

GRADO EN INGENIERÍA CIVIL

TRABAJO FIN DE GRADO

ESTUDIO DE EMPLAZAMIENTO Y PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN PARA UNA ESTACIÓN DE AUTOBUSES EN LEKEITIO (BIZKAIA) MEDIANTE METODOLOGÍA BIM



Estudiante: Pinto Cano, Andrea

Director/Directora: Larrauri Gil, Marcos Ignacio

Curso: 2022-2023

Fecha: Bilbao, 08, febrero, 2023

ÍNDICE

1. OBJETO DEL PROYECTO	9
2. ANTECEDENTES	9
2.1. LA LOCALIDAD DE LEKEITIO	9
2.2. COMUNICACIONES	10
2.3. USO DEL TRANSPORTE	10
2.4. SERVICIO ACTUAL.....	13
3. UBICACIÓN.....	14
4. DISTRIBUCIÓN DE LA ESTACIÓN	17
4.1. EDIFICIO DE VIAJEROS	17
4.2. ZONA DE ESPERA.....	18
4.3. CUBIERTA.....	18
4.4. DÁRSENAS.....	18
4.5. ZONA DE MANIOBRAS.....	20
4.6. ACCESOS PARA AUTOBUSES.....	21
4.7. ACCESO PARA PEATONES.....	21
4.8. ALTERNATIVA 1.....	21
4.9. ALTERNATIVA 2.....	22
4.10. ALTERNATIVA 3.....	23
4.11. ALTERNATIVA 4.....	24
4.12. DISTRIBUCIÓN DE LA ESTACIÓN.....	25
5. GEOTECNIA	26
6. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	27
6.1. APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA BIM	27
6.2. MOVIMIENTO DE TIERRAS.....	28
6.3. CIMENTACIÓN.....	28
6.4. CUBIERTA.....	30
6.5. FIRME.....	31
6.6. EDIFICIO DE VIAJEROS.....	32
ASEOS:	32
CAFETERÍA:.....	32

ZONA DE ESPERA INTERIOR:.....	33
SALA DE MAQUINAS:	33
6.7. INSTALACIONES.....	33
6.7.1. ILUMINACIÓN.....	33
6.7.2. INSTALACIÓN ELÉCTRICA.....	34
6.7.3. SUMINISTRO DE AGUA.....	35
6.7.4. SANEAMIENTO	35
6.7.5. CLIMATIZACIÓN.....	35
7. PLAN DE OBRA	36
7.1. DURACIÓN DE LAS TAREAS	36
8. RESUMEN DE PRESUPUESTO.....	37
8.1. PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL.....	37
8.2. PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN POR CONTRATA	38
8.3. PRESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN.....	38
8.4. PRESUPUESTO PARA CONOCIMIENTO DE LA ADMINISTRACIÓN	38
9. SEGURIDAD Y SALUD.....	39
10. DOCUMENTOS QUE INTEGRAN EL PROYECTO	39
11. NORMATIVA.....	40
12. BIBLIOGRAFÍA.....	42
12.1 PAGINAS WEB.....	42
12.2. ARTÍCULOS	42
12.3. PROYECTOS	42
12.4. PROGRAMAS INFORMÁTICOS	42
ANEJO 1. EMPLAZAMIENTO.....	44
1. INTRODUCCIÓN	44
2. LA LOCALIDAD DE LEKEITIO	44
ALTERNATIVAS DE EMPLAZAMIENTO.....	46
2.1. Ubicación actual	46
2.2. Parcela en Iñigo Artieta.....	48
2.3. Calle Carlos Solano	49
2.4. Calle Pietate.....	50
3. CRITERIOS DE SELECCIÓN.....	51

Valores de los parámetros considerados	53
3.1. Cálculo del tiempo de recorrido.....	53
4. RESULTADOS.....	55
5. EMPLAZAMIENTO DE LA OBRA.....	56
ANEJO 2. ESTUDIO GEOTÉCNICO	58
1. INTRODUCCIÓN	58
2. GEOLOGÍA.....	58
2.1. METODOLOGÍA.....	58
2.2. ENCUADRE GEOLÓGICO.....	58
2.3. TECTÓNICA.....	60
2.4. GEOMORFOLOGÍA	61
2.5. SISMICIDAD	61
3. ENSAYOS Y PROPIEDADES GEOTÉCNICAS DE LOS MATERIALES.....	62
3.1. TRABAJOS DE CAMPO	62
3.2. TRABAJOS DE LABORATORIO.....	65
4. CARACTERIZACIÓN GEOTÉCNICA.....	67
4.1. UNIDAD GEOTÉCNICA I: RELLENOS ANTRÓPICOS.....	67
4.2. UNIDAD II: ARENAS LIMOSAS (aluvial)	68
4.3. UNIDAD III: MACIZO ROCOSO (calizas micríticas)	71
5. RECOMENDACIONES GEOTÉCNICAS	72
5.1. EXCAVABILIDAD	72
5.2. MOVIMIENTO DE TIERRAS	73
6. SOLUCIONES CONSTRUCTIVAS	73
ANEJO 3. MOVIMIENTO DE TIERRAS	75
1. TRABAJOS PREVIOS	75
2. EXCAVACIÓN.....	75
2.1. VOLUMEN DE TIERRAS EXCAVADO	75
3. RETIRADA A VERTEDERO	76
4. RELLENO DEL TERRENO.....	76
ANEJO 4. PLAN DE OBRA.....	76
ANEJO 5. ESTRUCTURA.....	77
1. INTRODUCCIÓN	77

2.	NORMATIVA.....	78
3.	BASES DE CALCULO	79
3.1.	ESTADOS LÍMITE	79
3.2.	SITUACIONES DE PROYECTO	79
3.3.	ACCIONES.....	82
3.4.	HIPÓTESIS DE CARGA.....	84
4.	MATERIALES.....	87
4.1.	ACERO ESTRUCTURAL.....	87
4.2.	HORMIGÓN ESTRUCTURAL	87
4.3.	HORMIGÓN DE LIMPIEZA.....	88
5.	GEOMETRÍA.....	88
5.1.	NUDOS	88
5.2.	BARRAS	90
5.3.	UNIONES.....	97
6.	CIMENTACIÓN.....	229
6.1.	ELEMENTOS DE LA CIMENTACIÓN.....	229
6.2.	COMPROBACIONES.....	229
	ANEJO 6. FIRME.....	300
1.	INTRODUCCIÓN	300
2.	NORMATIVA.....	300
3.	ELECCIÓN DEL FIRME	300
3.1.	CONDICIONANTES	300
3.2.	CATEGORÍA DE TRÁFICO	301
3.3.	EXPLANADA	301
3.4.	SECCIÓN DE FIRME.....	303
	ANEJO 7. SUMINISTRO DE AGUA	309
1.	INTRODUCCIÓN	309
2.	NORMATIVA.....	309
3.	DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN	309
3.1.	ACOMETIDA	309
4.	CÁLCULOS	311
4.1.	BASES DE CÁLCULO.....	311

4.2.	DIMENSIONADO	316
4.3.	REPRESENTACIÓN 3D DE LA INSTALACIÓN.....	318
ANEJO 8. SANEAMIENTO		321
1.	INTRODUCCIÓN	321
2.	NORMATIVA.....	321
3.	DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN	321
3.1.	TUBERÍAS PARA AGUAS RESIDUALES	321
3.2.	TUBERÍAS PARA AGUAS PLUVIALES	322
3.3.	TUBERÍAS PARA AGUAS MIXTAS.....	322
4.	CÁLCULOS	323
4.1.	BASES DE CÁLCULO.....	323
5.	Dimensionado.....	332
5.1.	RED DE AGUAS RESIDUALES.....	332
5.2.	RED DE AGUAS PLUVIALES	335
5.3.	COLECTORES MIXTOS.....	337
ANEJO 9. CLIMATIZACIÓN		338
1.	INTRODUCCIÓN	338
2.	EXIGENCIAS BÁSICAS.....	338
3.	CUMPLIMIENTO DE LA NORMATIVA RITE	339
3.1.	EXIGENCIAS DE BIENESTAR E HIGIENE	339
3.2.	EXIGENCIA DE EFICIENCIA ENERGÉTICA	341
3.3.	RECUPERACIÓN DE ENERGÍA.....	348
3.4.	EXIGENCIAS DE SEGURIDAD	349
3.5.	CÁLCULO DE LA INSTALACIÓN	351
4.	REPRESENTACIÓN 3D	364
ANEJO 10. INSTALACIÓN ELÉCTRICA.....		365
1.	INTRODUCCIÓN	365
2.	NORMATIVA.....	365
3.	POTENCIA TOTAL PREVISTA PARA LA INSTALACIÓN	366
4.	DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN	367
4.1.	CAJA GENERAL DE PROTECCIÓN	367
4.2.	DERIVACIONES INDIVIDUALES.....	367

4.3.	INSTALACIONES INTERIORES O RECEPTORAS	368
4.4.	AGUA CALIENTE SANITARIA Y CLIMATIZACIÓN	369
5.	BASES DE CÁLCULO	370
5.1.	SECCIÓN DE LAS LÍNEAS.....	370
5.1.1.	SECCIÓN POR INTENSIDAD MÁXIMA ADMISIBLE O CALENTAMIENTO	371
5.1.2.	SECCIÓN POR CAÍDA DE TENSIÓN.....	372
5.1.3.	SECCIÓN POR INTENSIDAD DE CORTOCIRCUITO	374
5.2.	CÁLCULO DE LAS PROTECCIONES.....	376
5.3.	CÁLCULO DE LA PUESTA A TIERRA	381
6.	CÁLCULOS	382
6.1.	Distribución de fases	382
6.2.	Cálculos.....	382
7.	PARARRAYOS.....	387
7.1.	CÁLCULO DE LA FRECUENCIA ESPERADA DE IMPACTOS (NE)	387
7.2.	CÁLCULO DEL RIESGO ADMISIBLE (NA).....	387
7.3.	VERIFICACIÓN.....	388
7.4.	DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN	388
7.4.1.	Nivel de protección	388
7.4.2.	Descripción del sistema externo de protección frente al rayo.....	388
	ANEJO 11. ILUMINACIÓN.....	389
1.	INTRODUCCIÓN	389
2.	NORMATIVA.....	389
3.	MÉTODO DE CÁLCULO	389
4.	ILUMINACIÓN INTERIOR	390
4.1.	ZONA DE ESPERA/CAFETERÍA.....	391
4.2.	ASEOS.....	395
4.3.	COCINA /DESPENSA.....	407
4.4.	ESPACIO PARA SISTEMAS ELÉCTRICOS/SALA DE MAQUINAS.....	411
5.	CURVAS FOTOMÉTRICAS	415
5.1.	TIPOS DE LUMINARIA (ALUMBRADO NORMAL)	415
5.2.	TIPOS DE LUMINARIA (ALUMBRADO DE EMERGENCIA)	418
	ANEJO 12. PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS	418

1.	INTRODUCCIÓN	418
2.	NORMATIVA.....	418
3.	RESISTENCIA AL FUEGO DE LA ESTRUCTURA.....	419
4.	PROPAGACIÓN EN INTERIORES.....	419
4.1.	COMPARTIMENTACIÓN EN SECTORES DE INCENDIO	419
5.	PROPAGACIÓN EN EXTERIORES.....	422
5.1.	MEDIANERÍAS Y FACHADA	422
6.	EVACUACIÓN DE OCUPANTES.....	423
6.1.	CÁLCULO DE LA OCUPACIÓN	423
6.2.	CÁLCULO DE LOS MEDIOS DE EVACUACIÓN	426
7.	INSTALACIONES DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS	426
7.1.	SEÑALIZACIÓN DE LAS INSTALACIONES MANUALES DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS.....	428
8.	INTERVENCIONES	428
ANEJO 13. ACCESIBILIDAD		429
1.	INTRODUCCIÓN	429
2.	NORMATIVA.....	429
3.	DEFINICIONES.....	430
4.	GRUPOS DE PERSONAS CON DIFICULTADES PARA LA ACCESIBILIDAD.....	431
4.1.	AMBULANTES.....	431
4.2.	PERSONAS USUARIAS DE SILLAS DE RUEDAS	432
4.3.	SENSORIALES	432
4.4.	OTROS GRUPOS	432
5.	SILLAS DE RUEDAS, BASTONES, MULETAS O ANDADORES.....	432
5.1.	SILLAS DE RUEDAS DE TIPO ESTÁNDAR DE ACCIONAMIENTO MANUAL	432
5.2.	SILLAS DE RUEDAS DE FUNCIONAMIENTO ELÉCTRICO	433
6.	CUMPLIMIENTO DE LA NORMATIVA.....	433
6.2.	CONDICIONES FUNCIONALES.....	433
6.3.	DOTACIÓN DE ELEMENTOS ACCESIBLES.....	434
6.4.	MEDIDAS FUNCIONALES.....	436
6.5.	ELEMENTOS URBANOS.....	439
6.6.	ACCESOS	442

ANEJO 14. EXPROPIACIONES.....	444
ANEJO 15. APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA BIM	444
1. OBJETO	444
2. METODOLOGÍA BIM.....	444
3. METODOLOGÍA BIM APLICADA.....	446
3.1. INTRODUCCIÓN EN EL MUNDO BIM.....	446
3.2. INTEGRACIÓN DE TODAS LAS PARTES EN EL PROYECTO	447
3.3. DESARROLLO DEL PROYECTO.....	447

1. OBJETO DEL PROYECTO

El objeto de proyecto es el diseño y construcción de una estación de autobuses para la localidad de Lekeitio en el municipio de Bizkaia. El proyecto abarca desde la elección del emplazamiento hasta el diseño de la construcción e instalaciones utilizando la metodología BIM.

2. ANTECEDENTES

2.1. LA LOCALIDAD DE LEKEITIO

Lekeitio es un municipio y localidad de la provincia de Bizkaia, en la comunidad autónoma del País Vasco, España. Situado en la comarca de Lea Artibai y cuenta con una población de 7228 habitantes. Ostenta los títulos de "Noble y Leal Villa". Situada a orillas del golfo de Bizkaia en la cornisa cantábrica, Lekeitio tiene un paisaje adornado con la isla de San Nicolás y la ría del Lea, con dos amplias playas que hacen que la tradicional fuente económica, la pesca, sea sustituida por el turismo. La extensión del municipio es de 1,90 km².

Situada en el noroeste de la comarca y en el litoral oriental de la provincia, la villa de Lekeitio se abre al mar en una pequeña bahía que tiene en su centro la isla de San Nicolás, isla a la que se puede llegar andando con la marea baja. El río Lea, que se convierte en ría en la desembocadura, separa a Lekeitio de la vecina anteiglesia Mendexa. Tanto la ría como la playa han sido aprovechados por los vecinos de la villa. En la ría ha habido, y aún queda alguno, astilleros de ribera.

Lekeitio limita con el mar al norte, y con los siguientes municipios, al sur y al oeste con Ispáster y al este con Mendexa.

La pesca fue una actividad fundamental en la villa desde su creación. La organización de la actividad pesquera estaba regulada por las ordenanzas de mareantes y controlada por la Cofradía de pescadores de San Pedro. Tan importante era esta que tenía el derecho de elegir un alcalde que ejercía junto a un elegido por el resto de la población de la villa.

El desarrollo de las actividades marítimas favoreció el establecimiento de toda una industria dedicada a la construcción y reparación naval, cuyos últimos restos se pueden apreciar aún a comienzos del siglo XXI.

Para el año 1381 ya existía un puerto que, entonces, estaba situado en la zona de la ría del Lea. En el siglo XV se construyó el actual puerto, que sería, posteriormente reformado con la construcción de nuevos muelles y un malecón, destinado a evitar la entrada de arena. Hasta finales del siglo XIX o principios del siglo XX no se resolvería la problemática portuaria.

2.2. COMUNICACIONES

Las principales vías de comunicación son la carretera provincial BI-3405, que enlaza la villa con la carretera BI-633 que la comunica por el valle del Artibai al núcleo principal de comunicaciones, que es la carretera nacional N-634 y la autopista A-8, que la une con Bilbao (capital de la provincia a 68 km si se va por esta carretera); y por otra parte la carretera BI-2238, que une la villa costera con Guernika y Luno (a 22 km), y con Amorebieta-Echano a través de la BI-635 por el alto de Autzagane. Allí en Amorebieta-Echano, se conecta con la autopista A-8 y con la N-634. Por esta carretera, Bilbao queda a 54 km de Lekeitio. Para ir a San Sebastián, capital de la vecina provincia de Guipuzkoa (que queda a 72 km), hay que coger la carretera que va dirección a Ondárroa. La BI-633 también comunica Ondárroa por la costa, con Deba.

Desde Ondárroa se puede llegar a Lekeitio utilizando la costera BI-638. El valle del Lea queda comunicado con la villa de Lekeitio por la carretera provincial BI-3447.

Para acceder al ferrocarril hay que desplazarse hasta Guernika y Luno, Deba o hasta Matiena o Durango.

2.3. USO DEL TRANSPORTE

Los siguientes gráficos representan el uso del transporte de la población objeto de estudio.

Frecuencia del uso del autobús para realizar trayectos desde Lekeitio:

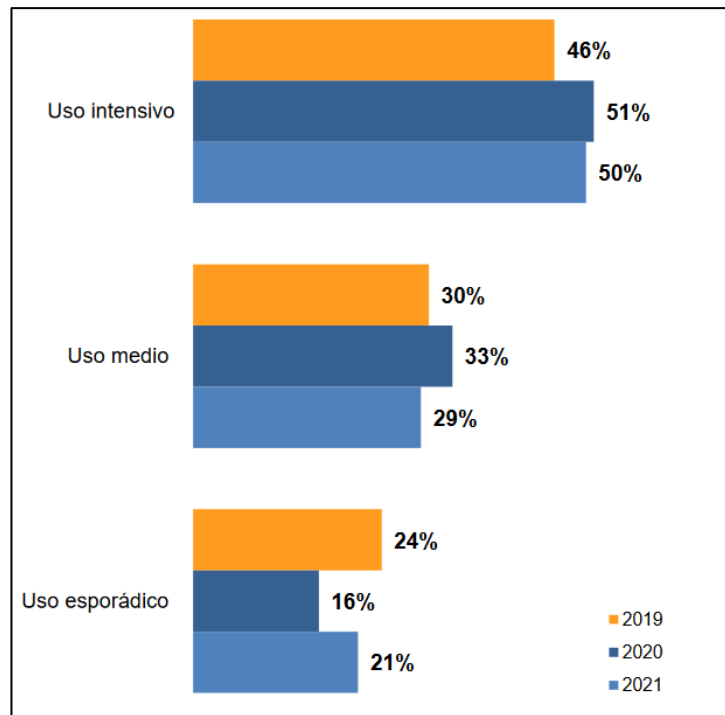


Figura 1. Frecuencias de uso. Fuente: Bizkaibus

La mayoría de la población recurre a este servicio para desplazarse a las localidades cercanas.

A continuación, se representan los motivos de estos desplazamientos.

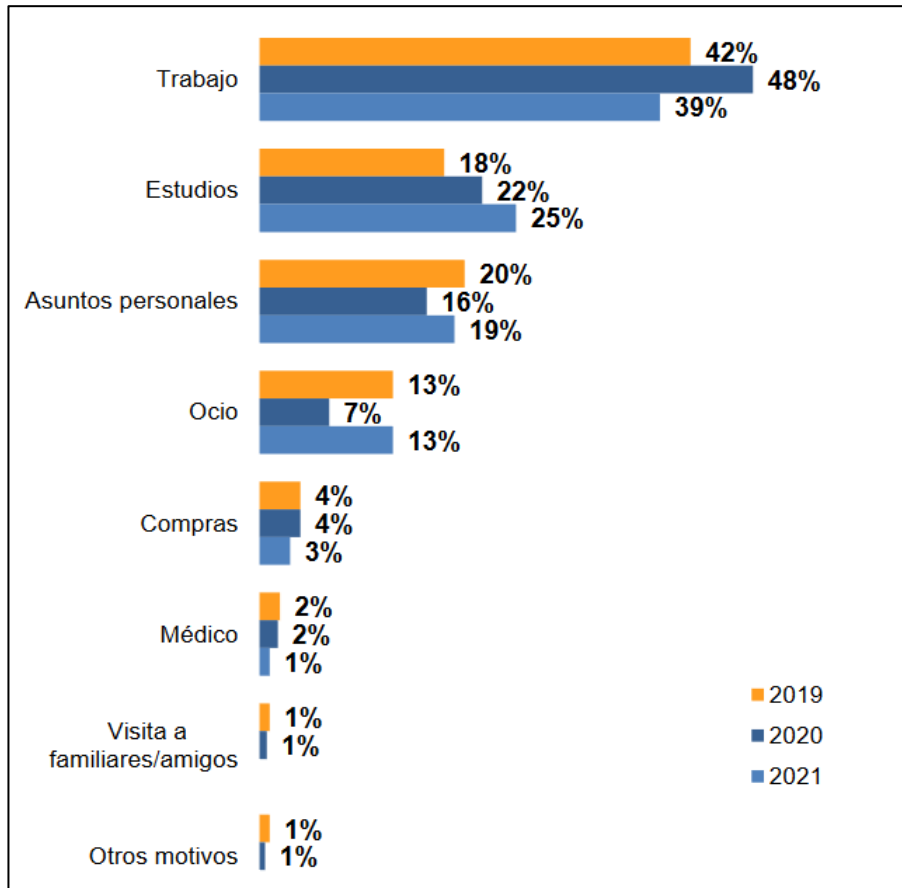


Figura 2. Motivos de desplazamiento.

Fuente: Bizkaibus

Los desplazamientos al trabajo son el motivo principal seguido por los desplazamientos a centros escolares. Los viajes por ocio se incrementan de forma considerable durante el verano debido al turismo de la zona, este factor no se ve reflejado en las gráficas, pero ha de tenerse en cuenta.

Entre los desplazamientos por trabajo y estudios a lo largo del año suman más del 50% de los usuarios del servicio por lo que este es más solicitado entre semana. Datos reflejados en la siguiente gráfica:

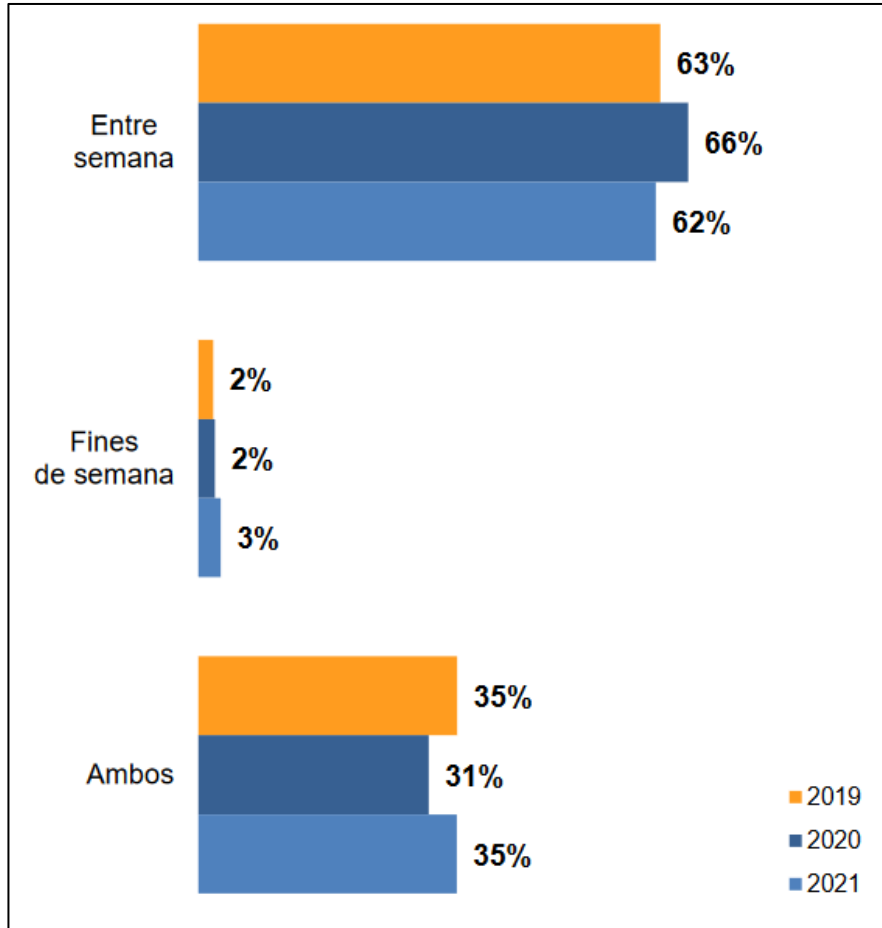


Figura 3. Cuando se usa el servicio de autobús.

Fuente: Bizkaibus

Por último, se expone un gráfico sobre como suelen utilizar el servicio los clientes:

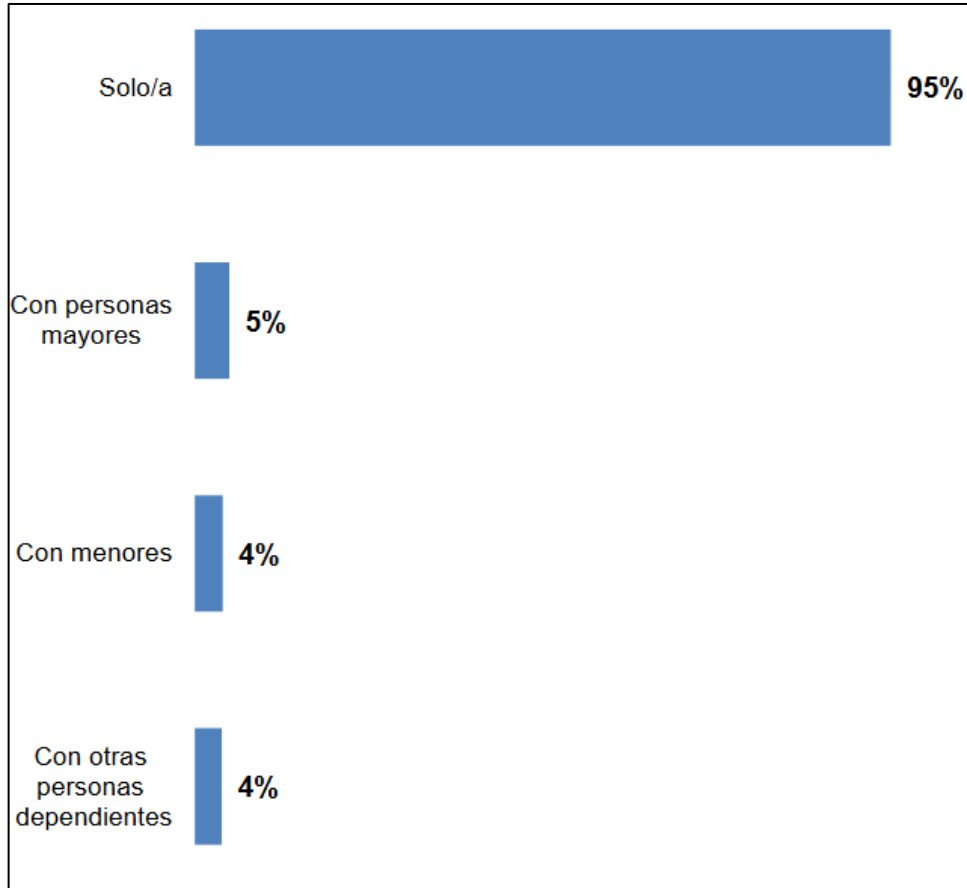


Figura 4. Uso del servicio.

Fuente: Bizkaibus

2.4. SERVICIO ACTUAL

Actualmente Lekeitio no cuenta con una estación sino con una parada en la calle Letraukua Kalea, cerca del centro médico y las escuelas de la zona. La parada tiene capacidad para albergar solamente 2 autobuses a la vez por lo que no es suficiente para el nivel de pasajeros de la zona. Además, al ser Lekeitio el final de muchas rutas se necesita un espacio disponible en el que los autobuses puedan estar estacionados durante ciertos periodos de tiempo hasta que vuelvan a salir.

La parada cuenta con 2 accesos, uno desde Letraukua kalea y otro desde Paseo de Pascual Abaro además de una salida a esta misma calle.



Figura 5. Parada actual

3. UBICACIÓN

Para la selección del emplazamiento en el que se ubicará la estación de autobuses se han estudiado 4 alternativas:

- Zona de parada actual de autobús
- Parcela en Iñigo Artieta
- Calle Carlos Solano
- Calle Pietate

Zona de parada actual de autobuses

El emplazamiento actualmente ocupa una superficie de -515.47m^2 - que se encuentra en la zona de entrada al casco urbano, con posibilidad de aumentar a -1453.40m^2 -.

Carece de infraestructuras y es de difícil tránsito para los autobuses a pesar de estar cerca de una de las vías de principal tránsito.

Parcela en Iñigo Artieta

Antiguo solar actualmente en desuso cercano a puntos de interés como residencias, aparcamientos y escuelas.

Emplazamiento con una superficie de -2427.27m^2 - cercano a una vía de tránsito principal y un terreno con poco desnivel.

Se debe de considerar que requiere la expropiación de la parcela y la demolición de construcciones.

Calle Carlos Solano

Emplazamiento con una superficie de -1067.30m^2 - cercano a la zona centro, pero con un peor acceso por las viviendas que lo rodean y mayor desnivel frente a las otras alternativas.

Se debe de considerar que requiere la expropiación de la parcela.

Calle Pietate

Emplazamiento con una superficie de -2150m^2 - formada por dos parcelas no edificadas en la zona norte de la localidad, zona en la que se están realizando nuevas viviendas.

Actualmente los accesos a esta zona dificultan el tránsito de vehículos.

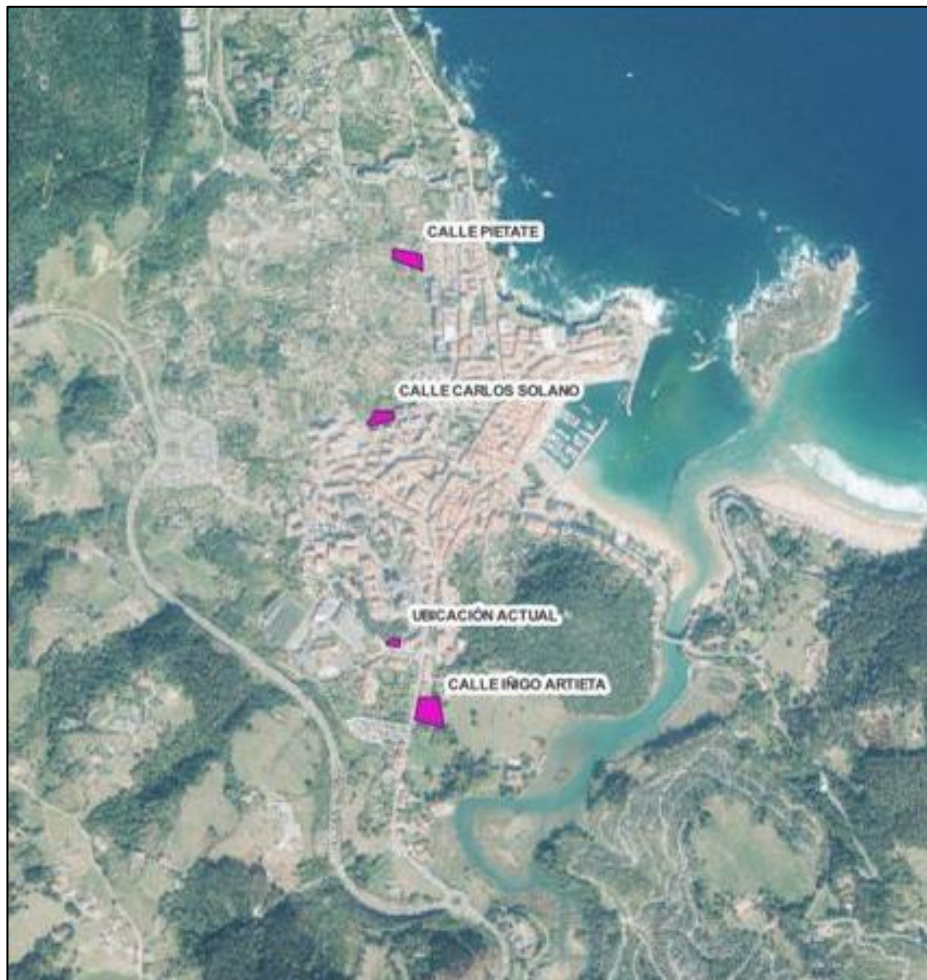


Figura 6. Ortofoto de Lekeitio y posibles emplazamientos.

La selección del emplazamiento se ha realizado mediante el método de la suma ponderada para un resultado más objetivo empleando 6 criterios:

Criterios considerados:

Área 30%

El área es un criterio fundamental para este tipo de proyectos ya que influye directamente en el diseño de la estación. Una mayor superficie implica una estación con más opciones de mejora en cuanto a calidad y servicios.

Forma 20%

La forma de la parcela afecta directamente al diseño de la estación, pero este también puede adaptarse para un mejor aprovechamiento del terreno. Se valora una parcela poco angulosa y de superficie con poca diferencia de cotas.

Accesibilidad 20%

La nueva ubicación ha de tener una buena accesibilidad tanto para vehículos como para peatones, este criterio tiene en cuenta ambas cosas.

La accesibilidad para peatones se evalúa mediante el tiempo de recorrido calculado con el programa QGIS que ocupan los habitantes desde distintos puntos de la localidad.

Para la accesibilidad de los vehículos se valora el número de entradas y salidas disponibles en cada ubicación.

Económico 20%

El criterio económico es importante en todo tipo de proyectos, a pesar de tratarse de un servicio público del que no se pretende obtener beneficio económico alguno se le ha dado un peso relevante para que la propuesta sea más competitiva.

En este caso se valorarán las expropiaciones y demoliciones necesarias. Como se desconocen aún los costes que supondrán, se valorará de forma proporcional al área expropiada y/o demolida.

Plazo de ejecución 10%

Es el único criterio cuyas valoraciones se asignarán de forma arbitraria sin ningún razonamiento matemático. Representa el plazo de ejecución de la obra y el tiempo que puede tardar en comenzar.

La siguiente tabla muestra los resultados de las valoraciones en cada alternativa de emplazamiento según los criterios considerados:

	UBICACIÓN ACTUAL	C/IÑIGO ARTIETA	C/CARLOS SOLANO	C/PIETATE
AREA	2,9068	4,85454	2,1346	4,3
FORMA	6,18362832	8,89240182	4,6899168	7,82577044
ACCESIBILIDAD	9,97619048	9,47619048	9,47619048	9,47619048
ECONÓMICO	9,718375	9,67439	9,22858	10
PLAZO DE EJECUCIÓN	6	9	2	7
SUMA PONDERADA	6,95699876	8,37950446	5,50585746	7,72039218

Según los resultados obtenidos el proyecto se realizará en la ubicación de la calle Iñigo Artieta sustituyendo a la parada actual por una estación completa.

4. DISTRIBUCIÓN DE LA ESTACIÓN

El emplazamiento que ha obtenido la mejor valoración de entre las propuestas cuenta con la mayor superficie por lo que la distribución de la estación no está condicionada por el espacio de la parcela.

La futura estación contará con los siguientes elementos:

4.1. EDIFICIO DE VIAJEROS

El edificio albergará los servicios de cafetería, aseos, oficina de información y compra de billetes además de pantallas informativas de las salidas y llegadas de los autobuses.

El tamaño del que se dispone depende directamente de la distribución de la estación ya que se priorizará la zona de dársenas.

La distribución interior del edificio de viajeros se describirá en el apartado 6.6. EDIFICIO DE VIAJEROS.

4.2. ZONA DE ESPERA

La zona de espera estará próxima a las dársenas y contará con una cubierta para proteger a los usuarios de la lluvia y el sol.

La zona de espera debe tener una superficie suficiente para acoger al número de viajeros que coincidan en el momento más concurrido del día y para el mobiliario urbano (banco, papeleras...) que se colocará para una mayor comodidad y favorecer la accesibilidad.

La zona de espera ha de ser una sola con acceso a todas las dársenas para evitar el paso de peatones en las zonas de tránsito de vehículos. En la ubicación actual para acceder a las dársenas hay que cruzar la zona de tránsito de los autobuses lo que incrementa el riesgo de accidente.

4.3. CUBIERTA

Cubrirá la zona de espera exterior. La superficie cubierta será aproximadamente la misma que la zona de espera, teniendo una geometría similar en planta (no tienen por qué ser iguales). La forma de la cubierta no se considerará para optar por un diseño de la estación, ya que depende de la forma de la zona de espera.

4.4. DÁRSENAS

La estación contará con 6 dársenas. Se ha escogido ese número de dársenas a partir del número máximo de buses que pueden coincidir en un mismo momento, que se ha calculado a partir de los horarios de salida y llegada las líneas regulares que pasan por Lekeitio. Se han sumado algunas dársenas más para los autobuses que llegan a final de ruta y se estacionan por unos periodos de tiempo mayores.

La siguiente imagen muestra las dimensiones de los vehículos de mayor tamaño que sirven de referencia para el dimensionamiento de las dársenas.

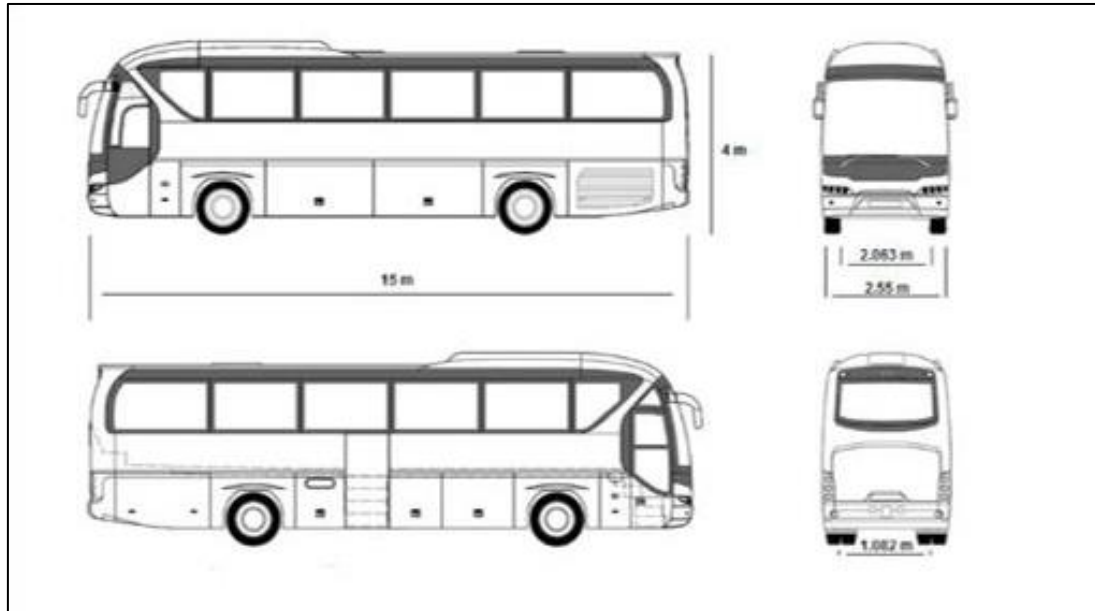


Figura 7. Dimensiones del vehículo de referencia.

En base a este vehículo de referencia y a la normativa las dimensiones de las dársenas serán las siguientes ya que como mínimo la anchura de la dársena ha de ser de 3m siendo 1.70m el mínimo utilizable no valido en este caso. Finalmente se ha optado por los 3m de anchura.

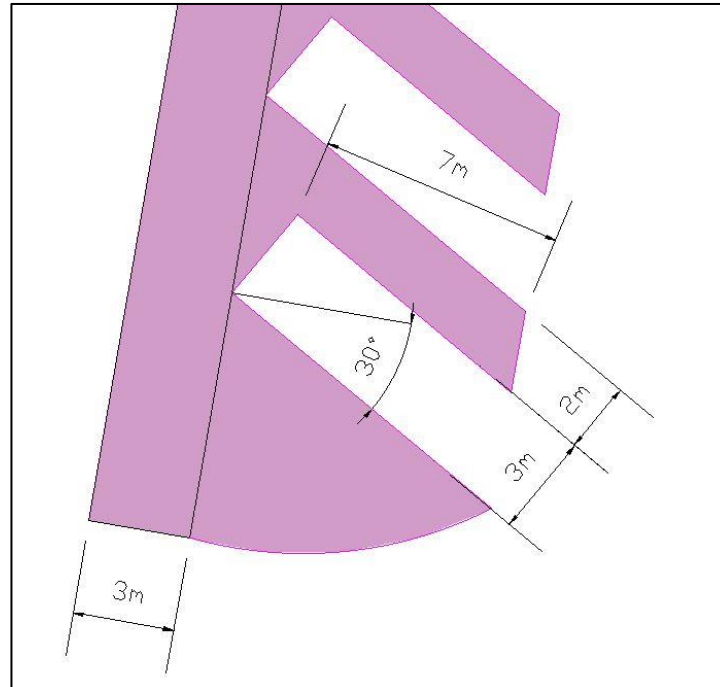


Figura 8. Dimensiones de las dársenas.

Dentro de las disposiciones posibles se ha elegido la que dispone las dársenas inclinadas 30° respecto de la zona de tránsito para facilitar las entradas y salidas de los vehículos y aportar mayor visibilidad al conductor en las maniobras.

La distancia de 2 metros entre buses contiguos es la medida más extendida, aunque puede ser más pequeña en caso de necesidad.

4.5. ZONA DE MANIOBRAS

Formada por la superficie en la que circulan los vehículos dentro de la estación y realizan las maniobras para entrada y salida de la misma.

La distancia libre mínima tras el autobús una vez situado en la dársena está condicionada por el ángulo de la misma. Es la distancia entre la parte trasera del autobús y el obstáculo más próximo. Cuanto mayor sea el ángulo de inclinación menor es la distancia necesaria.

Para los cálculos de la distancia mínima una vez más se ha utilizado el vehículo de referencia de 15m de largo y 3m de ancho.

4.6. ACCESOS PARA AUTOBUSES

El emplazamiento de la estación es colindante a una de las principales vías de tránsito de la localidad por lo que constara de una entrada y una salida a esta misma vía.

En la zona de acceso y salida a la estación el desnivel es nulo por lo que estas maniobras carecerán de dificultad favoreciendo una buena circulación.

4.7. ACCESO PARA PEATONES

Se debe facilitar el acceso a los peatones por lo que se acondicionará la entrada con una acera que de acceso a la estación y pasos de cebra para facilitar el paso desde el otro lado de la calle. La necesidad de acondicionar el paso de peatones desde el otro lado de la calle se debe a que en esta se encuentran puntos de interés como la residencia de la tercera edad o el parking principal.

La estación carecerá de escaleras debido a que el desnivel en la parcela es prácticamente nulo, en las zonas de acceso si es necesario se colocarán rampas siempre de menos de un 6% de pendiente.

En base a todo lo mencionado anteriormente se han evaluado 4 alternativas para la distribución de la estación. Estas alternativas se han realizado suponiendo una forma rectangular en la parcela para simplificar el estudio de las alternativas. Los ángulos de la parcela real no son totalmente rectos.

