuales. El Real Decreto 853/2021, de 5 de octubre, plantea la rehabilitación desde un enfoque integral, en el que la mejora de la eficiencia energética puede combinarse con actuaciones destinadas a mejorar la accesibilidad, la conservación y la seguridad de los edificios. Asimismo, el Anexo I de dicho Decreto identifica diferentes ámbitos de actuación para la mejora de las prestaciones del edificio, entre los que se encuentran la eficiencia energética, la seguridad de utilización y accesibilidad, la seguridad contra incendios y la conservación, entre otros (Real Decreto 853/2021).

A partir de estos ámbitos, y atendiendo a las características del caso de estudio, se consideran cuatro tipos principales de actuación:

- **Rehabilitación energética:** actuaciones sobre la envolvente térmica y las instalaciones destinadas a reducir la demanda y el consumo energético del edificio.
- **Rehabilitación para la accesibilidad:** actuaciones destinadas a eliminar barreras arquitectónicas y mejorar las condiciones de accesibilidad y seguridad de utilización.
- **Rehabilitación de conservación:** actuaciones dirigidas a subsanar deficiencias y deterioros de los elementos constructivos, instalaciones y, cuando corresponda, elementos estructurales.
- **Rehabilitación frente al riesgo de incendio:** actuaciones destinadas a mejorar las condiciones de seguridad en caso de incendio, especialmente en relación con la evacuación y las medidas de protección.

Dentro del presente trabajo, adquieren especial relevancia las actuaciones de mejora de la eficiencia energética, particularmente aquellas que afectan a la envolvente del edificio, debido a la incorporación de nuevos materiales y al impacto ambiental asociado a su fabricación. Por ello, estas actuaciones serán objeto de un análisis específico de su huella de carbono incorporada en los apartados posteriores.

3.6. PARQUE PÚBLICO EDIFICADO: CENTROS CÍVICOS DE VITORIA-GASTEIZ

Los Centros Cívicos son equipamientos municipales ubicados en los distintos barrios de la ciudad donde se desarrollan diversos servicios, programas y actividades de carácter cultural, deportivo, formativo y socio comunitario, así como de información y atención social a la ciudadanía con parámetros de integración y participación (Ayuntamiento de Vitoria-Gasteiz, 2023).

La red de centros cívicos de Vitoria-Gasteiz, formada por 14 centros, presenta una elevada intensidad de uso. En 2022 se registraron más de 4 millones de accesos en el conjunto de los centros cívicos y polideportivos municipales, lo que evidencia la elevada afluencia de personas y la importancia de estos equipamientos para la ciudadanía (Ayuntamiento de Vitoria-Gasteiz, 2023).



Figura 4. Red de Centros Cívicos (en rojo) y polideportivos (en azul), (Ayuntamiento de Vitoria-Gasteiz, s.f. a)

3.6.1. Antigüedad y evolución de la red

La red de centros cívicos comenzó a desarrollarse durante la década de 1980, con la apertura del primer centro en Sansomendi en 1985. Durante las décadas siguientes se produjo una expansión progresiva por los distintos barrios de Vitoria-Gasteiz, hasta alcanzar los 14 centros actuales (Ayuntamiento de Vitoria-Gasteiz, s.f. a). Entre ellos se encuentra el Centro Cívico Judimendi, inaugurado en 1990, perteneciente a las primeras generaciones de equipamientos de la red.

PERIODO	CENTRO CÍVICO
1985	Sansomendi (primer centro cívico de la ciudad)
1986 - 1987	Campillo, Abetxuko y Ariznabarra
1989	Iparralde
1990	Europa, Judimendi, Lakua, Hegoalde y Aldabe
2006	El Pilar
2010	Ibaiondo
2015	Salburua
2017	Zabalgana

Tabla 1. Orden cronológico de la inauguración de los Centros Cívicos (Ayuntamiento de Vitoria Gasteiz, s.f. a)

Una parte significativa de la red fue construida antes de la implantación de las actuales exigencias de eficiencia energética, por lo que estos “grandes consumidores”, referidos así por la alta demanda energética que presentan, requieren actuaciones de actualización y mejora energética, especialmente en la envolvente térmica y las instalaciones.

En este contexto se han impulsado diferentes actuaciones de rehabilitación energética integral. Entre ellas destaca el Centro Cívico Judimendi, cuya intervención se inició a partir de un proceso de diagnóstico y planificación desarrollado desde 2017 y posteriormente actualizado para su incorporación al Programa de Impulso a la Rehabilitación de Edificios Públicos (PIREP). La actuación persigue una reducción del 43 % del consumo de energía primaria no renovable y del 44 % de las emisiones de CO₂, mediante la intervención sobre la envolvente y las instalaciones del edificio (Ayuntamiento de Vitoria-Gasteiz, 2022).

3.6.2. El Centro Cívico Judimendi como caso de estudio

La elección del Centro Cívico Judimendi como caso de estudio responde a su antigüedad, intensidad de uso y magnitud de la rehabilitación prevista. Inaugurado en 1990, forma parte de los centros de primera generación de la ciudad y, además, integra espacios socioculturales, deportivos y de servicios municipales, por los cuales recibe aproximadamente 270.000 accesos anuales (Ayuntamiento de Vitoria-Gasteiz, s.f. b).

La rehabilitación planteada constituye una actuación integral que incorpora mejoras en la envolvente térmica, carpinterías, cubiertas, instalaciones de climatización y ventilación, recuperación de energía y generación fotovoltaica. La incorporación de un volumen significativo y diverso de materiales convierte esta intervención en un caso adecuado para

analizar la huella de carbono asociada a los materiales incorporados en una rehabilitación energética.

No obstante, como medida de mantenimiento que suele tomar el ayuntamiento, las instalaciones reciben mejoras habitualmente, por lo que el sistema de calefacción u otros sistemas han sido renovados recientemente. Es por esto que, pese a que el proyecto de rehabilitación englobe diferentes campos de mejora, el principal objetivo es intervenir sobre la envolvente. De esta manera, la reducción del 43% de las emisiones se consiguen mediante la rehabilitación de fachadas, carpinterías y cubierta.

Por tanto, el Centro Cívico Judimendi representa un caso de especial interés dentro de la estrategia de mejora energética de la red de centros cívicos de Vitoria-Gasteiz. Su análisis permite estudiar no solo la mejora del comportamiento energético de un edificio público existente, sino también las emisiones de carbono asociadas a los materiales necesarios para llevar a cabo dicha rehabilitación.

Asimismo, la elección de este caso de estudio permite desarrollar la metodología del cálculo de carbono embebido en rehabilitaciones de Centros Cívicos y, a su vez, permite calcular la relevancia del carbono embebido en los materiales de rehabilitación respecto al carbono operacional ahorrado en 50 años de vida útil de la rehabilitación.

Con todo esto, en el presente trabajo se desarrolla una metodología para reducir la huella de carbono en rehabilitaciones energéticas.

4. INTRODUCCIÓN AL CASO DE ESTUDIO

4.1. CONTEXTO Y JUSTIFICACIÓN DEL EDIFICIO

Para el desarrollo del presente trabajo, se ha seleccionado como caso de análisis el centro cívico de Judimendi, ubicado en Vitoria-Gasteiz, frente a la plaza Sefaraz, entre la avenida de Judimendi y la calle de los Arámburu. Se trata de un equipamiento público integrado dentro de la red de centros cívicos de la ciudad, fue construido en 1989, y cuenta con una superficie útil de 6.918,29 m². Principalmente, está destinado a usos deportivos, culturales y sociales (Alberola,2023).

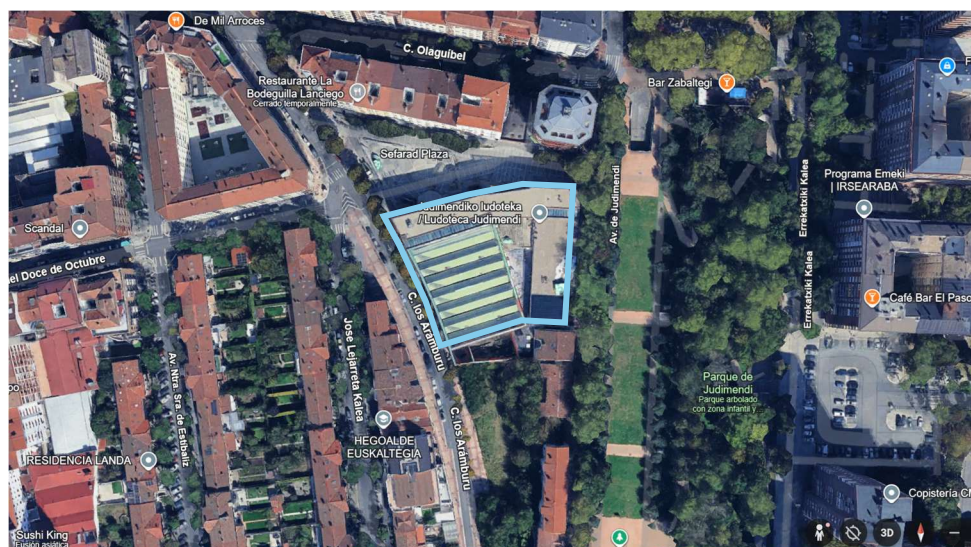


Figura 5. Vista aérea del emplazamiento del Centro cívico de Judimendi (Google Earth, 2025).

La intervención analizada corresponde a un proyecto de rehabilitación energética cuyo principal objetivo es la reducción de las emisiones operacionales. Al tratarse de uno de los centros cívicos que más consumen de la ciudad, fue seleccionado para formar parte de una subvención que está alineada con la estrategia de hacer más sostenibles y eficientes los edificios municipales.

Además, cabe destacar la relevancia que este proyecto conlleva al tratar la rehabilitación de lo existente frente a la obra nueva, aprovechando la estructura que en su construcción implicó una carga de carbono embebido significativa.



Figura 6. Fachada principal desde la Plaza Sefarad del Centro Cívico de Judimendi pre-proyecto (Ayuntamiento de Vitoria-Gasteiz, 2024).

4.2. DATOS DEL EDIFICIO

4.2.1. Distribución

En su totalidad, el edificio está formado por tres volúmenes, el de la fachada principal (1), el cual está destinado a servicios socio-culturales, tanto salas para oficina como biblioteca o sala de encuentro. Por otro lado, el bloque que da a la calle de los Aramburu se trata de un polideportivo (2) y finalmente hacia la avenida de Judimendi se encuentra la piscina (3). En medio de los tres espacios, se encuentran los vestuarios, como punto común entre ellos.

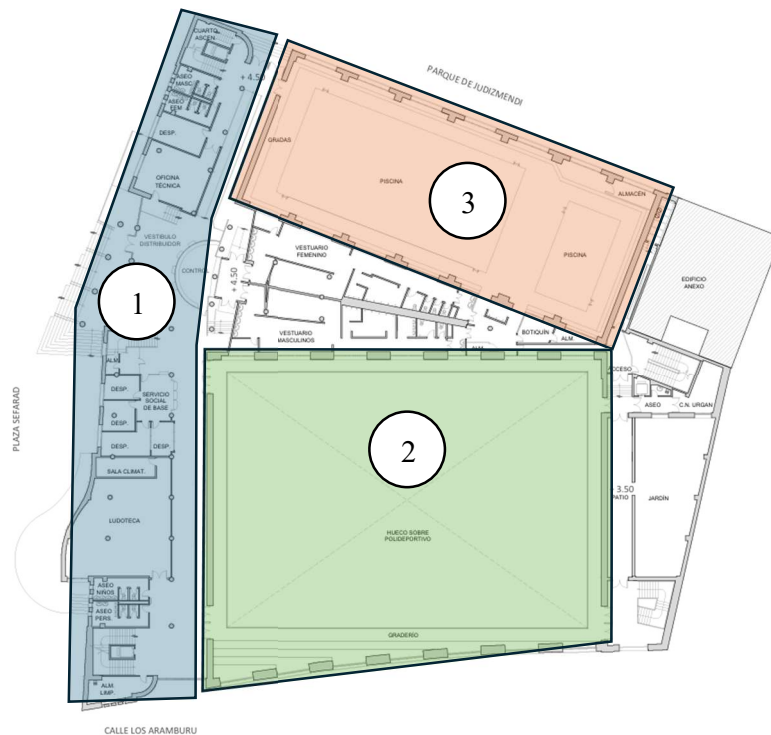


Figura 7. Plano de planta baja en estado actual (Alberola, 2023).

En cuanto a la altura, está compuesto por cuatro plantas, las cuales se dividen con el siguiente esquema:



Figura 8. Elevación alzado norte (entrada principal) (Alberola, 2023).

Cota $\pm 0,00$ Planta semisótano

Se encuentra al mismo nivel de la calle de Los Aramburu, formando un semisótano hacia la Avenida de Judimendi. Se les da uso a actividades deportivas, servicios generales, almacenes y salas técnicas. En este mismo nivel, también se ubica el vaso de la piscina.

Cota +3,50 / +4,50 Planta baja

Planta correspondiente al acceso principal del edificio desde la cota +3,50 ubicada en la Plaza Sefarad. Ofrece lugar a gran parte del programa cultural. A través de una serie de

escaleras y rampas, se accede a la cota +4,50 m., donde se desarrolla el programa deportivo: piscinas, con sus correspondientes vestuarios y pista polideportiva.

Cota +8,00 Planta primera

Alberga el programa social (clubs de diferentes edades, bibliotecas y sala de encuentro). Desde esa sala se accede a la terraza-patio interior desde donde se aprecia la mezcla de los diferentes volúmenes que componen el centro cívico.

Cota +11,50 Planta segunda

Se ubica el resto del programa socio-cultural con aulas-talleres y una gran sala de reunión. Las circulaciones principales del edificio están compuestas por dos núcleos de comunicación vertical situados en el borde este y oeste de la franja socio-cultural. Están enlazados por una serie de pasillos, que vierten hacia un gran espacio a triple altura, que hace de separación entre las zonas deportivas y la zona socio cultural constituyendo el eje básico de relación del conjunto. Complementariamente, existe una escalera central tras dichas pasarelas y dos escaleras de servicio en la fachada sur.

4.2.2. Estructura

El edificio, desde un punto de vista constructivo, presenta un sistema estructural de hormigón armado que se conserva en su totalidad, no tratándose objeto de modificación. Asimismo, se mantiene la configuración volumétrica general del edificio, actuando fundamentalmente sobre los cerramientos y sistemas constructivos.

4.2.3. Envolvente

En cuanto a la envolvente, la fachada actual está formada por una fábrica de ½ asta de ladrillo caravista, cámara de aire, dos capas de aislamiento térmico rígido XPS de 4 cm y una segunda fábrica de ½ asta con lucido de yeso interior. Las carpinterías exteriores son de aluminio y acero con vidrio simple, sin rotura de puente térmico.

En cubierta se distinguen tres soluciones constructivas. Las cubiertas planas, tanto transitable como no transitable. Ambas se resuelven sobre forjado de hormigón con lámina de vapor, mortero de 5 cm, aislamiento de XPS de 5 cm y, según el caso, acabado de grava (8 cm) o baldosa. Por otro lado, la cubierta inclinada ligera sobre el polideportivo combina, en su vertiente sur, dos chapas de acero prelacado tipo sándwich con aislamiento intermedio

de lana mineral (60 mm) y cámara de aire, mientras que la vertiente norte se resuelve con paneles alveolares traslúcidos de Plexiglás (16 mm).

En conjunto, la envolvente actual presenta unas prestaciones térmicas limitadas, lo que justifica que la intervención se centre principalmente en su mejora energética. Dichas mejoras se describen con detalle en el apartado 6.1.2.

Asimismo, con el fin de cuantificar el impacto ambiental asociado los trabajos previstos y facilitar la toma de decisiones orientadas a su reducción, el siguiente bloque entra en detalle en el desarrollo de la metodología del análisis del carbono embebido asociado a las actuaciones.

5. METODOLOGÍA

A través de esta metodología se desarrolla una herramienta para el cálculo del carbono embebido aplicable en edificios públicos plurifuncionales y su relevancia en el conjunto para facilitar la toma de decisiones para la reducción y comparación de alternativas.

El cálculo de la huella de carbono planteado en el presente trabajo se basa en la metodología de Análisis de Ciclo de Vida (ACV) aplicada al estudio del impacto ambiental de los materiales de construcción, utilizando como indicador el potencial de calentamiento global (PCG), expresado en kg de CO₂ equivalente.

Además, se han seguido criterios del marco de la herramienta Level(s) de la Comisión Europea. Esa herramienta, es utilizada como marco común de la UE de indicadores básicos para evaluar la sostenibilidad de edificios residenciales y de oficinas, ofreciendo una terminología común para hablar sobre la sostenibilidad de los edificios. Es aplicable desde las primeras fases del diseño hasta el fin de la vida útil previsto para el edificio. Para este análisis, solamente se ha tomado en cuenta el primer nivel de la herramienta “análisis y evaluación”, utilizado en la fase de diseño, basándose en los datos del proyecto.

Además, con el fin de estructurar el proceso de toma de decisiones de manera replicable, la metodología se ha organizado en dos fases consecutivas, concebidas para aplicarse durante el desarrollo del proyecto, ya sea de rehabilitación o de obra nueva, a medida que se van definiendo las mediciones de cada capítulo o partida desde las cuales se cuantifica la huella de carbono de partida.

En una primera fase, se calcula la huella de carbono asociada a las soluciones ya definidas del proyecto, estableciendo una base de referencia a partir de las mediciones y de las Declaraciones Ambientales de Producto (DAP) de los materiales previstos. Esta fase permite identificar qué elementos concentran mayor impacto ambiental dentro del alcance definido.

A partir de estos resultados, en una segunda fase se evalúan alternativas de menor huella de carbono para dichos elementos, evaluando su viabilidad técnica, ambiental y económica.

De este modo, la metodología no se limita a cuantificar el impacto de un caso concreto, sino que propone un procedimiento de decisión aplicable a otros proyectos de rehabilitación.

5.1. FASE 1: ANÁLISIS DE LA HUELLA DE CARBONO DEL ESTADO EN PROYECTO

Esta primera fase tiene como objetivo cuantificar la huella de carbono asociada a los materiales del estado proyectado del edificio, pudiendo aplicarlo para cualquier intervención, se identifican los capítulos, partidas y materiales que concentran mayor cantidad de CO₂.

La aplicación de dicha fase se lleva a cabo en el apartado 6.

5.1.1. Descripción del edificio

El primer paso antes del desarrollo de los cálculos consiste en la caracterización del edificio objeto de estudio, tomándose en cuenta para establecer posteriormente el alcance del estudio, ya que la relevancia de las distintas fases del ciclo de vida puede variar en función del tipo de edificio considerado.

Para ello, resulta necesario definir sus principales características, tales como el uso, la tipología constructiva, la superficie y su estado previo a la intervención.

5.1.2. Caracterización de la reforma

Del mismo modo, es necesario definir el tipo de intervención planteada en el edificio, identificando los trabajos y actuaciones que se van a llevar a cabo. En este sentido, no todas las intervenciones tienen el mismo impacto ni afectan de igual manera al comportamiento global del edificio.

En particular, es clave hacer una distinción entre actuaciones orientadas a la mejora energética y aquellas que responden a otros objetivos como la accesibilidad o la seguridad (clasificado según El Real Decreto 853/2021), ya que las primeras conllevan una reducción de las emisiones en fase de uso, mientras que las segundas no necesariamente implican mejoras en este sentido.

Por ello, la caracterización de la intervención resulta clave para definir el alcance del análisis, permitiendo adaptar la consideración de las distintas fases del ciclo de vida en función del tipo de actuación realizada.

Para organizar esta selección de forma sistemática, es útil aprovechar la clasificación de los capítulos establecida en el presupuesto del proyecto, donde las actuaciones suelen ir agrupadas según el tipo de intervención. Además, facilita la posterior relación de los resultados obtenidos con la información económica del presupuesto.

5.1.3. Alcance del análisis

Para el cálculo de la huella de carbono es necesario definir previamente el alcance del análisis, estableciendo qué fases del ciclo de vida del edificio serán consideradas. Esta definición previa condiciona de forma directa los resultados obtenidos, en función de si se contabiliza únicamente la fase de producción de los materiales o si se incluyen también su transporte y puesta en obra (A4-A5), su mantenimiento a lo largo de la vida útil (B5) o su fin de vida (C1-4).

Dependiendo del alcance definido, siguiendo el mismo esquema anterior del presupuesto (el presupuesto debe incluir el cuadro de precios descompuesto), se debe hacer una limpieza de las partidas que queden fuera del alcance establecido. Es decir, tras haber seleccionado los capítulos generales que se tendrán en cuenta en el cálculo, en un segundo nivel, se deben seleccionar las partidas e incluso los elementos dentro de esas partidas que estén dentro de las fases del ciclo de vida definidos.

Por ejemplo, si no se tiene en cuenta la fase de puesta en obra, se deben excluir las partidas que incluyan demolición, desmontaje o retirada de elementos existentes, así como los elementos de maquinaria.

5.1.4. Reglas de corte

De acuerdo con las recomendaciones del marco Level(s) de la Comisión Europea y la norma EN 15804, se establecen las reglas de corte que deben aplicarse en el cálculo de la huella de carbono.

El criterio general consiste en incluir en el cálculo todas las entradas y salidas de un proceso, siempre que se disponga de información al respecto. En los casos en los que no es

posible obtener datos específicos, se emplean valores genéricos en lugar de excluir directamente el elemento (Comisión Europea, 2020).

Según el Manual de Usuario de Level(s), únicamente quedan excluidos del análisis los siguientes elementos:

- Elementos cuyo peso relativo tanto en términos de masa como en términos de CO₂, no supere el 1% de la partida a la que pertenece el elemento.
- La suma de estos elementos excluidos no debe superar el 5% del total, garantizando así la coherencia de los resultados.

En la práctica, este proceso se lleva a cabo de la siguiente manera: primero, identificar el peso o el impacto relativo de cada elemento auxiliar o secundario respecto a la partida en la que se integra; y segundo, verificar que la suma de todos los elementos así excluidos se mantenga por debajo del umbral acumulado del 5%. Si este límite se superase, algunos de los elementos excluidos deberían reincorporarse al cálculo.

No obstante, este criterio no depende solo del peso. Level(s) señala que algunos materiales, aunque su cantidad sea mínima, pueden tener un impacto ambiental desproporcionadamente alto y deben incluirse igualmente.

5.1.5. Declaraciones ambientales

A partir de las Declaraciones Ambientales de los materiales, se obtienen los valores del PCG correspondientes a cada elemento.

Para la búsqueda de las declaraciones ambientales de los materiales empleados en la envolvente se ha seguido el siguiente criterio de selección:

- Se ha priorizado el uso de declaraciones específicas y sectoriales obtenidas directamente del fabricante del producto concreto ya que el valor indicado es más cercano.
- Para los fabricantes que no tienen una DAP específica ni sectorial, se ha determinado el valor del potencial de calentamiento global mediante una selección entre varios fabricantes similares que cumpla las mismas especificaciones técnicas, eligiendo el más desfavorable entre ellos. En algunos casos también se han empleado DAP genéricas.

En las declaraciones ambientales de producto, las emisiones suelen aparecer desde el inicio hasta el fin del ciclo de vida, pudiendo así determinar el alcance deseado para el análisis. Además, estos documentos, deben incluir las reglas de corte que han utilizado para poder verificar que se adapta al estudio.

Impactos ambientales de la producción del perfil de aluminio lacado con rotura de puente térmico.

Parámetro	Unidades	A1	A2	A3	Total	C4	D
GWP	kg CO ₂ eq	9,38	9,94 E-02	4,98 E-01	9,98	3,92 E-04	-3,71
ODP	kg CFC11 eq	7,10 E-07	1,84 E-08	9,24 E-08	8,21 E-07	7,53 E-11	-2,17 E-07
AP	kg SO ₂ eq	5,03 E-02	7,67 E-04	2,60 E-03	5,37 E-02	7,98 E-07	-2,36 E-02
EP	kg (PO ₄) ³⁻ eq	4,37 E-03	8,19 E-05	2,78 E-04	4,73 E-03	1,77 E-07	-1,70 E-03
POCP	kg etileno eq	4,47 E-03	2,74 E-05	1,18 E-04	4,61 E-03	7,89 E-08	-2,19 E-03
ADPE	kg Sb eq	6,99 E-05	3,02 E-10	1,31 E-07	7,00 E-05	6,28 E-10	-3,51 E-05
ADPF	MJ	101,48	1,42	8,99	111,89	2,71 E-03	-36,38

GWP = Potencial de calentamiento global; **ODP** = Potencial de agotamiento de la capa de ozono estratosférico; **AP** = Potencial de acidificación del suelo y de los recursos de agua; **EP** = Potencial de eutrofización; **POCP** = Potencial de formación de ozono troposférico; **ADPE** = Potencial de agotamiento de recursos abióticos para recursos no fósiles (ADP-elementos); **ADPF** = Potencial de agotamiento de recursos abióticos para recursos fósiles (ADP-combustibles fósiles)

Figura 9. Resultados de una de las DAP utilizada para el cálculo (Datos verificados por AENOR para Strugal).

4.1.1.1 Adaptación de unidades

Dado que las unidades de las mediciones del presupuesto no siempre coinciden con las unidades en las que se expresan los valores del indicador del calentamiento global en las DAP, es necesario realizar conversiones para homogeneizar los datos. Estas conversiones se han llevado a cabo en función de las características de cada material, con el fin de garantizar la coherencia de los resultados.

4.1.1.2 Consideración de la vida útil

Para poder comparar los resultados con el ahorro que se espera conseguir en fase de uso tras la elaboración del proyecto, se ha obtenido el valor de la auditoria energética el cual está expresado en kg CO₂/m²años. En los análisis del ciclo de vida, según establece la Comisión Europea en *Levels*, se usa una referencia de 50 años de vida útil. Para poder aplicar ese criterio al resultado final del cálculo, en aquellos materiales en los que esta es inferior a la vida útil de referencia del edificio (50 años), se debe ajustar el impacto mediante un factor de repetición, considerando su reposición o sustitución a lo largo del periodo de análisis.

5.1.6. Elaboración de la tabla de cálculo

Para el desarrollo de los cálculos se emplea una tabla en Excel que organiza, de forma sistemática, toda la información necesaria para obtener el impacto de carbono embebido de cada partida. La estructura sigue la jerarquía propia del presupuesto: cada partida (identificada con su código propio extraído del presupuesto, por ejemplo, 03.07) se descompone en los elementos o materiales que la componen (identificados con el código del producto concreto, por ejemplo, P07TX790), de forma que el impacto de la partida se obtiene como la suma de sus componentes.

A continuación, se presenta un extracto de la tabla empleada para la realización de los cálculos del caso de estudio correspondiente a la partida de aislamiento de cubierta plana invertida (*Tabla 2*). Seguidamente, se enumera una lista que describe cada apartado por columnas (*Tabla 3*).

1	2	3	4	5	6	7
Código	Resumen	Cantidad	Ud	Rendimiento	PCG (A1-A3) kg CO ₂ eq	Ud eq
03.07	AISLAMIENTO-500-XPS-160 MM S/CUB.PLANA INV + DOBLE GEOTEXTIL	2091,13	m ²			
P07TX790	Panel XPS liso 80 mm resistencia compresión >500 kPa, cond.0,040	1	m ²	2,100	2,611	m ²
P06GP060	Geotextil polipropileno no tejido 170 gr/m ²	1	m ²	2,100	0,653	m ²

8	9	10	11	12	13	14	15	16
PCG UNITARIO	PCG PARCIAL	PCG TOTAL	%	SUBTOTAL €	TOTAL €	VIDA ÚTIL (años)	PCG	PCG/m ² años
6,855		14334,320	6,78	25.070,00	52.424,63			
5,483	11464,997		5,42	17,81	37.243,03	50		
1,372	2869,323		1,36	2,27	4.746,87	50		
TOTAL							695673,505	116,349

Tabla 2: Ejemplo tabla de cálculo de referencia.

Columna	Contenido
1 Código	Numero o referencia de la partida o del elemento, tal y como figura en el presupuesto del proyecto. Al usar la misma referencia que la del presupuesto, permite encontrar la información de manera sencilla.
2 Resumen	Descripción textual de la partida o del elemento (solamente incluye el título de la descripción) que permite identificar el material sin necesidad de acudir al documento original.
3 Cantidad	Cantidad de material según la medición de proyecto. En el caso de la partida principal, corresponde a la medición global de dicho material en su conjunto. Para el caso de los elementos del descompuesto (“cantidad parcial”), se refiere a la cantidad de producto necesaria por unidad de partida.
4 Ud	Unidad en la que está expresada la cantidad, tal y como aparece en la medición del proyecto (m ² , m, kg, ud, etc.).
5 Rendimiento	Coefficiente que permite la conversión de la unidad de medición del proyecto (Ud) a la unidad declarada por el fabricante en la DAP (UD eq), cuando ambas no coinciden.
6 PCG (A1-A3)	Valor del Potencial de Calentamiento Global obtenido directamente de la DAP del producto
7 Ud eq	Unidad declarada en la DAP para el valor de PCG (si no coincida con la unidad del proyecto se debe ajustar).
8 PCG unitario	PCG expresado ya en la unidad de medición del proyecto, resultado tras aplicar el rendimiento al valor de PCG (A1-A3): $PCG\ unitario = PCG\ (A1 - A3) \times rendimiento$
9 PCG parcial	Impacto del elemento concreto dentro de la partida, resultado de multiplicar el PCG unitario por la cantidad de ese componente: $PCG\ parcial = PCG\ unitario \times cantidad\ parcial$
10 PCG total	Impacto total de la partida completa, obtenido como la suma de los PCG parciales de todos los elementos de su descompuesto u obtenido de la multiplicación entre el PCG unitario de la partida total y la cantidad total de la partida:

	$PCG\ total = PCG\ parcial\ (elemento\ 1)$ $+ PCG\ parcial\ (elemento\ 2)$ $+ PCG\ parcial\ (elemento\ n)$ $PCG\ total = PCG\ unitario\ total \times cantidad\ total$
11 %	Peso relativo de la partida o el material sobre el total del capítulo (para el caso de la línea principal de la partida) o sobre el total de la partida (para el caso de las líneas que componen la partida).
12 Subtotal €	Coste parcial del elemento dentro de la partida, extraído del presupuesto de precios descompuestos.
13 Total €	Coste total de la partida, extraído del presupuesto. Permite relacionar posteriormente el impacto de carbono con su coste asociado.
14 Vida útil (años)	Vida útil del material según su DAP o documentación técnica. Se utiliza para aplicar el factor de reposición cuando es inferior al periodo de referencia de 50 años (<i>ver 4.1.5.4</i>). Este dato no siempre se especifica en las fichas técnicas o DAP, y en esos casos se cuenta como si tuviera una vida útil de 50 años o más.
15 PCG	Suma del impacto total del capítulo.
16 PCG/m² años	Impacto normalizado por metro cuadrado de superficie especificada en el proyecto, que permite comparar partidas de distinta magnitud entre capítulos. Además, es el valor del total de kg de CO ₂ generados en todo su conjunto, empleado para comparar con otros proyectos y valorar su magnitud.

Tabla 3. Descripción de los elementos que componen la tabla de cálculo.

4.1.1.3 Ejemplo de aplicación

La partida 03.07 corresponde al aislamiento de cubierta plana invertida (2.091,13 m²), compuesta por dos elementos: un panel de XPS de 80 mm de resistencia a compresión >500kPa (P07tx790) y un geotextil de polipropileno de 170 g/m² (P06GP060). Para cada uno de estos elementos se ha obtenido su PCG (A1-A3) correspondiente (2,611 y 0,653 kg CO₂eq/m²) y su rendimiento respecto a la unidad de medición de la partida, calculándose el PCG unitario, el PCG parcial de cada componente y, por suma de ambos, el PCG total de la

partida (14.334,32 kg CO₂eq). De la misma manera, se ha recogido el coste asociado a cada elemento (Subtotal € y Total €) para poder relacionar posteriormente impacto y coste.

4.1.1.4 Unidades del resultado

Tras obtener la tabla de cálculo completa, según convenga para el análisis posterior, el resultado del PCG obtenido se puede expresar en distintas maneras: por año, por persona, o por m² de fachada, entre otras.

Al tratarse de un trabajo enfocado en el cálculo del carbono embebido en rehabilitaciones energéticas, se ha optado por obtener el resultado en kg CO₂/m² útil, para poder compararlo con el ahorro de emisiones operacionales esperado tras la reforma.

5.2. FASE 2: IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS DE REDUCCIÓN DE CO₂

A partir de los resultados obtenidos en la fase 1, se plantea una segunda fase orientada a la identificación de materiales con mayor potencial de mejora ambiental y la evaluación de posibles alternativas de sustitución. El objetivo de esta fase no es reducir la huella de carbono de cualquier manera, sino establecer un procedimiento de decisión replicable que se pueda aplicar a otros proyectos de rehabilitación pública.

La aplicación de dicha fase se lleva a cabo en el apartado 7.3.

5.2.1. Identificación de elementos críticos

Se considera material *crítico* aquel cuya contribución conjunta al impacto total del proyecto es significativa, con independencia de que su Potencial de Calentamiento Global (PCG) por unidad sea, en sí mismo, elevado o moderado en comparación con el resto de los materiales. Este término, no actúa siendo una propiedad del material, sino el resultado de combinar su impacto unitario con la cantidad realmente empleada en el proyecto. De esta forma, en función de cada proyecto, los materiales críticos pueden variar. Incluso dentro de cada capítulo del mismo proyecto, depende del uso que se le dé, puede ganar o perder “*criticidad*”.

Para identificar estos elementos de forma sistemática, el análisis se estructura en tres niveles, empezando de lo general a lo particular.

- **Nivel 1: Capítulos.** Se obtiene una visión global de la repartición que toma la huella de carbono entre los capítulos analizados, identificando cual es el capítulo con mayor porcentaje del impacto total.
- **Nivel 2: Unidades de obra.** Dentro de cada capítulo, se ordenan las partidas según su aportación al impacto total del capítulo que se está analizando.
- **Nivel 3: Material.** Dentro de las partidas más críticas, se comparan los elementos que componen esa partida. A cada familia del material se le asigna un color para facilitar su distinción.

Este análisis progresivo no exige conocer de antemano qué materiales son habitualmente intensivos en carbono, sino que se apoya únicamente en la estructura del presupuesto, por lo que puede aplicarse de la misma manera a cualquier proyecto, con independencia de su tipología constructiva.

5.2.2. Evaluación de alternativas

Tras haber identificado los elementos críticos a tener en cuenta para la mejora en términos de huella de carbono, la evaluación de posibles soluciones tampoco puede limitarse a comparar el Potencial de Calentamiento Global obtenido de la Declaración Ambiental de cada material. Como se ha señalado en el apartado anterior, el impacto real de un material depende tanto de su valor unitario como de la cantidad empleada, expresada en masa u otra unidad de medición del proyecto. Por ello, para realizar la comparación entre alternativas, al igual que en el apartado de identificación, debe manejar también el impacto total resultante ($PCG \times cantidad$) y no únicamente el dato unitario de partida.

Asimismo, las alternativas se presentan por cada sistema constructivo establecido en la caracterización de la reforma.

A partir de ahí, se aplican los siguientes criterios de forma jerárquica para la toma de decisiones en la evaluación de alternativas:

1. **Aprovechamiento del material existente (reutilización).** Antes de plantear cualquier sustitución, se debe valorar si el elemento necesita realmente ser sustituido o si puede conservarse en su estado actual. Cuando la permanencia del material no compromete al funcionamiento adecuado del edificio o no implique contradicciones en el objetivo por el cual se está realizando la intervención. Por ejemplo, si se tratase

de una rehabilitación energética, la no sustitución de un aislamiento térmico de bajas prestaciones contribuiría más CO₂ que el que se genera por la fabricación del nuevo aislamiento, pero en el caso de la sustitución de un suelo cerámico, en buen estado, no es estrictamente necesaria su sustitución. Por lo tanto, mantenerlo está evita un desperdicio de material y emisiones de CO₂, siendo la opción más favorable ambientalmente.

2. **Reducción del PCG en fase de producto (A1-A3).** Cuando la sustitución si resulta necesaria (por deterioro, obsolescencia funcional o incompatibilidad con las exigencias del proyecto y normativa), el primer criterio ambiental a considerar es la reducción del impacto total frente a la solución original, calculado siempre sobre la cantidad real de material expresado en el proyecto.
3. **Durabilidad y vida útil.** Como se ha comprobado en el caso del policarbonato, un material con impacto unitario moderado puede resultar poco favorable si su vida útil de referencia es corta y obliga a su reposición dentro del horizonte temporal de análisis. Por ello, toda alternativa debe evaluarse también por su impacto acumulado a lo largo de la vida útil del edificio, y no solo por su impacto inicial.
4. **Equivalencia técnica y prestacional.** La alternativa debe cumplir la misma función que el material original en términos de prestaciones exigibles (transmitancia térmica, resistencia mecánica, reacción al fuego, estanqueidad, etc.). Sin esta equivalencia, la comparación de impacto carece de validez, ya que se estarían comparando soluciones no intercambiables.
5. **Viabilidad constructiva.** La solución alternativa debe ser compatible con el sistema constructivo existente y con las condiciones propias de la intervención (compatibilidad con el soporte, accesos, normativas, etc).
6. **Circularidad y fin de vida.** Cuando la información esté disponible, se valora también el potencial de reciclaje o reutilización del material al final de su vida útil.

6. METODOLOGÍA APLICADA AL CASO DE ESTUDIO

A continuación, se aplica la metodología desarrollada en el apartado anterior en el proyecto de rehabilitación del Centro Cívico de Judimendi siguiendo el análisis de la Fase 1.

6.1. FASE 1: ANÁLISIS DE LA HUELLA DE CARBONO DEL ESTADO EN PROYECTO

6.1.1. Descripción del edificio

En la siguiente tabla se recogen los principales datos técnicos del edificio:

Parámetro	Descripción	Valores
Tipología y antigüedad del edificio	Año de construcción	1989
	Vida útil de la reforma a realizar	50 años
	Uso	Equipamiento comunitario
	Tipo de actuación	Reforma
Superficies	Superficie construida	8.143,50 m ²
	Superficie útil	6.918,29 m ²
	Ocupación	1.824
Consumo de energía	Estado actual	217,00 KWh/ m ² año; letra C
	Estado reformado (reducción del 43%)	123,70 KWh/ m ² año; letra B.
Emisiones globales	Estado actual	42,01 kg CO ₂ /m ² año, letra C.
	Estado reformado (reducción del 44,28%)	23,41 kgCO ₂ /m ² año, letra B.

Tabla 4. Datos sobre la descripción del edificio (Alberola, 2023).

6.1.2. Caracterización de la reforma

La intervención se centra en la rehabilitación energética del edificio, actuando principalmente sobre la envolvente térmica y las instalaciones, manteniendo la estructura portante existente. A su vez, con el fin de actualizar el edificio a la normativa actual, se hacen modificaciones de sectorización, accesibilidad y distribución.

En el presente trabajo, el análisis se ha limitado a calcular el impacto generado por las actuaciones centradas en la rehabilitación energética, concretamente las que se incluyen en la envolvente del edificio: carpinterías, cubiertas y fachadas.

A continuación, se muestran los capítulos del presupuesto completo del proyecto de rehabilitación (Tabla 5), en la que se han caracterizado las distintas actuaciones del proyecto. El cálculo del PCG se ha realizado siguiendo esa misma estructura, pero antes se ha hecho una selección de los capítulos que se incluyen en el cálculo (subrayados en naranja); mientras que todos los demás quedan descartados del análisis.

Código	Resumen	Total capítulo (€)
00	JUDIMENDI CENTRO CIVICO	3,103,662.69
01	Varios	65683,210,00
02	Carpintería metálica exterior y sombreamientos	753699,370,00
03	Cubiertas: rehabilitación energética	498089,690,00
04	Dotación aseos accesibles, obra civil e instalaciones	229756,280,00
05	Fachadas: rehabilitación energética	877076,430,00
06	Aislamiento acústico interior panel sándwich cubierta	8111,870,00
07	Protección contra incendios: obra civil e instalaciones	369006,320,00
08	Pasarela planta primera	11666,50,00
09	Recuperación energía agua renovación	58439,330,00
10	Instalación electricidad	67645,850,00
12	Instalación solar fotovoltaica	97217,860,00
13	Control de calidad	6440,150,00
14	Gestión residuos demolición y construcción	17308,090,00
15	Seguridad y salud	43521,740,00

Tabla 5. Resumen presupuesto (Alberola, 2025).

El resto de los capítulos, incluso accesibilidad y seguridad contra incendios (marcados en naranja dentro de la tabla) no se han analizado en el presente trabajo pese a formar parte de la reforma:

ACCESIBILIDAD

Se redistribuyen los aseos del edificio consiguiendo de este modo la dotación necesaria para cumplir el Decreto 17/2019 por el que se aprueba el Reglamento de desarrollo de la Ley de espectáculos públicos y actividades recreativas y el Decreto 68/2000 de Accesibilidad del Gobierno Vasco.

SEGURIDAD CONTRA INCENDIOS

Se procede a la compartimentación del edificio en varios sectores de incendios, de modo que cumpla la normativa actual aplicable, CTE DB-SI. Se procede a la apertura de nuevas puertas de evacuación y el tabicado de algunos huecos, entre otros. También se incorpora una nueva pasarela en planta primera que permite un recorrido alternativo de evacuación en caso de emergencia.

Además, se incorpora nueva carpintería, tanto puertas como ventanas interiores (*Figura 10*) resistentes al fuego que frenan la extensión del fuego.



Figura 10. Ventana interior RF (fotografía tomada durante la visita de obra).

5.1.2.1 Descripción de las actuaciones en la envolvente

En los siguientes apartados se describen los cambios que se realizan sobre la envolvente, es decir, los capítulos objeto de estudio de la huella carbono del presente trabajo.

En los planos mostrados en el Anexo III, se especifica tanto en planta como en alzado las actuaciones presentadas en la envolvente.

CAPÍTULO 02. Carpinterías: rehabilitación energética.

Para las ventanas y muros cortina del edificio, se hará una sustitución de todas ellas por unas carpinterías de aluminio con RPT con transmitancia térmica de $1,3 \text{ W/m}^2 \text{ }^\circ\text{K}$ Vidrios triples bajo emisivos, con argón, con una transmitancia de $0,9 \text{ W/m}^2 \text{ }^\circ\text{K}$:

- Strugal S82: Ventanas.
- Strugal S72: Puertas exteriores.

- Strugal S52: Montantes y travesaños del muro cortina.



Figura 11. Perfiles reforzados y sin reforzar para el muro cortina (fotografía tomada durante la visita de obra).

Asimismo, como medida de control solar de los huecos del edificio, se instalarán toldos exteriores y lamas de protección solar según convenga en cada caso. De esta manera, en verano se consigue evitar el exceso de calentamiento que se da en algunos de los huecos (en la cubierta de vidrio que une el polideportivo con el bloque sociocultural, por ejemplo).

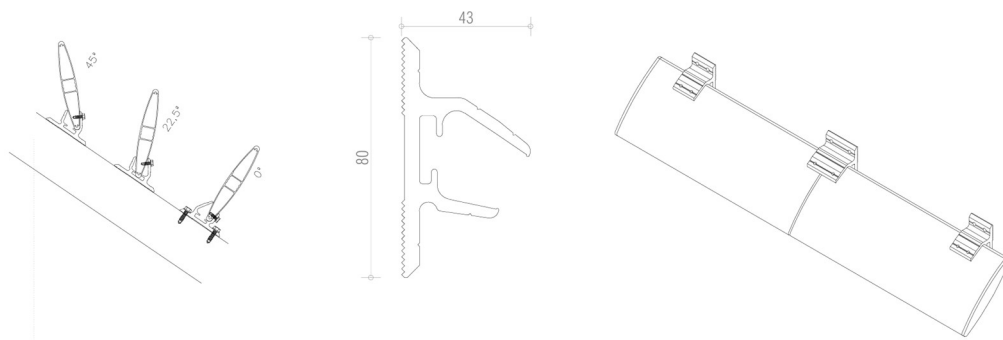


Figura 12. Estructura para colocación de lamas sobre lucernarios (planos de proyecto).

CAPÍTULO 03. Cubiertas: rehabilitación energética.

Se hace una mejora en el aislamiento en cubiertas, añadiendo lana mineral de 10 o 16 cm, según zonas. Existen tres tipos diferentes de cubrición en el edificio:

Cubierta plana no transitable: Sobre los volúmenes socio-cultural y piscina. Se compone, de exterior a interior (sobre forjado convencional de hormigón armado de 30

cm), con grava (8 cm), placas de aislamiento rígido de XPS (5 cm), tela asfáltica, formación de pendientes con mortero aligerado (5 cm), lámina de vapor. Para la mejora térmica del edificio, se retiran las capas que conforman la solución actual hasta el nivel de impermeabilización (previa comprobación de la estanqueidad) y se aísla, mediante placas de XPS 8+8 cm de espesor y conductividad térmica 0,04 W/mK. Finalmente, se protege el nuevo material incorporado con lámina geotextil y grava.



Figura 13. Detalle de la ejecución de la cubierta plana invertida no transitable, se aprecian las diferentes capas que la componen junto con el anclaje de la línea de vida.

- **Cubierta plana transitable:** Es la que conforma la terraza en cota +8.00. La composición es similar a la anterior sustituyendo las dos capas finales por una única a base de baldosa hidráulica. Para mejorar las condiciones térmicas interiores del edificio, se retiran las capas que conforman la solución actual hasta el nivel de impermeabilización (se hace una comprobación previa de la estanqueidad) y se aísla, mediante placas de XPS (8+8 cm) y conductividad térmica 0,04 W/Mk. Finalmente, se protege el nuevo material incorporado con lámina geotextil y acabado similar al actual.
- **Cubierta inclinada ligera:** Conformar la cubrición del polideportivo. Está resuelta estructuralmente a base de una estructura de cubierta ligera, con vigas triangulares estéreas tipo EMOT. En su vertiente sur, soporta dos chapas de acero prelacado formando sándwich con capa de aislamiento térmico intermedio tipo Isover IBR de 60 mm; en la vertiente norte, a base de dos paneles alveolares traslúcidos de Plexiglas SDP de 16 mm. de espesor.



Figura 14. Cubierta inclinada vista desde arriba, junto con la cubierta no transitable de grava (fotografía tomada durante la visita de obra)

Se sustituye la cubrición de Plexiglás de la cara exterior del lucernario, orientación noroeste, por placas de policarbonato celular multicelda traslúcido y 30 mm de espesor. La parte ciega de dicha cubierta se sustituirá por un panel metálico tipo sándwich con 10 cm de lana mineral en su interior y acabado acústico en su cara inferior.

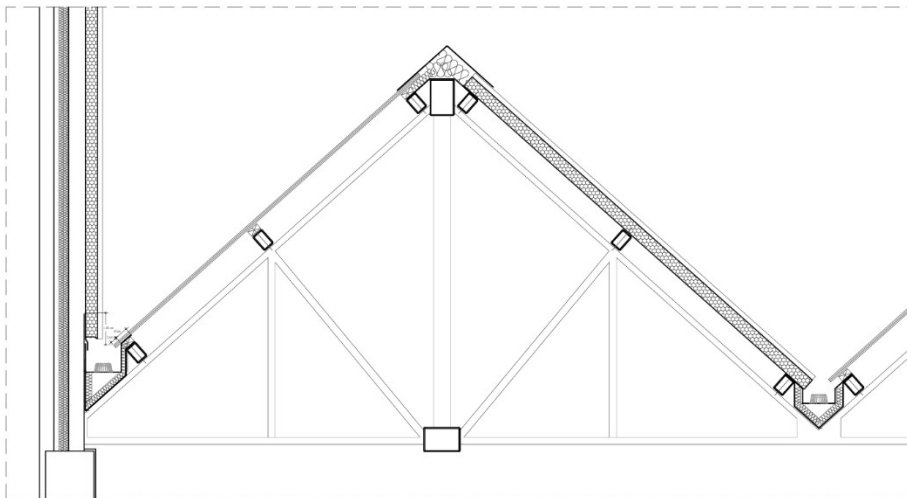


Figura 15. Detalle de la cubierta ligera, placa de policarbonato a la izquierda y panel de sándwich a la derecha.

CAPÍTULO 05. Fachadas: rehabilitación energética.

Se llevará a cabo la ejecución de una fachada ventilada con 14 cm de aislamiento de lana mineral, cubriendo todo el perímetro del edificio. Se compone por:

- Placas de hormigón polímero ranuradas en toda su longitud en sus cantos superior e inferior. Dimensiones de las placas 1600x900 según despiece a comprobar en obra.