4.8. ALTERNATIVA 1

El edificio de viajeros se situará en la parte trasera de la parcela dividiéndola en dos dejando a cada lado el espacio suficiente para 3 dársenas y la circulación de los autobuses.

Con esta distribución se ve facilitada la salida de los autobuses, pero se dificulta ligeramente el acceso debido a las maniobras necesarias para entrar en las dársenas. Los pasajeros accederían a los autobuses desde la zona central de la estación sin necesidad de entrar en el edificio de viajeros si no lo necesitan. El área del edificio de viajeros es de 400m².

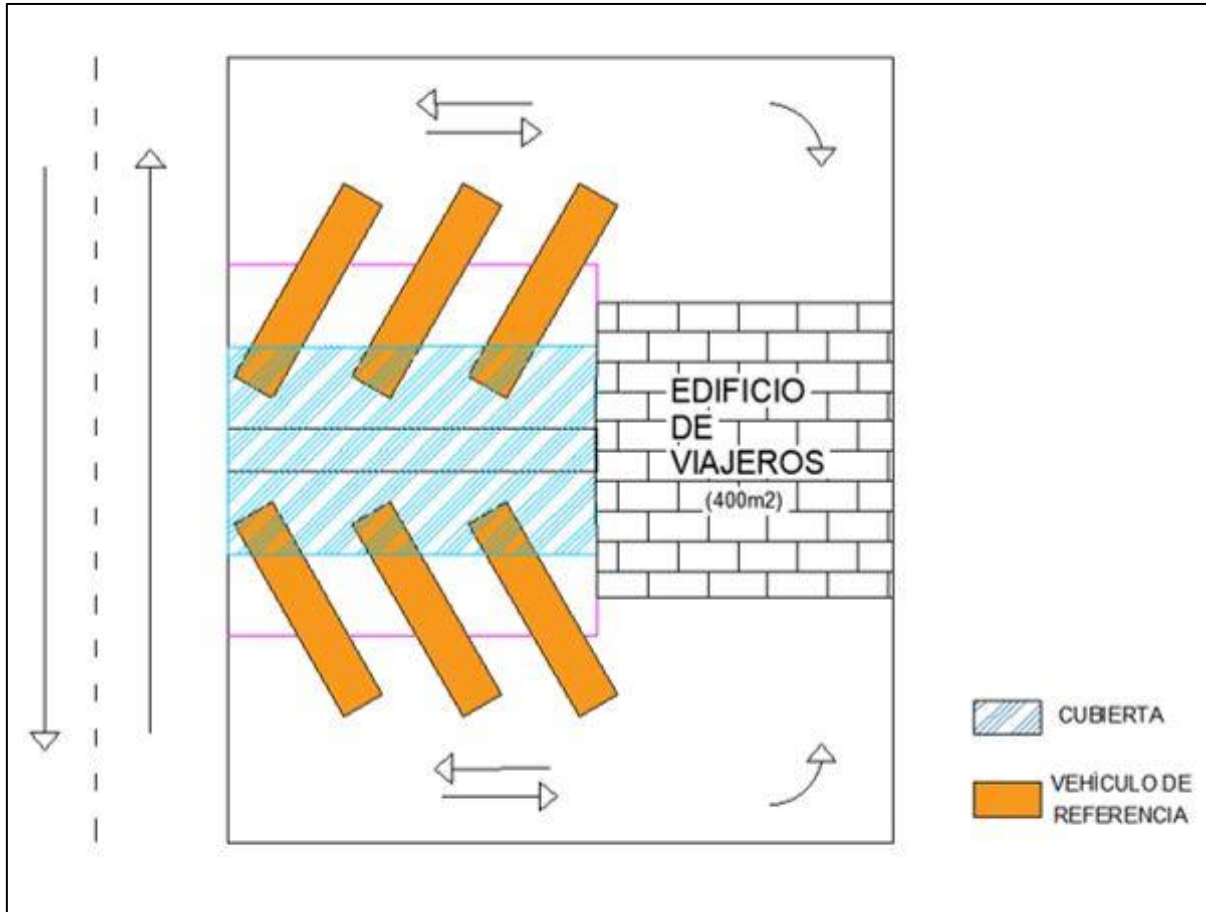


Figura 9. Alternativa 1 de disposición

4.9. ALTERNATIVA 2

En este caso el edificio de viajeros se sitúa en la zona norte de la parcela y el acceso de los vehículos se realizará desde la zona sur. El espacio para maniobras es bastante amplio con este tipo de distribución, además de que permite tener una dársena apartada para alojar un autobús durante los periodos de tiempo que este no esté en ruta de forma que no dificulte las maniobras de los demás. El número de dársenas destinadas a los autobuses en ruta son 4.

El edificio de viajeros tendría una superficie total de 525m² y el acceso estaría situado en la cara oeste.

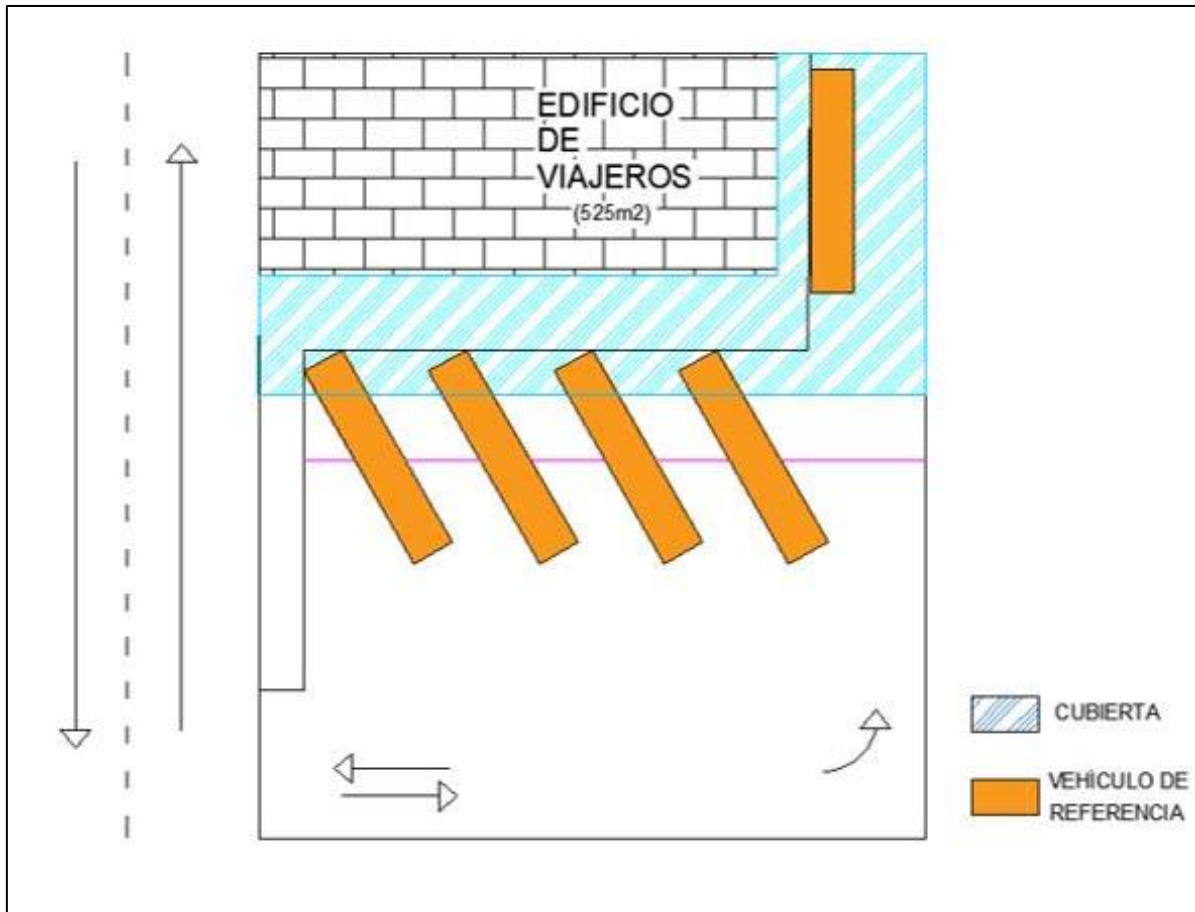


Figura 10. Alternativa 2 de disposición

4.10. ALTERNATIVA 3

La circulación de los vehículos se realiza en torno al edificio de viajeros ubicando las dársenas detrás de este, un total de 6 dársenas. La entrada de vehículos se sitúa en la zona sur de la parcela y la salida en la zona norte. El acceso al edificio de peatones, en este caso obligatorio para llegar a las dársenas se encuentra en la zona central de la cara oeste.

Este tipo de distribución favorece una circulación continua y cómoda del tráfico.

El edificio de viajeros tiene una superficie total de 540m² lo que supone una superficie más que suficiente para los servicios que ha de albergar.

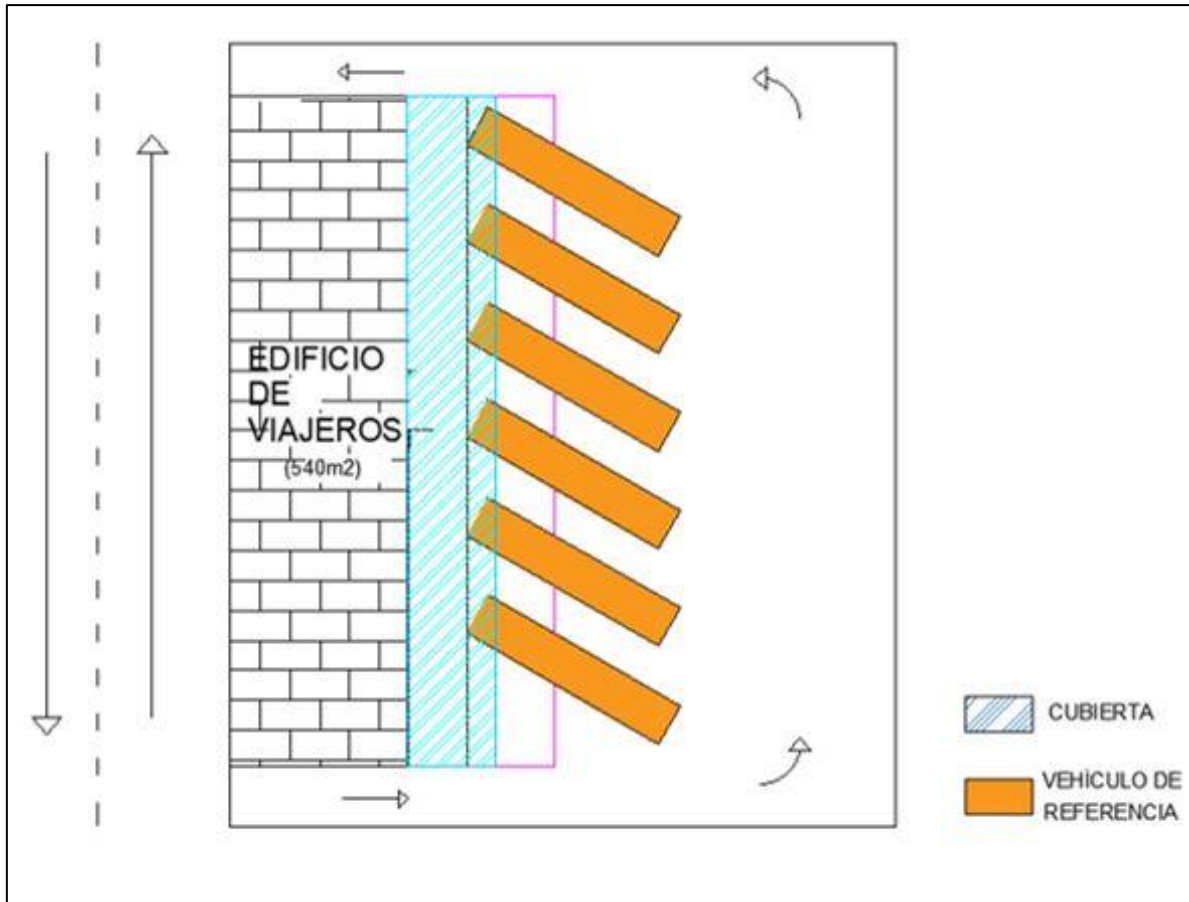


Figura 11. Alternativa 3 de disposición

4.11. ALTERNATIVA 4

La distribución permite albergar hasta 7 dársenas distribuidas a ambos lados del edificio de viajeros. La entrada de vehículos se sitúa en la zona sur de la parcela y la entrada en la zona norte mientras que el acceso de peatones se encuentra en el centro de la cara oeste.

La superficie a ocupar por el edificio de viajeros es de 420m² y, al igual que el modelo anterior, la disposición de entradas y salidas favorece la circulación continua de los vehículos disponiendo de espacio suficiente para realizar las maniobras de entrada y salida de autobuses.

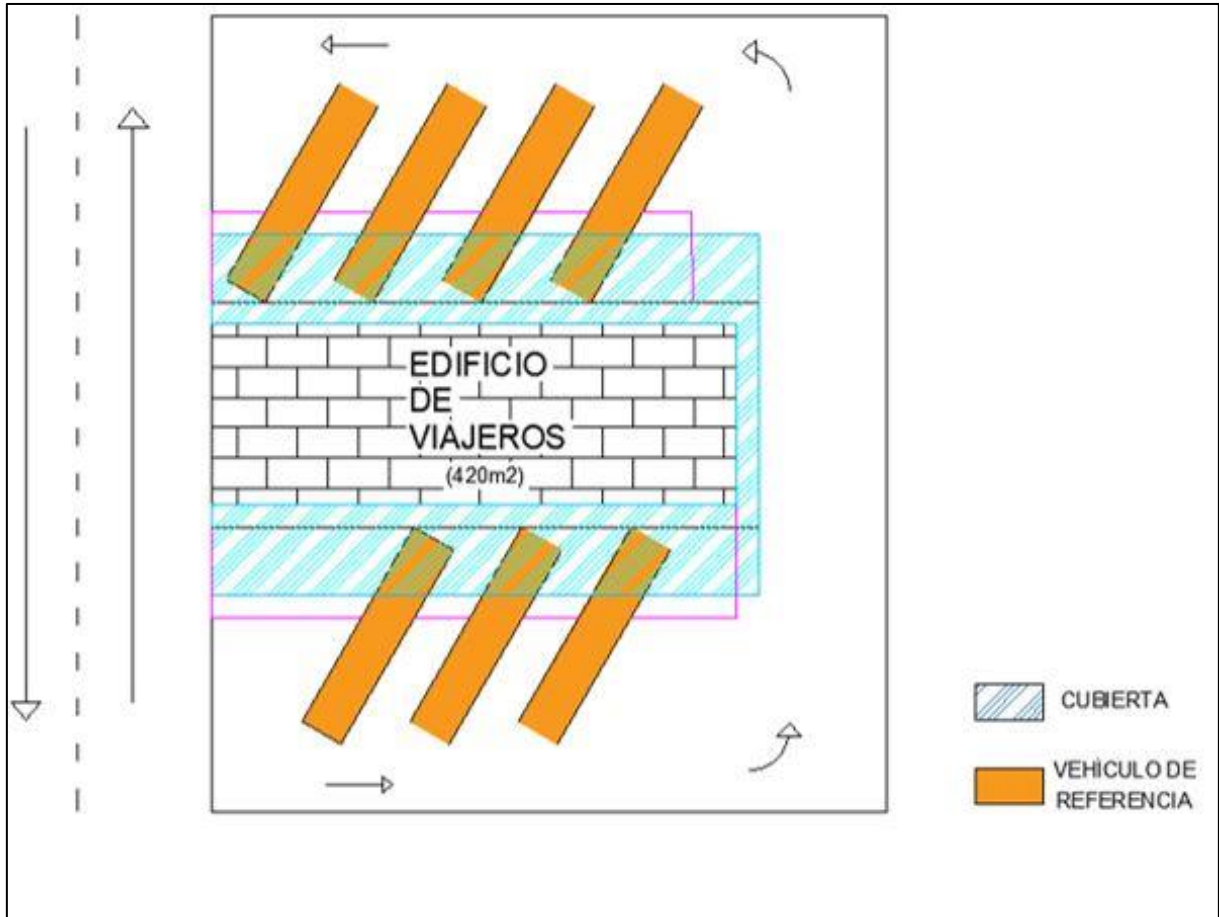


Figura 12. Alternativa 4 de disposición

4.12. DISTRIBUCIÓN DE LA ESTACIÓN

Entre las 4 alternativas que se han barajado se ha seleccionado la 3 como distribución de la estación.

La distribución permite un tráfico fluido en torno al edificio de viajeros y a su vez que este tenga una superficie suficiente para albergar los servicios necesarios.

El acceso de los usuarios de la estación se realizará mediante una entrada en la zona central de la cara oeste de la parcela a la que se tiene acceso gracias a una acera ya existente. Por otro lado, los vehículos acceden a la estación por una entrada en la parte sur de la parcela y la salida se ubica en la parte norte permitiendo así entradas y salidas simultáneas.

Las dársenas se sitúan en la parte trasera del edificio de viajeros permitiendo tener hasta 6 dársenas con espacio más que suficiente para las maniobras.

5. GEOTECNIA

La información aportada en el Anejo 2. Estudio Geotécnico se han obtenido del estudio realizado en el astillero de Lekeitio por la empresa INGUNE Ingeniería del Terreno.

La proximidad entre el terreno en el que se realizaron los sondeos y el emplazamiento del proyecto se consideran válidos los datos del estudio para tomarlos como datos del terreno sobre el que se construirá.

Para definir geológica y geotécnicamente el ámbito de estudio, se ha partido de las siguientes fuentes de información:

- Mapas geológicos:
 - Mapa geológico del País Vasco. E: 1/25.000. Hoja 39III I Lekeitio. Ente Vasco de la Energía (EVE)
 - Mapa hidrogeológico del País Vasco. E: 1/100.000
- Mapas topográficos y ortofotos extraídas desde la página oficial de la Diputación Foral de Bizkaia.
- Ortofotos.
- Estudios previos en el entorno.

Durante el estudio se realizaron ensayos in situ y en laboratorio con los que se ha decidido que para realizar la cimentación de la estructura han de retirarse 2m de suelo y sustituirlo por un material de aportación, que será un suelo seleccionado con el objetivo de aumentar su capacidad portante.

En los sondeos se extrajeron 3 unidades geotécnicas.

1. Rellenos antrópicos:

Se ha identificado un nivel superior que se corresponde con rellenos antrópicos heterogéneos de conformación de la grada o para generar plintos o rellenos de cimentación. El espesor de estos rellenos es muy variable, aunque generalmente es de 1,5 m.

2. Arenas limosas:

Por debajo de los rellenos de grava y cimentación o superficialmente aparece esta unidad geotécnica de suelos aluviales. Esta UG tiene un espesor de entre 3.1 m y 4.2 m y se localiza entre los 1,5 y 5.2m de profundidad (S-1 Y S-3 respectivamente).

3. Macizo rocoso:

El sustrato rocoso en grado de meteorización IV (ISMR) se observa únicamente en los primeros 50 cm y en la zona de falla del sondeo (S-1) con lo que tiene una relevancia relativa. Se trata de calizas micríticas (montículos arrecifales) organógenas de color gris claro y dureza media-alta.

En los sondeos S-2 y S-3 se ha observado un macizo rocoso calcáreo sano ($GM > III$) y con baja fracturación ($RQD > 60\%$).

En base a estas suposiciones, la cimentación de la nave se realizará sobre ese material aportado, mediante una cimentación superficial formada por zapatas aisladas y vigas de atado.

6. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

La nueva estación se ubicará en la calle Iñigo Artieta frente a la residencia de la tercera edad. La parcela se encuentra a nivel de calle sin desniveles por lo que los accesos serán directos.

La distribución de la estación permite disponer de hasta 6 dársenas de dimensiones suficientes como para albergar los autobuses de mayor tamaño que harán uso de la estación. Dichas dársenas se ubicarán en la parte trasera del edificio de viajeros.

Las zonas de espera en la zona de dársenas a la que se accede a través del edificio de viajeros tendrán un ancho de 3m y se extiende a lo largo de toda la zona de dársenas lo que permite el paso de los viajeros hacia los autobuses y la espera para entrar.

Habrà dos accesos para autobuses desde la vía principal que se encuentra en la calle Iñigo Artieta, una para la entrada y otro para salida permitiendo así realizar las acciones de forma simultánea. Los peatones accederán desde esta misma calle mediante una entrada situada al frente del edificio de viajeros.

6.1. APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA BIM

El proyecto se ha llevado a cabo mediante la metodología BIM, con la utilización de diversos programas que se van mencionando a lo largo de la memoria. Se ha decidido implementar esta metodología para un acceso más rápido a los archivos que forman el proyecto.

El proyecto se compone de varios archivos subidos a la plataforma BIMserver.center en formato ifc, lo que permite descargar las instalaciones que sean necesarias consultar en cualquier momento, así como tener acceso en la nube a todo el proyecto. Las aplicaciones 4D permiten visionar el desarrollo de la obra a lo largo de tiempo de acuerdo con la planificación elaborada.

Esta metodología permite trabajar de una forma mucho más dinámica y colaborativa ya que se basa en el uso de formatos de intercambio estándar (ifc), por lo que el foco deja de estar en los programas que se emplean y pasa a estar en los datos que componen el proyecto siendo estos mucho más accesibles.

6.2. MOVIMIENTO DE TIERRAS

La parcela en la que se va a realizar el proyecto carece de grandes desniveles ya que fue utilizada con anterioridad.

El movimiento de tierras se puede dividir en dos partes, la correspondiente a la cimentación de la nave y la del resto de la explanada.

En el movimiento de tierras correspondiente a la cimentación, se deberán excavar 2 metros de profundidad para ser después ser rellenados por un suelo seleccionado. En el resto de la explanada nivelara el terreno para llegar a la cota de la vía colindante, la del acceso a la parcela, y también se retirará el espesor de las capas de firme y explanada mejorada que exija la norma para la categoría de tráfico existente siendo este de aproximadamente 1m. Todos los cálculos están detallados en el Anejo 5. Firme.

Los volúmenes excavados y el resto de la información detallada se pueden encontrar en el Anejo 3. Movimiento de tierras.

6.3. CIMENTACIÓN

La cimentación se ha realizado mediante zapatas rectangulares junto con vigas de atado.

El hormigón empleado será un HA-25 y las armaduras serán de acero B 500S.

La cimentación se compone de 9 tipos de zapatas detallados en el Anejo 5. Estructura.

Referencias	Geometría	Armado
N1 y N33	Zapata rectangular excéntrica Ancho inicial X: 52.5 cm Ancho inicial Y: 92.5 cm Ancho final X: 52.5 cm Ancho final Y: 92.5 cm Ancho zapata X: 105.0 cm Ancho zapata Y: 185.0 cm Canto: 60.0 cm	Sup X: 9Ø12c/20 Sup Y: 5Ø12c/20 Inf X: 9Ø12c/20 Inf Y: 5Ø12c/20
N3 y N35	Zapata rectangular excéntrica Ancho inicial X: 47.5 cm Ancho inicial Y: 87.5 cm Ancho final X: 47.5 cm Ancho final Y: 87.5 cm Ancho zapata X: 95.0 cm Ancho zapata Y: 175.0 cm Canto: 60.0 cm	Sup X: 9Ø12c/20 Sup Y: 5Ø12c/20 Inf X: 9Ø12c/20 Inf Y: 5Ø12c/20

Referencias	Geometría	Armado
N5 y N29	Zapata rectangular excéntrica Ancho inicial X: 57.5 cm Ancho inicial Y: 117.5 cm Ancho final X: 57.5 cm Ancho final Y: 117.5 cm Ancho zapata X: 115.0 cm Ancho zapata Y: 235.0 cm Canto: 50.0 cm	Sup X: 9Ø12c/25 Sup Y: 5Ø12c/25 Inf X: 9Ø12c/25 Inf Y: 5Ø12c/25
N7 y N31	Zapata rectangular excéntrica Ancho inicial X: 47.5 cm Ancho inicial Y: 87.5 cm Ancho final X: 47.5 cm Ancho final Y: 87.5 cm Ancho zapata X: 95.0 cm Ancho zapata Y: 175.0 cm Canto: 40.0 cm	Sup X: 6Ø12c/30 Sup Y: 3Ø12c/30 Inf X: 6Ø12c/30 Inf Y: 4Ø12c/21
N9, N17, N21 y N25	Zapata rectangular excéntrica Ancho inicial X: 57.5 cm Ancho inicial Y: 107.5 cm Ancho final X: 57.5 cm Ancho final Y: 107.5 cm Ancho zapata X: 115.0 cm Ancho zapata Y: 215.0 cm Canto: 45.0 cm	Sup X: 8Ø12c/27 Sup Y: 4Ø12c/27 Inf X: 8Ø12c/27 Inf Y: 5Ø12c/24
N11 y N27	Zapata rectangular excéntrica Ancho inicial X: 47.5 cm Ancho inicial Y: 92.5 cm Ancho final X: 47.5 cm Ancho final Y: 92.5 cm Ancho zapata X: 95.0 cm Ancho zapata Y: 185.0 cm Canto: 40.0 cm	Sup X: 6Ø12c/30 Sup Y: 3Ø12c/30 Inf X: 6Ø12c/30 Inf Y: 5Ø12c/18
N13	Zapata rectangular excéntrica Ancho inicial X: 57.5 cm Ancho inicial Y: 107.5 cm Ancho final X: 57.5 cm Ancho final Y: 107.5 cm Ancho zapata X: 115.0 cm Ancho zapata Y: 215.0 cm Canto: 45.0 cm	Sup X: 8Ø12c/27 Sup Y: 4Ø12c/27 Inf X: 8Ø12c/27 Inf Y: 5Ø12c/23
N15, N19 y N23	Zapata rectangular excéntrica Ancho inicial X: 47.5 cm Ancho inicial Y: 87.5 cm Ancho final X: 47.5 cm Ancho final Y: 87.5 cm Ancho zapata X: 95.0 cm Ancho zapata Y: 175.0 cm Canto: 40.0 cm	Sup X: 6Ø12c/30 Sup Y: 3Ø12c/30 Inf X: 6Ø12c/30 Inf Y: 5Ø12c/20

Referencias	Geometría	Armado
N39 y N40	Zapata rectangular excéntrica Ancho inicial X: 97.5 cm Ancho inicial Y: 47.5 cm Ancho final X: 97.5 cm Ancho final Y: 47.5 cm Ancho zapata X: 195.0 cm Ancho zapata Y: 95.0 cm Canto: 50.0 cm	Sup X: 4Ø12c/25 Sup Y: 8Ø12c/25 Inf X: 5Ø12c/20 Inf Y: 8Ø12c/25

Las vigas de atado tienen todas la misma sección y armado, variando únicamente su longitud. También se detallan en el Anejo 5. Estructura.

Referencias	Geometría	Armado
C.1 [N19-N15], C.1 [N5-N1], C.1 [N33-N29], C.1 [N31-N27], C.1 [N7-N3], C.1 [N15-N11], C.1 [N21-N17], C.1 [N23-N19], C.1 [N9-N5], C.1 [N17-N13], C.1 [N35-N31], C.1 [N25-N21], C.1 [N29-N25], C.1 [N11-N7], C.1 [N13-N9] y C.1 [N27-N23]	Ancho: 40.0 cm Canto: 40.0 cm	Superior: 2Ø12 Inferior: 2Ø12 Estribos: 1xØ8c/30
C.1 [N39-N35], C.1 [N40-N1], C.1 [N39-N33] y C.1 [N40-N3]	Ancho: 40.0 cm Canto: 40.0 cm	Superior: 2Ø12 Inferior: 2Ø12 Estribos: 1xØ8c/30

6.4. CUBIERTA

La estación contará con una única cubierta a un agua en el plano longitudinal de la nave sobresale en voladizo 5m en la zona de dársenas. La cubierta se compone de 9 pórticos con vanos de 5m.

Para el dimensionamiento del voladizo se ha tenido en cuenta la ubicación de los accesos en los autobuses con el objetivo de que los viajeros puedan estar a cubierto en todo momento. La altura del voladizo se va incrementando partiendo en el primer pórtico de una altura de 4.3m llegando a los 6.3m en el pórtico final, la altura mínima se ha decidido en base al vehículo de referencia.

Todos los pórticos de la nave tienen la misma configuración solo variando en altura en el plano longitudinal.

La cubierta está formada por vigas HE 200 B soldadas a unas cartelas para resistir las cargas de la zona de voladizo.

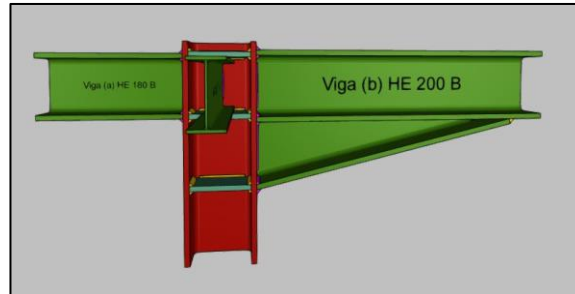


Figura 13. Nudo con cartela

6.5. FIRME

La estación estará formada por una explanada de tipo E2 según la norma 6.1-IC. La categoría de tráfico es la T31, obtenida del cálculo de la Intensidad media diaria de vehículos pesados.

Como resultado de aplicar la Norma 6.1-IC se ha obtenido un firme formado por 55cm de suelo seleccionado tipo 2, sobre los que se apoyan 30 cm de suelocemento y 12cm de mezcla bituminosa.

Los 12cm de mezcla bituminosa son ocupados por 4cm de PA-11 formando la capa de rodadura y 8cm de AC22 base G formando la base.

Para capa de rodadura se ha seleccionado el PA-11 por ser esta una mezcla drenante. La estación se sitúa en una zona lluviosa según la Norma 6.1-IC.

Todos los cálculos realizados para la elección del firme se detallan en el Anejo 6. Firmes.

A continuación, se incluye un esquema de la sección final de firme:

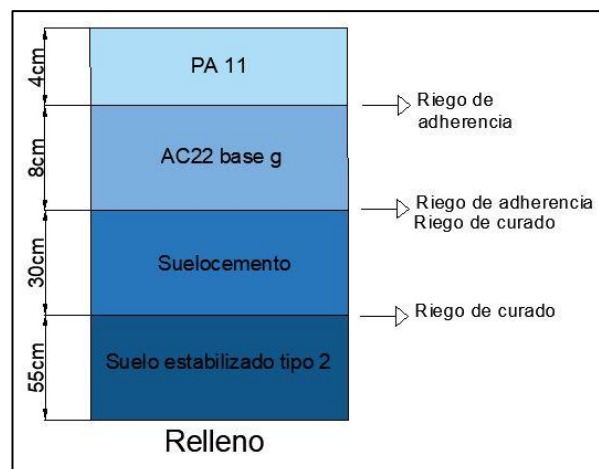


Figura 14, Sección de firme.

6.6. EDIFICIO DE VIAJEROS

El edificio de viajeros estará situado en la parte frontal de la estación siendo este el único acceso para peatones contará con una superficie de 500m² en los que se albergara la zona de espera interior, la cafetería, aseos, venta de billetes, paneles informativos y sala de máquinas.

En la parte trasera del edificio de sitúa la zona de espera junto a las dársenas con un ancho de 3m que se extiende en toda la longitud de la zona de dársenas. A su vez esta zona está cubierta con un voladizo de 5m permitiendo a los usuarios estar a cubierto a la entrada y salida de los autobuses.

El edificio tendrá una longitud de 40m y un ancho de 12.5m, a parte de la zona exterior de 3m de ancho.

La distribución es la siguiente:

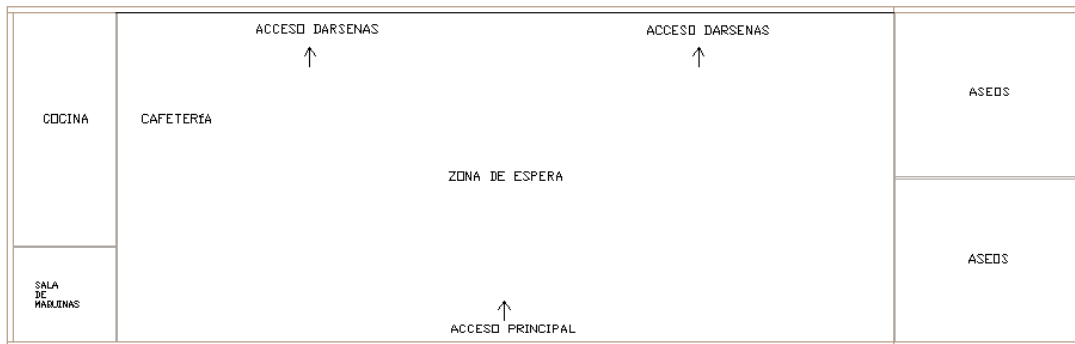


Figura 15. Distribución del edificio de viajeros.

ASEOS:

Se dispondrá de dos aseos, uno para hombres y otra para mujeres, cada uno con 3 inodoros y 3 lavabos. Ambos contarán con un aseo para minusválidos.

Los aseos tendrán una puerta de 90 cm de ancho que se abrirá hacia el exterior de los mismos.

CAFETERÍA:

La cafetería se compondrá de la barra, la cocina y la zona de mesas para clientes. La cocina estará completamente equipada para su uso. Contará con vitrocerámica, horno, lavavajillas, fregadero y demás equipo necesario.

La barra se situará a una distancia de 1.5 metros de cocina y tendrá 50 cm de ancho.

Las mesas de la cafetería se colocarán en la zona de espera interior, junto a la barra.

ZONA DE ESPERA INTERIOR:

Ocupará todo el espacio entre los aseos y la cafetería. Contará con bancos para los viajeros, así como con papeleras y enchufes.

En la zona de espera se colocarán pantallas que muestren los horarios de llegadas y salidas de los autobuses.

Los accesos situados en la zona de espera serán puertas automáticas y transparentes para poder ver las dársenas a través de ellas. La zona de espera contará con un ventanal hacia las dársenas, con el objetivo de que éstas sean visibles a los viajeros que se encuentren esperando dentro del edificio.

CUARTO TÉCNICO:

Situado junto a la cocina albergará la maquinaria necesaria para el funcionamiento de la estación principalmente el sistema de energía geotérmica para la climatización del edificio.

6.7. INSTALACIONES

6.7.1. ILUMINACIÓN

En el interior del edificio se dispondrán 3 tipos de luminarias además de las de emergencia:

- TIPO 1: Luminaria cuadrada de techo de altura reducida, de 650x650x87 mm, para 4 lámparas fluorescentes T5 de 14 W.
- TIPO 2: Luminaria cuadrada de techo de altura reducida, de 650x650x77 mm, para 4 lámparas fluorescentes T5 de 24 W.
- TIPO 3: Luminaria cuadrada de techo Downlight de óptica fija, de 100x100x71 mm, para 1 led de 4 W, de color blanco frío (6300K).
- Luminaria de emergencia, con tubo lineal fluorescente, 6 W - G5, flujo luminoso 155 lúmenes.

En total se han colocado 36 luminarias del tipo uno distribuidas de la siguiente forma:

- 29 luminarias en la zona de espera interior.
- 3 luminarias en la zona de cocina.
- 2 luminarias en cada zona común de los aseos.

Del tipo 2 se ha colocado únicamente una luminaria para alumbrar la sala de máquinas.

Luminarias tipo 3 se han colocado un total de 38 distribuidas en la zona de aseos y luminarias de emergencia 13 para alumbrar los accesos y salidas.

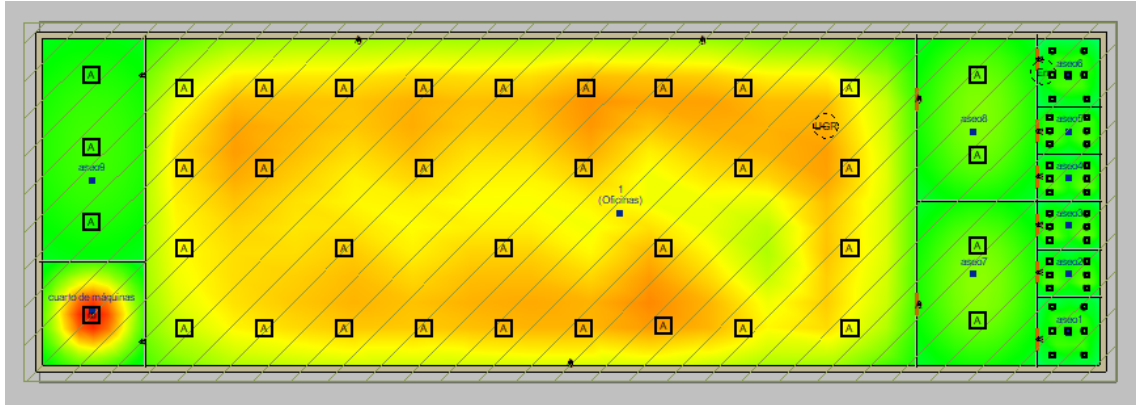


Figura 16. Mapa de isovalores de la iluminación interior

6.7.2. INSTALACIÓN ELÉCTRICA

La instalación eléctrica de la estación comienza en el Caja General de Protección (CGP), que se situará en la zona exterior correspondiente a la sala de máquinas. En el cuadro de sistemas eléctricos se dispondrá de una Caja de Protección y Medida (CPM), la ubicación precisa de estos elementos se encuentra indicada en los planos. La canalización entre la Caja General de Protección y la Caja de Protección y Medida se realizará de forma subterránea.

La instalación requiere 5 subcuadros que alimentarán los siguientes elementos:

- Sistema de climatización.
- Bomba de circulación del equipo geotérmico.
- Iluminación y aparatos eléctricos de la zona de cocina.
- Alumbrado de emergencia, sistema de A.C.S, fancoils (climatización) y aparatos eléctricos.
- Tomas.

Para suministros monofásicos estarán formadas por un conductor de fase, un conductor de neutro y uno de protección, y para suministros trifásicos por tres conductores de fase, uno de neutro y uno de protección.

Los conductores de protección estarán integrados en sus derivaciones individuales y conectados a los embarrados de los módulos de protección de cada una de las centralizaciones de contadores de los edificios. Desde éstos, a través de los puntos de puesta a tierra, quedarán conectados a la red registrable de tierra del edificio.

Los tubos y canales protectores que se destinen a contener las derivaciones individuales deberán ser de una sección nominal tal que permita ampliar la sección de los conductores inicialmente instalados en un 100%, siendo el diámetro exterior mínimo de 32 mm.

Las canalizaciones para las conducciones que alimentan las lámparas se colocarán sobre el falso techo.

El anejo 10 “Instalación eléctrica” detalla la instalación.

6.7.3. SUMINISTRO DE AGUA

La instalación da servicio a 15 puntos de consumo repartidos entre la cocina y los dos aseos.

El calentador de agua a gas se situará en la cocina puesto que se trata del cuarto húmedo que requiere de agua caliente sanitaria. Los aseos consumirán exclusivamente agua fría

La instalación se ramifica antes de entrar en el edificio, diferenciándose un ramal que suministra a los aseos y otro que lleva el agua de la acometida a la cardera para su posterior distribución entre los puntos de consumo de la cocina.

Para obtener agua caliente sanitaria (A.C.S.) se colocará un calentador instantáneo a gas natural, mural vertical para uso interior, cámara de combustión estanca y tiro forzado, control termostático de temperatura. Caudal de A.C.S de 1.9 a 24 l/min y potencia de 6 a 42 kW.

6.7.4. SANEAMIENTO

La instalación evacuará aguas de 2 aseos y una cocina además de las aguas pluviales de 728,64m² provenientes de la cubierta.

Entre los dos aseos contarán con 6 lavabos, y 6 inodoros. Por su parte, la cocina contará con 2 fregaderos y un lavavajillas.

La instalación contará con una única acometida previa a esta se recogerán tanto las aguas residuales como pluviales en una arqueta mixta.

La descripción detallada de la instalación, así como los cálculos, se encuentra en el Anejo 8 “Saneamiento”.

6.7.5. CLIMATIZACIÓN

La climatización de la estación se ha llevado a cabo mediante energía geotérmica.

Para la extracción de energía geotérmica se han empleado 6 sondas geotérmicas verticales con una profundidad de perforación de 147.21m cada una consiguiendo una longitud total de 883.26m en el intercambiador de calor geotérmico.

La maquinaria empleada para el suministro de energía geotérmica se encuentra en la sala de máquinas siendo esta una bomba de calor geotérmica reversible agua-agua con alimentación trifásica de 400v.

Los equipos empleados para la propulsión de fluidos son 3 fancoils con sistema de dos tubos y distribución por conductos.

La descripción detallada de la instalación, así como los cálculos, se encuentra en el Anejo 9 “Climatización”.

7. PLAN DE OBRA

Se ha realizado un Plan de Obra en forma de diagrama de Gantt para obtener una aproximación de los plazos necesarios para las distintas actuaciones que se realizarán en la obra. El diagrama de Gantt se puede consultar en el ANEJO 4. PLAN DE OBRA.

El diagrama de Gantt se ha desarrollado a partir del presupuesto, que contiene la información de todas las unidades de obra a ejecutar, sus mediciones y el tiempo requerido por cada unidad de medida. De esta manera se ha obtenido el número de horas -y de días- necesarias para ejecutar cada unidad de obra.

El plazo de ejecución depende de la cantidad de trabajadores y máquinas que trabajen de forma simultánea. Para realizar el Plan de Obra se ha asignado a cada trabajo el máximo número de trabajadores, máquinas o equipos que puedan ejecutar la unidad de obra sin interferir mutuamente para minimizar el plazo de ejecución de la obra lo máximo posible.

El plazo de ejecución estimado de la obra es de 171 días naturales teniendo en cuenta los festivos, o lo que es lo mismo 8 meses y 13 días. En el Plan de Obra se ha supuesto el inicio de la obra el día 9 de enero de 2023, finalizando las mismas el día 4 de septiembre de 2023.

7.1. DURACIÓN DE LAS TAREAS

Todas las actividades expuestas se llevarán a cabo de acuerdo a la normativa y las especificaciones de seguridad y salud que se detallan en el documento Estudio de Seguridad y Salud de este mismo proyecto. También será necesario cumplir con las exigencias de calidad exigidas por cada tarea.