- Subestructura primaria: anclajes dobles y sencillos en "L" de 150 mm y montantes en "T" de 60x40mm.
- Subestructura secundaria: perfiles de arranque, perfiles de arranque invertido en coronación y perfiles guía de junta corriente de 3 mm.
- Subestructura en aluminio de aleación 6063 y tratamiento T-5.
- Tacos de fijación mecánica de 10x80 y tornillería auto-taladrante 6,3x25 zincada.
- Calas de bloqueo y calas de separación de 3 mm
- Remate en las esquinas de fachada de polímero en "Y"
- Formación juntas de dilatación en fachada con doble estructura

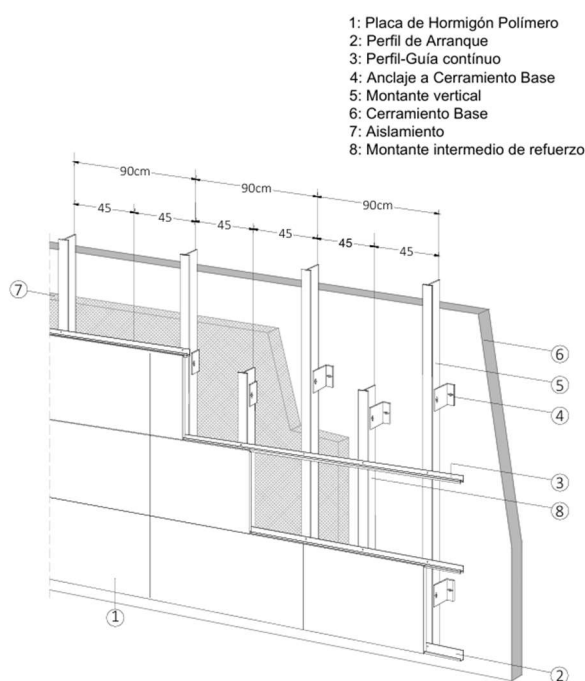


Figura 16 y Figura 17.: Detalle de la ejecución de la fachada ventilada, donde se aprecian la fábrica existente, el aislamiento térmico de lana mineral, la subestructura metálica y el revestimiento exterior de hormigón polimérico (Alberola, 2025).

6.1.2.1. Resumen de las actuaciones

En la siguiente tabla, se muestra un resumen de las actuaciones que se llevan a cabo en cada sistema constructivo, siguiendo el mismo esquema que el análisis:

	Estado actual	Estado reformado
Fachada	Fábrica de ½ asta de ladrillo caravista con junta de mortero	Fachada ventilada sobre el muro actual formada por lana mineral (14

	hidrófugo, con mortero cm), cámara de aire y revestimiento hidrofugado al interior, cámara de aire, dos capas de aislamiento térmico rígido XPS de 4 cm de espesor y fábrica de ½ asta con lucido de yeso interior.	
Carpinterías	Aluminio, acero y vidrio simple	Aluminio RPT y doble vidrio con altas prestaciones.
Cubierta no transitable	Sobre forjado de hormigón: lamina de vapor, mortero 5cm, aislamiento XPS 5cm, grava 8cm.	Se retiran el aislamiento actual y se añade aislamiento XPS 8+8 (0,04 W/mK), lamina geotextil y se vuelve a colocar la misma grava después de ser “lavada”
Cubierta transitable	Sobre forjado de hormigón: lamina de vapor, mortero 5cm, aislamiento XPS 5cm, baldosa.	Se retiran el aislamiento actual y se añade aislamiento XPS 8+8 (0,04 W/mK), lamina geotextil y se coloca una baldosa similar a la actual.
Cubierta inclinada ligera	En la vertiente sur dos chapas de acero prelacado formando sándwich con capa de aislamiento térmico intermedio tipo Isover IBR (60 mm) y cámara de aire. Y en la vertiente norte dos paneles alveolares traslúcidos de Plexiglas SDP (16 mm).	Se sustituyen las actuales por placas de policarbonato celular multicelda traslúcido (30mm) y la parte ciega con panel metálico tipo sándwich con 10 cm de lana mineral en su interior y acabado acústico en su cara inferior.

Tabla 6. Información sobre los diferentes sistemas constructivos antes y después de las actuaciones.

6.1.3. Alcance del análisis

En el presente trabajo, el estudio se centra en el impacto asociado a los materiales, es decir, de la cuna a la puerta, por lo que se analizan las fases de producción A1-A3, correspondientes a la extracción de materias primas, transporte de las mismas y fabricación de los productos de construcción.

A parte de la eliminación de algunos de los capítulos del presupuesto, dentro de cada uno, hay partidas que quedan fuera del alcance de este análisis. Se han ido quitando esas líneas, de manera que en el Excel de trabajo queden solamente los elementos que contengan materiales que formen parte del alcance determinado:

	Resumen	Cant	Ud	Precio	Total
02.01	RETIRADA Y POSTERIOR RECOLOCACION ESTORES Y CORTINAS INTERIORES	182,40	m ²	10,65	1942,56
02.02	DESMONTAJE Y RETIRADA CARP. EXTERIOR, MUROS CORTINA, I/PROT.SOLA	1108,4	m ²	13,03	14443,62
02.03	SUMINISTRO Y RECIBIDO PREMARCOS MADERA Y/O METÁLICOS DIF.MED	187,62	m ²	24,96	4683,00
02.04	ACERO S275JR/JOH P.STRUCT. REFUERZOS	2357,3	Kg	3,47	8180,14
	Oficial 1ª cerrajero	0,03	h.	28,39	0,85
	Ayudante cerrajero	0,03	h.	26,57	0,80
	Camión con grúa 6 t	0,01	h	34,18	0,31
	Acero laminado S275JOH/S275JR perfiles estruct.	1,05	kg	0,91	0,96
	Minio electrolítico	0,01	l	4,75	0,05
	Pequeño material	0,10	ud	0,86	0,09
	Costes directos complementarios (10)	0,03	-	10,00	0,31
	Costes indirectos	0,03	h.	3,00	0,10
02.05	AISL. ISOVER ECOVENT VN 032 140 mm O SIM, EXT., ANCL.MECÁN., M.A	122,36	m ²	18,57	2272,23
	Oficial primera	0,02	h	28,39	0,68
	Ayudante	0,01	h	26,57	0,32
	Panel lana min. Ecovent VN-032 140 mm 1350x600 mm	1,05	m ²	14,78	15,52
	Fijaciones Ecovent Inco 10 Negro	4,00	u	0,29	1,16
	Costes directos complementarios (2)	0,18	m ²	2,00	0,35
	Costes indirectos	0,18	h.	3,00	0,54

Tabla 7. Ejemplo de la limpieza del presupuesto antes de realizar los cálculos del PCG.

6.1.4. Reglas de corte

Este criterio se ha aplicado principalmente a los elementos auxiliares como tornillería o sistemas de fijación para los cuales no se dispone de Declaraciones Ambientales de Producto y cuya contribución al impacto total del edificio es minoritaria. Un ejemplo que destacar es el de la espuma de poliuretano incluida en las partidas de carpintería como medio auxiliar; que, aunque esté incluido en el presupuesto, no se ha contabilizado en el cómputo de la huella de carbono.

Asimismo, existen Declaraciones Ambientales de Producto, como el sistema de tabiquería autoportante de KNAUF, en las que algunos elementos auxiliares se encuentran

incluidos dentro de la fase del ciclo de vida de construcción o instalación (A5), tomándose como elementos aparte de la etapa del producto del sistema completo. En este sentido, y con el fin de mantener la coherencia del cálculo, dichos aportes se han integrado dentro del análisis de la fase A1-A3.

6.1.5. Declaraciones ambientales

Para la búsqueda de las declaraciones ambientales de los materiales empleados en la envolvente se ha seguido el siguiente criterio de selección:

- Se ha priorizado el uso de declaraciones específicas y sectoriales obtenidas directamente del fabricante del producto concreto ya que el valor indicado es más cercano.
- Para los fabricantes que no tienen una DAP específica ni sectorial, se ha determinado el valor del potencial de calentamiento global mediante una selección entre varios fabricantes similares que cumpla las mismas especificaciones técnicas, eligiendo el más desfavorable entre ellos. En algunos casos también se han empleado DAP genéricas.

(En la bibliografía se recogen todas las declaraciones ambientales empleadas en el cálculo.)

5.1.5.1 Adaptación de unidades

Dado que la Declaración Ambiental de Producto de Strugal expresa el potencial de calentamiento global en función de la masa de aluminio (kg), ha sido necesario convertir las mediciones del proyecto, expresadas en metros lineales, a masa. Para ello se ha estimado el peso por metro lineal de cada perfil a partir del área de su sección transversal y de la densidad del aluminio (2,7 g/cm³), tomando como referencia los planos de sección facilitados por el fabricante.

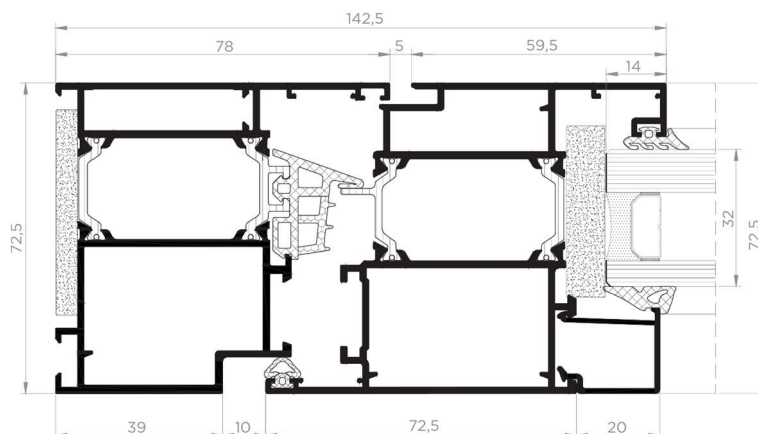


Figura 18. Ejemplo de una de las secciones (perfil S72) tomadas para el cálculo del peso por metro lineal (Strugal, s.f.).

Los valores obtenidos se recogen en la siguiente tabla:

TIPO DE PERFIL EMPLEADO	cm ²	g/cm ³	kg/m
Perfil S82 fijo	4,577	2,7	1,235
Perfil S82 oscilobatiente	7,651	2,7	2,065
Perfil S72 fijo	6,304	2,7	1,702
Muro cortina S52: montante 5960 de 55 mm	9,127	2,7	2,464
Muro cortina S52: montante 5960 de 75 mm	10,131	2,7	2,735
Muro cortina S52: montante 5960 de 155 mm	14,000	2,7	3,650
Muro cortina S52: montante 5960 de 235 mm	20,999	2,7	5,669
Lamas SS15	5,461	2,7	1,474

Tabla 8. Valores representativos kg/m perfil.

Estos valores en kg/m son los que se han aplicado sobre las longitudes medidas en el presupuesto para obtener la masa total de aluminio de cada partida de carpintería.

5.1.5.2 Consideración de la vida útil

El elemento más destacable que aplica es el caso del policarbonato, el cual duplica su impacto por tener una vida útil de 25 años.

6.1.6. Elaboración de la tabla de cálculo

Los cálculos se han llevado a cabo mediante una tabla de Excel, donde se han ido recogiendo de manera metódica tanto el potencial de calentamiento global de los materiales como las mediciones del proyecto, teniendo que llevar a cabo la adaptación de algunas de las unidades para poder realizar los cálculos correctamente.

Una vez retiradas las líneas de elementos o partidas que quedan fuera del alcance, se han procedido a añadir los valores del PCG perteneciente a cada material:

	Resumen	Cant.	Ud	Rend	PCG	Ud eq	PCG Parcial
02	CARPINTERÍA METÁLICA EXTERIOR Y SOMBREAMIENTOS						
02.04	ACERO S275JR/JOH P. ESTRUCT. REFUERZOS CARP. Y PROT.SOLARES	2357,39	Kg				
	Acero lamin. S275JOH/S275JR perf. estruc.	1,05	kg	1,00	0,72	kg	1784,66
	Minio electrolítico	0,01	l	1,30	3,66	kg	112,16
02.05	AISL. ISOVER ECOVENT VN 032 140 mm O SIM, EXT., ANCL.MECÁN., M.A	122,36	m²				
	Pan. lana min. Ecovent VN-032 140 mm 1350x600 mm	1,05	m²	1,00	6,71	m²	861,57
	Fijaciones Ecovent Inco 10 Negro*	4,00	u	1,00	-	m²	-

*Las fijaciones del aislamiento, al tratarse de un elemento auxiliar, se descarta su impacto ambiental (queda justificado en las reglas de corte).

Tabla 9. Ejemplo del cálculo del PCG.

Con lo expuesto en este apartado queda desarrollada la herramienta de cálculo del carbono embebido aplicada al caso de estudio, definiendo los criterios empleados para su cuantificación.

A continuación, en el siguiente capítulo se presentan los resultados obtenidos, mostrando tanto el cálculo de la huella de carbono de la Fase 1 como la aplicación de la Fase 2 de la metodología, correspondiente a la identificación y evaluación de alternativas.

7. RESULTADOS

Tras el desarrollo de la metodología como herramienta de cálculo, a continuación, se presentan los resultados obtenidos de la cuantificación del carbono embebido. Por otro lado, se procede a aplicar la segunda fase de la metodología al caso de estudio, con la identificación de los elementos críticos y la evaluación de alternativas de reducción.

Asimismo, la tabla completa empleada para el cálculo en Excel se recoge en el Anexo II.

7.1. RESUMEN DEL CÁLCULO POR CAPÍTULO

En primer lugar, se muestra el cómputo total de la suma por partidas de cada capítulo analizado:

Resumen		PCG total
00	ENVOLVENTE	692.144,27 kg CO ₂
02	CARPINTERÍA METALICA EXTERIOR Y SOMBREAMIENTOS	194.029,851 kg CO ₂
03	CUBIERTAS: REHABILITACIÓN ENERGÉTICA	205.606,503 kg CO ₂
05	FACHADAS: REHABILITACIÓN ENERGÉTICA	292.507,921 kg CO ₂

Tabla 10. Subtotal del carbono embebido por capítulos.

7.2. RESULTADO GLOBAL DE LA HUELLA DE CARBONO

En su conjunto, la huella de carbono total generada por los materiales empleados en el proyecto de rehabilitación asciende a 690.420,995 kg de CO₂ equivalente. Referido a la superficie del edificio y al periodo de referencia de 50 años establecido en la metodología, este valor equivale a 116,910 kg CO₂eq./m² años (Tabla 11).

HUELLA DE CARBONO TOTAL	kg CO ₂ eq./m ² AÑOS	kg CO ₂ eq./m ² AÑO
692.144,27	115,76	2,31

Tabla 11. Resultados globales del cálculo de la huella de carbono.

Para poder comparar este resultado con el ahorro de emisiones obtenido mediante las mejoras constructivas incorporadas en el proyecto de rehabilitación, el gasto de carbono embebido se ha expresado en las mismas unidades y sobre la misma superficie empleada en

el cálculo de dicho ahorro (5979,19 m²). De este modo el gasto de carbono asociado a los materiales queda establecido en 2,34 kg CO₂eq./m² año. Frente a este, el ahorro derivado de las mejoras de eficiencia energética alcanza 18,60 kg CO₂eq./m² año.

7.3. FASE 2: IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS

En esta segunda fase del análisis, por un lado, se presta atención a la identificación de los materiales críticos, aquellos con un alto potencial de reducción de emisiones de CO₂, y, por otro lado, se evalúan diferentes propuestas como alternativa de las soluciones planteadas en el proyecto.

7.3.1. Identificación de elementos críticos

A continuación, se muestra el desglose de los resultados en tres niveles, que van de lo general a lo concreto y que están conectados entre sí: cada uno se apoya en el anterior de manera que el análisis se va acotando. Primero, se calcula el CO₂ total que genera cada capítulo, lo que permite ver cuál concentra el mayor impacto. Después, dentro de ese capítulo, el CO₂ se desglosa por familias de material, para identificar qué tipo de material es el que más pesa en ese impacto. Por último, se hace una separación por unidades de obra, que permite señalar con precisión el elemento constructivo concreto responsable.

Este recorrido, de lo general a lo concreto, es el que hace posible identificar los elementos críticos, como aplicación de la Fase 2 de la metodología.

6.3.1.1 Nivel 1: Capítulos

El reparto del impacto total en los tres capítulos analizados muestra que la fachada concentra la mayor parte de la huella de carbono con un %42, seguido de la cubierta, que cubre un 30% y, en menor medida, la carpintería con un 27%.

Capítulo	PCG	% (del total calculado)
carpintería	193.728,162	27,71%
cubierta	211.383,225	30,23%
fachada	293.913,698	42,04%
TOTAL	699.025,084	100,000

Tabla 12. Cómputo total del carbono embebido por capítulos.

6.3.1.2 Nivel 2: Material

En el análisis por materiales, la clasificación de cada caso varía levemente, ya que el reparto de los materiales no es el mismo en todos los capítulos, por eso se describe brevemente los elementos que incluye cada familia del material. Asimismo, los grupos de materiales marcados en rojo señalan un alto impacto en comparación con el resto.

CARPINTERÍA

Los elementos del capítulo de carpinterías reúnen los siguientes resultados (ordenados de mayor a menor impacto generado):

MATERIALES CARPINTERÍA	kg CO ₂	%	COSTE (€)
METALES <i>Carpintería de aluminio tanto en muro cortina como en ventanas y puertas. También incluye el acero laminado empleado en los refuerzos de la estructura del muro cortina.</i>	128.297,02	66,12%	243.352,78 €
VIDRIO <i>Composición de triple acristalamiento con doble cámara.</i>	40.519,38	20,88%	186.039,85 €
POLÍMEROS <i>Sellado con silicona neutra principalmente, seguido de lámina impermeabilizante de polietileno junto con su adhesivo.</i>	13.269,84	6,84%	17.774,26 €
AISLAMIENTO <i>Diferentes composiciones de panel de sándwich.</i>	8.530,85	4,40%	20.599,90 €
CEMENTOSOS <i>Adhesivo cemento cola utilizado para impermeabilizar los recercos laterales y los dinteles exteriores.</i>	2.359,37	1,22%	1.776,81 €

Tabla 13. Resultados del impacto y coste por materiales del capítulo de carpintería.

CUBIERTA

A continuación, se muestran los resultados obtenidos por cada grupo de material del capítulo de cubiertas (ordenados de mayor a menor impacto generado):

MATERIALES CUBIERTA	KG CO ₂	%	COSTE (€)
POLÍMEROS: <i>Panel policarbonato translucido, impermeabilización, geotextil de polipropileno y freno de vapor.</i>	82.094,12	38,12%	42.768,71 €
AISLAMIENTO:	67.089,43	31,74%	74.838,34 €

Panel de sándwich utilizado mayoritariamente, y en menor cantidad, lana de roca y panel XPS.

METALES: <i>Canalones, bajantes, tornillos y similares.</i>	43.817,10	20,73%	60.404,05 €
CEMENTOSOS: <i>Mortero cola.</i>	17.503,89	8,28%	8.099,85 €
CERÁMICOS: <i>Baldosa de gres empleada en solado cerámico en cubiertas planas.</i>	7.922,06	3,75%	5.499,78€
PINTURAS Y ACABADOS: <i>Pinturas y barnices de distintos tipos.</i>	2.504,04	1,18%	12.035,52 €

Tabla 14. Resultados del impacto y coste por materiales del capítulo de la cubierta.

FACHADA

Dentro del capítulo de la fachada, se obtienen los siguientes resultados según la clasificación particular de los materiales (ordenados de mayor a menor impacto generado):

MATERIALES FACHADA	KG CO ₂	%	COSTE (€)
CEMENTOSOS: Revestimiento de hormigón polimérico, (alto contenido en carbonato cálcico, arena y grava). También se incluyen las placas de yeso laminado del trasdosado y la pasta para juntas, y diferentes adhesivos cementosos para el alicatado en algunas zonas de trasdosados a interior.	135.508,82	47,55%	253.618,28 €
METALES: Subestructura de aluminio (perfiles, montantes, anclajes y tornillos de la fachada ventilada). También se incluye la subestructura del trasdosado (perfiles metálicos y fijaciones).	11.4798,51	40,28%	232.704,97 €
 AISLAMIENTO: Principalmente, paneles de lana mineral (140 mm), y minoritariamente, panel sándwich.	27.236,97	9,56%	53.392,04 €
PINTURAS Y BARNICES: Pinturas plásticas y barnices, así como imprimaciones antioxidantes y esmalte de poliuretano para la subestructura metálica.	4.952,61	1,74%	2.296,88 €
CERÁMICOS: Gres porcelánico utilizado en alicatados de paramentos trasdosados a interior.	1.299,94	0,46%	956,87 €

Tabla 15. Resultados del impacto y coste por materiales del capítulo de la fachada.

6.3.1.3 Nivel 3: Unidades de obra

Por último, con el fin de identificar las partidas o elementos de mayor impacto, se analiza la huella de carbono por cada unidad de obra dentro de los capítulos. Además, se han seleccionado las unidades de obra que más destacan (marcadas en rojo sobre la *tabla 15*), de manera que se pueden identificar los elementos con más peso dentro de cada partida:

CARPINTERÍA

UNIDADES DE OBRA	kg CO ₂	%	COSTE (€)
MURO CORTINA	97.152,65	50%	327.126,83 €
Montantes	52700,664		71,470,61 €
Carpintería	6738,513		20,363,60 €
Puertas	3992,812		9,937,60 €
Vidrios	23149,026		116,957,21 €
Sellado silicona	10585,846		7,987,05 €
LUCERNARIO	2.9081,703	15%	115.584,56 €
Carpintería	9639,484		17,412,94 €
Vidrios	14157,676		51,218,53 €
Remates	5131,951		6,635,84 €
Sellado silicona	152,592		231,20 €
CARPINTERIA STRUGAL S82	18.521,23	10%	70.183,53 €
Carpintería	13448,791		39,904,49 €
Vidrio	2629,006		13,455,03 €
Sellado silicona	418,075		662,02 €
CORTINA ENROLLABLE	17.902,656	9%	29.169,93 €
RECERCO INT. AL. LACADO	16.244,90	8%	39.748,63 €
REVEST. P. SANDWICH	8.937,536	5%	33.176,93 €
IMPERMEABILIZACION	4.187,368	2%	23.375,22 €
PUERTAS STRUGAL S72	80,85	0%	379,90 €

Tabla 16. Resultados del impacto y coste por unidades de obra de la carpintería.

CUBIERTA

En el capítulo de la cubierta, destaca el panel de policarbonato: se muestra el desglose en detalle las partidas del panel de policarbonato y el aislamiento XPS

UNIDADES DE OBRA	kg CO ₂	%	COSTE (€)
PANEL POLICARBONATO	70422,396	33%	44722,132 €
Panel de policarbonato	68823,636	10,0%	32,4%
Sellado silicona neutra	1598,760	0,2%	0,8%

 AISLAMIENTO 500 XPS 	 14334,320 	 7% 	 52424,629 €
Panel XPS liso 80 mm	11464,997	1,7%	5,4%
Geotextil poliprop. no tejido 170 gr/ m ²	2869,323118	0,4%	1,4%
 IMPERMEABILIZACIÓN 	 7158,347 	 3% 	 29999,563 €
ALBARDILLA CUBIERTA AL. LACADO	9106,240	4%	37936,564 €
AISLAMIENTO ISOVER ECOVENT	632,689	0%	4123,789 €
SOLADO CERÁMICO	12842,148	6%	13359,444 €
CANALÓN DOBLE SÁNDWICH	15834,278	7%	31625,094 €

Tabla 17. Resultados del impacto y coste por unidades de obra de la carpintería.

FACHADA

A continuación, se muestra el impacto generado por unidades de obra, analizando en detalle la unidad de obra de la fachada ventilada de hormigón polimérico, observando por separado los elementos que la componen, al ser la que más cantidad de kg de CO₂ ha generado.

UNIDADES DE OBRA	kg CO ₂	COSTE (€)	%
FACHADA VENTILADA H.P.	211645,299	642843,483 €	74,26%
Placa mecanizada hormigón polímero Ulma	133674,924	251450,100 €	46,90%
Subestructura aluminio	77766,368	189,130,87 €	27,30%
Minio electrolítico	274,315	274,126 €	0%
AISLAMIENTO ISOVER ECOVENT	23004,772	60311,035 €	8%
FACHADA CHAPA MINIONDA	23897,769	18956,783 €	8%
FACHADA PANEL SÁNDWICH	15090,554	6786,247 €	5%
ESMALTE PERFILES METÁLICOS	3789,410	7519,831 €	1%

Tabla 18. Resultados del impacto y coste por unidades de obra de la fachada.

6.3.1.4 Resumen de los resultados

A partir de los resultados, se identifican los elementos prioritarios por concentrar cantidades altas de CO₂ respecto del PCG total dentro de cada sistema constructivo definido en la caracterización de la reforma: Fachada, Carpintería Cubierta no transitable y Cubierta inclinada ligera:

	ELEMENTOS CRÍTICOS	KG CO ₂	% (RESPECTO DEL CAPÍTULO)	% (RESPECTO DEL TOTAL ANALIZADO)
1	Revestimiento de la fachada ventilada. Placa de hormigón polimérico	133674,924	46,90%	19,00%
2	Carpintería (marcos de ventanas y montantes del muro cortina)	82527,452	43,00%	12,00%
3	Subestructura de aluminio de la fachada ventilada	104719,926	27,30%	11,00%
4	Panel de policarbonato	70422,396	33,00%	10,00%
5	Panel de sándwich cubierta 5 grecas ACH e=150 mm	54248,740	22,67%	7,00%
6	Aislamiento isover ecovent: lana mineral en fachada	23004,772	8,00%	3,00%

Tabla 19. Listado de los elementos críticos identificados, indicando su impacto y distribución porcentual.

7.3.2. Evaluación de alternativas

Teniendo en cuenta los resultados obtenidos, y a partir de los criterios para la selección de alternativas planteados en el apartado 5.2.2 de la metodología, se presentan las siguientes soluciones para reducir el impacto ambiental:

7.3.2.1 Alternativa 1: Revestimiento de la fachada ventilada

Tras comprobar el alto impacto de la placa de hormigón polimérico, se presentan dos propuestas como alternativa de impacto ambiental menor, que han sido elegidas tras analizar la viabilidad de diferentes soluciones.

Se evalúa, por un lado, un revestimiento de cerámica extruida y, por otro lado, un revestimiento de Accoya, una madera de pino radiata tratada mediante acetilación. Ambas propuestas tienen un potencial de calentamiento global inferior que las placas de hormigón polimérico.

COMPARACIÓN AMBIENTAL

	MATERIAL	PCG DEL MATERIAL	COSTE
Solución actual	Hormigón polimérico	0,97 kg CO ₂ /kg	75,89€/m ² *

Propuesta 1	Cerámica extruida	0,59 kg CO ₂ /kg	40€/m ² **
Propuesta 2	Madera Accoya	-1,19 kg CO ₂ / m ³	140,22€/m ² ***

Nota *: coste obtenido del presupuesto del proyecto de rehabilitación.

Nota **: coste representativo proporcionado por un comercial de Faveker.

Nota ***: coste representativo obtenido del presupuesto del proyecto de rehabilitación del centro cívico de Aldabe en Vitoria-Gasteiz proyectado en 2026.

Tabla 20. Comparacion de dos propuestas de mejora para la sustitución del revestimiento de hormigón polimérico.

EVALUACIÓN DE LAS PROPUESTAS

CRITERIO	HORMIGÓN POLIMÉRICO	CERÁMICA EXTRUIDA	MADERA ACCOYA
PCG (A1-A3)	0,97 kg CO ₂ /kg	0,59 kg CO ₂ /kg	-1,19 kg CO ₂ /m ³
Vida útil	50 años	50 años	50 años
Equivalencia técnica	Reacción al fuego A2-s1, d0	Reacción al fuego A1	Reacción al fuego D-s2, debe ser tratada (la normativa exige mínimo B-s3, d2)
Viabilidad constructiva	Compatible con la subestructura de aluminio prevista.	Compatible tanto en subestructura metálica como de madera.	Subestructura de madera o acero inoxidable. Siendo aluminio, debe ser tratado con epoxi, laca o poliuretano.
Circularidad y fin de vida	Se recicla el 88%	Se recicla el 70%	100% reciclable y biodegradable
DAP	Disponible	Disponible	Disponible

Tabla 21. Aplicación de los criterios de evaluacioón en la alternativa 1.

Con esa visión global de las dos alternativas, pese a que la madera Accoya se trate de la opción más favorable en cuanto a reducción del carbono embebido, teniendo en cuenta el resto de los criterios como el coste y la equivalencia técnica, para este proyecto concreto se opta por la cerámica extruida, al ajustarse con mayor precisión a las características de este caso de estudio.

7.3.2.2 Alternativa 2: perfiles de carpintería y muro cortina

Debido al elevado impacto ambiental asociado al aluminio, se ha estudiado una posible alternativa de sustitución para la carpintería proyectada mediante la utilización de aluminio 100% reciclado:

	MATERIAL	PCG DEL MATERIAL	IMPACTO DE CO ₂	COSTE
Solución actual	Perfil de aluminio RPT	9,98 kg CO ₂ /kg	82527,45	802,91 €* 802,91 €*
Propuesta	Perfil de aluminio reciclado RPT	1,396 kg CO ₂ /kg (densidad de referencia 515kg/m ³)	21652,36	1.091,37€

*Nota: coste obtenido del presupuesto del proyecto de rehabilitación (255x120cm).

**Nota: no se ha podido obtener el coste del perfil de aluminio reciclado al 100%. En su ausencia, se muestra a modo orientativo el coste con aluminio reciclado al 82,1%. (el valor pertenece a las mismas dimensiones de carpintería que la de la solución actual).

Tabla 22. Comparación de las propuestas para la sustitución de la carpintería de aluminio (marcos de ventanas y muro cortina).

A fecha de la redacción del presente estudio, la DAP específica de carpintería con aluminio reciclado se encuentra en fase de elaboración, según ha confirmado Cortizo en las comunicaciones mantenidas para la obtención de los datos utilizados. Por ello, los valores empleados son aproximados, obtenidos combinando el desglose por módulos de la DAP de perfiles extruidos de aluminio convencional con el dato de producción de tocho reciclado facilitado por el fabricante (Cortizo, 2026). Aun así, se trata de una solución viable que ya se aplica en obra en la actualidad.

EVALUACIÓN DE LAS PROPUESTAS

CRITERIO	PERFIL DE ALUMINIO GÉNÉRICO (actual)	ALUMINIO 100% RECICLADO
Reutilización del material existente	No aplica. Su sustitución se justifica por impacto ambiental	No aplica. Su sustitución se justifica por impacto ambiental
PCG (A1-A3)	9,98 kg CO ₂ /kg	1,396 kg CO ₂ /m ³
Vida útil	50 años	50 años
Equivalencia técnica	RPT, $U_w \geq 0,70 \text{ W/m}^2\text{K}$	Cumple: RPT, $U_w \geq 0,71 \text{ W/m}^2\text{K}$
Viabilidad constructiva	Carpintería y subestructura previstas en el proyecto	Compatible, dimensiones similares
Circularidad y fin de vida	Aluminio reciclable 95% al fin de vida	Fabricado con tocho 100% reciclado postconsumo (Infinity 100); aluminio reciclable 95% al fin de vida

Documentación ambiental	Disponible	En elaboración
-------------------------	------------	----------------

Tabla 23. Aplicación de los criterios de evaluación en los perfiles de carpintería.

Se considera la sustitución del tocho de aluminio empleado en la fabricación de los perfiles por aluminio 100% reciclado (Tocho Infinity 100, Cortizo). Al tratarse del mismo perfil y sistema constructivo, se garantiza la equivalencia técnica (prestaciones térmicas y estructurales) al mismo tiempo que se reduce su impacto ambiental.

Con esa sustitución, se obtiene una reducción del PCG en las carpinterías de un 74%.

7.3.2.3 Alternativa 3: subestructura de aluminio de la fachada ventilada

Al igual que en el caso de la carpintería, el elevado impacto del aluminio de la subestructura de la fachada ventilada plantea la posibilidad de sustituirlo por aluminio reciclado. En este caso, se propone como alternativa el aluminio Hydro CIRCAL, equivalente al acabado del perfil actual.

COMPARACIÓN AMBIENTAL

	MATERIAL	PCG DEL MATERIAL	IMPACTO DE CO ₂	COSTE
Solución actual	Aluminio lacado (subestructura)	8,54 kg CO ₂ /kg	77.766,368	802,91 €* - €**
Propuesta	Aluminio reciclado Hydro CIRCAL (lacado)	3,53 kg CO ₂ /kg	32.144,64	

*Nota: coste obtenido del presupuesto del proyecto de rehabilitación.

**Nota: no se ha encontrado el coste de aluminio reciclado para el caso de la subestructura de la fachada ventilada. Sin embargo, a partir del resultado obtenido en el caso de la carpintería de aluminio reciclado, se espera que este valor supere el de la solución actual.

Tabla 24. Comparación ambiental de la subestructura de aluminio de la fachada ventilada.

EVALUACIÓN DE LAS PROPUESTAS

CRITERIO	ALUMINIO LACADO CONVENCIONAL (ACTUAL)	ALUMINIO RECICLADO HYDRO CIRCAL
Reutilización del material existente	No aplica. Su sustitución se justifica por impacto ambiental	No aplica. Su sustitución se justifica por impacto ambiental
PCG (A1-A3)	8,54 kg CO ₂ /kg	3,53 kg CO ₂ /kg
Vida útil	50 años	50 años

Equivalencia técnica	Perfil estructural con acabado lacado	Mismo tipo de perfil y proceso de lacado; equivalencia mecánica
Viabilidad constructiva	Sistema de fachada ventilada previsto	Compatible, mismo perfil y sistema constructivo
Circularidad y fin de vida	Aluminio reciclable $\approx 95\%$ fin de vida	82,1% contenido reciclado postconsumo; reciclable $\approx 95\%$ fin de vida
DAP	Disponible	Disponible

Tabla 25. Aplicación de los criterios de evaluación en la alternativa de subestructura.

Tras esta valoración, se puede comprobar que se trata de un material altamente compatible, con la cual se consigue reducir el impacto generado por el carbono a más de la mitad (58,67%). Sin embargo, no se ha podido obtener el coste, por lo que queda por comprobar su viabilidad económica.

7.3.2.4 Alternativa 4: panel de policarbonato de la cubierta

El panel de policarbonato de la cubierta es otro de los elementos críticos identificados en la *Tabla 18*, con un impacto de 70.422,396 kg CO₂ (33% del capítulo de cubierta). A diferencia del resto de alternativas, este impacto se ve condicionado por la vida útil del material.

Según la declaración ambiental declarada, se estima una vida útil de 25 años, y para cumplir con los criterios del análisis del ciclo de vida (se emplea una referencia de estudio de 50 años), el impacto generado por dicho material se duplica en el cálculo.

Para este caso particular de la cubierta, el material empleado tiene que cumplir con unas características técnicas específicas que limita la solución de elementos compatibles de menor huella de carbono; tiene que ser un material ligero y translucido. Explorando el mercado, hoy en día, las alternativas con una Declaración Ambiental de Producto verificable son escasas.

Como conclusión, se plantea prolongar el panel de policarbonato más allá de su vida útil estimada de 25 años, siempre y cuando su deterioro no implique grandes problemas constructivos.

Estudios sobre la durabilidad del policarbonato muestran que, si bien el amarilleamiento es el efecto más visible y el primero en aparecer, la pérdida de transmisión

lumínica se mantiene en torno a un 10% (Ascione et al., 2019). Esto respalda la viabilidad de prolongar su vida útil, si bien conviene vigilar la resistencia y fragilidad, que según el estudio resulta más agravado con el tiempo.

7.3.2.5 Alternativa 5: Panel de sándwich cubierta

Para el panel de cubierta del polideportivo se ha explorado la posibilidad de sustituirlo por una solución de menor huella de carbono. Sin embargo, de las alternativas con Declaración Ambiental de Producto verificable identificadas, la que presenta una reducción más consistente se fabrica fuera de España (Polonia/Finlandia), lo que introduce un transporte considerablemente mayor cuyo efecto sobre el resultado final no se ha podido descartar. Por este motivo, y a falta de una alternativa con Declaración Ambiental, no se incluye una propuesta de sustitución para este elemento.

7.3.2.6 Alternativa 6: Aislamiento de lana mineral de fachada

Aunque el aislamiento térmico no figura entre los cinco elementos más críticos de la *Tabla 18*, representa un volumen de material considerable dispone de una alternativa con un potencial de reducción muy elevado, por lo que se incluye como alternativa adicional de mejora.

El aislamiento actualmente proyectado es lana de vidrio Isover Ecovent 032 (140 mm, $\lambda = 0,032 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$). Como alternativa se propone la lana de vidrio Knauf Panel Plus (TP 138), con idéntica conductividad térmica ($\lambda = 0,032 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$).

	MATERIAL	λ (W/m·K)	PCG DEL MATERIAL (A1-A3)	COSTE
Solución actual	Lana de vidrio Isover Ecovent 032	0,032	6,71 kg CO ₂ eq/m ²	18,46€*
Propuesta 1	Lana de vidrio Knauf Panel Plus (TP 138)	0,032	3,11 kg CO ₂ eq/m ²	30,95€**

*Nota: coste obtenido del presupuesto del proyecto de rehabilitación.

**Nota: coste obtenido de la tarifa de precios de Knauf (Knauf Insulations, 2024).

Tabla 26 Comparación de dos propuestas de aislamiento térmico.

Al tratarse de dos materiales con idéntica conductividad térmica y espesor, la comparación es directa. La alternativa reduce el PCG en aproximadamente un 54%.

EVALUACIÓN DE LAS PROPUESTAS

CRITERIO	LANA DE VIDRIO ISOVER 032 (ACTUAL)	LANA DE VIDRIO KNAUF TP 120 A
Reutilización del material existente	No aplica. Su sustitución se justifica por impacto ambiental	No aplica. Su sustitución se justifica por impacto ambiental
PCG (A1-A3)	6,71 kg CO ₂ eq/m ²	3,11 kg CO ₂ eq/m ²
Vida útil	50 años	>60 años
Equivalencia técnica	$\lambda = 0,032 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$	$\lambda = 0,032 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$
Viabilidad constructiva	Compatible con la subestructura de fachada ventilada prevista	Compatible con la misma subestructura, sin necesidad de redimensionar
Circularidad y fin de vida	Vidrio reciclado 50-79%; 100% del residuo a vertedero	Contenido reciclado hasta 80%; 100% del residuo a vertedero
Documentación ambiental	Disponible	Disponible

Tabla 27. Aplicación de los criterios de evaluación en la alternativa 4.

7.3.2.7 Alternativa 7: grava de la cubierta

Como cuarta alternativa, se plantea la reutilización de la grava existente en la cubierta no transitable en lugar de su sustitución por material nuevo. A diferencia de las propuestas anteriores, en las que la reducción del impacto ambiental se conseguía mediante el cambio de material, en este caso el beneficio ambiental procede de evitar la fabricación de nuevas materias primas, aprovechando un material ya extraído. Esto permite dar respuesta al criterio de reutilización del material existente, en relación con los principios de economía circular introducidos en el marco teórico del trabajo.

	PCG (A1-A3)	kg de CO ₂ evitados
Impacto de la grava	5,22 kg CO ₂ /tonelada	996,571

Tabla 28. Cantidad de CO₂ evitada mediante la reutilización de la grava.

7.4. REDUCCIÓN ALCANZADA RESPECTO AL PROYECTO INICIAL

Tras aplicar las diferentes alternativas de la propuesta, se obtiene una reducción de la huella de carbono de un 26%.

	PCG	PCG/m ²	PCG/m ² año
ACTUAL	692.144,27	115,76	2,31
ALTERNATIVA	513.260,23	85,84	1,71

kg de CO ₂ evitados	178.884,04
--------------------------------	------------

Tabla 29. Ahorro de CO₂ con la aplicación de la propuesta.

Una vez obtenidos estos resultados, el siguiente capítulo se centra en su interpretación, analizándolos tanto a nivel global como por capítulo y alternativa.

8. INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS

A partir de los resultados mostrados, se presenta una interpretación de los valores obtenidos; se trata de comprender de donde procede esa criticidad evaluada, que es lo que hace que unos elementos concentren más impacto que otro. Todo ello, enfocado a estrategias de reducción.

8.1. COMPARACIÓN DEL CARBONO EMBEBIDO Y AHORRO OPERACIONAL

Al comparar el carbono embebido con el ahorro operacional, expresados en las mismas unidades ($\text{kg CO}_2\text{eq/m}^2 \text{ año}$), se observan dos lecturas.

Por un lado, el ahorro operacional ($18,60 \text{ kg CO}_2\text{eq/m}^2 \text{ año}$) es más de ocho veces superior al gasto de carbono embebido anualizado ($2,31 \text{ kg CO}_2\text{eq/m}^2 \text{ año}$). Esto confirma la importancia de la rehabilitación energética: permite reducir a gran escala el gasto operacional del edificio, y ese ahorro se repite cada año durante toda su vida útil.

Comparativa del ahorro ($\text{kg CO}_2\text{eq./m}^2 \text{ año}$)

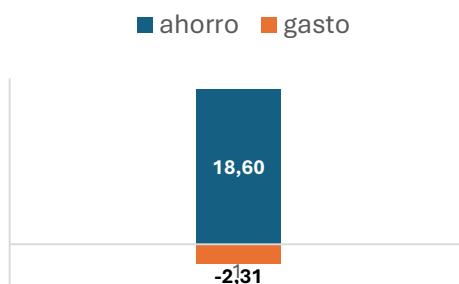


Figura 19. Comparación entre las emisiones de carbono embebidas y el ahorro de emisiones derivado de la reducción del consumo energético del edificio.

Por otro lado, el carbono embebido no es un gasto recurrente, sino un impacto puntual generado en el momento de la obra. Como muestra la Figura 20, el ahorro operacional compensa ese gasto en 7 años, un plazo muy corto frente a los objetivos de reducción que se plantean para 2030. Esto significa que, al tratarse de un impacto a corto plazo, el carbono embebido tiene un alto potencial de reducción inmediata.

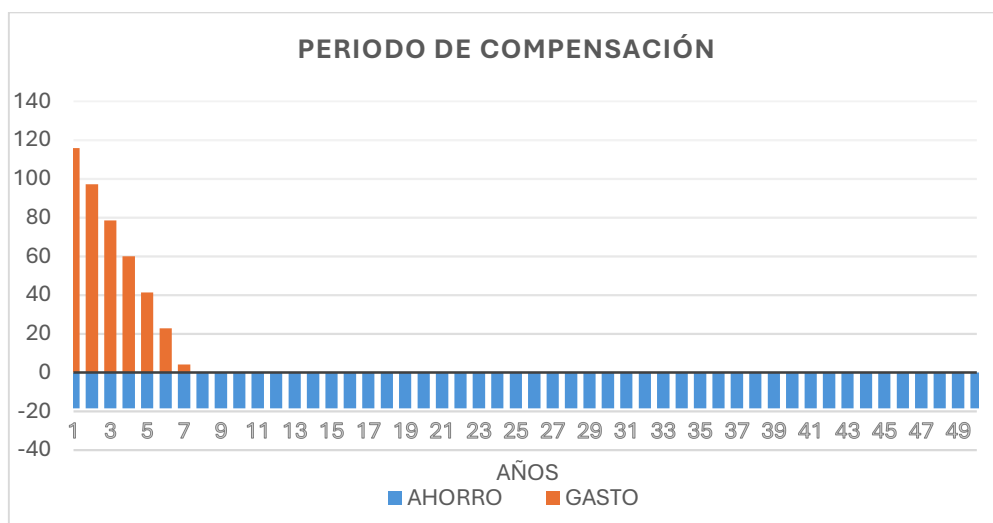


Figura 20. Compensación del CO₂ por superficie en un periodo de 50 años (unidad en kg de CO₂ eq/m²).

De aquí se extraen las dos ideas que guían el resto del análisis: la rehabilitación energética es clave para reducir el carbono operacional, y al mismo tiempo es necesario reducir el carbono embebido, lo que se aborda en el apartado 8.3 a través de las alternativas de materiales.

8.2. INTERPRETACIÓN DE LA DISTRIBUCIÓN DEL IMPACTO POR CAPÍTULOS

El análisis por niveles desarrollado en el apartado 7.3.1 permite identificar dónde se concentra el impacto ambiental del proyecto y por qué. A nivel de capítulo, la fachada es la partida más determinante, con un 42% del total, seguida de la cubierta (30%) y la carpintería (28%). Esto muestra un reparto relativamente equilibrado entre las tres partidas de la envolvente.

Dentro de cada capítulo, el reparto por familia de material señala qué tipo de material es responsable del impacto, no solo qué partida constructiva: en carpintería son los metales (aluminio, 66%) y el vidrio (21%); en cubierta, los polímeros (policarbonato, 38%) y el aislamiento (32%); en fachada, los cementosos (hormigón polimérico, 48%) y los metales (aluminio de subestructura, 40%). Este nivel es el que finalmente orienta la búsqueda de alternativas: identificar, dentro de cada capítulo, qué material concreto genera el impacto y por qué motivo.

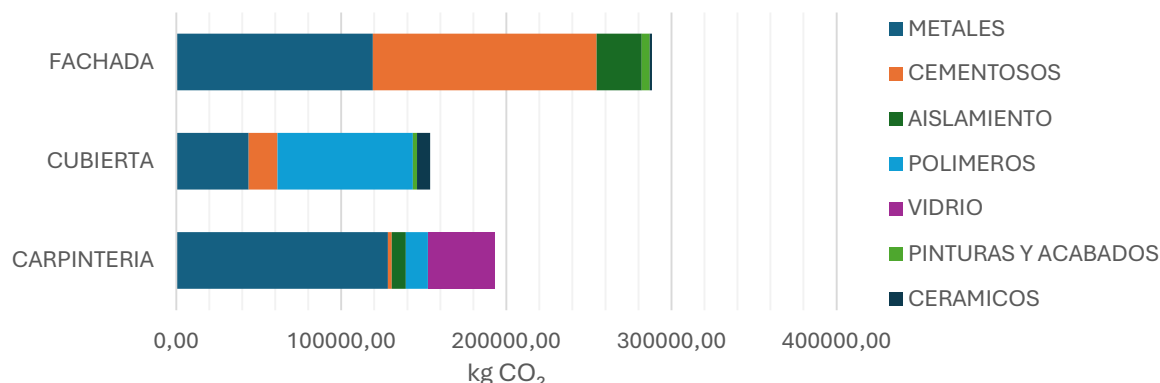


Figura 21. Distribución del impacto por capítulos.

8.2.1. Fachada

Tal y como se muestra en la *Figura 21* la fachada es con gran diferencia la unidad de obra que más cantidad de CO₂ genera. Al descomponerla, se identifican dos elementos críticos que concentran la mayor parte de su impacto ambiental. Por un lado, el revestimiento mediante placa de hormigón polimérico (dentro del grupo de los cementosos), que supone un 46% del capítulo y el 19% del total del proyecto (*Tabla 19*). Por otro lado, la subestructura de aluminio necesaria para el montaje de dicho revestimiento representa el 27% del capítulo y el 11% del total (*Tabla 19*). Ambos elementos son los que centran las alternativas 1 y 3 del apartado 7.3.2.

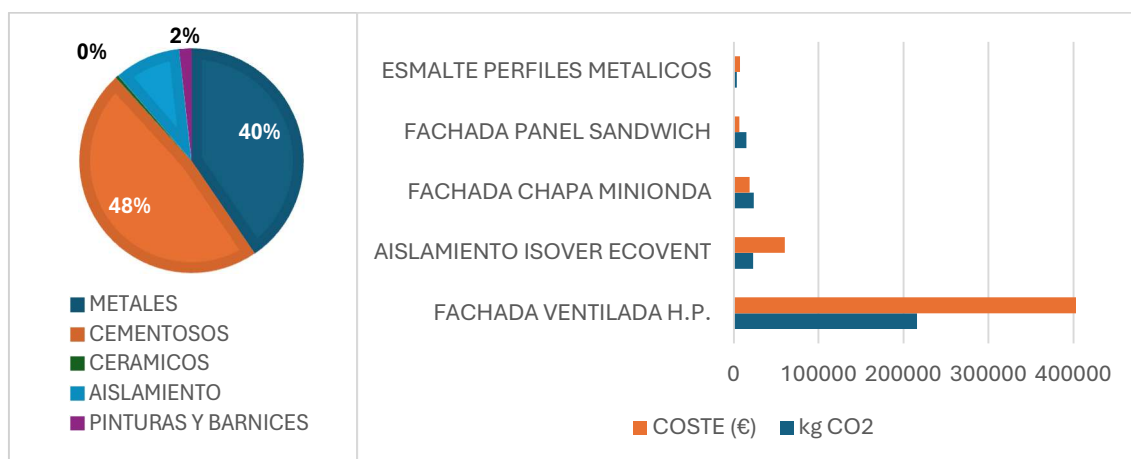


Figura 22. Distribución en del impacto de la fachada.