Tarea

Nombre	Fecha de inicio	Fecha de fin	Duración
DEMOLICIÓN	9/1/23	6/2/23	21
ACONDICIONAMIENTO DEL TERRENO	7/2/23	21/2/23	11
MOVIMIENTO DE TIERRAS	7/2/23	21/2/23	11
RED DE SANEAMIENTO HORIZONTAL	16/2/23	16/2/23	1
RELLENO	7/2/23	15/2/23	7
CIMENTACIONES	16/2/23	2/3/23	11
REGULARIZACIÓN	16/2/23	16/2/23	1
SUPERFICIE	17/2/23	1/3/23	9
ARRIOSTRAMIENTOS	17/2/23	1/3/23	9
NIVELACIÓN	2/3/23	2/3/23	1
ESTRUCTURAS	3/3/23	30/6/23	85
FACHADAS Y PARTICIONES	3/7/23	14/7/23	10
CARPINTERIA, VIDRIOS Y PROTECCIONES SOLARES	14/8/23	21/8/23	5
REMATES Y AYUDAS	26/7/23	14/8/23	14
INSTALACIONES	21/7/23	11/8/23	16
AISLAMIENTOS E IMPERMEABILIZACIONES	17/7/23	19/7/23	3
CUBIERTAS	17/7/23	20/7/23	4
REVESTIMIENTOS Y TRASDOSES	14/8/23	30/8/23	12
SEÑALIZACIÓN Y EQUIPAMIENTO	31/8/23	4/9/23	3
APARATOS SANITARIOS	31/8/23	1/9/23	2
COCINA	31/8/23	4/9/23	3
ENCIMERAS	31/8/23	31/8/23	1
GESTIÓN DE RESIDUOS	9/1/23	6/9/23	171
GESTION DE TIERRAS	9/1/23	24/3/23	55
GESTION DE RESIDUOS INERTES	9/1/23	6/9/23	171
FIRMES Y PAVIMENTOS URBANOS	3/3/23	6/9/23	132
SECCIONES DE FIRME	3/3/23	29/3/23	19
BORDES Y LIMITES DE PAVIMENTOS	30/3/23	3/4/23	3
SEÑALIZACIÓN VIARIA	6/9/23	6/9/23	1
CONTROL DE CALIDAD Y ENSAYOS	7/2/23	6/9/23	150
EQUIPAMIENTO URBANO	31/8/23	5/9/23	4
MOBILIARIO URBANO	31/8/23	5/9/23	4

8. RESUMEN DE PRESUPUESTO

Los valores mostrados a continuación se han extraído del Documento n.º 4 "Presupuesto" en el que se detallan todas las mediciones y los precios descompuestos y totales.

8.1. PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL

El presupuesto de ejecución material (PEM) asciende a SEISCIENTOS TREINTA Y UN MIL DOSCIENTOS CUARENTA Y NUEVE EUROS CON SETENTA Y TRES CÉNTIMOS.

Los totales de cada partida son los siguientes:

- Acondicionamiento del terreno: DOSCIENTOS CUARENTA Y CINCO MIL CUATROCIENTOS NUEVE EUROS CON OCHENTA CÉNTIMOS.
- Cimentación: SIETE MIL TRESCIENTOS DIEZ EUROS CON OCHENTA Y SEIS CÉNTIMOS.
- Estructuras: NOVENTA Y SEIS MIL SEISCIENTOS NOVENTA Y SEIS EUROS CON NOVENTA Y CUATRO CÉNTIMOS.
- Fachadas y particiones: TREINTA Y DOS MIL CUATROCIENTOS SETENTA Y CUATRO EUROS CON SETENTA CÉNTIMOS.
- Carpintería, cerrajería, vidrios y protecciones solares: VEINTE MIL TRESCIENTOS SETENTA Y UN EUROS CON NOVENTA Y SEIS CÉNTIMOS
- Instalaciones: CIENTO VEINTISIETE MIL SEISCIENTOS CINCUENTA Y DOS EUROS CON DOS CÉNTIMOS.
- Aislamientos e impermeabilizaciones: SEIS MIL CIENTO OCHENTA Y TRES EUROS CON CUARENTA Y SIETE CÉNTIMOS.
- Revestimientos y trasdosados: NOVENTA Y CUATRO MIL DOSCIENTOS OCHO EUROS CON SESENTA Y CUATRO CÉNTIMOS.
- Señalización y equipamiento: OCHO MIL DOSCIENTOS CINCUENTA Y DOS EUROS CON VEINTE CÉNTIMOS.

8.2. PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN POR CONTRATA

Se obtiene aplicando al presupuesto de ejecución material el 13% de gastos generales y el 6% de beneficio industrial.

El presupuesto de ejecución por contrata asciende a SETECIENTOS CINCUENTA Y UN MIL CIENTO OCHENTA Y SIETE EUROS CON DIECIOCHO CÉNTIMOS.

8.3. PRESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN

Se obtiene aplicando al valor resultante de ejecución por contrata el 21% de IVA (Impuesto de Valor Añadido).

El presupuesto base de licitación asciende a NOVECIENTOS OCHO MIL NOVECIENTOS TREINTA Y SEIS EUROS CON CUARENTA Y OCHO CÉNTIMOS.

8.4. PRESUPUESTO PARA CONOCIMIENTO DE LA ADMINISTRACIÓN

Se obtendría sumando el precio de la expropiación del terreno, pero al ser propiedad del promotor de la obra el precio es el mismo que el presupuesto base de licitación.

9. SEGURIDAD Y SALUD

Se ha redactado un Estudio de Seguridad y Salud tal y como exige la Ley de Contratos de la Administración Pública en su artículo 124.1.

El Documento N.º 3 “Estudio de Seguridad y Salud” se ha realizado siguiendo los requisitos del Real Decreto 1627/1997 y la Ley 95/1995 de Prevención de Riesgos Laborales.

El contratista deberá seguir las medidas de prevención mencionadas en el Estudio de Seguridad y Salud y, además, deberá desarrollar un Plan de Seguridad y Salud propio.

10. DOCUMENTOS QUE INTEGRAN EL PROYECTO

DOCUMENTO N.º1: MEMORIA Y ANEJOS.

MEMORIA

ANEJO 1: EMPLAZAMIENTO

ANEJO 2: ESTUDIO GEOTÉCNICO

ANEJO 3: MOVIMIENTO DE TIERRAS

ANEJO 4: PLAN DE OBRA

ANEJO 5: ESTRUCTURA

ANEJO 6: FIRME

ANEJO 7: SUMINISTRO DE AGUA

ANEJO 8: SANEAMIENTO

ANEJO 9: CLIMATIZACIÓN

ANEJO 10: INSTALACIÓN ELÉCTRICA

ANEJO 11: ILUMINACIÓN

ANEJO 12: PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

ANEJO 13: ACCESIBILIDAD

ANEJO 14: EXPROPIACIONES

ANEJO 15: APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA BIM

DOCUMENTO N.º 2: PLANOS

DOCUMENTO N.º 3: PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARTICULARES

DOCUMENTO N.º 4: PRESUPUESTO

DOCUMENTO N.º 5: ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

11. NORMATIVA

- Código Estructural 2021
- 6.1-IC. Tráfico
- Construcción Sismorresistente (NCR-02), Parte General y Edificación
- CTE DB SE-C “Cimientos”
- CTE DB SE-A “Acero”
- CTE DB SE-AE “Acciones en la edificación”
- CTE DB SI. Anejo D. “Resistencia al fuego de los elementos de acero”
- CTE DB HS4. “Suministro de agua”
- UNE 100 156:1989 Materiales metálicos.
- UNE ENV 12 108:2002. Materiales termoplásticos.
- UNE EN 12056. Saneamiento
- UNE EN 752. Saneamiento
- UNE EN 476. Saneamiento
- RITE (Reglamento de Instalaciones Térmicas de los Edificios)
- UNE-EN ISO 12241 Cálculo de la transmisión de calor en las tuberías.
- EN 733 Electrobomba centrífuga
- UNE 100155 Diseño y el dimensionamiento de los sistemas de expansión y las válvulas de seguridad
- REBT-2002: Reglamento electrotécnico de baja tensión e Instrucciones técnicas complementarias.
- UNE-HD 60364-5-52: Instalaciones eléctricas de baja tensión. Selección e instalación de equipos eléctricos. Canalizaciones.
- UNE 20-434-90: Sistema de designación de cables.
- UNE 20-435-90 Parte 2: Cables de transporte de energía aislados con dieléctricos secos extruidos para tensiones de 1 a 30 kV.
- UNE 20-460-90 Parte 4-43: Instalaciones eléctricas en edificios. Protección contra las sobrecorrientes.
- UNE 20-460-90 Parte 5-54: Instalaciones eléctricas en edificios. Puesta a tierra y conductores de protección.
- EN-IEC 60 947-2:1996: Aparatos de baja tensión. Interruptores automáticos.
- EN-IEC 60 947-2:1996 Anexo B: Interruptores automáticos con protección incorporada por intensidad diferencial residual.

- EN-IEC 60 947-3:1999: Aparata de baja tensión. Interruptores, seccionadores, interruptores-seccionadores y combinados fusibles.
- EN-IEC 60 269-1: Fusibles de baja tensión.
- EN 60 898: Interruptores automáticos para instalaciones domésticas y análogas para la protección contra sobreintensidades.
- UNE-HD 60364-5-52 Calculo de la intensidad de línea.
- UNE 60898 Interruptores automáticos.
- UNE-EN 12464-1. Iluminación.
- UNE 23035-1:2003 Señalización
- UNE 23035-2:2003 Señalización
- UNE 23035-4:2003 Señalización
- UNE 23035-3:2003 Señalización
- CTE DB SUA "Seguridad de utilización y accesibilidad".
- Orden VIV/ 561 / 2010, de 1 de febrero, por la que se desarrolla el documento técnico de condiciones básicas de accesibilidad y no discriminación para el acceso y utilización de los espacios públicos urbanizados. (B.O.E. n.º 61 – 11/03/2010)
- Ley 20/1997, de 4 de diciembre, para la Promoción de la Accesibilidad. (B.O.P.V. n.º 246 – 24/12/1997)
- Decreto 68/2000, de 11 de abril, por el que se aprueban las normas técnicas sobre condiciones de accesibilidad de los entornos urbanos, espacios públicos, edificaciones y sistemas de información y comunicación. (B.O.P.V. n.º 110 – 12/06/2000)
- Decreto 126/2001, de 10 de julio, por el que se aprueban las Normas Técnicas sobre Condiciones de Accesibilidad en el Transporte. (B.O.P.V. n.º 142 – 24/07/2001)
- Decreto 42/2005, de 1 de marzo, de modificación del Decreto por el que se aprueban las normas técnicas sobre condiciones de accesibilidad de los entornos urbanos, espacios públicos, edificaciones y sistemas de información y comunicación. (B.O.P.V. n.º 49 – 11/03/2005)
- Instrucciones Técnicas complementarias (ITE) Aislamiento térmico.
- I.T.1.1.4.2.3. Caudal mínimo de aire exterior
- I.T. 1.2.4.2.5. Equipos de propulsión de fluidos.
- I.T. 1.2.4.2.6. Rendimiento de motores eléctricos.
- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias (ITC) BT01 a BT51
- ITC-BT-12 Suministro eléctrico.
- ITC-BT-14- REBT
- ITC-BT-15 - REBT
- ITC-BT-19 - REBT

12. BIBLIOGRAFÍA

12.1 PAGINAS WEB

- BOE.es - Agencia Estatal Boletín Oficial del Estado. (s. f.).
<https://www.boe.es/>
- Bloques AutoCAD Gratis de Arquitectura (extensión CAD blocks .dwg). (s. f.).
<https://www.bloquesautocad.com/>
- TECPA. (2022, 3 marzo). La energía geotérmica. Formación de ingenieros.
<https://www.tecpa.es/energia-geotermica/>
- Villasur, S. (2022, 17 febrero). Partes de la energía geotérmica: definición y utilidad. Roams.
<https://energia.roams.es/energia-renovable/energia-geotermica/partes/>
- Documentos CTE.
<https://www.codigotecnico.org/DocumentosCTE/DocumentosCTE.html>
- Diputación foral de Bizkaia. Catastro Bizkaia.
<https://appsec.ebizkaia.eus/O4GC000C/vistas/visor.xhtml?language=es>
- BIMServerCenter.
<https://bimserver.center/>

12.2. ARTÍCULOS

- Olalla, V. Diseño de estaciones de autobuses. Informes de la Construcción, 35.

12.3. PROYECTOS

- Estación de autobuses intermodal de Vitoria-Gasteiz
- Implantación de sistemas de geotermia y energía solar fotovoltaica en edificio rurales rehabilitados.

12.4. PROGRAMAS INFORMÁTICOS

- QGIS
- CYPE generador de pórticos
- CYPE 3D 2022.e
- CYPECAD MEP 2022.e
- Microsoft Office Word
- Microsoft Office Excel
- GANTTPROJECT
- REVIT
- INFRAWORKS

- ARQUIMEDES
- AutoCAD 2022

Autora del proyecto: Andrea Pinto Cano – Ingeniera Civil.

Fecha: Bilbao, 08, febrero, 2023

ANEJO 1. EMPLAZAMIENTO

1. INTRODUCCIÓN

El Anejo 1 detalla la ubicación de la localidad de Lekeitio donde se ubica el emplazamiento del proyecto de construcción y las alternativas estudiadas.

Los posibles emplazamientos para la construcción de la nueva estación de autobuses son los siguientes:

- Zona de parada actual de autobuses
- Parcela en Iñigo Artieta
- Calle Carlos Solano
- Calle Pietate

2. LA LOCALIDAD DE LEKEITIO

Lekeitio es un pequeño municipio y localidad se sitúa al Noreste de la provincia de Bizkaia dentro de la Comunidad Autónoma del País Vasco. Situado en la comarca de Lea Artibai y cuenta con una población de 7228 habitantes.



Figura 17. Ubicación de la CAPV

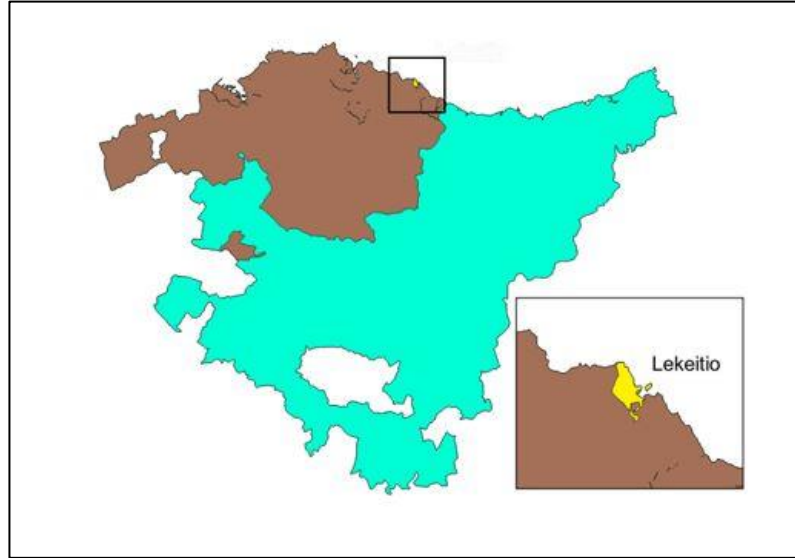


Figura 18. Ubicación de Lekeitio dentro de la CAPV

ALTERNATIVAS DE EMPLAZAMIENTO



Figura 19. Posibles ubicaciones

2.1. Ubicación actual

En la actualidad Lekeitio no cuenta con una estación de autobuses sino con una zona de parada de pequeñas dimensiones en la calle de Letraukua frente a la escuela y al centro de salud, a 500m del centro del pueblo.

La superficie que ocupa la zona de parada es limitada por lo que para la nueva construcción se tomaría también parte de la superficie que ocupa el parking situado en la misma parcela con referencia catastral (en gris en la figura): 469.



Figura 20. Parcela de la zona actual de parada de autobuses.

Fuente: Catastro de Bizkaia.

La superficie actual de la zona de parada es de 515.47m², siendo la superficie total de la parcela de 1453.40 m². La parcela actualmente es atravesada por la calle Letraukua y con salida a la calle Iñigo Artieta. Con la nueva distribución se elimina el tramo que atraviesa la parcela, pero se sigue permitiendo la circulación entorno a la estación por lo que el tráfico de la zona no se ve afectado. La salida de los autobuses se realizará hacia la calle Iñigo Artieta como en la actualidad.

La renovación de la parcela actual permite mantener la cercanía de la futura estación con puntos de interés como la escuela, el centro de salud o la residencia para la tercera edad ubicada frente a la parcela.

La ubicación actual de la parcela a pesar de tener una distribución complicada cuenta con la gran ventaja de tener acceso directo a una de las mayores vías de tránsito de la localidad lo que facilita el acceso.

Como desventaja esta parcela se encuentra en una zona que no permite su ampliación y dificulta su distribución. Las opciones de mejora se ven muy limitadas debido a estos factores.

2.2. Parcela en Iñigo Artieta

La superficie de esta parcela es de 2427.27m², se trata de la parcela de mayor tamaño dentro de las estudiadas además contar con una geometría que da pie a diversas distribuciones facilitando optimizar la superficie.

La mayor ventaja de este emplazamiento es su cercanía con la vía principal de transporte de la localidad y su ubicación en la periferia ya que no se ve afectada por los cortes de tráfico durante los diversos eventos que se celebran en Lekeitio. Además de estas ventajas la parcela es cercana a los puntos de interés principales, así como escuelas, centro médico, etc.

El desnivel de esta parcela es muy leve por lo que no dispararía los costes de obra a pesar de necesitar la demolición de las antiguas edificaciones que aún se encuentran en pie, a su vez el precio del suelo en la zona periferia es menor lo que favorece el presupuesto. El precio del m² en la zona centro de Lekeitio ronda los 3.027€/ m² mientras que en la periferia baja a 2.363€/ m².

Esta parcela figura como la número 477 en el catastro, señalada en gris en la siguiente figura.



Figura 21. Parcela en Iñigo Artieta

Fuente: Catastro de Bizkaia.

2.3. Calle Carlos Solano

La propuesta de esta ubicación es en la parcela número 703 según el Catastro de Bizkaia, esta ha sido dividida en 4 parcelas que había que expropiar ya que son de titularidad privada, las edificaciones que albergan son de tamaño reducido por lo que el coste de demolición no sería excesivo.

El desnivel de esta parcela es muy pronunciado lo que dificulta los accesos directos a las vías cercanas, precisamente el lado de la parcela en el que se encuentra la vía de mayor importancia es el que más desnivel presenta.

A excepción del resto de parcelas esta se ubica en la zona centro de Lekeitio y no en la periferia por lo que la accesibilidad para peatones se ve favorecida. Las dimensiones de la parcela son 1067.30m² con una forma regular que permitiría un buen aprovechamiento de la superficie de no ser por el gran desnivel.



Figura 22. Parcela C/Carlos Solano

Fuente: Catastro de Bizkaia.

2.4. Calle Pietate

Como última alternativa se ha barajado la posibilidad de construir la estación en la zona más periférica al norte de la localidad ya que es donde se están realizando las últimas construcciones de barrios residenciales.

La parcela con número 308 en el catastro de Bizkaia no alberga construcciones de ningún tipo por lo que el coste de construcción de favorecido, a su vez no presenta grandes desniveles ni una forma irregular por lo que las condiciones generales de la parcela son favorables.

Los accesos en esta zona de la localidad están aún en proceso de desarrollo en su mayoría ya que parte de las residencias están aún en construcción y las que no son muy recientes. Por este motivo habría que acondicionar los accesos para el nivel de tráfico que se prevé en la estación y para un mayor confort de los pasajeros.



Figura 23. Parcela en C/Pietate

Fuente: Catastro de Bizkaia.

3. CRITERIOS DE SELECCIÓN

La elección de la ubicación final se ha llevado a cabo mediante el método de la suma ponderada. Cada criterio de los que se aplica tiene un peso según su importancia. Los criterios aplicados son:

Área 30%

El área es un criterio fundamental para este tipo de proyectos ya que influye directamente en el diseño de la estación. Una mayor superficie implica una estación con más opciones de mejora en cuanto a calidad y servicios.

El peso asignado a cada alternativa se ha obtenido mediante la siguiente fórmula:

$$Peso = \frac{\text{Área}[m^2]}{10^3} * k1$$

Forma 20%

La forma de la parcela afecta directamente al diseño de la estación, pero este también puede adaptarse para un mejor aprovechamiento del terreno. Se valora una parcela poco angulosa y de superficie con poca diferencia de cotas.

El peso asignado a cada alternativa se ha obtenido mediante la siguiente fórmula:

$$Peso = \frac{\text{Área} [m^2]}{\text{Perímetro} [m]} * k2$$

Accesibilidad 20%

La nueva ubicación ha de tener una buena accesibilidad tanto para vehículos como para peatones, este criterio tiene en cuenta ambas cosas.

La accesibilidad para peatones se evalúa mediante el tiempo de recorrido calculado con el programa QGIS que ocupan los habitantes desde distintos puntos de la localidad.

Para la accesibilidad de los vehículos se valora el número de entradas y salidas disponibles en cada ubicación.

El peso asignado a cada alternativa se ha obtenido mediante la siguiente fórmula:

$$Peso = 10 + \frac{N^{\circ} \text{entradas}}{2} + \frac{N^{\circ} \text{salidas}}{2} - k_5 * t(h) - k_6 * t_{\text{máx}}(h)$$

Económico 20%

El criterio económico es importante en todo tipo de proyectos, a pesar de tratarse de un servicio público del que no se pretende obtener beneficio económico alguno se le ha dado un peso relevante para que la propuesta sea más competitiva.

En este caso se valorarán las expropiaciones y demoliciones necesarias. Como se desconocen aún los costes que supondrán, se valorará de forma proporcional al área expropiada y/o demolida.

La calificación de cada alternativa para este criterio se obtiene de la siguiente manera:

$$Peso = 10 - \frac{\text{Área expropiada [m}^2\text{]}}{10^3} * k_3 - \frac{\text{Área demolida [m}^2\text{]}}{10^3} * k_4$$

Plazo de ejecución 10%

Es el único criterio cuyas valoraciones se asignarán de forma arbitraria sin ningún razonamiento matemático. Representa el plazo de ejecución de la obra y el tiempo que puede tardar en comenzar.

Valoraciones:

- Parada actual: 6
- Parcela Iñigo Artieta: 9
- Parcela C/Carlos Solano: 2
- Parcela C/Pietate: 7

La valoración de la estación actual se debe a que habría que reacondicionar toda la parcela y realizar una redistribución de la misma. La superficie disponible para alojar la maquinaria durante la obra es escasa, así como para alojar el material durante la construcción.

En la parcela Iñigo Artieta la valoración se debe a que el acceso para la maquinaria es directo sin afectar el tráfico habitual de la zona, además de disponer de superficie suficiente para almacenamiento de maquinaria y material. También se ha tenido en cuenta que la parcela no tiene construcciones de gran tamaño para su demolición.

En la parcela Carlos Solano se ha tenido en cuenta que las calles para acceder a la misma son estrechas por lo que dificultan el paso de maquinaria además de que se tendría que nivelar la parcela disminuyendo el desnivel ya que en las condiciones actuales no se puede acceder por carretera.

La valoración de la parcela Pietate se ve afectada por tener que cruzar parte de la zona urbana de Lekeitio para poder acceder a ella.

Valor de las constantes k

Los valores de las constantes se han decidido tras un proceso iterativo hasta dar con los valores impidan que la valoración de una alternativa supere los 10 puntos.

- $k_1=2$
- $k_2=0.75$
- $k_3=2$
- $k_4=0.5$
- $k_5=10$
- $k_6=2$

Valores de los parámetros considerados

PARÁMETROS	UBICACIÓN ACTUAL	PARCELA IÑIGO ARTIETA	C/CARLOS SOLANO	C/PIETATE
ÁREA [m ²]	1453.40	2427.27	1067.30	2150
PERÍMETRO [m]	176.28	204.72	170.68	206.05
ÁREA EXPROPIADA[m ²]	0	0	328.16	0
ÁREA DEMOLIDADA[m ²]	563.25	651.22	230.20	0
Nº ENTRADAS	2	1	1	1
Nº SALIDAS	1	1	1	1
TIEMPO MEDIO [minutos]	6,14285714	5,85714286	8	10,7142857
TIEMPO MÁX. [minutos]	15	15	13	15

3.1. Cálculo del tiempo de recorrido.

Para el cálculo de los tiempos de recorrido se han considerado 7 puntos de interés repartidos por todo el pueblo, de forma que quede representada la accesibilidad a estos puntos para los peatones que quieran usar los servicios de autobús.

En el siguiente mapa realizado con el programa QGIS se muestra la localización de los puntos de interés:



Figura 24. Puntos de tiempo de recorrido

Para cada posible ubicación del proyecto se ha calculado la ruta más corta para peatones desde cada uno de los puntos de medición y el emplazamiento estudiado. De esta forma se han obtenido para cada emplazamiento los siguientes resultados.

	PUNTOS DE INTERÉS	UBICACIÓN ACTUAL	C/IÑIGO ARTIETA	C/CARLOS SOLANO	C/PIETATE
TIEMPO DE RECORRIDO (minutos)	1	15	15	6	7
	2	1	2	9	12
	3	8	9	6	9
	4	3	1	11	14
	5	9	7	4	8
	6	4	4	13	15
	7	3	3	7	10

También se han calculado los tiempos máximos y el tiempo medio de cada ubicación para una mejor comparativa.

	UBICACIÓN ACTUAL	C/IÑIGO ARTIETA	C/CARLOS SOLANO	C/PIETATE
TIEMPO MEDIO (minutos)	6,14285714	5,85714286	8	10,7142857
TIEMPO MÁXIMO (minutos)	15	15	13	15

4. RESULTADOS

La siguiente tabla muestra las valoraciones obtenidas por cada alternativa de emplazamiento para cada uno de los criterios considerados:

	UBICACIÓN ACTUAL	C/IÑIGO ARTIETA	C/CARLOS SOLANO	C/PIETATE
ÁREA	2,9068	4,85454	2,1346	4,3
FORMA	6,18362832	8,89240182	4,6899168	7,82577044
ACCESIBILIDAD	9,97619048	9,47619048	9,47619048	9,47619048
ECONÓMICO	9,718375	9,67439	9,22858	10
PLAZO DE EJECUCIÓN	6	9	2	7
SUMA PONDERADA	6,95699876	8,37950446	5,50585746	7,72039218

5. EMPLAZAMIENTO DE LA OBRA

El emplazamiento seleccionado es el de la parcela en la calle Iñigo Artieta con fin de sustituir la parada actual de autobuses por una estación con todos los servicios.



Figura 25.Parcela Iñigo Artieta

La parcela tiene una forma casi rectangular que favorece la distribución de los servicios y facilita la entrada y salida de vehículos.

No será necesario disponer de aparcamiento para los usuarios ya que frente a la parcela se encuentra un parking de dimensiones suficientes como para cumplir la función. En las inmediaciones de la parcela también se encuentran la residencia para la tercera edad, el centro médico, un hotel y las escuelas de la localidad.

La parcela está catalogada como suelo urbanizable por lo que no necesita recalificación.



Figura 26. Clasificación del suelo

En verde se encuentran las parcelas rusticas y en gris las urbanizables, información extraída del catastro de Bizkaia.

ANEJO 2. ESTUDIO GEOTÉCNICO

1. INTRODUCCIÓN

El presente Anejo geotécnico contiene la información del terreno sobre el que se llevará a cabo la construcción de la nueva estación de autobuses en Lekeitio.

La información ha sido obtenida del estudio geotécnico llevado a cabo por la empresa INGUNE Ingeniería del Terreno en la parcela del astillero de Mendieta.

Se pretende usar este estudio como apoyo para obtener información sobre la geología y geotécnica para determinar el tipo de cimentación de la estructura, ya que se requieren datos sobre las propiedades mecánicas del terreno para su dimensionamiento.

La información extraída incluye investigación de campo y laboratorio, así como el análisis de documentación previa relacionada con la zona, que contribuirá al conocimiento de las condiciones del terreno y los parámetros geotécnicos que caracterizan a los diferentes materiales.

2. GEOLOGÍA

2.1. METODOLOGÍA

Para definir geológica y geotécnicamente el ámbito de estudio, se ha partido de las siguientes fuentes de información:

- Mapas geológicos:
 - Mapa geológico del País Vasco. E: 1/25.000. Hoja 39III I Lekeitio. Ente Vasco de la Energía (EVE)
 - Mapa hidrogeológico del País Vasco. E: 1/100.000
- Mapas topográficos y ortofotos extraídas desde la página oficial de la Diputación Foral de Bizkaia.
- Ortofotos.
- Estudios previos en el entorno.

Con esta base documental se ha realizado el estudio geotécnico sobre el que se asentará la estructura.

2.2. ENCUADRE GEOLÓGICO

El término municipal de Lekeitio, pertenece a la provincia de Bizkaia. Se emplaza al Norte, junto al mar y la ría de Lea. Dista 42 km de Bilbao. Limita al Norte con el mar Cantábrico, al Oeste con el término municipal de Ispaster y al Sur y Este con el término de Mendexa.

La zona objeto de estudio se encuentra en la periferia del municipio de Lekeitio.



Figura 27. Guía Cartográfica D.F.B.-B.F.A. Hoja 12

El relieve de la zona Norte es suave, no sobrepasa el 15% de pendiente y la cota máxima es de 85 m vertiendo suavemente al mar para precipitarse en un acantilado superior a los 20 m.

En la zona sur, destaca el monte Calvario, de pendientes superiores al 15%. En él se encuentra el punto más alto de Lekeitio a 116 m.s.n.m. La ría Lea es la única red fluvial del municipio.

Al este existe un islote (Garraitz) que pertenece asimismo al término municipal de Lekeitio.

Desde el punto de vista de la geología regional, Lekeitio se encuentra situado en el anticlinorio norte de Bizkaia que, junto con el sinclinorio de Bizkaia y el anticlinorio de Bilbao, conforman el Arco Vasco de la Región Vasco-Cantábrica. En dicho Arco afloran potentes series Mesozoicas entre las que destacan los materiales carbonatados del Cretácico inferior.

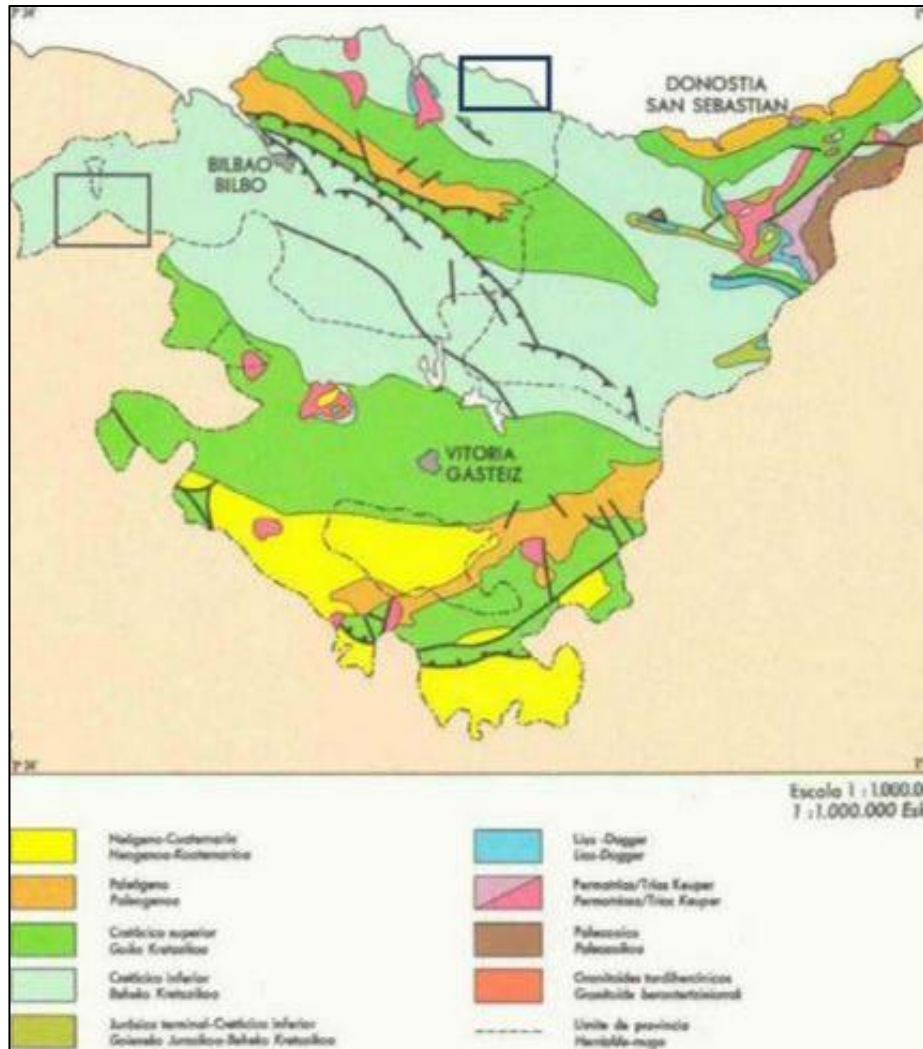


Figura 28. Esquema geológico regional (Mapa del EVE)

2.3. TECTÓNICA

Los materiales calizos aflorantes en Lekeitio presentan plegamientos con buzamientos suaves (20-40°) y de dirección NE-SW.

El complejo calizo presenta abundantes fracturas y fallas normales entre sí que siguen cuatro orientaciones principales: N120°E, N70°E, N170°E y N90°E

Los plegamientos más importantes que han dado su estilo a la estructura de la Cuenca Vasco-Cantábrica son de edad pirenaica y más exactamente post-Luteciense, ya que los materiales correspondientes a este piso están claramente plegados y fracturas en el Macizo de Oiz.

2.4. GEOMORFOLOGÍA

Lekeitio presenta varias áreas de diferente naturaleza que pertenecen a sistemas kársticos, litorales, aluviales y de ladera. Al sistema kárstico pertenecen las unidades geomorfológicas de lapiaz cubierto y lapiaz semidesnudo, principalmente y dolinas y fondo cubierto de dolina presentes en las calizas distribuidas en la mayor parte del municipio. El sistema de laderas no tiene gran representación, pero existen deslizamientos superficiales en el límite occidental con Ispaster y acúmulos de laderas de grano fino del monte Lumentza.

Las terrazas forman parte del sistema aluvial del río Lea y de un afluente al sur y suroeste respectivamente, así como los depósitos aluviales asociados al curso fluvial del Lea. La playa de Isuntza y la isla de San Nivolás, caracterizada por tener acantilados inferiores a 10 m, en cambio, representan el sistema litoral. La cartografía ambiental del Gobierno Vasco no muestra información de la zona que abarca el núcleo urbano más consolidado y el monte Lumtza.

2.5. SISMICIDAD

En el área estudiada, y de acuerdo con la Norma de Construcción Sismorresistente (NCR-02), Parte General y Edificación, actualmente en vigor, real Decreto 997/2002 del 27 de septiembre, el emplazamiento se desarrolla en una zona de intensidad sísmica calificada como sismicidad baja, con valores ab/g inferiores a 0,04, y de K inferiores a 1,0. Siendo ab la aceleración sísmica básica, valor característico de la aceleración horizontal de la superficie del terreno, correspondiente a un periodo de retorno de quinientos años.

Por otro lado, K es el coeficiente de contribución, que tiene en cuenta la influencia, en la peligrosidad sísmica de cada punto, de los distintos tipos de terremotos considerados en el cálculo de la misma. Según la norma, no es preceptivo considerar la influencia de los fenómenos sísmicos en las obras y servicios situados en las zonas de dicho grado de sismicidad.



Figura 29. Mapa de peligrosidad sísmica.

3. ENSAYOS Y PROPIEDADES GEOTÉCNICAS DE LOS MATERIALES

3.1. TRABAJOS DE CAMPO

Se ha empleado sonda perforadora RL-2 sobre orugas para la realización de los sondeos y herramientas manuales para las calicatas. El estudio se ha completado con un programa de ensayos de laboratorio a partir del cual se han extraído los datos que han permitido realizar la descripción y caracterización geotécnica de los diferentes materiales existentes.

Los ensayos in situ que se han realizado han sido ensayos de penetración estándar del tipo SPT.

3.1.1. CALICATAS MANUALES

Se han realizado seis (6) calicatas manuales en el terreno en coordinación y con la supervisión arqueológica preceptiva.

Las profundidades de las calicatas realizadas han sido de entre 0.5 m y 0,8 m, de tal manera que el cómputo total de metros lineales de calicata asciende a 3.75 m.

La profundidad alcanzable mediante las catas manuales se ha visto condicionada por la existencia, en muchos casos, de grandes bloques y/o bolos de relleno de la grada.

Los resultados de las calicatas se presentan en la siguiente tabla.

CALICATA	PROFUNDIDAD (m)	LITOLOGÍA	ESTABILIDAD	EXCAVACIÓN	HUMEDAD	M.A.
C-1	0,65	0.0-0.2 TV 0.2-0.65 Rellenos	Alta-Media	Alta	Seca	No
C-2	0,7	0,0-0,5 Rellenos 0,2-0,7 Arenas	Alta	Media	Seca	No
C-3	0,5	0,0-0,8 Arenas	Baja	Alta	Seca	No
C-4	0,6	0,0-0,6 Arenas 0,2-0,8 Relleno	Baja	Media	Seca	No
C-5	0,5	0,0-0,5 Arenas 0,2-0,8 Rellenos	Alta	Media	Seca	No
C-6	0,8	0,0-0,7 Arenas	Alta	Media	Seca	No

3.1.2. SONDEOS MECÁNICOS A ROTACIÓN CON EXTRACCIÓN DE TESTIGO

El sondeo a rotación con extracción continuo de testigo, es la mejor técnica para conocer las características del terreno en profundidad. Se trata de perforaciones de diámetro, (entre 65 y 130 mm) y profundidades superiores a las que se consiguen con las calicatas o el resto de los ensayos.

De estos sondeos se obtienen muestras alteradas (M.A.) e inalteradas (M.I.) en suelo en función del tipo de ensayo a realizar, muestras de roca (T.P.) y muestras de agua en caso de existencia de nivel freático, además se pueden realizar ensayos «in situ» específicos, como el ensayo de penetración estándar SPT.

En la tabla siguiente se reseñan los datos más destacables obtenidos en los sondeos realizados:

Se han ejecutado un total de 3 sondeos mecánicos a rotación con extracción continua de testigo. En estos sondeos se han tomado muestras inalteradas (MI) y testigos parafinados de roca (TP). La duración de los trabajos de perforación y extracción de testigo ha sido de 1 día (17 de julio de 2020). Las profundidades de los sondeos han sido de 7,6 m, 9.0 m y 10.8 m, de tal manera que el cómputo total de metros lineales perforados asciende a 27.4 m.

En la siguiente tabla se muestran las características de los sondeos ejecutados (profundidad, localización, naturaleza-litologías reconocidas etc.) así como un desglose de las muestras extraídas.

SONDEO	PROFUNDIDAD	LITOLOGÍA	M.I.	T.P.	SPT
S-1	7,6	0,0-0.2 Arenas 0.2-1.5 Rellenos 1.5-2.0 Arenas SW 2.0-4.9 Arena limosa SM 4.9-5.5 Grava arcillosa GC 5.5-7.6 Calizas micríticas III	2	1	2
S-2	9	0.0-4.2 Rellenos 4.2-4.9 Arena arcillosa 4.9-6.9 Arena limosa SM 6.9-7.3 Arena arcillosa 7.3-9.0 Calizas micríticas II-II	1	1	1
S-3	10,8	0.0-5.2 Rellenos 5.2-8.2 Arena limosa SM 8.2-9.4 Arena arcillosa 9.4-10.8 Calizas micríticas II-II	2	0	2

3.1.3. TRABAJOS IN SITU

A continuación, en las siguientes tablas se muestran los ensayos in situ realizados:

Resumen de los ensayos S.P.T.

Sondeo	ID	Profundidad de ensayo (m)	Litología	Nº de golpes				N _{SPT}
S-1	SPT-1	3.0-3.6	Aluvial: arena limosa SM	14	18	10	12	28
	SPT-2	5.4-6.0	Aluvial: grava arcillosa	10	50	R		R
S-2	SPT-1	6.0-6.6	Aluvial: arena limosa SM	8	10	10	12	20
S-3	SPT-1	3,6-4,2	Rellenos. GW	6	8	8	9	16
	SPT-2	6.3-6.9	Aluvial: arena limosa SM	6	6	7	9	13

Resumen de los ensayos M.I.

Sondeo	ID	Profundidad de ensayo (m)	Litología	Nº de golpes				N _{MI}
S-1	MI-1	2.4-3.0	Aluvial: arena limosa SM	14	20	31	17	37
	MI-2	4.8-5.4	Aluvial: arena limosa SM	7	12	13	29	25
S-2	MI-1	5.4-6.0	Aluvial: arena limosa SM	12	13	17	20	30
S-3	MI-1	3.0-3.6	Rellenos. GW	7	9	9	12	18
	MI-2	5.7-6.3	Aluvial: arena limosa SM	7	7	9	16	16

3.2. TRABAJOS DE LABORATORIO

Los ensayos de laboratorio realizados en las muestras obtenidas de los sondeos han consistido en ensayos de clasificación e identificación, ensayos químicos y ensayos de resistencia.

En las siguientes tablas se muestran los resultados de los ensayos realizados en la campaña de investigación geológico-geotécnica llevada a cabo.

Tabla resumen de los ensayos de laboratorio de caracterización, en muestras de sondeo.

SONDEO	MUESTRA	PROFUNDIDAD	MATERIAL	Granulometría por tamizado Tamiz (% pasa)				Límites de Atterberg			H.NATURAL (%)	D.SECA (t/m ³)	M.O. (%)	ACIDEZ B-G	S.SOLUBLES
				20m	5	2	0,40	LL	LP	IP					
				m	mm	mm	mm								
S-1	MI-1	2.4-3.0	SM	95.1	90.7	90.2	81.0	NP	NP	NP	21.2	1.53	-	-	-
	MI-2	4.8-5.4	SC	82.3	45.9	42.7	39.3	53.0	22.5	30.5	26.0	1.59	-	-	-
S-2	MI-1	5.4-6.0	SM	95.0	91.6	88.1	72.0	NP	NP	NP	24.0	1.57	-	8	775
S-3	MI-1	3.0-3.6	SM	97.6	85.8	83.3	75.5	NP	NP	NP	11.1	-	1.43	-	-
	MI-2	5.7-6.3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Tabla resumen de los ensayos de laboratorio de resistencia y deformabilidad, en muestras de sondeo.

SONDEO	MUESTRA	PROFUNDIDAD (m)	MATERIAL	CORTE DIRECTO		RCS (Mpa)
				C(Kpal)	ϕ (°)	
S-1	MI-1	2.4-3.0	SM	30	48	-
	TP-1	6.4-6.6	MACIZO ROCOSO III	-	-	11,72
S-2	TP-1	8.0-8.3	MACIZO ROCOSO I-II	-	-	43,29
S-3	MI-1	5.7-6.3	SM?	39	20	-

4. CARACTERIZACIÓN GEOTÉCNICA

Se han distinguido las tres unidades geotécnicas que se describen a continuación, en función del análisis y caracterización geotécnica efectuada en este estudio y que parte de la base de las investigaciones realizadas en la parcela objeto de análisis.

Los parámetros geotécnicos asignados a cada una de las unidades geológico-geotécnicas diferenciadas, se han comparado con los obtenidos para esos mismos materiales en los informes y estudios previos consultados, así como con la bibliografía geotécnica existente sobre este tipo de suelos y rocas.

4.1. UNIDAD GEOTÉCNICA I: RELLENOS ANTRÓPICOS

Se ha identificado un nivel superior que se corresponde con rellenos antrópicos heterogéneos de conformación de la grada o para generar pllintos o rellenos de cimentación. El espesor de estos rellenos es muy variable, aunque generalmente es superior a 1,5 m. En los sondeos realizados el espesor está entre 1,5 y 5,2 m, (sondeos 1 y 3 respectivamente). Están formados por material poligénico y heterométrico.