El hormigón polimérico, tal y como se ha mencionado en el apartado 8.1, presenta un potencial de calentamiento de 0,97 kgCO₂/kg. Sin embargo, su elevada contribución es debida

a la gran cantidad de material que se emplea para el revestimiento completo de la fachada del edificio. La subestructura de aluminio tiene un PCG muy elevado (8,54 kgCO₂/kg) comparado con el revestimiento, y por eso genera un impacto importante, aunque la cantidad utilizada sea menor. Esto indica que la contribución de la placa de hormigón polimérico está condicionada principalmente por la elevada cantidad de material empleada por unidad de superficie.

Además, desde el punto de vista constructivo estos dos elementos son dependientes el uno del otro. La subestructura metálica es el soporte necesario para el anclaje de las placas del revestimiento. Esto se debe tener en cuenta para valorar la viabilidad de propuestas de sustitución, ya que los revestimientos no son compatibles con cualquier tipo de anclaje o subestructura.

8.2.2. Carpintería

En este capítulo, el impacto se concentra fundamentalmente en un único elemento crítico: el conjunto formado por los marcos de ventanas y los montantes del muro cortina, que representa el 43% del capítulo y el 12% del total del proyecto (*Tabla 19*).

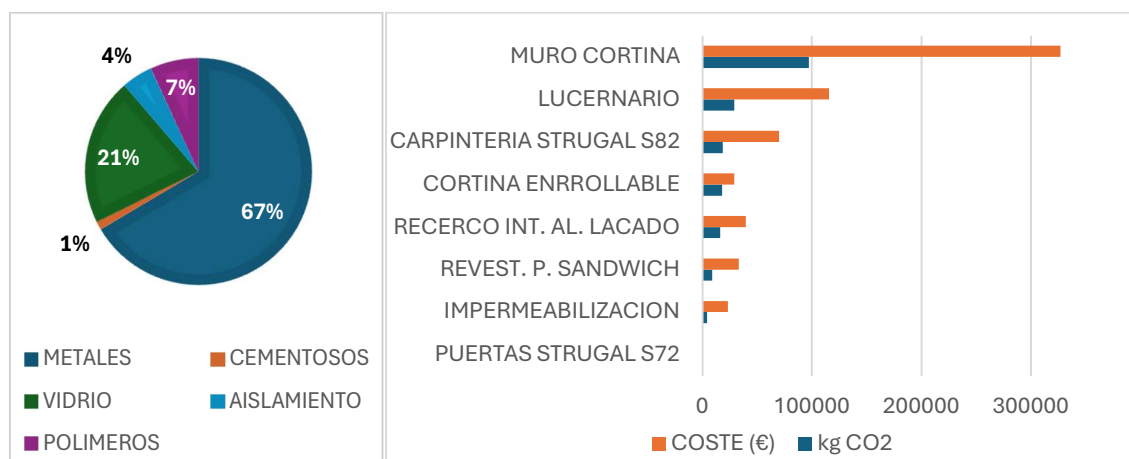


Figura 23. Distribución en del impacto de la carpintería.

El resultado resulta coherente debido al elevado PCG por unida de masa y gran cantidad de material empleado en el conjunto de ventanas y muro cortina: perfiles de aluminio con rotura de puente térmico. La declaración ambiental de este producto muestra que durante su producción se generan 9,98 kg CO₂ por cada kg de marco, siendo uno de los materiales empleados con mayor huella de carbono. Por eso, aunque las carpinterías no impliquen una

cantidad tan elevada como la del revestimiento de la fachada, al concentrar una cantidad elevada de CO₂ representa una gran parte dentro del capítulo y en el proyecto en general.

No obstante, las carpinterías empleadas responden a altas prestaciones térmicas y estructurales proporcionando beneficios técnicos que no siempre pueden sustituirse de forma directa.

8.2.3. Cubierta

En el capítulo de la cubierta, los elementos que concentra mayor impacto son el panel de policarbonato, con un 33% y un 10% del total del proyecto, y el aislamiento de panel sándwich, con un 26,66% del capítulo y un 8% del total.

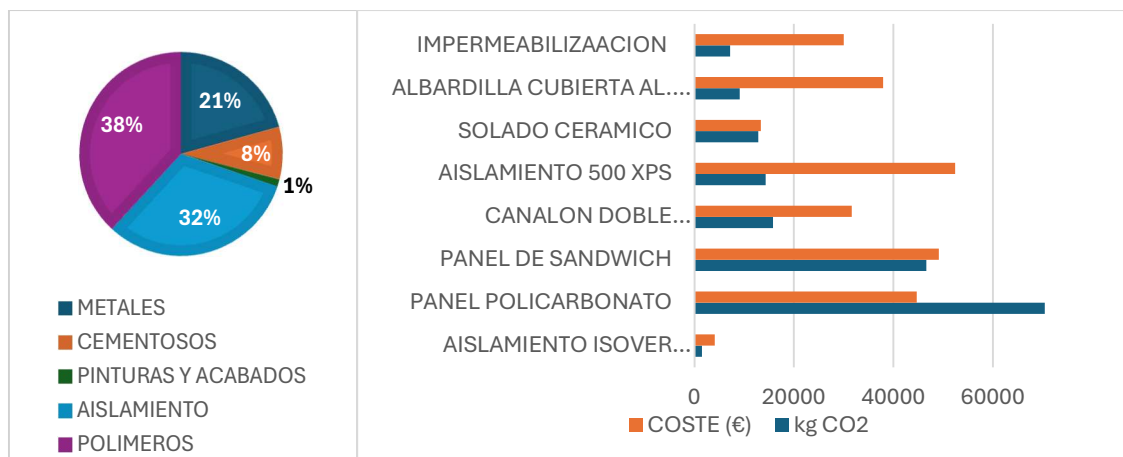


Figura 24. Distribución en del impacto de la cubierta.

El panel de policarbonato se emplea en los cerramientos de la cubierta tipo lucernario que hay en el polideportivo, donde se prioriza la transmisión de la luz natural y al mismo tiempo su ligereza frente a otras soluciones opacas.

A diferencia de lo observado en la fachada y en la carpintería, donde hay uno o dos elementos que predominan respecto al resto de elementos, en este caso, el carbono embebido está más repartido. Esto sugiere una estrategia de reducción diferente, en la que se deben contemplar varios materiales para lograr una mejora significativa sobre el total del capítulo.

8.3. VALORACIÓN DE LAS ALTERNATIVAS DE REDUCCIÓN

De las siete alternativas evaluadas en el apartado 7.3.2, cinco incorporan una propuesta de sustitución con reducción cuantificada, mientras que en dos (policarbonato y panel sándwich de cubierta) no se ha encontrado una alternativa equivalente técnicamente con declaración ambiental verificable.

Entre las alternativas viables, destaca que las dos de mayor reducción porcentual (perfiles de carpintería 74% y subestructura de fachada 58,67%) comparten la misma estrategia: sustituir aluminio convencional por aluminio con alto contenido reciclado. Esto indica que el mayor margen de mejora del proyecto no está tanto en cambiar de material como en cambiar la procedencia del aluminio. Visto así, esta estrategia es aplicable a cualquier material de construcción, siempre y cuando el mercado lo ofrezca.

El revestimiento de fachada (39%) y el aislamiento (54%) completan las alternativas con reducción significativa, mientras que la reutilización de la grava de cubierta, aunque pequeña en magnitud (0,14% del total), consigue su ahorro sin sustituir ningún material, ejemplificando directamente los principios de economía circular introducidos en el marco teórico.

Asimismo, las alternativas planteadas en su conjunto consiguen reducir el carbono embebido en un 26%. En el siguiente gráfico se muestra la reducción por cada capítulo analizado.

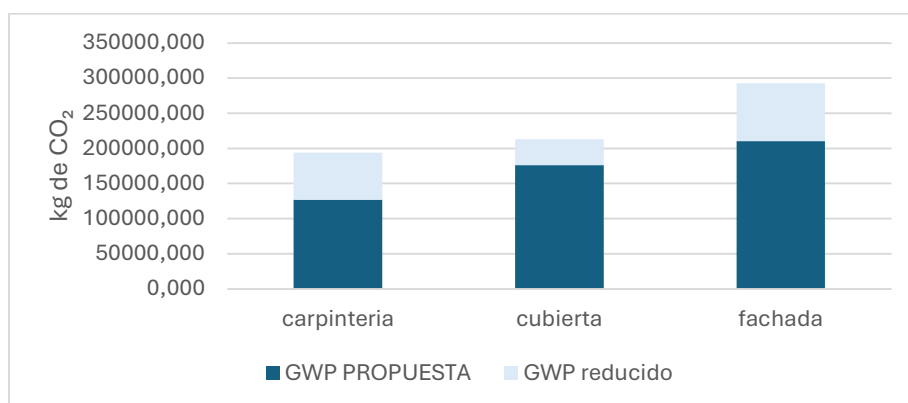


Figura 25. Reducción del carbono embebido por capítulos.

Para visualizar el efecto conjunto de estas alternativas sobre la comparación presentada en el apartado 8.1, la Figura 20 incorpora, superpuestos sobre las barras del proyecto actual, los valores que resultarían si se aplicasen las alternativas seleccionadas.

Con la mejora, el carbono embebido se ve compensado en 5 años, reforzando la idea de que el carbono embebido tiene un alto potencial de reducción a corto plazo.

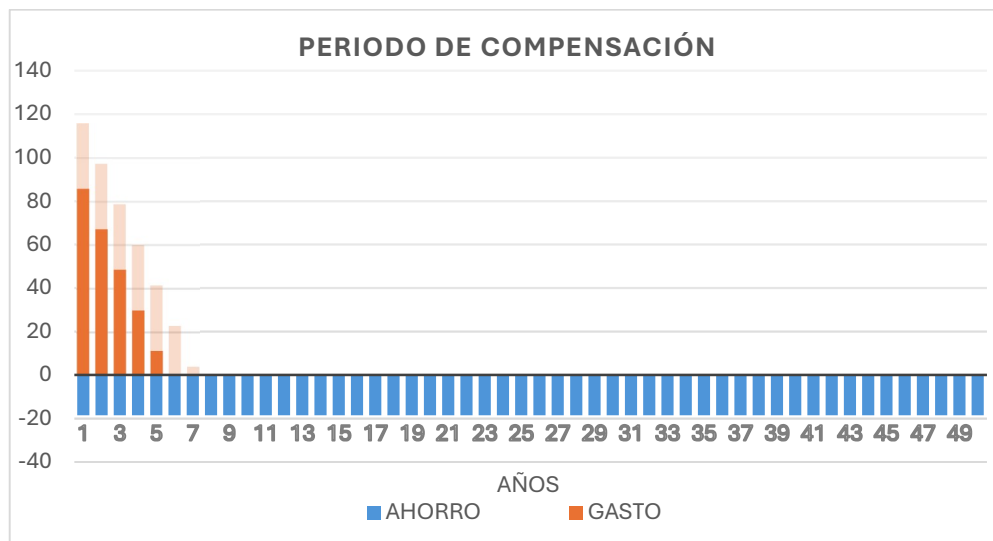


Figura 26. Reducción de la compensación del CO₂ por superficie en un periodo de 50 años (unidad en kg de CO₂ eq/m²).

A partir de este análisis conjunto se extraen las conclusiones finales del trabajo presentadas en el siguiente apartado.

9. CONCLUSIONES

El presente trabajo desarrolla una metodología de evaluación del carbono embebido aplicada a un proyecto de rehabilitación, con el objetivo de identificar los elementos constructivos de mayor impacto ambiental y orientar la toma de decisiones hacia soluciones de menor huella de carbono. Las conclusiones que se exponen a continuación dan respuesta a la hipótesis y objetivos planteados al inicio del trabajo y recogen, asimismo, las limitaciones y reflexiones que han surgido a lo largo del proceso.

9.1. CONCLUSIÓN 1: HIPÓTESIS

En respuesta a la hipótesis planteada al comienzo de este trabajo, se resuelve la cuestión sobre el peso que adquiere el carbono embebido en la rehabilitación energética.

Para evaluar el resultado del carbono embebido (2,78 kg CO₂eq./m² año), se ha contrastado con el ahorro operacional obtenido (18,60 kg CO₂eq./m² año) mediante la rehabilitación energética (principalmente por la mejora de la envolvente). Así pues, se demuestra que el impacto generado por los materiales es compensado a lo largo del periodo de referencia de 50 años.

No obstante, la posible compensación en la fase de uso no implica que el impacto generado en los materiales carezca de relevancia, sino que pone en evidencia que la compensación se da según el tipo de intervención realizada. Es decir, en actuaciones como la rehabilitación energética, las emisiones asociadas a los materiales pueden verse compensadas a lo largo del tiempo mediante la disminución del consumo energético. Por el contrario, en intervenciones que no conllevan mejoras en el comportamiento energético del edificio, dichas emisiones constituyen un impacto neto, al no existir un retorno en términos de reducción de emisiones operacionales.

Por ello, con el fin de orientar la toma de decisiones hacia soluciones que optimicen la relación entre impacto ambiental y coste económico, resulta necesario identificar en qué casos adquiere mayor importancia la consideración de la huella de carbono de los materiales.

De esta forma, se deja una línea abierta de investigación, a ampliar el cálculo de la huella de carbono en otro tipo de intervenciones como accesibilidad o seguridad contra incendios, que no implican un ahorro en el carbono operacional, sino que son actuaciones definidas por la normativa.

9.2. CONCLUSIÓN 1: DESARROLLO DE LA METODOLOGÍA.

El primer objetivo planteado trata la elaboración de una metodología para evaluar el carbono embebido. Durante su desarrollo, debido a las limitaciones que se han ido encontrando, como la falta de Declaraciones Ambientales del Producto, la metodología se ha basado principalmente en la aplicación de criterios para la estrategia de cálculo.

Esta limitación ha afectado de forma concreta a los resultados del presente trabajo. Para afrontar la falta de DAP específicas, en el mejor de los casos, se ha tenido que recurrir al uso de documentos de productos con características similares, no pudiendo siempre encontrar datos idénticos; y en el peor de los casos, no se ha podido ni siquiera encontrar una DAP similar. Esta práctica, introduce un grado de incertidumbre en los resultados obtenidos.

Una adecuada base de datos es, por tanto, una condición necesaria para que metodologías como la desarrollada en este trabajo puedan aplicarse con mayor rigor y menor uso de datos estimados.

9.3. CONCLUSIÓN 2: CUANTIFICACIÓN DEL CARBONO EMBEBIDO

Una de las partes lograda del trabajo, ha sido la cuantificación del carbono embebido, dando importancia a elementos críticos que implican una gran parte de la huella de carbono total. Para ello se aplican las reglas de corte: los elementos cuya contribución no supera el 1% de la partida a la que pertenecen (y que en su conjunto no superan el 5% del total) pueden excluirse del cálculo, permitiendo centrar el análisis en los elementos verdaderamente significativos. No obstante, implica que una parte del carbono embebido queda fuera del cómputo.

Ese carbono descartado, no siempre es necesariamente irrelevante, y puede incluso tener potencial a la hora del planteamiento de alternativas; es el caso de elementos auxiliares como la espuma de poliuretano utilizada en las juntas de carpintería. Se trata de un material con un potencial de calentamiento global alto, pero que al usarse en menor cantidad puede

parecer descartable si se toma de forma aislada; sin embargo, al reproducirse en múltiples unidades de obra a lo largo de un proyecto (no sólo en el caso de Judimendi, sino escalada a miles de intervenciones similares), su contribución acumulada llega a ser significativa. Además, en el caso del poliuretano, se presentan alternativas como lanas minerales, que consiguen reducir ese impacto.

Por esta razón, la incorporación de este tipo de partidas en futuros análisis permitiría obtener un resultado más completo de la huella de carbono real de una intervención.

9.4. CONCLUSIÓN 3: ALTERNATIVAS DE REDUCCIÓN

En cuanto a la evaluación de las alternativas planteadas con el objetivo de disminuir el impacto del carbono embebido de los materiales, se han concluido varias estrategias que contribuyen a la descarbonización.

El enfoque habitual en los análisis de huella de carbono de proyectos de rehabilitación se centra en la sustitución de materiales por alternativas de menor PCG. Sin embargo, la estrategia que menos huella de carbono genera es la “no intervención” o “no construcción”, aprovechando los materiales ya fabricados. Esta solución resulta positiva, siempre y cuando mantener este elemento no conlleve pérdidas en cuanto al ahorro energético u otros aspectos técnicos.

En el caso de estudio, la grava de la cubierta constituye un ejemplo ilustrativo debido a que los restos orgánicos acumulados, como ramas u hojas, pueden generar dificultades de drenaje. Se trata de un material que es fácilmente reutilizable en su totalidad, evitando tanto el carbono asociado a la fabricación de un nuevo material como su gestión como residuo. Este tipo de solución no suele reflejarse en los cálculos de carbono embebido porque se trata de material preexistente, no incorporado como nuevo. Sin embargo, su impacto evitado es real y debería encontrar un lugar en la metodología de evaluación.

La integración de criterios de economía circular, es decir, el empleo de materiales con contenido reciclado o la utilización de sistemas que faciliten el desmontaje para reutilizarse, ofrece un potencial de reducción del carbono embebido que no se suele tener en cuenta. Por eso es importante aplicar estos criterios, sobre todo en las primeras fases de proyecto, y conseguir evitar esos gastos que a primera vista parecen descartables.

9.5. CONCLUSIÓN GENERAL

Por último, como conclusión global del trabajo, se ha de recalcar la relevancia de estas dos cuestiones:

1.- La rehabilitación energética se trata de una intervención indispensable para reducir las emisiones de carbono, pero no se debe afrontar de manera aislada.

2.- Tal y como se ha demostrado en este trabajo, la selección de materiales u otras soluciones disminuye de manera directa el periodo de compensación de la rehabilitación energética.

Por lo tanto, se pone en evidencia que tanto la rehabilitación energética como el empleo de materiales sostenibles u otras estrategias de reducción del carbono embebido, son necesarias para la descarbonización del sector. Este planteamiento se debe tener en cuenta en el antes, durante y después de su vida útil.

10. BIBLIOGRAFÍA

A continuación, se muestran las fuentes empleadas divididas en tres bloques: las fuentes externas utilizadas para el desarrollo del marco teórico, las provenientes del proyecto de licitación del caso de estudio y las de las Declaraciones Ambientales del Producto.

1. FUENTEE EXTERNAS

Accsys Technologies, (2023). Guía de información sobre la madera Accoya®. <https://www.accoya.com/>

Alberola, (2023). Memoria, plan de control de calidad, estudio gestión de residuos. Proyecto básico y de ejecución M04, rehabilitación energética en Centro Cívico Judimendi avenida de Judimendi 26.

Architecture 2030, (2022). Why the building sector? <https://www.architecture2030.org/old-why-the-built-environment/>

Ascione L., Mistretta M., Paolo F., y Pedferri M., (2018). Efecto de las condiciones ambientales sobre la durabilidad del policarbonato para la protección de sitios del patrimonio cultural. <https://journals.sagepub.com/doi/10.1177/2280800019881626>

Ayuntamiento de Vitoria-Gasteiz, (s.f. a). Sobre la red de Centros Cívicos e Instalaciones Deportivas. https://www.vitoria-gasteiz.org/wb021/was/contenidoAction.do?idioma=es&uid=u7fe23a1f_129c52a8884_7fd4

Ayuntamiento de Vitoria-Gasteiz, (s.f. b). Obras de rehabilitación energética del centro cívico Judimendi. https://www.vitoria-gasteiz.org/wb021/was/contenidoAction.do?idioma=es&uid=u_68a0500f_19742c1a71d_981

Ayuntamiento de Vitoria-Gasteiz, (2022). Memoria justificativa de la candidatura del Centro Cívico Judimendi a la convocatoria PIREP: criterios de Solidez, Gobernanza y Oportunidad (expedientes 2017/CONASP0471 y 2022/CO_SSER/0009).

Ayuntamiento de Vitoria-Gasteiz, (2023). Memoria 2022. Servicio de Centros Cívicos. Departamento de Participación Ciudadana, Transparencia y Centros Cívicos. https://www.vitoria-gasteiz.org/wb021/was/contenidoAction.do?idioma=es&uid=u7fe23a1f_129c52a8884_7fd4

Ayuntamiento de Vitoria-Gasteiz, (2024). La rehabilitación energética del centro cívico Judimendi reducirá un 43% el consumo de energía primaria no renovable. <https://blogs.vitoria-gasteiz.org/medios/2024/05/24/la-rehabilitacion-energetica-del-centro-civico-judimendi-reducira-un-43-el-consumo-de-energia-primaria-no-renovable/>

Barbhuiya S, Das BB, (2023). Life cycle assessment of construction materials: Methodologies, applications and future directions for sustainable decision-making. Case Studies in Construction Materials. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2214509523005065>.

Carbon Leathership Forum, (2020). Evaluación del ciclo de vida de los edificios (LCA): Una guía práctica. 2020.
<https://carbonleadershipforum.org/es/guia-practica-lca/>

Comisión Europea, (2020). Oleada de Renovación: El pacto Verde Europeo.
https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/es/fs_20_1844

Comisión Europea, (2021). Level(s): el marco común de la UE de indicadores básicos de sostenibilidad para edificios residenciales y de oficinas. <https://itec.es/servicios/productos-sostenibles/levels/>

Comisión Europea, (2025). Commission delegated regulation (EU). https://energy.ec.europa.eu/news/commission-encourages-low-carbon-construction-materials-calculation-framework-life-cycle-global-2025-12-16_en

Cortizo, (2026). Sostenibilidad. Cortizo Infinity. <https://www.cortizo.com/paginas/sustainability>

DAPconstrucción. (s.f. a). Qué son las DAPcons®. Cateb. <https://dapcons.com/que-son-las-dapcons/>

DAPconstrucción. (s.f. b). Tipos de DAPcons®. Cateb. <https://dapcons.com/tipos-de-dapcons/>

Directiva (UE) 2024/1275, (2024). Directiva (UE) 2024/1275 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 24 de abril de 2024, relativa a la eficiencia energética de los edificios. https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=OJ:L_202401275&pk_keyword=Energy&pk_content=Directive

Fenner, A. E., Kibert, C. J., Woo, J., Morque, S., Razkenari, M., Hakim, H. & Lu, X. (2018). The carbon footprint of buildings: A review of methodologies and applications. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1364032118305069?via%3Dihub>

CYPE Ingenieros, (s.f.). Generador de precios de la construcción. Carpintería exterior de aluminio TECHNAL. https://generadordeprecios.info/obra_nueva/calculaprecio.asp?Valor=12|0_0_0_0|3|LCY060|lcy_060:c8_0_1c3_0_31c3_0_1c5_0_1

Hosseini, M. R., Ahmadi, M., Helal, J., Candido, C., Arashpour, M., Wang, J. y Forcada, N., (2025). Environmental impact assessment of refurbishment versus new construction: A multi-category life cycle analysis of building projects. Journal of Building Engineering. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2352710225020625>

IPCC, (2013). Glosario. En: Cambio Climático 2013. Bases físicas. Contribución del Grupo de trabajo I al Quinto Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático. https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/08/WGI_AR5_glossary_ES.pdf

Knauf Insulation, (2024). Tarifa de precios 2024. Aislamiento térmico y acústico. <https://dangla.es/pdfs/nuevos/2025/KNAUF-INSULATION-Tarifa-2024-1-marzo.pdf>

Lewis, M., Huang, S., Carlisle y K. Simonen, (2019). Introduction to embodied carbon. Carbon Leathership Forum. <https://carbonleadershipforum.org/toolkit-1-introduction/>

Ministerio de Vivienda y Agenda Urbana. (s. f.). Estrategia a largo plazo para la rehabilitación energética en el sector de la edificación en España (ERESEE). <https://www.mivau.gob.es/el-ministerio/planes-estrategicos/estrategia-a-largo-plazo-para-la-rehabilitacion-energetica-en-el-sector-de-la-edificacion-en-espana>

- Naciones Unidas, (1992). Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC).
<https://www.miteco.gob.es/es/cambio-climatico/temas/el-proceso-internacional-de-lucha-contr-el-cambio-climatico/naciones-unidas.html>
- Naciones Unidas, (2015). La Asamblea General adopta la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible.
<https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/2015/09/la-asamblea-general-adopta-la-agenda-2030-para-el-desarrollo-sostenible/#>
- Naciones Unidas, (2023). Times of crisis, times of change: Science for accelerating transformations to sustainable development, New York. <https://sdgs.un.org/gsdrgsd2023>
- PNE-EN 15978, (2024). Sostenibilidad en la construcción. Evaluación del comportamiento ambiental de los edificios. Requisitos y recomendaciones.
- One Click LCA, (2025). Tipos de DAP y sus usos <https://oneclicklca.com/es/resources/articles/epd-types-and-their-uses>
- Real Decreto 853/2021, de 5 de octubre, por el que se regulan los programas de ayuda en materia de rehabilitación residencial y vivienda social del Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia. (2021, 6 de octubre). Boletín Oficial del Estado, núm. 239. <https://www.boe.es/eli/es/rd/2021/10/05/853>
- Rocha-Tamayo, E. (2011). Construcciones sostenibles: materiales, certificaciones y LCA. Bogotá: Universidad Piloto de Colombia. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3983370>
- United Nations Environment Programme (UNEP), (2023). *Building Materials and the Climate: Constructing a New Future*. Nairobi. <https://wedocs.unep.org/items/effe9d8d-a949-4397-bed6-7afda856e261>
- WorldGBC, (2019). Bringing embodied carbon Upfront. <https://worldgbc.org/article/bringing-embodied-carbon-upfront/>
- WorldGBC, (2024). Life cycle Global Warming Potential in the Energy Performance of Buildings Directive. <https://worldgbc.org/article/worldgbc-epbd-implementation-factsheets/>

2. FUENTES INTERNAS

Para la aplicación de la metodología al caso de estudio el presente trabajo se ha apoyado en el proyecto de licitación aportado por el ayuntamiento de Vitoria-Gasteiz. Dentro del proyecto destacan los siguientes documentos:

- **Presupuesto:** se ha empleado tanto el desglose de partidas con las mediciones como con los precios descompuestos de los materiales empleados en la rehabilitación. Valores imprescindibles para el cálculo.
- **Planos:** incluye toda la documentación gráfica necesaria del estado actual y del estado reformado sobre la cual se construyen las mediciones del presupuesto.
- **Certificado energético:** aporta los datos de demanda y consumo energético del edificio, así como su calificación energética, empleados como referencia para estimar el carbono operacional generado durante la fase de uso.
- **Normativas vigentes:** el proyecto del caso de estudio se ha desarrollado en base al Código Técnico de la Edificación. Para el presente trabajo, principalmente se hace mención del CTE DB HE, CTE DB SI y CTE DB SUA.

3. DECLARACIONES AMBIENTALES

Este apartado recoge los enlaces de las declaraciones ambientales empleadas en el cálculo, de las cuales se ha obtenido el PCG de cada material. Las declaraciones proceden de tres programas operadores principales: Global EPD (verificado por AENOR), DAPcons (verificado por CATEB), International EPD System (verificado por EPDinternational) e Institut Bauen und Umwelt e.V. (IBU). Asimismo, también se ha recurrido a open DAP u otras bases de datos para la localización de la documentación.

A continuación, se presenta el listado completo de las declaraciones ambientales empleadas para cada material del presupuesto. La tabla indica, por un lado, el capítulo del presupuesto y el nombre del material al que corresponde cada declaración, y por otro, el título de la DAP, y su tipología.

Nº	Cap.	Material de proyecto	Declaración Ambiental	Tipo de DAP	Enlace
1	2.00	Sellado con silicona neutra	Silicone-based products, group 3 <i>Soudal / DBC, EFCC, FEICA, IVK</i>	Sectorial	DAP
2	2.04	Perfiles de acero	Perfil de acero laminado en caliente (horno de arco eléctrico) <i>Siderúrgica Sevillana S.A.</i>	Específica de producto	DAP
3	2.05	Aislamiento Isover Ecovent 032 140 mm	ECOVENT® 032, <i>Saint-Gobain Isover Ibérica S.L.</i>	Específica de producto	DAP
4	2.36 / 2.39	Carpintería aluminio	Perfiles de aluminio bruto, lacado y anodizado, sin y con RPT <i>Strugal</i>	Multiproducto	DAP
5	2.36 / 2.39	Carp. Panel PUR aluminio	Double skin steel faced sandwich panels (núcleo PU) <i>PPA-Europe</i>	Sectorial	DAP
6	2.40	Adhesivo impermeabilizante bicomponente Kerdi Coll	Products based on polyurethane or silane-modified polymer, group 1 <i>DBC, EFCC, FEICA, IVK</i>	Sectorial	DAP
7	2.40	Cemento cola	Modified mineral mortars, group 3 <i>DBC, EFCC, FEICA, IVK</i>	Sectorial	DAP
8	2.40	Lamina impermeabilización kerdi	KERDI Waterproofing Membrane <i>Schlüter Systems</i>	Multiproducto	DAP
9	2.46 / 2.50	Polyscreen bandalux cortina enrollable	Polyscreen (tejidos técnicos para estores enrollables) <i>Vertisol Internacional (comercializado como Bandalux)</i>	Multiproducto	DAP
10	2.51	Lamas aluminio Strugal	Perfiles de aluminio bruto, lacado y anodizado, sin y con RPT <i>Strugal</i>	Multiproducto	DAP
11	2.53	Celosía fija Strugal	Perfiles de aluminio bruto, lacado y anodizado, sin y con RPT <i>Strugal</i>	Multiproducto	DAP
12	2.59 / 5.18	Esmalte de poliuretano	C-THANE S258 / S350 / S350 MATT / S350 SAT <i>CIN Corporação Industrial do Norte</i>	Multiproducto	DAP
13	2.XX	Vidrios	Informe "Performance Calculator" (estimación de CO2 embebido específica del proyecto) <i>Guardian Glass</i>	DAP específica del proyecto	DAP
14	3.05 / 3.06	Impermeabilización	Membranas bituminosas: ALUFAL SBS, ELASTOPHENE ELITE, SOPRALENE ELITE, MORTERPLAS APP/SBS, MOPLY N PLUS <i>SOPREMA IBERIA SLU</i>	Multiproducto	DAP

15	3.05 / 3.06	Sistema impermeabilización	Sistemas de impermeabilización SBS: TPP1, TPC1, TPC2, TVH1, TVA1, NTG1, NTV1/2/5/6, EXT1 <i>DANOSA</i>	Multiproducto	DAP
16	3.07	Panel XPS liso 80 mm	SopraXPS (SL/TR/CR/CW/PM/CB/500/700/MULTI/CT/CT G/VIB) — plancha de poliestireno extruido <i>SOPREMA IBERIA SLU</i>	Multiproducto	DAP
17	3.07	Geotextil	Geotextil de polipropileno (PP) virgen (Geoland HT, Texxam, Soprafiltre, Geotextile) <i>SOPREMA IBERIA SLU</i>	Multiproducto	DAP
18	3.08	Barrera de vapor polipropileno	PP Waterproofing membrane A1 of 200 µm <i>Watermann Polyworks GmbH</i>	Específica de producto	DAP
19	3.10	Panel sándwich	Panel sándwich ACH con núcleo de lana mineral <i>Saint-Gobain Transformados SAU</i>	Multiproducto	DAP
20	3.11	Polycarbonato translucido	Panel de polycarbonato celular multipared arcoPlus <i>AISLUX S.A.</i>	Multiproducto	DAP
21	3.27	Tubo PVC	Sistema de Evacuación Insonorizado AR® <i>Molecor</i>	Específica de producto	DAP
22	3.12 / 5.15 / 5.16	Chapa acero galvanizado	Building Steel Profiles <i>ArcelorMittal</i>	Multiproducto	DAP
23	3.13	Lana mineral	Isover IBR (100 mm) <i>Saint-Gobain Isover</i>	Específica de producto	DAP
24	3.17	Tablero DM hidrofugo	Medium Density Fibreboard (MDF) coated <i>Sonae Arauco</i>	Multiproducto	DAP
25	3.18	Bajante acero galvanizado	Roof drainage system <i>Wijo AB</i>	Multiproducto	DAP
26	3.24	Mortero para baldosas	Morteros para la colocación de baldosas cerámicas <i>Grupo Puma</i>	Multiproducto	DAP
27	3.25	Mortero cola	Morteros para la colocación de baldosas cerámicas <i>Grupo Puma</i>	Multiproducto	DAP
28	3.25	Baldosa gres	Baldosas cerámicas — gres porcelánico (A1a, UNE-EN 14411) <i>Grupo Greco Gres Internacional</i>	Multiproducto	DAP
29	3.25	Mortero para juntas	Kolorstone Supra Flexible (junta decorativa) <i>Chemical Building Project</i>	Específica de producto	DAP
30	3.27	Adhesivos junta pvc	Products based on polyurethane or silane-modified polymer. DBC, EFCC, FEICA, IVK	Sectorial	DAP
31	3.28	Lamina drenante	DANODREN H15 / H25 / H15 Plus / H25 Plus / Jardín (láminas drenantes de PEAD) <i>Danosa</i>	Multiproducto	DAP
32	3.32	Lana mineral isover ECOVENT 032	ECOVENT® 032, <i>Saint-Gobain Isover Ibérica S.L.</i>	Específica de producto	DAP
33	3.33	Masilla ultrafina acabados	Enlucidos Knauf: MP75L, Rotband Passiv y Fino <i>Knauf GmbH Sucursal en España</i>	Multiproducto	DAP
34	3.34	Imprimacion epoxi	C-Pox Primer ZN810 / ZN665 / ZN300 <i>Corporação Industrial do Norte</i>	Multiproducto	DAP
35	3.34	Pintura intumescente	Pinturas intumescentes de protección contra incendios (9 referencias: Protega Steel 1001/1002, Wood-S, Novatherm 2FR/4FR/4FR, Ecomastic 5FR, Topcoat W, Upgrade, Timber W) <i>Protega AB</i>	Multiproducto	DAP
36	3.35	Mortero recrecido	Morteros niveladores y de recrecido para pavimentos <i>PROPAMSA</i>	Multiproducto	DAP
37	3.36	Baldosa terrazo	Terrazzo Slabs <i>Agglotech SpA</i>	Específica de producto	DAP
38	3.36	Pasta para juntas	Kolorstone Supra Flexible <i>Chemical Building Project</i>	Específica de producto	DAP

39	3.39	Aluminio lacado	Solid Coil Coated Aluminium Sheet ELVAL ENF (1/1,5/2 mm, recubrimiento PVDF/FEVE) <i>Elval Colour S.A.</i>	Específica de producto	DAP
40	5.05	Panel lana mineral Ecovent VN-032 140 mm	ECOVENT® VN 035, <i>Saint-Gobain Isover Ibérica</i>	Específica de producto	DAP
41	5.05	Fijaciones aislamiento	Insulation fixings. anclajes ETICS (gama TermoZ, TermoFix, FIF, DIPK, DHK, DHM/FDM, etc.) <i>fischerwerke GmbH & Co. KG</i>	Multiproducto	DAP
43	5.06 / 5.07	Revestimiento placa de hormigón polimérico	STONEO (paneles de piedra de ingeniería para fachada ventilada) <i>ULMA Architectural Solutions (Oñati, Gipuzkoa)</i>	Específica de producto	DAP
44	5.08	Perfiles de acero galvanizado	Perfiles de acero galvanizado para construcción en seco (series CRJ, PML/CML, PMH/CMH/PMR/CMR, PRE, SCI) <i>MATECSA</i>	Multiproducto	DAP
45	5.11	Minio electrolítico	Esmaltes y imprimaciones antioxidantes en base disolvente (Tollens/Revetón, 8 referencias) <i>Cromology, S.L.</i>	Multiproducto	DAP
46	5.17	Panel sándwich	Paneles sándwich de acero con núcleo de PU/PIR <i>Isopan S.p.A. (Manni Group)</i>	Multiproducto	DAP
47	3.09	Árido rodado clasificado	Áridos reciclados de hormigón y áridos reciclados mixtos (procedentes de RCD) <i>Federación de Áridos: FdA (ANEFA, ARIGAL, ARIVAL, Euskal Árido, Gremi d'Àrids de Catalunya)</i>	Sectorial	DAP
48	5.19	Pintura silicato juno	Gama de pinturas exteriores JUNO (Junokril, Silox, Bikril, A-100, J3000... + 11 anexos, incl. Anexo 8: Silicato) <i>Industrias Juno S.A.</i>	Multiproducto	DAP
49	5.20	Lamina de yeso estándar	Placa de Yeso Laminado Knauf Standard tipo A, 12,5 mm <i>Knauf GmbH Sucursal en España</i>	Específica de producto	DAP
50	5.20	Lamina yeso hidrofuga	Placa de Yeso Laminado Knauf Impregnada H1, 12,5 mm <i>Knauf GmbH Sucursal en España</i>	Específica de producto	DAP
51	5.20	Lana mineral	Mineral Plus — gama de lana mineral λ 0,037 W/mK <i>Knauf Insulation Sprl</i>	Multiproducto	DAP
52	5.21	Lana mineral isover arena 50	Arena Apta <i>Saint-Gobain Isover Ibérica</i>	Específica de producto	DAP
53	5.22	Adhesivo alicatado	Morteros para colocación de baldosas cerámicas (24 referencias: Pegoland, Pegames, Puma, Tradisol, Pegacol...) <i>Grupo Puma España S.L.</i>	Multiproducto	DAP
54	5.23	Imprimación acrílica	Acrylic AR Primer (imprimación acrílica resistente a álcalis) <i>Asian Paints Berger (licencia EPD MENA)</i>	Específica de producto	DAP
55	5.23	Pintura plástica juno	Junoprof (pintura plástica de interior) + gama agrupada por anexos, incl. Anexo III: B10/FF2/J28/N5/B7 <i>Industrias Juno S.A.</i>	Multiproducto	DAP
56	5.24	Maestra knauf	Perfilería de acero galvanizado Knauf (montantes, canales, angulares, maestras; espesores 0,50-1mm) <i>Knauf GmbH Sucursal en España</i>	Multiproducto	DAP
	5.24	Placa yeso cortafuego knauf	Knauf Cortafuego DF, 15 mm <i>Knauf GmbH Sucursal en España</i>	Específica de producto	DAP

Por último, se enumeran las Declaraciones Ambientales de los elementos de las alternativas:

Nº	Cap.	Material	Enlace
Alternativa 1	5.06-5.12	Revestimiento cerámico Faveker	DAP

Alternativa 2	2.XX	Perfiles de carpintería de aluminio 100% reciclado	Modulo A1: Aluminio reciclado Módulos A2-A3: Perfiles
Alternativa 3	5.07	Subestructura de aluminio 100% reciclado	DAP
Alternativa 6	5.05	Aislamiento lana de vidrio	DAP



GIPUZKOAKO INGENIARITZA ESKOLA
ESCUELA DE INGENIERÍA DE GIPUZKOA

GRADU AMAIERAKO LANA/ TRABAJO FIN DE GRADO

Grado en	Arquitectura Técnica	Gradua
Fecha	2026/09/06	Data

Evaluación y reducción de la huella de carbono aplicada a la rehabilitación energética del Centro Cívico de Judimendi (Vitoria-Gasteiz)

Memoria

Ikaslearen izen eta abizenak/ Nombre y apellidos del alumno/a:

Irene Larreina Martinez

Zuzendariaren izen eta abizenak/ Nombre y apellidos del director/a:

Miren Etxeberria Sagasta

Zuzendarikidearen izen eta abizenak/ Nombre y apellidos del codirector/a:

1. RESUMEN

Con el objetivo de contextualizar el estado de ejecución de las actuaciones analizadas en el presente Trabajo de Fin de Grado, se ha realizado un seguimiento del desarrollo de las obras mediante tres visitas realizadas durante el periodo de estudio.

Las obras de rehabilitación dieron comienzo a principios de junio de 2025, con una estimación de 15 meses de duración. El presente trabajo empezó a desarrollarse en febrero de 2026, momento en el que las actuaciones se encontraban ya en una fase avanzada de ejecución. La mayoría de los trabajos previos de retirada y desmontaje habían sido ejecutados, y, por lo tanto, los principales trabajos de instalación de los nuevos sistemas constructivos estaban finalizados o en proceso.

Con el objetivo de documentar la evolución de los trabajos durante el desarrollo del TFG, se realizaron tres visitas de obra. A continuación, se recoge una síntesis cronológica de cada visita, indicando la fecha y los principales trabajos observados. Posteriormente, se incorpora un registro fotográfico de las visitas, acompañado de una breve descripción de las actuaciones y elementos constructivos representados.

	Fecha	Trabajos principales
VISITA 1	12/02/2026	Fachada. Se observa el aislamiento térmico de la fachada ventilada colocado sobre gran parte de la superficie. Queda pendiente de ejecución la fachada que da a la avenida de Judimendi. En la fachada de la calle Aramburu se ha iniciado la colocación del revestimiento exterior (<i>Figura 38, Figura 40</i>). Cubierta. Las tres tipologías previstas de la cubierta se encuentran ejecutadas (<i>Figura 29, Figura 30</i>). Carpintería. Se continúa con la colocación de las nuevas carpinterías exteriores (<i>Figura 27, Figura 33</i>). Aún queda pendiente la retirada de los perfiles del muro cortina existente (<i>Figura 37</i>).
VISITA 2	13/03/2026	Fachada. Se revisa la fachada de la avenida Judimendi. Gran parte del aislamiento está colocado (<i>Figura 41</i>). Se observa la solución de un puente térmico que se da en la estructura del muro cortina (<i>Figura</i>

		42). Queda pendiente el montaje de la subestructura de aluminio y el revestimiento. Carpintería. Empieza la ejecución del muro cortina de la entrada principal con la colocación de los perfiles principales (<i>Figura 43, Figura 45</i>).
VISITA 3	10/06/2026	Fachada. El revestimiento de la fachada ventilada se ha ejecutado en casi toda la fachada. Carpintería. El muro cortina de la puerta principal se ha completado (<i>Figura 51</i>). Se revisa la ejecución de varias puertas interiores con protección al fuego. Los lucernarios y las lamas de protección se han instalado (<i>Figura 55</i>).

Tabla 30. Descripción de los avances observados en las visitas de obra.

2. IMÁGENES TOMADAS EN OBRA

2.1. Visita 1 (12/02/2026)



Figura 27. Muro cortina de la fachada principal visto desde el interior (parte de la estructura y vidrios instalados).



Figura 28. Refuerzos sujeción del dintel al forjado.



Figura 29. Cubierta no transitable de grava, junto con la cubierta inclinada vista desde arriba (instalación en curso del policarbonato).

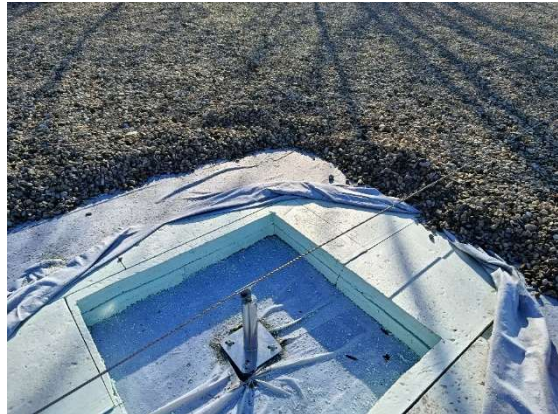


Figura 30. Detalle de la ejecución de la cubierta plana invertida no transitable, nuevo material instalado (aislamiento XPS, lamina geotextil y la grava reutilizada).



Figura 31. Huecos de las nuevas carpinterías a instalar.



Figura 32. Perfil de refuerzo del muro cortina.



Figura 33. Impermeabilización recercos de carpintería con lámina de polietileno.



Figura 34. Carpintería interior con resistencia al fuego.



Figura 35. Colocación de las láminas de policarbonato de la cubierta ligera.



Figura 36. Relleno y aislamiento de marcos de ventanas con espuma de poliuretano.



Figura 37. Montantes anteriores de la entrada principal



Figura 38. Subestructura vertical de aluminio.



Figura 39. Muro de fijación del sistema de fachada ventilada.



Figura 40. Placa de hormigón polimérico sobre perfil guía intermedio.

2.2. Visita 2 (13/03/2026)



Figura 41. Ejecución de la fachada ventilada.



Figura 42. Ejecución de la fachada ventilada.



Figura 43. Refuerzo de perfiles muro cortina con acero.



Figura 44. Montantes verticales y horizontales del muro cortina.



Figura 45. Ejecución del muro cortina en la entrada principal



Figura 46. Premarcos impermeabilizados.



Figura 47. Impermeabilización de recercos con lámina de polietileno.



Figura 48. Impermeabilización recercos con lámina de polietileno.



Figura 49. Estructura actual del lucernario exterior.



Figura 50. Estructura actual del lucernario del interior.

2.3. Visita 3 (10/06/2026)



Figura 51. Muro cortina y fachada ventilada de la calle Aramburu en ejecución.



Figura 52. Cubierta ligera desde el polideportivo terminada.



Figura 53. Muro cortina visto desde el interior del polideportivo.



Figura 54. Muro cortina de la puerta principal desde el interior ejecutado.



Figura 55. Lucernarios instalados junto con las protecciones solares.



GIPUZKOAKO INGENIARITZA ESKOLA

ESCUELA DE INGENIERÍA DE GIPUZKOA

GRADU AMAIERAKO LANA/ TRABAJO FIN DE GRADO

Grado en

Arquitectura Técnica

Gradua

Fecha

2026/09/06

Data

Evaluación y reducción de la huella de carbono aplicada a la rehabilitación energética del Centro Cívico de Judimendi (Vitoria-Gasteiz)

Memoria

Ikaslearen izen eta abizenak/ Nombre y apellidos del alumno/a:

Irene Larreina Martinez

Zuzendariaren izen eta abizenak/ Nombre y apellidos del director/a:

Miren Etxeberria Sagasta

Zuzendarikidearen izen eta abizenak/ Nombre y apellidos del codirector/a:

1. RESUMEN DEL CÁLCULO POR PARTIDAS

Resumen		Cant.	Ud	PCG unitario	PCG total
00	ENVOLVENTE			692.144,27 kg CO₂	
02	CARPINTERÍA METALICA EXTERIOR Y SOMBREAMIENTOS			194.029,851kg CO₂	
02.04	Acero s275jr/joh p.estruct. Refuerzos carp. Y prot.solares	2357,39	Kg	0,80	1896,8
02.05	Aisl. Isover ecovent vn 032 140 mm o sim, ext., ancl.mecán.	122,36	m ²	7,04	861,5
02.06	Recercos interiores chapa al. Lacado d380 mm carp.exteriores	1055,18	m	15,40	16244,8
02.07	h1 m.cortina strugal s52cr o similar c/ trip.acristal, 255x600cm	5,00	ud	2129,43	10647,1
02.08	h2 m.cortina strugal s52cr o similar c/trip.acristal,255x630cm	3,00	Ud	2168,51	6505,5
02.09	H3 carp. Strugal s82rp hm o similar, trip.acristal,255x120cm	4,00	Ud	365,53	1462,1
02.10	H4 carp. Strugal s82rp hm o similar, trip.acristal,255x120cm	1,00	Ud	355,94	355,94
02.11	H5 carp. Strugal s82rp hm o similar, trip.acristal.50x50cm	24,00	Ud	67,91	1629,8
02.12	h6 m.cortina strugal s52cr o similar c/trip.acristal,1450x241cm	1,00	Ud	5769,24	5769,2
02.13	h7 m.cortina strugal s52cr o sim.c/trip.acristal, 1230x700cm	1,00	Ud	14777,19	14777,1
02.14	H8 carp. Strugal s82rp hm o sim. C/trip.acristal, 1089x81 cm	1,00	Ud	1542,88	1542,8
02.15	H9 carp. Strugal s82rp hm o sim. C/trip.acristal, 478x81 cm	1,00	Ud	696,68	696,6
02.16	H10 m.cortina strugal s52cr o sim. C/trip.acris. Rej. 250x350	1,00	Ud	1389,89	1389,8
02.17	H11 m.cortina strugal s52cr o sim.c/trip.acris, 530x1402 cm	1,00	ud	10122,18	10122,1
02.18	H12 m.cortina strugal s52cr o similarc/ trip.acristal,375x485cm	2,00	ud	2300,56	4601,1
02.19	H13 m.cortina strugal s52cr o similar c/ trip.acrist,375x485cm	1,00	ud	11383,52	11383,5
02.20	H14 m.cortina strugal s52cr o similar c/ trip.acrist,375x485cm	1,00	ud	2617,77	2617,7
02.21	H15 m.cortina strugal s52cr o similar c/ trip.acrist,375x485cm	3,00	ud	2708,03	8124,0
02.22	H16 carp. strugal s82rp hm o similar, trip.acristal,255x95cm	3,00	ud	328,46	985,3
02.23	H17 m.cortina strugal s52cr o sim.c/trip.acris, 367x952 cm	1,00	ud	5045,60	5045,5
02.24	H18 m.cortina strugal s52cr o similar c/ trip.acrist,375x450cm	7,00	ud	1939,15	13574,0
02.25	H19 m.cortina strugal s52cr o similar c/ trip.acrist,375x205cm	3,00	ud	865,11	2595,3
02.26	H20 carp. Strugal s72rp hm o similar, trip.acristal,324x283cm	2,00	ud	1065,10	2130,2
02.27	H21 carp. Strugal s82rp hm o similar, trip.acristal,145x127cm	2,00	ud	166,94	333,8
02.28	H22 carp. Strugal s72rp hm o similar, trip.acris (900+600)x220	1,00	ud	213,69	213,6
02.29	H23 carp. Strugal s82rp hm o similar, trip.acristal,190x114cm	5,00	ud	327,31	1636,5
02.30	H24 carp. Strugal s82rp hm o similar, trip.acristal,205x138cm	2,00	ud	141,22	621,6
02.31	H25 carp. Strugal s82rp hm o similar, trip.acristal,260x138cm	2,00	ud	368,91	737,8
02.32	H26 carp. Strugal s82rp hm o similar, trip.acristal,242x138cm	1,00	ud	301,84	301,8
02.33	H27 carp. Strugal s82rp hm o similar, trip.acristal,250x170cm	2,00	ud	213,53	427,0
02.34	H28 carp. Strugal s72rp hm o similar, trip.acris,373x221cmmot	1,00	ud	1183,85	1183,8
02.35	H29 carp. Strugal s72rp hm o similar, trip.acristal,190x205cm	1,00	ud	559,96	559,9
02.36	H30 carp. S72rp o similar, panel sandwhi,370x235cm. Sali eme	1,00	ud	1291,55	1291,5
02.37	H31 puerta chapa panel sandwich, 88x206cm	1,00	ud	80,85	80,8
02.38	H32 carp. S72rp o similar, pan sandw,400x235cm. Salid emerg	1,00	ud	1500,24	1500,4
02.39	H33 carp. Strugal s72rp hm o similar, pan sandwi,310x235cm	1,00	ud	1123,85	1123,8
02.40	Imperm. Rec. Laterales y dinteles c.exter. C/ schlüter kerdi sim	728,20	m	5,75	4187,3
02.41	Revest panel sándwich composite aluminio s/carpinterias	61,86	m ²	55,28	3419,3

02.42	Vierteaguas pan sandw composite alum.270-370mm c/goteron	182,84	m	15,83	2894,1
02.43	L1 lucernario strugal s52cr o sim. C/trip..acristal, 30°inc,sur	1,00	ud	18012,41	18012,4
02.44	L2 lucernario strugal s52cr o sim. C/trip.acristal., 30°inc,sur	1,00	ud	9820,14	9820,1
02.45	L3 lucernario strugal s52cr o sim. C/trip.acristal., 30°inc.	1,00	ud	1249,15	1249,1
02.46	Cortina enrol.ext. Premium plus band.sim.motor p/ h1/h2 255x300c	9,00	ud	21,96	197,6
02.47	Cortina enrol.ext. Premium plus band.sim,motor p/ h2 255x330cm	3,00	ud	24,15	72,4
02.48	Cortina enrol.ext. Premium plus band.sim, motor, h 10 250x270cm	1,00	ud	19,37	19,3
02.49	Cortina enrol.ext. Premium plus band.sim, motor, h 11 530x440cm	2,00	ud	66,93	133,8
02.50	Cortina enrol.ext. Premium plus band.sim. Motor, h 17 367x430cm	1,00	ud	45,29	45,2
02.51	Protección solar lamas aluminio, horizontal strugal ss15 o simi	1,00	ud	17434,08	17434,0
02.53	Strugal celosía fija, vertical, lamas curvas r1,r2, r3,h10/20/21	20,18	m²	14,95	301,6
02.59	Esmalte poliuretano alifatico 2 comp. S/ ref.m.cortina y pr.sola	411,14	m²	2,54	1045,0
02.60	Celosía fija ventilación c/marco alum. Malla fibra vidrio	12,50	m²	18,10	226,2
03	CUBIERTAS: REHABILITACIÓN ENERGÉTICA	205.606,503kg CO₂			
03.05	Refuerzo imperm. Cub. Plana invertida paramentos y puntos singul	600,34	m²	5,975	3586,7
03.06	Re-impermeabilización cub. Plana transitable bicapa+geotex.300gr	597,81	m²	5,975	3571,6
03.07	Aislamiento-500-xps-160 mm s/cub.plana inv + doble geotextil	2091,13	m²	6,855	14334,3
03.08	Barrera de vapor aislamiento cubierta	2091,13	m²	0,608	1272,0
03.09	Nueva protección pesada cub. Arido rodado clasif. Cal. 15-30mm	1020,93	m²	0,976	996,571
03.10	Cub.panel sandwich ach 5 grecas e=150mm simil i/prot. solado	1017,80	m²	53,300	54248,7
03.11	Panel policarbonato microcel. Danpalon 30mm transl.si, i/p.solad	1017,80	m²	69,191	70422,3
03.12	Remates antepecho cub.panel chapa prelacada 0,6 mm i/remates	373,01	m²	21,780	8124,1
03.13	R1 canalón doble sandwich a.prelac. Des. 1200 mm, , e=1,5mm	321,23	m	49,293	15834,2
03.14	R2 remates borde cub. Y par.ver, chapa acero lac.0,6mm (d=500)	157,47	m	19,319	3042,0
03.15	R3 remate cumbrera/limahoya, chapa acero lac. 0,6 mm (d=900)	231,87	m	17,429	4041,1
03.16	Albardilla cubierta chapa al.lacado 1,5 mm esp. desar. max.900mm	154,27	m	21,675	3343,7
03.17	Albardilla cubiert chapa al.lacado 1,5 mm esp. desar.max.1100mm	333,53	m	17,277	5762,4
03.18	Bajante acero galvanizado d100 mm	223,60	m.	9,325	2085,0
03.22	Sumidero vertical pvc sika 110x300 mm o similar	25,00	ud	1,207	30,1
03.24	Regularización mortero cemento para colocar baldosa	283,64	m²	14,700	4169,5
03.25	Solado ceramico en cubiertas planas i/ p.p. rodapie	283,64	m²	45,276	12842,1
03.26	Bajante pvc serie b junta pegada d=125 mm mejora evacuación	15,20	m	3,549	53,9
03.27	Colector colgado pvc serie b/bd d=160 mm mejora evacuación	40,00	m	8,519	340,7
03.28	Lámina drenante y doble geotextil antiraices sobre aisl.termico	129,14	m²	1,061	137,0
03.31	Falso techo yeso laminado liso placa wr 12,5 mm, pas.y aseos	200,25	m²	1,006	201,4
03.32	Aislamiento isover eco 032 140 mm o similar falso techo	212,02	m²	2,984	632,6
03.33	P. Plástica acrílica mate lavable blanco (techos)	200,25	m²	0,017	3,4
03.34	Pintura intumescente r-30 s/est.met. Existente cub. l/p.solado	1432,32	m²	1,746	2500,6
03.35	Recr. S.rampa h20/h22 mortero de cemento cem ii/b-p 32,5	3,72	m²	53,441	198,8
03.36	Solado rampa terr.grano, formato y color similar al existente	3,72	m²	24,633	91,6
03.37	Cub.panel sandwich e=80mm, doble chapa 1 mm	11,67	m²	39,390	459,6
03.38	Canalón aluminio semi-circular desarrollo d.250mm	2,97	m	6,528	19,3
03.39	Bajante aluminio lacado d=80 mm	3,50	m	9,482	33,1
05	FACHADAS: REHABILITACIÓN ENERGÉTICA	292507,921 kg CO₂			

05.05	Aislamiento isover ecovent vn 032 140 mm, ext., ancl.mecán., m.a	3267,12	m ²	7,04	23004,7
05.06	Fach. Vent.h.polimero ulma stoneo m09 perfil guia junta 3mm, sim	2419,52	m ²	58,65	141900,7
05.07	Fac.vent. H.polim. Ulma stoneo m ² 4 c/perfil guia j. Prof50mm,sim	634,30	m ²	42,09	26698,6
05.08	Recercos laterales y dintel carp.exterior c/placas h.pol. Hp,sim	728,20	m	34,82	25355,5
05.09	Perfil arranque ulma y rejilla anti-roedores, sim	269,71	m	7,30	1968,3
05.10	Pieza coronación cambio planos horiz. H.polimero hp, sim	193,18	m	33,02	6378,7
05.11	Perfil metalico l-180.18 mm pieza coronación para perfil metálic	108,78	m	32,18	3501,0
05.12	P.coronación cambio planos horiz. H.polimero hp (perf.metal),sim	176,93	m	33,02	5842,1
05.13	Repercusión refuerzo perfiles verticales "t" categoría uso i	404,01	m ²	5,62	2270,261
05.15	Fachada chapa minionda tipo aceralia pl 18/76 e= 0,6 mm o simila	235,05	m ²	101,67	23897,7
05.16	Remates esquinas y aristas fachada c/ chapa pleg.galv.0,6 mm	99,96	m	8,41	840,580
05.17	Fachada panel sandwich alzado sur sobre cubierta inclinada	137,68	m ²	109,61	15090,5
05.18	Esmalte perfilfes metálicos y superficies metalicas fachada	385,04	m ²	9,84	3789,4
05.19	Silicato pintura transpirable al agua mate b/color	343,94	m ²	2,55	877,1
05.20	Trasdosado autoportan 72/48 (12,5+12,5+46) c/ 400mm placa n/wr	109,80	m ²	41,75	4584,4
05.21	Aislamient camara trasdosado autoportant isov.arena50 mm o sim	109,80	m ²	1,00	109,8
05.22	Alicatado gres porcelanico en paramentos trasdosados a interior	48,87	m ²	31,32	1530,5
05.23	P. Plástica acrílica mate lavable blanco/color (paramentos)	60,93	m ²	0,19	11,7
05.24	Barrera cortafuegos ei-60 a=1000 mm , fachada ventilada	17,02	m	27,40	466,3

2. TABLA DE EXCEL COMPLETA

Código	Resumen	CANT.	Ud	REND.	PCG (A1-A3) (kg CO2 eq)	Ud eq	PCG UNITARIO	PCG PARCIAL	PCG TOTAL	%	VIDA UTIL (años)	SUBTOTAL €	TOTAL €	
ENVOLVENTE														
02	CARPINTERÍA METALICA EXTERIOR Y SOMBREAMIENTOS								194029,851	28,18%			753,699,37 €	
02.04	ACERO S275JR/JOH P. ESTRUCT. REFUERZOS CARP. Y PROT.SOLARES	2357,390	Kg				0,80		1896,827	0,98%		3,470	8,180,14 €	
P03ALT030	Acero laminado S275JOH/S275JR en perfiles estructurales	1,050	kg	1,000	0,721	kg	0,76	1784,662		0,92%		0,910	2,263,09 €	
P25OU080	Minio electrolítico	0,010	l	1,300	3,66	kg	0,05	112,165		0,06%		4,750	117,87 €	
02.05	AISL. ISOVER ECOVENT VN 032 140 mm O SIM, EXT., ANCL.MECÁN., M.A	122,360	m2				7,04		861,573	0,44%		18,570	2,272,23 €	
P07TL250	Panel lana mineral Ecovent VN-032 140 mm 1350x600 mm	1,050	m2	1,000	6,71	m2	7,04	861,573		0,44%		14,780	1,899,03 €	
P07W090	Fijaciones Ecovent Inco 10 Negro	4,000	u	1,000		m2	0,00	0,000		0,00%		0,290	141,94 €	
02.06	RECERCOS INTERIORES CHAPA AL. LACADO D380 mm CARP.EXTERIORES	1055,180	m				15,40		16244,897	8,37%		37,670	39,748,63 €	
P05RWI0101234	Recerco interior chapa pleg.aluminio D=380 mm e=1,5 mm	4,475	M	1,050	2,92	kg	13,73	14486,123		7,47%	50	17,81 €	18,792,76 €	
P05EW040	Perfil acero galvanizado omega 30 mm	0,330	m	1,050	3,200	kg	1,11	1169,984		0,60%		1,64 €	1,730,50 €	
P05FWT020	Tornillo autotaladrante 6,3x120 mm	8,000	u	0,023	3,100	kg	0,56	588,790		0,30%		2,24 €	2,363,60 €	
02.07	H1 M.CORTINA STRUGAL S52CR O SIMILAR C/ TRIP.ACRISTAL, 255X600cm	5,000	ud				2129,43		10647,171	5,49%		7820,190	39,100,95 €	
P12A25EDDB133	Muro cortina Strugal S52CR montante hasta 75 mm, pract.	montante 5960 de 75 mm		24,000	m	2,740	9,980	kg	656,28	3281,424	1,69%	50	1,077,89 €	5,389,45 €
		montante 5960 de 55 mm		16,422	m	2,460	9,980	kg	403,17	2015,866	1,04%			
P12A25EDDB11	Carp. AL RPT lacado color Strugal s82RP HM, pract VH1/VH2/VH6			16,160	m	1,236	9,980	kg	199,34	996,691	0,51%		1,585,44 €	7,927,20 €
				14,880	m	2,066	9,980	kg	306,81	1534,030	0,79%			
VIDRIO H1	Triple acr.BE+c. solar, doble ca WE12-templado 8mm serigraf.H1	9,26	m2	1,000	55,80	m2	516,71	2583,540		1,33%		2,673,82 €	13,369,10 €	
P14KW060	Sellado con silicona neutra	105,000	m	0,060	7,480	kg	47,12	235,620		0,12%		71,40 €	357,00 €	
02.08	H2 M.CORTINA STRUGAL S52CR O SIMILAR C/TRIP.ACRISTAL,255X630cm	3,000	ud				2168,51		6505,527	3,35%		7790,430	23,371,29 €	
P12A25EDDB133	Muro cortina Strugal S52CR montante hasta 75 mm, pract.	montante 5960 de 75 mm		25,200	m	2,740	9,980	kg	689,10	2067,297	1,07%		3,394,29 €	10,182,87 €
		montante 5960 de 55 mm		14,076	m	2,460	9,980	kg	345,58	1036,731	0,53%			
PUERTA PH2	Puerta S72 Strugal RPC, 96x230 cm	fijo+practicable		6,420	m	3,614	9,980	kg	231,55	694,664	0,36%		702,17 €	2,106,51 €
				8,080	m	1,236	9,980	kg	99,67	299,007	0,15%			
P12A25EDDB11	Carp. AL RPT lacado color Strugal s82RP HM, pract VH1/VH2/VH6			7,440	m	2,066	9,980	kg	153,40	460,209	0,24%		792,72 €	2,378,16 €
				10,790	m2	1,000	55,80	m2	602,08	1806,246	0,93%			
VIDRIO H2	Triple acr.BE+c. solar, doble ca WE12-templado 8mm serigraf.H2	10,790	m2	1,000	55,80	m2	602,08	1806,246		0,93%		2,734,79 €	8,204,37 €	
P14KW060	Sellado con silicona neutra	105,000	m	0,060	7,480	m	47,12	141,372		0,07%		71,40 €	214,20 €	
02.09	H3 CARP. STRUGAL S82RP HM O SIMILAR, TRIP.ACRISTAL,255X120cm	4,000	ud				365,53		1462,102	0,75%		1555,860	6,223,44 €	
P12A25eddb	Carp. AL RPT lacado color oscilobatiente Strugal s82RP HM, pract	fijo		9,686	m	1,236	9,980	kg	119,48	477,933	0,25%		802,91 €	3,211,64 €
		practicable		6,875	m	2,066	9,980	kg	141,76	567,030	0,29%			
VIDRIO H3	Composición Triple acr.BE+control solar, doble cámara WE12, H3	1,700	m2	1,000	55,80	m2	94,86	379,440		0,20%		508,16 €	2,032,64 €	
P14KW060	Sellado con silicona neutra	21,000	m	0,060	7,480	m	9,42	37,699		0,02%		14,28 €	57,12 €	
02.10	H4 CARP. STRUGAL S82RP HM O SIMILAR, TRIP.ACRISTAL,255X120cm	1,000	ud				355,94		355,942	0,18%		1468,790	1,468,79 €	
P12A25eddb	Carp. AL RPT lacado color oscilobatiente Strugal s82RP HM, pract	fijo		11,706	m	1,236	9,980	kg	144,39	144,391	0,07%		802,91 €	802,91 €
		practicable		6,384	m	2,066	9,980	kg	131,63	131,630	0,07%			
VIDRIO H4	Composición Triple acr.BE+control solar, doble cámara WE12, H4	1,260	m2	1,000	55,80	m2	70,31	70,308		0,04%		425,00 €	425,00 €	
P14KW060	Sellado con silicona neutra	21,420	m	0,060	7,480	m	9,61	9,613		0,00%		14,57 €	14,57 €	
02.11	H5 CARP. STRUGAL S82RP HM O SIMILAR, TRIP.ACRISTAL.50X50cm	24,000	ud				67,91		1629,807	0,84%		408,310	9,799,44 €	
P12A25EDDB1	Carp. AL RPT lacado color Strugal s82RP HM, pract H5	fijo		1,998	m	1,236	9,980	kg	24,65	591,561	0,30%		253,15 €	6,075,60 €
		practicable		1,592	m	2,066	10,980	kg	36,11	866,627	0,45%			
VIDRIO H5	Composición Triple acr.BE+control solar, doble cámara WE12, H5	0,100	m2	1,000	55,80	m2	5,58	133,920		0,07%		81,31 €	1,951,44 €	
P14KW060	Sellado con silicona neutra	3,500	m	0,060	7,480	m	1,57	37,699		0,02%		2,38 €	57,12 €	
02.12	H6 M.CORTINA STRUGAL S52CR O SIMILAR C/TRIP.ACRISTAL,1450X241cm	1,000	ud				5769,24		5769,238	2,97%		19303,950	19,303,95 €	
P12A25EDDB133	Muro cortina Strugal S52CR montante hasta 75 mm, pract.	montante 5960 de 75 mm		40,951	m	2,740	9,980	kg	1119,82	1119,821	0,58%		2,461,52 €	2,461,52 €
		travesaño 5960 de 55 mm		40,843	m	2,460	9,980	kg	1002,73	1002,733	0,52%			
P12A25EDDB11	Carp. AL RPT lacado color Strugal s82RP HM, pract VH1/VH2/VH6	fijo		68,819	m	1,236	9,980	kg	848,90	848,904	0,44%		6,341,76 €	6,341,76 €
		practicable		63,806	m	2,066	9,980	kg	1315,60	1315,604	0,68%			
VIDRIO H6	Composición Triple acr.BE+control solar, doble cámara WE12, H6	24,640	m2	1,000	55,80	m2	1374,91	1374,912		0,71%		5,621,15 €	5,621,15 €	
P14KW060	Sellado con silicona neutra	239,000	m	0,060	7,480	m	107,26	107,263		0,06%		162,52 €	162,52 €	
02.13	H7 M.CORTINA STRUGAL S52CR O SIM.C/TRIP.ACRISTAL, 1230x700cm	1,000	ud				14777,19		14777,188	7,62%		38762,280	38,762,28 €	

P12A25EDDB137	Muro cortina Strugal S52CR montante 75-235 mm, pract.	montante 5960 de 235 mm refuerzo	140,000 m	5,670	9,980	kg	7922,12	7922,124		4,08%		
		travesaño 5960 de 75 mm	83,133 m	2,740	9,980	kg	2273,30	2273,299		1,17%	12,330,38 €	12,330,38 €
PUERTA PH7	Puerta S72 Strugal RPC, 180x233 cm	fijo+practicable	37,695 m	3,614	9,980	kg	1359,57	1359,573		0,70%	3,154,23 €	3,154,23 €
VIDRIO H7	Triple acr.BE+c. solar, doble ca WE12-templado 8mm serigraf.H7		53,000 m2	1,000	55,80	m2	2957,40	2957,400		1,52%	15,212,38 €	15,212,38 €
P14KW060	Sellado con silicona neutra		590,000 m	0,060	7,480	m	264,79	264,792		0,14%	401,20 €	401,20 €
02.14	H8 CARP. STRUGAL S82RP HM O SIM. C/TRIP.ACRISTAL, 1089X81 cm MOT		1,000 ud				1542,88		1542,876	0,80%	4453,790	4,453,79 €
P12A25eddb	Carp. AL RPT lacado color oscilobatiente Strugal s82RP HM, pract	fijo practicable	39,541 m	1,236	9,980	kg	487,75	487,749		0,25%		
			36,493 m	2,066	9,980	kg	752,44	752,437		0,39%	2,204,08 €	2,204,08 €
VIDRIO H8	Composición Triple acr.BE+control solar, doble ca.WE12, mateaH8		4,950 m2	1,000	55,80	m2	276,21	276,210		0,14%	1,647,35 €	1,647,35 €
P14KW060	Sellado con silicona neutra		59,000 m	0,060	7,480	m	26,48	26,479		0,01%	40,12 €	40,12 €
02.15	H9 CARP. STRUGAL S82RP HM O SIM. C/TRIP.ACRISTAL, 478X81 cm MOT.		1,000 ud				696,68		696,677	0,36%	2148,970	2,148,97 €
P12A25eddb	Carp. AL RPT lacado color oscilobatiente Strugal s82RP HM, pract	fijo practicable	18,077 m	1,236	9,980	kg	222,98	222,985		0,11%		
			16,511 m	2,066	9,980	kg	340,42	340,425		0,18%	1,015,45 €	1,015,45 €
VIDRIO H9	Composición Triple acr.BE+control solar, doble ca.WE12, mateaH9		1,000 ud	2,180	55,80	m2	121,64	121,644		0,06%	705,88 €	705,88 €
P14KW060	Sellado con silicona neutra		25,900 m	0,060	7,480	m	11,62	11,624		0,01%	17,61 €	17,61 €
02.16	H10 M.CORTINA STRUGAL S52CR O SIM. C/TRIP.ACRIS. REJ. 250X350 cm		1,000 ud				1389,89		1389,894	0,72%	4266,400	4,266,40 €
P12A25EDDB133	Muro cortina Strugal S52CR montante hasta 75 mm, pract.	montante (vert.) 5960 de 155 mm	14,000 m	3,650	9,980	kg	509,98	509,978		0,26%		
		travesaño (horz.) 5960 de 55 mm	9,196 m	2,460	9,980	kg	225,76	225,759		0,12%	616,44 €	616,44 €
P12A25EDDB12	Carp. AL RPT lacado color Strugal s82RP HM, pract VH10	fijo practicable	11,964 m	1,236	9,980	kg	147,58	147,576		0,08%	1,050,51 €	1,050,51 €
			10,922 m	2,066	9,980	kg	225,21	225,205		0,12%		
VIDRIO H10	Composición Triple acr.BE+control solar, doble cámara WE12, H10		4,560 m2	1,000	55,80	m2	254,45	254,448		0,13%	1,072,67 €	1,072,67 €
P14KW060	Sellado con silicona neutra		60,000 m	0,060	7,480	m	26,93	26,928		0,01%	40,80 €	40,80 €
02.17	H11 M.CORTINA STRUGAL S52CR O SIM.C/TRIP.ACRIS, 530X1402 cm		1,000 ud				10122,18		10122,183	5,22%	31113,030	31,113,03 €
P12A25EDDB137	Muro cortina Strugal S52CR montante 75-235 mm, pract.	montante 5960 (vert.) de 235 mm refuerzo	90,634 m	5,670	9,980	kg	5128,67	5128,670		2,64%		
		travesaño 5960 (horz.) de 75 mm	44,267 m	2,740	9,980	kg	1210,48	1210,484		0,62%	7,909,49 €	7,909,49 €
PUERTA PH11	Puerta S72 Strugal RPC, 180x258 cm	fijo+practicable	27,010 m	3,614	9,980	kg	974,17	974,175		0,50%	2,439,14 €	2,439,14 €
P12A25EDDB112	Carp. AL RPT lacado color Strugal s82RP HM, pract.H11/H17	practicable	21,167 m	2,066	9,980	kg	436,44	436,440		0,22%	1,244,73 €	1,244,73 €
VIDRIO H11	Triple acr.BE+c. solar, doble ca WE12-templado 8mm serigraf.H11		38,591 m2	1,000	55,80	m2	2153,40	2153,400		1,11%	12,118,17 €	12,118,17 €
P14KW060	Sellado con silicona neutra		488,000 m	0,060	7,480	m	219,01	219,014		0,11%	331,84 €	331,84 €
02.18	H12 M.CORTINA STRUGAL S52CR O SIMILARC/ TRIP.ACRISTAL,375X485cm		2,000 ud				2300,56		4601,130	2,37%	13148,160	26,296,32 €
P12A25EDDB138	Muro cortina Strugal S52CR H12/H13/H14/H15	montante (vert.) 5960 de 235 mm	24,250 m	5,670	9,980	kg	1372,23	2744,450		1,41%		
		travesaño (horz.) 5960 de 55 mm	14,021 m	2,460	9,980	kg	344,22	688,444		0,35%	2,015,62 €	4,031,24 €
VIDRIO H12	Triple acr.BE+c. solar, doble ca WE12-templado 8mm serigraf.H12		9,334 m2	1,000	55,80	m2	520,84	1041,674		0,54%	3,821,35 €	7,642,70 €
P14KW060	Sellado con silicona neutra		141,000 m	0,060	7,480	m	63,28	126,562		0,07%	95,88 €	191,76 €
02.19	H13 M.CORTINA STRUGAL S52CR O SIMILAR C/ TRIP.ACRISTAL,375X485cm		1,000 ud				11383,52		11383,517	5,87%	13350,900	13,350,90 €
P12A25EDDB137	Muro cortina Strugal S52CR montante 75-235 mm, pract.	montante 5960 (vert.) de 235 mm	24,250 m	5,670	9,980	kg	1372,23	1372,225		0,71%		
		travesaño 5960 (horz.) de 75 mm	17,526 m	2,740	9,980	kg	479,25	479,252		0,25%	2,603,56 €	2,603,56 €
VIDRIO H13	Triple acr.BE+c. solar, doble ca WE12-templado 8mm serigraf.H13		10,922 m2	1,000	55,80	m2	609,45	609,448		0,31%	3,424,97 €	3,424,97 €
P14KW060	Sellado con silicona neutra		141,000 m	8,460	7,480	m	8922,59	8922,593		4,60%	95,88 €	95,88 €
02.20	H14 M.CORTINA STRUGAL S52CR O SIMILAR C/ TRIP.ACRISTAL,375X485cm		1,000 ud				2617,77		2617,771	1,35%	13410,110	13,410,11 €
P12A25EDDB137	Muro cortina Strugal S52CR montante 75-235 mm, pract.	montante 5960 (vert.) de 235 mm	24,250 m	5,670	9,980	kg	1372,23	1372,225		0,71%		
		travesaño 5960 (horz.) de 75 mm	17,526 m	2,740	9,980	kg	479,25	479,252		0,25%	2,603,56 €	2,603,56 €
VIDRIO H14	Triple acr.BE+c. solar, doble ca WE12-templado 8mm serigraf.H14		12,599 m2	1,000	55,80	m2	703,01	703,013		0,36%	3,481,33 €	3,481,33 €
P14KW060	Sellado con silicona neutra		141,000 m	0,060	7,480	m	63,28	63,281		0,03%	95,88 €	95,88 €
02.21	H15 M.CORTINA STRUGAL S52CR O SIMILAR C/ TRIP.ACRISTAL,375X485cm		3,000 ud				2708,03		8124,099	4,19%	13254,800	39,764,40 €
P12A25EDDB137	Muro cortina Strugal S52CR montante 75-235 mm, pract.	montante 5960 (vert.) de 235 mm	24,250 m	5,670	9,980	kg	1372,23	4116,675		2,12%		
		travesaño 5960 (horz.) de 75 mm	17,526 m	2,740	9,980	kg	479,25	1437,756		0,74%	2,603,56 €	7,810,68 €
VIDRIO H15	Triple acr.BE+c. solar, doble ca WE12-templado 8mm serigraf.H15		14,216 m2	1,000	55,80	m2	793,28	2379,825		1,23%	3,333,50 €	10,000,50 €
P14KW060	Sellado con silicona neutra		141,000 m	0,060	7,480	m	63,28	189,842		0,10%	95,88 €	287,64 €
02.22	H16 CARP. STRUGAL S82RP HM O SIMILAR, TRIP.ACRISTAL,255X95cm		3,000 ud				328,46		985,391	0,51%	2125,660	6,376,98 €
P12A25eddb	Carp. AL RPT lacado color oscilobatiente Strugal s82RP HM, pract	fijo practicable	8,687 m	1,236	9,980	kg	107,16	321,473		0,17%		
			5,859 m	2,066	9,980	kg	120,81	362,427		0,19%	634,98 €	1,904,94 €

VIDRIO H16	Composición Triple acr.BE+control solar, doble cámara WE12, H16		1,667 m2	1,000	55,80	m2	93,00	279,006		0,14%		1,221,42 €	3,664,26 €
P14KW060	Sellado con silicona neutra		16,700 m	0,060	7,480	m	7,49	22,485		0,01%		11,36 €	34,08 €
02.23	H17 M.CORTINA STRUGAL S52CR O SIM.C/TRIP.ACRIS, 367X952 cm		1,000 ud				5045,60		5045,598	2,60%		15131,700	15,131,70 €
P12A25EDDB137	Muro cortina Strugal S52CR montante 75-235 mm, pract.	montante 5960 (vert.) de 235 mm refuerzo	38,325 m	5,670	9,980	kg	2168,65	2168,653		1,12%		2,395,90 €	2,395,90 €
		travesaño 5960 (horz.) de 75 mm	19,877 m	2,740	9,980	kg	543,54	543,541		0,28%			
PUERTA PH17	Puerta S72 Strugal RPC, 190x258 cm	fijo+practicable	26,739 m	3,614	9,980	kg	964,40	964,400		0,50%		2,237,72 €	2,237,72 €
P12A25EDDB112	Carp. AL RPT lacado color Strugal s82RP HM, pract.H11/H17	practicable	23,030 m	2,066	9,980	kg	474,85	474,848		0,24%		1,421,24 €	1,421,24 €
VIDRIO H17	Triple acr.BE+c. solar, doble ca WE12-templado 8mm serigraf.H17		14,247 m2	1,000	55,80	m2	794,97	794,971		0,41%		312,29 €	312,29 €
P14KW060	Sellado con silicona neutra		221,000 m	0,060	7,480	m	99,18	99,185		0,05%		5,521,37 €	5,521,37 €
02.24	H18 M.CORTINA STRUGAL S52CR O SIMILAR C/ TRIP.ACRISTAL,375X450cm		7,000 ud				1939,15		13574,015	7,00%		6553,820	45,876,74 €
P12A25EDDB139	Muro cortina Strugal S52CR H18	montante 5960 (vert.) de 155 mm	22,500 m	3,650	9,980	kg	819,61	5737,253		2,96%		1,644,32 €	11,510,24 €
		travesaño 5960 (horz.) de 55 mm	14,021 m	2,460	9,980	kg	344,22	2409,553		1,24%			
VIDIRO H18	Triple acr.BE+c. solar, doble ca WE12-templado 8mm serigraf.H18		12,970 m2	1,000	55,80	m2	723,70	5065,926		2,61%		2,948,22 €	20,637,54 €
P14KW060	Sellado con silicona neutra		115,000 m	0,060	7,480	m	51,61	361,284		0,19%		78,20 €	547,40 €
02.25	H19 M.CORTINA STRUGAL S52CR O SIMILAR C/ TRIP.ACRISTAL,375X205cm		3,000 ud				865,11		2595,316	1,34%		5792,920	17,378,76 €
P12A25EDDB133	Muro cortina Strugal S52CR montante hasta 75 mm, pract.	montante 5960 (vert.) de 75 mm	10,250 m	2,740	9,980	kg	280,29	840,865		0,43%		541,76 €	1,625,28 €
		travesaño 5960 (horz.) de 55 mm	7,010 m	2,460	9,980	kg	172,11	516,333		0,27%			
VIDRIO H19	Triple acr.BE+c. solar, doble ca WE12-templado 8mm serigraf.H19		6,841 m2	1,000	55,80	m2	381,74	1145,217		0,59%		4,065,26 €	12,195,78 €
P14KW060	Sellado con silicona neutra		69,000 m	0,060	7,480	m	30,97	92,902		0,05%		46,92 €	140,76 €
02.26	H20 CARP. STRUGAL S72RP HM O SIMILAR, TRIP.ACRISTAL,324X283cm		2,000 ud				1065,10		2130,201	1,10%		4997,200	9,994,40 €
PUERTA PH20	Puerta S72 Strugal RPC, 150x230cm hojas desiguales	fijo+practicable	22,641 m	3,614	9,980	kg	816,59	1633,190		0,84%		3,741,88 €	7,483,76 €
VIDRIO H20	Composición Triple acr.BE+control solar, doble cámara WE12, H20		3,947 m2	1,000	55,80	m2	220,23	440,463		0,23%		900,82 €	1,801,64 €
P14KW060	Sellado con silicona neutra		63,000 m	0,060	7,480	m	28,27	56,549		0,03%		42,84 €	85,68 €
02.27	H21 CARP. STRUGAL S82RP HM O SIMILAR, TRIP.ACRISTAL,145x127cm		2,000 ud				166,94		333,890	0,17%		794,340	1,588,68 €
P12A25eddb	Carp. AL RPT lacado color oscilobatiente Strugal s82RP HM, pract	fijo	4,149 m	1,236	9,980	kg	51,18	102,353		0,05%		482,80 €	965,60 €
		practicable	3,836 m	2,066	9,980	kg	79,08	158,166		0,08%			
VIDRIO H21	Composición Triple acr.BE+control solar, doble cámara WE12, H21		0,556 m2	1,000	55,80	m2	31,01	62,016		0,03%		158,92 €	317,84 €
P14KW060	Sellado con silicona neutra		12,650 m	0,060	7,480	m	5,68	11,355		0,01%		8,60 €	17,20 €
02.28	H22 CARP. STRUGAL S72RP HM O SIMILAR, TRIP.ACRIS (900+600)X220cm		1,000 ud				213,69		213,685	0,11%		1522,030	1,522,03 €
P12A25EDDB29	Carp. AL RPT lacado color oscilobatiente Strugal s82RP HM, pract	fijo	7,595 m	1,236	9,980	kg	93,69	93,685		0,05%		865,89 €	865,89 €
VIDRIO H22	Composición Triple acr.BE+control solar, doble cámara WE12, H22		2,049 m2	1,000	55,80	m2	114,35	114,345		0,06%		304,89 €	304,89 €
P14KW060	Sellado con silicona neutra		12,600 m	0,060	7,480	m	5,65	5,655		0,00%		8,57 €	8,57 €
02.29	H23 CARP. STRUGAL S82RP HM O SIMILAR, TRIP.ACRISTAL,190X114cm		5,000 ud				327,31		1636,543	0,84%		796,320	3,981,60 €
P12A25eddb	Carp. AL RPT lacado color oscilobatiente Strugal s82RP HM, pract	fijo	6,071 m	1,236	9,980	kg	74,89	374,425		0,19%		262,39 €	1,311,95 €
		practicable	7,891 m	2,066	9,980	kg	162,71	813,531		0,42%			
VIDRIO H23	Composición Triple acr.BE+control solar, doble cámara WE12, H23		1,488 m2	1,000	55,80	m2	83,03	415,152		0,21%		332,61 €	1,663,05 €
P14KW060	Sellado con silicona neutra		14,900 m	0,060	7,480	m	6,69	33,436		0,02%		10,13 €	50,65 €
02.30	H24 CARP. STRUGAL S82RP HM O SIMILAR, TRIP.ACRISTAL,205X138cm		2,000 ud				310,81		621,614	0,32%		1177,830	2,355,66 €
P12A25EDDB111	Carp. AL RPT lacado color Strugal s82RP HM, pract. H24/H25/H26/H	fijo	9,339 m	1,236	9,980	kg	115,20	230,398		0,12%		520,32 €	1,040,64 €
		practicable	3,658 m	2,066	9,980	kg	75,42	150,834		0,08%			
VIDRIO H24	Composición Triple acr.BE+control solar, doble cámara WE12, H24		1,998 m2	1,000	55,80	m2	111,47	222,932		0,11%		417,62 €	835,24 €
P14KW060	Sellado con silicona neutra		19,440 m	0,060	7,480	m	8,72	17,449		0,01%		13,22 €	26,44 €
02.31	H25 CARP. STRUGAL S82RP HM O SIMILAR, TRIP.ACRISTAL,260X138cm		2,000 ud				368,91		737,828	0,38%		1408,490	2,816,98 €
P12A25EDDB111	Carp. AL RPT lacado color Strugal s82RP HM, pract. H24/H25/H26/H	fijo	10,440 m	1,236	9,980	kg	128,78	257,553		0,13%		660,06 €	1,320,12 €
		practicable	4,149 m	2,066	9,980	kg	85,54	171,086		0,09%			
VIDRIO H25	Composición Triple acr.BE+control solar, doble cámara WE12, H25		2,573 m2	1,000	55,80	m2	143,57	287,136		0,15%		567,29 €	1,134,58 €
P14KW060	Sellado con silicona neutra		24,570 m	0,060	7,480	m	11,03	22,054		0,01%		16,71 €	33,42 €
02.32	H26 CARP. STRUGAL S82RP HM O SIMILAR, TRIP.ACRISTAL,242X138cm		1,000 ud				301,84		301,842	0,16%		1872,940	1,872,94 €
P12A25EDDB111	Carp. AL RPT lacado color Strugal s82RP HM, pract. H24/H25/H26/H	fijo	10,076 m	1,236	9,980	kg	124,29	124,287		0,06%		614,09 €	614,09 €
		practicable	3,912 m	2,066	9,980	kg	80,65	80,654		0,04%			
VIDRIO H32	Composición Triple acr.BE+control solar, doble cámara WE12, H32		1,552 m2	1,000	55,80	m2	86,62	86,624		0,04%		1,044,03 €	1,044,03 €
P14KW060	Sellado con silicona neutra		22,900 m	0,060	7,480	m	10,28	10,278		0,01%		15,57 €	15,57 €

02.33	H27 CARP. STRUGAL S82RP HM O SIMILAR, TRIP.ACRISTAL,250X170cm		2,000	ud				213,53		427,063	0,22%		1167,610	2,335,22 €
P12A25EDDB111	Carp. AL RPT lacado color Strugal s82RP HM, pract. H24/H25/H26/H	fijo	8,782	m	1,236	9,980	kg	108,33	216,652		0,11%		562,62 €	1,125,24 €
VIDRIO H27	Triple acr.BE+c. solar, doble ca WE12-templado 8mm serigraf.H27		1,717	m2	1,000	55,80	m2	95,78	191,561		0,10%		1,295,32 €	2,590,64 €
P14KW060	Sellado con silicona neutra		21,000	m	0,060	7,480	m	9,42	18,850		0,01%		28,56 €	57,12 €
02.34	H28 CARP. STRUGAL S72RP HM O SIMILAR, TRIP.ACRISTAL,373X221cmMOT		1,000	ud				1183,85		1183,848	0,61%		3510,170	3,510,17 €
PUERTA PH28..	Puerta S72 Strugal RPC, PHA28/29/30/31	fijo+practicable	24,334	m	3,614	9,980	kg	877,67	877,672		0,45%		2,237,72 €	2,237,72 €
VIDRIO H28	Composición Triple acr.BE+control solar, doble cámara WE12, H28		5,033	m2	1,000	55,80	m2	280,82	280,819		0,14%		924,84 €	924,84 €
P14KW060	Sellado con silicona neutra		56,500	m	0,060	7,480	m	25,36	25,357		0,01%		38,42 €	38,42 €
02.35	H29 CARP. STRUGAL S72RP HM O SIMILAR, TRIP.ACRISTAL,190X205cm		1,000	ud				559,96		559,958	0,29%		1827,440	1,827,44 €
PUERTA PH28..	Puerta S72 Strugal RPC, PHA28/29/30/31	fijo+practicable	11,587	m	3,614	9,980	kg	417,92	417,917		0,22%		1,118,86 €	1,118,86 €
VIDRIO H29	Composición Triple acr.BE+control solar, doble cámara WE12, H29		2,332	ud	1,000	55,80	m2	130,10	130,103		0,07%		485,05 €	485,05 €
P14KW060	Sellado con silicona neutra		26,600	m	0,060	7,480	m	11,94	11,938		0,01%		18,09 €	18,09 €
02.36	H30 CARP. S72RP O SIMILAR, PANEL SANDWHI,370X235cm. SALIDA EMERG		1,000	ud				1291,55		1291,547	0,67%		3313,900	3,313,90 €
PUERTA PH30	Puerta S72 Strugal RPC, PHA30	fijo+practicable	24,622	m	3,614	9,980	kg	888,06	888,059		0,46%		2,337,50 €	2,337,50 €
P14KW060	Sellado con silicona neutra		66,350	m	0,060	7,480	m	29,78	29,778		0,02%		45,12 €	45,12 €
SANDWICH PH30	Panel sandwich alum.2 mm con alma 50 mm PUR PH30		7,437	ud	1,000	50,250	m2	373,71	373,709		0,19%		688,32 €	688,32 €
02.37	H31 PUERTA CHAPA PANEL SANDWICH, 88X206cm		1,000	ud				80,85		80,852	0,04%		379,900	379,90 €
P13P070	Puerta chapa lisa pintura epoxi 90x200 cm		1,609	m2	1,000	50,250	m2	80,85	80,852		0,04%		278,10 €	278,10 €
P13P460	Cierre antipánico		1,000	u		3,400		0,00	0,000		0,00%		50,54 €	50,54 €
02.38	H32 CARP. S72RP O SIMILAR, PANEL SANDWHI,400X235cm. SALIDA EMERG		1,000	ud				1500,24		1500,243	0,77%		3472,120	3,472,12 €
PUERTA PH32..	Puerta S72 Strugal RPC, PHA32/33	fijo+practicable	25,232	ud	3,614	9,980	kg	910,05	910,046		0,47%		2,439,14 €	2,439,14 €
P14KW060	Sellado con silicona neutra		66,350	m	0,060	7,480	m	29,78	29,778		0,02%		45,12 €	45,12 €
SANDWICH PH32	Panel sandwich alum.2 mm con alma 50 mm PUR PH32		8,104	m2	1,000	69,150	m2	560,42	560,419		0,29%		737,28 €	737,28 €
02.39	H33 CARP. STRUGAL S72RP HM O SIMILAR, PANEL SANDWICH,310X235cm		1,000	ud				1123,85		1123,852	0,58%		2643,010	2,643,01 €
PUERTA PH32..	Puerta S72 Strugal RPC, PHA32/33	fijo+practicable	18,898	ud	3,614	9,980	kg	681,61	681,615		0,35%		1,829,36 €	1,829,36 €
P14KW060	Sellado con silicona neutra		45,750	m	0,060	7,480	m	20,53	20,533		0,01%		31,11 €	31,11 €
SANDWICH PH33	Panel sandwich alum.2 mm con alma 50 mm PUR PH33		6,098	m2	1,000	69,150	m2	421,70	421,704		0,22%		571,90 €	571,90 €
02.40	IMPERM. REC. LATERALES Y DINTELES C.EXTER. C/ SCHLÜTER KERDI SIM		728,200	m				5,75		4187,368	2,16%		32,100	23,375,22 €
P01UA060	Adhesivo cemento cola tipo C1		2,000	kg	1,000	1,620	kg	3,24	2359,368		1,22%		2,44 €	1,776,81 €
P06P110	Lámina Impermeabilizante Polietileno Bobinas 30 mx1 m Schlüter®		0,500	m2	1,000	0,730	kg	0,37	265,793		0,14%		6,62 €	4,820,68 €
P06P130	Lámina Impermeabilizante Polietileno Bobinas Kerdi-Keba 100/150		1,000	m	1,100	1,210	m	1,33	969,234		0,50%		3,59 €	2,614,24 €
P01UA070	Adhesivo impermeabilizante bicomponente Kerdi Coll		0,170	kg	1,000	4,790	kg	0,81	592,973		0,31%	75	1,41 €	1,026,76 €
02.41	REVESTIMIENTO PANEL SÁNDWICH COMPOSITE ALUMINIO S/CARPINTERIAS		61,860	m2				55,28		3419,312	1,76%		151,090	9,346,43 €
P04BP070	Panel sandwich composite 600-50 mm		1,000	m2	1,100	50,250	m2	55,28	3419,312		1,76%		85,69 €	5,300,78 €
02.42	VIERTAGUAS PANEL SANDWICH COMPOSITE ALUM.270-370mm C/GOTERON		182,840	m				15,83		2894,129	1,49%		96,890	17,715,37 €
P04BP07011	Compos.270-370 mm ancho, 50 mm, 1 pieza largo, c/goterón, taller		0,300	m	1,050	50,250	m2	15,83	2894,129		1,49%		72,75 €	13,301,61 €
02.43	L1 LUCERNARIO STRUGAL S52CR O SIM. C/TRIP..ACRISTAL, 30°INC,SUR		1,000	ud				18012,41		18012,406	9,28%		76965,500	76,965,50 €
P12A25EDDB135	Lucernario cubierta lacado color Strugal SCR52 o similar, fijos	montante y travesaño 5960 de 55 mm	263,666	m	2,460	9,980	kg	6473,21	6473,211		3,34%	50	11,758,74 €	11,758,74 €
VIDRIO L1	Comp.Triple acr.Cool Light Estrem60.28 6+6/12w/6/12w/4+4be L1		148,810	m2	1,000	55,800	m2	8303,60	8303,604		4,28%		33,518,97 €	33,518,97 €
P14KW060	Sellado con silicona neutra		230,000	m	0,060	7,480	m	103,22	103,224		0,05%		156,40 €	156,40 €
P05RWI0101231	Remate perimetral lucernariochapa pleg.aluminio D=900mm e=1,5 m		132,840	m	0,900	26,200	m2	3132,37	3132,367		1,61%		4,050,29 €	4,050,29 €
02.44	L2 LUCERNARIO STRUGAL S52CR O SIM. C/TRIP.ACRISTAL., 30°INC,SUR		1,000	ud				9820,14		9820,144	5,06%		33989,010	33,989,01 €
P12A25EDDB135	Lucernario cubierta lacado color Strugal SCR52 o similar, fijos	montante y travesaño 5960 de 55 mm	107,440	m	2,460	9,980	kg	2637,74	2637,735		1,36%		5,038,89 €	5,038,89 €
VIDRIO L2	Comp.Triple acr.Cool Light Estrem60.28 6+6/12w/6/12w/4+4be L2		97,883	m2	1,000	55,800	m2	5461,89	5461,888		2,81%		15,594,88 €	15,594,88 €
P14KW060	Sellado con silicona neutra		98,000	m	0,060	7,480	m	43,98	43,982		0,02%		66,64 €	66,64 €
P05RWI0101231	Remate perimetral lucernariochapa pleg.aluminio D=900mm e=1,5 m		71,100	m	0,900	26,200	m2	1676,54	1676,538		0,86%		2,167,84 €	2,167,84 €
02.45	L3 LUCERNARIO STRUGAL S52CR O SIM. C/TRIP.ACRISTAL., 30°INC.		1,000	ud				1249,15		1249,153	0,64%		4630,050	4,630,05 €
P12A25EDDB135	Lucernario cubierta lacado color Strugal SCR52 o similar, fijos	montante y travesaño 5960 de 55 mm	21,528	m	2,460	9,980	kg	528,54	528,537		0,27%		615,31 €	615,31 €
VIDRIO L3	Comp.Triple acr.Cool Light Estrem60.28 6+6/12w/6/12w/4+4be L3		7,028	m2	1,000	55,800	m2	392,18	392,185		0,20%		2,104,68 €	2,104,68 €
P14KW060	Sellado con silicona neutra		12,000	m	0,060	7,480	m	5,39	5,386		0,00%		8,16 €	8,16 €
P05RWI0101231	Remate perimetral lucernariochapa pleg.aluminio D=900mm e=1,5 m		13,700	m	0,900	26,200	m2	323,05	323,046		0,17%		417,71 €	417,71 €
02.46	CORTINA ENROL.EXT. PREMIUM PLUS BAND.SIM.MOTOR P/ H1/H2 255X300c		9,000	ud				21,96		197,600	0,10%		1367,560	12,308,04 €