En el ensayo realizado en la muestra recogida en esta unidad predomina la fracción arenosa con lo que se puede describir como arenas grises, bolos y gravas heterométricas de subredondeadas a subangulosas de naturaleza calcárea (0,9-1,4 m) con presencia de cascotes, ladrillos etc. (SM). En testificación de sondeo se observan niveles de consistencia poco firme y clasificación de GP a GM. El contenido en materia orgánica es de 1,43 % (S-3, MI-1).

Características geométricas:

INVESTIGACIÓN	ESPESOR DE RELLENO-Ugl (m)	PROFUNDIDAD FINAL DE ALUVIAL (m)
S-1	1.3	1.5
S-2	4.2	4.2
S-3	5.2	5.2

Con el fin de caracterizar este nivel, se han realizado ensayos de identificación para una muestra recogida sondeo 3, con los siguientes resultados:

MUESTRA PROF. (m)	HUMEDAD NATURAL (%)	DENS. SECA (t/m3)	DENS. APARENTE	L. ATTERBERG			GRANULOMETRÍA	
				WL	WP	IP	GRAVA+ARENA	FINOS
MI-1(3.0-3.6)	11,10%	-	-	NP	NP	NP	86,50%	13.5%

También se ha realizado un ensayo SPT (SPT-1, S-3) con resultado N_{spt} 16, que confiere a este material una densidad media a media-baja y un ángulo de rozamiento estimado entre 30o-36o.

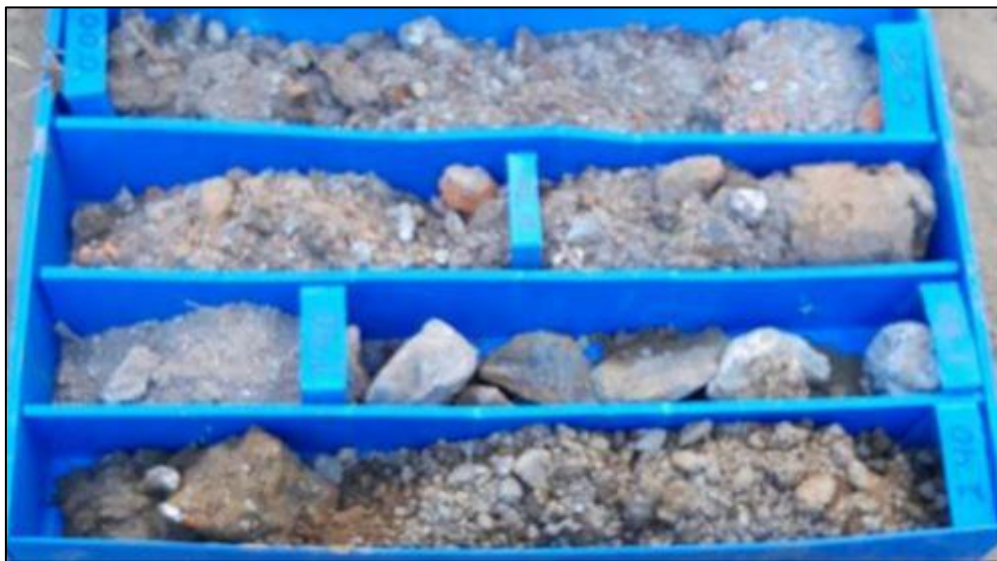


Figura 30. Aspecto unidad geotécnica I

A partir de las correlaciones establecidas y los ensayos realizados se obtienen parámetros geotécnicos característicos de esta unidad:

UNIDAD GEOTÉCNICA	DENSIDAD NATURAL (t/m ³)	Cohesión (kg/cm ²)	Ángulo de rozamiento ϕ (o)	NSPT
U.G. I: Rellenos	1,8	0.08	36	16

4.2. UNIDAD II: ARENAS LIMOSAS (aluvial)

Por debajo de los rellenos de grava y cimentación o superficialmente aparece esta unidad geotécnica de suelos aluviales. Esta UG tiene un espesor de entre 3.1 m y 4.2 m y se localiza entre los 1,5 y 5.2m de profundidad (S-1 Y S-3 respectivamente). Se trata fundamentalmente de arenas limosas grises con indicios de grava (SM)de consistencia medianamente firme a poco

firme. También se han observado niveles centimétricos de arenas limpias gris-marrón con algo de acilla y gravas (SW), gravas arcillosas con indicios de arena, marrón claro. (GC) y arenas arcillosas con gravas y limos, cuya representatividad es baja por lo que se incluyen en esta unidad geotécnica.



Figura 31. Aspecto unidad geotécnica II

Características geométricas:

INVESTIGACIÓN	ESPEJOR DE aluvial-Ugl (m)	PROFUNDIDAD FINAL DE ALUVIAL (m)
S-1	2,3	3,8
S-2	2,6	4,1
S-3	2,9	4,4

Con el fin de caracterizar este nivel, se han realizado ensayos de identificación para las muestras de esta unidad recogidas en los sondeos 1 y 2, con los siguientes resultados:

MUESTRA PROF. (m)	HUMEDAD NATURAL (%)	DENS. SECA	DENS. APARENTE (t/m ³)	L. ATTERBERG			GRANULOMETRÍA	
				WL	WP	IP	GRAVA+ARENA	FINOS
S-1 MI	21.1%	1,9	1,53	NO PLÁSTICO			78.8%	19.1
S-2 MI	26.0%	2	1,59	NO PLÁSTICO			63.2%	36.8
S-3 MI	24.0%	1,9	1,57	NO PLÁSTICO			89.1%	10.9

La muestra analizada de suelo aluvial – arenas limosas grises con indicios de grava - presentan una porción mayoritaria de arenas (media 76,1%), importante presencia de arcillas y limos (media 15%) y una presencia minoritaria de gravas (8,8%).

Las muestras de esta unidad ensayadas no presentan plasticidad.

Dado que la componente de finos es minoritaria en la U.G. II según el sistema unificado de clasificación de suelos (USCS), se clasifica como una arena limosa con indicios de grava con arena (SM).

En los ensayos SPT realizados en sondeo se observa una horquilla de valores N_{spt} de 13 a 30 con una media de 27 y un valor representativo de 20 con lo que se trata de un suelo granular medianamente denso al que, empíricamente, se le podría asignar un ángulo de rozamiento entre 30-36°.

A partir de las correlaciones establecidas y los ensayos realizados se obtienen parámetros geotécnicos característicos de esta unidad, considerando cierta cohesión aportada por el 15% de finos que componen este suelo:

UNIDAD GEOTÉCNICA	HUMEDAD NATURAL (%)	DENSIDAD NATURAL (t/m ³)	Cohesión (kg/cm ²)	Ángulo de rozamiento ϕ (o)	NSPT MEDIO
U.G. II: Suelo aluvial-arenas limosas	23,7 (Media)**	1,8 (Media)**	Variación 0,21*-0,3** Valor característico 0,25	Variación 34*-20** Valor característico 33	16**

4.3. UNIDAD III: MACIZO ROCOSO (calizas micríticas)

El sustrato rocoso en grado de meteorización IV (ISMR) se observa únicamente en los primeros 50 cm y en la zona de falla del sondeo (S-1) con lo que tiene una relevancia relativa. Se trata de calizas micríticas (montículos arrecifales) organógenas de color gris claro y dureza media-alta.

En los sondeos S-2 y S-3 se ha observado un macizo rocoso calcáreo sano (GM >III) y con baja fracturación (RQD >60%).

En los sondeos realizados la estructura del macizo rocoso es reconocible y coherente con los datos del entorno.

Como en las U.G. anteriores, las cotas de aparición de la unidad IV, varía muy ligeramente del sondeo (S-1) a los ensayos de penetración DPSH, como se observa en la siguiente tabla:

INVESTIGACIÓN	PROFUNDIDAD DE APARICIÓN U.G. III :MACIZO ROCOSO (m)
S-1	5,5
S-2	7,3
S-3	9,4

Con el objeto de obtener valores de resistencia compresión simple de la roca, se han realizado dos ensayos de resistencia a compresión simple en roca (RCS) obteniéndose unos valores de 11.72 y 43.29 MPa, en los TP extraídos en el S-1 y S-2 respectivamente. El valor obtenido en el TP del S-1 es poco representativo del macizo rocoso sano que, según referencias bibliográficas y otros trabajos, podría estar entre 50 y 200 MPa. De forma conservadora se toma 43 MPa como resistencia a compresión simple de esta unidad.

Según ISMR (1981) y de acuerdo con las observaciones realizadas anteriormente la roca principal de la zona de estudio (G.M. II) se clasifica como roca de resistencia moderada (25-50 MPa).



Figura 32. Aspecto de la unidad geotécnica III

Aunque no se han observado fenómenos de karstificación, es necesario considerar la posible existencia de huecos y cavidades rellenas o no de arcillas asociados a proceso de disolución de las calizas.

5. RECOMENDACIONES GEOTÉCNICAS

5.1. EXCAVABILIDAD

En función de su excavabilidad se puede considerar los niveles U.G. I y U.G. II como fácilmente excavables mediante pala retroexcavadora o similar.

Por el rango de los valores de resistencia a compresión simple obtenidos en laboratorio (σ_c), la roca ligeramente meteorizada a sana, entrara en el campo de material ripable con espaciados mayores a 0,06 m. De ahí que no se descarte la necesidad de utilizar martillo picador si fuese necesario excavar en el macizo rocoso.

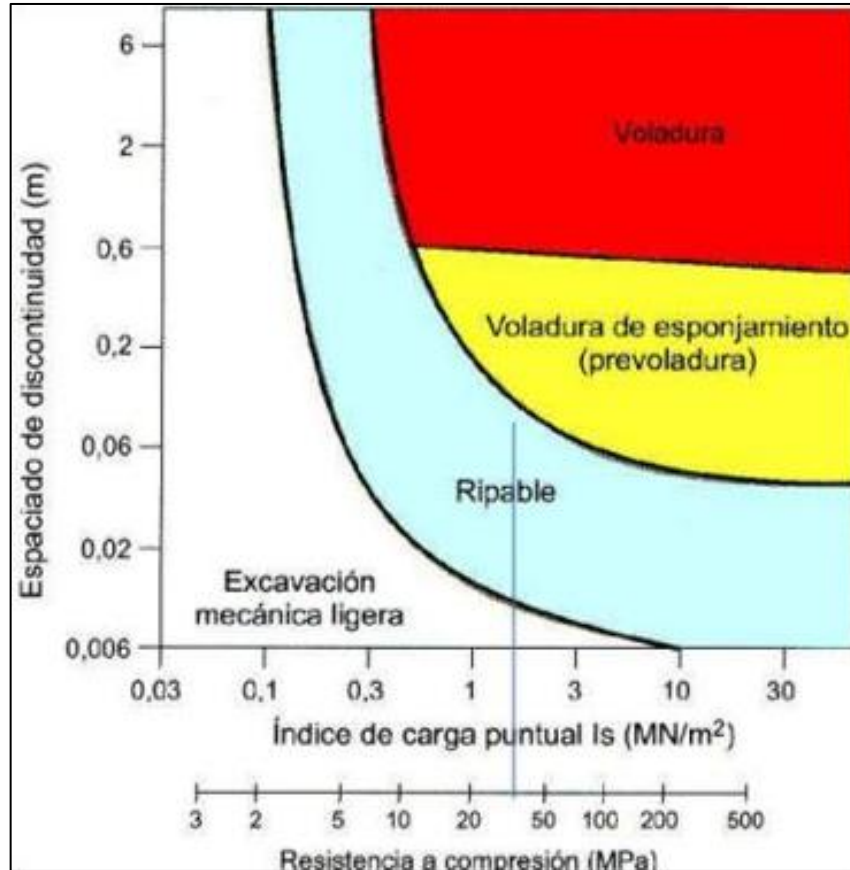


Figura 33. Clasificación de rocas para su excavabilidad

5.2. MOVIMIENTO DE TIERRAS

En base a los datos geotécnicos obtenidos en este informe y a experiencia de los técnicos redactores del mismo en materiales similares, se recomienda ejecutar excavaciones temporales en suelo (U.G I,II) con taludes de inclinación 1H:1V, como máximo. Una geometría 3H:2V sería un talud adecuado para alturas superiores a 3,0 metros o si existe presencia de agua en el suelo aluvial.

En el caso de taludes excavados en roca sana (U.G. III) se recomienda no sobrepasar inclinaciones de 1H:3V.

6. SOLUCIONES CONSTRUCTIVAS

Con los datos obtenidos del estudio realizado se concluye que el suelo es apto para una cimentación directa retirando 2m de suelo y sustituyéndolos por un material de aportación, que será un suelo seleccionado. Para aumentar su capacidad portante.

En base a estas suposiciones, la cimentación de la nave se realizará sobre ese material aportado, mediante una cimentación superficial formada por zapatas aisladas y vigas de atado.

Tras definir la solución para la cimentación, es necesario recalcar que se basa en un estudio geotécnico que no ha sido realizado en el emplazamiento del proyecto y en unas suposiciones que no pueden ser consideradas como válidas de forma segura.

La realidad del terreno podría ser otra diferente a la expuesta en este anejo, y la solución de cimentación adoptada no ser correcta. Para poder adoptar una solución de cimentación con total seguridad, se debería realizar un estudio geotécnico en el propio emplazamiento o en un lugar más cercano.

ANEJO 3. MOVIMIENTO DE TIERRAS

El objeto de este anejo es definir las acciones a realizar sobre el terreno existente para el acondicionamiento del mismo.

1. TRABAJOS PREVIOS

La primera de las tareas a realizar es retirar cualquier tipo de escombros u obstáculos que pudiera existir en la parcela donde se va a ejecutar el proyecto. En este caso es necesario demoler las construcciones ya existentes en la parcela. La superficie total de las construcciones a demoler es de 651,22m².

A continuación, se retira la capa vegetal existente en el área que abarca la parcela, que será prácticamente inexistente debido a las edificaciones existentes.

Si se hallase terreno vegetal, este debería desecharse ya que no se prevé ninguna opción de ser reutilizado en el presente proyecto.

2. EXCAVACIÓN

La excavación se divide en dos partes, la correspondiente a la cimentación de la nave y la que se realizará en el resto de la explanada. También se puede distinguir la excavación de las zanjas para instalaciones, pero estas podrían ir incluidas en las dos mencionadas anteriormente, ya que su volumen será muy pequeño respecto del total calculado.

Para la cimentación de excavara el perímetro de la misma más un margen de 2m a una profundidad de aproximadamente 2m tal y como se ha explicado en el Anejo 2. Estudio geotécnico.

Respecto al resto de la explanada la excavación será en torno a 1m de profundidad para albergar el firme dimensionado en el Anejo.6 Firme.

El emplazamiento posee 2427.27m² de superficie en total, incluida la parcela para la nave.

2.1. VOLUMEN DE TIERRAS EXCAVADO

Tras definir los tipos de excavación, se realiza el cálculo de cada uno de ellos teniendo en cuenta la superficie y el espesor de excavación requeridos.

	SUPERFICIE (m ²)	VOLUMEN (m ³)
CIMENTACIÓN	609	1218
EXPLANADA	1818,27	1818,27

3. RETIRADA A VERTEDERO

En el inventario de suelos contaminados del Gobierno Vasco no se encuentra ningún tipo de contaminación registrada para los suelos del emplazamiento, por lo que el volumen de tierras excavado se trasladará al vertedero de residuos de construcción inertes más cercano.

Dicho vertedero es Torrebaso (Amorebieta - Iurreta), a unos 30 km desde Lekeito.

En principio, todo el volumen excavado, será llevado a vertedero ya que no se prevé que pueda ser reutilizado en el proyecto.

4. RELLENO DEL TERRENO

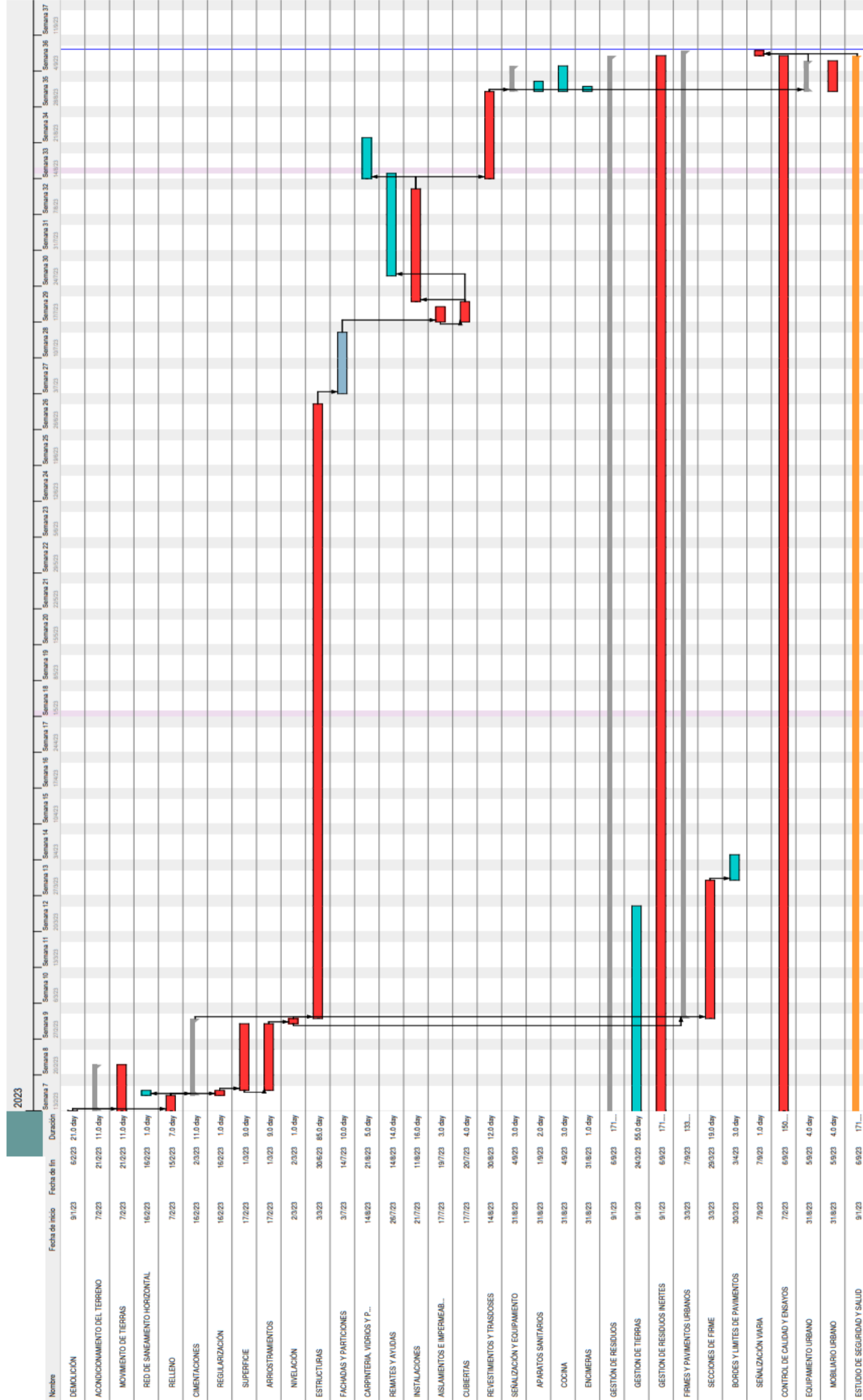
Una vez realizada la excavación, se rellena parte de la zanja correspondiente a la cimentación para la nave con un terreno granular compactado, sobre el que se realizará la cimentación superficial.

Dado que no hay forma de conocer en una primera instancia la calidad y la correcta puesta en obra del nuevo material, se recomiendan a continuación algunos aspectos a cumplir:

- El material empleado será granular, el contenido de arcilla no será excesivo y estará totalmente exento de elementos agresivos, como pueden ser; sales, materia orgánica o yesos. Deberá ser un material seleccionado recogido en el PG-3 de carreteras.
- Una vez seleccionado el material se deberán definir sus características a través del ensayo Proctor; densidad y humedad máxima. Asimismo, se deberán realizar los ensayos necesarios de placa de carga para evaluar los posibles asentos y deformaciones.
- La puesta en obra del nuevo relleno se llevará a cabo mediante tongadas de 30 cm de espesor, compactadas según el ensayo Proctor de referencia. Se deberá ir comprobando en la puesta en obra la compactación obtenida de cada capa a través de la densidad y humedad.
- Una vez terminado el proceso de relleno, se recomienda comprobar la compactación mediante ensayos de penetración, como mínimo en varios puntos de la zona de cimentación.

Si se cumplen las recomendaciones expuestas, se puede asumir una tensión admisible de 3,00 kg/cm² y unos asentos no superiores a 25 mm.

ANEJO 4. PLAN DE OBRA



ANEJO 5. ESTRUCTURA

1. INTRODUCCIÓN

Para el dimensionamiento y cálculo de la estructura se ha empleado la metodología BIM con el programa CYPE 3D a través del servicio de BIMserver.center, sobre todo para optimizar el trabajo de los elementos de la estructura.

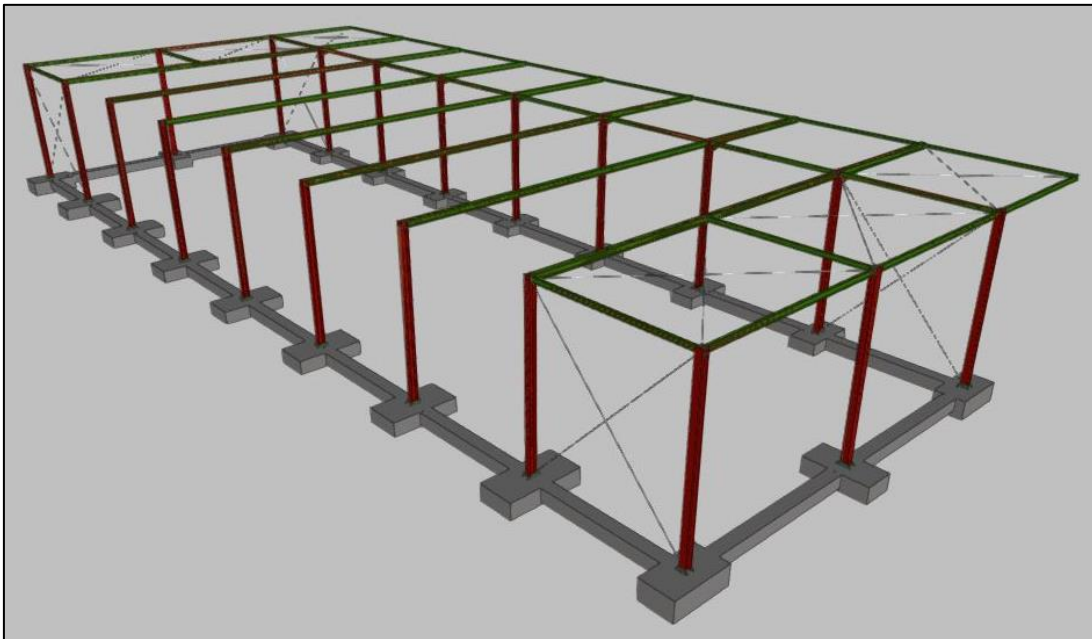


Figura 34. Estructura. Fuente: CYPE 3D

A continuación, se detallan las barras que forman la estructura tanto de la cubierta en voladizo como del edificio de viajeros.

La estructura se compone de pórticos que vas incrementado su altura en sentido longitudinal de la edificación partiendo de 4.3m de altura llegando en el último pórtico a los 6.3 m, estas alturas se han decidido en base a la altura mínima del mayor de los vehículos que albergara la estación.

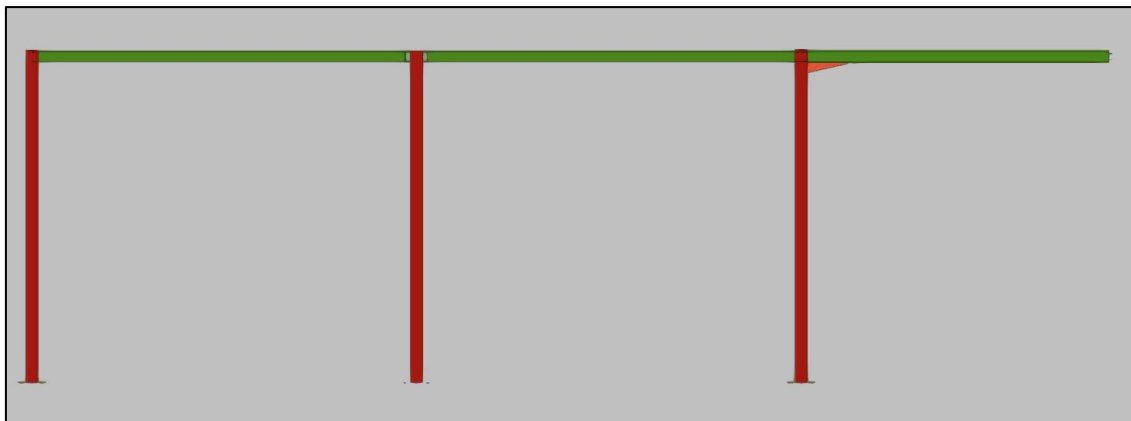


Figura 35. Pórtico. Fuente: CYPE 3D

Para la realización de los cálculos se ha simplificado la estructura utilizando una altura media de pórticos de 5.3m. Las situaciones de carga en los pórticos de los extremos con 4.3m y 6.3m de altura se han comprobado con las alturas reales para asegurar que la simplificación de la estructura es correcta y no falla.

La cimentación se ha llevado a cabo mediante zapatas y vigas de atado como se recomienda en el Anejo 2. Estudio Geotécnico

Para el dimensionamiento de la cimentación realizado con el programa CYPE 3D se ha tenido en cuenta el peso de la estructura, las cargas que transmite y el peso del suelo sobre las zapatas al estar estas enterradas en el terreno.

2. NORMATIVA

Para la cimentación de hormigón armado se han considerado el Código Estructural 2021 y el documento básico CTE DB SE-C "Cimientos".

Para la armadura de las zapatas y los pilares y vigas de acero laminado se ha considerado la norma CTE DB SE-A.

Para las uniones se han considerado la norma CTE DB SE-A: Código Técnico de la Edificación. Seguridad estructural. Acero. Apartado 8.6. Resistencia de los medios de unión. Uniones soldadas.

Para las determinar las acciones que actuarán sobre la estructura se ha aplicado la norma CTE DB SE-AE "Acciones en la edificación".

La resistencia al fuego requerida por la estructura de ha obtenido de la norma CTE DB SI, más concretamente el Anejo D: “Resistencia al fuego de los elementos de acero”

3. BASES DE CALCULO

3.1. ESTADOS LÍMITE

En el dimensionamiento de la estructura se han tenido en cuenta los siguientes Estados Límite:

- E.L.U. de rotura del hormigón en cimentaciones
- E.L.U. de rotura del acero laminado
- E.L.U. de rotura por tensiones en el terreno
- E.L.U. por desplazamientos de la cimentación
- E.L.S. por flecha excesiva

3.2. SITUACIONES DE PROYECTO

Para las distintas situaciones de proyecto, las combinaciones de acciones se definirán de acuerdo con los siguientes criterios:

- Con coeficientes de combinación

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{Gj} G_{kj} + \gamma_P P_k + \gamma_{Q1} \Psi_{p1} Q_{k1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Qi} \Psi_{ai} Q_{ki}$$

- Sin coeficientes de combinación

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{Gj} G_{kj} + \gamma_P P_k + \sum_{i \geq 1} \gamma_{Qi} Q_{ki}$$

Donde:

- G_k Acción permanente
- P_k Acción de pretensado
- Q_k Acción variable
- γ_G Coeficiente parcial de seguridad de las acciones permanentes
- γ_P Coeficiente parcial de seguridad de la acción de pretensado
- $\gamma_{Q,1}$ Coeficiente parcial de seguridad de la acción variable principal
- $\gamma_{Q,i}$ Coeficiente parcial de seguridad de las acciones variables de acompañamiento
- $\Psi_{p,1}$ Coeficiente de combinación de la acción variable principal
- $\Psi_{a,i}$ Coeficiente de combinación de las acciones variables de acompañamiento

Para cada situación de proyecto y estado límite los coeficientes a utilizar serán:

E.L.U. de rotura. Hormigón en cimentaciones: CTE DB-SE C

Persistente o transitoria				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_s)
Carga permanente (G)	1.000	1.600	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.600	0.000	0.000
Viento (Q)	0.000	1.600	1.000	0.600
Nieve (Q)	0.000	1.600	1.000	0.500

Persistente o transitoria (G1)				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_s)
Carga permanente (G)	1.000	1.600	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.600	1.000	0.000
Viento (Q)	0.000	1.600	0.000	0.000
Nieve (Q)	0.000	1.600	0.000	0.000

E.L.U. de rotura. Acero laminado: CTE DB SE-A

Persistente o transitoria				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_s)
Carga permanente (G)	0.800	1.350	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.500	0.000	0.000
Viento (Q)	0.000	1.500	1.000	0.600
Nieve (Q)	0.000	1.500	1.000	0.500

Persistente o transitoria (G1)				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_s)
Carga permanente (G)	0.800	1.350	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.500	1.000	0.000
Viento (Q)	0.000	1.500	0.000	0.000
Nieve (Q)	0.000	1.500	0.000	0.000

Tensiones sobre el terreno

Característica				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_s)
Carga permanente (G)	1.000	1.000	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.000	0.000	0.000
Viento (Q)	0.000	1.000	1.000	1.000
Nieve (Q)	0.000	1.000	1.000	1.000

Característica				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_s)
Carga permanente (G)	1.000	1.000	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.000	1.000	1.000
Viento (Q)	0.000	1.000	1.000	1.000
Nieve (Q)	0.000	1.000	1.000	1.000

Desplazamientos

Característica				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_s)
Carga permanente (G)	1.000	1.000	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.000	0.000	0.000
Viento (Q)	0.000	1.000	1.000	1.000
Nieve (Q)	0.000	1.000	1.000	1.000

Característica				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_s)
Carga permanente (G)	1.000	1.000	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.000	1.000	1.000
Viento (Q)	0.000	1.000	1.000	1.000
Nieve (Q)	0.000	1.000	1.000	1.000

3.3. ACCIONES

El valor de las acciones se ha determinado con el software CYPE Generador de pórticos.

Las acciones se clasifican según su variación en el tiempo en acciones permanentes, variables y accidentales.

3.3.1. ACCIONES PERMANENTES

La única acción permanente que actúa sobre la estructura proyectada es el peso propio de los elementos que la componen. Elementos de la estructura que afectan al peso propio:

- Pilares
- Vigas
- Correas
- Cerramiento en cubierta

3.3.2. ACCIONES VARIABLES

3.3.2.1. SOBRECARGA DE USO

La cubierta no será transitable. Solamente se accederá a ella durante la construcción de la estación y posteriormente para tareas de mantenimiento y reparación.

Se ha asignado a la cubierta la Categoría de uso G “Cubiertas accesibles únicamente para conservación”.

3.3.2.2. VIENTO

La estructura se encuentra en la zona eólica C, la zona con mayor carga de viento de las tres consideradas por el CTE.



Figura 36. Mapa de las zonas eólicas del Estado. Fuente: CTE DB SE-AE.

Se sitúa en un entorno con grado de aspereza III “Zona rural accidentada o llana con obstáculos”.

El grado de aspereza influye junto con la altura al coeficiente de exposición de un elemento.

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

Figura 37. Valor del coeficiente de exposición C_e . Fuente: CTE DB SE-AE.

3.3.2.3. NIEVE

El valor de la carga producida por la nieve sobre la cubierta depende de las condiciones climáticas y topográficas del emplazamiento del proyecto. Para la localidad de Lekeitio las condiciones son las siguientes:

- Zona de clima invernal: 1
- Altitud topográfica: 10 m
- Exposición al viento: normal

3.4. HIPÓTESIS DE CARGA

Con los valores de los coeficientes parciales de seguridad y los coeficientes de combinación se obtienen los coeficientes para determinar todas las hipótesis de carga posibles para la estructura.

3.4.1. NOMBRE DE LAS HIPÓTESIS

- PP Peso propio
- Q Sobrecarga de uso
- V(0°) H1 Viento a 0°, presión exterior tipo 1 Presión interior
- V(0°) H2 Viento a 0°, presión exterior tipo 1 Succión interior
- V(0°) H3 Viento a 0°, presión exterior tipo 2 Presión interior
- V(0°) H4 Viento a 0°, presión exterior tipo 2 Succión interior
- V(90°) H1 Viento a 90°, presión exterior tipo 1 sin acción en el interior
- V(90°) H2 Viento a 90°, presión exterior tipo 1 Succión interior
- V(90°) H3 Viento a 90°, presión exterior tipo 2 sin acción en el interior
- V(90°) H4 Viento a 90°, presión exterior tipo 2 Succión interior
- V(180°) H1 Viento a 180°, presión exterior tipo 1 Presión interior
- V(180°) H2 Viento a 180°, presión exterior tipo 1 Succión interior
- V(180°) H3 Viento a 180°, presión exterior tipo 2 Presión interior
- V(180°) H4 Viento a 180°, presión exterior tipo 2 Succión interior
- V(270°) H1 Viento a 270°, presión exterior tipo 1 sin acción en el interior
- V(270°) H2 Viento a 270°, presión exterior tipo 1 Succión interior V(270°)
- H3 Viento a 270°, presión exterior tipo 2 sin acción en el interior V(270°)
- H4 Viento a 270°, presión exterior tipo 2 Succión interior
- N(EI) Nieve (estado inicial)
- N(R) Nieve (redistribución)

3.4.2. E.L.U. de rotura. Hormigón en cimentaciones.

A continuación, se adjuntan unas tablas a modo de ejemplo de cómo se obtuvieron las combinaciones de rotura para la cimentación. Se utilizó el mismo método para las combinaciones del acero laminado.

COMB.	PP	Q	V(0º) H1	V(0º) H2	V(0º) H3	V(0º) H4	V(90º) H1	V(90º) H2	V(90º) H3	V(90º) H4
1	1.000									
2	1.600									
3	1.000		1.600							
4	1.600		1.600							
5	1.000			1.600						
6	1.600			1.600						
7	1.000				1.600					
8	1.600				1.600					
9	1.000					1.600				
10	1.600					1.600				
11	1.000						1.600			
12	1.600						1.600			
13	1.000							1.600		
14	1.600							1.600		
15	1.000								1.600	
16	1.600								1.600	
17	1.000									1.600
18	1.600									1.600
19	1.000									
20	1.600									
21	1.000									
22	1.600									
23	1.000									
24	1.600									
25	1.000									
26	1.600									
27	1.000									
28	1.600									
29	1.000									
30	1.600									
31	1.000									

COMB.	PP	Q	V(0º) H1	V(0º) H2	V(0º) H3	V(0º) H4	V(90º) H1	V(90º) H2	V(90º) H3	V(90º) H4
32	1.600									
33	1.000									
34	1.600									
35	1.000									
36	1.600									
34	1.600									
35	1.000									
36	1.600									
37	1.000		0.960							
38	1.600		0.960							
39	1.000			0.960						
40	1.600			0.960						
41	1.000				0.960					
42	1.600				0.960					
43	1.000					0.960				
44	1.600					0.960				
45	1.000						0.960			
46	1.600						0.960			
47	1.000							0.960		
48	1.600							0.960		
49	1.000								0.960	
50	1.600								0.960	
51	1.000									0.960
52	1.600									0.960
53	1.000									
54	1.600									
55	1.000									
56	1.600									
57	1.000									
58	1.600									
59	1.000									
60	1.600									
61	1.000									
62	1.600									
63	1.000									

COMB.	PP	Q	V(0º) H1	V(0º) H2	V(0º) H3	V(0º) H4	V(90º) H1	V(90º) H2	V(90º) H3	V(90º) H4
64	1.600									
65	1.000									
66	1.600									
67	1.000									
68	1.600									
69	1.000		1.600							

4. MATERIALES

4.1. ACERO ESTRUCTURAL

Para los perfiles laminados en caliente y las barras se utiliza acero estructural S275, con una resistencia característica de $f_{yk} = 275 \text{ N/mm}^2$. Para la resistencia de cálculo se aplica el coeficiente de seguridad que se recoge en el documento DB SE-A del CTE.

$$f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = \frac{275}{1,15} = 239,13 \text{ MPa}$$

Para los perfiles de las correas de acero conformado en frío se utiliza acero estructural S235, cuya resistencia característica es de $f_{yk} = 235 \text{ N/mm}^2$. De nuevo, se halla la resistencia de cálculo.

$$f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_M} = \frac{235}{1,05} = 223,8 \text{ MPa}$$

El módulo de elasticidad del acero es $E = 210000 \text{ N/mm}^2$.

4.2. HORMIGÓN ESTRUCTURAL

En la cimentación superficial mediante zapatas y vigas de atado, el hormigón armado que se emplea debe ser resistente a la agresividad química del terreno y cualquier otro agente que potencie el deterioro.

La información recogida en el "Anejo 2. Estudio geotécnico" permite caracterizar el terreno de la obra y clasificarlo dentro de un ambiente de acuerdo a lo establecido en el Código Estructural 2021. La exposición general de las armaduras de la cimentación a la corrosión se clasifica como I (No agresiva)

En función del ambiente, el Código Estructural 2021 recomienda la resistencia característica del hormigón a utilizar siendo en este caso de 25N/mm^2 .

La designación del hormigón seleccionado es: HA-25/B/20/I.

4.3. HORMIGÓN DE LIMPIEZA

Se debe disponer una solera de asiento previa a la ejecución de la cimentación, con el fin de evitar el contacto directo del hormigón de la cimentación con el terreno. El Código Estructural establece un espesor mínimo de 10 cm para la capa de hormigón de limpieza. El objetivo de esta capa es impedir la pérdida de agua del hormigón estructural durante el vertido, así como su contaminación durante las primeras horas de hormigonado. La norma indica una única tipología de hormigón para este uso, la HL-150/B/20.

5. GEOMETRÍA

5.1. NUDOS

Referencias:

- $\Delta x, \Delta y, \Delta z$: Desplazamientos prescritos en ejes globales.
- $\Theta x, \Theta y, \Theta z$: Giros prescritos en ejes globales.

Cada grado de libertad se marca con 'X' si está coaccionado y, en caso contrario, con '-'.

Nudos										
Referencia	Coordenadas			Vinculación exterior						Vinculación interior
	X (m)	Y (m)	Z (m)	Δ_x	Δ_y	Δ_z	θ_x	θ_y	θ_z	
N1	0.000	0.000	0.000	X	X	X	X	X	X	Empotrado
N2	0.000	0.000	5.300	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N3	0.000	12.500	0.000	X	X	X	X	X	X	Empotrado
N4	0.000	12.500	5.300	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N5	5.000	0.000	0.000	X	X	X	X	X	X	Empotrado
N6	5.000	0.000	5.300	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N7	5.000	12.500	0.000	X	X	X	X	X	X	Empotrado
N8	5.000	12.500	5.300	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N9	10.000	0.000	0.000	X	X	X	X	X	X	Empotrado
N10	10.000	0.000	5.300	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N11	10.000	12.500	0.000	X	X	X	X	X	X	Empotrado
N12	10.000	12.500	5.300	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N13	15.000	0.000	0.000	X	X	X	X	X	X	Empotrado
N14	15.000	0.000	5.300	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N15	15.000	12.500	0.000	X	X	X	X	X	X	Empotrado
N16	15.000	12.500	5.300	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N17	20.000	0.000	0.000	X	X	X	X	X	X	Empotrado
N18	20.000	0.000	5.300	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N19	20.000	12.500	0.000	X	X	X	X	X	X	Empotrado
N20	20.000	12.500	5.300	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N21	25.000	0.000	0.000	X	X	X	X	X	X	Empotrado
N22	25.000	0.000	5.300	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N23	25.000	12.500	0.000	X	X	X	X	X	X	Empotrado
N24	25.000	12.500	5.300	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N25	30.000	0.000	0.000	X	X	X	X	X	X	Empotrado
N26	30.000	0.000	5.300	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N27	30.000	12.500	0.000	X	X	X	X	X	X	Empotrado
N28	30.000	12.500	5.300	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N29	35.000	0.000	0.000	X	X	X	X	X	X	Empotrado
N30	35.000	0.000	5.300	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N31	35.000	12.500	0.000	X	X	X	X	X	X	Empotrado
N32	35.000	12.500	5.300	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N33	40.000	0.000	0.000	X	X	X	X	X	X	Empotrado
N34	40.000	0.000	5.300	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N35	40.000	12.500	0.000	X	X	X	X	X	X	Empotrado

Nudos										
Referencia	Coordenadas			Vinculación exterior						Vinculación interior
	X (m)	Y (m)	Z (m)	Δ_x	Δ_y	Δ_z	θ_x	θ_y	θ_z	
N36	40.000	12.500	5.300	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N37	35.000	6.250	5.300	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N38	40.000	6.250	5.300	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N39	40.000	6.250	0.000	X	X	X	X	X	X	Empotrado
N40	0.000	6.250	0.000	X	X	X	X	X	X	Empotrado
N41	0.000	6.250	5.300	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N42	5.000	6.250	5.300	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N43	35.000	17.500	5.300	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N44	0.000	17.500	5.300	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N45	5.000	17.500	5.300	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N46	10.000	17.500	5.300	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N47	15.000	17.500	5.300	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N48	20.000	17.500	5.300	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N49	25.000	17.500	5.300	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N50	30.000	17.500	5.300	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N51	40.000	17.500	5.300	-	-	-	-	-	-	Empotrado

5.2. BARRAS

Todas las barras son del mismo tipo de acero.

5.2.1. MATERIALES UTILIZADOS

Materiales utilizados							
Material		E	ν	G	f_y	α_t	γ
Tipo	Designación	(kp/cm ²)		(kp/cm ²)	(kp/cm ²)	(m/m°C)	(t/m ³)
Acero laminado	S275	2140672.8	0.300	825688.1	2803.3	0.000012	7.850
Notación: <i>E</i> : Módulo de elasticidad <i>ν</i> : Módulo de Poisson <i>G</i> : Módulo de cortadura <i>f_y</i> : Límite elástico <i>α_t</i> : Coeficiente de dilatación <i>γ</i> : Peso específico							

5.2.2. DESCRIPCIÓN

Descripción											
Material		Barra (Ni/Nf)	Pieza (Ni/Nf)	Perfil(Serie)	Longitud (m)			β_{xy}	β_{xz}	Lb _{orig.} (m)	Lb _{ext.} (m)
Tipo	Designación				Indeformable origen	Deformable	Indeformable extremo				
Acero laminado	S275	N1/N2	N1/N2	HE 200 B (HEB)	-	5.220	0.080	0.00	1.31	5.300	-
		N3/N4	N3/N4	HE 200 B (HEB)	-	5.220	0.080	0.00	1.31	-	5.300
		N5/N6	N5/N6	HE 200 B (HEB)	-	5.210	0.090	0.00	1.31	5.300	-
		N7/N8	N7/N8	HE 200 B (HEB)	-	5.010	0.290	0.00	1.31	-	5.300
		N6/N42	N6/N8	HE 180 B (HEB)	0.100	6.150	-	0.10	0.70	1.250	1.250
		N42/N8	N6/N8	HE 180 B (HEB)	-	6.150	0.100	0.10	0.70	1.250	1.250
		N9/N10	N9/N10	HE 200 B (HEB)	-	5.210	0.090	0.00	1.31	5.300	-

Descripción											
Material		Barra (Ni/Nf)	Pieza (Ni/Nf)	Perfil(Serie)	Longitud (m)			β_{xy}	β_{xz}	Lb _{sup.} (m)	Lb _{inf.} (m)
Tipo	Designación				Indeformable origen	Deformable	Indeformable extremo				
		N11/N12	N11/N12	HE 200 B (HEB)	-	5.010	0.290	0.00	1.31	-	5.300
		N10/N12	N10/N12	HE 180 B (HEB)	0.100	12.300	0.100	0.10	0.70	1.250	1.250
		N13/N14	N13/N14	HE 200 B (HEB)	-	5.210	0.090	0.00	1.31	5.300	-
		N15/N16	N15/N16	HE 200 B (HEB)	-	5.010	0.290	0.00	1.31	-	5.300
		N14/N16	N14/N16	HE 180 B (HEB)	0.100	12.300	0.100	0.10	0.70	1.250	1.250
		N17/N18	N17/N18	HE 200 B (HEB)	-	5.210	0.090	0.00	1.31	5.300	-
		N19/N20	N19/N20	HE 200 B (HEB)	-	5.010	0.290	0.00	1.31	-	5.300
		N18/N20	N18/N20	HE 180 B (HEB)	0.100	12.300	0.100	0.10	0.70	1.250	1.250
		N21/N22	N21/N22	HE 200 B (HEB)	-	5.210	0.090	0.00	1.31	5.300	-
		N23/N24	N23/N24	HE 200 B (HEB)	-	5.010	0.290	0.00	1.31	-	5.300
		N22/N24	N22/N24	HE 180 B (HEB)	0.100	12.300	0.100	0.10	0.70	1.250	1.250
		N25/N26	N25/N26	HE 200 B (HEB)	-	5.210	0.090	0.00	1.31	5.300	-
		N27/N28	N27/N28	HE 200 B (HEB)	-	5.010	0.290	0.00	1.31	-	5.300
		N26/N28	N26/N28	HE 180 B (HEB)	0.100	12.300	0.100	0.10	0.70	1.250	1.250
		N29/N30	N29/N30	HE 200 B (HEB)	-	5.210	0.090	0.00	1.31	5.300	-
		N31/N32	N31/N32	HE 200 B (HEB)	-	5.010	0.290	0.00	1.31	-	5.300
		N30/N37	N30/N32	HE 180 B (HEB)	0.100	6.150	-	0.10	0.70	1.250	1.250
		N37/N32	N30/N32	HE 180 B (HEB)	-	6.150	0.100	0.10	0.70	1.250	1.250
		N33/N34	N33/N34	HE 200 B (HEB)	-	5.220	0.080	0.00	1.31	5.300	-
		N35/N36	N35/N36	HE 200 B (HEB)	-	5.220	0.080	0.00	1.31	-	5.300
		N30/N34	N30/N34	IPE 140 (IPE)	0.100	4.900	-	0.00	1.00	-	-
		N32/N36	N32/N36	IPE 140 (IPE)	-	5.000	-	0.00	1.00	-	-
		N37/N38	N37/N38	IPE 140 (IPE)	-	4.900	0.100	0.00	1.00	-	-
		N33/N30	N33/N30	R 14 (R)	-	7.162	0.124	0.00	0.00	-	-
		N29/N34	N29/N34	R 14 (R)	-	7.286	-	0.00	0.00	-	-
		N30/N38	N30/N38	R 14 (R)	0.129	7.875	-	0.00	0.00	-	-
		N34/N37	N34/N37	R 14 (R)	0.129	7.875	-	0.00	0.00	-	-
		N37/N36	N37/N36	R 14 (R)	-	7.875	0.129	0.00	0.00	-	-
		N38/N32	N38/N32	R 14 (R)	-	7.875	0.129	0.00	0.00	-	-
		N35/N32	N35/N32	R 14 (R)	-	7.148	0.138	0.00	0.00	-	-
		N31/N36	N31/N36	R 14 (R)	-	7.286	-	0.00	0.00	-	-
		N39/N38	N39/N38	HE 200 B (HEB)	-	5.220	0.080	0.70	0.70	-	-
		N38/N36	N38/N36	IPE 160 (IPE)	0.100	6.050	0.100	0.10	0.70	1.250	1.250
		N34/N38	N34/N38	IPE 160 (IPE)	0.100	6.050	0.100	0.10	0.70	1.250	1.250
		N40/N41	N40/N41	HE 200 B (HEB)	-	5.220	0.080	0.70	0.70	-	-

Descripción											
Material		Barra (Ni/Nf)	Pieza (Ni/Nf)	Perfil(Serie)	Longitud (m)			β_{vp}	β_{az}	Lb _{desp.} (m)	Lb _{int.} (m)
Tipo	Designación				Indeformable origen	Deformable	Indeformable extremo				
		N41/N4	N41/N4	YPE 160 (YPE)	0.100	6.050	0.100	0.10	0.70	1.250	1.250
		N2/N41	N2/N41	YPE 160 (YPE)	0.100	6.050	0.100	0.10	0.70	1.250	1.250
		N2/N6	N2/N6	YPE 140 (YPE)	-	5.000	-	0.00	1.00	-	-
		N41/N42	N41/N42	YPE 140 (YPE)	0.100	4.900	-	0.00	1.00	-	-
		N4/N8	N4/N8	YPE 140 (YPE)	-	5.000	-	0.00	1.00	-	-
		N5/N2	N5/N2	R 14 (R)	-	7.286	-	0.00	0.00	-	-
		N1/N6	N1/N6	R 14 (R)	-	7.162	0.124	0.00	0.00	-	-
		N2/N42	N2/N42	R 14 (R)	0.129	7.875	-	0.00	0.00	-	-
		N6/N41	N6/N41	R 14 (R)	0.129	7.875	-	0.00	0.00	-	-
		N41/N8	N41/N8	R 14 (R)	-	7.875	0.129	0.00	0.00	-	-
		N42/N4	N42/N4	R 14 (R)	-	7.875	0.129	0.00	0.00	-	-
		N7/N4	N7/N4	R 14 (R)	-	7.286	-	0.00	0.00	-	-
		N3/N8	N3/N8	R 14 (R)	-	7.148	0.138	0.00	0.00	-	-
		N8/N12	N8/N12	YPE 140 (YPE)	-	5.000	-	0.00	1.00	-	-
		N12/N16	N12/N16	YPE 140 (YPE)	-	5.000	-	0.00	1.00	-	-
		N20/N24	N20/N24	YPE 140 (YPE)	-	5.000	-	0.00	1.00	-	-
		N24/N28	N24/N28	YPE 140 (YPE)	-	5.000	-	0.00	1.00	-	-
		N28/N32	N28/N32	YPE 140 (YPE)	-	5.000	-	0.00	1.00	-	-
		N16/N20	N16/N20	YPE 140 (YPE)	-	5.000	-	0.00	1.00	-	-
		N32/N43	N32/N43	HE 200 B (HEB)	0.100	4.900	-	0.00	1.00	-	-
		N4/N44	N4/N44	YPE 160 (YPE)	0.100	4.900	-	0.00	1.00	-	-
		N8/N45	N8/N45	HE 200 B (HEB)	0.100	4.900	-	0.00	1.00	-	-
		N12/N46	N12/N46	HE 200 B (HEB)	0.100	4.900	-	0.00	1.00	-	-
		N16/N47	N16/N47	HE 200 B (HEB)	0.100	4.900	-	0.00	1.00	-	-
		N20/N48	N20/N48	HE 200 B (HEB)	0.100	4.900	-	0.00	1.00	-	-
		N24/N49	N24/N49	HE 200 B (HEB)	0.100	4.900	-	0.00	1.00	-	-
		N28/N50	N28/N50	HE 200 B (HEB)	0.100	4.900	-	0.00	1.00	-	-
		N36/N51	N36/N51	YPE 160 (YPE)	0.100	4.900	-	0.00	1.00	-	-
		N43/N51	N43/N51	HE 100 B (HEB)	-	5.000	-	0.00	0.00	-	-
		N50/N43	N50/N43	HE 100 B (HEB)	-	5.000	-	0.00	0.00	-	-
		N49/N50	N49/N50	HE 100 B (HEB)	-	5.000	-	0.00	0.00	-	-
		N48/N49	N48/N49	HE 100 B (HEB)	-	5.000	-	0.00	0.00	-	-
		N47/N48	N47/N48	HE 100 B (HEB)	-	5.000	-	0.00	0.00	-	-
		N45/N46	N45/N46	HE 100 B (HEB)	-	5.000	-	0.00	0.00	-	-
		N44/N45	N44/N45	HE 100 B (HEB)	-	5.000	-	0.00	0.00	-	-

Descripción											
Material		Barra (Ni/Nf)	Pieza (Ni/Nf)	Perfil (Serie)	Longitud (m)			β_{xy}	β_{xz}	Lb _{sup} (m)	Lb _{inf} (m)
Tipo	Designación				Indeformable origen	Deformable	Indeformable extremo				
		N46/N47	N46/N47	HE 100 B (HEB)	-	5.000	-	0.00	0.00	-	-
		N4/N45	N4/N45	R 14 (R)	0.142	6.929	-	0.00	0.00	-	-
		N8/N44	N8/N44	R 14 (R)	0.142	6.929	-	0.00	0.00	-	-
		N36/N43	N36/N43	R 14 (R)	0.142	6.929	-	0.00	0.00	-	-
		N32/N51	N32/N51	R 14 (R)	0.142	6.929	-	0.00	0.00	-	-

Notación:
 Ni: Nudo inicial
 Nf: Nudo final
 β_{xy} : Coeficiente de pandeo en el plano 'XY'
 β_{xz} : Coeficiente de pandeo en el plano 'XZ'
 Lb_{sup}: Separación entre arriostramientos del ala superior
 Lb_{inf}: Separación entre arriostramientos del ala inferior

5.2.3. CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS

Tipos de pieza	
Ref.	Piezas
1	N1/N2, N3/N4, N5/N6, N7/N8, N9/N10, N11/N12, N13/N14, N15/N16, N17/N18, N19/N20, N21/N22, N23/N24, N25/N26, N27/N28, N29/N30, N31/N32, N33/N34, N35/N36, N39/N38 y N40/N41
2	N6/N8, N10/N12, N14/N16, N18/N20, N22/N24, N26/N28 y N30/N32
3	N30/N34, N32/N36, N37/N38, N2/N6, N41/N42, N4/N8, N8/N12, N12/N16, N20/N24, N24/N28, N28/N32 y N16/N20
4	N33/N30, N29/N34, N30/N38, N34/N37, N37/N36, N38/N32, N35/N32, N31/N36, N5/N2, N1/N6, N2/N42, N6/N41, N41/N8, N42/N4, N7/N4, N3/N8, N4/N45, N8/N44, N36/N43 y N32/N51
5	N38/N36, N34/N38, N41/N4, N2/N41, N4/N44 y N36/N51
6	N32/N43, N8/N45, N12/N46, N16/N47, N20/N48, N24/N49 y N28/N50
7	N43/N51, N50/N43, N49/N50, N48/N49, N47/N48, N45/N46, N44/N45 y N46/N47

Características mecánicas									
Material		Ref.	Descripción	A (cm ²)	A _{vy} (cm ²)	A _{vz} (cm ²)	I _{yy} (cm ⁴)	I _{zz} (cm ⁴)	I _t (cm ⁴)
Tipo	Designación								
Acero laminado	S275	1	HE 200 B, (HEB)	78.10	45.00	13.77	5696.00	2003.00	59.70
		2	HE 180 B, (HEB)	65.30	37.80	11.63	3831.00	1363.00	42.21
		3	IPE 140, (IPE)	16.40	7.56	5.34	541.00	44.90	2.40
		4	R 14, (R)	1.54	1.39	1.39	0.19	0.19	0.38
		5	IPE 160, (IPE)	20.10	9.10	6.53	869.00	68.30	3.54
		6	HE 200 B, Simple con cartelas, (HEB) Cartela inicial inferior: 0.75 m.	78.10	45.00	13.77	5696.00	2003.00	59.70
		7	HE 100 B, (HEB)	26.00	15.00	4.32	449.50	167.30	9.33

Notación:
 Ref.: Referencia
 A: Área de la sección transversal
 A_{vy}: Área de cortante de la sección según el eje local 'Y'
 A_{vz}: Área de cortante de la sección según el eje local 'Z'
 I_{yy}: Inercia de la sección alrededor del eje local 'Y'
 I_{zz}: Inercia de la sección alrededor del eje local 'Z'
 I_t: Inercia a torsión
 Las características mecánicas de las piezas corresponden a la sección en el punto medio de las mismas.

5.2.4. TABLA DE MEDICIÓN

Tabla de medición						
Material		Pieza (Ni/Nf)	Perfil(Serie)	Longitud (m)	Volumen (m³)	Peso (kg)
Tipo	Designación					
Acero laminado	S275	N1/N2	HE 200 B (HEB)	5.300	0.041	324.94
		N3/N4	HE 200 B (HEB)	5.300	0.041	324.94
		N5/N6	HE 200 B (HEB)	5.300	0.041	324.94
		N7/N8	HE 200 B (HEB)	5.300	0.041	324.94
		N6/N8	HE 180 B (HEB)	12.500	0.082	640.76
		N9/N10	HE 200 B (HEB)	5.300	0.041	324.94
		N11/N12	HE 200 B (HEB)	5.300	0.041	324.94
		N10/N12	HE 180 B (HEB)	12.500	0.082	640.76
		N13/N14	HE 200 B (HEB)	5.300	0.041	324.94
		N15/N16	HE 200 B (HEB)	5.300	0.041	324.94
		N14/N16	HE 180 B (HEB)	12.500	0.082	640.76
		N17/N18	HE 200 B (HEB)	5.300	0.041	324.94
		N19/N20	HE 200 B (HEB)	5.300	0.041	324.94
		N18/N20	HE 180 B (HEB)	12.500	0.082	640.76
		N21/N22	HE 200 B (HEB)	5.300	0.041	324.94
		N23/N24	HE 200 B (HEB)	5.300	0.041	324.94
		N22/N24	HE 180 B (HEB)	12.500	0.082	640.76
		N25/N26	HE 200 B (HEB)	5.300	0.041	324.94
		N27/N28	HE 200 B (HEB)	5.300	0.041	324.94
		N26/N28	HE 180 B (HEB)	12.500	0.082	640.76
		N29/N30	HE 200 B (HEB)	5.300	0.041	324.94
		N31/N32	HE 200 B (HEB)	5.300	0.041	324.94
		N30/N32	HE 180 B (HEB)	12.500	0.082	640.76
		N33/N34	HE 200 B (HEB)	5.300	0.041	324.94
		N35/N36	HE 200 B (HEB)	5.300	0.041	324.94
		N30/N34	IPE 140 (IPE)	5.000	0.008	64.37
		N32/N36	IPE 140 (IPE)	5.000	0.008	64.37
		N37/N38	IPE 140 (IPE)	5.000	0.008	64.37
		N33/N30	R 14 (R)	7.286	0.001	8.80
		N29/N34	R 14 (R)	7.286	0.001	8.80
		N30/N38	R 14 (R)	8.004	0.001	9.67
		N34/N37	R 14 (R)	8.004	0.001	9.67
		N37/N36	R 14 (R)	8.004	0.001	9.67
		N38/N32	R 14 (R)	8.004	0.001	9.67
		N35/N32	R 14 (R)	7.286	0.001	8.80
		N31/N36	R 14 (R)	7.286	0.001	8.80
N39/N38	HE 200 B (HEB)	5.300	0.041	324.94		
N38/N36	IPE 160 (IPE)	6.250	0.013	98.62		
N34/N38	IPE 160 (IPE)	6.250	0.013	98.62		
N40/N41	HE 200 B (HEB)	5.300	0.041	324.94		
N41/N4	IPE 160 (IPE)	6.250	0.013	98.62		
N2/N41	IPE 160 (IPE)	6.250	0.013	98.62		
N2/N6	IPE 140 (IPE)	5.000	0.008	64.37		

Tabla de medición						
Material		Pieza (Ni/Nf)	Perfil(Serie)	Longitud (m)	Volumen (m ³)	Peso (kg)
Tipo	Designación					
		N41/N42	IPE 140 (IPE)	5.000	0.008	64.37
		N4/N8	IPE 140 (IPE)	5.000	0.008	64.37
		N5/N2	R 14 (R)	7.286	0.001	8.80
		N1/N6	R 14 (R)	7.286	0.001	8.80
		N2/N42	R 14 (R)	8.004	0.001	9.67
		N6/N41	R 14 (R)	8.004	0.001	9.67
		N41/N8	R 14 (R)	8.004	0.001	9.67
		N42/N4	R 14 (R)	8.004	0.001	9.67
		N7/N4	R 14 (R)	7.286	0.001	8.80
		N3/N8	R 14 (R)	7.286	0.001	8.80
		N8/N12	IPE 140 (IPE)	5.000	0.008	64.37
		N12/N16	IPE 140 (IPE)	5.000	0.008	64.37
		N20/N24	IPE 140 (IPE)	5.000	0.008	64.37
		N24/N28	IPE 140 (IPE)	5.000	0.008	64.37
		N28/N32	IPE 140 (IPE)	5.000	0.008	64.37
		N16/N20	IPE 140 (IPE)	5.000	0.008	64.37
		N32/N43	HE 200 B (HEB)	5.000	0.050	328.69
		N4/N44	IPE 160 (IPE)	5.000	0.010	78.89
		N8/N45	HE 200 B (HEB)	5.000	0.050	328.69
		N12/N46	HE 200 B (HEB)	5.000	0.050	328.69
		N16/N47	HE 200 B (HEB)	5.000	0.050	328.69
		N20/N48	HE 200 B (HEB)	5.000	0.050	328.69
		N24/N49	HE 200 B (HEB)	5.000	0.050	328.69
		N28/N50	HE 200 B (HEB)	5.000	0.050	328.69
		N36/N51	IPE 160 (IPE)	5.000	0.010	78.89
		N43/N51	HE 100 B (HEB)	5.000	0.013	102.05
		N50/N43	HE 100 B (HEB)	5.000	0.013	102.05
		N49/N50	HE 100 B (HEB)	5.000	0.013	102.05
		N48/N49	HE 100 B (HEB)	5.000	0.013	102.05
		N47/N48	HE 100 B (HEB)	5.000	0.013	102.05
		N45/N46	HE 100 B (HEB)	5.000	0.013	102.05
		N44/N45	HE 100 B (HEB)	5.000	0.013	102.05
		N46/N47	HE 100 B (HEB)	5.000	0.013	102.05
		N4/N45	R 14 (R)	7.071	0.001	8.54
		N8/N44	R 14 (R)	7.071	0.001	8.54
		N36/N43	R 14 (R)	7.071	0.001	8.54
		N32/N51	R 14 (R)	7.071	0.001	8.54

Notación:
 Ni: Nudo inicial
 Nf: Nudo final

Resumen de medición													
Material		Serie	Perfil	Longitud			Volumen			Peso			
Tipo	Designación			Perfil (m)	Serie (m)	Material (m)	Perfil (m ²)	Serie (m ²)	Material (m ²)	Perfil (kg)	Serie (kg)	Material (kg)	
Acero laminado	S275	HEB	HE 200 B	106.000	268.500		0.828	1.856	6498.70	14101.25			
			HE 180 B	87.500			0.571		4485.29				
			HE 200 B, Simple con cartelas	35.000			0.353		2300.86				
			HE 100 B	40.000			0.104		816.40				
		IPE	IPE 140	60.000	95.000		0.098	0.169	772.44	1324.69			
			IPE 160	35.000			0.070		552.25				
		R	R 14	150.606	150.606		0.023	0.023	181.99	181.99			
							514.106			2.048			15607.94

5.3. UNIONES

5.3.1. MATERIALES

Los materiales empleados en las uniones son los siguientes

- Perfiles (Material base): S275.
- Material de aportación (soldaduras): Las características mecánicas de los materiales de aportación serán en todos los casos superiores a las del material base. (4.4.1 CTE DB SE-A)

5.3.2. DISPOSICIONES CONSTRUCTIVAS

1. Las siguientes prescripciones se aplican a uniones soldadas donde los espesores de las piezas a unir sean al menos de 4 mm.
2. Los cordones de las soldaduras en ángulo no podrán tener un espesor de garganta inferior a 3 mm ni superior al menor espesor de las piezas a unir.
3. Los cordones de las soldaduras en ángulo cuyas longitudes sean menores de 40 mm o 6 veces el espesor de garganta, no se tendrán en cuenta para calcular la resistencia de la unión.
4. En el detalle de las soldaduras en ángulo se indica la longitud efectiva del cordón (longitud sobre la cual el cordón tiene su espesor de garganta completo). Para cumplirla, puede ser necesario prolongar el cordón rodeando las esquinas, con el mismo espesor de garganta y una longitud de 2 veces dicho espesor. La longitud efectiva de un cordón de soldadura deberá ser mayor o igual que 4 veces el espesor de garganta.

5. Las soldaduras en ángulo entre dos piezas que forman un ángulo b deberán cumplir con la condición de que dicho ángulo esté comprendido entre 60 y 120 grados. En caso contrario: - Si se cumple que $b > 120$ (grados): se considerará que no transmiten esfuerzos. - Si se cumple que $b < 60$ (grados): se considerarán como soldaduras a tope con penetración parcial.

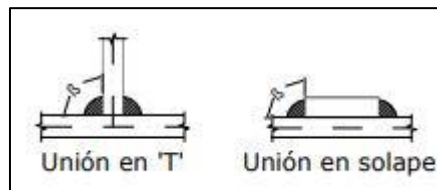


Figura 38. Ángulo de soldadura

5.3.3. COMPROBACIONES

- A) Cordones de soldadura a tope con penetración total: En este caso, no es necesaria ninguna comprobación. La resistencia de la unión será igual a la de la más débil de las piezas unidas.
- B) Cordones de soldadura a tope con penetración parcial y con preparación de bordes: Se comprueban como soldaduras en ángulo considerando un espesor de garganta igual al canto nominal de la preparación menos 2 mm (artículo 8.6.3.3b del CTE DB SE-A).
- C) Cordones de soldadura en ángulo: Se realiza la comprobación de tensiones en cada cordón de soldadura según el artículo 8.6.2.3 CTE DB SE-A. Se comprueban los siguientes tipos de tensión

$$\text{Tensión de Von Mises } \sqrt{\sigma_{\perp}^2 + 3 \cdot (\tau_{\perp}^2 + \tau_{//}^2)} \leq \frac{f_u}{\beta_w \cdot \gamma_{M2}}$$

$$\text{Tensión normal } \sigma_{\perp} \leq K \cdot \frac{f_u}{\gamma_{M2}}$$

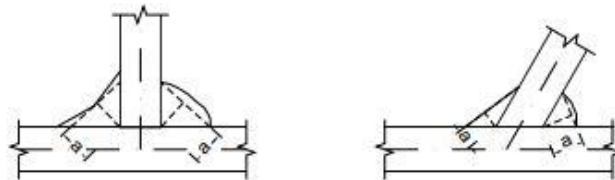
$$\text{Donde } K = 1.$$

Los valores que se muestran en las tablas de comprobación resultan de las combinaciones de esfuerzos que hacen máximo el aprovechamiento tensional para ambas

comprobaciones, por lo que es posible que aparezcan dos valores distintos de la tensión normal si cada aprovechamiento máximo resulta en combinaciones distintas.

5.3.4. REFERENCIAS Y SIMBOLOGÍA

- a [mm]: Espesor de garganta del cordón de soldadura en ángulo, que será la altura mayor, medida perpendicularmente a la cara exterior, entre todos los triángulos que se pueden inscribir entre las superficies de las piezas que hayan alcanzado la fusión y la superficie exterior de las soldaduras. 8.6.2.a CTE DB SE-A



- L [mm]: longitud efectiva del cordón de soldadura

5.3.5. COMPROBACIONES EN PLACAS E ANCLAJE

En cada placa de anclaje se realizan las siguientes comprobaciones (asumiendo la hipótesis de placa rígida):

1. Hormigón sobre el que apoya la placa Se comprueba que la tensión de compresión en la interfaz placa de anclaje-hormigón es menor a la tensión admisible del hormigón según la naturaleza de cada combinación.
2. Pernos de anclaje
 - a. Resistencia del material de los pernos: Se descomponen los esfuerzos actuantes sobre la placa en axiles y cortantes en los pernos y se comprueba que ambos esfuerzos, por separado y con interacción entre ellos (tensión de Von Mises), producen tensiones menores a la tensión límite del material de los pernos.
 - b. Anclaje de los pernos: Se comprueba el anclaje de los pernos en el hormigón de tal manera que no se produzca el fallo de deslizamiento por adherencia, arrancamiento del cono de rotura o fractura por esfuerzo cortante (aplastamiento).
 - c. Aplastamiento: Se comprueba que en cada perno no se supera el cortante que produciría el aplastamiento de la placa contra el perno.

3. Placa de anclaje

- a. Tensiones globales: En placas con vuelo, se analizan cuatro secciones en el perímetro del perfil, y se comprueba en todas ellas que las tensiones de Von Mises sean menores que la tensión límite según la norma.
- b. Flechas globales relativas: Se comprueba que en los vuelos de las placas no aparezcan flechas mayores que $1/250$ del vuelo.
- c. Tensiones locales: Se comprueban las tensiones de Von Mises en todas las placas locales en las que tanto el perfil como los rigidizadores dividen a la placa de anclaje propiamente dicha. Los esfuerzos en cada una de las subplacas se obtienen a partir de las tensiones de contacto con el hormigón y los axiles de los pernos. El modelo generado se resuelve por diferencias finitas.

5.3.6. TIPOS DE UNIÓN

- **TIPO 1**

- Detalle

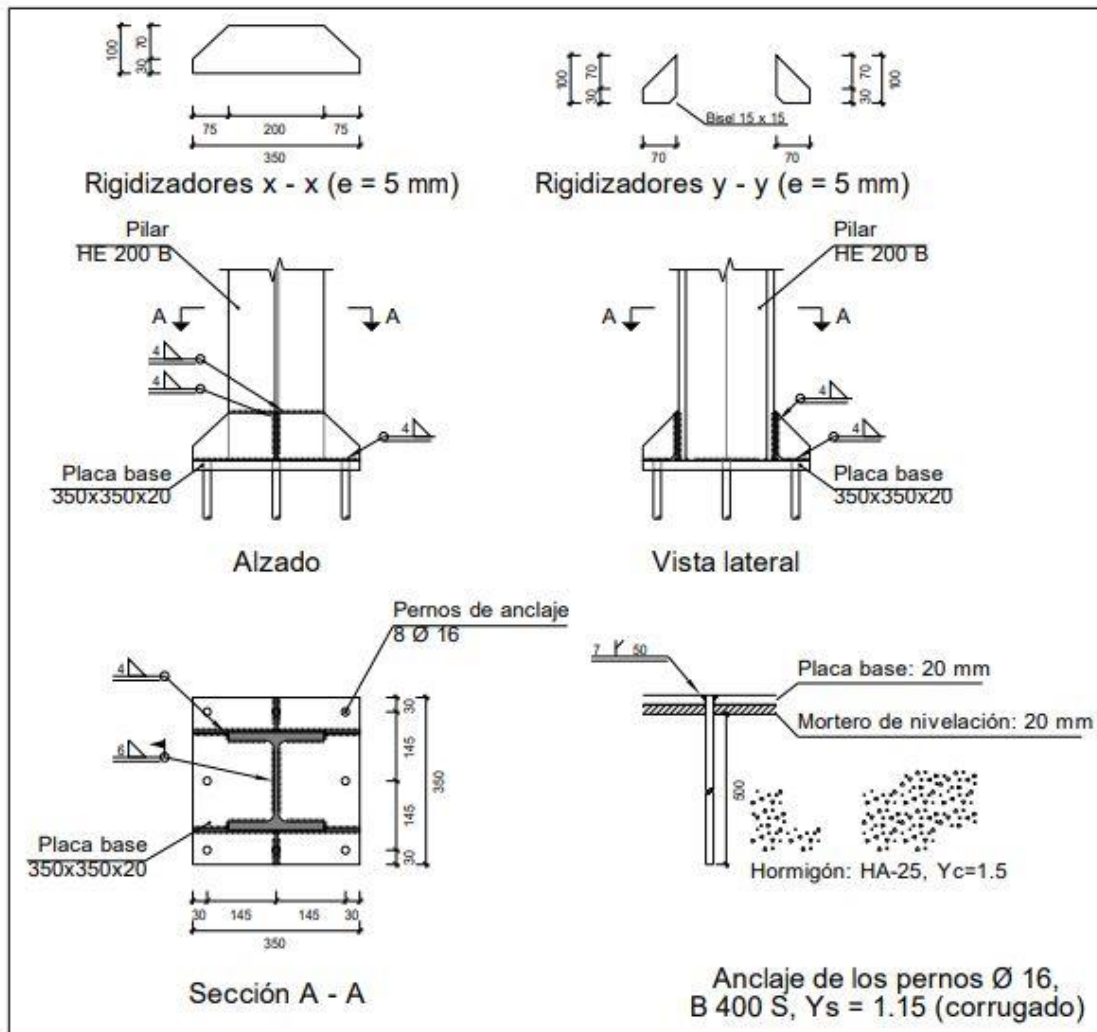
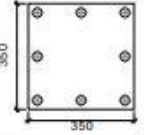
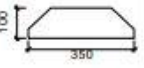
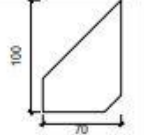


Figura 39. Detalle de la unión Tipo 1

- Descripción de los componentes de la unión

Elementos complementarios											
Pieza	Geometría				Taladros				Acero		
	Esquema	Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Cantidad	Diámetro exterior (mm)	Diámetro interior (mm)	Bisel (mm)	Tipo	f_y (kp/cm ²)	f_u (kp/cm ²)
Placa base		350	350	20	8	30	18	7	S275	2803.3	4179.4
Rigidizador		350	100	5	-	-	-	-	S275	2803.3	4179.4
Rigidizador		70	100	5	-	-	-	-	S275	2803.3	4179.4

- Comprobación

1. Pilar HE 200 B

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas									
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)				
Soldadura perimetral a la placa	En ángulo	6	978	9.0	90.00				
<i>a: Espesor garganta</i> <i>l: Longitud efectiva</i> <i>t: Espesor de piezas</i>									
Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm ²)	β_w
	σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	$\tau_{ }$ (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura perimetral a la placa	La comprobación no procede.							410.0	0.85

2. Placa de anclaje

Referencia:		
Comprobación	Valores	Estado
Separación mínima entre pernos: <i>3 diámetros</i>	Mínimo: 48 mm Calculado: 146 mm	Cumple
Separación mínima pernos-borde: <i>1.5 diámetros</i>	Mínimo: 24 mm Calculado: 30 mm	Cumple
Esbeltez de rigidizadores: - Paralelos a X: - Paralelos a Y:	Máximo: 50 Calculado: 43.3 Calculado: 43.3	Cumple Cumple
Longitud mínima del perno: <i>Se calcula la longitud de anclaje necesaria por adherencia.</i>	Mínimo: 18 cm Calculado: 50 cm	Cumple
Anclaje perno en hormigón: - Tracción: - Cortante: - Tracción + Cortante:	Máximo: 6.971 t Calculado: 6.068 t Máximo: 4.879 t Calculado: 0.476 t Máximo: 6.971 t Calculado: 6.748 t	Cumple Cumple Cumple
Tracción en vástago de pernos:	Máximo: 6.557 t Calculado: 5.617 t	Cumple
Tensión de Von Mises en vástago de pernos:	Máximo: 3883.31 kp/cm ² Calculado: 2813.35 kp/cm ²	Cumple
Aplastamiento perno en placa: <i>Límite del cortante en un perno actuando contra la placa</i>	Máximo: 17.087 t Calculado: 0.446 t	Cumple
Tensión de Von Mises en secciones globales: - Derecha: - Izquierda: - Arriba: - Abajo:	Máximo: 2669.77 kp/cm ² Calculado: 1197.31 kp/cm ² Calculado: 1195.71 kp/cm ² Calculado: 2242.94 kp/cm ² Calculado: 1885.99 kp/cm ²	Cumple Cumple Cumple Cumple
Flecha global equivalente: <i>Limitación de la deformabilidad de los vuelos</i> - Derecha: - Izquierda: - Arriba: - Abajo:	Mínimo: 250 Calculado: 11100.4 Calculado: 11116.7 Calculado: 5395.57 Calculado: 6568.04	Cumple Cumple Cumple Cumple
Tensión de Von Mises local: <i>Tensión por tracción de pernos sobre placas en voladizo</i>	Máximo: 2669.77 kp/cm ² Calculado: 2529.59 kp/cm ²	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas						
Ref.	Tipo	a (mm)	Preparación de bordes (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Rigidizador x-x (y = -103): Soldadura a la placa base	En ángulo	4	--	350	5.0	90.00
Rigidizador x-x (y = -103): Soldadura a la pieza	En ángulo	4	--	100	5.0	90.00
Rigidizador x-x (y = -103): Soldadura del borde superior a la pieza	En ángulo	4	--	200	5.0	90.00
Rigidizador x-x (y = 103): Soldadura a la placa base	En ángulo	4	--	350	5.0	90.00
Rigidizador x-x (y = 103): Soldadura a la pieza	En ángulo	4	--	100	5.0	90.00
Rigidizador x-x (y = 103): Soldadura del borde superior a la pieza	En ángulo	4	--	200	5.0	90.00
Rigidizador y-y (x = 0): Soldadura a la placa base	En ángulo	4	--	70	5.0	90.00
Rigidizador y-y (x = 0): Soldadura al rigidizador en el extremo	En ángulo	4	--	85	5.0	90.00
Rigidizador y-y (x = 0): Soldadura a la placa base	En ángulo	4	--	70	5.0	90.00
Rigidizador y-y (x = 0): Soldadura al rigidizador en el extremo	En ángulo	4	--	85	5.0	90.00
Soldadura de los pernos a la placa base	De penetración parcial	--	7	50	16.0	90.00

a: Espesor garganta
l: Longitud efectiva
t: Espesor de piezas

- Medición

Soldaduras				
f_u (kp/cm ²)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
4179.4	En taller	En ángulo	4	2190
		A tope en bisel simple con talón de raíz amplio	7	402
	En el lugar de montaje	En ángulo	6	978

Placas de anclaje				
Material	Elementos	Cantidad	Dimensiones (mm)	Peso (kg)
S275	Placa base	1	350x350x20	19.23
	Rigidizadores pasantes	2	350/200x100/30x5	2.34
	Rigidizadores no pasantes	2	70/0x100/30x5	0.36
	Total			21.93
B 500 $Y_s = 1.15$ (corrugado)	Pernos de anclaje	8	Ø 16 - L = 556	7.02
	Total			7.02

- Descripción de los componentes de la unión

Elementos complementarios											
Pieza	Geometría				Taladros				Acero		
	Esquema	Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Cantidad	Diámetro exterior (mm)	Diámetro interior (mm)	Bisel (mm)	Tipo	f_y (kp/cm ²)	f_u (kp/cm ²)
Placa base		450	450	18	8	34	22	7	S275	2803.3	4179.4
Rigidizador		450	100	8	-	-	-	-	S275	2803.3	4179.4

- Comprobación
 1. Pilar HE 200 B

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas									
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)				
Soldadura perimetral a la placa	En ángulo	6	978	9.0	90.00				
<i>a: Espesor garganta</i> <i>l: Longitud efectiva</i> <i>t: Espesor de piezas</i>									
Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm ²)	β_w
	σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	$\tau_{ }$ (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura perimetral a la placa	La comprobación no procede.							410.0	0.85

2. Placa de anclaje

Referencia:		
Comprobación	Valores	Estado
Separación mínima entre pernos: <i>3 diámetros</i>	Mínimo: 60 mm Calculado: 185 mm	Cumple
Separación mínima pernos-borde: <i>1.5 diámetros</i>	Mínimo: 30 mm Calculado: 40 mm	Cumple
Esbeltez de rigidizadores: - Paralelos a Y:	Máximo: 50 Calculado: 34.7	Cumple
Longitud mínima del perno: <i>Se calcula la longitud de anclaje necesaria por adherencia.</i>	Mínimo: 20 cm Calculado: 30 cm	Cumple
Anclaje perno en hormigón: - Tracción: - Cortante: - Tracción + Cortante:	Máximo: 6.796 t Calculado: 6.106 t Máximo: 4.757 t Calculado: 0.468 t Máximo: 6.796 t Calculado: 6.774 t	Cumple Cumple Cumple
Tracción en vástago de pernos:	Máximo: 10.243 t Calculado: 5.72 t	Cumple
Tensión de Von Mises en vástago de pernos:	Máximo: 3883.31 kp/cm ² Calculado: 1833.58 kp/cm ²	Cumple
Aplastamiento perno en placa: <i>Límite del cortante en un perno actuando contra la placa</i>	Máximo: 19.222 t Calculado: 0.441 t	Cumple
Tensión de Von Mises en secciones globales: - Derecha: - Izquierda: - Arriba: - Abajo:	Máximo: 2669.77 kp/cm ² Calculado: 2078.92 kp/cm ² Calculado: 2125.79 kp/cm ² Calculado: 2362.87 kp/cm ² Calculado: 2543.9 kp/cm ²	Cumple Cumple Cumple Cumple
Flecha global equivalente: <i>Limitación de la deformabilidad de los vuelos</i> - Derecha: - Izquierda: - Arriba: - Abajo:	Mínimo: 250 Calculado: 802.049 Calculado: 770.297 Calculado: 2738.62 Calculado: 2858.16	Cumple Cumple Cumple Cumple
Tensión de Von Mises local: <i>Tensión por tracción de pernos sobre placas en voladizo</i>	Máximo: 2669.77 kp/cm ² Calculado: 1688.4 kp/cm ²	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas						
Ref.	Tipo	a (mm)	Preparación de bordes (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Rigidizador y-y (x = -104): Soldadura a la placa base	En ángulo	6	--	450	8.0	90.00
Rigidizador y-y (x = 104): Soldadura a la placa base	En ángulo	6	--	450	8.0	90.00
Soldadura de los pernos a la placa base	De penetración parcial	--	7	63	18.0	90.00
<i>a: Espesor garganta</i> <i>l: Longitud efectiva</i> <i>t: Espesor de piezas</i>						

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm ²)	β_w
	σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\parallel} (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Rigidizador y-y (x = -104): Soldadura a la placa base	La comprobación no procede.							410.0	0.85
Rigidizador y-y (x = 104): Soldadura a la placa base	La comprobación no procede.							410.0	0.85
Soldadura de los pernos a la placa base	0.0	0.0	178.6	309.4	80.18	0.0	0.00	410.0	0.85

- Medición

Soldaduras				
f_u (kp/cm ²)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
4179.4	En taller	En ángulo	6	1740
		A tope en bisel simple con talón de raíz amplio	7	503
	En el lugar de montaje	En ángulo	6	978

Placas de anclaje				
Material	Elementos	Cantidad	Dimensiones (mm)	Peso (kg)
S275	Placa base	1	450x450x18	28.61
	Rigidizadores pasantes	2	450/250x100/0x8	4.40
	Total			33.01
B 500 $\gamma_s = 1.15$ (corrugado)	Pernos de anclaje	8	$\varnothing 20 - L = 358 + 194$	10.90
	Total			10.90

- **Tipo 3**
- Detalle

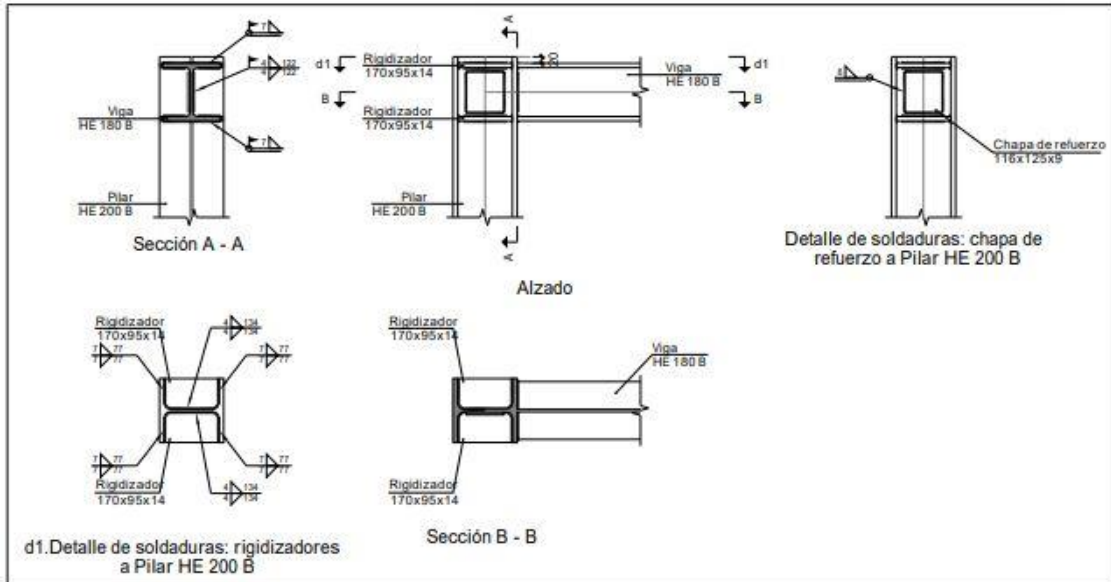
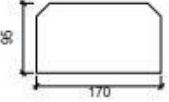
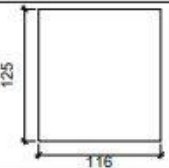
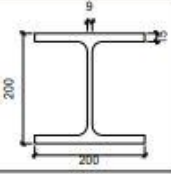
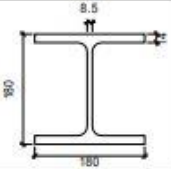


Figura 41. Detalle de la unión Tipo 3

- Descripción de los componentes de la unión

Elementos complementarios							
Pieza	Geometría				Acero		
	Esquema	Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Tipo	f_v (kp/cm ²)	f_u (kp/cm ²)
Rigidizador		170	95	14	S275	2803.3	4179.4
Chapa de refuerzo		116	125	9	S275	2803.3	4179.4

Perfiles									
Pieza	Descripción	Geometría					Acero		
		Esquema	Canto total (mm)	Ancho del ala (mm)	Espesor del ala (mm)	Espesor del alma (mm)	Tipo	f_y (kp/cm ²)	f_u (kp/cm ²)
Pilar	HE 200 B		200	200	15	9	S275	2803.3	4179.4
Viga	HE 180 B		180	180	14	8.5	S275	2803.3	4179.4

- Comprobación
 1. Pilar HE 200 B

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm ²)	β_w
	σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\parallel} (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del rigidizador superior a las alas	124.4	124.4	0.0	248.7	64.46	124.4	37.91	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador superior al alma	0.0	0.0	176.9	306.3	79.38	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	131.7	131.7	0.0	263.3	68.24	131.7	40.14	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior al alma	0.0	0.0	187.2	324.3	84.05	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador superior a las alas	124.4	124.4	0.0	248.7	64.46	124.4	37.91	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador superior al alma	0.0	0.0	176.9	306.3	79.38	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	131.7	131.7	0.0	263.3	68.24	131.7	40.14	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior al alma	0.0	0.0	187.2	324.3	84.05	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura de la chapa de refuerzo al alma	La comprobación no procede.							410.0	0.85