ESTOR H.1.2	Estor enrollable exterior con cables, tejido Polyscreen 255x300c	7,650	ud	1,000	2,870	m2	21,96	197,600		0,10%	1,044,95 €	9,404,55 €
02.47	CORTINA ENROL.EXT. PREMIUM PLUS BAND.SIM,MOTOR P/ H2 255X330cm	3,000	ud				24,15		72,453	0,04%	1451,680	4,355,04 €
ESTOR H2	Estor enrollable exterior con cables, tejido Polyscreen 255x330c	8,415	ud	1,000	2,870	m2	24,15	72,453		0,04%	1,123,48 €	3,370,44 €
02.48	CORTINA ENROL.EXT. PREMIUM PLUS BAND.SIM, MOTOR, H 10 250X270cm	1,000	ud				19,37		19,373	0,01%	1120,810	1,120,81 €
ESTORH10	Estor enrollable exterior con cables, tejido Polyscreen 250x270	6,750	ud	1,000	2,870	m2	19,37	19,373		0,01%	877,72 €	877,72 €
02.49	CORTINA ENROL.EXT. PREMIUM PLUS BAND.SIM, MOTOR, H 11 530x440cm	2,000	ud				66,93		133,857	0,07%	4149,970	8,299,94 €
ESTORH11	Estor enrollable exterior con cables, tejido Polyscreen 530x440	23,320	ud	1,000	2,870	m2	66,93	133,857		0,07%	3,554,32 €	7,108,64 €
02.50	CORTINA ENROL.EXT. PREMIUM PLUS BAND.SIM. MOTOR, H 17 367X430cm	1,000	ud				45,29		45,291	0,02%	2919,770	2,919,77 €
ESTORH17	Estor enrollable exterior con cables, tejido Polyscreen 367x430	15,781	ud	1,000	2,870	m2	45,29	45,291		0,02%	2,405,88 €	2,405,88 €
02.51	PROTECCIÓN SOLAR LAMAS ALUMINIO, HORIZONTAL STRUGAL SS15 O SIMI	1,000	ud				17434,08		17434,083	8,99%	166,330	166,33 €
P14ME100	Perfilería de aluminio, accesorios y anclajes químicos		m	1,000		kg	0,00	0,000		0,00%	7,40 €	7,40 €
P12APC060	Celosía lama fija tipo Strugal SS15	1166,167	m	1,470	10,170	kg	17434,08	17434,083		8,99%	50	64,67 €
02.52	CONJUNTO ARMARIO C/ 2 PUERTAS EI60 Y FRENTE CIEGO, R1 C.TRANSFOR	10,600	ud				0,00		0,000	0,00%	1561,390	16,550,73 €
P13TA020	Tubo acero galvanizado 40.40.2 mm	9,350	m			m	0,00	0,000		0,00%	25,90 €	274,54 €
P23PSO0411	Puerta EI2-60-C5 2 hojas (920+920)x2800 mm	1,000	ud				0,00	0,000		0,00%	910,06 €	9,646,64 €
P23PSO412	Frente ciego EI60 s/ cerco acero, medidas aprox.920x2800 mm	1,000	ud				0,00	0,000		0,00%	369,57 €	3,917,44 €
02.53	STRUGAL CELOSÍA FIJA, VERTICAL, LAMAS CURVAS R1,R2, R3,H10/20/21	20,180	m2				14,95		301,689	0,16%	164,830	3,326,27 €
P14ME100	Perfilería de aluminio, accesorios y anclajes químicos	1,000	m				0,00	0,000		0,00%	7,40 €	149,33 €
P12APC060	Celosía lama fija tipo Strugal SS15	1,000	m2	1,470	10,170	kg	14,95	301,689		0,16%	64,67 €	1,305,04 €
02.54	CONJUNTO BARRA ANTIPÁNICO PARA PUERTA 1 HOJA COLOR	1,000	ud				0,00		0,000	0,00%	308,420	308,42 €
P23PB030	Conjunto Barra antipánico puerta 1 hoja color	1,000	u				0,00	0,000		0,00%	263,32 €	263,32 €
02.55	CONJUNTO BARRA ANTIPÁNICO PARA PUERTA 2 HOJAS COLOR	17,000	ud				0,00		0,000	0,00%	647,320	11,004,44 €
P23PB040	Conjunto Barra antipánico puerta 2 hojas color	1,000	u				0,00	0,000		0,00%	569,14 €	9,675,38 €
02.56	CERRADURA ANTIPANICO AUTOBLOQUEANTE PUERTAS DOBLE HOJA	16,000	ud				0,00		0,000	0,00%	148,840	2,381,44 €
P13P461EEC1	Cerradura mecánica antipánico IQ Lock M DL* Geze puertas dob.hoj	1,000	ud				0,00	0,000		0,00%	132,37 €	2,117,92 €
02.57	CERRADURA ANTIPANICO AUTOBLOQUEANTE PUERTAS HOJA SENCILLA	1,000	ud				0,00		0,000	0,00%	137,910	137,91 €
P13P461EEC12	Cerradura mecánica antipánico IQ Lock C Geze puertas hoja sencil	1,000	ud				0,00	0,000		0,00%	121,96 €	121,96 €
02.58	MUELLE TS 3000V GEZE COLOR C/BRAZO DE GUIA DESLIZANTE	44,000	ud				0,00		0,000	0,00%	107,810	4,743,64 €
P13P461EE	Muelle cierrapuertas TS3000 V GEZE color, brazo guía deslizante	1,000	ud				0,00	0,000		0,00%	93,32 €	4,106,08 €
02.59	ESMALTE POLIURETANO ALIFATICO 2 COMP. S/ REF.M.CORTINA Y PR.SOLA	411,140	m2				2,54		1045,036	0,54%	17,800	7,318,29 €
P25OU050	Imp. antiox.+cat amb. Marinas Impripol+C	0,200	l.				0,00	0,000		0,00%	1,64 €	674,27 €
P25JM030	Esmal.poliuretano Acrípol (2 comp.)	0,150	l.	1,420	1,79	kg	2,54	1045,036		0,54%	1,48 €	608,49 €
02.60	CELOSÍA FIJA VENTILACIÓN C/MARCO ALUM. MALLA FIBRA VIDRIO	12,500	m2				18,10		226,250	0,12%	65,050	813,13 €
P13QFM010	Chapa perforada aluminio, color, 50% huecos ventilación	1,000	m2	1,000	18,100	m2	18,10	226,250		0,12%	51,87 €	648,38 €
03	CUBIERTAS: REHABILITACIÓN ENERGÉTICA	1,000							202019,771	29,34%		498,089,69 €
P06BI010	Imprimación asfáltica para láminas bituminosas											
P06BSN010	Banda bituminosa autoadhesiva SBS terminación a=500 mm											
03.06	RE-IMPERMEABILIZACIÓN CUB. PLANA TRANSITABLE BICAPA+GEOTEX.300gr	597,810	m2	1,050	5,690	m2	5,975	#¡REF!	3571,616	1,77%	14,34 €	#¡REF!
P06BI010	Imprimación asfáltica para láminas bituminosas										0,50 €	298,91 €
P06BSN010	Lámina betún modifíc. elastómero LBM-30 FV (SBS -20°C)										5,06 €	3,024,92 €
P06BSN040	Lámina betún modifíc. elastómero LBM-40 FP (SBS -20°C)										7,70 €	4,603,14 €
P06GL040	Geotextil poliéster no tejido 300 gr/m2										1,27 €	759,22 €
03.07	AISLAMIENTO-500-XPS-160 MM S/CUB.PLANA INV + DOBLE GEOTEXTIL	2091,130	m2				6,855		14334,320	7,10%	25,070,00	52,424,63 €
P07TX790	Panel XPS liso 80 mm resistencia compresión >500 kPa, cond.0,040	1,000	m2	2,100	2,611	m2	5,483	11464,997		5,68%	17,81 €	37,243,03 €
P06GP060	Geotextil polipropileno no tejido 170 gr/m2	1,000	m2	2,100	0,653	m2	1,372	2869,323		1,42%	2,27 €	4,746,87 €
03.08	BARRERA DE VAPOR AISLAMIENTO CUBIERTA	2091,130	m ²				0,608		1272,034	0,63%	11,960,00	25,009,91 €
P06BPN0601	Freno vapor polipropilen 0,50 mm de espesor y 150 g/m ²	1,000	m2	1,100	0,553	m2	0,608	1272,034		0,63%	7,01 €	14,658,82 €
03.09	NUEVA PROTECCIÓN PESADA CUB. ARIDO RODADO CLASIF. CAL. 15-30mm	1020,930	m2				0,976		996,571	0,49%	22,570,00	23,042,39 €
P01AG0501	Arido rodado clasificado 15-30 mm, gravilla suministrada sacas	0,110	m3	1,700	5,220	T	0,976	996,571		0,49%	6,910	7,054,63 €
03.10	CUB.PANEL SANDWICH ACH 5 GRECAS e=150mm SIMIL I/PROT. SOLADO	1017,800	m2				45,800		46615,240	23,07%	48,30,00	49,159,74 €
P05WTC100	Panel cubierta 5 grecas (perforada) ACH e=150 mm LDR tipo M	1,000	m2	1,000	45,800	m2	45,800	46615,240		23,07%	50	32,15 €
03.11	PANEL POLICARBONATO MICROCEL. DANPALON 30mm TRANSL.SI, I/P.SOLAD	1017,800	m2				69,191		70422,396	34,86%	43,940,00	44,722,13 €

P14TPC050	Panel 900 mm policarbonato translúcido Danpalón 30 mm *	1,000	m2	1,050	32,200	m2	67,620	68823,636		34,07%	25	25,22 €	25,668,92 €
P14KW060	Sellado con silicona neutra	3,500	m	0,060	7,480	kg	1,571	1598,760		0,79%		2,38 €	2,422,36 €
03.12	REMATES ANTEPECHO CUB.PANEL CHAPA PRELACADA 0,6 mm I/REMATES	373,010	m2				21,780		8124,158	4,02%		28,510,00	
P05CGP010	Chapa acero prelacado a=100 cm e=0,6 mm greca 70 mm	1,000	m2	1,150	18,000	m2	20,700	7721,307		3,82%		14,02 €	5,229,60 €
P05CGP310	Remate acero prelacado a=50 cm e=0,8 mm	1,000	m	0,120	9,000	m	1,080	402,851		0,20%		1,03 €	384,20 €
03.13	R1 CANALÓN DOBLE SANDWICH A.PRELAC. DES. 1200 mm, , e=1,5mm	321,230	m				49,293		15834,278	7,84%		98,450,00	31,625,09 €
P07TV240	Manta lana mineral IBR 80 mm 12000x1200 mm	1,000	m2	1,050	0,840	m2	0,882	283,325		0,14%		3,98 €	1,278,50 €
P17NLV24011	Canalón prelacado des.max.1200 mm, e=1,5mm	1,000	m	2,100	21,600	m	45,360	14570,993		7,21%		51,43 €	16,520,86 €
P17NL150	Palomilla prelacada cuadrada 333x25x4 mm	4,000	u	0,261	2,922	kg	3,051	979,960		0,49%		12,36 €	3,970,40 €
03.14	R2 REMATES BORDE CUB. Y PAR.VER, CHAPA ACERO LAC.0,6mm (D=500)	157,470	m				19,319		3042,084	1,51%		24,280,00	3,823,37 €
P05RW10101113	Remate borde chapa acero lac. 0,6mm Desarrollo máximo 500 mm	1,000	m	1,050	18,000	kg	18,900	2976,183		1,47%		10,20 €	1,606,19 €
P05FWT020	Tornillo autotaladrante 6,3x120 mm	6,000	u	0,023	3,100	kg	0,419	65,901		0,03%		1,68 €	264,55 €
03.15	R3 REMATE CUMBRERA/LIMAH OYA, CHAPA ACERO LAC. 0,6 mm (D=900)	231,870	m				17,429		4041,146	2,00%		29,770,00	6,902,77 €
P05RW10101114	Remate cumbrera, limat acero lac. 0,6mm Desarrollo máximo 900 mm	1,000	m	1,050	16,200	m	17,010	3944,109		1,95%		15,33 €	3,554,57 €
P05FWT020	Tornillo autotaladrante 6,3x120 mm	6,000	u	0,023	3,100		0,419	97,038		0,05%		1,68 €	389,54 €
03.16	ALBARDILLA CUBIERTA CHAPA AL.LACADO 1,5 mm ESP. DESAR. MAX.900mm	154,270	m				21,675		3343,751	1,66%		69,60,00	10,737,19 €
P05RWI010123	Albardilla chapa pleg.aluminio D=900 mm e=1,5 mm, doble goterón	1,000	m	1,050	20,111	m	21,117	3257,668		1,61%		34,92 €	5,387,11 €
P05RWI0101123	Tablero DM hidrofugo c/estructura metálica bajo albardilla	1,000	m	1,050		m	0,000	0,000		0,00%		11,64 €	1,795,70 €
P05FWT020	Tornillo autotaladrante 6,3x120 mm	8,000	u	0,180	3,10		0,558	86,083		0,04%		2,24 €	345,56 €
03.17	ALBARDILLA CUBIERTA CHAPA AL.LACADO 1,5 mm ESP. DESAR.MAX.1100mm	333,530	m				17,277		5762,489	2,85%		81,550,00	27,199,37 €
P05RWI010122	Albardilla chapa pleg.aluminio D=1100 mm e=1,5 mm, doble goterón	1,000	m	1,050	16,455	m	17,277	5762,489		2,85%		43,17 €	14,398,49 €
P05RWI0101124	Tablero DM hidrofugo c/estructura metálica bajo albardilla	1,000	m	1,050		m	0,000	0,000		0,00%		14,55 €	4,852,86 €
P05FWT020	Tornillo autotaladrante 6,3x120 mm	8,000	u	0,180			0,000	0,000		0,00%		2,24 €	747,11 €
03.18	BAJANTE ACERO GALVANIZADO D100 mm	223,600	m.				9,325		2085,038	1,03%		46,060,00	10,299,02 €
P17JG020	Bajante a.galv. D100 mm. p.p.piezas	1,000	m.	1,100	7,936	m	8,730	1951,951		0,97%		31,50 €	7,043,40 €
P17JG360	Abrazadera a.galv. D100 mm.	0,750	ud	0,150	5,291	kg	0,595	133,088		0,07%		2,29 €	512,04 €
03.19	LINEA DE VIDA HORIZONTAL CUBIERTAS INCLINADAS C/CABLE INOX. 8mm	44,000	m.				0,000		0,000	0,00%		84,090,00	3,699,96 €
P31IS96012	Conjunto completo Securope o similar con postes cubiertas inclin	1,000	m				0,000	0,000		0,00%		53,58 €	2,357,52 €
03.20	LINEA DE VIDA HORIZONTAL CUBIERTAS PLANAS C/CABLE INOX. 8mm	138,000	m				0,000		0,000	0,00%		68,410,00	9,440,58 €
P31IS9601	Conjunto completo línea vida horizontal fija anclajes, absorbido	1,000	m				0,000	0,000		0,00%		38,80 €	5,354,40 €
03.21	CAZOLETA EPDM DE SALIDA VERTICAL DANOSA DRN1 O SIMILAR	25,000	ud				0,000		0,000	0,00%		35,040,00	876,00 €
P06WC011	Cazoleta desagüe sifónico Danosa D=100 mm	1,000	u				0,000	0,000		0,00%		19,45 €	486,25 €
P06WC091	Paragravillas Danosa	1,000	u				0,000	0,000		0,00%		5,38 €	134,50 €
03.22	SUMIDERO VERTICAL PVC SIKI 110x300 mm O SIMILAR	25,000	ud				1,207		30,175	0,01%		34,540,00	863,50 €
P06WC160	Sumidero vertical PVC Sika 110x300 mm	1,000	u	0,850	1,420	kg	1,207	30,175		0,01%		17,00 €	425,00 €
P06WA200	Siltemper 920 gris 310 m	0,700	u				0,000	0,000		0,00%		1,95 €	48,75 €
P06WA020	Adhesivo para PVC THF	0,020	kg				0,000	0,000		0,00%		0,18 €	4,50 €
03.23	CLARABOYA TRIVALVA 150X150cm NO PRACTICABLE METAC. HEATSTOP	2,000	ud				0,000		0,000	0,00%		1319,530,00	2,639,06 €
P12PA02011	claraboya trivalva Heatstop 150x150cm	1,000	ud				0,000	0,000		0,00%		1,160,44 €	2,320,88 €
03.24	REGULARIZACIÓN MORTERO CEMENTO PARA COLOCAR BALDOSA	283,640	m2				14,700		4169,508	2,06%		14,720,00	4,175,18 €
03.25	MORTERO CEMENTO M-5 C/HORMIGONERA BOMBEADO	0,035	m3	1,000	420,000	m3	14,700	4169,508		2,06%		3,02 €	856,59 €
03.25	SOLADO CERAMICO EN CUBIERTAS PLANAS I/ P.P. RODAPIE MISMO MATERI	283,640	m2				45,276		12842,148	6,36%		47,10,00	13,359,44 €
P08EPO495	Baldosa gres antideslizante grado 2	1,050	m2	1,000	26,600	m2	27,930	7922,065		3,92%		19,39 €	5,499,78 €
P01FA045	Mortero cola porcelánico blanco	4,000	kg	1,000	4,300	m2	17,200	4878,608		2,41%		2,00 €	567,28 €
P01FJ070	Junta porcelánica color	0,350	kg	1,000	0,418	kg	0,146	41,474		0,02%		0,34 €	96,44 €
03.26	BAJANTE PVC SERIE B JUNTA PEGADA D=125 mm MEJORA EVACUACIÓN T.TR	15,200	m				3,549		53,950	0,03%	50	37,660,00	572,43 €
P17VC070	Tubo PVC evac.serie B j.peg.125mm	1,000	m.	1,000	2,556	m	2,556	38,851		0,02%		5,53 €	84,06 €
P17VPC070	Codo M-H 87° PVC serie B junta pegada 125 mm	0,300	u	0,420	1,420	kg	0,179	2,720		0,00%		1,46 €	22,19 €
P17VPI070	Injerto M-H 45° PVC serie B junta pegada 125 mm	0,300	u	0,780	1,420	kg	0,332	5,051		0,00%		2,39 €	36,33 €
P17VPA050	Abrazadera tubo PVC 125 mm	0,750	u	0,220	2,922	kg	0,482	7,329		0,00%		1,73 €	26,30 €
03.27	COLECTOR COLGADO PVC SERIE B/BD D=160 mm MEJORA EVACUACIÓN T.TR	40,000	m				8,519		340,772	0,17%		48,40,00	1,936,00 €
P02TVO470	Tubo PVC liso evacuación encolado D=160 mm	1,000	m	1,000	4,189	m	4,189	167,560		0,08%		5,59 €	223,60 €

P02CVC320	Codo M-H PVC junta pegada 87,5° DN 160 mm gris	0,200	u	0,850	1,420	kg	0,241	9,656		0,00%		1,65 €	66,00 €
P02CWW040	Abrazadera metálica tubo colgado PVC D=160 mm	3,333	u	0,410	2,922	kg	3,993	159,724		0,08%		10,13 €	405,20 €
P02CWW030	Adhesivo tubos PVC junta pegada	1	kg	0,020	4,790	kg	0,096	3,832		0,00%		0,34 €	13,60 €
03.28	LÁMINA DRENANTE Y DOBLE GEOTEXTIL ANTIRAICES SOBRE AISL.TERMICO	129,140	m2				1,061		137,020	0,07%		10,810,00	1,396,00 €
P06GP200	Geotextil polipropileno no tejido anti-raíces 325 gr/m2	1,100	m2	1,000	0,327	m2	0,360	46,452		0,02%		4,58 €	591,46 €
P06D010	Lámina nodular drenante polietileno (HDPE) 4,8 l/s·m - 180 kN/mm	1,100	m2	1,000	0,311	m2	0,342	44,116		0,02%		1,96 €	253,11 €
P06GP070	Geotextil polipropileno no tejido 200 g/m2	1,100	m2	1,000	0,327	m2	0,360	46,452		0,02%		1,38 €	178,21 €
03.29	RELLENO TIERRA VEGETAL HUERTA	32,290	m3				0,000		0,000	0,00%		43,610,00	1,408,17 €
P01AA010	Tierra vegetal	1,300	m3				0,000	0,000		0,00%		19,93 €	643,54 €
03.31	FALSO TECHO YESO LAMINADO LISO PLACA WR 12,5 mm, PAS.Y ASEOS SOT	200,250	m2				1,006		201,452	0,10%		21,040,00	4,213,26 €
P04PHH010	Placa yeso laminado hidrófuga baja absorción (Tipo H1) 13 mm	1,000	m2	1,000	0,94	m2	0,941	188,435		0,09%		4,37 €	875,09 €
P04PS030	Placa yeso laminado estándar 13 mm (Tipo A)	1,000	m2	0,050	1,30	m2	0,065	13,016		0,01%		0,14 €	28,04 €
P04PNB005	Banda estanqueidad perimetral PYL 30 mm	0,400	m									0,05 €	10,01 €
P04PPW010	Perfil acero galvanizado en U PYL 30x30 mm	1,000	m	0,400	1,436	mL	0,574	115,012		0,06%		0,27 €	54,07 €
P04PPO030	Maestra acero galvanizado en C PYL 60x27 mm	1,000	m	3,200	2,787	mL	8,919	1785,974		0,88%		3,01 €	602,75 €
P04TO010	Cuelgue regulable combinado falso techo continuo PYL	1,200	u				0,000	0,000		0,00%		0,67 €	134,17 €
P04TO040	Varilla de cuelgue 1000 mm falso techo	1,200	u				0,000	0,000		0,00%		0,38 €	76,10 €
P04TO020	Conector maestra 60x27 mm falso techo continuo PYL	0,600	u	0,035			0,000	0,000		0,00%		0,10 €	20,03 €
P04TO030	Caballote maestra 60x27 mm falso techo continuo PYL	2,300	u				0,000	0,000		0,00%		0,64 €	128,16 €
P04POP010	Tornillo fijación PYL a perfil metálico e<0,75 mm (PM) 3,5x25 mm	17,000	u				0,000	0,000		0,00%		0,17 €	34,04 €
P04PNA010	Pasta de agarre PYL estándar	0,100	kg				0,000	0,000		0,00%		0,03 €	6,01 €
P04PNJ010	Pasta para juntas PYL estándar	0,400	kg				0,000	0,000		0,00%		0,26 €	52,07 €
P04PNC010	Cinta de juntas PYL (rollo 150 m)	1,500	m				0,000	0,000		0,00%		0,05 €	10,01 €
03.32	AISLAMIENTO ISOVER ECO 032 140 mm O SIMILAR FALSO TECHO	212,020	m2				7,041		1492,896	0,74%		19,450,00	4,123,79 €
P07TV08012	Panel lana mineral ECO-032 140 mm	1,000	m2	1,050	6,71	m2	7,041	1492,896		0,74%		15,52 €	3,290,55 €
03.33	P. PLÁSTICA ACRÍLICA MATE LAVABLE BLANCO (TECHOS)	200,250	m2				0,017		3,435	0,00%		5,790,00	1,159,45 €
P25OZ040	Emulsión fijadora muy penetrante obra/madera exterior/interior	0,070	l	0,093	0,254	m2	0,002	0,333		0,00%		0,50 €	100,13 €
P25OG040	Masilla ultrafina acabados	0,060	kg	1,000	0,089	kg	0,005	1,069		0,00%		0,05 €	10,01 €
P25EI030	Pintura plástica acrílica esponjable mate	0,300	l	0,120	0,282	m2	0,010	2,033		0,00%		0,40 €	80,10 €
03.34	PINTURA INTUMESCENTE R-30 S/EST.MET. EXISTENTE CUB. I/P.SOLADO	1432,320	m2				1,746		2500,603	1,24%		18,20,00	26,068,22 €
P25OU030	Imprimación epoxidica 2 componentes	0,250	l	0,510	4,770	kg	0,608	871,101		0,43%	25	2,98 €	4,268,31 €
P25PF020	Pintura intumescente para metal/madera/obra	0,629	l	0,849	2,130	kg	1,138	1629,501		0,81%	25	5,29 €	7,576,97 €
03.35	RECR. S.RAMPA H20/H22 MORTERO DE CEMENTO CEM II/B-P 32,5 N, 16cm	3,720	m2				53,441		198,802	0,10%		49,370,00	183,66 €
P01MEN020	Mortero recrecido CT-C2,5-F2	0,170	t	0,170	314,361	t	53,441	198,802		0,10%		18,97 €	70,57 €
03.36	SOLADO RAMPA TERR.GRANO, FORMATO Y COLOR SIMILAR AL EXISTENTE	3,720	m2				24,633		91,635	0,05%		41,220,00	153,34 €
P08TB085	Baldosa terrazo 40x40 cm micrograno oscuro alta resistencia	1,000	m2	1,050	11,460	m2	12,033	44,763		0,02%		7,73 €	28,76 €
A02A160	MORTERO CEM. M-5 C/MEZCLA RIO-MIGA	1,000	m3	0,030	420,000	m3	12,600	46,872		0,02%		1,88 €	6,99 €
P01AA020	Arena de río 0/6 mm.	0,020	m3									0,23 €	0,86 €
P01FJ150	Pasta para juntas de terrazo	1,000	m2	5,000	0,019	ml	0,094	0,350		0,00%		0,37 €	1,38 €
03.37	CUB.PANEL SANDWICH e=80mm, DOBLE CHAPA 1 mm	11,670	m2				39,390		459,681	0,23%		41,60,00	485,47 €
P05WTC10001	Panel sandwich cubierta e=80mm, doble chapa 1 mm	1,000	m2	1,000	39,390	m2	39,390	459,681		0,23%		26,05 €	304,00 €
03.38	CANALÓN ALUMINIO SEMI-CIRCULAR DESARROLLO D.250mm	2,970	m				6,528		19,387	0,01%		33,540,00	99,61 €
P17NA010	Canalón aluminio circular 250 mm i/p.p. piezas	1,250	m	0,250	18,100	m2	5,656	16,799		0,01%		14,81 €	43,99 €
P17NA270	Soporte canalón aluminio	2,000	u	0,065	6,704	kg	0,871	2,588		0,00%		4,44 €	13,19 €
03.39	BAJANTE ALUMINIO LACADO D=80 mm	3,500	m				9,482		33,187	0,02%		18,530,00	64,86 €
P17JA010	Bajante aluminio D=80 mm	1,000	m	1,100	8,620	m	9,482	33,187		0,02%		10,46 €	36,61 €
05	FACHADAS: REHABILITACIÓN ENERGÉTICA								292507,921	42,48%			877,076,43 €
05.05	AISLAMIENTO ISOVER ECOVENT VN 032 140 mm, EXT., ANCL.MECÁN., M.A	3267,120	m2				7,04		23004,772	7,86%		18,460,00	60,311,04 €
P07TL250	Panel lana mineral Ecovent VN-032 140 mm 1350x600 mm	1,050	m2	1,050	6,71	m2	7,04	23004,772		7,86%		15,52 €	50,705,70 €
P07W090	Fijaciones Ecovent Inco 10 Negro (similar)	1,000	u								25	1,16 €	3,789,86 €
05.06	FACH. VENT.H.POLIMERO ULMA STONEO M09 PERFIL GUIA JUNTA 3mm, SIM	2419,520	m2				67,11		162377,462	55,51%		173,650,00	420,149,65 €

P04FC90601	Placa mecanizada horm.polímero Ulma o similar color1600x900 mm	1,050	m2	46,368	0,97	kg	45,07	109047,031		37,28%		75,89 €	183,617,37 €
P04FCV0501	Subest. Al 6063, anc."L"150mm, montant."T"60x40mm, p.guía 3mm	1,000	m2	2,581	8,54	kg	22,04	53330,431		18,23%		56,42 €	136,509,32 €
05.07	FAC.VENT. H.POLIM. ULMA STONEO M24 C/PERFIL GUIA J. PROF50mm,SIM	634,300	m2				53,30		33811,024	11,56%		184,910,00	117,288,41 €
P04FC906012	Placa mecanizada horm.polímero Ulma o similar blanco 1600x450 mm	1,050	m2	23,184	0,97	kg	22,53	14293,854		4,89%		63,49 €	40,271,71 €
P04FCV0501	Subest. Al 6063, anc."L"150mm, montant."T"60x40mm, p.guía 3mm (Incremento perfil guía junta profunda 50 mm aluminio lac.)	1,000	m2	3,603	8,54	kg	30,77	19517,170		6,67%		82,29 €	52,196,55 €
05.08	RECERCOS LATERALES Y DINTEL CARP.EXTERIOR C/PLACAS H.POL. HP,SIM	728,200	m				13,35		9718,621	3,32%		68,760,00	50,071,03 €
P04FC906011	Recerco mecaniz. horm.polímero Ulma o similar desarrollo max.320	1,050	m	10,304	0,97	kg	10,02	7293,278		2,49%		25,03 €	18,226,85 €
P04FCV05011	Repercusión perfil apoyo y angular 50.50.3 mm	1,000	m	0,390	8,54	kg	3,3306	2425,343		0,83%		12,93 €	9,415,63 €
05.09	PERFIL ARRANQUE ULMA Y REJILLA ANTI-ROEDORES, SIM	269,710	m				3,72		1003,189	0,34%		32,530,00	8,773,67 €
P04FC9060112	Perfil arranque 50.50.3 + rejilla anti-roedores	1,020	m	0,427	8,54	kg	3,72	1003,189		0,34%		13,38 €	3,608,72 €
05.10	PIEZA CORONACIÓN CAMBIO PLANOS HORIZ. H.POLIMERO HP, SIM	193,180	m				15,19		2934,986	1,00%		74,690,00	14,428,61 €
P04FC90601133	Recerco mecaniz. horm.polímero Ulma o similar desarrollo max.250	1,050	m	8,050	0,97	kg	8,2158	1587,134		0,54%		25,22 €	4,872,00 €
P04FCV050112	Repercusión perfil apoyo, angular 50.50.3mm y p.invertido arranq	1,000	m	0,817	8,54	kg	6,9772	1347,852		0,46%		18,94 €	3,658,83 €
05.11	PERFIL METALICO L-180.18 mm PIEZA CORONACIÓN PARA PERFIL METÁLIC	108,780	m				32,18		3501,078	1,20%		172,960,00	18,814,59 €
P03ALT030	Acero laminado S275JOH/S275JR en perfiles estructurales	1,000	kg	52,970	0,56	kg	29,6632	3226,763		1,10%		48,20 €	5,243,20 €
P25OU080	Minio electrolítico	0,530	l	1,300	3,66	kg	2,5217	274,315		0,09%		2,52 €	274,13 €
05.12	P.CORONACIÓN CAMBIO PLANOS HORIZ. H.POLIMERO HP (PERF.METAL),SIM	176,930	m				15,19		2688,099	0,92%		75,270,00	13,317,52 €
P04FC90601133	Recerco mecaniz. horm.polímero Ulma o similar desarrollo max.250	1,050	m	8,050	0,97	kg	8,2158	1453,627		0,50%		25,22 €	4,462,17 €
P04FCV050112	Repercusión perfil apoyo, angular 50.50.3mm y p.invertido arranq	1,000	m	0,817	8,54	kg	6,9772	1234,472		0,42%		18,94 €	3,351,05 €
05.13	REPERCUSIÓN REFUERZO PERFILES VERTICALES "T" CATEGORÍA USO I	404,010	m2				5,62		2270,261	0,78%		38,910,00	15,720,03 €
P04FCV05012	Incremento ref.pl.baja categoría I perfiles vert. "T" c/450 mm	1,000	m2	0,658	8,54	kg	5,6193	994,226		0,34%		26,05 €	10,524,46 €
05.14	DESMONTAJE COND.CHAPA GALV.CLIMA FACHADA Y SU POSTERIOR MONTAJE	1,0,00	ud									1653,990,00	1,653,99 €
05.15	FACHADA CHAPA MINIONDA TIPO ACERALIA PL 18/76 E= 0,6 mm O SIMILA	235,050	m2				101,67		23897,769	8,17%		80,650,00	18,956,78 €
P04FCV060	Tornillo/rosca p/escuadra	3,000	u				0,0000	0,000		0,00%		0,39 €	91,67 €
P04FCV070	Perfil omega galvanizado 140x50x1,5 mm	1,700	m	3,300	3,20	kg	17,9520	4219,618		1,44%		13,01 €	3,058,00 €
P05EW040	Perfil acero galvanizado omega 30 mm	1,700	m	1,00	37,07	m	63,0190	14812,616		5,06%		8,43 €	1,981,47 €
P04L070	Chapa plegada lisa acero lacado e=3 mm	1,000	m2	1,150	18,00	m2	20,7000	4865,535		1,66%		38,04 €	8,941,30 €
05.16	REMATES ESQUINAS Y ARISTAS FACHADA C/ CHAPA PLEG.GALV.0,6 mm	99,960	m				8,41		840,580	0,29%		19,370,00	1,936,23 €
P05RWI010115	Remate chapa galvanizada "L" D=260 mm e=0,06mm	1,050	M	1,286	2,92	kg	3,9452	394,358		0,13%		7,77 €	776,69 €
P05FWT020	Tornillo autotaladrante 6,3x120 mm	8,000	u	0,180	3,10	kg	4,4640	446,221		0,15%		2,24 €	223,91 €
05.17	FACHADA PANEL SANDWICH ALZADO SUR SOBRE CUBIERTA INCLINADA	137,680	m2				109,61		15090,554	5,16%		49,290,00	6,786,25 €
P04FCV060	Tornillo/rosca p/escuadra	3,000	u				0,0000	0,000		0,00%		0,39 €	53,70 €
P04FCV070	Perfil omega galvanizado 140x50x1,5 mm	3,300	m	1,700	3,20	kg	17,9520	2471,631		0,84%		13,01 €	1,791,22 €
P05EW040	Perfil acero galvanizado omega 30 mm	1,000	m	1,700	37,07	m	63,0190	8676,456		2,97%		8,43 €	1,160,64 €
P04SA023	Panel fachada e=35 mm	1,000	m2	1,000	28,64	m2	28,6350	3942,467		1,35%		15,50 €	2,134,04 €
05.18	ESMALTE PERFILFES METÁLICOS Y SUPERFICIES METALICAS FACHADA	385,040	m2				9,84		3789,410	1,30%		19,530,00	7,519,83 €
P25OU050	Imp. antiox.+cat amb. Marinas Impripol+C	0,200	l.	1,300	3,66	kg	4,76	1832,020		0,63%		1,64 €	631,47 €
P25JM030	Esmal.poliuretano Acripol (2 comp.)	0,150	l.	1,420	1,79	kg	5,08	1957,389		0,67%	25	1,48 €	569,86 €
05.19	SILICATO PINTURA TRANSPIRABLE AL AGUA MATE B/COLOR	343,940	m2				2,55		877,130	0,30%		7,460,00	2,565,79 €
P25FI140	Pintura transpirable al silicato mate blanco/color	0,330	l	0,455	1,12		2,55	877,130		0,30%	10	2,22 €	763,55 €
05.20	TRASDOSADO AUTOPORTANTE 72/48 (12,5+12,5+46) C/ 400mm PLACA N/WR	109,800	m2				41,75		4584,477	1,57%		29,50,00	3,239,10 €
P04PS030	Placa yeso laminado estándar 13 mm (Tipo A)	1,050	m2	1,050	1,30	m2	1,37	149,877		0,05%		2,99 €	328,30 €
P04PHH010	Placa yeso laminado hidrófuga baja absorción (Tipo H1) 13 mm	1,050	m2	1,050	0,94	m2	0,99	108,488		0,04%		4,59 €	503,98 €
P07TL990	Panel lana mineral (MW) 45 mm (0,036 W/mK)	1,050	m2	1,050	1,56	m2	1,64	179,852		0,06%		2,04 €	223,99 €
P04PNB010	Banda estanqueidad perimetral PYL 50 mm	1,750	m									0,40 €	43,92 €
P04PPC020	Canal tabiquería PYL 48 mm	0,900	m	0,900	1,87	mL	1,68	184,620		0,06%		0,42 €	46,12 €
P04PPM020	Montante tabique PYL 46 mm	3,330	m	3,330	1,67	mL	5,56	610,060		0,21%		1,76 €	193,25 €
P04PNA010	Pasta de agarre PYL estándar	0,120	kg									0,10 €	10,98 €
P04PNC020	Cinta guardavivos PYL (rollo 30 m)	0,250	m									0,09 €	9,88 €
P04POP010	Tornillo fijación PYL a perfil metálico e<0,75 mm (PM) 3,5x25 mm	10,000	u									0,20 €	21,96 €
P04POP020	Tornillo fijación PYL a perfil metálico e<0,75 mm (PM) 3,5x35 mm	20,000	u									0,04 €	4,39 €

(el GWP pertenece a la etapa de construcción (A5) del elemento)

P04POC020	Tornillo fijación entre perfiles metálicos (MM) 3,5x9,5 mm	4,000	u															0,04 €	4,39 €
P04PNJ010	Pasta para juntas PYL estándar	0,750	kg															0,49 €	53,80 €
P04PNC010	Cinta de juntas PYL (rollo 150 m)	2,750	m			0,28	m2	30,52										0,08 €	8,78 €
05.21	AISLAMIENTO CAMARA TRASDOSADO AUTOPORTANTE ISOV.ARENA50 mm O SIM	109,800	m2					1,00					109,886	0,04%				6,340,00	696,13 €
P07TV0801211	Panel lana mineral Isover Arena 50 mm	1,050	m2	1,050		0,95		1,00	109,886					0,04%				2,99 €	328,30 €
05.22	ALICATADO GRES PORCELANICO EN PARAMENTOS TRASDOSADOS A INTERIOR	48,870	m2					31,32					1530,500	0,52%				47,510,00	2,321,81 €
P09AM120	Azulejo porcelánico técnico natural	1,060	m2	1,000		26,600	m2	26,60	1299,942					0,44%				19,58 €	956,87 €
P01FA415	Adhesivo cementoso flexible piezas pesadas C2TES1	4,500	kg	1,000		4,300	m2	4,30	210,141					0,07%				2,43 €	118,75 €
P01FJ006	Junta cementosa mejorada color 2-15 mm CG2	0,200	kg	1,000		0,418	kg	0,42	20,417					0,01%				0,14 €	6,84 €
05.23	P. PLÁSTICA ACRÍLICA MATE LAVABLE BLANCO/COLOR (PARAMENTOS)	60,930	m2					0,19					11,756	0,00%				6,530,00	397,87 €
P25OZ040	Emulsión fijadora muy penetrante obra/madera exterior/interior (similar)	0,070	l	0,093		0,25	m2	0,02	1,446					0,00%				0,50 €	30,47 €
P25OG040	Masilla ultrafina acabados	0,060	kg					0,00	0,000					0,00%				0,05 €	3,05 €
P25EI030	Pintura plástica acrílica esponjable mate	0,300	l	0,120		0,28	m2	0,17	10,309					0,00%	10			0,40 €	24,37 €
05.24	BARRERA CORTAFUEGOS EI-60 a=1000 mm , FACHADA VENTILADA	17,020	m					27,40					466,368	0,16%				43,250,00	736,12 €
P04PF021	Placa yeso laminado KNAUF cortafuego Tipo DF 15 mm Borde BA	2,100	m2	2,100		1,26	m2	2,65	45,035					0,02%				14,30 €	243,39 €
P04PPO041	Maestra 60/27/0,6 mm Z2 KNAUF	3,100	m	3,100		2,39	mL	7,42	126,223					0,04%				5,15 €	87,65 €
P04PPW011	Perfil U 30/30 mm KNAUF	1,050	m	1,050		1,44	mL	1,51	25,660					0,01%				0,96 €	16,34 €
P04PPC036	Canal U 75/40/0,7 mm Z2 KNAUF	3,330	m	3,330		3,45	mL	11,50	195,656					0,07%				8,89 €	151,31 €
P04PPM036	Montante C 75/50/0,7 mm Z2 KNAUF	1,250	m	1,250		3,47	mL	4,34	73,794					0,03%				3,76 €	64,00 €
P04TO051	Empalme en cruz maestra 60/27	4,000	u					0,00	0,000					0,00%				4,56 €	77,61 €
P04PNA011	Pasta de agarre KNAUF Perfix (saco 20 kg)	0,100	kg					0,00	0,000					0,00%				0,04 €	0,68 €
P04POP011	Tornillo fijación placa-metal KNAUF TN 3,5x25 mm (aux)	20,000	u						0,000					0,00%				0,20 €	3,40 €
P04POP031	Tornillo fijación placa-metal KNAUF TN 3,5x45 mm (aux)	20,000	u	0,110					0,000					0,00%				0,20 €	3,40 €
P04PNJ011	Pasta para juntas KNAUF Jointfiller 24 h (saco 20 kg) (aux)	0,600	kg	0,330					0,000					0,00%				0,55 €	9,36 €
P04PNC011	Cinta papel para juntas 50 mm KNAUF (rollo 150 m) (aux)	1,100	m	1,250		0,60	mL	0,00	0,000					0,00%				0,03 €	0,51 €

LEYENDA DE CARACTERÍSTICAS

	Elemento descartado por categorización
	Elemento descartado por elemento auxiliar
	Partida ahorro en reutilización de materiales
*	PCG obtenido de DAP genéricas o no específicas
	DAP no encontrada.

LEYENDA DE MATERIALES

METALES
 CEMENTOSOS
 VIDRIO
 AISLAMIENTO



GIPUZKOAKO INGENIARITZA ESKOLA

ESCUELA DE INGENIERÍA DE GIPUZKOA

GRADU AMAIERAKO LANA/ TRABAJO FIN DE GRADO

Grado en	Arquitectura Técnica	Gradua
Fecha	2026/09/06	Data

Evaluación y reducción de la huella de carbono aplicada a la rehabilitación energética del Centro Cívico de Judimendi (Vitoria-Gasteiz)

Memoria

Ikaslearen izen eta abizenak/ Nombre y apellidos del alumno/a:

Irene Larreina Martinez

Zuzendariaren izen eta abizenak/ Nombre y apellidos del director/a:

Miren Etxeberria Sagasta

Zuzendarikidearen izen eta abizenak/ Nombre y apellidos del codirector/a:

CONTENIDO

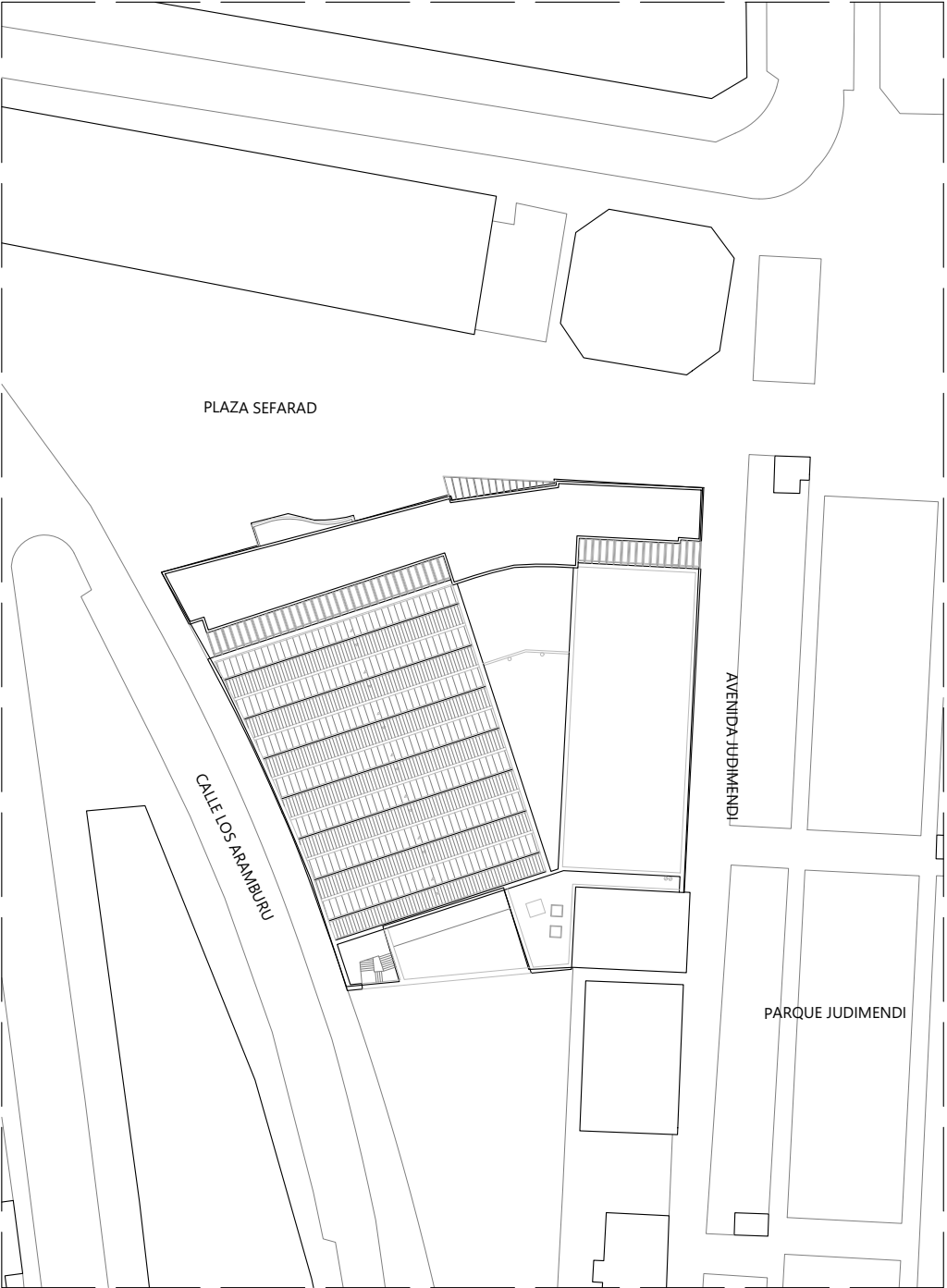
- Situación y emplazamiento

ESTADO ACTUAL

- Planta semisótano
- Planta baja
- Planta primera
- Planta segunda
- Planta de cubierta
- Alzados

ESTADO REFORMADO

- Alzados interiores
- Planta semisótano
- Planta baja
- Planta primera
- Planta segunda
- Planta de cubierta
- Alzados
- Alzados interiores
- Memoria de carpintería exterior
- Detalles de carpintería ventanas y muro cortina
- Detalles constructivos



TRABAJO DE FIN DE GRADO
ESCUELA DE INGENIERÍA DE GIPUZKOA
GRADO EN ARQUITECTURA TÉCNICA

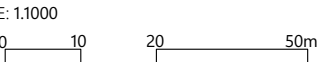
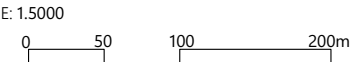


CENTRO CÍVICO JUDIMENDI

PLANOS DEL PROYECTO DE REHABILITACIÓN DEL CENTRO CÍVICO DE JUDIMENDI, POR ARQUITECTOS ALBEROLA

NOMBRE Y APELLIDOS DEL ALUMNO/A: IRENE LARREINA MARTINEZ
NOMBRE Y APELLIDOS DEL DIRECTOR/A: MIREN ETXEBERRIA SAGASTA

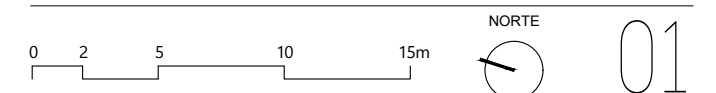
SITUACIÓN: AVENIDA DE JUDIMENDI 26, VITORIA-GASTEIZ | ESCALA: 1.5000/1.1000
PLANO: SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO | FECHA: 07/09/2026

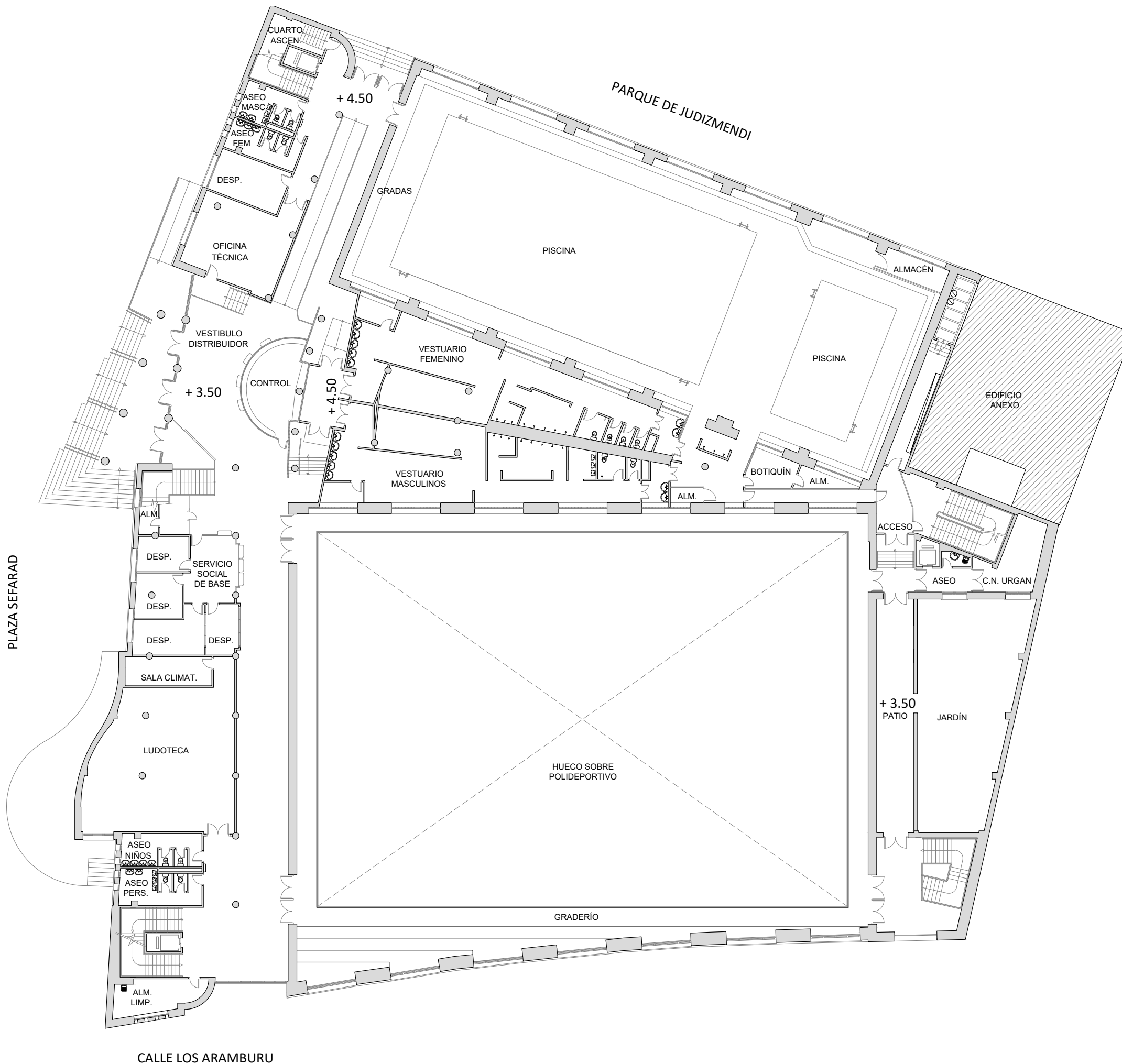


PLANOS DEL PROYECTO DE REHABILITACIÓN DEL CENTRO
CÍVICO DE JUDIMENDI, POR ARQUITECTOS ALBEROLA

NOMBRE Y APELLIDOS DEL ALUMNO/A: IRENE LARREINA MARTINEZ
NOMBRE Y APELLIDOS DEL DIRECTOR/A: MIREN ETXEBERRIA SAGASTA

SITUACIÓN: AVENIDA DE JUDIMENDI 26, VITORIA-GASTEIZ | ESCALA: 1.300
PLANO: PLANTA SEMISOTANO, ESTADO ACTUAL | FECHA: 07/09/2026





TRABAJO DE FIN DE GRADO
 ESCUELA DE INGENIERÍA DE GIPUZKOA
 GRADO EN ARQUITECTURA TÉCNICA UPV EHU

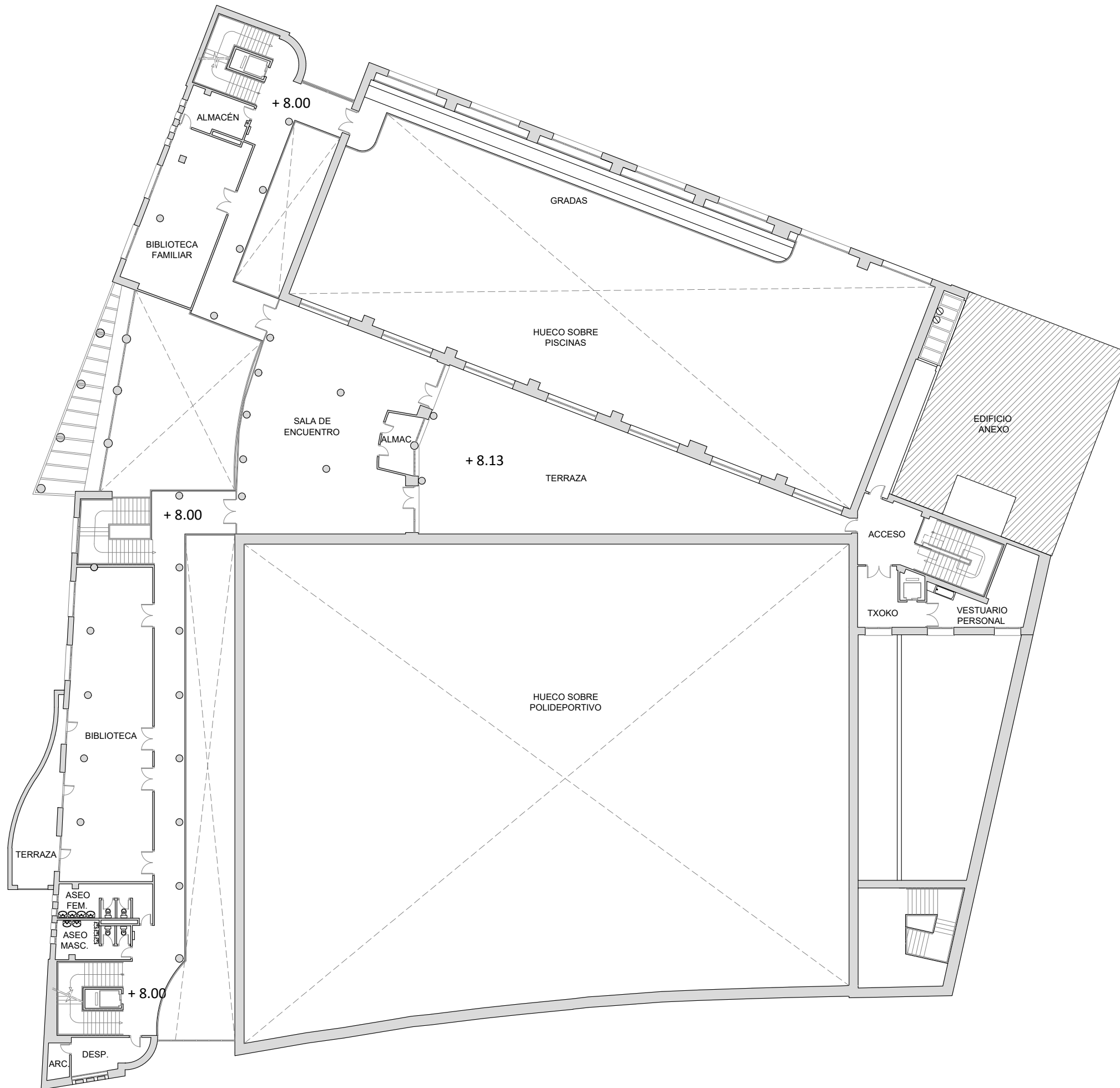
CENTRO CÍVICO JUDIMENDI

PLANOS DEL PROYECTO DE REHABILITACIÓN DEL
 CENTRO CÍVICO DE JUDIMENDI, POR ALBEROLA

NOMBRE Y APELLIDOS DEL ALUMNO/A: IRENE LARREINA MARTINEZ
 NOMBRE Y APELLIDOS DEL DIRECTOR/A: MIREN ETXEBERRIA SAGASTA

SITUACIÓN: AVENIDA DE JUDIMENDI 26, VITORIA-GASTEIZ | ESCALA: 1.300
 PLANO: PLANTA BAJA, ESTADO ACTUAL | FECHA: 07/09/2026





TRABAJO DE FIN DE GRADO
ESCUELA DE INGENIERÍA DE GIPUZKOA
GRADO EN ARQUITECTURA TÉCNICA UPV EHU

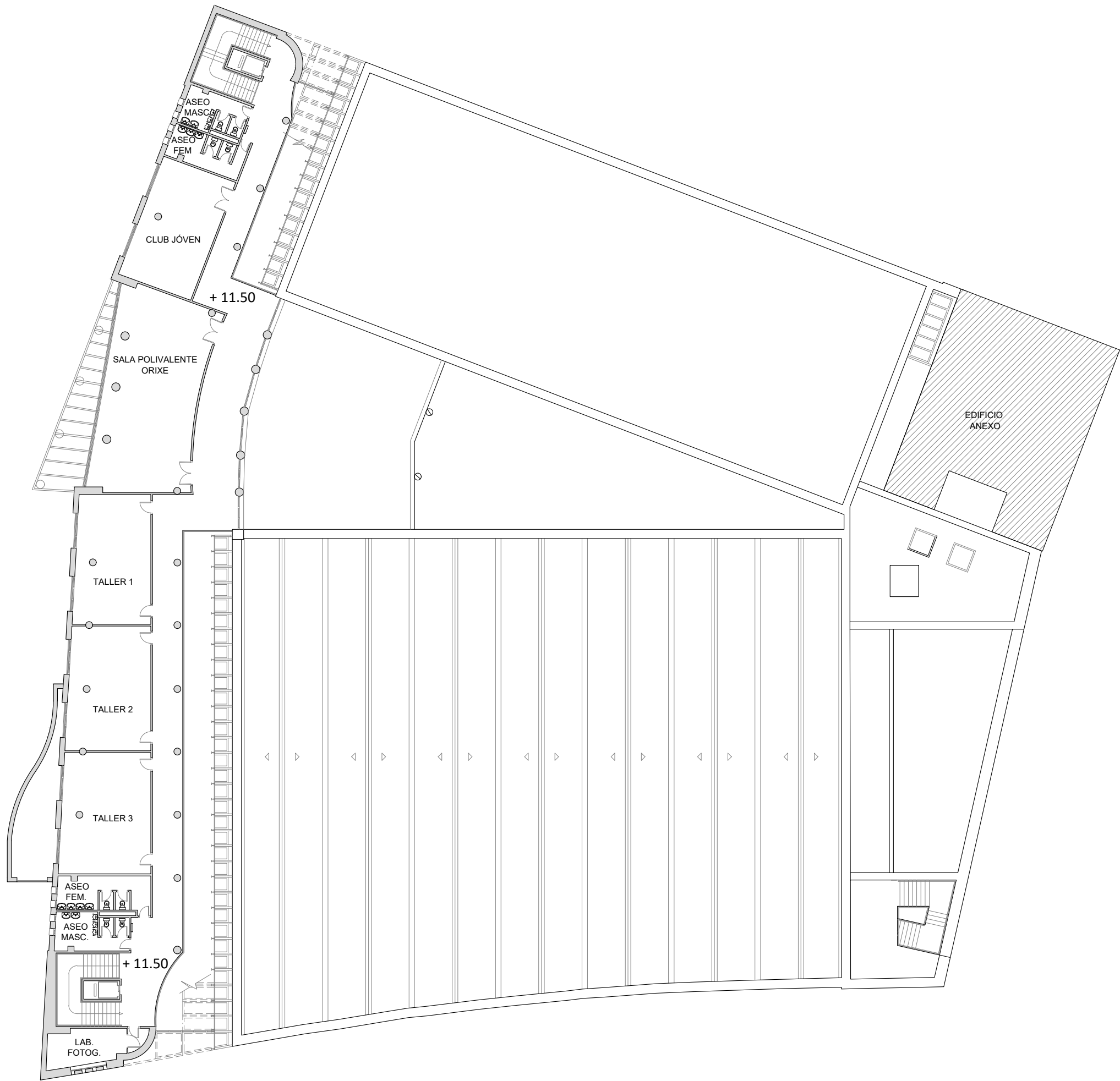
CENTRO CÍVICO JUDIMENDI

PLANOS DEL PROYECTO DE REHABILITACIÓN DEL
CENTRO CÍVICO DE JUDIMENDI, POR ALBEROLA

NOMBRE Y APELLIDOS DEL ALUMNO/A: IRENE LARREINA MARTINEZ
NOMBRE Y APELLIDOS DEL DIRECTOR/A: MIREN ETXEBERRIA SAGASTA

SITUACIÓN: AVENIDA DE JUDIMENDI 26, VITORIA-GASTEIZ | ESCALA: 1.300
PLANO: PLANTA PRIMERA, ESTADO ACTUAL | FECHA: 07/09/2026

0 2 5 10 15m NORTE 03



TRABAJO DE FIN DE GRADO
ESCUELA DE INGENIERÍA DE GIPUZKOA
GRADO EN ARQUITECTURA TÉCNICA



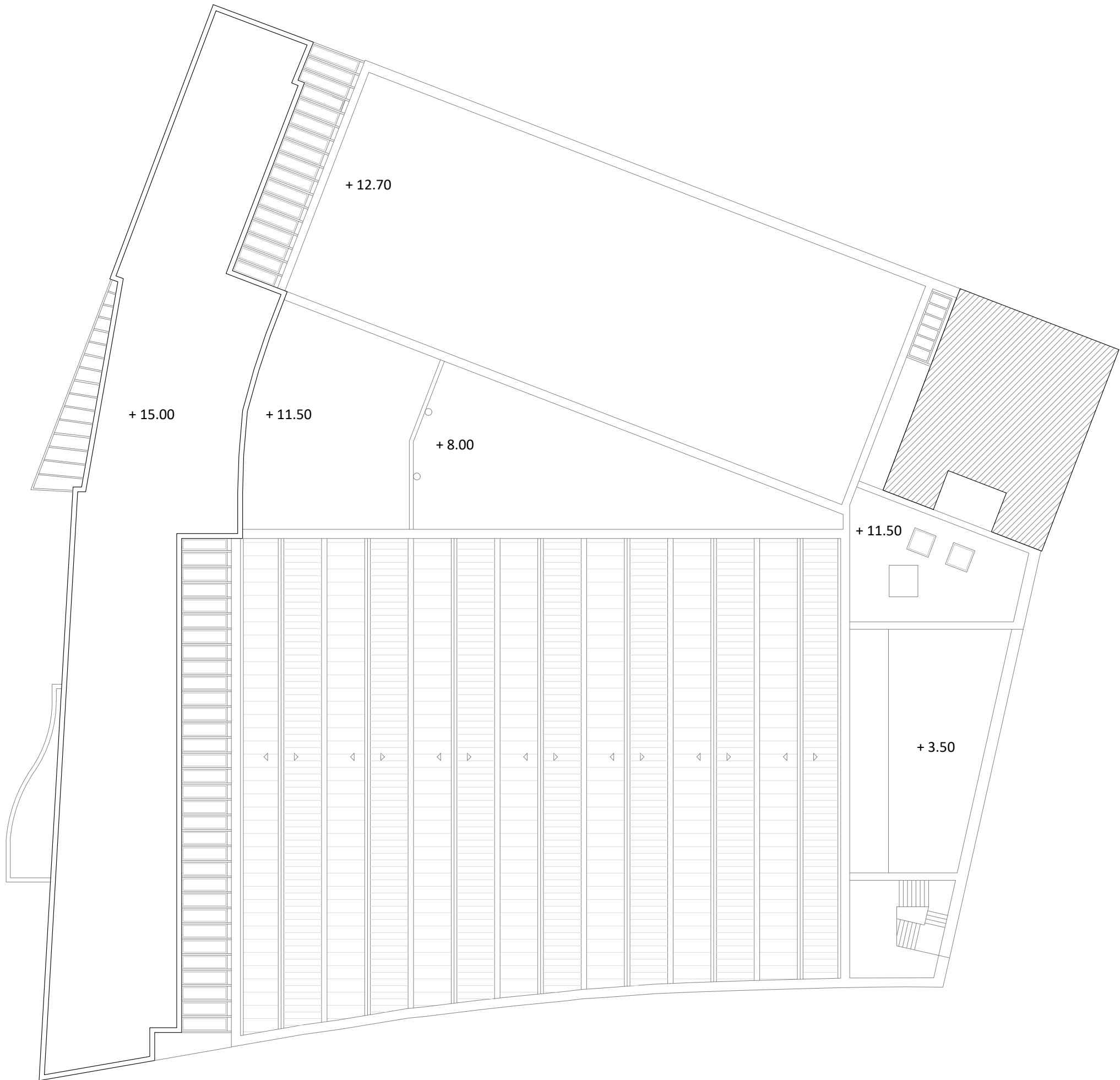
CENTRO CÍVICO JUDIMENDI

PLANOS DEL PROYECTO DE REHABILITACIÓN DEL
CENTRO CÍVICO DE JUDIMENDI, POR ALBEROLA

NOMBRE Y APELLIDOS DEL ALUMNO/A: IRENE LARREINA MARTINEZ
NOMBRE Y APELLIDOS DEL DIRECTOR/A: MIREN ETXEBERRIA SAGASTA

SITUACIÓN: AVENIDA DE JUDIMENDI 26, VITORIA-GASTEIZ | ESCALA: 1.300
PLANO: PLANTA SEGUNDA, ESTADO ACTUAL | FECHA: 07/09/2026





CENTRO CÍVICO JUDIMENDI

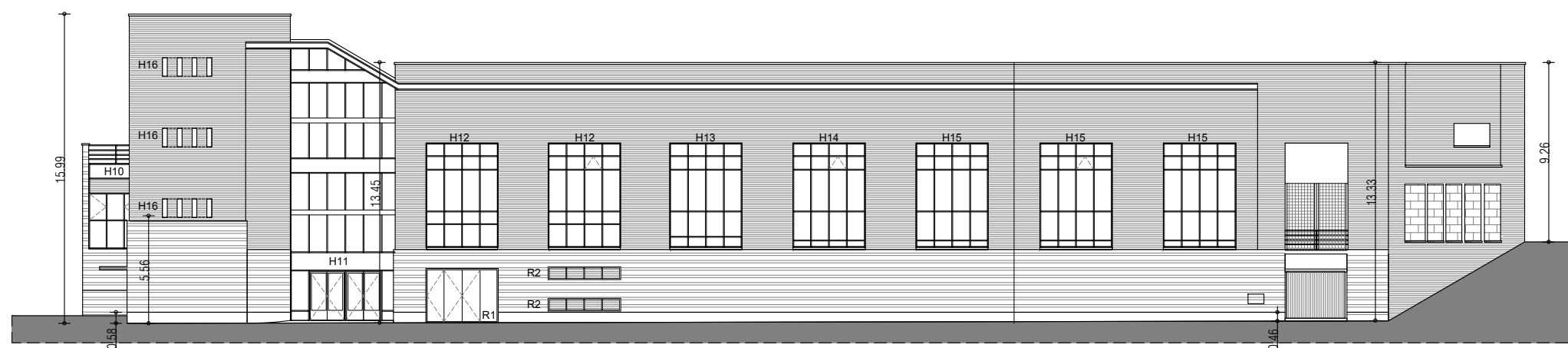
PLANOS DEL PROYECTO DE REHABILITACIÓN DEL CENTRO CÍVICO DE JUDIMENDI, POR ARQUITECTOS ALBEROLA

NOMBRE Y APELLIDOS DEL ALUMNO/A: IRENE LARREINA MARTINEZ
NOMBRE Y APELLIDOS DEL DIRECTOR/A: MIREN ETXEBERRIA SAGASTA

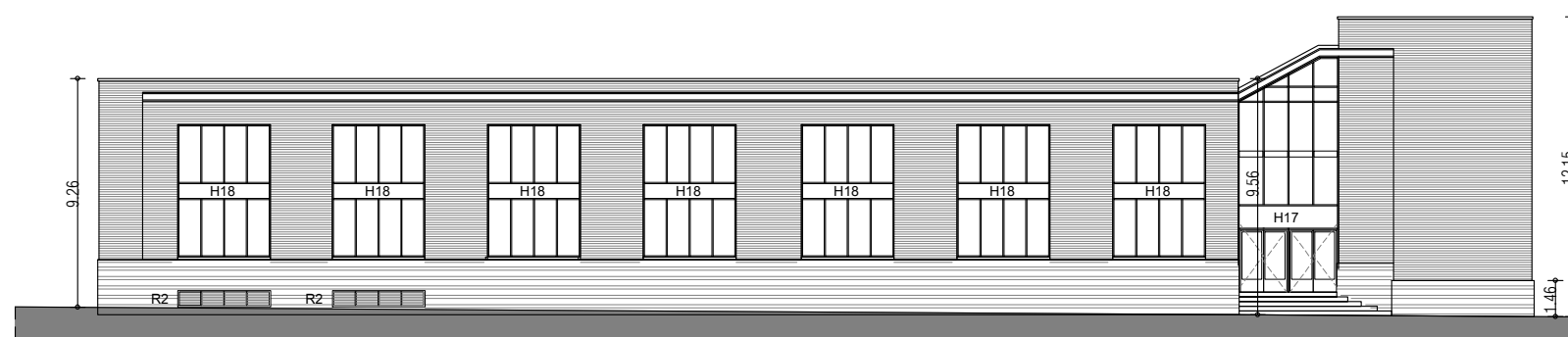
SITUACIÓN: AVENIDA DE JUDIMENDI 26, VITORIA-GASTEIZ | ESCALA: 1.300
PLANO: PLANTA DE CUBIERTA, ESTADO ACTUAL | FECHA: 07/09/2026



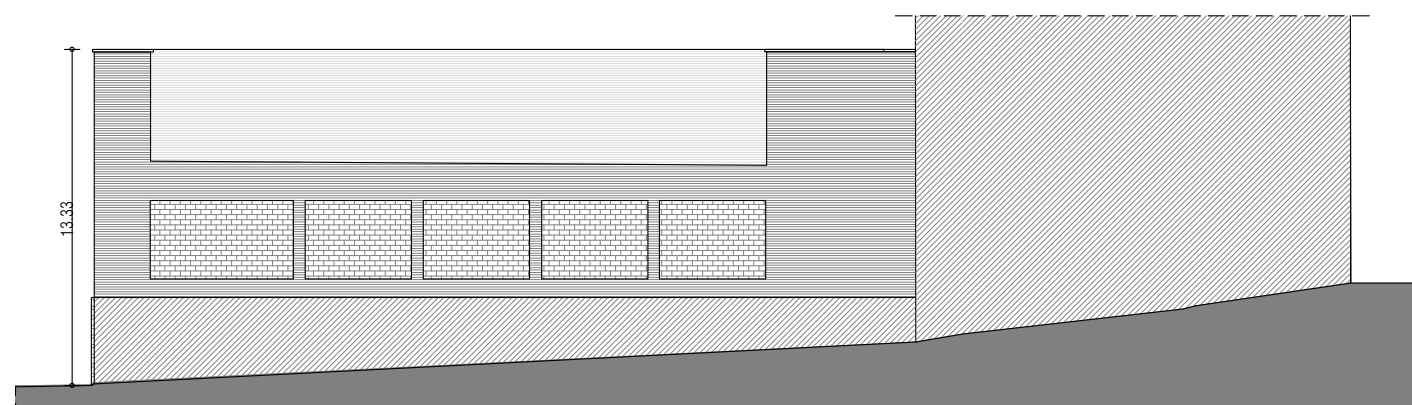
alzado norte



alzado oeste



alzado este



alzado sur

TRABAJO DE FIN DE GRADO
ESCUELA DE INGENIERÍA DE GIPUZKOA
GRADO EN ARQUITECTURA TÉCNICA UPV EHU

CENTRO CÍVICO JUDIMENDI

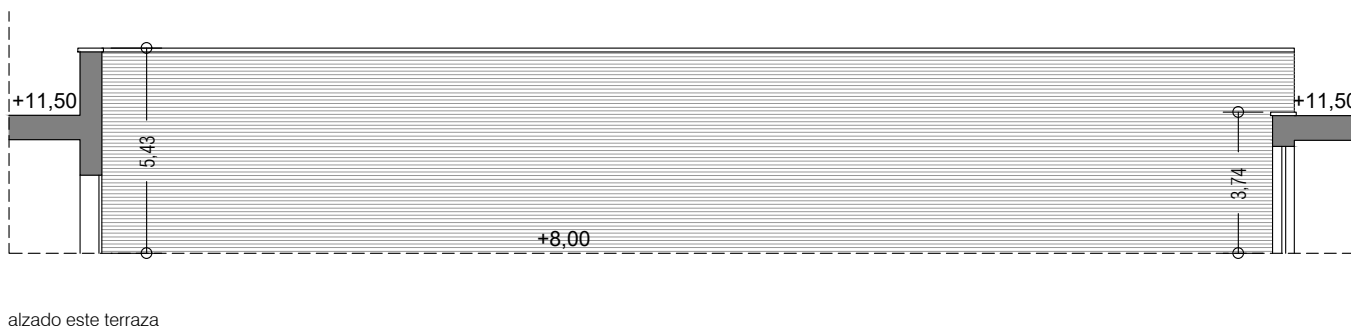
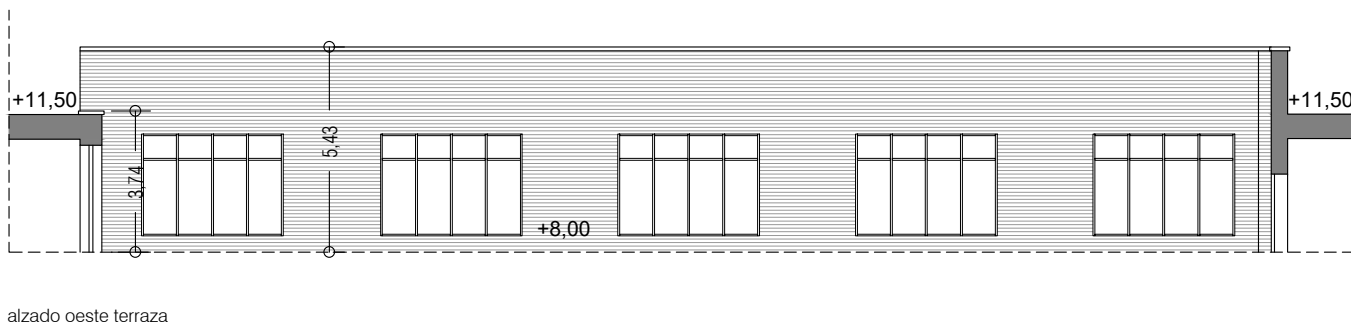
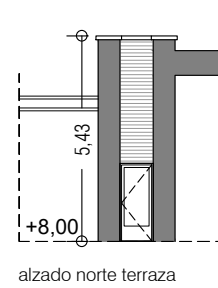
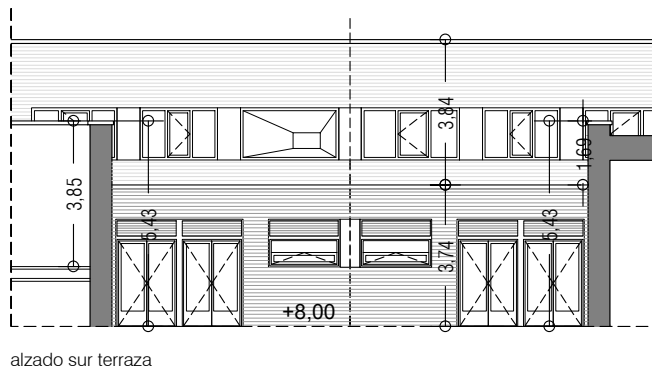
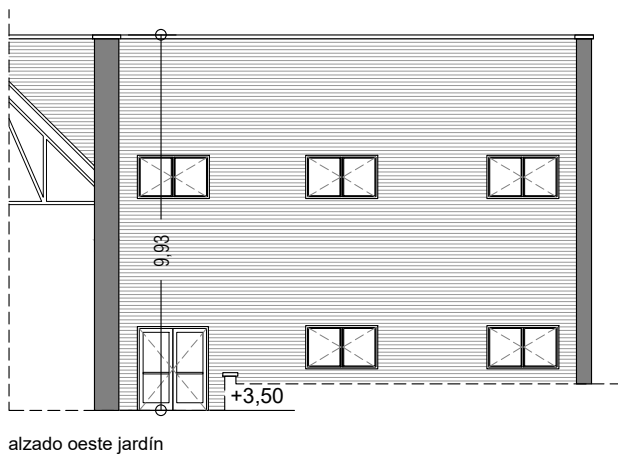
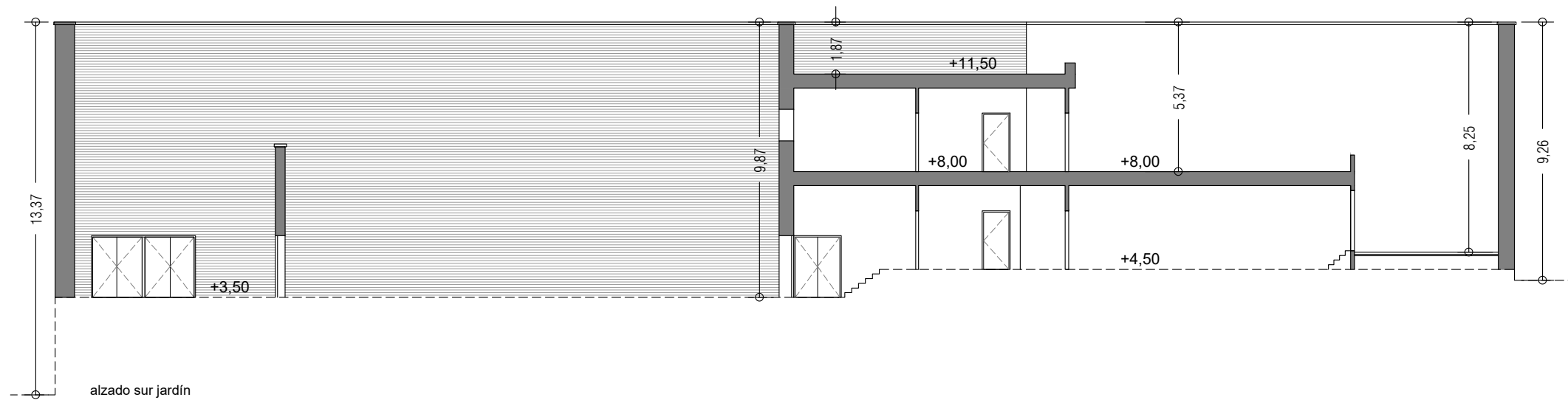
PLANOS DEL PROYECTO DE REHABILITACIÓN DEL CENTRO
CÍVICO DE JUDIMENDI, POR ARQUITECTOS ALBEROLA

NOMBRE Y APELLIDOS DEL ALUMNO/A: IRENE LARREINA MARTINEZ
NOMBRE Y APELLIDOS DEL DIRECTOR/A: MIREN ETXEBERRIA SAGASTA

SITUACIÓN: AVENIDA DE JUDIMENDI 26, VITORIA-GASTEIZ | ESCALA: 1.300
PLANO: ALZADOS , ESTADO ACTUAL | FECHA: 07/09/2026

0 2 5 10 15m

06

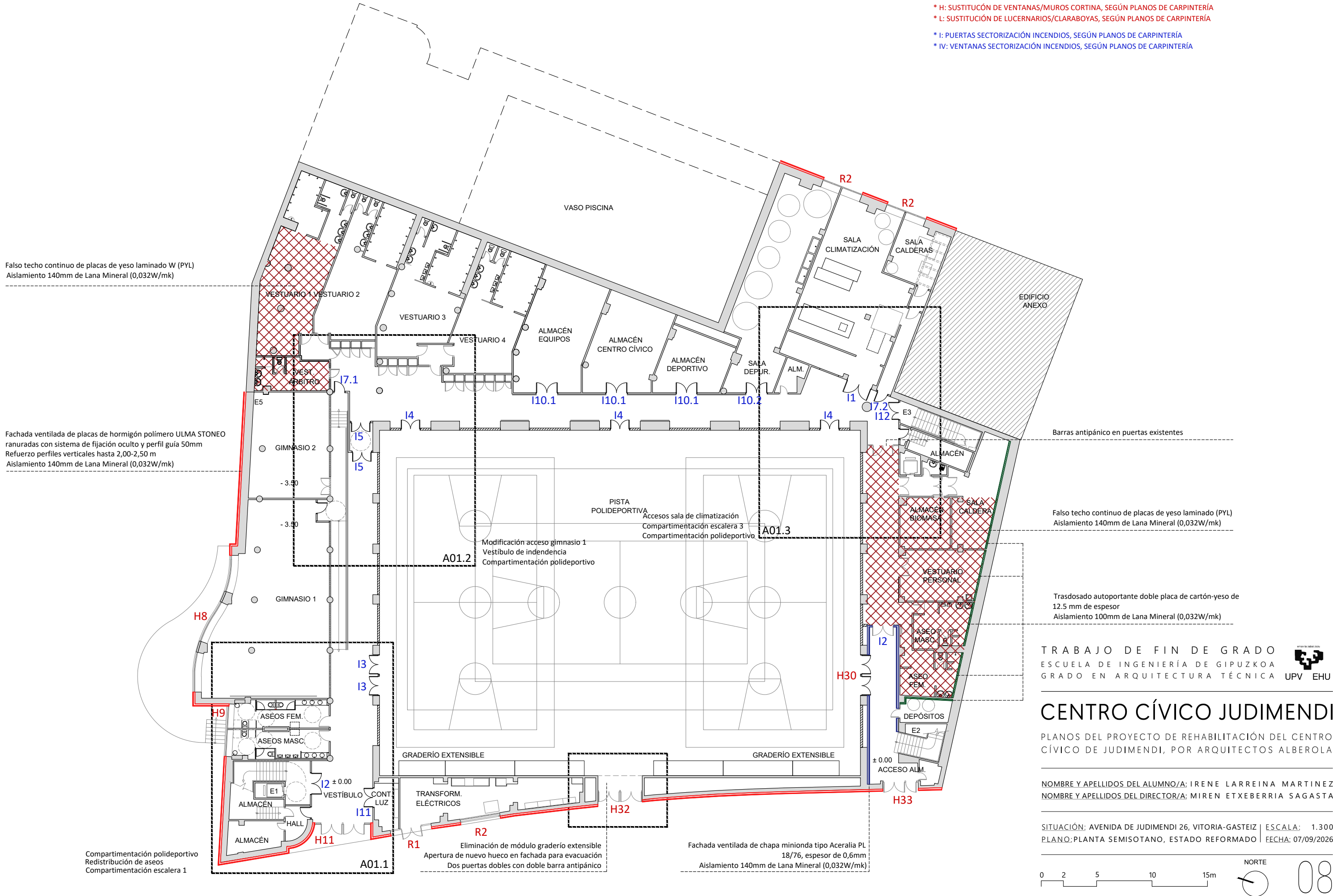


CENTRO CÍVICO JUDIMENDI

PLANOS DEL PROYECTO DE REHABILITACIÓN DEL CENTRO
CÍVICO DE JUDIMENDI, POR ARQUITECTOS ALBEROLA

NOMBRE Y APELLIDOS DEL ALUMNO/A: IRENE LARREINA MARTINEZ
NOMBRE Y APELLIDOS DEL DIRECTOR/A: MIREN ETXEBERRIA SAGASTA

SITUACIÓN: AVENIDA DE JUDIMENDI 26, VITORIA-GASTEIZ | ESCALA: 1.300
PLANO: ALZADOS INTERIORES, ESTADO ACTUAL | FECHA: 07/09/2026

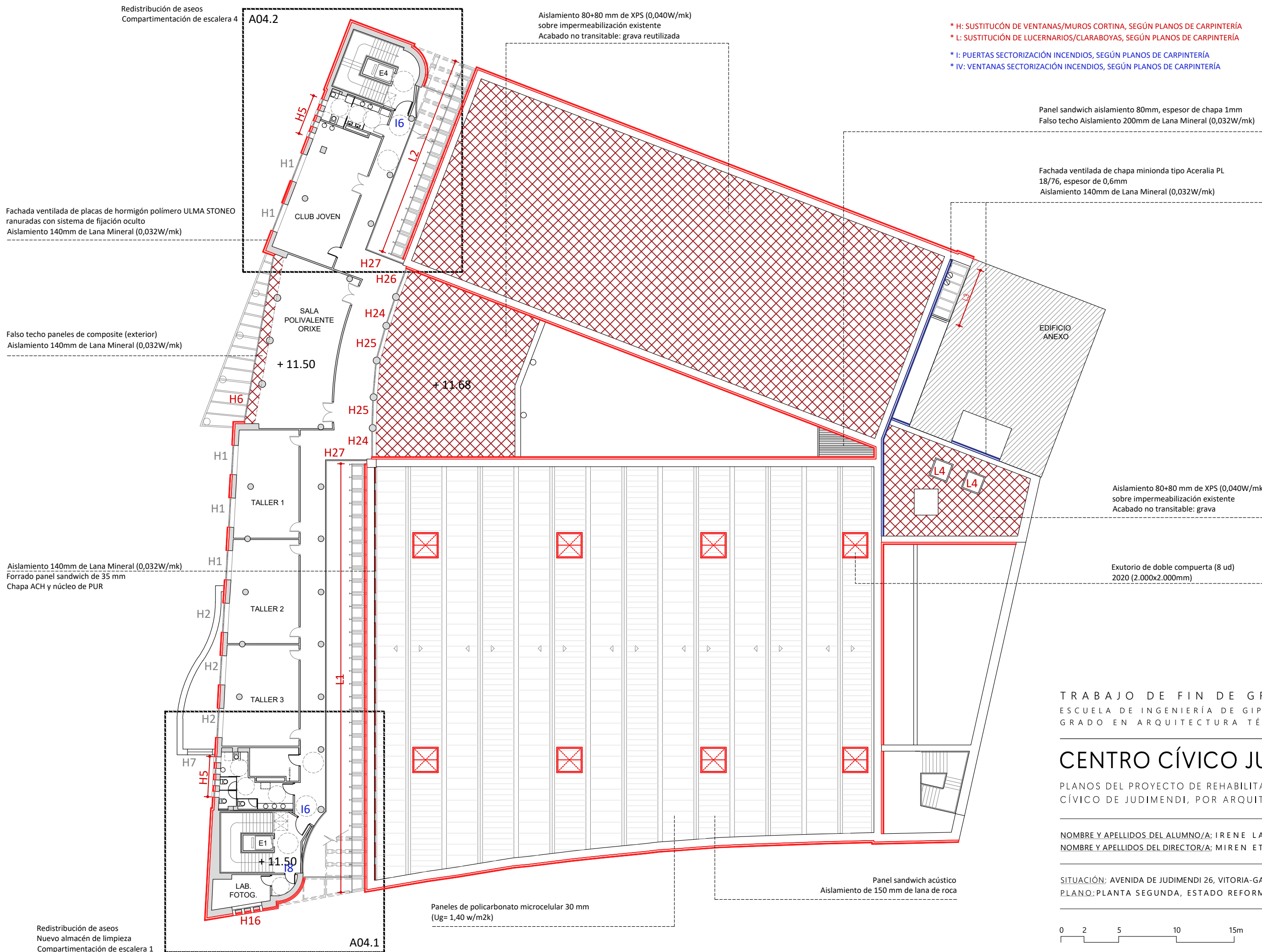


0 2 5 10 15m

NORTE

09

- * H: SUSTITUCIÓN DE VENTANAS/MUROS CORTINA, SEGÚN PLANOS DE CARPINTERÍA
- * L: SUSTITUCIÓN DE LUCERNARIOS/CLARABOYAS, SEGÚN PLANOS DE CARPINTERÍA
- * I: PUERTAS SECTORIZACIÓN INCENDIOS, SEGÚN PLANOS DE CARPINTERÍA
- * IV: VENTANAS SECTORIZACIÓN INCENDIOS, SEGÚN PLANOS DE CARPINTERÍA



TRABAJO DE FIN DE GRADO
ESCUELA DE INGENIERÍA DE GIPUZKOA
GRADO EN ARQUITECTURA TÉCNICA



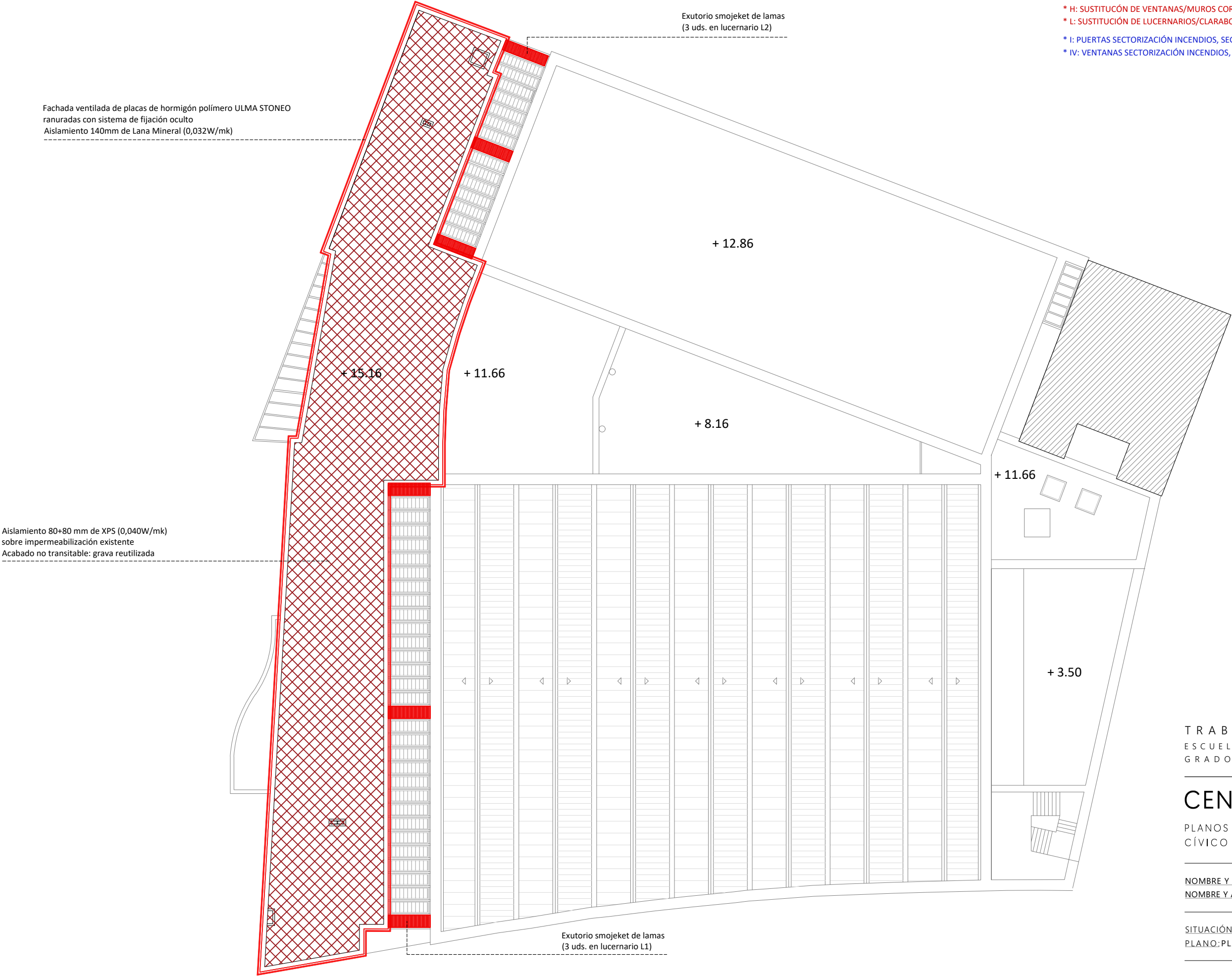
CENTRO CÍVICO JUDIMENDI

PLANOS DEL PROYECTO DE REHABILITACIÓN DEL CENTRO CÍVICO DE JUDIMENDI, POR ARQUITECTOS ALBEROLA

NOMBRE Y APELLIDOS DEL ALUMNO/A: IRENE LARREINA MARTINEZ
NOMBRE Y APELLIDOS DEL DIRECTOR/A: MIREN ETXEBERRIA SAGASTA

SITUACIÓN: AVENIDA DE JUDIMENDI 26, VITORIA-GASTEIZ | ESCALA: 1.300
PLANO: PLANTA SEGUNDA, ESTADO REFORMADO | FECHA: 07/09/2026





* H: SUSTITUCÓN DE VENTANAS/MUROS CORTINA, SEGÚN PLANOS DE CARPINTERÍA
* L: SUSTITUCIÓN DE LUCERNARIOS/CLARABOYAS, SEGÚN PLANOS DE CARPINTERÍA
* I: PUERTAS SECTORIZACIÓN INCENDIOS, SEGÚN PLANOS DE CARPINTERÍA
* IV: VENTANAS SECTORIZACIÓN INCENDIOS, SEGÚN PLANOS DE CARPINTERÍA

TRABAJO DE FIN DE GRADO
ESCUELA DE INGENIERÍA DE GIPUZKOA
GRADO EN ARQUITECTURA TÉCNICA

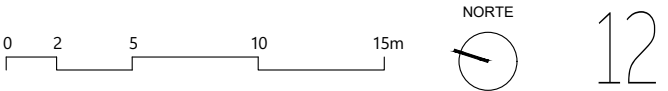


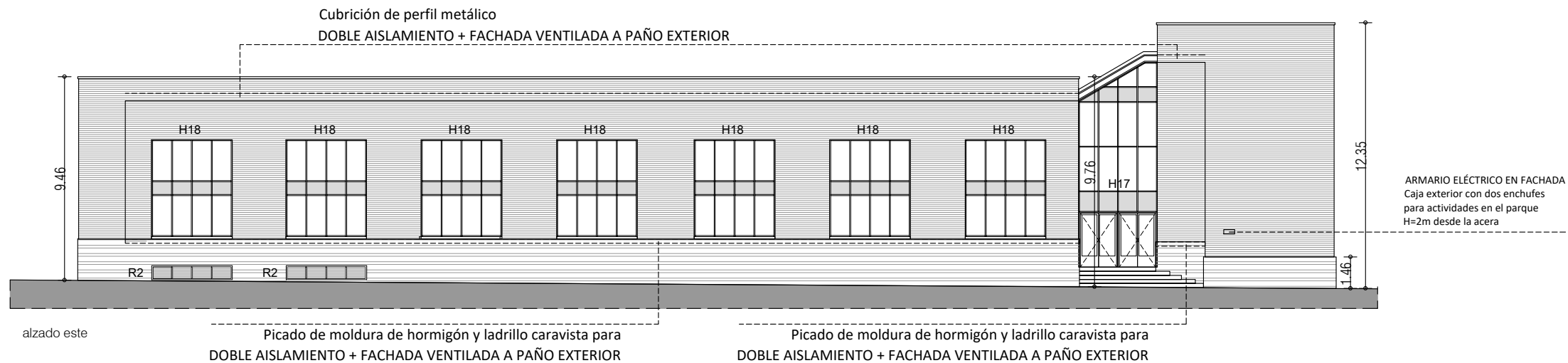
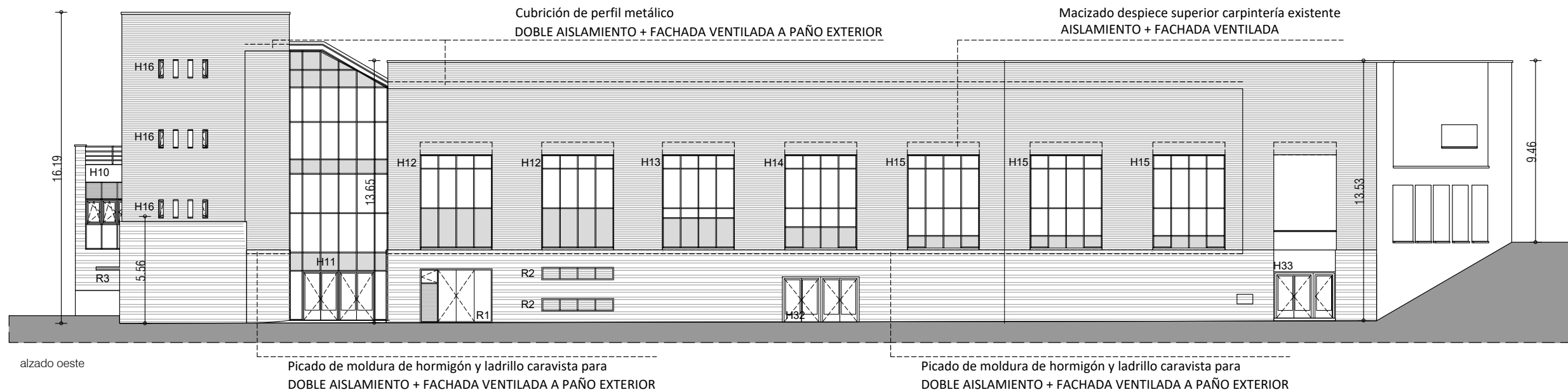
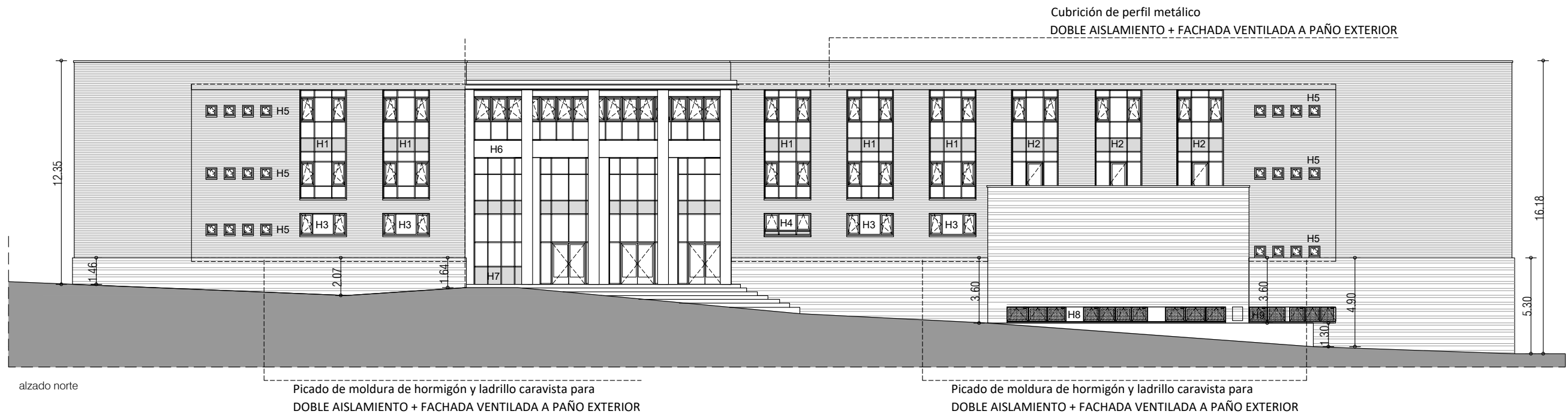
CENTRO CÍVICO JUDIMENDI