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas					
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Soldadura del rigidizador superior a las alas	En ángulo	7	77	14.0	90.00
Soldadura del rigidizador superior al alma	En ángulo	4	134	9.0	90.00
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	En ángulo	7	77	14.0	90.00
Soldadura del rigidizador inferior al alma	En ángulo	4	134	9.0	90.00
Soldadura del rigidizador superior a las alas	En ángulo	7	77	14.0	90.00
Soldadura del rigidizador superior al alma	En ángulo	4	134	9.0	90.00
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	En ángulo	7	77	14.0	90.00
Soldadura del rigidizador inferior al alma	En ángulo	4	134	9.0	90.00
Soldadura de la chapa de refuerzo al alma	En ángulo	6	483	9.0	90.00

a: Espesor garganta
l: Longitud efectiva
t: Espesor de piezas

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Panel	Esbitez	--	--	--	29.19
	Cortante	kN	468.12	489.92	95.55
Rigidizador superior	Tensión de Von Mises	N/mm ²	175.87	261.90	67.15
Rigidizador inferior	Tensión de Von Mises	N/mm ²	186.20	261.90	71.10
Rigidizador superior	Tensión de Von Mises	N/mm ²	175.87	261.90	67.15
Rigidizador inferior	Tensión de Von Mises	N/mm ²	186.20	261.90	71.10
Ala	Desgarro	N/mm ²	140.22	261.90	53.54
	Cortante	N/mm ²	140.26	261.90	53.55

2. Viga HE 180 B

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas					
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Soldadura del ala superior	En ángulo	7	180	14.0	90.00
Soldadura del alma	En ángulo	4	122	8.5	90.00
Soldadura del ala inferior	En ángulo	7	180	14.0	90.00

a: Espesor garganta
l: Longitud efectiva
t: Espesor de piezas

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f _u (N/mm ²)	β _w
	σ _⊥ (N/mm ²)	τ _⊥ (N/mm ²)	τ (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ _⊥ (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del ala superior	153.9	153.9	0.0	307.8	79.76	153.9	46.91	410.0	0.85
Soldadura del alma	106.3	106.3	48.8	228.7	59.26	106.3	32.40	410.0	0.85
Soldadura del ala inferior	161.0	161.0	0.0	322.0	83.44	161.0	49.08	410.0	0.85

- Medición

Soldaduras				
f_u (kp/cm ²)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
4179.4	En taller	En ángulo	4	1072
			6	483
			7	1232
	En el lugar de montaje	En ángulo	4	244
			7	699

Chapas				
Material	Tipo	Cantidad	Dimensiones (mm)	Peso (kg)
S275	Rigidizadores	4	170x95x14	7.10
	Chapas	1	116x125x9	1.02
	Total			8.12

- **Tipo 4**
- Detalle

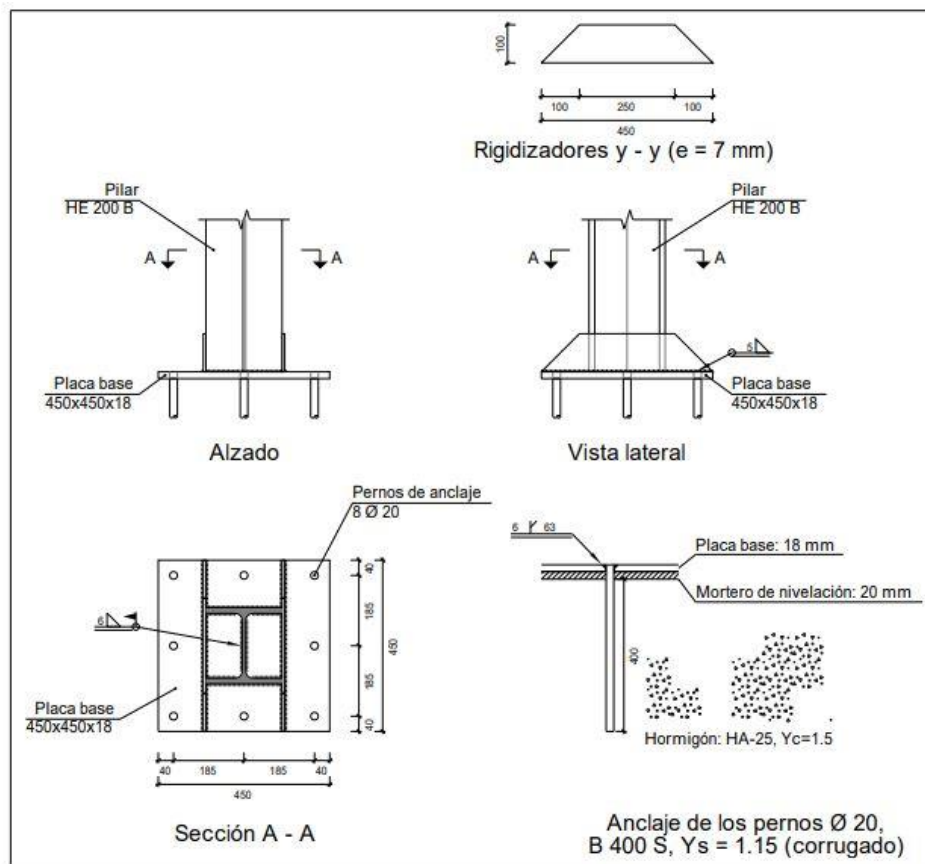


Figura 42. Detalle de la unión Tipo 4

- Descripción de los componentes de la unión

Elementos complementarios											
Pieza	Geometría				Taladros				Acero		
	Esquema	Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Cantidad	Diámetro exterior (mm)	Diámetro interior (mm)	Bisel (mm)	Tipo	f_t (kp/cm ²)	f_u (kp/cm ²)
Placa base		450	450	18	8	32	22	6	S275	2803.3	4179.4
Rigidizador		450	100	7	-	-	-	-	S275	2803.3	4179.4

- Comprobación
 1. Pilar HE 200 B

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas									
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)				
Soldadura perimetral a la placa	En ángulo	6	978	9.0	90.00				
<i>a: Espesor garganta</i> <i>l: Longitud efectiva</i> <i>t: Espesor de piezas</i>									
Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm ²)	β_w
	σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\parallel} (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura perimetral a la placa	La comprobación no procede.							410.0	0.85

2. Placa de anclaje

Referencia:		
Comprobación	Valores	Estado
Separación mínima entre pernos: <i>3 diámetros</i>	Mínimo: 60 mm Calculado: 185 mm	Cumple
Separación mínima pernos-borde: <i>1.5 diámetros</i>	Mínimo: 30 mm Calculado: 40 mm	Cumple
Esbeltez de rigidizadores: - Paralelos a Y:	Máximo: 50 Calculado: 39.6	Cumple
Longitud mínima del perno: <i>Se calcula la longitud de anclaje necesaria por adherencia.</i>	Mínimo: 23 cm Calculado: 40 cm	Cumple
Anclaje perno en hormigón: - Tracción: - Cortante: - Tracción + Cortante:	Máximo: 6.971 t Calculado: 5.987 t Máximo: 4.879 t Calculado: 0.598 t Máximo: 6.971 t Calculado: 6.842 t	Cumple Cumple Cumple
Tracción en vástago de pernos:	Máximo: 10.243 t Calculado: 5.599 t	Cumple
Tensión de Von Mises en vástago de pernos:	Máximo: 3883.31 kp/cm ² Calculado: 1815.85 kp/cm ²	Cumple
Aplastamiento perno en placa: <i>Límite del cortante en un perno actuando contra la placa</i>	Máximo: 19.222 t Calculado: 0.561 t	Cumple
Tensión de Von Mises en secciones globales: - Derecha: - Izquierda: - Arriba: - Abajo:	Máximo: 2669.77 kp/cm ² Calculado: 1058.67 kp/cm ² Calculado: 2092.65 kp/cm ² Calculado: 2515.75 kp/cm ² Calculado: 2396.7 kp/cm ²	Cumple Cumple Cumple Cumple
Flecha global equivalente: <i>Limitación de la deformabilidad de los vuelos</i> - Derecha: - Izquierda: - Arriba: - Abajo:	Mínimo: 250 Calculado: 679.738 Calculado: 634.156 Calculado: 2791.99 Calculado: 2710.8	Cumple Cumple Cumple Cumple
Tensión de Von Mises local: <i>Tensión por tracción de pernos sobre placas en voladizo</i>	Máximo: 2669.77 kp/cm ² Calculado: 1512.43 kp/cm ²	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f _u (N/mm ²)	β _w
	σ _x (N/mm ²)	τ _x (N/mm ²)	τ _{xy} (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ _x (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Rigidizador y-y (x = -104): Soldadura a la placa base	La comprobación no procede.							410.0	0.85
Rigidizador y-y (x = 104): Soldadura a la placa base	La comprobación no procede.							410.0	0.85
Soldadura de los pernos a la placa base	0.0	0.0	218.5	378.5	98.09	0.0	0.00	410.0	0.85

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas						
Ref.	Tipo	a (mm)	Preparación de bordes (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Rigidizador y-y (x = -104): Soldadura a la placa base	En ángulo	5	--	450	7.0	90.00
Rigidizador y-y (x = 104): Soldadura a la placa base	En ángulo	5	--	450	7.0	90.00
Soldadura de los pernos a la placa base	De penetración parcial	--	6	63	18.0	90.00

a: Espesor garganta
l: Longitud efectiva
t: Espesor de piezas

- Medición

Placas de anclaje				
Material	Elementos	Cantidad	Dimensiones (mm)	Peso (kg)
S275	Placa base	1	450x450x18	28.61
	Rigidizadores pasantes	2	450/250x100/0x7	3.85
	Total			32.46
B 500 Ys = 1.15 (corrugado)	Pernos de anclaje	8	Ø 20 - L = 458	9.04
	Total			9.04

Soldaduras				
f_u (kp/cm ²)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
4179.4	En taller	En ángulo	5	1740
		A tope en bisel simple con talón de raíz amplio	6	503
	En el lugar de montaje	En ángulo	6	978

- **Tipo 5**
- Detalle

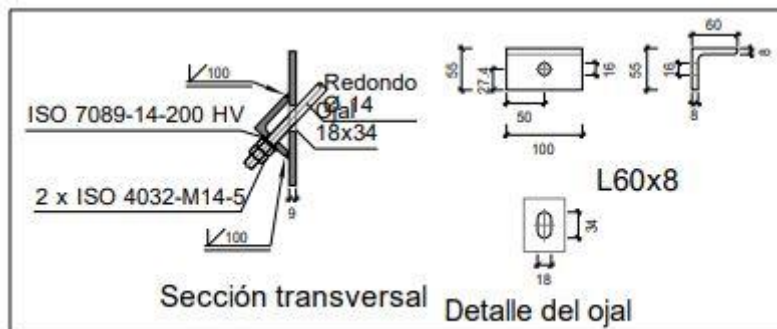


Figura 43. Detalle de la unión Tipo 5

- Comprobación
- 1. L60x8 (S275)

Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Cortante de la sección transversal	kN	19.19	101.61	18.88
Flector	--	--	--	61.60

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas			
Ref.	Tipo	Preparación de bordes (mm)	l (mm)
Soldaduras a tope del angular a la pieza	A tope en bisel simple	8	100

l: Longitud efectiva

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm ²)	β_w
	σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\parallel} (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldaduras a tope del angular a la pieza	La comprobación no procede.							410.0	0.85

- Medición

Soldaduras				
f_u (kp/cm ²)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
4179.4	En taller	A tope en bisel simple	8	200

Angulares				
Material	Tipo	Descripción (mm)	Longitud (mm)	Peso (kg)
S275	Anclajes de tirantes	L60x8	100	0.70
	Total			0.70

Elementos de tornillería			
Tipo	Material	Cantidad	Descripción
Tuercas	Clase 5	2	ISO 4032-M14
Arandelas	Dureza 200 HV	1	ISO 7089-14

- **Tipo 6**
- Detalle

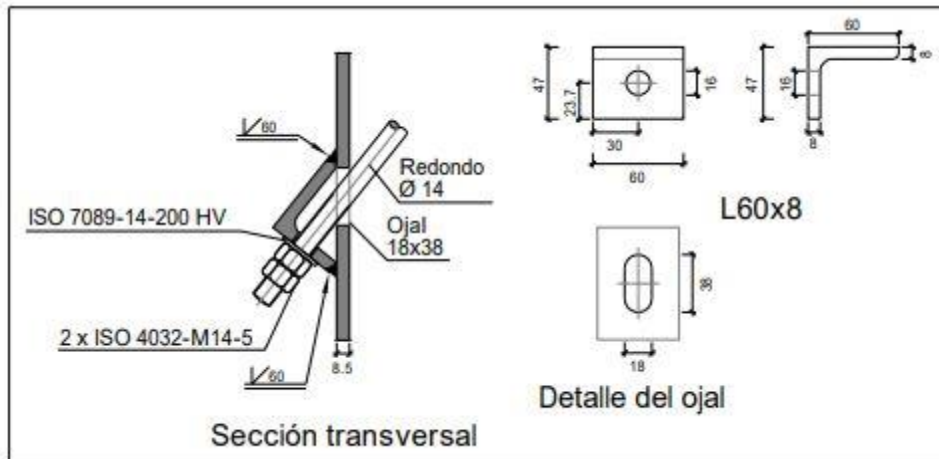


Figura 44. Detalle de la unión Tipo 6

- Comprobación
- 1. L60x8 (275)

Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Cortante de la sección transversal	kN	16.06	53.23	30.18
Flector	--	--	--	49.96

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas									
Ref.	Tipo		Preparación de bordes (mm)		l (mm)				
Soldaduras a tope del angular a la pieza	A tope en bisel simple		8		60				
<i>l: Longitud efectiva</i>									
Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm ²)	β_w
	σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\parallel} (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldaduras a tope del angular a la pieza	La comprobación no procede.							410.0	0.85

- Medición

Soldaduras				
f_u (kp/cm ²)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
4179.4	En taller	A tope en bisel simple	8	120

Angulares				
Material	Tipo	Descripción (mm)	Longitud (mm)	Peso (kg)
S275	Anclajes de tirantes	L60x8	60	0.42
				Total

Elementos de tornillería			
Tipo	Material	Cantidad	Descripción
Tuercas	Clase 5	2	ISO 4032-M14
Arandelas	Dureza 200 HV	1	ISO 7089-14

• **Tipo 7**

- Detalle

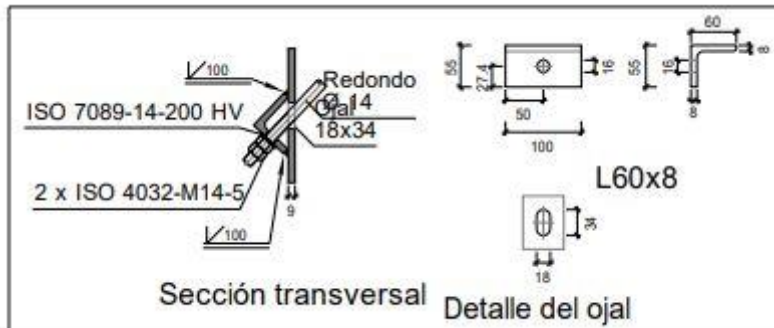


Figura 45. Detalle de la unión Tipo 7

- Comprobación

1. L60x8 (S275)

Ref.	Comprobación de resistencia							f_u (N/mm ²)	β_w
	Tensión de Von Mises					Tensión normal			
	σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\parallel} (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldaduras a tope del angular a la pieza	La comprobación no procede.							410.0	0.85

Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Cortante de la sección transversal	kN	19.19	101.61	18.88
Flector	--	--	--	61.60

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas			
Ref.	Tipo	Preparación de bordes (mm)	l (mm)
Soldaduras a tope del angular a la pieza	A tope en bisel simple	8	100
<i>l: Longitud efectiva</i>			

- Medición

Soldaduras				
f_u (kp/cm ²)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
4179.4	En taller	A tope en bisel simple	8	200

Angulares				
Material	Tipo	Descripción (mm)	Longitud (mm)	Peso (kg)
S275	Anclajes de tirantes	L60x8	100	0.70
			Total	0.70

Elementos de tornillería			
Tipo	Material	Cantidad	Descripción
Tuercas	Clase 5	2	ISO 4032-M14
Arandelas	Dureza 200 HV	1	ISO 7089-14

- **Tipo 8**
- Detalle

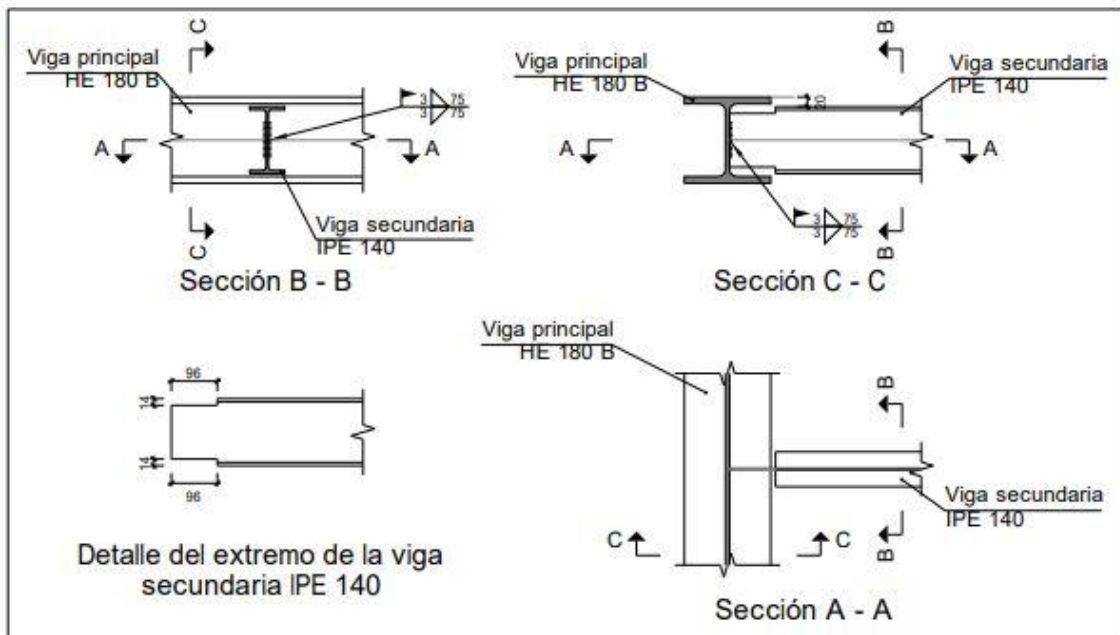
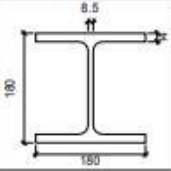
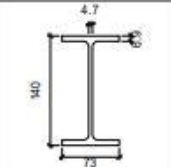


Figura 46. Detalle de la unión Tipo 8

- Descripción de los componentes de la unión

Perfiles									
Pieza	Descripción	Geometría					Acero		
		Esquema	Canto total (mm)	Ancho del ala (mm)	Espesor del ala (mm)	Espesor del alma (mm)	Tipo	f_y (kp/cm ²)	f_u (kp/cm ²)
Viga	HE 180 B		180	180	14	8.5	S275	2803.3	4179.4
Viga	IPE 140		140	73	6.9	4.7	S275	2803.3	4179.4

- Comprobación
- 1. Viga principal

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Alma	Punzonamiento	kN	0.99	103.12	0.96
	Flexión por fuerza perpendicular	kN	0.98	121.40	0.81

- 2. Viga secundaria IPE 140

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Alma	Pandeo local	N/mm ²	9.95	72.25	13.77
	Tensión de Von Mises	N/mm ²	14.88	261.90	5.68

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas					
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Soldadura del alma	En ángulo	3	75	4.7	90.00

*a: Espesor garganta
 l: Longitud efectiva
 t: Espesor de piezas*

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f _u (N/mm ²)	β _w
	σ _⊥ (N/mm ²)	τ _⊥ (N/mm ²)	τ (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ _⊥ (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del alma	3.9	5.4	0.9	10.3	2.66	5.4	1.65	410.0	0.85

- Medición

Soldaduras				
f _u (kp/cm ²)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
4179.4	En el lugar de montaje	En ángulo	3	150

- **Tipo 9**
- Detalle

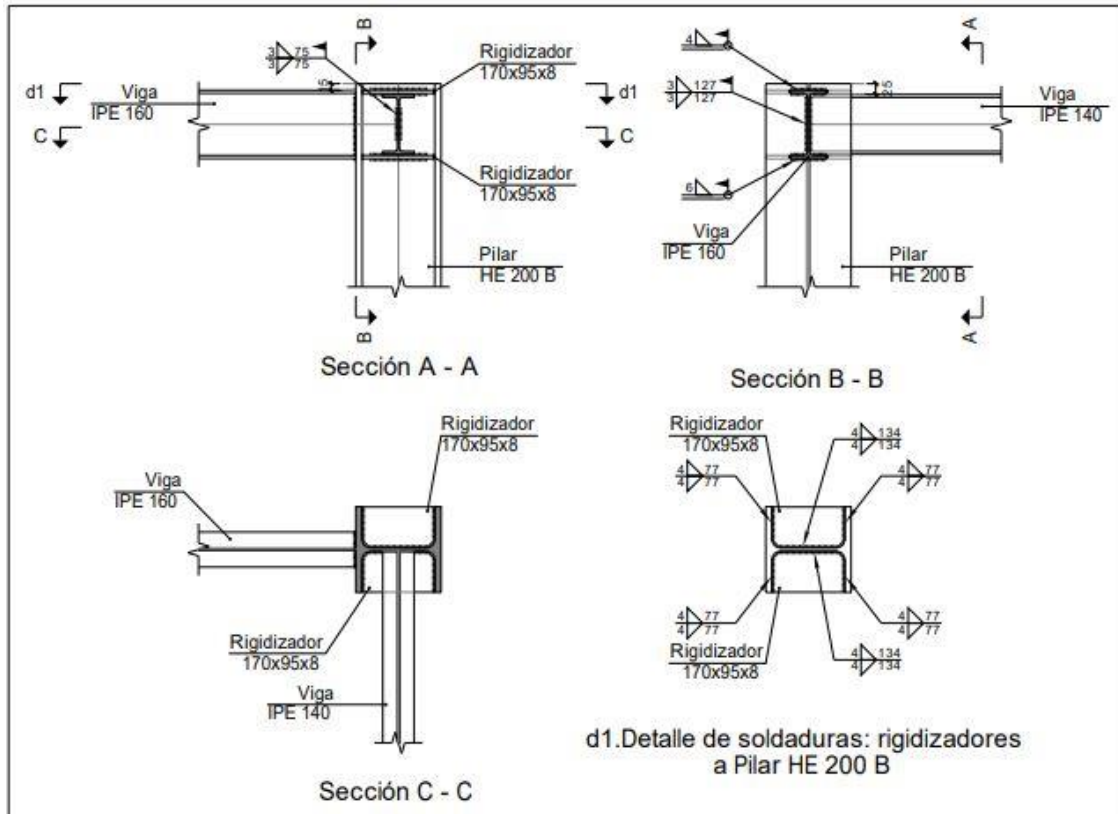
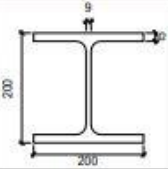
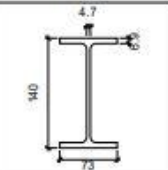
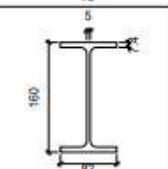


Figura 47. Detalle de la unión Tipo 9

- Descripción de los componentes de la unión

Perfiles									
Pieza	Descripción	Geometría					Acero		
		Esquema	Canto total (mm)	Ancho del ala (mm)	Espesor del ala (mm)	Espesor del alma (mm)	Tipo	f_y (kp/cm ²)	f_u (kp/cm ²)
Pilar	HE 200 B		200	200	15	9	S275	2803.3	4179.4
Viga	IPE 140		140	73	6.9	4.7	S275	2803.3	4179.4
Viga	IPE 160		160	82	7.4	5	S275	2803.3	4179.4

Elementos complementarios							
Pieza	Geometría				Acero		
	Esquema	Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Tipo	f_y (kp/cm ²)	f_u (kp/cm ²)
Rigidizador		170	95	8	S275	2803.3	4179.4

- Comprobación
- 1. Pilar HE 200 B

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Panel	Esbeltez	--	--	--	29.19
	Cortante	kN	89.00	196.70	45.24
Rigidizador superior	Tensión de Von Mises	N/mm ²	117.54	261.90	44.88
Rigidizador inferior	Tensión de Von Mises	N/mm ²	126.15	261.90	48.16
Rigidizador superior	Tensión de Von Mises	N/mm ²	117.13	261.90	44.72
Rigidizador inferior	Tensión de Von Mises	N/mm ²	126.55	261.90	48.32
Ala	Desgarro	N/mm ²	29.04	261.90	11.09
	Cortante	N/mm ²	30.33	261.90	11.58
Alma	Punzonamiento	kN	17.76	282.33	6.29
	Flexión por fuerza perpendicular	kN	17.79	69.79	25.49

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas					
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Soldadura del rigidizador superior a las alas	En ángulo	4	77	8.0	90.00
Soldadura del rigidizador superior al alma	En ángulo	4	134	8.0	90.00
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	En ángulo	4	77	8.0	90.00
Soldadura del rigidizador inferior al alma	En ángulo	4	134	8.0	90.00
Soldadura del rigidizador superior a las alas	En ángulo	4	77	8.0	90.00
Soldadura del rigidizador superior al alma	En ángulo	4	134	8.0	90.00
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	En ángulo	4	77	8.0	90.00
Soldadura del rigidizador inferior al alma	En ángulo	4	134	8.0	90.00

a: Espesor garganta
 l: Longitud efectiva
 t: Espesor de piezas

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm ²)	β_w
	σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\parallel} (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del rigidizador superior a las alas	83.1	83.1	0.0	166.2	43.08	83.1	25.34	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador superior al alma	0.0	0.0	29.4	50.9	13.19	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	89.2	89.2	0.0	178.4	46.23	89.2	27.20	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior al alma	0.0	0.0	31.5	54.6	14.15	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador superior a las alas	82.8	82.8	0.0	165.7	42.93	82.8	25.25	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador superior al alma	0.0	0.0	29.3	50.7	13.14	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	89.5	89.5	0.0	179.0	46.38	89.5	27.28	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior al alma	0.0	0.0	31.6	54.8	14.20	0.0	0.00	410.0	0.85

2. Viga IPE 160

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas					
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Soldadura del ala superior	En ángulo	4	82	7.4	90.00
Soldadura del alma	En ángulo	3	127	5.0	90.00
Soldadura del ala inferior	En ángulo	6	82	7.4	90.00

a: Espesor garganta
l: Longitud efectiva
t: Espesor de piezas

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm ²)	β_w
	σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\parallel} (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del ala superior	165.0	165.0	0.0	329.9	85.50	165.0	50.30	410.0	0.85
Soldadura del alma	130.4	130.4	22.3	263.7	68.34	130.4	39.77	410.0	0.85
Soldadura del ala inferior	141.6	141.6	0.0	283.2	73.39	141.6	43.17	410.0	0.85

3. Viga IPE 140

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Alma	Tensión de Von Mises	N/mm ²	50.47	261.90	19.27

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas					
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Soldadura del alma	En ángulo	3	75	4.7	90.00

a: Espesor garganta
l: Longitud efectiva
t: Espesor de piezas

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f _u (N/mm ²)	β _w
	σ _⊥ (N/mm ²)	τ _⊥ (N/mm ²)	τ (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ _⊥ (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del alma	27.9	28.0	0.1	55.9	14.49	28.0	8.53	410.0	0.85

- Medición

Soldaduras				
f _u (kp/cm ²)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
4179.4	En taller	En ángulo	4	2304
			3	404
	En el lugar de montaje	En ángulo	4	156
			6	156

Chapas				
Material	Tipo	Cantidad	Dimensiones (mm)	Peso (kg)
S275	Rigidizadores	4	170x95x8	4.06
				Total

- **Tipo 10**
- Detalle

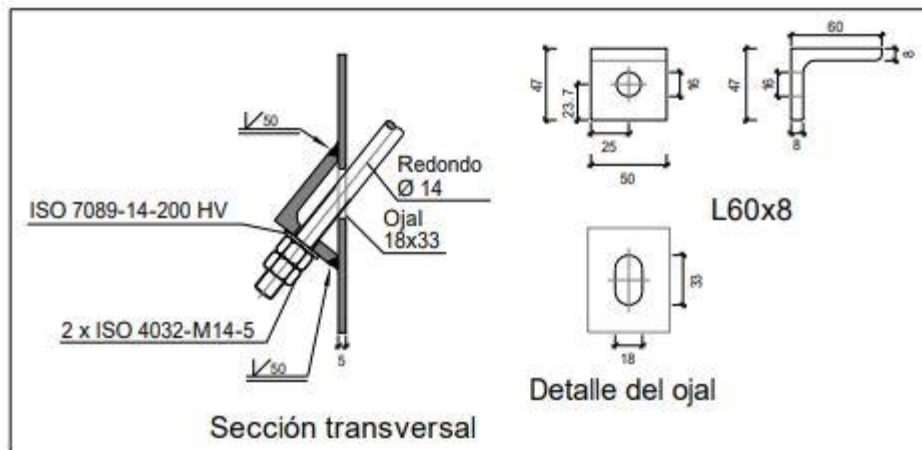


Figura 48. Detalle de la unión Tipo 10

- Comprobación
- 1. L60x8 (S275)

Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Cortante de la sección transversal	kN	10.15	41.13	24.68
Flector	--	--	--	37.89

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas			
Ref.	Tipo	Preparación de bordes (mm)	l (mm)
Soldaduras a tope del angular a la pieza	A tope en bisel simple	5	50

l: Longitud efectiva

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm ²)	β_w
	σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\parallel} (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldaduras a tope del angular a la pieza	La comprobación no procede.							410.0	0.85

- Medición

Soldaduras				
f_u (kp/cm ²)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
4179.4	En taller	A tope en bisel simple	8	100

Angulares				
Material	Tipo	Descripción (mm)	Longitud (mm)	Peso (kg)
S275	Anclajes de tirantes	L60x8	50	0.35
	Total			0.35

Elementos de tornillería			
Tipo	Material	Cantidad	Descripción
Tuercas	Clase 5	2	ISO 4032-M14
Arandelas	Dureza 200 HV	1	ISO 7089-14

• **Tipo 11**

- Detalle

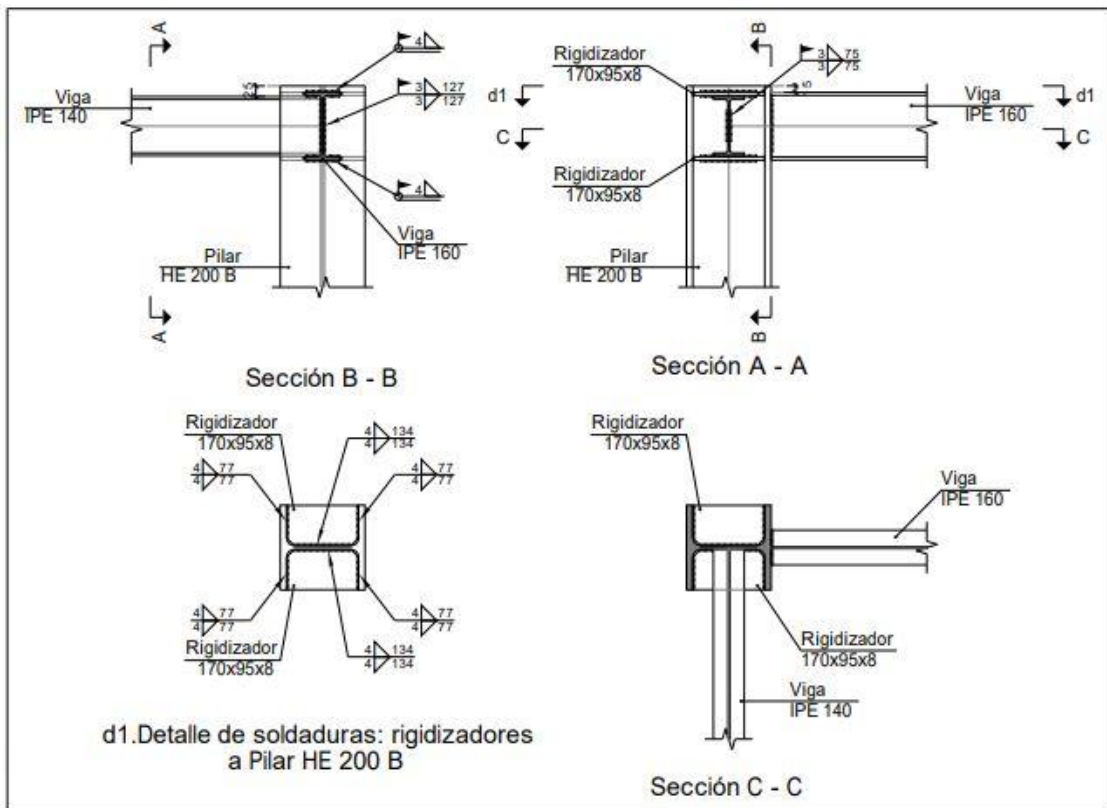
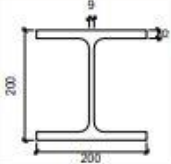

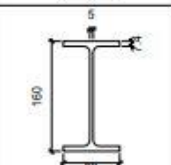
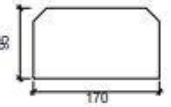


Figura 49. Detalle de la unión Tipo 11

- Descripción de los componentes de la unión

Perfiles									
Pieza	Descripción	Geometría					Acero		
		Esquema	Canto total (mm)	Ancho del ala (mm)	Espesor del ala (mm)	Espesor del alma (mm)	Tipo	f_y (kp/cm ²)	f_u (kp/cm ²)
Pilar	HE 200 B		200	200	15	9	S275	2803.3	4179.4
Viga	IPE 140		140	73	6.9	4.7	S275	2803.3	4179.4
Viga	IPE 160		160	82	7.4	5	S275	2803.3	4179.4

Elementos complementarios							
Pieza	Geometría				Acero		
	Esquema	Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Tipo	f_y (kp/cm ²)	f_u (kp/cm ²)
Rigidizador		170	95	8	S275	2803.3	4179.4

- Comprobación
- 1. Pilar HE 200 B

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Panel	Esbeltez	--	--	--	29.19
	Cortante	kN	81.45	196.70	41.41
Rigidizador superior	Tensión de Von Mises	N/mm ²	107.10	261.90	40.89
Rigidizador inferior	Tensión de Von Mises	N/mm ²	105.07	261.90	40.12
Rigidizador superior	Tensión de Von Mises	N/mm ²	107.68	261.90	41.11
Rigidizador inferior	Tensión de Von Mises	N/mm ²	104.49	261.90	39.90
Ala	Desgarro	N/mm ²	30.99	261.90	11.83
	Cortante	N/mm ²	39.96	261.90	15.26
Alma	Punzonamiento	kN	19.75	282.33	6.99
	Flexión por fuerza perpendicular	kN	19.76	69.79	28.32

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas					
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Soldadura del rigidizador superior a las alas	En ángulo	4	77	8.0	90.00
Soldadura del rigidizador superior al alma	En ángulo	4	134	8.0	90.00
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	En ángulo	4	77	8.0	90.00
Soldadura del rigidizador inferior al alma	En ángulo	4	134	8.0	90.00
Soldadura del rigidizador superior a las alas	En ángulo	4	77	8.0	90.00
Soldadura del rigidizador superior al alma	En ángulo	4	134	8.0	90.00
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	En ángulo	4	77	8.0	90.00
Soldadura del rigidizador inferior al alma	En ángulo	4	134	8.0	90.00

a: Espesor garganta
l: Longitud efectiva
t: Espesor de piezas

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm ²)	β_w
	σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\parallel} (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del rigidizador superior a las alas	75.7	75.7	0.0	151.5	39.25	75.7	23.09	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador superior al alma	0.0	0.0	26.8	46.4	12.02	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	74.3	74.3	0.0	148.6	38.51	74.3	22.65	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior al alma	0.0	0.0	26.3	45.5	11.79	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador superior a las alas	76.1	76.1	0.0	152.3	39.46	76.1	23.21	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador superior al alma	0.0	0.0	26.9	46.6	12.08	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	73.9	73.9	0.0	147.8	38.29	73.9	22.53	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior al alma	0.0	0.0	26.1	45.2	11.72	0.0	0.00	410.0	0.85

2. Viga IPE 160

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas					
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Soldadura del ala superior	En ángulo	4	82	7.4	90.00
Soldadura del alma	En ángulo	3	127	5.0	90.00
Soldadura del ala inferior	En ángulo	4	82	7.4	90.00

a: Espesor garganta
l: Longitud efectiva
t: Espesor de piezas

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm ²)	β_w
	σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\parallel} (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del ala superior	160.8	160.8	0.0	321.5	83.32	160.8	49.01	410.0	0.85
Soldadura del alma	124.3	124.3	14.5	249.9	64.77	124.3	37.91	410.0	0.85
Soldadura del ala inferior	158.4	158.4	0.0	316.7	82.08	158.4	48.28	410.0	0.85

3. Viga IPE 140

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Alma	Tensión de Von Mises	N/mm ²	56.10	261.90	21.42

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas					
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Soldadura del alma	En ángulo	3	75	4.7	90.00

a: Espesor garganta
l: Longitud efectiva
t: Espesor de piezas

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f _u (N/mm ²)	β _w
	σ _⊥ (N/mm ²)	τ _⊥ (N/mm ²)	τ (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ _⊥ (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del alma	31.1	31.1	0.9	62.1	16.10	31.1	9.47	410.0	0.85

- Medición

Soldaduras				
f _u (kp/cm ²)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
4179.4	En taller	En ángulo	4	2304
	En el lugar de montaje	En ángulo	3	404
			4	312

Chapas				
Material	Tipo	Cantidad	Dimensiones (mm)	Peso (kg)
S275	Rigidizadores	4	170x95x8	4.06
				Total

- **Tipo 12**
- Detalle

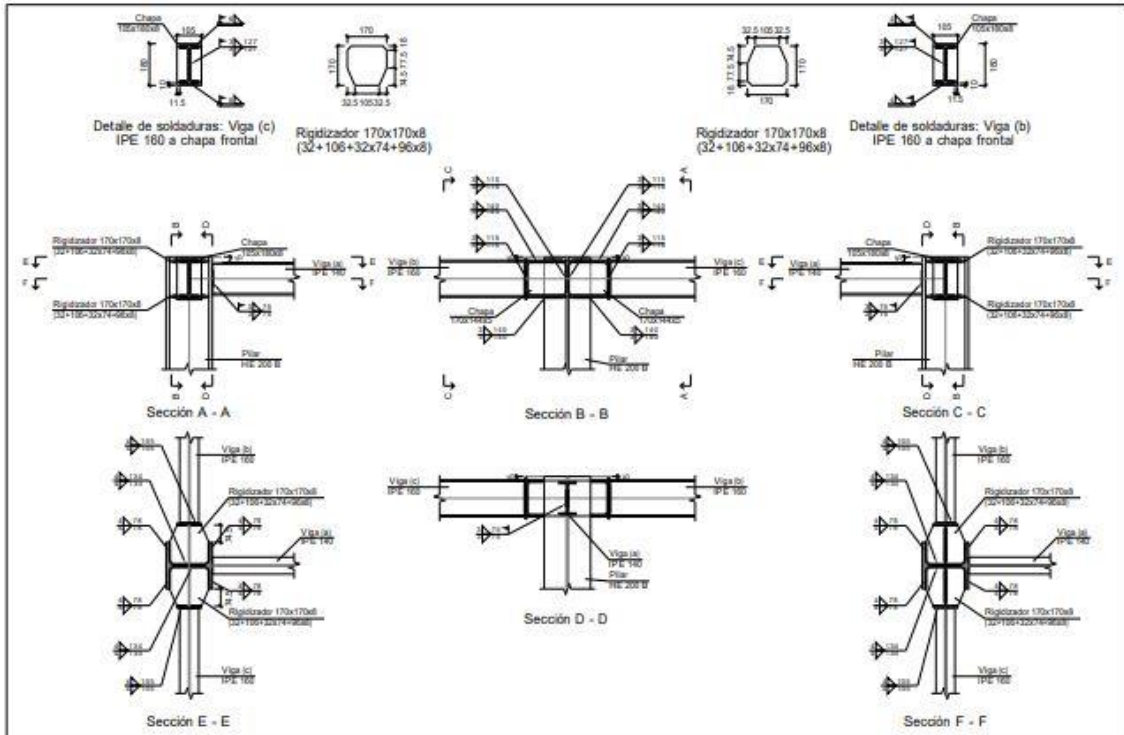
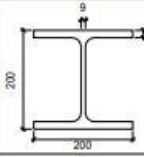


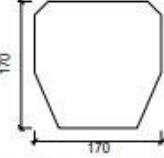

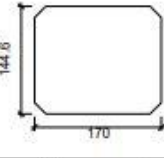
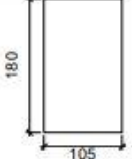
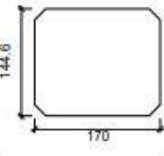


Figura 50. Detalle de la unión Tipo 12

- Descripción de los componentes de la unión

		Perfiles							
Pieza	Descripción	Geometría				Acero			
		Esquema	Canto total (mm)	Ancho del ala (mm)	Espesor del ala (mm)	Espesor del alma (mm)	Tipo	f_v (kp/cm ²)	f_u (kp/cm ²)
Pilar	HE 200 B		200	200	15	9	S275	2803.3	4179.4
Viga	IPE 160		160	82	7.4	5	S275	2803.3	4179.4
Viga	IPE 140		140	73	6.9	4.7	S275	2803.3	4179.4

Elementos complementarios							
Pieza	Geometría				Acero		
	Esquema	Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Tipo	f_v (kp/cm ²)	f_u (kp/cm ²)
Rigidizador		170	170	8	S275	2803.3	4179.4
Chapa de apoyo de la viga Viga (c) IPE 160		105	180	8	S275	2803.3	4179.4
Chapa vertical de la viga Viga (c) IPE 160		170	144.6	5	S275	2803.3	4179.4
Chapa de apoyo de la viga Viga (b) IPE 160		105	180	8	S275	2803.3	4179.4

Elementos complementarios							
Pieza	Geometría				Acero		
	Esquema	Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Tipo	f_v (kp/cm ²)	f_u (kp/cm ²)
Chapa vertical de la viga Viga (b) IPE 160		170	144.6	5	S275	2803.3	4179.4

- Comprobación
- 1. Pilar HE 200 B

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Panel	Esbeltez	--	--	--	29.19
	Cortante	kN	8.68	196.70	4.41
Rigidizador superior	Tensión de Von Mises	N/mm ²	149.15	261.90	56.95
Rigidizador inferior	Tensión de Von Mises	N/mm ²	155.56	261.90	59.40
Rigidizador superior	Tensión de Von Mises	N/mm ²	142.34	261.90	54.35
Rigidizador inferior	Tensión de Von Mises	N/mm ²	143.07	261.90	54.63
Chapa frontal [Viga (c) IPE 160]	Interacción flexión - cortante	--	--	--	0.00
	Deformación admisible	mRad	--	2	0.00
Chapa vertical [Viga (c) IPE 160]	Cortante	kN	14.29	105.85	13.50
Chapa frontal [Viga (b) IPE 160]	Interacción flexión - cortante	--	--	--	0.00
	Deformación admisible	mRad	--	2	0.00
Chapa vertical [Viga (b) IPE 160]	Cortante	kN	14.22	105.85	13.43
Ala	Desgarro	N/mm ²	78.10	261.90	29.82
	Cortante	N/mm ²	49.15	261.90	18.77