PLANOS DEL PROYECTO DE REHABILITACIÓN DEL CENTRO CÍVICO DE JUDIMENDI, POR ARQUITECTOS ALBEROLA

NOMBRE Y APELLIDOS DEL ALUMNO/A: IRENE LARREINA MARTINEZ
NOMBRE Y APELLIDOS DEL DIRECTOR/A: MIREN ETXEBERRIA SAGASTA

SITUACIÓN: AVENIDA DE JUDIMENDI 26, VITORIA-GASTEIZ | ESCALA: 1.300
PLANO: PLANTA DE CUBIERTA, ESTADO REFORMADO | FECHA: 07/09/2026





TRABAJO DE FIN DE GRADO
ESCUELA DE INGENIERÍA DE GIPUZKOA
GRADO EN ARQUITECTURA TÉCNICA UPV EHU

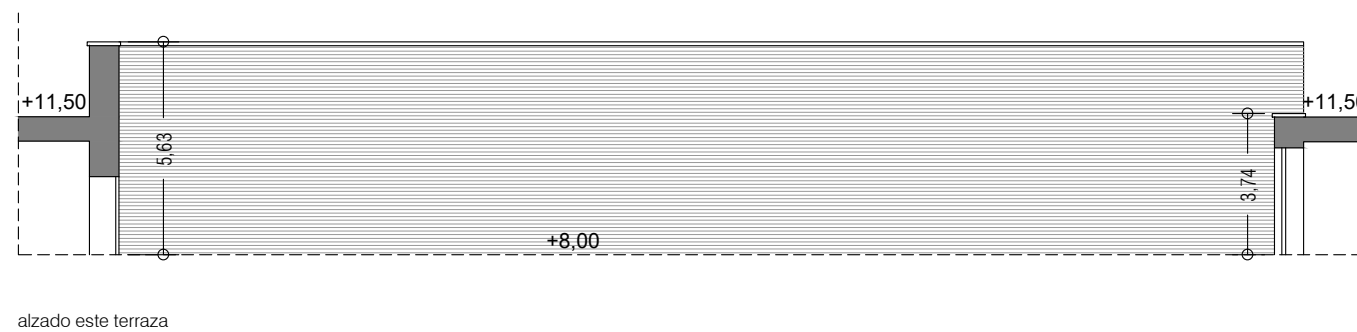
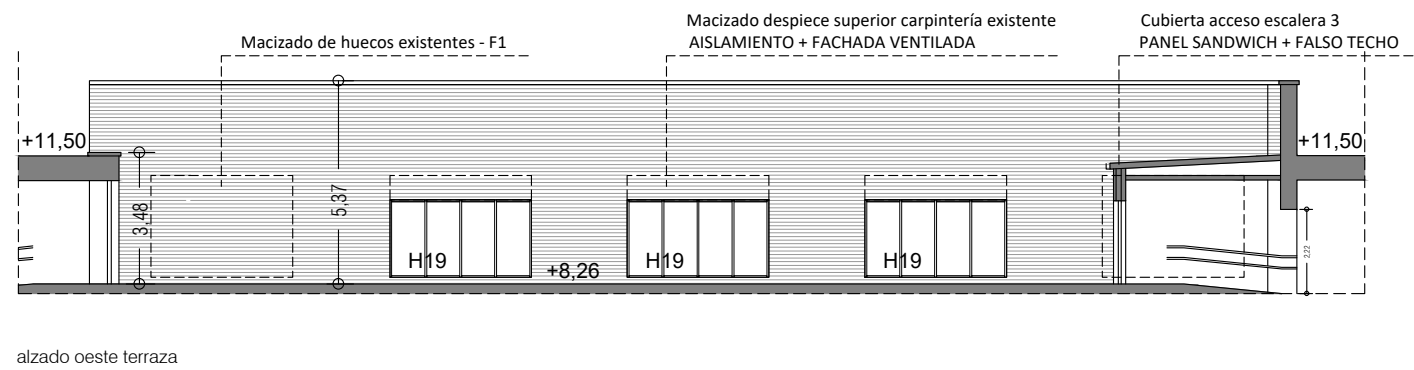
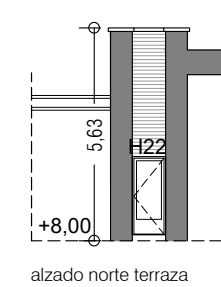
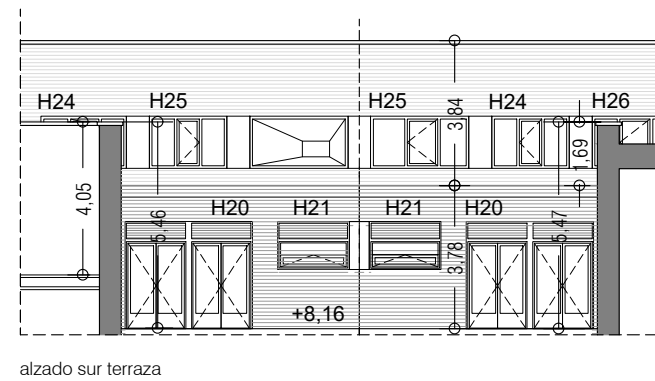
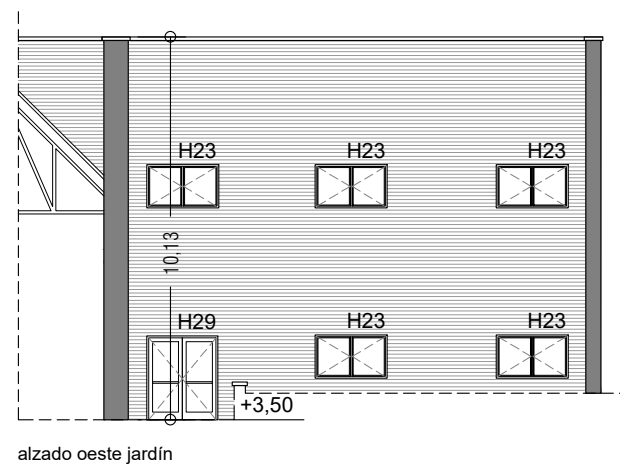
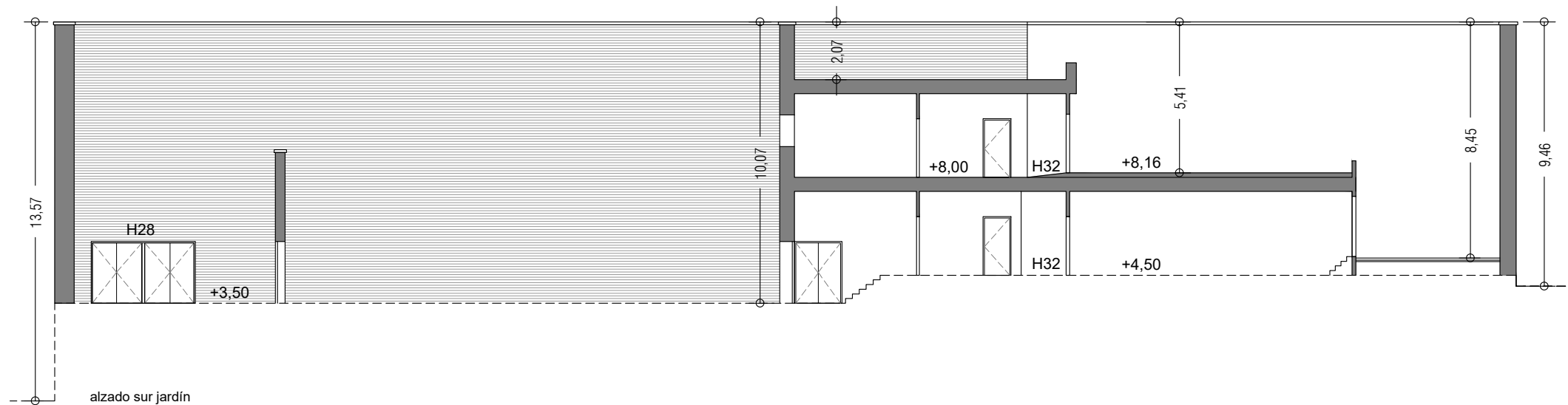
CENTRO CÍVICO JUDIMENDI

PLANOS DEL PROYECTO DE REHABILITACIÓN DEL CENTRO CÍVICO DE JUDIMENDI, POR ARQUITECTOS ALBEROLA

NOMBRE Y APELLIDOS DEL ALUMNO/A: IRENE LARREINA MARTINEZ
NOMBRE Y APELLIDOS DEL DIRECTOR/A: MIREN ETXEBERRIA SAGASTA

SITUACIÓN: AVENIDA DE JUDIMENDI 26, VITORIA-GASTEIZ | ESCALA: 1.300
PLANO: ALZADOS, ESTADO REFORMADO | FECHA: 07/09/2026

0 2 5 10 15m



TRABAJO DE FIN DE GRADO
ESCUELA DE INGENIERÍA DE GIPUZKOA
GRADO EN ARQUITECTURA TÉCNICA UPV EHU

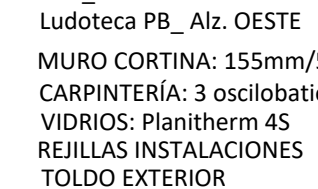
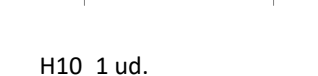
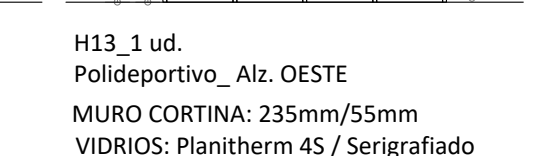
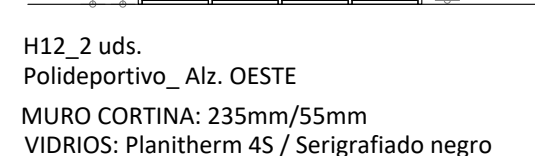
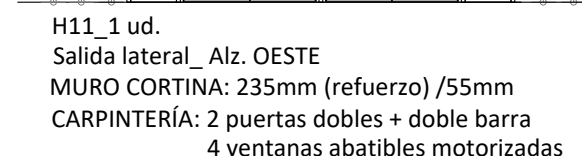
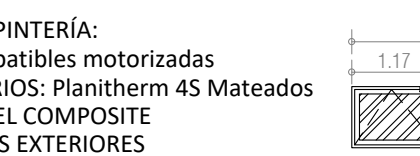
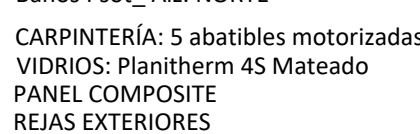
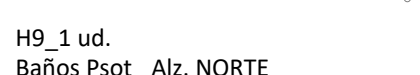
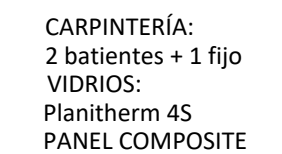
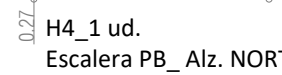
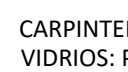
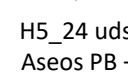
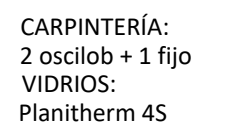
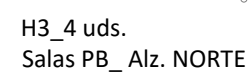
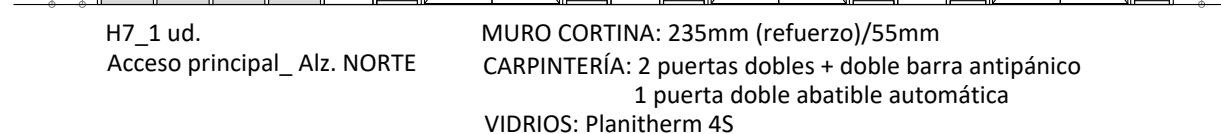
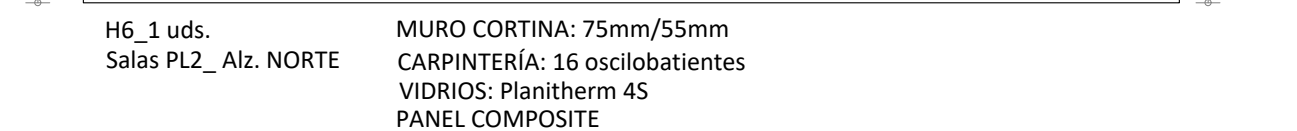
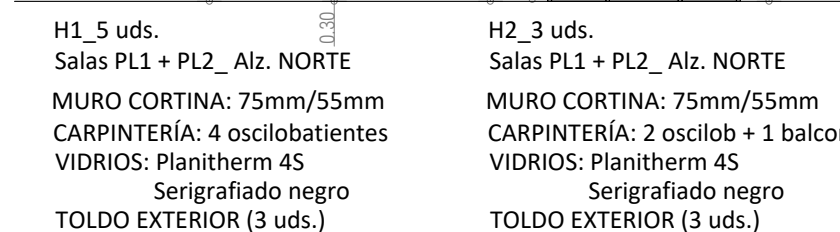
CENTRO CÍVICO JUDIMENDI

PLANOS DEL PROYECTO DE REHABILITACIÓN DEL CENTRO CÍVICO DE JUDIMENDI, POR ARQUITECTOS ALBEROLA

NOMBRE Y APELLIDOS DEL ALUMNO/A: IRENE LARREINA MARTINEZ
NOMBRE Y APELLIDOS DEL DIRECTOR/A: MIREN ETXEBERRIA SAGASTA

SITUACIÓN: AVENIDA DE JUDIMENDI 26, VITORIA-GASTEIZ | ESCALA: 1.300
PLANO: ALZADOS INTERIORES, ESTADO REFORMADO | FECHA: 07/09/2026





TRABAJO DE FIN DE GRADO
ESCUELA DE INGENIERÍA DE GIPUZKOA
GRADO EN ARQUITECTURA TÉCNICA

UPV EHU

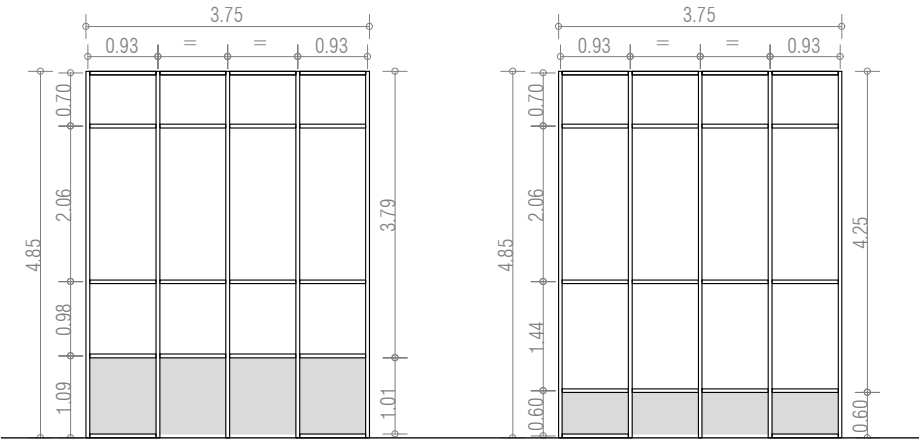
CENTRO CÍVICO JUDIMENDI

PLANOS DEL PROYECTO DE REHABILITACIÓN DEL CENTRO
CÍVICO DE JUDIMENDI, POR ARQUITECTOS ALBEROLA

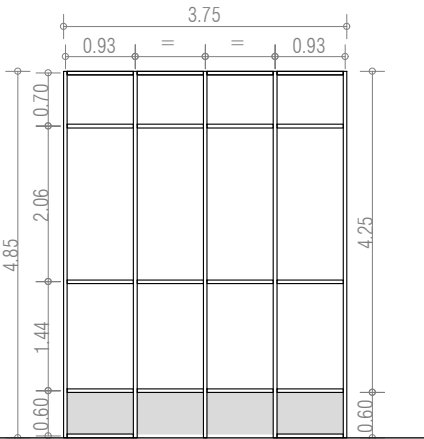
NOMBRE Y APELLIDOS DEL ALUMNO/A: IRENE LARREINA MARTINEZ
NOMBRE Y APELLIDOS DEL DIRECTOR/A: MIREN ETXEBERRIA SAGASTA

SITUACIÓN: AVENIDA DE JUDIMENDI 26, VITORIA-GASTEIZ | ESCALA: 1.100
PLANO: MEMORIA DE CARPINTERÍA EXTERIOR 1 | FECHA: 07/09/2026

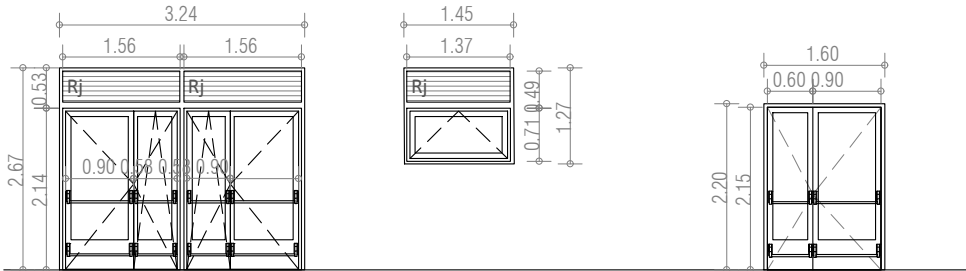




H14_1 ud.
Polideportivo_ Alz. OESTE
MURO CORTINA: 235mm/55mm
VIDRIOS: Planitherm 4S
Serigrafiado negro



H15_3 uds.
Polideportivo_ Alz. OESTE
MURO CORTINA: 235mm/55mm
VIDRIOS: Planitherm 4S
Serigrafiado negro



H20_2 uds.
Sala encuentro P1_ Terraza
CARPINTERÍA:
2 puertas dobles oscilobatientes
1ud apertura exterior + 1ud interior
Doble barra antipánico (apert. ext.)
VIDRIOS: Planitherm 4S
REJILLAS INSTALACIONES

H21_2 uds.
Sala encuentro P1_ Terraza
CARPINTERÍA:
1 hoja abatible
VIDRIOS: Planitherm 4S
REJILLAS INSTALACIONES

H22_1 ud.
Acceso P1_ Terraza
CARPINTERÍA:
1 Puerta doble
Doble barra antipánico
VIDRIOS: Planitherm 4S

□□□□□□□□ □□ □□□□□□□□□□□□ □□□□□□□□

MUROS CORTINA STRUGAL S52CR diferentes dimensiones según situación

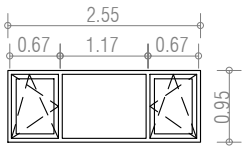
VENTANAS STRUGAL S82RP HOJA MINIMALISTA (Uf=1.3)

PUERTAS STRUGAL S72RPC (Uf=2.4)

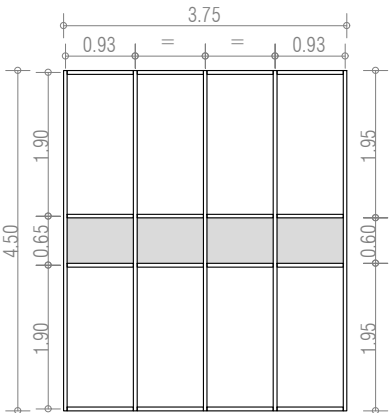
VIDRIOS PLANITHERM 4S (Fs=0.36, Ug=0.7):
Planitherm 4S 4+4/12WEArgón/Planiclear 4/12WEArgón/4+4BE

VIDRIOS PLANITHERM MATEADOS (Fs=0.36, Ug=0.7): 
Planitherm 4S 4+4/12WEArgón/Satinovo mate 4/12WEArgón/4+4BE

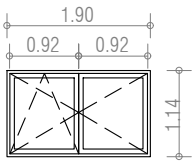
VIDRIOS PLANITHERM SERIGRAFIADOS NEGROS (Fs=0.39 Ug=1.0): 
Planitherm 4S 8 templado/12WEArgón/4templ./12WEArgón/8templ. serigr. negro



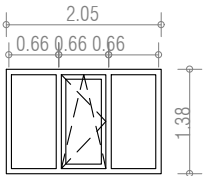
H16_3 uds.
PB_P1_P2_ Alz. OESTE
Detrás de hoja de fachada
CARPINTERÍA:
2 oscilobatientes + 1 fijo
VIDRIOS:
Planitherm 4S



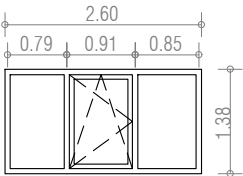
H18_7 uds.
Piscina_ Alz. ESTE
MURO CORTINA: 155mm/55mm
VIDRIOS: Planitherm 4S
Serigrafiado negro



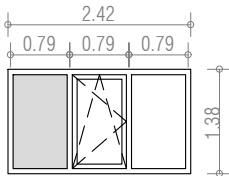
H23_5 uds.
Personal PB + P1_ Jardín
CARPINTERÍA:
2 oscilobatientes
VIDRIOS:
Planitherm 4S



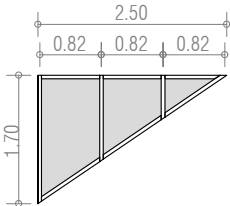
H24_2 uds.
Pasillo P2_ Alz. SUR
CARPINTERÍA:
2 fijos + 1 oscilobatiente
VIDRIOS:
Planitherm 4S



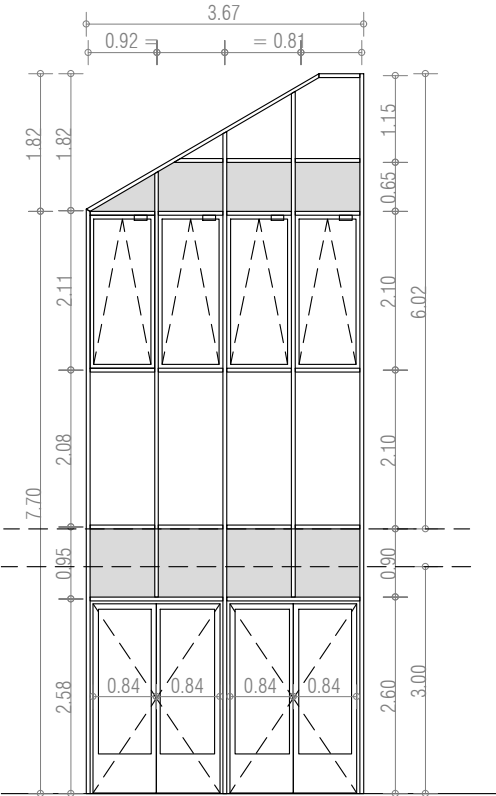
H25_2 uds.
Pasillo P2_ Alz. SUR
CARPINTERÍA:
2 fijos + 1 oscilobatiente
VIDRIOS:
Planitherm 4S



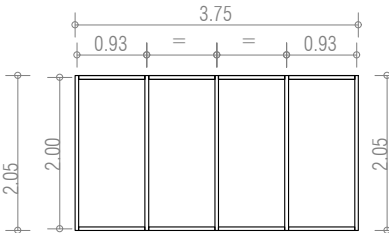
H26_1 uds.
Pasillo P2_ Alz. SUR
CARPINTERÍA:
2 fijos + 1 oscilobatiente
VIDRIOS:
Planitherm 4S
Serigrafiado negro



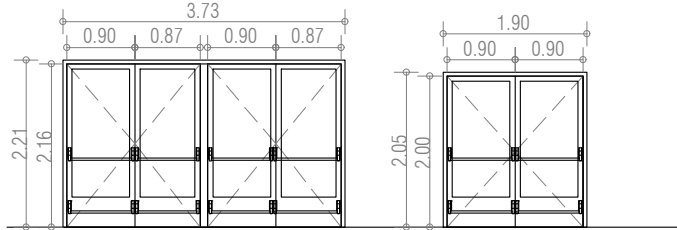
H27_2 uds. simétricas
Pasillo P2_ Alz. E / OE
CARPINTERÍA:
fijos
VIDRIOS:
Planitherm 4S
Serigrafiado negro



H17_1 ud.
Salida lateral_ Alz. ESTE
MURO CORTINA: 235mm (refuerzo) /55mm
CARPINTERÍA: 2 puertas dobles + doble barra
4 ventanas abatibles motorizadas
VIDRIOS: Planitherm 4S / Serigrafiado negro

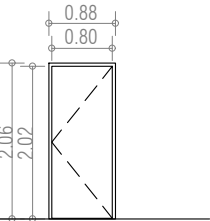


H19_3 uds.
Piscina_ Alz. OESTE terraza
MURO CORTINA: 75mm/55mm
VIDRIOS: Planitherm 4S

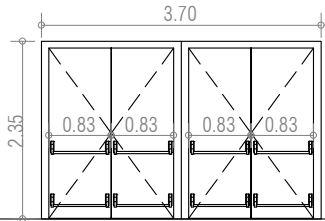


H28_1 ud.
Graderío PB_ Escalera exterior
CARPINTERÍA:
2 puertas dobles
Doble barra antipánico
VIDRIOS: Planitherm 4S
Motorizadas (c. incendios)

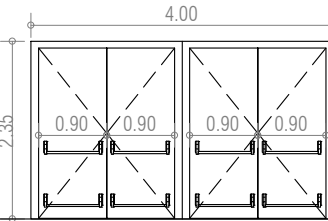
H29_1 ud.
Polidep. PB_ Acc. patio
CARPINTERÍA:
1 Puerta doble
Doble barra antipánico
VIDRIOS: Planitherm 4S



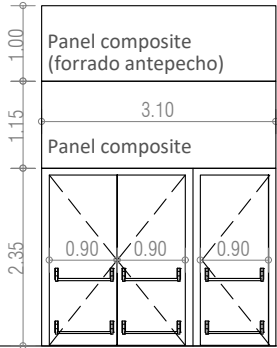
H31_1 uds.
Acceso P1_ Patio instal.
PERFIL: Puerta de chapa
Panel sandwich 5 cm



H30_1 ud.
Salida emergencia_polidep.
CARPINTERÍA:
2 Puertas dobles
Con panel sandwich 5 cm
Doble barra antipánico



H32_1 ud.
Salida emergencia_ Alz. OESTE
CARPINTERÍA:
2 Puertas dobles
Con panel sandwich 5 cm
Doble barra antipánico



H33_1 ud.
Salida emergencia_ Alz. OESTE
CARPINTERÍA:
1 doble + 1 sencilla
Con panel sandwich 5 cm
Doble barra antipánico

TRABAJO DE FIN DE GRADO
ESCUELA DE INGENIERÍA DE GIPUZKOA
GRADO EN ARQUITECTURA TÉCNICA
UPV EHU

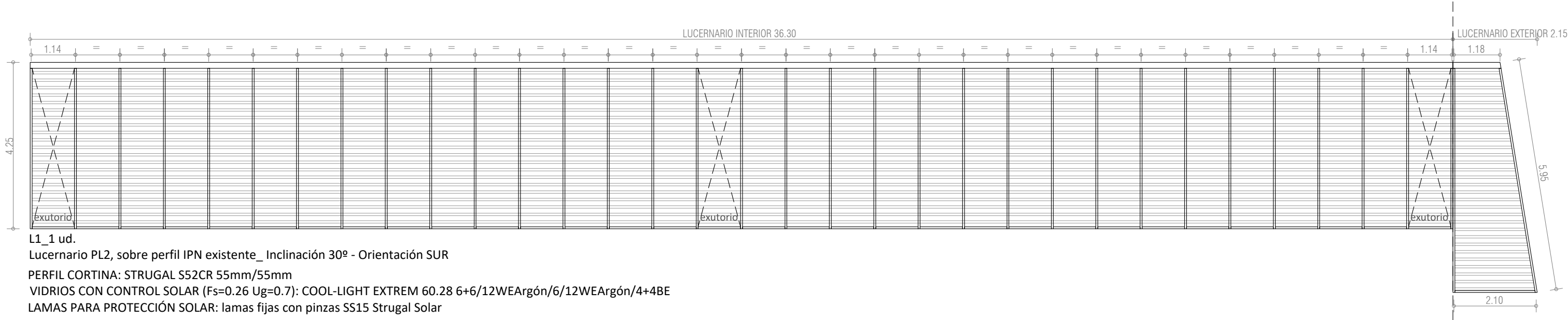
CENTRO CÍVICO JUDIMENDI

PLANOS DEL PROYECTO DE REHABILITACIÓN DEL CENTRO CÍVICO DE JUDIMENDI, POR ARQUITECTOS ALBEROLA

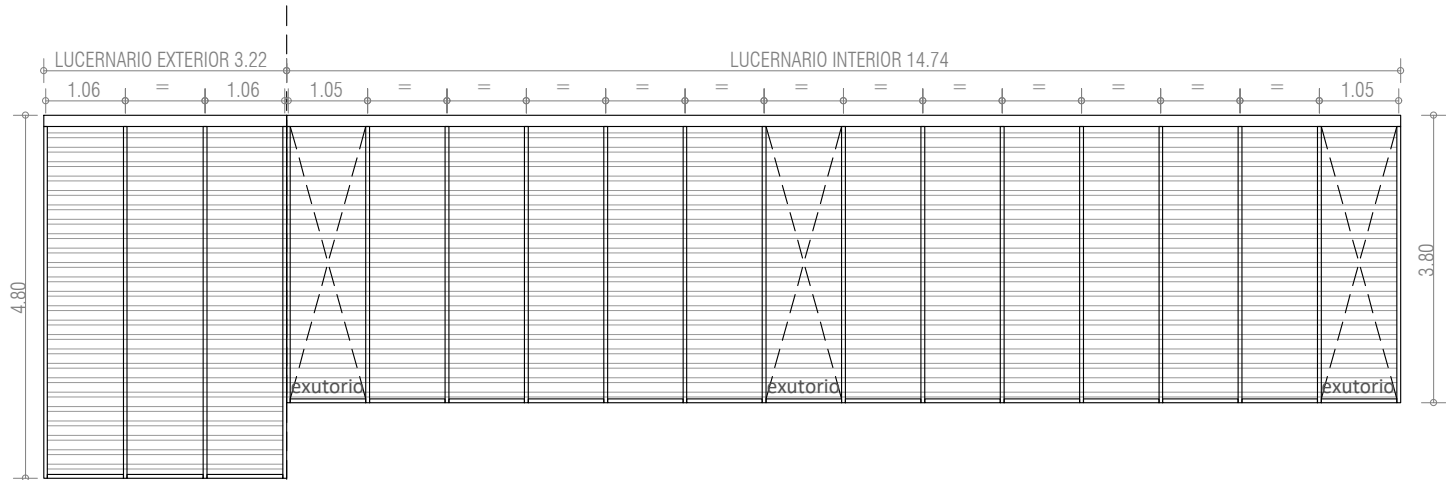
NOMBRE Y APELLIDOS DEL ALUMNO/A: IRENE LARREINA MARTINEZ
NOMBRE Y APELLIDOS DEL DIRECTOR/A: MIREN ETXEBERRIA SAGASTA

SITUACIÓN: AVENIDA DE JUDIMENDI 26, VITORIA-GASTEIZ | ESCALA: 1:100
PLANO: MEMORIA DE CARPINTERÍA EXTERIOR 2 | FECHA: 07/09/2026



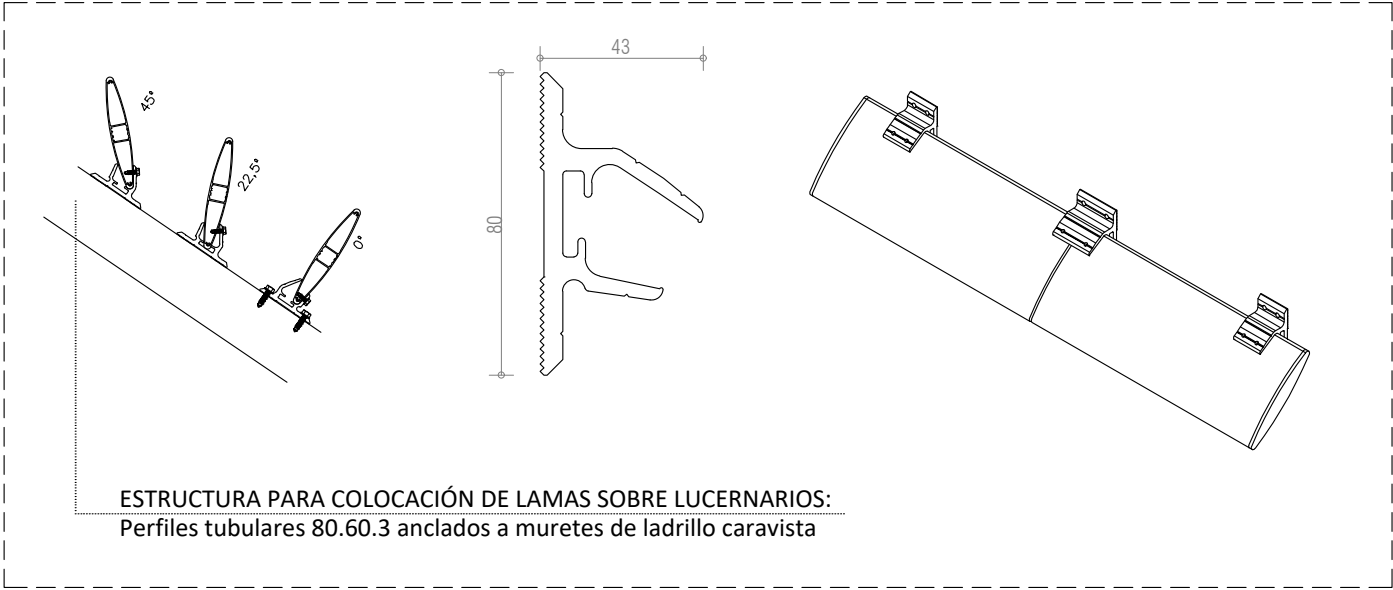


L1_1 ud.
Lucernario PL2, sobre perfil IPN existente_ Inclinação 30º - Orientación SUR
PERFIL CORTINA: STRUGAL S52CR 55mm/55mm
VIDRIOS CON CONTROL SOLAR (Fs=0.26 Ug=0.7): COOL-LIGHT EXTREM 60.28 6+6/12WEArgón/6/12WEArgón/4+4BE
LAMAS PARA PROTECCIÓN SOLAR: lamas fijas con pinzas SS15 Strugal Solar

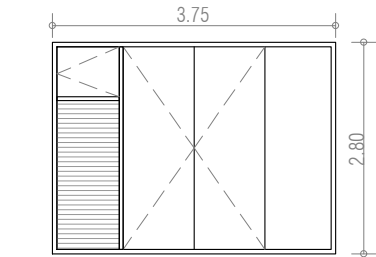


L2_1 ud.
Lucernario PL2, sobre perfil IPN existente_ Inclinação 30º - Orientación SUR
PERFIL CORTINA: STRUGAL S52CR 55mm/55mm
VIDRIOS CON CONTROL SOLAR (Fs=0.26 Ug=0.7): COOL-LIGHT EXTREM 60.28 6+6/12WEArgón/6/12WEArgón/4+4BE
LAMAS PARA PROTECCIÓN SOLAR: : lamas fijas con pinzas SS15 Strugal Solar

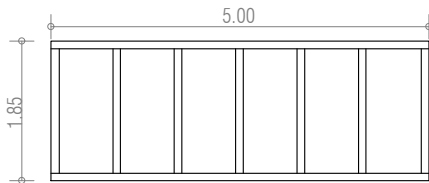
ESTRUCTURA PARA COLOCACIÓN DE LAMAS SOBRE LUCERNARIOS:
Perfiles tubulares 80.60.3 anclados a muretes de ladrillo caravista



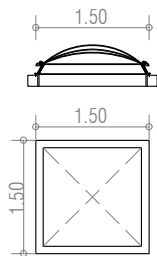
ESTRUCTURA PARA COLOCACIÓN DE LAMAS SOBRE LUCERNARIOS:
Perfiles tubulares 80.60.3 anclados a muretes de ladrillo caravista



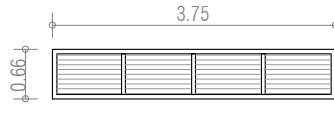
R1_1 ud.
Armario centro transformación / c. electr._Alz OE
Armario de chapa de acero doble puerta (EI60) + 1 fijo
Celosía fija STRUGAL, lamas curvas de aluminio extrusionado
Puerta abatible para cuadros eléctricos



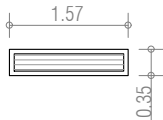
L3_1 ud.
Lucernario PL1, sobre perfiles existentes
PERFIL CORTINA: STRUGAL S52CR 55mm/55mm
VIDRIOS CON CONTROL SOLAR (Fs=0.26 Ug=0.7):
COOL-LIGHT EXTREM 60.28 6+6/12WEArgón/6/12WEArgón/4+4BE



L4_2 ud.
Claraboya cubierta plana
Claraboya fija cuadrada
Cúpula trivalva con control solar (metracrilato)
Zócalo de PRFV y aislamiento térmico interior de PUR



R2_4 uds.
Rejillas electr._Alz OE/E
Celosías fijas STRUGAL: lamas curvas de aluminio extrusionado



R3_1 ud.
Rejilla _Alz OE plaza

TRABAJO DE FIN DE GRADO
ESCUELA DE INGENIERÍA DE GIPUZKOA
GRADO EN ARQUITECTURA TÉCNICA
UPV EHU

CENTRO CÍVICO JUDIMENDI

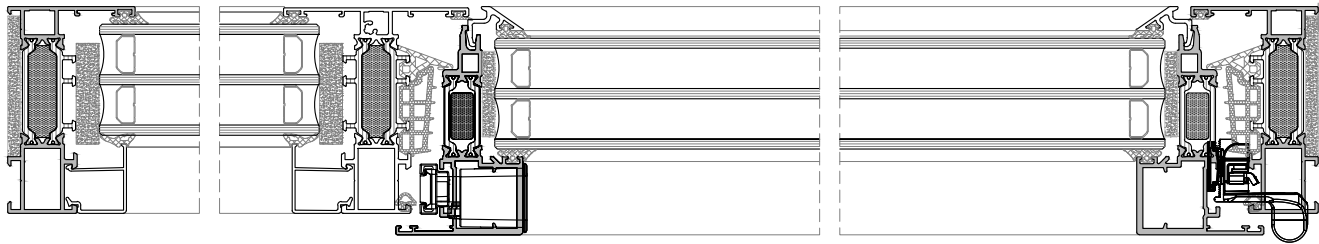
PLANOS DEL PROYECTO DE REHABILITACIÓN DEL CENTRO CÍVICO DE JUDIMENDI, POR ARQUITECTOS ALBEROLA

NOMBRE Y APELLIDOS DEL ALUMNO/A: IRENE LARREINA MARTINEZ
NOMBRE Y APELLIDOS DEL DIRECTOR/A: MIREN ETXEBERRIA SAGASTA

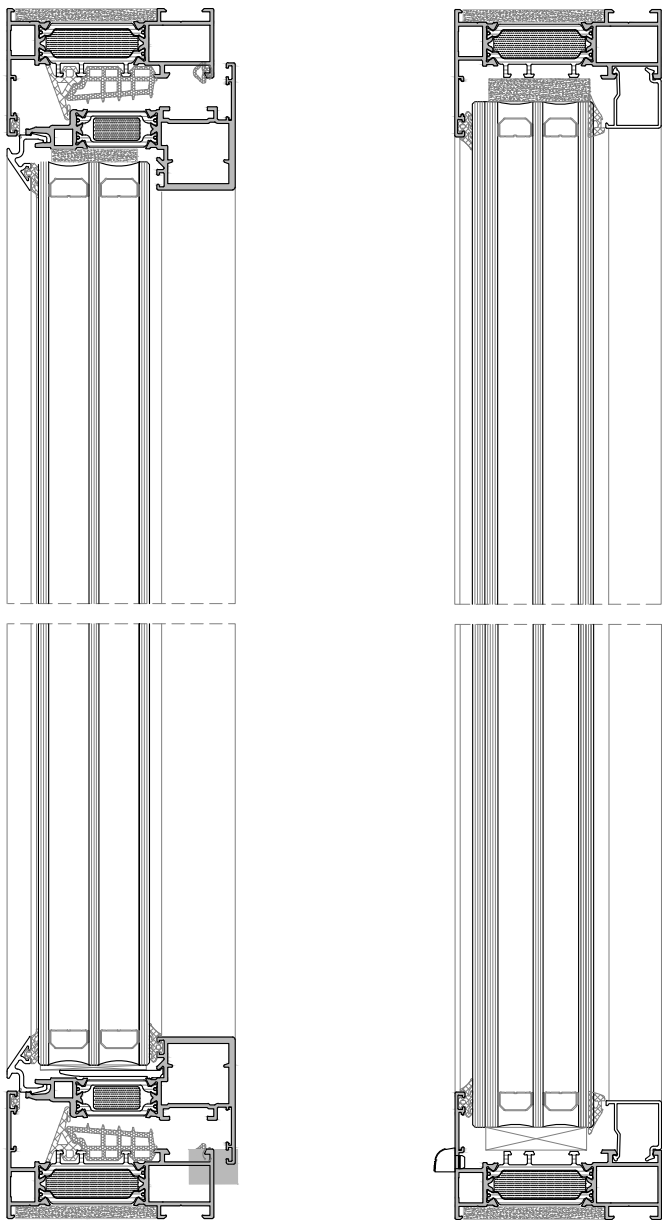
SITUACIÓN: AVENIDA DE JUDIMENDI 26, VITORIA-GASTEIZ | ESCALA: 1.100
PLANO: MEMORIA DE CARPINTERÍA EXTERIOR 3 | FECHA: 07/09/2026



STRUGAL S82RP - HOJA OSCIOBATIENTE + FIJO LATERAL

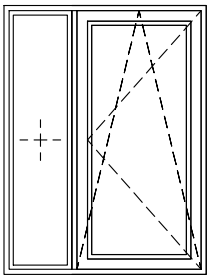


sección horizontal

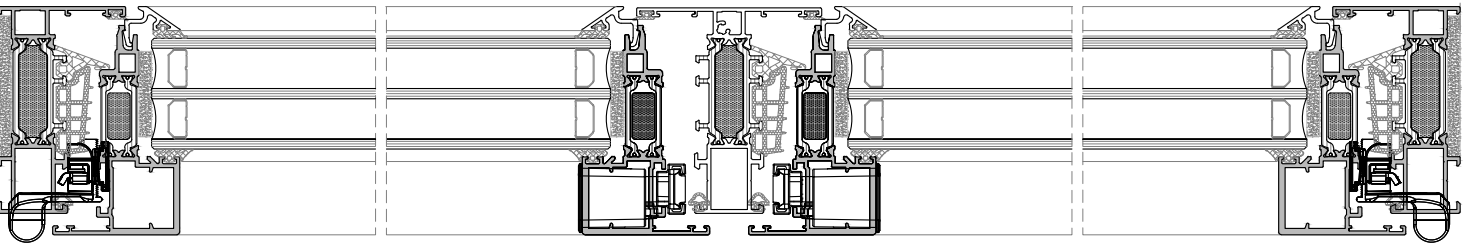


sección vertical oscilobatiente

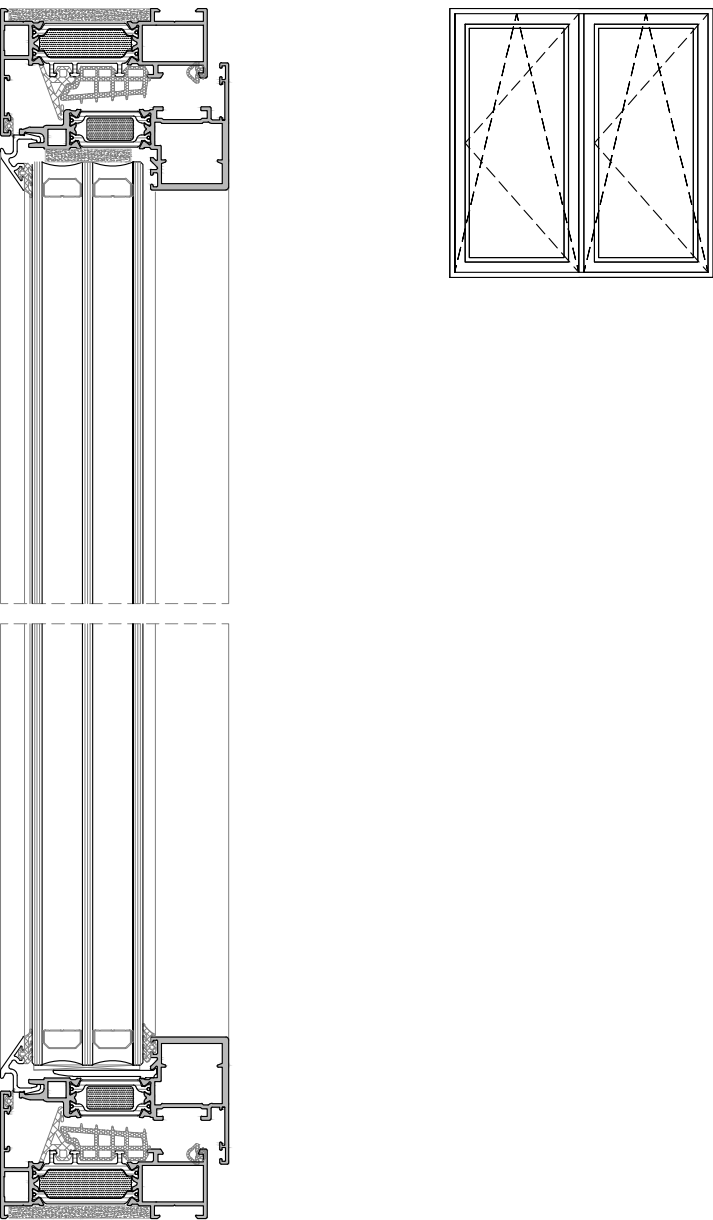
sección vertical fijo



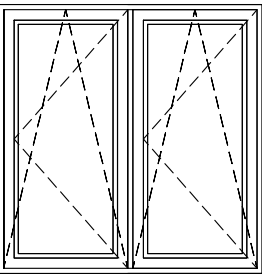
STRUGAL S82RP - DOBLE HOJA OSCIOBATIENTE



sección horizontal



sección vertical



TRABAJO DE FIN DE GRADO
ESCUELA DE INGENIERÍA DE GIPUZKOA
GRADO EN ARQUITECTURA TÉCNICA

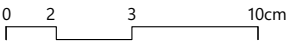


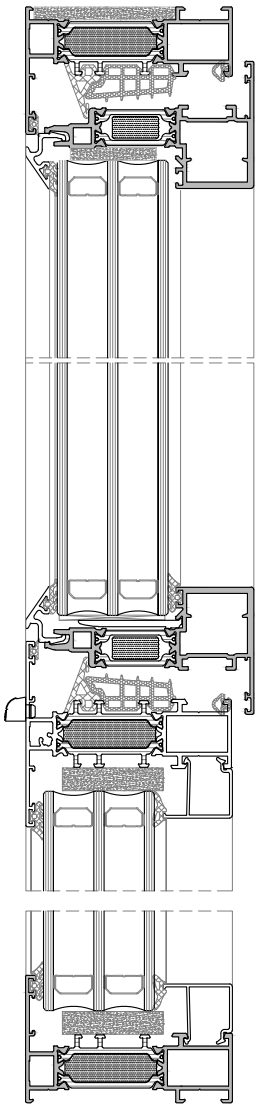
CENTRO CÍVICO JUDIMENDI

PLANOS DEL PROYECTO DE REHABILITACIÓN DEL CENTRO CÍVICO DE JUDIMENDI, POR ARQUITECTOS ALBEROLA

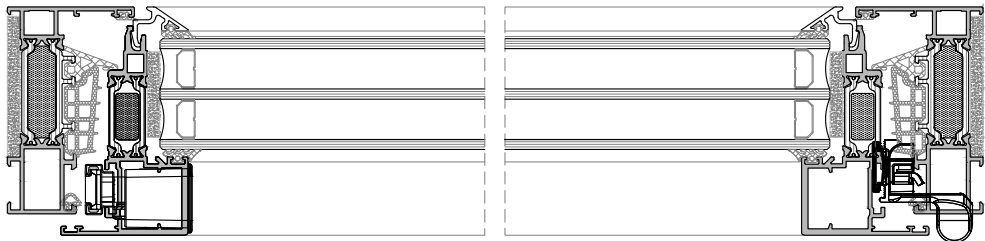
NOMBRE Y APELLIDOS DEL ALUMNO/A: IRENE LARREINA MARTINEZ
NOMBRE Y APELLIDOS DEL DIRECTOR/A: MIREN ETXEBERRIA SAGASTA

SITUACIÓN: AVENIDA DE JUDIMENDI 26, VITORIA-GASTEIZ | ESCALA: 1.3
PLANO: DETALLES CARPINTERÍA, VENTANAS | FECHA: 07/09/2026





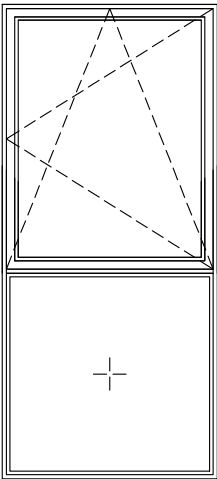
sección vertical



sección horizontal oscilobatiente



sección horizontal fijo

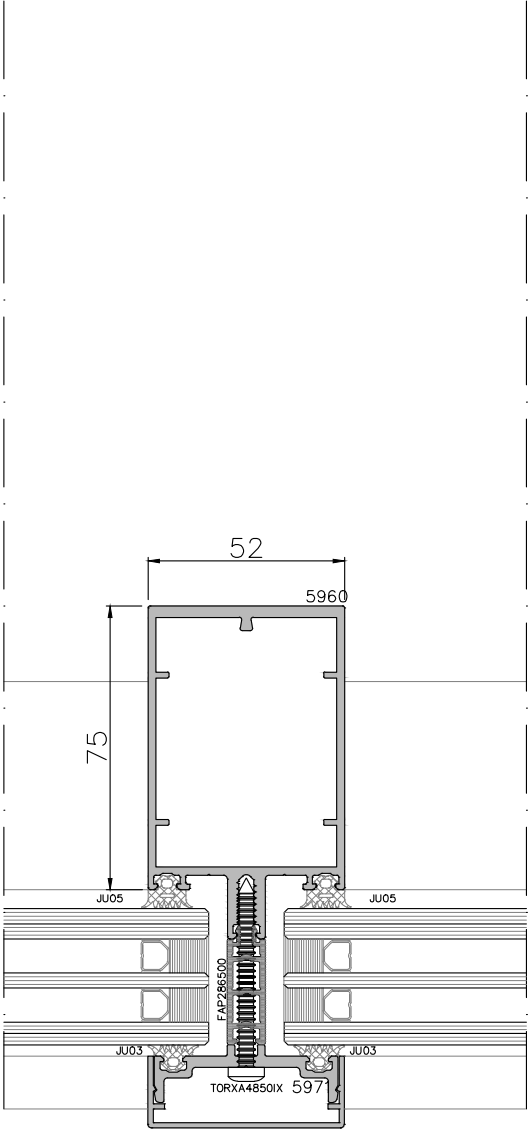


CENTRO CÍVICO JUDIMENDI

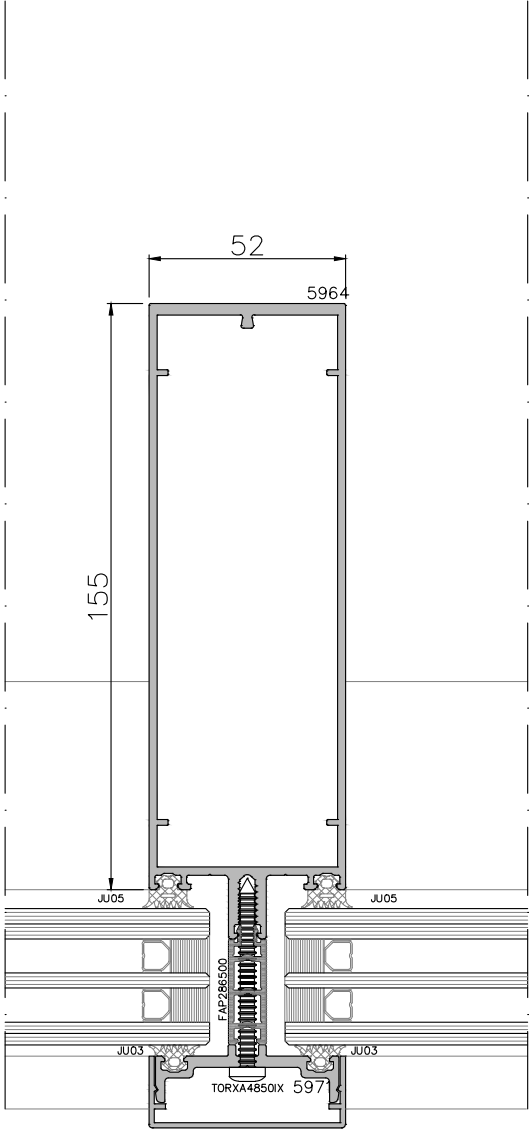
PLANOS DEL PROYECTO DE REHABILITACIÓN DEL CENTRO CÍVICO DE JUDIMENDI, POR ARQUITECTOS ALBEROLA

NOMBRE Y APELLIDOS DEL ALUMNO/A: IRENE LARREINA MARTINEZ
NOMBRE Y APELLIDOS DEL DIRECTOR/A: MIREN ETXEBERRIA SAGASTA

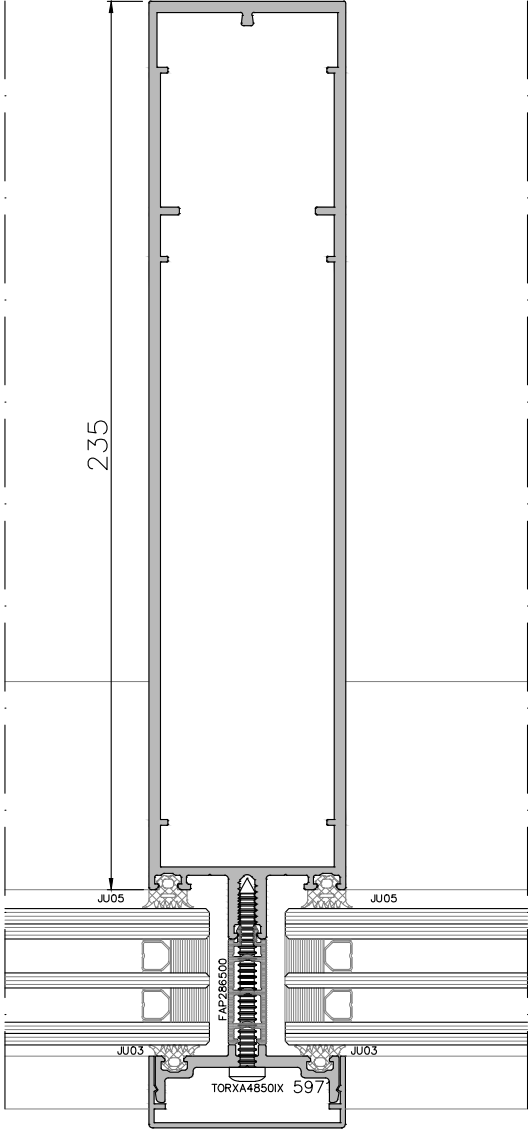
SITUACIÓN: AVENIDA DE JUDIMENDI 26, VITORIA-GASTEIZ | ESCALA: 1.3
PLANO: DETALLES CARPINTERÍA, VENTANAS | FECHA: 07/09/2026



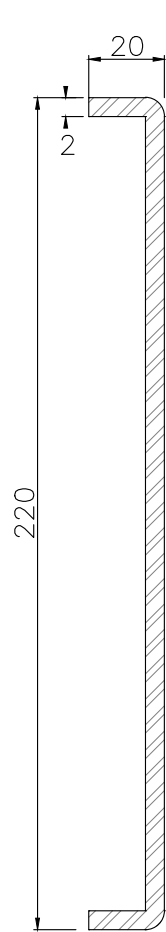
Montante 5960 de 75mm



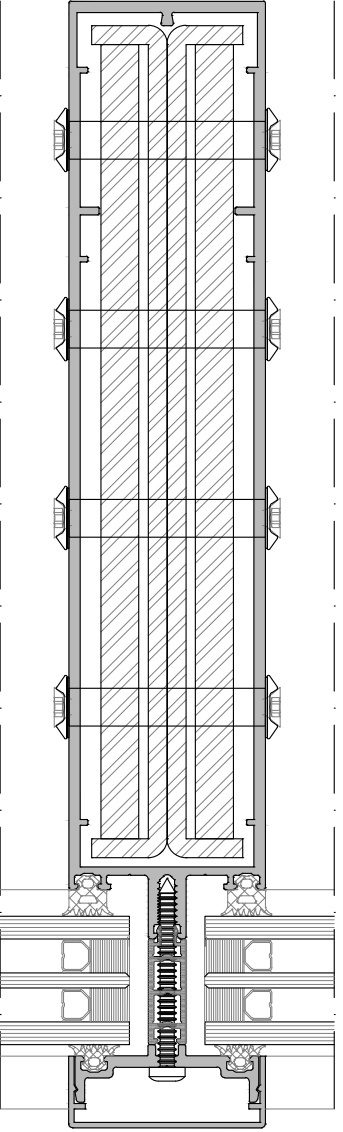
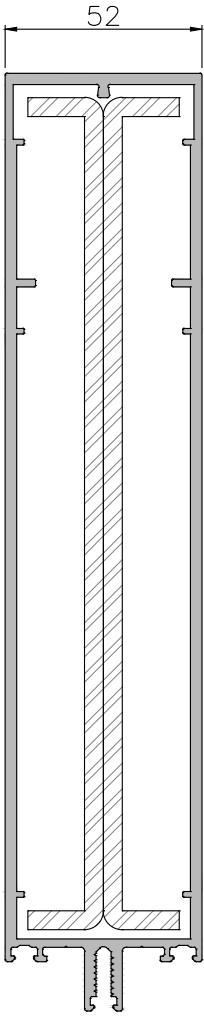
Montante 5960 de 155mm



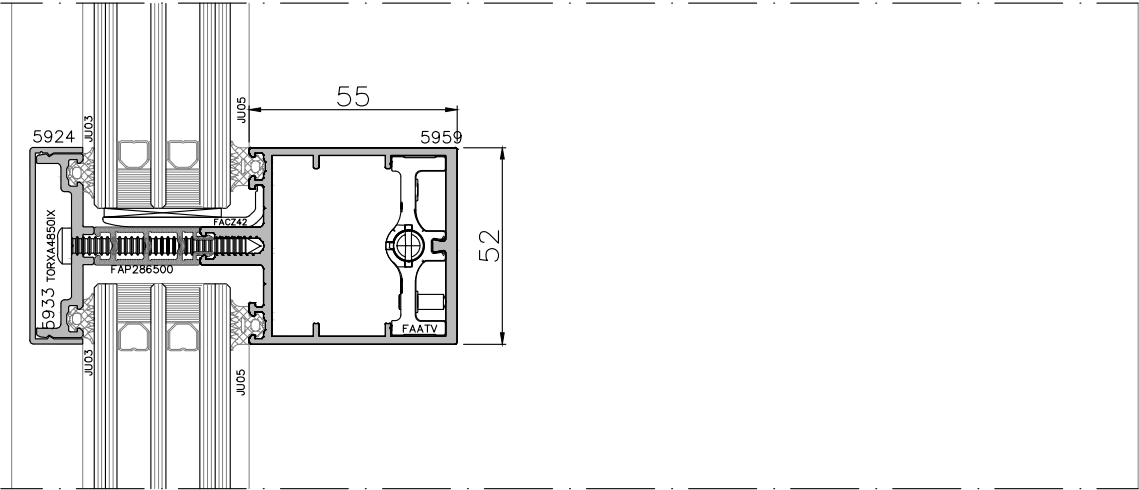
Montante 5960 de 235mm



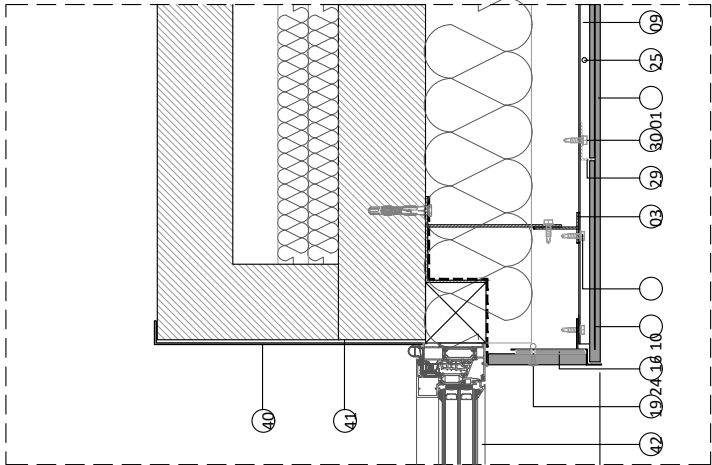
Montante 5960 de 235mm reforzado



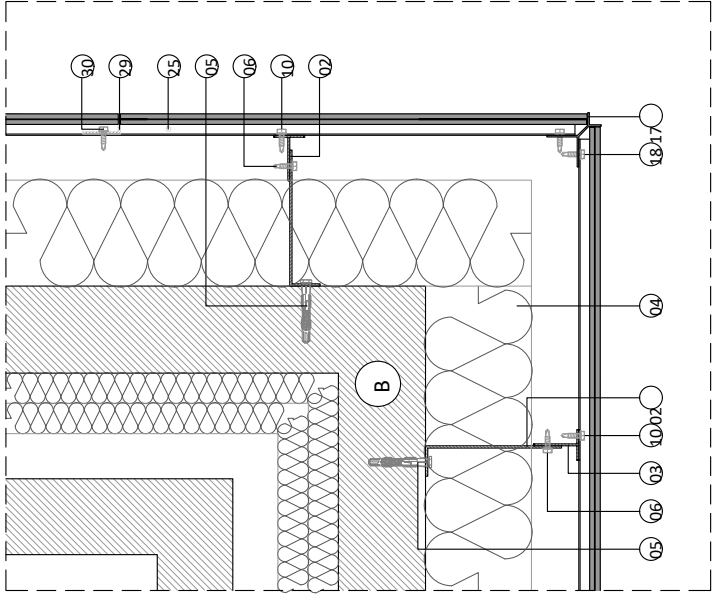
Zona de empalme y fijaciones



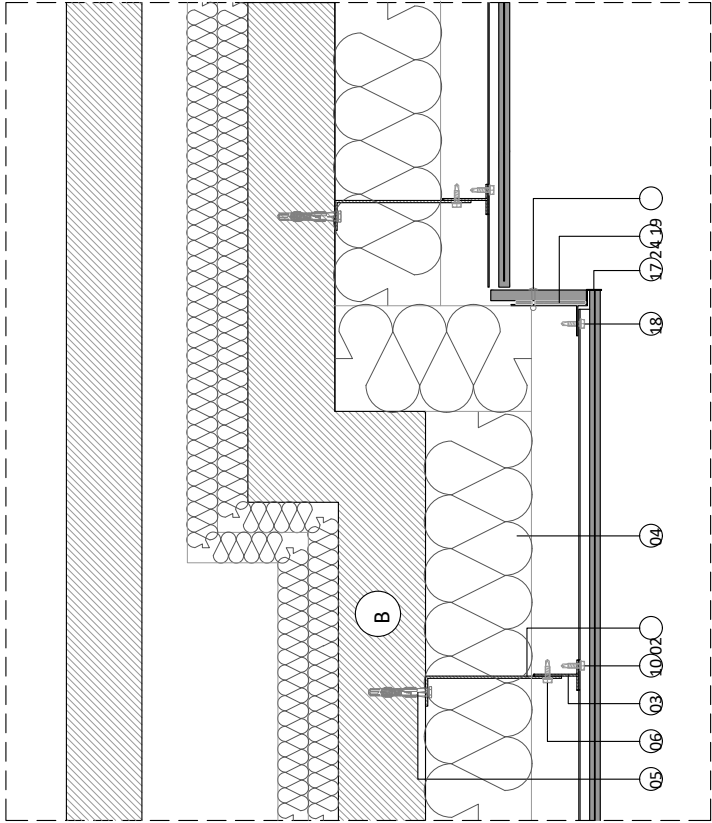
Travesaño 5960 de 55mm



Sección Horizontal
Encuentro con carpintería



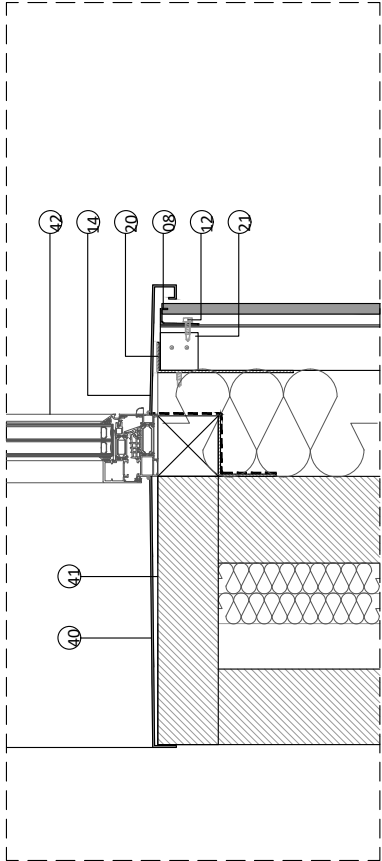
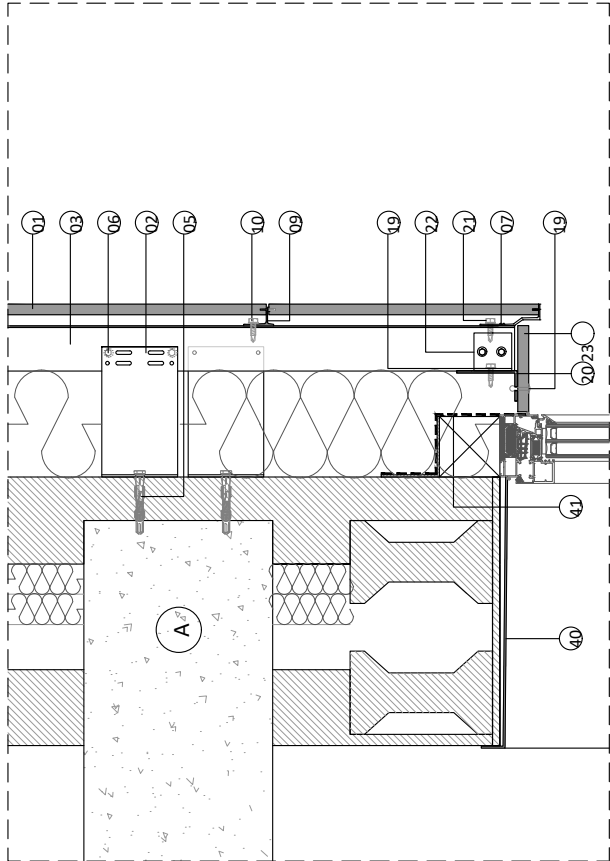
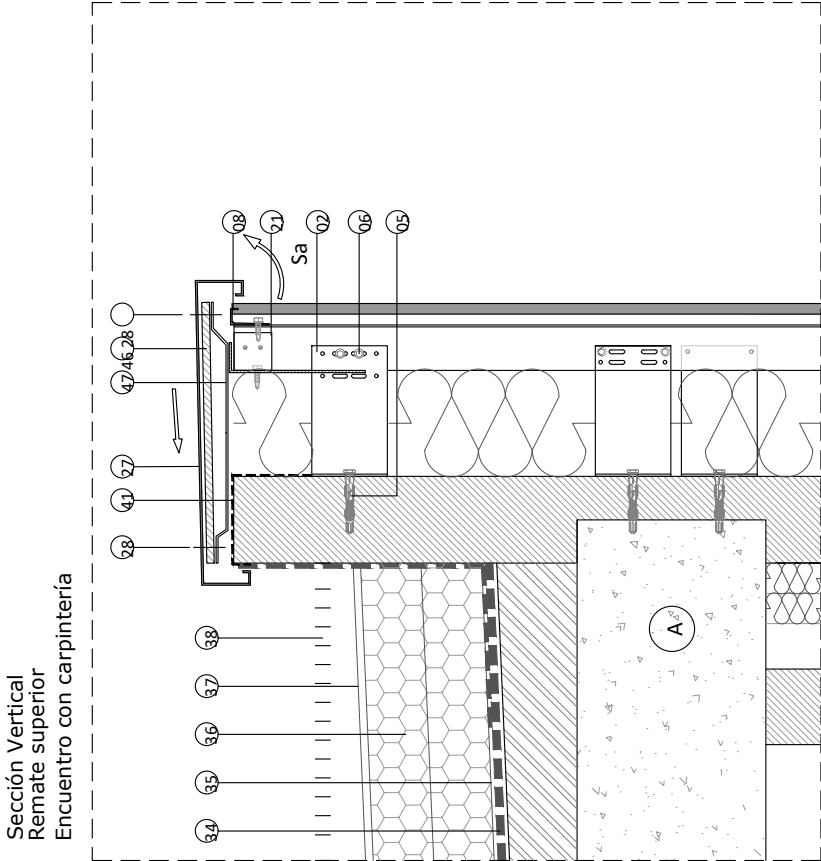
Sección Horizontal
Esquina



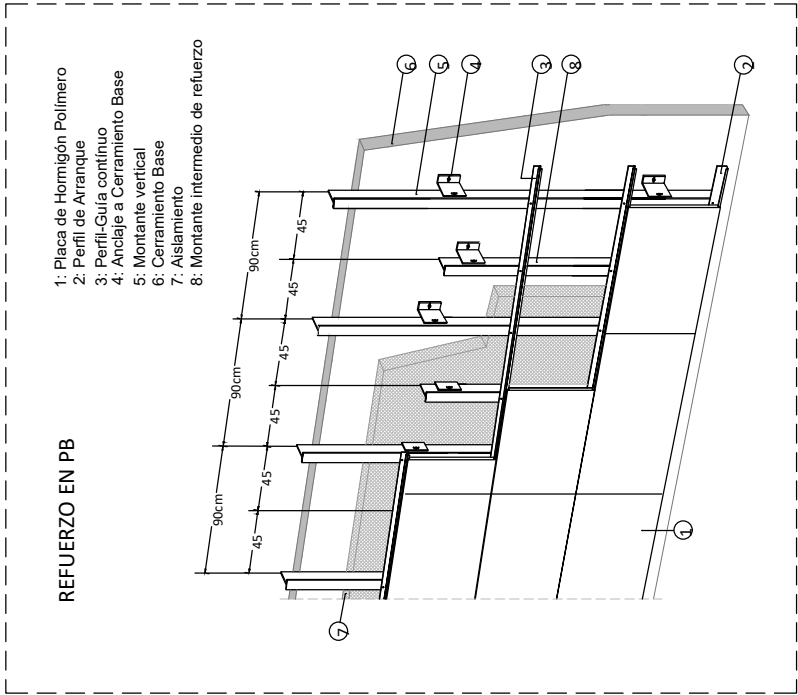
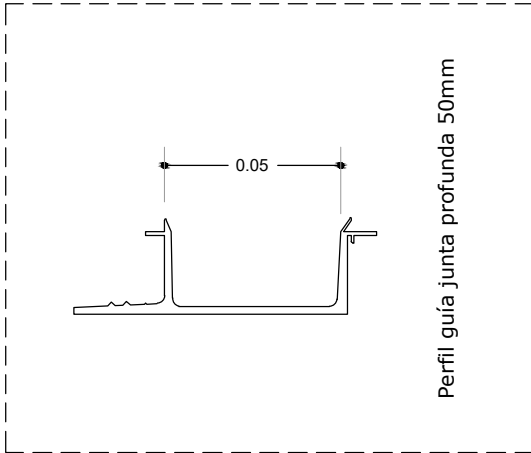
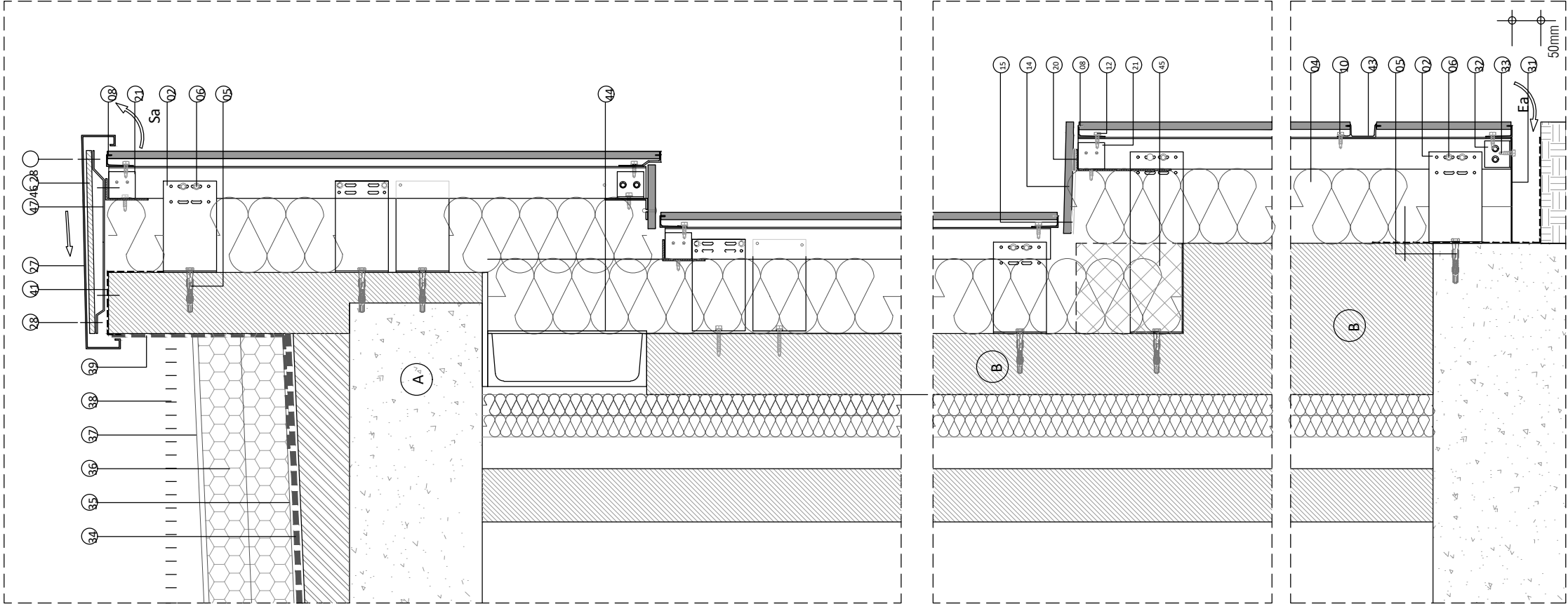
Sección Horizontal
Retranqueo en fachada

A: FORJADO DE HORMIGÓN
B: LADRILLO CARAVISTA
Sa: SALIDA DE AIRE
Ea: ENTRADA DE AIRE

- 01: Placa de Fachada de hormigón polímero ULMA.
02: Escuadra a cerramiento base y forjado.
03: Montante vertical.
04: Aislamiento térmico: 14 cm de lana mineral $\lambda=0.034$.
05: Anclaje de fijación a forjado y a cerramiento base.
06: Tornillo autorroscante de unión de montante con escuadra.
07: Perfil de arranque.
08: Perfil de arranque invertido.
09: Perfil guía continuo.
10: Tornillo autorroscante de unión de perfil guía a montante.
11: Tornillo autorroscante de unión de anclaje a perfil de arranque.
12: Tornillo autorroscante de unión de anclaje a perfil de arranque invertido.
13: Anclaje para unión de perfil de arranque invertido con montante.
14: Vienteaguas de composite.
15: Pegado elástico de vienteaguas.
16: Pegado elástico de placa de esquina sobre perfil guía.
17: Remate de esquina
18: Tornillo autorroscante de unión de perfil de esquina con perfil guía.
19: Remache.
20: Angular soporte.
21: Escuadra para unión de angular soporte con montante.
22: Tornillo autorroscante de unión de angular soporte a anclaje.
23: Dintel de hormigón polímero ULMA.
24: Pegado elástico de dintel.
25: Orificio de evacuación de aguas.
26: Mocheta de hormigón polímero ULMA.
27: Albardilla aluminio lacado 1.5mm.
28: Fijación mecánica de albardilla.
29: Pieza de bloqueo.
30: Tornillo autorroscante de unión de pieza de bloqueo a perfil guía.
31: Rejilla antioedores.
32: Escuadra para unión de rejilla antioedores a montante.
33: Tornillo autorroscante de unión de unión de rejilla antioedores a anclaje.
34: Impermeabilización existente.
35: Lámina geotextil.
36: 8+8 cm poliestireno extruido $\lambda=0.04$.
37: Lámina geotextil.
38: Capa de grava reutilizada.
39: Refuerzo impermeabilización en peto de cubierta.
40: Chapa de remate interior, aluminio lacado 1.5mm
41: Lámina de PE impermeabilizante tipo KERDI de Schlüter
42: Carpintería de aluminio STRUGAL S82RP Hoja minimalista
43: Perfil guía junta profunda 50mm
44: Chapa metálica soldada a perfil existente
45: Picado de moldura de hormigón y ladrillo caravista
46: Tablero de apoyo de albardilla, anclaje mecánico
47: Perfil omega sobre peto de cubierta, anclaje mecánico



Sección Vertical
Remate superior con retranqueo en fachada
Remate inferior con suelo



A: FORJADO DE HORMIGÓN
B: LADRILLO CARAVISTA
Sa: SALIDA DE AIRE
Ea: ENTRADA DE AIRE

- 01: Placa de Fachada de hormigón polímero ULMA.
02: Escudra a cerramiento base y forjado.
03: Montante vertical.
04: Aislamiento térmico: 14 cm de lana mineral $\lambda=0.034$.
05: Anclaje de fijación a forjado y a cerramiento base.
06: Tornillo autorroscante de unión de montante con escudra.
07: Perfil de arranque.
08: Perfil de arranque invertido.
09: Perfil guía continuo.
10: Tornillo autorroscante de unión de perfil guía a montante.
11: Tornillo autorroscante de unión de anclaje a perfil de arranque.
12: Tornillo autorroscante de unión de anclaje a perfil de arranque invertido.
13: Anclaje para unión de perfil de arranque invertido con montante.
14: Vienteaguas de composite.
15: Pegado elástico de vienteaguas.
16: Pegado elástico de placa de esquina sobre perfil guía.
17: Remate de esquina
18: Tornillo autorroscante de unión de perfil de esquina con perfil guía.
19: Remache.
20: Angular soporte.
21: Escudra para unión de angular soporte con montante.
22: Tornillo autorroscante de unión de angular soporte a anclaje.
23: Dintel de hormigón polímero ULMA.
24: Pegado elástico de dintel.
25: Orificio de evacuación de aguas.
26: Mocheta de hormigón polímero ULMA.
27: Albardilla aluminio lacado 1.5mm.
28: Fijación mecánica de albardilla.
29: Pieza de bloqueo.
30: Tornillo autorroscante de unión de pieza de bloqueo a perfil guía.
31: Rejilla antioedores.
32: Escudra para unión de rejilla antioedores a montante.
33: Tornillo autorroscante de unión de unión de rejilla antioedores a anclaje.
34: Impermeabilización existente.
35: Lámina geotextil.
36: 8+8 cm poliestireno extruido $\lambda=0.04$.
37: Lámina geotextil.
38: Capa de grava reutilizada.
39: Refuerzo impermeabilización en peto de cubierta.
40: Chapa de remate interior, aluminio lacado 1.5mm
41: Lámina de PE impermeabilizante tipo KERDI de Schlüter
42: Carpintería de aluminio STRUGAL S82RP Hoja minimalista
43: Perfil guía junta profunda 50mm
44: Chapa metálica soldada a perfil existente
45: Picado de moldura de hormigón y ladrillo caravista
46: Tablero de apoyo de albardilla, anclaje mecánico

TRABAJO DE FIN DE GRADO
ESCUELA DE INGENIERÍA DE GIPUZKOA
GRADO EN ARQUITECTURA TÉCNICA

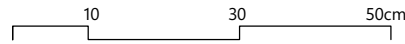


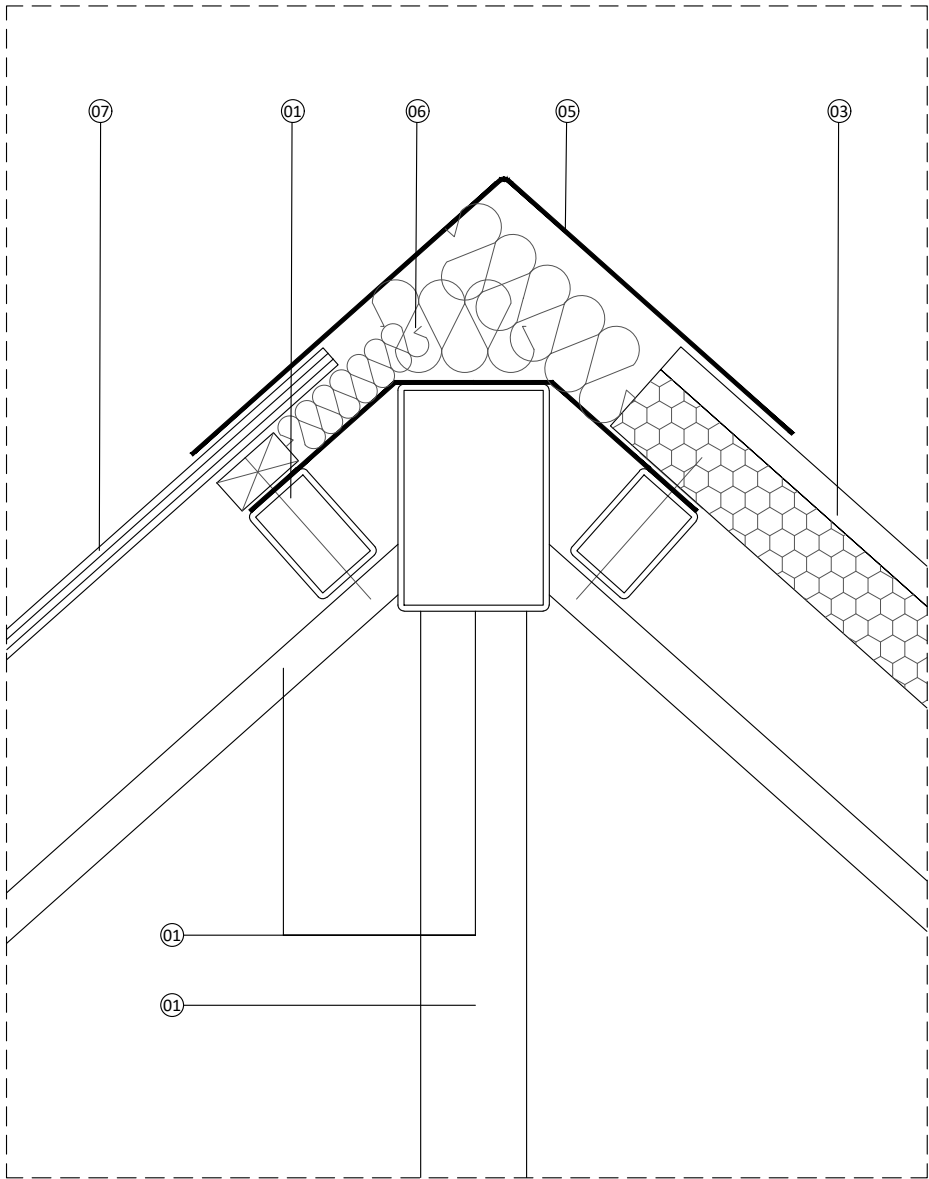
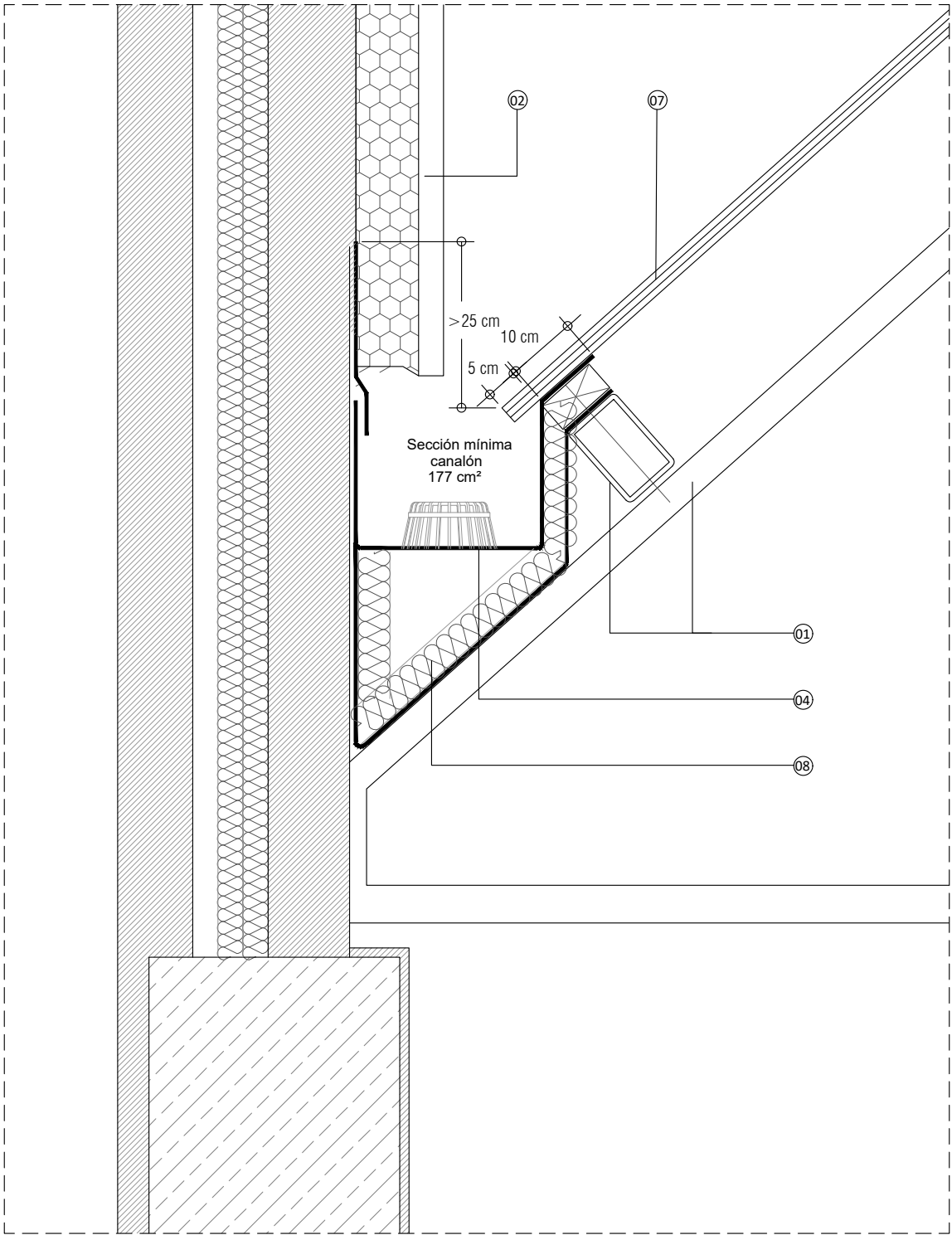
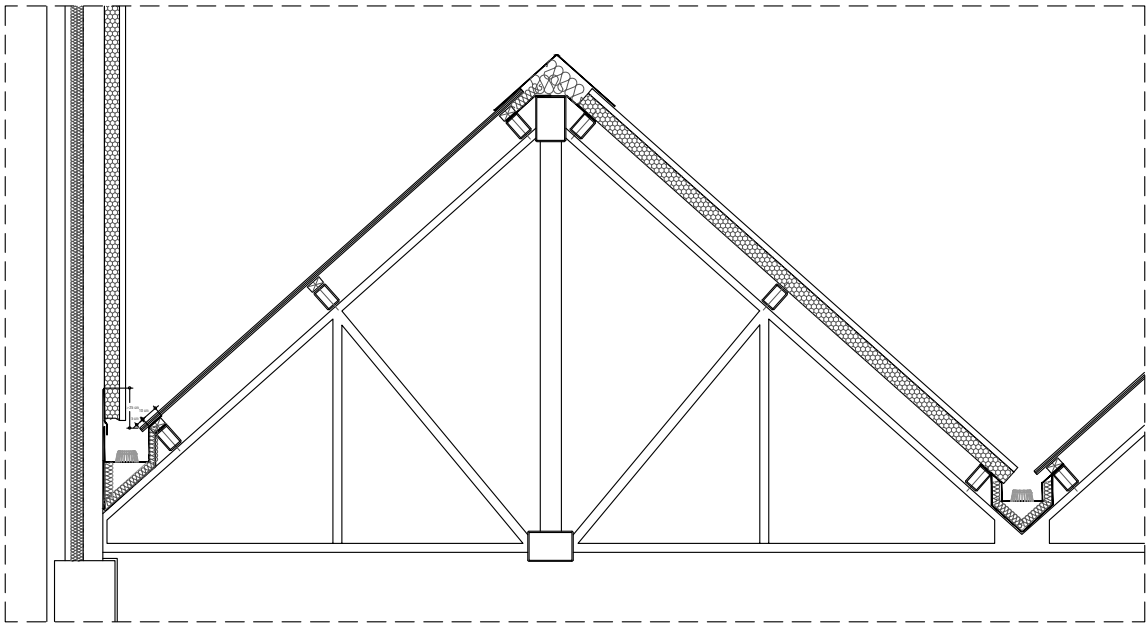
CENTRO CÍVICO JUDIMENDI

PLANOS DEL PROYECTO DE REHABILITACIÓN DEL CENTRO
CÍVICO DE JUDIMENDI, POR ARQUITECTOS ALBEROLA

NOMBRE Y APELLIDOS DEL ALUMNO/A: IRENE LARREINA MARTINEZ
NOMBRE Y APELLIDOS DEL DIRECTOR/A: MIREN ETXEBARRIA SAGASTA

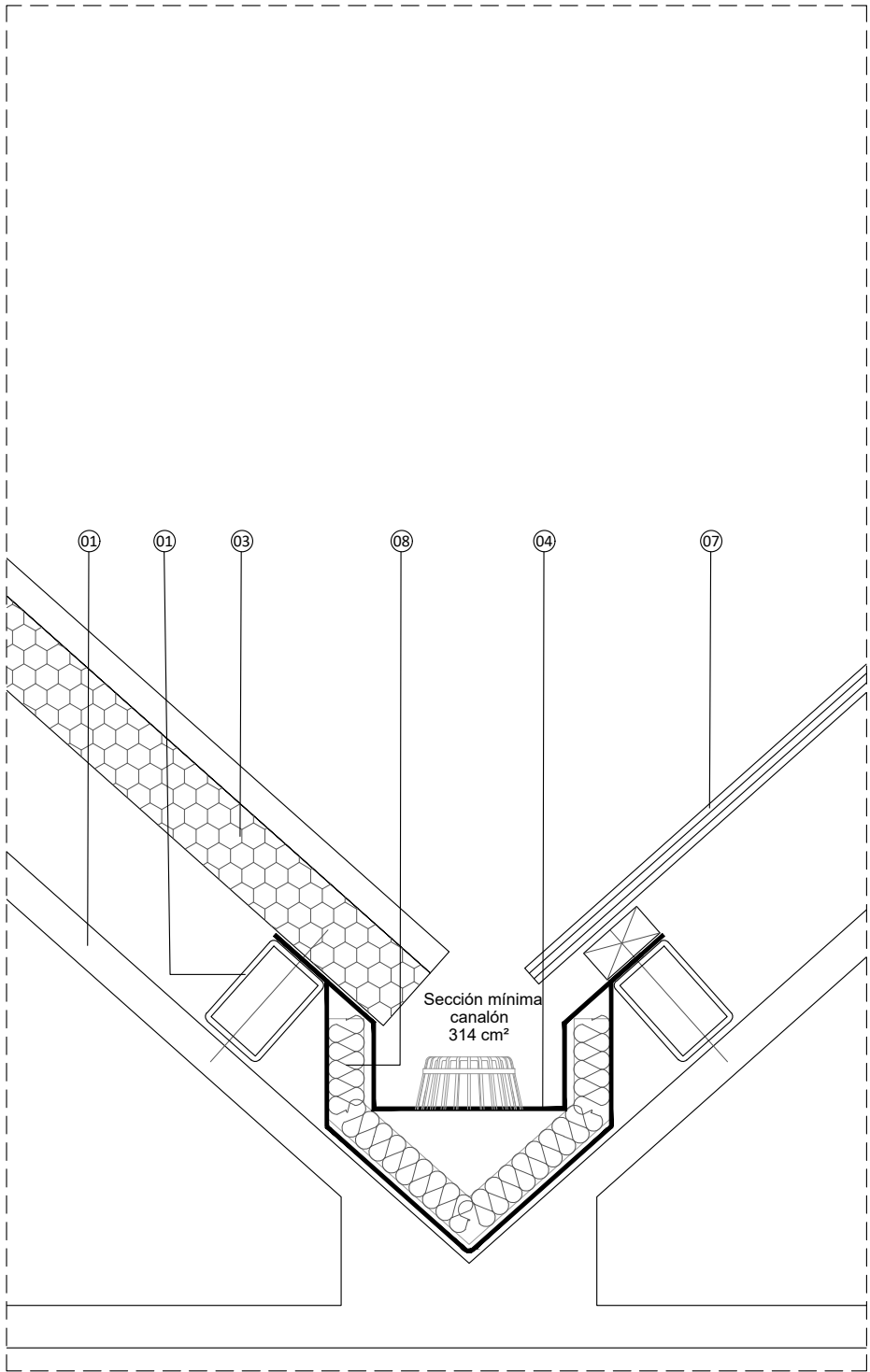
SITUACIÓN: AVENIDA DE JUDIMENDI 26, VITORIA-GASTEIZ | ESCALA: 1:10
PLANO: DETALLES CONSTRUCTIVOS 2 | FECHA: 07/09/2026





- 01: Estructura metálica cubierta
02: Panel sandwich trasdosado fachada
03: Panel sandwich acústico 10cm de lana mineral $\lambda=0.034$
04: Doble canalón de chapa de acero lacado 1.5mm
05: Remate de cumbrera chapa de acero lacado 0.6mm
06: Aislamiento térmico cubierta, lana mineral 60kg/m3 $\lambda=0.034$
07: Panel de policarbonato microcelular 30mm $U_g=1,4W/m^2K$
08: Aislamiento PIR 80mm

NOTAS:
- Los canalones dispondrán de una pendiente mínima de 1% hacia el desagüe
- Las piezas que vierten sobre ellos sobresaldrán 5 cm como mínimo
- El canalón se solapará con las piezas de cubierta 10 cm como mínimo
- La chapa de remate con paramentos verticales subirá como mínimo 25cm por encima de la cubierta



TRABAJO DE FIN DE GRADO
ESCUELA DE INGENIERÍA DE GIPUZKOA
GRADO EN ARQUITECTURA TÉCNICA UPV EHU

CENTRO CÍVICO JUDIMENDI

PLANOS DEL PROYECTO DE REHABILITACIÓN DEL CENTRO CÍVICO DE JUDIMENDI, POR ARQUITECTOS ALBEROLA

NOMBRE Y APELLIDOS DEL ALUMNO/A: IRENE LARREINA MARTINEZ
NOMBRE Y APELLIDOS DEL DIRECTOR/A: MIREN ETXEBERRIA SAGASTA

SITUACIÓN: AVENIDA DE JUDIMENDI 26, VITORIA-GASTEIZ | ESCALA: 1.10
PLANO: DETALLES CONSTRUCTIVOS 3 | FECHA: 07/09/2026

10 30 50cm