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas					
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Soldadura del rigidizador superior a las alas	En ángulo	4	78	8.0	90.00
Soldadura del rigidizador superior al alma	En ángulo	4	134	8.0	90.00
Soldadura del rigidizador superior a la chapa frontal	En ángulo	4	105	8.0	90.00
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	En ángulo	4	78	8.0	90.00
Soldadura del rigidizador inferior al alma	En ángulo	4	134	8.0	90.00
Soldadura del rigidizador inferior a la chapa frontal	En ángulo	4	105	8.0	90.00
Soldadura del rigidizador superior a las alas	En ángulo	4	78	8.0	90.00
Soldadura del rigidizador superior al alma	En ángulo	4	134	8.0	90.00
Soldadura del rigidizador superior a la chapa frontal	En ángulo	4	105	8.0	90.00
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	En ángulo	4	78	8.0	90.00
Soldadura del rigidizador inferior al alma	En ángulo	4	134	8.0	90.00
Soldadura del rigidizador inferior a la chapa frontal	En ángulo	4	105	8.0	90.00
Soldadura de la chapa vertical al alma	En ángulo	3	115	5.0	90.00
Soldadura de la chapa vertical a la chapa frontal	En ángulo	3	115	5.0	90.00
Soldadura de la chapa vertical al rigidizador superior	En ángulo	3	140	5.0	90.00
Soldadura de la chapa vertical al rigidizador inferior	En ángulo	3	140	5.0	90.00
Soldadura de la chapa vertical al alma	En ángulo	3	115	5.0	90.00
Soldadura de la chapa vertical a la chapa frontal	En ángulo	3	115	5.0	90.00
Soldadura de la chapa vertical al rigidizador superior	En ángulo	3	140	5.0	90.00
Soldadura de la chapa vertical al rigidizador inferior	En ángulo	3	140	5.0	90.00

a: Espesor garganta
l: Longitud efectiva
t: Espesor de piezas

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm ²)	β_w
	σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\parallel} (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del rigidizador superior a las alas	0.0	0.0	86.1	149.2	38.65	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador superior al alma	0.0	0.0	6.5	11.3	2.92	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador superior a la chapa frontal	99.9	99.9	0.0	199.8	51.77	99.9	30.45	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	0.0	0.0	89.8	155.6	40.31	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior al alma	0.0	0.0	6.5	11.2	2.91	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior a la chapa frontal	104.1	104.1	0.0	208.1	53.93	104.1	31.73	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador superior a las alas	0.0	0.0	82.2	142.3	36.89	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador superior al alma	0.0	0.0	4.0	6.9	1.79	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador superior a la chapa frontal	94.5	94.5	0.0	189.0	48.98	94.5	28.81	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	0.0	0.0	82.6	143.1	37.08	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior al alma	0.0	0.0	4.0	6.9	1.79	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior a la chapa frontal	95.1	95.1	0.0	190.1	49.27	95.1	28.98	410.0	0.85
Soldadura de la chapa vertical al alma	0.0	0.0	16.9	29.3	7.58	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura de la chapa vertical a la chapa frontal	0.0	0.0	16.9	29.3	7.58	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura de la chapa vertical al rigidizador superior	0.0	0.0	17.0	29.5	7.64	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura de la chapa vertical al rigidizador inferior	0.0	0.0	17.0	29.5	7.64	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura de la chapa vertical al alma	0.0	0.0	16.8	29.1	7.54	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura de la chapa vertical a la chapa frontal	0.0	0.0	16.8	29.1	7.54	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura de la chapa vertical al rigidizador superior	0.0	0.0	16.9	29.3	7.60	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura de la chapa vertical al rigidizador inferior	0.0	0.0	16.9	29.3	7.60	0.0	0.00	410.0	0.85

2. Viga (a) IPE 140

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Alma	Tensión de Von Mises	N/mm ²	48.58	261.90	18.55

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas					
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Soldadura del alma	En ángulo	3	75	4.7	90.00

a: Espesor garganta
l: Longitud efectiva
t: Espesor de piezas

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f _u (N/mm ²)	β _w
	σ _⊥ (N/mm ²)	τ _⊥ (N/mm ²)	τ (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ _⊥ (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del alma	26.9	26.9	0.9	53.8	13.94	26.9	8.20	410.0	0.85

3. Viga (a) IPE 140

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas					
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Soldadura del ala superior	En ángulo	6	82	7.4	90.00
Soldadura del alma	En ángulo	3	127	5.0	90.00
Soldadura del ala inferior	En ángulo	6	82	7.4	90.00

a: Espesor garganta
l: Longitud efectiva
t: Espesor de piezas

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f _u (N/mm ²)	β _w
	σ _⊥ (N/mm ²)	τ _⊥ (N/mm ²)	τ (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ _⊥ (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del ala superior	125.1	125.1	0.0	250.3	64.85	125.1	38.15	410.0	0.85
Soldadura del alma	0.0	0.0	15.2	26.4	6.83	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del ala inferior	131.6	131.6	12.5	264.0	68.42	131.6	40.11	410.0	0.85

4. Viga (b) IPE 160

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas					
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Soldadura del ala superior	En ángulo	4	82	7.4	90.00
Soldadura del alma	En ángulo	3	127	5.0	90.00
Soldadura del ala inferior	En ángulo	4	82	7.4	90.00

a: Espesor garganta
l: Longitud efectiva
t: Espesor de piezas

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm ²)	β_w
	σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\parallel} (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del ala superior	176.2	176.2	0.0	352.5	91.34	176.2	53.73	410.0	0.85
Soldadura del alma	0.0	0.0	15.1	26.2	6.79	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del ala inferior	177.4	177.4	0.0	354.8	91.93	177.4	54.08	410.0	0.85

- Medición

Soldaduras				
f_u (kp/cm ²)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
4179.4	En taller	En ángulo	3	2037
			4	3152
	En el lugar de montaje	En ángulo	3	659
			4	312
			6	312

Chapas				
Material	Tipo	Cantidad	Dimensiones (mm)	Peso (kg)
S275	Rigidizadores	4	170x170x8 (32+106+32x74+96x8)	6.65
	Chapas	2	170x144x5	1.93
		2	105x180x8	2.37
	Total			

- **Tipo 13**
- Detalle

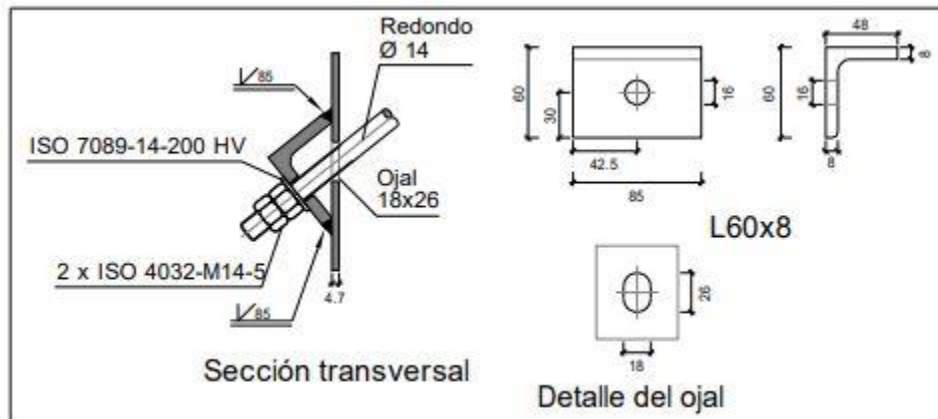


Figura 51. Detalle de la unión Tipo 13

- Comprobación
- 1. L60x8 (S275)

Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Cortante de la sección transversal	kN	12.69	83.47	15.20
Flector	--	--	--	63.09

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas								
Ref.	Tipo	Preparación de bordes (mm)	l (mm)					
Soldaduras a tope del angular a la pieza	A tope en bisel simple	5	85					
<i>l: Longitud efectiva</i>								
Comprobación de resistencia								
Ref.	Tensión de Von Mises				Tensión normal		f_u (N/mm ²)	β_w
	σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\parallel} (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (N/mm ²)		
Soldaduras a tope del angular a la pieza	La comprobación no procede.						410.0	0.85

- Medición

Soldaduras				
f_u (kp/cm ²)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
4179.4	En taller	A tope en bisel simple	8	170

Angulares				
Material	Tipo	Descripción (mm)	Longitud (mm)	Peso (kg)
S275	Anclajes de tirantes	L60x8	85	0.60
	Total			0.60

Elementos de tornillería			
Tipo	Material	Cantidad	Descripción
Tuercas	Clase 5	2	ISO 4032-M14
Arandelas	Dureza 200 HV	1	ISO 7089-14

- **Tipo 14**
- Detalle

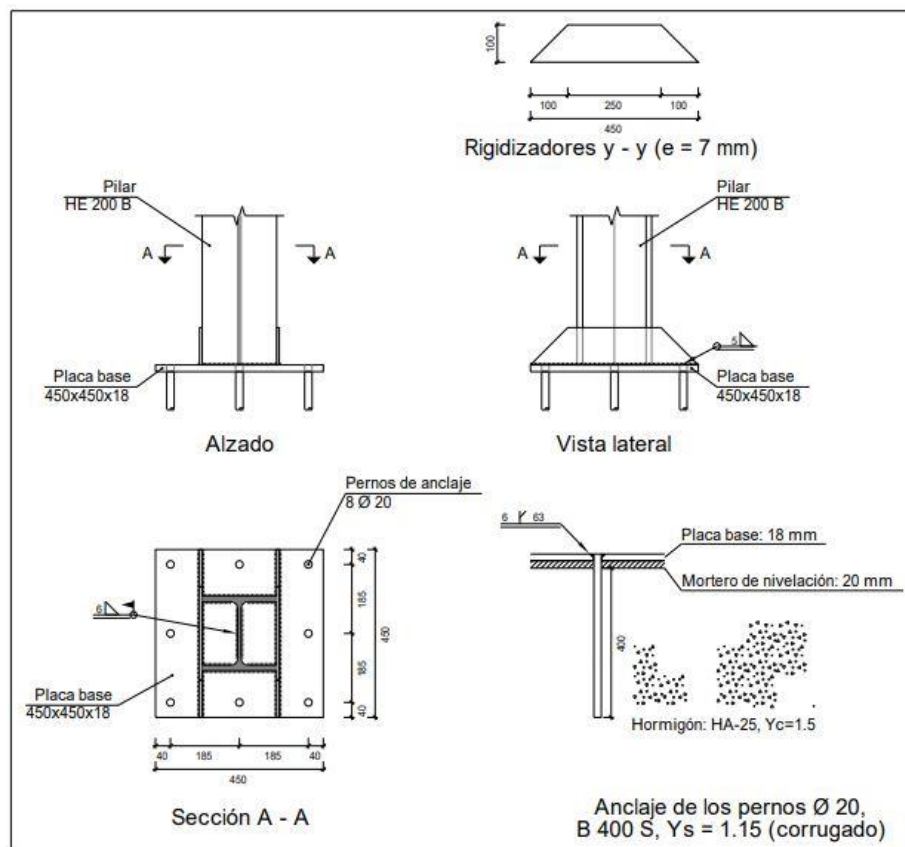


Figura 52. Detalle de la unión Tipo 14

- Descripción de los componentes de la unión

Elementos complementarios											
Pieza	Geometría				Taladros				Acero		
	Esquema	Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Cantidad	Diámetro exterior (mm)	Diámetro interior (mm)	Bisel (mm)	Tipo	f_c (kp/cm ²)	f_u (kp/cm ²)
Placa base		450	450	18	8	32	22	6	S275	2803.3	4179.4
Rigidizador		450	100	7	-	-	-	-	S275	2803.3	4179.4

- Comprobación

1. Pilar HE 200 B

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas								
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)			
Soldadura perimetral a la placa	En ángulo	6	978	9.0	90.00			
<i>a: Espesor garganta</i> <i>l: Longitud efectiva</i> <i>t: Espesor de piezas</i>								
Comprobación de resistencia								
Ref.	Tensión de Von Mises				Tensión normal		f_u (N/mm ²)	β_w
	σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\parallel} (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (N/mm ²)		
Soldadura perimetral a la placa	La comprobación no procede.						410.0	0.85

2. Placa de anclaje

Referencia:		
Comprobación	Valores	Estado
Separación mínima entre pernos: <i>3 diámetros</i>	Mínimo: 60 mm Calculado: 185 mm	Cumple
Separación mínima pernos-borde: <i>1.5 diámetros</i>	Mínimo: 30 mm Calculado: 40 mm	Cumple
Esbeltez de rigidizadores: - Paralelos a Y:	Máximo: 50 Calculado: 39.6	Cumple
Longitud mínima del perno: <i>Se calcula la longitud de anclaje necesaria por adherencia.</i>	Mínimo: 23 cm Calculado: 40 cm	Cumple
Anclaje perno en hormigón: - Tracción: - Cortante: - Tracción + Cortante:	Máximo: 6.971 t Calculado: 5.994 t Máximo: 4.879 t Calculado: 0.598 t Máximo: 6.971 t Calculado: 6.849 t	Cumple Cumple Cumple
Tracción en vástago de pernos:	Máximo: 10.243 t Calculado: 5.605 t	Cumple
Tensión de Von Mises en vástago de pernos:	Máximo: 3883.31 kp/cm ² Calculado: 1817.99 kp/cm ²	Cumple
Aplastamiento perno en placa: <i>Límite del cortante en un perno actuando contra la placa</i>	Máximo: 19.222 t Calculado: 0.561 t	Cumple
Tensión de Von Mises en secciones globales: - Derecha: - Izquierda: - Arriba: - Abajo:	Máximo: 2669.77 kp/cm ² Calculado: 1055.89 kp/cm ² Calculado: 2093.76 kp/cm ² Calculado: 2400.65 kp/cm ² Calculado: 2519.45 kp/cm ²	Cumple Cumple Cumple Cumple
Flecha global equivalente: <i>Limitación de la deformabilidad de los vuelos</i> - Derecha: - Izquierda: - Arriba: - Abajo:	Mínimo: 250 Calculado: 685.475 Calculado: 637.037 Calculado: 2706.39 Calculado: 2787.95	Cumple Cumple Cumple Cumple
Tensión de Von Mises local: <i>Tensión por tracción de pernos sobre placas en voladizo</i>	Máximo: 2669.77 kp/cm ² Calculado: 1514.93 kp/cm ²	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas						
Ref.	Tipo	a (mm)	Preparación de bordes (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Rigidizador y-y (x = -104): Soldadura a la placa base	En ángulo	5	--	450	7.0	90.00
Rigidizador y-y (x = 104): Soldadura a la placa base	En ángulo	5	--	450	7.0	90.00
Soldadura de los pernos a la placa base	De penetración parcial	--	6	63	18.0	90.00

a: Espesor garganta
l: Longitud efectiva
t: Espesor de piezas

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm ²)	β_w
	σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\parallel} (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ_{\parallel} (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Rigidizador y-y (x = -104): Soldadura a la placa base	La comprobación no procede.							410.0	0.85
Rigidizador y-y (x = 104): Soldadura a la placa base	La comprobación no procede.							410.0	0.85
Soldadura de los pernos a la placa base	0.0	0.0	218.8	379.0	98.21	0.0	0.00	410.0	0.85

- Medición

Soldaduras				
f_u (kp/cm ²)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
4179.4	En taller	En ángulo	5	1740
		A tope en bisel simple con talón de raíz amplio	6	503
	En el lugar de montaje	En ángulo	6	978

Placas de anclaje				
Material	Elementos	Cantidad	Dimensiones (mm)	Peso (kg)
S275	Placa base	1	450x450x18	28.61
	Rigidizadores pasantes	2	450/250x100/0x7	3.85
	Total			32.46
B 500 $Y_s = 1.15$ (corrugado)	Pernos de anclaje	8	Ø 20 - L = 458	9.04
	Total			9.04

- **Tipo 15**
- Detalle

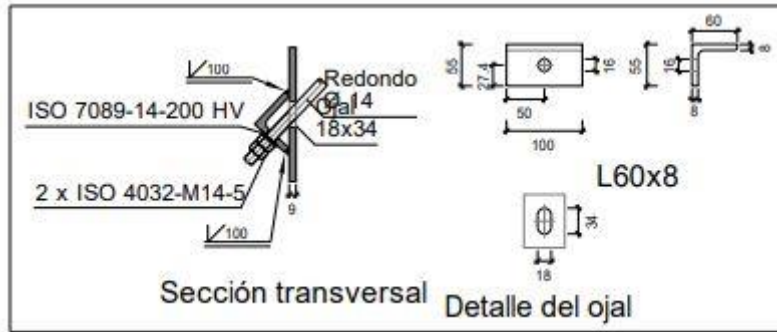


Figura 53. Detalle de la unión Tipo 15

- Comprobación
- 1. L60x8 (S275)

Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Cortante de la sección transversal	kN	19.50	101.61	19.19
Flector	--	--	--	62.60

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas								
Ref.	Tipo	Preparación de bordes (mm)	l (mm)					
Soldaduras a tope del angular a la pieza	A tope en bisel simple	8	100					
<i>l: Longitud efectiva</i>								
Comprobación de resistencia								
Ref.	Tensión de Von Mises				Tensión normal		f_u (N/mm ²)	β_w
	σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	$\tau_{ }$ (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (N/mm ²)		
Soldaduras a tope del angular a la pieza	La comprobación no procede.						410.0	0.85

- Medición

Soldaduras				
f_u (kp/cm ²)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
4179.4	En taller	A tope en bisel simple	8	200

Angulares				
Material	Tipo	Descripción (mm)	Longitud (mm)	Peso (kg)
S275	Anclajes de tirantes	L60x8	100	0.70
	Total			0.70

Elementos de tornillería			
Tipo	Material	Cantidad	Descripción
Tuercas	Clase 5	2	ISO 4032-M14
Arandelas	Dureza 200 HV	1	ISO 7089-14

• **Tipo 16**

- Detalle

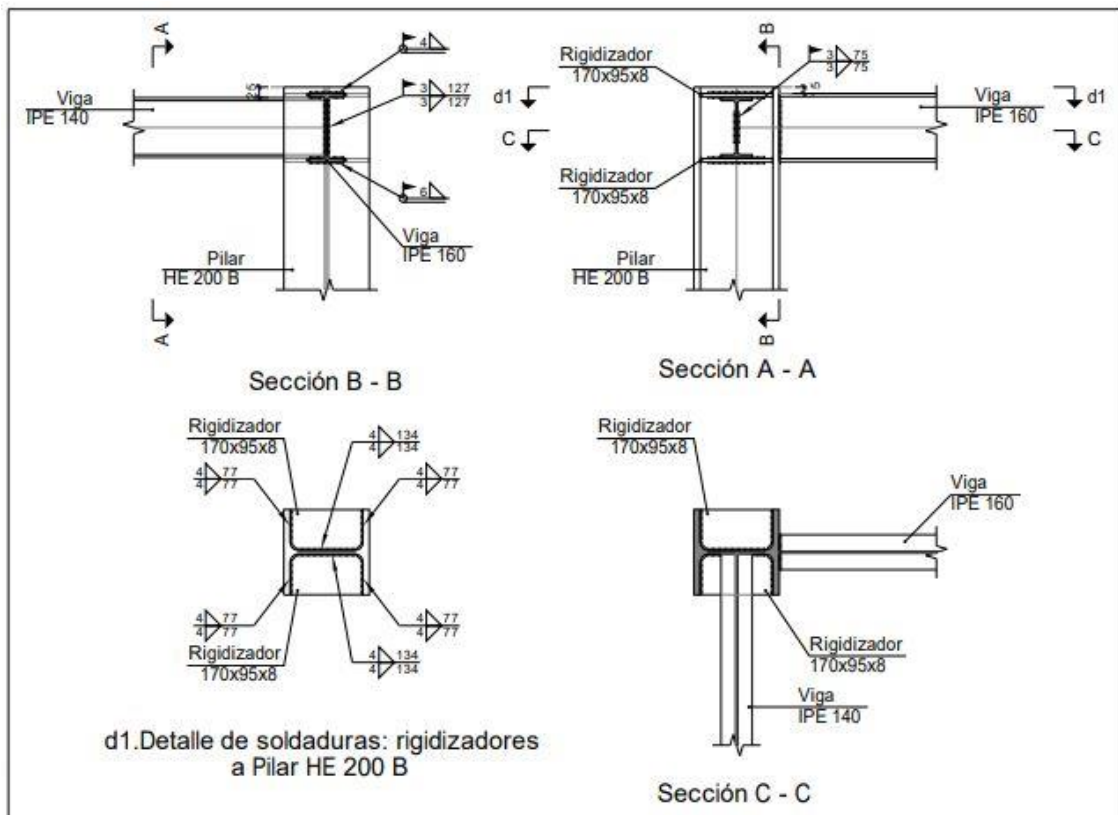
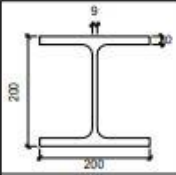
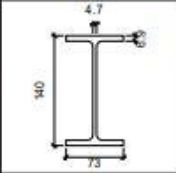



Figura 54. Detalle de la unión Tipo 16

- Descripción de los componentes de la unión

Perfiles									
Pieza	Descripción	Geometría				Acero			
		Esquema	Canto total (mm)	Ancho del ala (mm)	Espesor del ala (mm)	Espesor del alma (mm)	Tipo	f_y (kp/cm ²)	f_u (kp/cm ²)
Pilar	HE 200 B		200	200	15	9	S275	2803.3	4179.4
Viga	IPE 140		140	73	6.9	4.7	S275	2803.3	4179.4
Viga	IPE 160		160	82	7.4	5	S275	2803.3	4179.4

Elementos complementarios							
Pieza	Geometría			Acero			
	Esquema	Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Tipo	f_y (kp/cm ²)	f_u (kp/cm ²)
Rigidizador		170	95	8	S275	2803.3	4179.4

- Comprobación
- 1. Pila HE 200 B

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Panel	Esbeltez	--	--	--	29.19
	Cortante	kN	89.02	196.70	45.26
Rigidizador superior	Tensión de Von Mises	N/mm ²	117.17	261.90	44.74
Rigidizador inferior	Tensión de Von Mises	N/mm ²	126.57	261.90	48.33
Rigidizador superior	Tensión de Von Mises	N/mm ²	117.57	261.90	44.89
Rigidizador inferior	Tensión de Von Mises	N/mm ²	126.17	261.90	48.17
Ala	Desgarro	N/mm ²	28.95	261.90	11.06
	Cortante	N/mm ²	30.35	261.90	11.59
Alma	Punzonamiento	kN	17.70	282.33	6.27
	Flexión por fuerza perpendicular	kN	17.70	69.79	25.36

Viga IPE 140

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas					
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Soldadura del rigidizador superior a las alas	En ángulo	4	77	8.0	90.00
Soldadura del rigidizador superior al alma	En ángulo	4	134	8.0	90.00
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	En ángulo	4	77	8.0	90.00
Soldadura del rigidizador inferior al alma	En ángulo	4	134	8.0	90.00
Soldadura del rigidizador superior a las alas	En ángulo	4	77	8.0	90.00
Soldadura del rigidizador superior al alma	En ángulo	4	134	8.0	90.00
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	En ángulo	4	77	8.0	90.00
Soldadura del rigidizador inferior al alma	En ángulo	4	134	8.0	90.00

a: Espesor garganta
 l: Longitud efectiva
 t: Espesor de piezas

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm ²)	β_w
	σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\parallel} (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del rigidizador superior a las alas	82.9	82.9	0.0	165.7	42.94	82.9	25.26	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador superior al alma	0.0	0.0	29.3	50.7	13.15	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	89.5	89.5	0.0	179.0	46.39	89.5	27.29	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior al alma	0.0	0.0	31.6	54.8	14.20	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador superior a las alas	83.1	83.1	0.0	166.3	43.09	83.1	25.35	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador superior al alma	0.0	0.0	29.4	50.9	13.19	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	89.2	89.2	0.0	178.4	46.24	89.2	27.20	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior al alma	0.0	0.0	31.5	54.6	14.16	0.0	0.00	410.0	0.85

2. Viga IPE 160

Cordones de soldadura					
Comprobaciones geométricas					
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Soldadura del ala superior	En ángulo	4	82	7.4	90.00
Soldadura del alma	En ángulo	3	127	5.0	90.00
Soldadura del ala inferior	En ángulo	6	82	7.4	90.00

a: Espesor garganta
l: Longitud efectiva
t: Espesor de piezas

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm ²)	β_w
	σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\parallel} (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del ala superior	165.0	165.0	0.0	330.0	85.52	165.0	50.31	410.0	0.85
Soldadura del alma	130.5	130.5	22.3	263.8	68.36	130.5	39.78	410.0	0.85
Soldadura del ala inferior	141.6	141.6	0.0	283.3	73.40	141.6	43.18	410.0	0.85

3. Viga IPE 140

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Alma	Tensión de Von Mises	N/mm ²	50.26	261.90	19.19

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas									
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)				
Soldadura del alma	En ángulo	3	75	4.7	90.00				
<i>a: Espesor garganta</i> <i>l: Longitud efectiva</i> <i>t: Espesor de piezas</i>									
Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises				Tensión normal		f_u (N/mm ²)	β_w	
	σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\parallel} (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (N/mm ²)			Aprov. (%)
Soldadura del alma	27.8	27.8	0.9	55.7	14.42	27.8	8.48	410.0	0.85

- Medición

Soldaduras				
f_u (kp/cm ²)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
4179.4	En taller	En ángulo	4	2304
	En el lugar de montaje	En ángulo	3	404
			4	156
			6	156

Chapas				
Material	Tipo	Cantidad	Dimensiones (mm)	Peso (kg)
S275	Rigidizadores	4	170x95x8	4.06
				Total

- **Tipo 17**
- Detalle

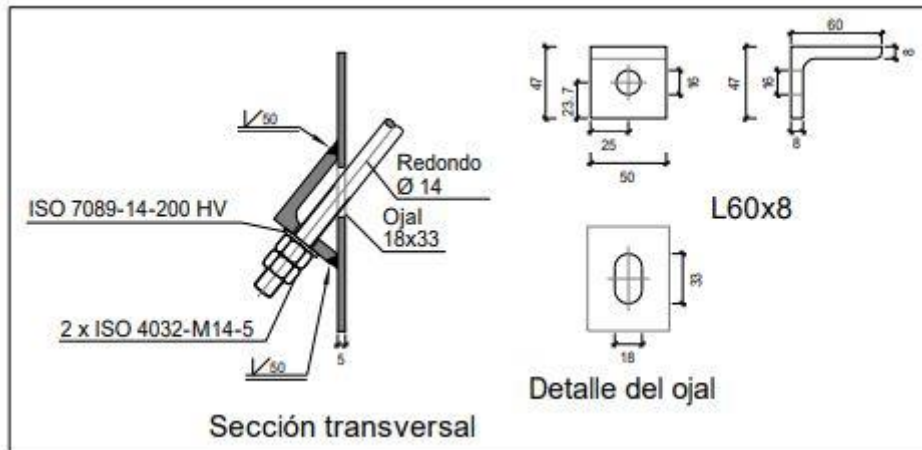


Figura 55. Detalle de la unión Tipo 17

- Comprobación

1. L60x8 (S275)

Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Cortante de la sección transversal	kN	10.06	41.13	24.47
Flector	--	--	--	37.57

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas			
Ref.	Tipo	Preparación de bordes (mm)	l (mm)
Soldaduras a tope del angular a la pieza	A tope en bisel simple	5	50

l: Longitud efectiva

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm ²)	β_w
	σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	$\tau_{ }$ (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldaduras a tope del angular a la pieza	La comprobación no procede.							410.0	0.85

- Medición

Soldaduras				
f_u (kp/cm ²)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
4179.4	En taller	A tope en bisel simple	8	100

Angulares				
Material	Tipo	Descripción (mm)	Longitud (mm)	Peso (kg)
S275	Anclajes de tirantes	L60x8	50	0.35
	Total			0.35

Elementos de tornillería			
Tipo	Material	Cantidad	Descripción
Tuercas	Clase 5	2	ISO 4032-M14
Arandelas	Dureza 200 HV	1	ISO 7089-14

- **Tipo 18**

- Detalle

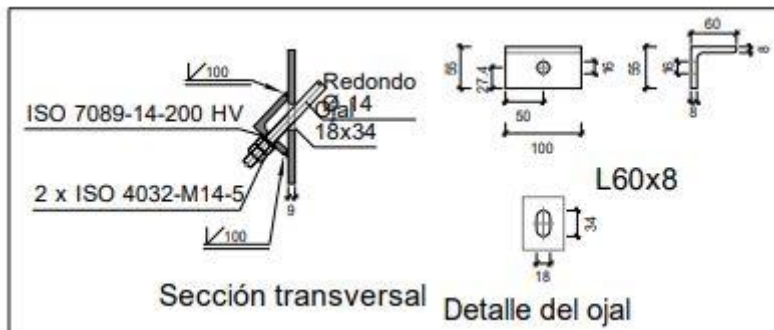


Figura 56. Detalle de la unión Tipo 18

- Comprobación
- 1. L60x8 (S275)

Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Cortante de la sección transversal	kN	19.50	101.61	19.19
Flector	--	--	--	62.60

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas									
Ref.	Tipo	Preparación de bordes (mm)	l (mm)						
Soldaduras a tope del angular a la pieza	A tope en bisel simple	8	100						
<i>l: Longitud efectiva</i>									
Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm ²)	β_w
	σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\parallel} (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldaduras a tope del angular a la pieza	La comprobación no procede.					410.0	0.85		

- Medición

Soldaduras				
f_u (kp/cm ²)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
4179.4	En taller	A tope en bisel simple	8	200

Angulares				
Material	Tipo	Descripción (mm)	Longitud (mm)	Peso (kg)
S275	Anclajes de tirantes	L60x8	100	0.70
	Total			0.70

Elementos de tornillería			
Tipo	Material	Cantidad	Descripción
Tuercas	Clase 5	2	ISO 4032-M14
Arandelas	Dureza 200 HV	1	ISO 7089-14

- **Tipo 19**
- Detalle

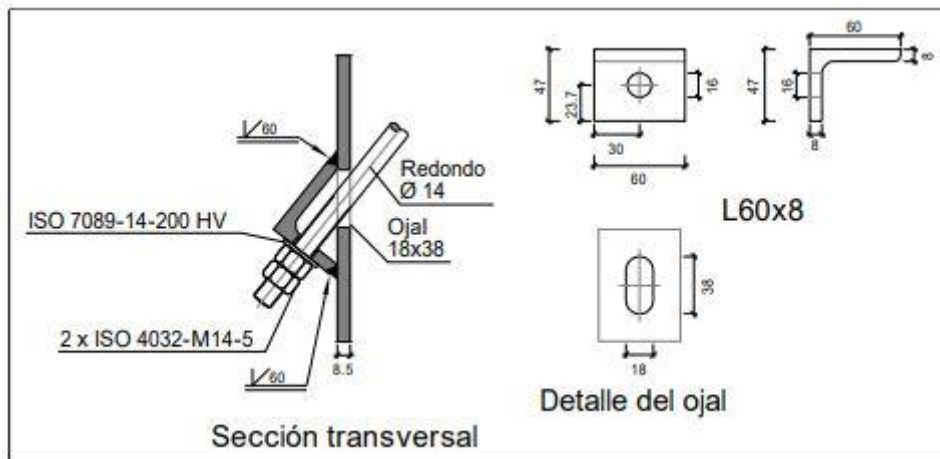


Figura 57. Detalle de la unión Tipo 19

- Comprobación
- 1. L60x8 (S275)

Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Cortante de la sección transversal	kN	16.07	53.23	30.19
Flector	--	--	--	49.98

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas			
Ref.	Tipo	Preparación de bordes (mm)	l (mm)
Soldaduras a tope del angular a la pieza	A tope en bisel simple	8	60

l: Longitud efectiva

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm ²)	β_w
	σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	$\tau_{ }$ (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldaduras a tope del angular a la pieza	La comprobación no procede.							410.0	0.85

- Medición

Soldaduras				
f_u (kp/cm ²)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
4179.4	En taller	A tope en bisel simple	8	120

Angulares				
Material	Tipo	Descripción (mm)	Longitud (mm)	Peso (kg)
S275	Anclajes de tirantes	L60x8	60	0.42
	Total			0.42

Elementos de tornillería			
Tipo	Material	Cantidad	Descripción
Tuercas	Clase 5	2	ISO 4032-M14
Arandelas	Dureza 200 HV	1	ISO 7089-14

- **Tipo 20**
- Detalle

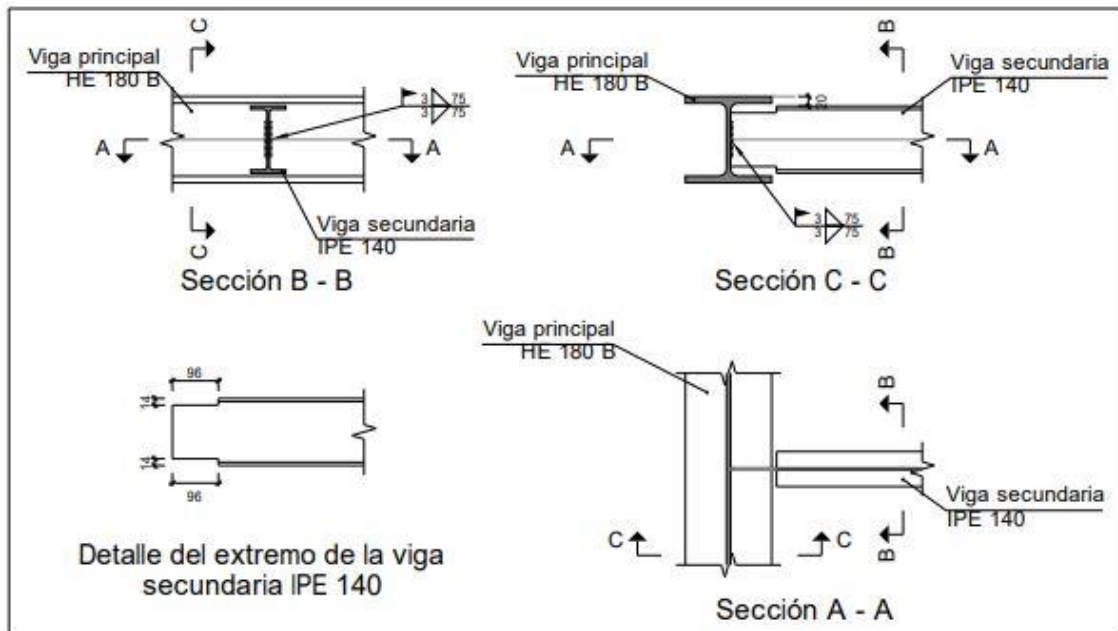
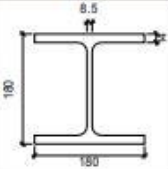
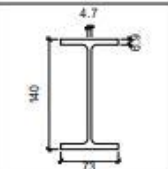


Figura 58. Detalle de la unión Tipo 20

- Descripción de los componentes de la unión

Perfiles									
Pieza	Descripción	Geometría				Acero			
		Esquema	Canto total (mm)	Ancho del ala (mm)	Espesor del ala (mm)	Espesor del alma (mm)	Tipo	f_y (kp/cm ²)	f_u (kp/cm ²)
Viga	HE 180 B		180	180	14	8.5	S275	2803.3	4179.4
Viga	IPE 140		140	73	6.9	4.7	S275	2803.3	4179.4

- Comprobación
 1. Viga principal

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Alma	Punzonamiento	kN	0.97	103.12	0.94
	Flexión por fuerza perpendicular	kN	0.96	121.41	0.79

2. Viga secundaria IPE 140

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Alma	Pandeo local	N/mm ²	4.26	72.25	5.90
	Tensión de Von Mises	N/mm ²	14.35	261.90	5.48

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas					
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Soldadura del alma	En ángulo	3	75	4.7	90.00

a: Espesor garganta
 l: Longitud efectiva
 t: Espesor de piezas

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm ²)	β_w
	σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\parallel} (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del alma	3.7	5.1	0.9	9.8	2.53	5.1	1.57	410.0	0.85

- Medición

Soldaduras				
f_u (kp/cm ²)	Ejecución	Tipo	Esesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
4179.4	En el lugar de montaje	En ángulo	3	150

- **Tipo 21**
- Detalle

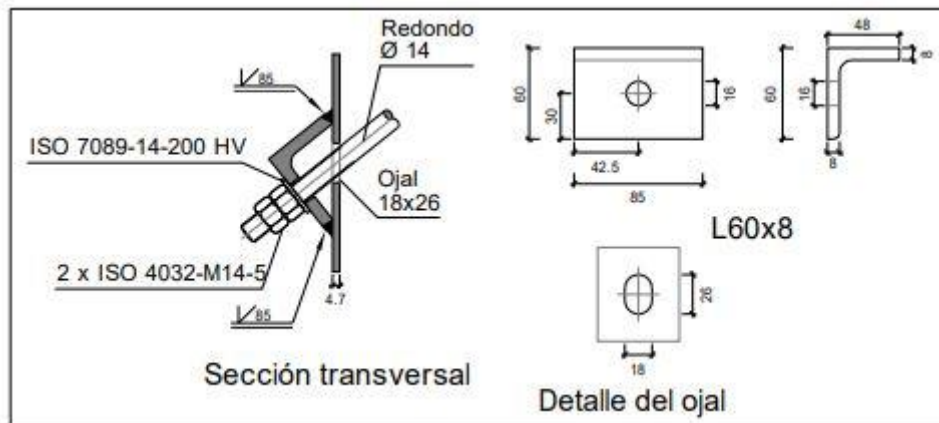


Figura 59. Detalle de la unión Tipo 21

- Comprobación
- 1. L60x8 (S275)

Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Cortante de la sección transversal	kN	12.69	83.47	15.21
Flector	--	--	--	63.11

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas			
Ref.	Tipo	Preparación de bordes (mm)	l (mm)
Soldaduras a tope del angular a la pieza	A tope en bisel simple	5	85

l: Longitud efectiva

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm ²)	β_w
	σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\parallel} (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldaduras a tope del angular a la pieza	La comprobación no procede.							410.0	0.85

- Medición

Soldaduras				
f_u (kp/cm ²)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
4179.4	En taller	A tope en bisel simple	8	170

Angulares				
Material	Tipo	Descripción (mm)	Longitud (mm)	Peso (kg)
S275	Anclajes de tirantes	L60x8	85	0.60
				Total

Elementos de tornillería			
Tipo	Material	Cantidad	Descripción
Tuercas	Clase 5	2	ISO 4032-M14
Arandelas	Dureza 200 HV	1	ISO 7089-14

- **Tipo 22**
- Detalle

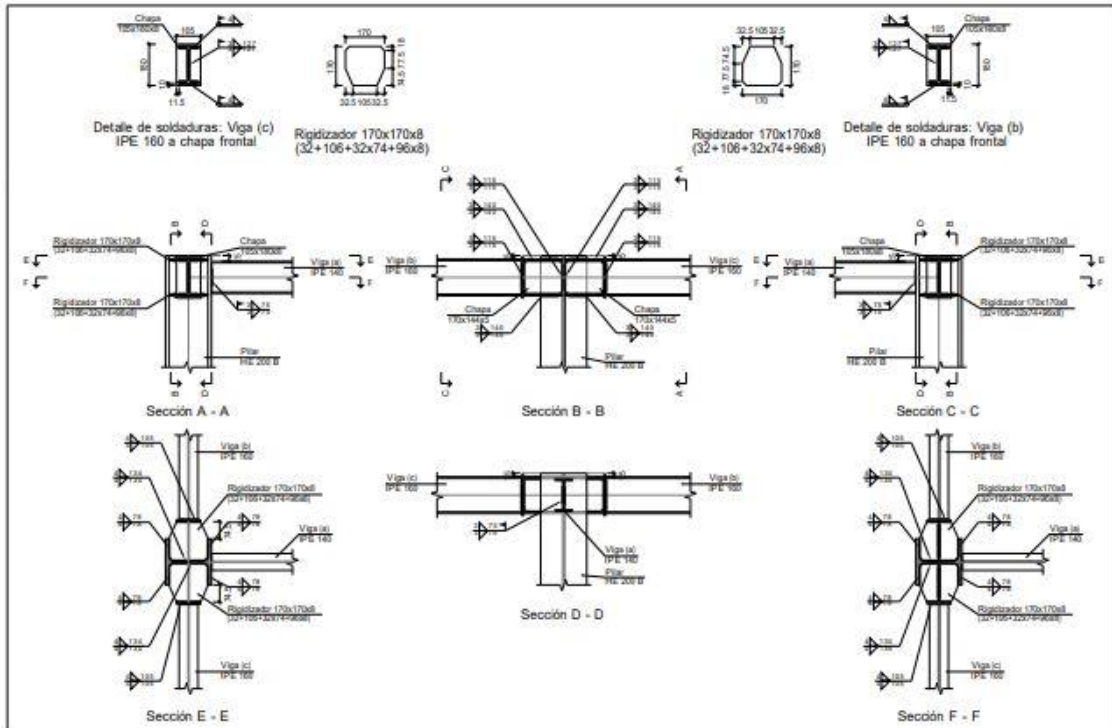
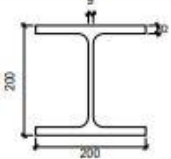

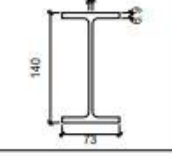
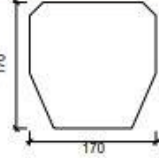
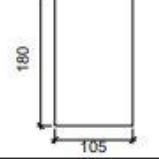
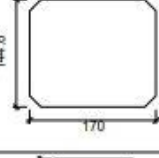
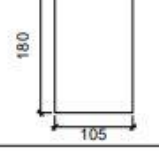
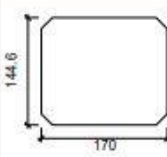


Figura 60. Detalle de la unión Tipo 22

- Descripción de los componentes de la unión

Perfiles									
Pieza	Descripción	Geometría				Acero			
		Esquema	Canto total (mm)	Ancho del ala (mm)	Espesor del ala (mm)	Espesor del alma (mm)	Tipo	f_y (kp/cm ²)	f_u (kp/cm ²)
Pilar	HE 200 B		200	200	15	9	S275	2803.3	4179.4
Viga	IPE 160		160	82	7.4	5	S275	2803.3	4179.4
Viga	IPE 140		140	73	6.9	4.7	S275	2803.3	4179.4

Elementos complementarios							
Pieza	Geometría				Acero		
	Esquema	Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Tipo	f_y (kp/cm ²)	f_u (kp/cm ²)
Rigidizador		170	170	8	S275	2803.3	4179.4
Chapa de apoyo de la viga Viga (c) IPE 160		105	180	8	S275	2803.3	4179.4
Chapa vertical de la viga Viga (c) IPE 160		170	144.6	5	S275	2803.3	4179.4
Chapa de apoyo de la viga Viga (b) IPE 160		105	180	8	S275	2803.3	4179.4

Elementos complementarios							
Pieza	Geometría				Acero		
	Esquema	Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Tipo	f_y (kp/cm ²)	f_u (kp/cm ²)
Chapa vertical de la viga Viga (b) IPE 160		170	144.6	5	S275	2803.3	4179.4

- Comprobación
- 1. Pilar HE 200 B

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Panel	Esbeltez	--	--	--	29.19
	Cortante	kN	8.68	196.70	4.41
Rigidizador superior	Tensión de Von Mises	N/mm ²	142.21	261.90	54.30
Rigidizador inferior	Tensión de Von Mises	N/mm ²	142.91	261.90	54.57
Rigidizador superior	Tensión de Von Mises	N/mm ²	148.92	261.90	56.86
Rigidizador inferior	Tensión de Von Mises	N/mm ²	155.56	261.90	59.40
Chapa frontal [Viga (c) IPE 160]	Interacción flexión - cortante	--	--	--	0.00
	Deformación admisible	mRad	--	2	0.00
Chapa vertical [Viga (c) IPE 160]	Cortante	kN	14.21	105.85	13.43
Chapa frontal [Viga (b) IPE 160]	Interacción flexión - cortante	--	--	--	0.00
	Deformación admisible	mRad	--	2	0.00
Chapa vertical [Viga (b) IPE 160]	Cortante	kN	14.29	105.85	13.50
Ala	Desgarro	N/mm ²	78.04	261.90	29.80
	Cortante	N/mm ²	49.15	261.90	18.77

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas					
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Soldadura del rigidizador superior a las alas	En ángulo	4	78	8.0	90.00
Soldadura del rigidizador superior al alma	En ángulo	4	134	8.0	90.00
Soldadura del rigidizador superior a la chapa frontal	En ángulo	4	105	8.0	90.00
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	En ángulo	4	78	8.0	90.00
Soldadura del rigidizador inferior al alma	En ángulo	4	134	8.0	90.00
Soldadura del rigidizador inferior a la chapa frontal	En ángulo	4	105	8.0	90.00
Soldadura del rigidizador superior a las alas	En ángulo	4	78	8.0	90.00
Soldadura del rigidizador superior al alma	En ángulo	4	134	8.0	90.00
Soldadura del rigidizador superior a la chapa frontal	En ángulo	4	105	8.0	90.00
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	En ángulo	4	78	8.0	90.00
Soldadura del rigidizador inferior al alma	En ángulo	4	134	8.0	90.00
Soldadura del rigidizador inferior a la chapa frontal	En ángulo	4	105	8.0	90.00
Soldadura de la chapa vertical al alma	En ángulo	3	115	5.0	90.00
Soldadura de la chapa vertical a la chapa frontal	En ángulo	3	115	5.0	90.00
Soldadura de la chapa vertical al rigidizador superior	En ángulo	3	140	5.0	90.00
Soldadura de la chapa vertical al rigidizador inferior	En ángulo	3	140	5.0	90.00
Soldadura de la chapa vertical al alma	En ángulo	3	115	5.0	90.00
Soldadura de la chapa vertical a la chapa frontal	En ángulo	3	115	5.0	90.00
Soldadura de la chapa vertical al rigidizador superior	En ángulo	3	140	5.0	90.00
Soldadura de la chapa vertical al rigidizador inferior	En ángulo	3	140	5.0	90.00

a: Espesor garganta
 l: Longitud efectiva
 t: Espesor de piezas

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm ²)	β_w
	σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	$\tau_{ }$ (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del rigidizador superior a las alas	0.0	0.0	82.1	142.2	36.85	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador superior al alma	0.0	0.0	4.0	6.9	1.79	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador superior a la chapa frontal	94.4	94.4	0.0	188.8	48.93	94.4	28.78	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	0.0	0.0	82.5	142.9	37.03	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior al alma	0.0	0.0	4.0	6.9	1.79	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior a la chapa frontal	94.9	94.9	0.0	189.9	49.21	95.0	28.95	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador superior a las alas	0.0	0.0	86.0	148.9	38.59	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador superior al alma	0.0	0.0	6.5	11.3	2.92	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador superior a la chapa frontal	99.7	99.7	0.0	199.4	51.68	99.7	30.40	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	0.0	0.0	89.8	155.6	40.31	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior al alma	0.0	0.0	6.5	11.2	2.91	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior a la chapa frontal	103.9	103.9	0.0	207.9	53.87	103.9	31.69	410.0	0.85
Soldadura de la chapa vertical al alma	0.0	0.0	16.8	29.1	7.54	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura de la chapa vertical a la chapa frontal	0.0	0.0	16.8	29.1	7.54	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura de la chapa vertical al rigidizador superior	0.0	0.0	16.9	29.3	7.60	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura de la chapa vertical al rigidizador inferior	0.0	0.0	16.9	29.3	7.60	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura de la chapa vertical al alma	0.0	0.0	16.9	29.3	7.58	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura de la chapa vertical a la chapa frontal	0.0	0.0	16.9	29.3	7.58	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura de la chapa vertical al rigidizador superior	0.0	0.0	17.0	29.5	7.64	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura de la chapa vertical al rigidizador inferior	0.0	0.0	17.0	29.5	7.64	0.0	0.00	410.0	0.85

2. Viga (a) IPE 140

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Alma	Tensión de Von Mises	N/mm ²	48.52	261.90	18.53

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas									
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)				
Soldadura del alma	En ángulo	3	75	4.7	90.00				
<i>a: Espesor garganta</i> <i>l: Longitud efectiva</i> <i>t: Espesor de piezas</i>									
Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm ²)	β_w
	σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\parallel} (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del alma	26.9	26.9	0.6	53.7	13.93	26.9	8.19	410.0	0.85

3. Viga (c) IPE 160

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas									
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)				
Soldadura del ala superior	En ángulo	4	82	7.4	90.00				
Soldadura del alma	En ángulo	3	127	5.0	90.00				
Soldadura del ala inferior	En ángulo	4	82	7.4	90.00				
<i>a: Espesor garganta</i> <i>l: Longitud efectiva</i> <i>t: Espesor de piezas</i>									
Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm ²)	β_w
	σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\parallel} (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del ala superior	176.1	176.1	0.0	352.2	91.26	176.1	53.68	410.0	0.85
Soldadura del alma	0.0	0.0	15.1	26.2	6.79	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del ala inferior	177.2	177.2	0.0	354.3	91.82	177.2	54.01	410.0	0.85

4. Viga (b) IPE 160

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas					
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Soldadura del ala superior	En ángulo	6	82	7.4	90.00
Soldadura del alma	En ángulo	3	127	5.0	90.00
Soldadura del ala inferior	En ángulo	6	82	7.4	90.00
<i>a: Espesor garganta</i> <i>l: Longitud efectiva</i> <i>t: Espesor de piezas</i>					

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm ²)	β_w
	σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\parallel} (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del ala superior	124.9	124.9	0.0	249.9	64.75	124.9	38.09	410.0	0.85
Soldadura del alma	0.0	0.0	15.2	26.4	6.83	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del ala inferior	131.6	131.6	12.5	264.0	68.42	131.6	40.11	410.0	0.85

- Medición

Soldaduras				
f_u (kp/cm ²)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
4179.4	En taller	En ángulo	3	2037
			4	3152
	En el lugar de montaje	En ángulo	3	659
			4	312
			6	312

Chapas				
Material	Tipo	Cantidad	Dimensiones (mm)	Peso (kg)
S275	Rigidizadores	4	170x170x8 (32+106+32x74+96x8)	6.65
	Chapas	2	170x144x5	1.93
		2	105x180x8	2.37
Total				10.95

- **Tipo 23**
- Detalle

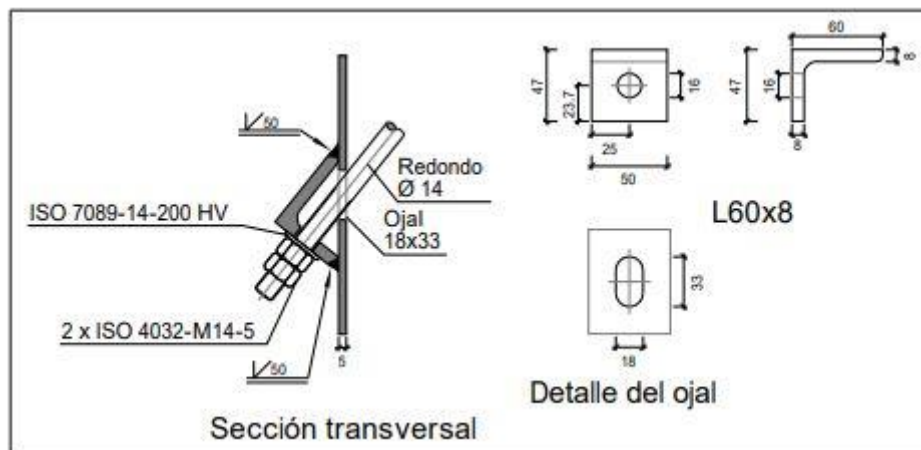


Figura 61. Detalle de la unión Tipo 23

- Comprobación
- 1. L60x8 (S275)

Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Cortante de la sección transversal	kN	9.83	41.13	23.89
Flector	--	--	--	36.68

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas			
Ref.	Tipo	Preparación de bordes (mm)	l (mm)
Soldaduras a tope del angular a la pieza	A tope en bisel simple	5	50

l: Longitud efectiva

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm ²)	β_w
	σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\parallel} (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldaduras a tope del angular a la pieza	La comprobación no procede.							410.0	0.85

- Medición

Soldaduras				
f_u (kp/cm ²)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
4179.4	En taller	A tope en bisel simple	8	100

Angulares				
Material	Tipo	Descripción (mm)	Longitud (mm)	Peso (kg)
S275	Anclajes de tirantes	L60x8	50	0.35
	Total			0.35

Elementos de tornillería			
Tipo	Material	Cantidad	Descripción
Tuercas	Clase 5	2	ISO 4032-M14
Arandelas	Dureza 200 HV	1	ISO 7089-14

- **Tipo 24**
- Detalle

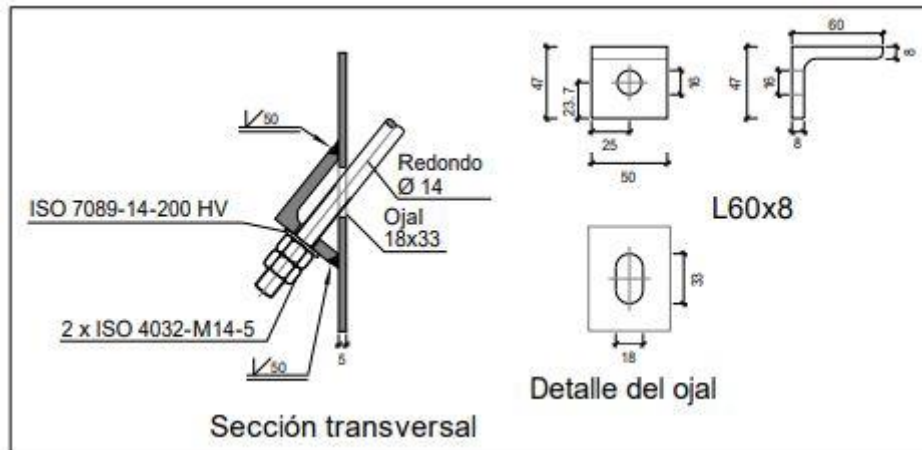


Figura 62. Detalle de la unión Tipo 24

- Comprobación
- 1. L60x8 (s275)

Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Cortante de la sección transversal	kN	10.26	41.13	24.95
Flector	--	--	--	38.31

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas			
Ref.	Tipo	Preparación de bordes (mm)	l (mm)
Soldaduras a tope del angular a la pieza	A tope en bisel simple	5	50

l: Longitud efectiva

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm ²)	β_w
	σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\parallel} (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldaduras a tope del angular a la pieza	La comprobación no procede.							410.0	0.85

- Medición

Soldaduras				
f_u (kp/cm ²)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
4179.4	En taller	A tope en bisel simple	8	100

Angulares				
Material	Tipo	Descripción (mm)	Longitud (mm)	Peso (kg)
S275	Anclajes de tirantes	L60x8	50	0.35
	Total			0.35

Elementos de tornillería			
Tipo	Material	Cantidad	Descripción
Tuercas	Clase 5	2	ISO 4032-M14
Arandelas	Dureza 200 HV	1	ISO 7089-14

• **Tipo 25**

- Detalle

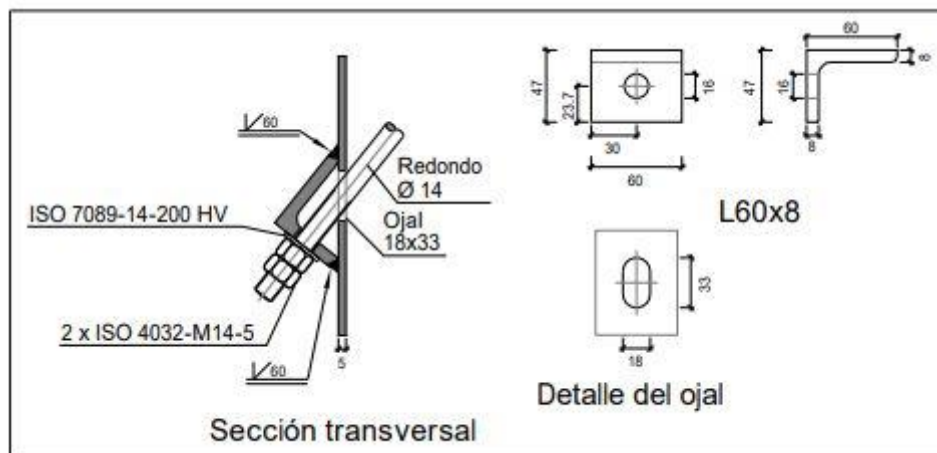


Figura 63. Detalle de la unión Tipo 25

- Comprobación
- 1. L60x8 (S275)

Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Cortante de la sección transversal	kN	16.07	53.23	30.19
Flector	--	--	--	49.98

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas			
Ref.	Tipo	Preparación de bordes (mm)	l (mm)
Soldaduras a tope del angular a la pieza	A tope en bisel simple	5	60

l: Longitud efectiva

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm ²)	β_w
	σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\parallel} (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldaduras a tope del angular a la pieza	La comprobación no procede.							410.0	0.85

- Medición

Soldaduras				
f_u (kp/cm ²)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
4179.4	En taller	A tope en bisel simple	8	120

Angulares				
Material	Tipo	Descripción (mm)	Longitud (mm)	Peso (kg)
S275	Anclajes de tirantes	L60x8	60	0.42
	Total			0.42

Elementos de tornillería			
Tipo	Material	Cantidad	Descripción
Tuercas	Clase 5	2	ISO 4032-M14
Arandelas	Dureza 200 HV	1	ISO 7089-14

- **Tipo 26**
- Detalle

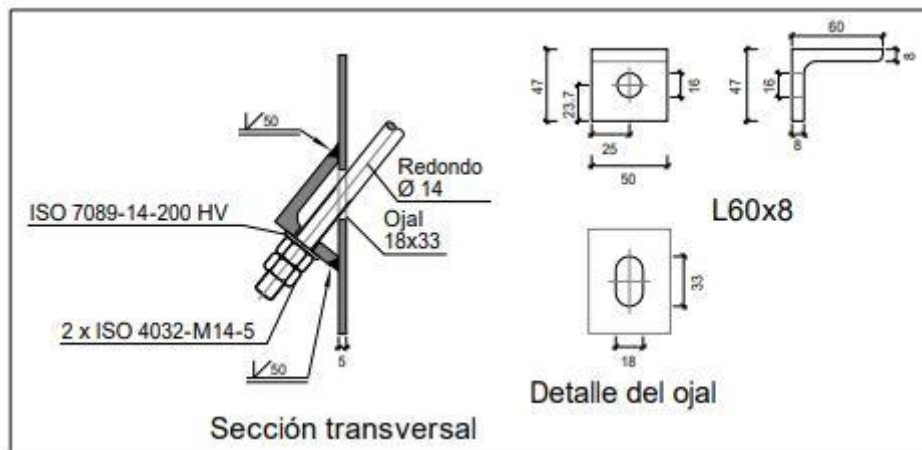


Figura 64. Detalle de la unión Tipo 26

- Comprobación
- 1. L60x8 (S275)

Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Cortante de la sección transversal	kN	9.74	41.13	23.69
Flector	--	--	--	36.36

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas									
Ref.	Tipo				Preparación de bordes (mm)		l (mm)		
Soldaduras a tope del angular a la pieza	A tope en bisel simple				5		50		
<i>l: Longitud efectiva</i>									
Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm ²)	β_w
	σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\parallel} (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldaduras a tope del angular a la pieza	La comprobación no procede.							410.0	0.85

- Medición

Soldaduras				
f_u (kp/cm ²)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
4179.4	En taller	A tope en bisel simple	8	100

Angulares				
Material	Tipo	Descripción (mm)	Longitud (mm)	Peso (kg)
S275	Anclajes de tirantes	L60x8	50	0.35
	Total			0.35

Elementos de tornillería			
Tipo	Material	Cantidad	Descripción
Tuercas	Clase 5	2	ISO 4032-M14
Arandelas	Dureza 200 HV	1	ISO 7089-14

- **Tipo 27**
- Detalle

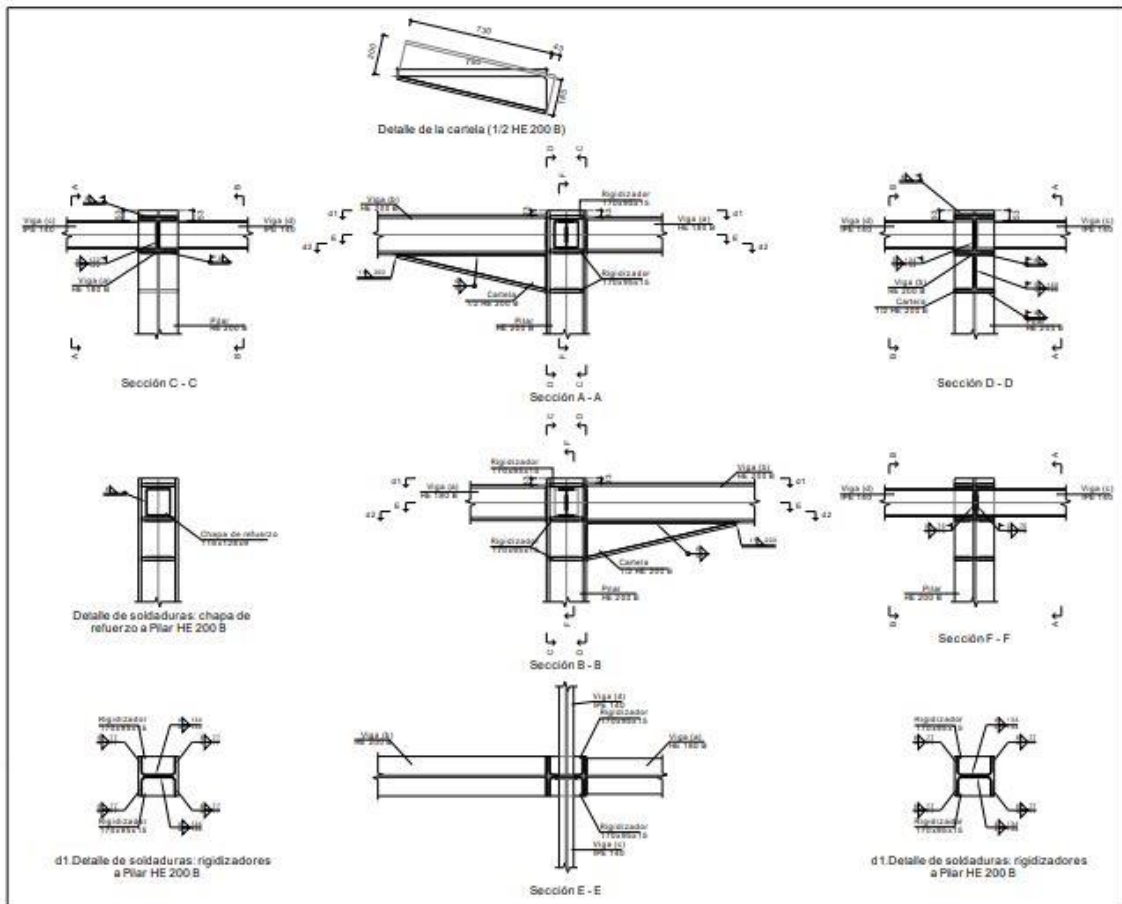
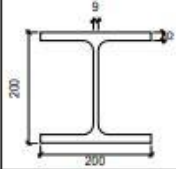

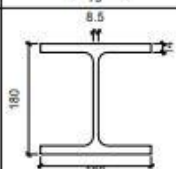
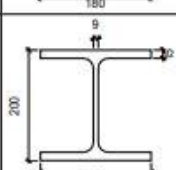
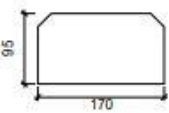
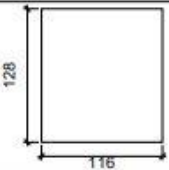


Figura 65. Detalle de la unión Tipo 27

- Descripción de los componentes de la unión

Perfiles									
Pieza	Descripción	Geometría				Acero			
		Esquema	Canto total (mm)	Ancho del ala (mm)	Espesor del ala (mm)	Espesor del alma (mm)	Tipo	f_y (kp/cm ²)	f_u (kp/cm ²)
Pilar	HE 200 B		200	200	15	9	S275	2803.3	4179.4
Viga	IPE 140		140	73	6.9	4.7	S275	2803.3	4179.4
Viga	HE 180 B		180	180	14	8.5	S275	2803.3	4179.4
Viga	HE 200 B		200	200	15	9	S275	2803.3	4179.4

Elementos complementarios							
Pieza	Geometría				Acero		
	Esquema	Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Tipo	f_y (kp/cm ²)	f_u (kp/cm ²)
Rigidizador		170	95	15	S275	2803.3	4179.4
Chapa de refuerzo		116	128	9	S275	2803.3	4179.4

- Comprobación
- 1. Pilar HE 200 B

Comprobaciones de resistencia						
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)	
Panel	Esbeltez	--	--	--	29.19	
	Cortante	kN	461.46	489.92	94.19	
Rigidizador superior	Tensión de Von Mises	N/mm ²	203.98	261.90	77.88	
Rigidizador intermedio	Tensión de Von Mises	N/mm ²	209.37	261.90	79.94	
Rigidizador inferior	Tensión de Von Mises	N/mm ²	63.05	261.90	24.07	
Rigidizador superior	Tensión de Von Mises	N/mm ²	203.76	261.90	77.80	
Rigidizador intermedio	Tensión de Von Mises	N/mm ²	209.59	261.90	80.02	
Rigidizador inferior	Tensión de Von Mises	N/mm ²	63.05	261.90	24.07	
Ala	Cortante	N/mm ²	135.08	261.90	51.58	
Viga (c) IPE 140	Alma	Punzonamiento	kN	26.42	282.33	9.36
		Flexión por fuerza perpendicular	kN	0.34	69.79	0.48
Viga (d) IPE 140	Alma	Punzonamiento	kN	26.47	282.33	9.37
		Flexión por fuerza perpendicular	kN	0.36	69.79	0.52

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas					
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Soldadura del rigidizador superior a las alas	En ángulo	8	77	15.0	90.00
Soldadura del rigidizador superior al alma	En ángulo	4	134	9.0	90.00
Soldadura del rigidizador intermedio a las alas	En ángulo	8	77	15.0	90.00
Soldadura del rigidizador intermedio al alma	En ángulo	5	134	9.0	90.00
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	En ángulo	8	77	15.0	90.00
Soldadura del rigidizador inferior al alma	En ángulo	4	134	9.0	90.00
Soldadura del rigidizador superior a las alas	En ángulo	8	77	15.0	90.00
Soldadura del rigidizador superior al alma	En ángulo	4	134	9.0	90.00
Soldadura del rigidizador intermedio a las alas	En ángulo	8	77	15.0	90.00
Soldadura del rigidizador intermedio al alma	En ángulo	5	134	9.0	90.00
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	En ángulo	8	77	15.0	90.00
Soldadura del rigidizador inferior al alma	En ángulo	4	134	9.0	90.00
Soldadura de la chapa de refuerzo al alma	En ángulo	6	489	9.0	90.00

a: Espesor garganta
l: Longitud efectiva
t: Espesor de piezas

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm ²)	β_w
	σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\parallel} (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del rigidizador superior a las alas	135.2	135.2	0.0	270.4	70.08	135.2	41.23	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador superior al alma	0.0	0.0	173.4	300.3	77.82	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador intermedio a las alas	138.8	138.8	0.2	277.6	71.94	138.8	42.31	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador intermedio al alma	0.0	0.0	180.5	312.6	81.01	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	41.8	41.8	0.0	83.6	21.66	41.8	12.74	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior al alma	0.0	0.0	67.9	117.7	30.49	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador superior a las alas	135.1	135.1	0.0	270.2	70.01	135.1	41.18	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador superior al alma	0.0	0.0	173.3	300.2	77.79	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador intermedio a las alas	138.9	138.9	0.2	277.9	72.01	138.9	42.36	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador intermedio al alma	0.0	0.0	180.7	312.9	81.10	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	41.8	41.8	0.0	83.6	21.66	41.8	12.74	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior al alma	0.0	0.0	67.9	117.7	30.49	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura de la chapa de refuerzo al alma	La comprobación no procede.							410.0	0.85

2. Viga (a) HE 180 B

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas					
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Soldadura del ala superior	En ángulo	8	180	14.0	90.00
Soldadura del alma	En ángulo	4	122	8.5	90.00
Soldadura del ala inferior	En ángulo	8	180	14.0	90.00

a: Espesor garganta
l: Longitud efectiva
t: Espesor de piezas

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm ²)	β_w
	σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\parallel} (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del ala superior	168.1	168.1	0.1	336.3	87.15	168.1	51.26	410.0	0.85
Soldadura del alma	111.7	111.7	47.4	237.9	61.66	111.7	34.04	410.0	0.85
Soldadura del ala inferior	171.8	171.8	0.1	343.7	89.06	171.8	52.39	410.0	0.85

3. Viga (b) HE 200 B

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Alma	Cargas concentradas en el alma	kN	78.69	425.28	18.50

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas						
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)	
Soldadura del ala superior	En ángulo	8	200	15.0	90.00	
Soldadura del alma	En ángulo	5	134	9.0	90.00	
Soldadura del ala inferior	En ángulo	8	200	15.0	90.00	
Soldadura del alma de la cartela	En ángulo	5	156	9.0	90.00	
Soldadura del ala de la cartela	En ángulo	8	200	15.0	76.90	
Soldadura del alma de la cartela al ala inferior	En ángulo	6	750	9.0	90.00	
Soldadura del ala de la cartela al ala inferior	En ángulo	11	200	15.0	76.90	

a: Espesor garganta
 l: Longitud efectiva
 t: Espesor de piezas

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm ²)	β_w
	σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	$\tau_{ }$ (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del ala superior	40.1	40.1	0.0	80.2	20.77	40.1	12.22	410.0	0.85
Soldadura del alma	32.6	32.6	8.8	67.0	17.37	32.6	9.95	410.0	0.85
Soldadura del ala inferior	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del alma de la cartela	32.4	32.4	8.8	66.6	17.25	32.4	9.87	410.0	0.85
Soldadura del ala de la cartela	35.2	44.3	0.0	84.4	21.88	39.1	11.92	410.0	0.85
Soldadura del alma de la cartela al ala inferior	0.0	0.0	5.8	10.1	2.60	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del ala de la cartela al ala inferior	La comprobación no procede.							410.0	0.85

4. Viga (c) IPE 140

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Alma	Tensión de Von Mises	N/mm ²	74.95	261.90	28.62

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas					
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Soldadura del alma	En ángulo	3	75	4.7	90.00

a: Espesor garganta
 l: Longitud efectiva
 t: Espesor de piezas

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm ²)	β_w
	σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\parallel} (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del alma	41.5	41.5	0.6	83.0	21.51	41.5	12.66	410.0	0.85

5. Viga (c) IPE 140

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Alma	Tensión de Von Mises	N/mm ²	75.09	261.90	28.67

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas					
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Soldadura del alma	En ángulo	3	75	4.7	90.00

a: Espesor garganta
l: Longitud efectiva
t: Espesor de piezas

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm ²)	β_w
	σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\parallel} (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del alma	41.6	41.6	0.6	83.2	21.56	41.6	12.68	410.0	0.85

- Medición

Soldaduras				
f_u (kp/cm ²)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
4179.4	En taller	En ángulo	4	1072
			5	536
			6	1989
			8	1848
			11	200
	En el lugar de montaje	En ángulo	3	300
			4	244
			5	580
			8	1708

Chapas				
Material	Tipo	Cantidad	Dimensiones (mm)	Peso (kg)
S275	Rigidizadores	6	170x95x15	11.41
	Chapas	1	116x128x9	1.05
	Total			12.46

- **Tipo 28**
- Detalle

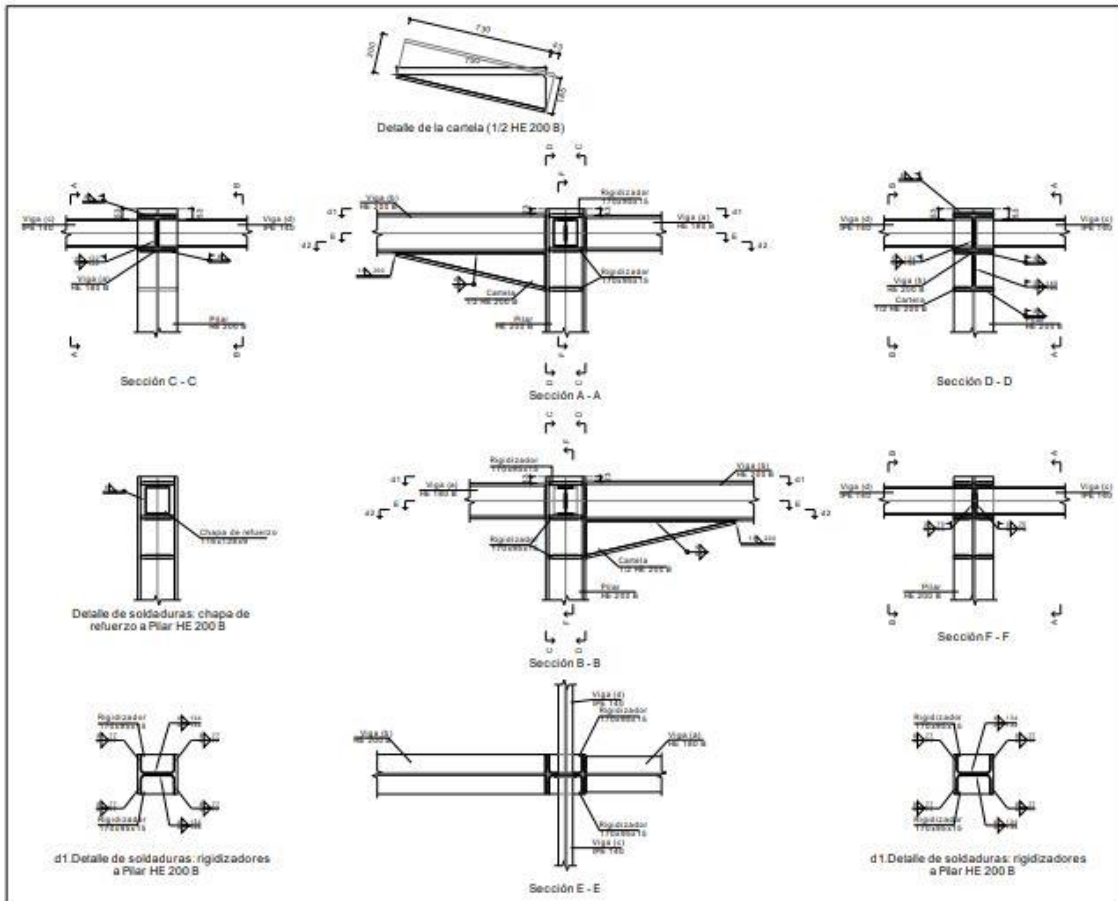
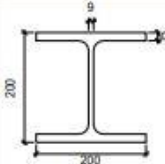

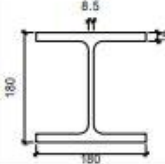
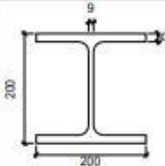
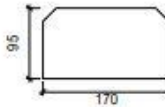
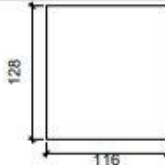


Figura 66. Detalle de la unión Tipo 28

- Descripción de los componentes de la unión

Perfiles									
Pieza	Descripción	Geometría				Acero			
		Esquema	Canto total (mm)	Ancho del ala (mm)	Espesor del ala (mm)	Espesor del alma (mm)	Tipo	f_y (kp/cm ²)	f_u (kp/cm ²)
Pilar	HE 200 B		200	200	15	9	S275	2803.3	4179.4
Viga	IPE 140		140	73	6.9	4.7	S275	2803.3	4179.4
Viga	HE 180 B		180	180	14	8.5	S275	2803.3	4179.4
Viga	HE 200 B		200	200	15	9	S275	2803.3	4179.4

Elementos complementarios							
Pieza	Geometría				Acero		
	Esquema	Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Tipo	f_y (kp/cm ²)	f_u (kp/cm ²)
Rigidizador		170	95	15	S275	2803.3	4179.4
Chapa de refuerzo		116	128	9	S275	2803.3	4179.4

- Comprobación
- 1. Pilar HE 200 B

Comprobaciones de resistencia						
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)	
Panel	Esbeltez	--	--	--	29.19	
	Cortante	kN	461.57	489.92	94.21	
Rigidizador superior	Tensión de Von Mises	N/mm ²	203.48	261.90	77.69	
Rigidizador intermedio	Tensión de Von Mises	N/mm ²	209.09	261.90	79.83	
Rigidizador inferior	Tensión de Von Mises	N/mm ²	62.67	261.90	23.93	
Rigidizador superior	Tensión de Von Mises	N/mm ²	203.45	261.90	77.68	
Rigidizador intermedio	Tensión de Von Mises	N/mm ²	209.11	261.90	79.84	
Rigidizador inferior	Tensión de Von Mises	N/mm ²	62.63	261.90	23.91	
Ala	Cortante	N/mm ²	134.75	261.90	51.45	
Viga (c) Viga (d) IPE 140	Alma	Punzonamiento	kN	26.41	282.33	9.36
		Flexión por fuerza perpendicular	kN	0.36	69.79	0.51
Viga (d) IPE 140	Alma	Punzonamiento	kN	26.42	282.33	9.36
		Flexión por fuerza perpendicular	kN	0.35	69.79	0.50

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas					
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Soldadura del rigidizador superior a las alas	En ángulo	8	77	15.0	90.00
Soldadura del rigidizador superior al alma	En ángulo	4	134	9.0	90.00
Soldadura del rigidizador intermedio a las alas	En ángulo	8	77	15.0	90.00
Soldadura del rigidizador intermedio al alma	En ángulo	5	134	9.0	90.00
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	En ángulo	8	77	15.0	90.00
Soldadura del rigidizador inferior al alma	En ángulo	4	134	9.0	90.00
Soldadura del rigidizador superior a las alas	En ángulo	8	77	15.0	90.00
Soldadura del rigidizador superior al alma	En ángulo	4	134	9.0	90.00
Soldadura del rigidizador intermedio a las alas	En ángulo	8	77	15.0	90.00
Soldadura del rigidizador intermedio al alma	En ángulo	5	134	9.0	90.00
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	En ángulo	8	77	15.0	90.00
Soldadura del rigidizador inferior al alma	En ángulo	4	134	9.0	90.00
Soldadura de la chapa de refuerzo al alma	En ángulo	6	489	9.0	90.00

a: Espesor garganta
 l: Longitud efectiva
 t: Espesor de piezas

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm ²)	β_w
	σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	$\tau_{ }$ (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del rigidizador superior a las alas	134.9	134.9	0.0	269.8	69.91	134.9	41.13	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador superior al alma	0.0	0.0	173.4	300.3	77.82	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador intermedio a las alas	138.6	138.6	0.2	277.2	71.84	138.6	42.26	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador intermedio al alma	0.0	0.0	180.2	312.2	80.90	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	41.5	41.5	0.0	83.1	21.53	41.6	12.67	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior al alma	0.0	0.0	67.5	117.0	30.31	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador superior a las alas	134.9	134.9	0.0	269.7	69.90	134.9	41.12	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador superior al alma	0.0	0.0	173.4	300.4	77.84	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador intermedio a las alas	138.6	138.6	0.2	277.3	71.85	138.6	42.26	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador intermedio al alma	0.0	0.0	180.3	312.2	80.91	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	41.5	41.5	0.0	83.0	21.52	41.5	12.66	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior al alma	0.0	0.0	67.5	116.9	30.29	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura de la chapa de refuerzo al alma	La comprobación no procede.							410.0	0.85

2. Viga (a) HE 180 B

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas					
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Soldadura del ala superior	En ángulo	8	180	14.0	90.00
Soldadura del alma	En ángulo	4	122	8.5	90.00
Soldadura del ala inferior	En ángulo	8	180	14.0	90.00

a: Espesor garganta
l: Longitud efectiva
t: Espesor de piezas

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm ²)	β_w
	σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	$\tau_{ }$ (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del ala superior	167.7	167.7	0.1	335.4	86.92	167.7	51.13	410.0	0.85
Soldadura del alma	111.5	111.5	47.4	237.5	61.56	111.5	33.98	410.0	0.85
Soldadura del ala inferior	171.4	171.4	0.1	342.8	88.84	171.4	52.26	410.0	0.85

3. Viga (a) HE 180 B

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Alma	Cargas concentradas en el alma	kN	78.12	425.28	18.37

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas						
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)	
Soldadura del ala superior	En ángulo	8	200	15.0	90.00	
Soldadura del alma	En ángulo	5	134	9.0	90.00	
Soldadura del ala inferior	En ángulo	8	200	15.0	90.00	
Soldadura del alma de la cartela	En ángulo	5	156	9.0	90.00	
Soldadura del ala de la cartela	En ángulo	8	200	15.0	76.90	
Soldadura del alma de la cartela al ala inferior	En ángulo	6	750	9.0	90.00	
Soldadura del ala de la cartela al ala inferior	En ángulo	11	200	15.0	76.90	

a: Espesor garganta
l: Longitud efectiva
t: Espesor de piezas

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm ²)	β_w
	σ_x (N/mm ²)	τ_x (N/mm ²)	τ_{xy} (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ_x (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del ala superior	39.8	39.8	0.0	79.7	20.65	39.9	12.15	410.0	0.85
Soldadura del alma	32.4	32.4	8.8	66.6	17.27	32.4	9.89	410.0	0.85
Soldadura del ala inferior	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del alma de la cartela	32.2	32.2	8.8	66.2	17.14	32.2	9.81	410.0	0.85
Soldadura del ala de la cartela	35.0	44.1	0.0	84.0	21.76	38.9	11.85	410.0	0.85
Soldadura del alma de la cartela al ala inferior	0.0	0.0	5.8	10.0	2.60	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del ala de la cartela al ala inferior	La comprobación no procede.							410.0	0.85

4. Viga (c) IPE 140

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Alma	Tensión de Von Mises	N/mm ²	74.94	261.90	28.61

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas					
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Soldadura del alma	En ángulo	3	75	4.7	90.00

a: Espesor garganta
l: Longitud efectiva
t: Espesor de piezas

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm ²)	β_w
	σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\parallel} (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del alma	41.5	41.5	0.6	83.0	21.51	41.5	12.66	410.0	0.85

5. Viga (c) IPE 140

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Alma	Tensión de Von Mises	N/mm ²	74.95	261.90	28.62

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas					
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Soldadura del alma	En ángulo	3	75	4.7	90.00

a: Espesor garganta
l: Longitud efectiva
t: Espesor de piezas

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm ²)	β_w
	σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\parallel} (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del alma	41.5	41.5	0.6	83.0	21.51	41.5	12.66	410.0	0.85

- Medición

Soldaduras				
f_u (kp/cm ²)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
4179.4	En taller	En ángulo	4	1072
			5	536
			6	1989
			8	1848
			11	200
	En el lugar de montaje	En ángulo	3	300
			4	244
			5	580
			8	1708

Chapas				
Material	Tipo	Cantidad	Dimensiones (mm)	Peso (kg)
S275	Rigidizadores	6	170x95x15	11.41
	Chapas	1	116x128x9	1.05
	Total			

- **Tipo 29**
- Detalle

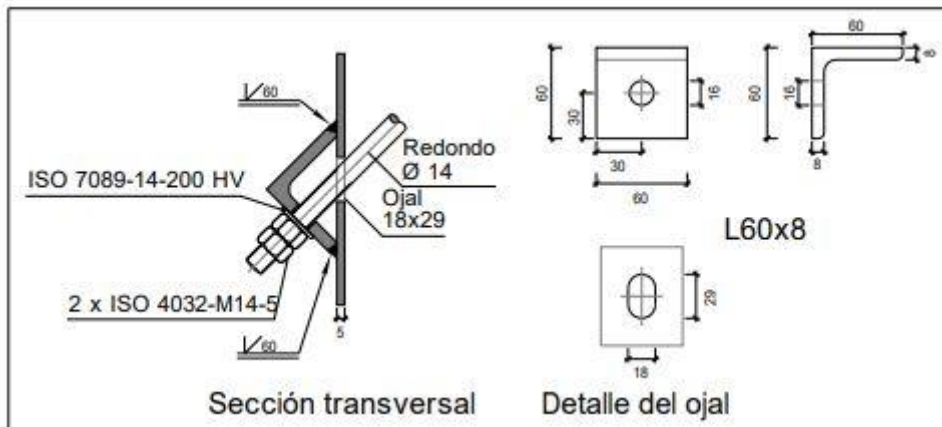


Figura 67. Detalle de la unión Tipo 29

- Comprobación
- 1. L60x8 (S275)

Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Cortante de la sección transversal	kN	2.04	53.23	3.83
Flector	--	--	--	14.36

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas			
Ref.	Tipo	Preparación de bordes (mm)	l (mm)
Soldaduras a tope del angular a la pieza	A tope en bisel simple	5	60

l: Longitud efectiva

Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm ²)	β_w
	σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	$\tau_{ }$ (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (N/mm ²)	Aprov. (%)		
	Soldaduras a tope del angular a la pieza	La comprobación no procede.							

- Medición

Soldaduras				
f_u (kp/cm ²)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
4179.4	En taller	A tope en bisel simple	8	120

Angulares				
Material	Tipo	Descripción (mm)	Longitud (mm)	Peso (kg)
S275	Anclajes de tirantes	L60x8	60	0.42
	Total			0.42

Elementos de tornillería			
Tipo	Material	Cantidad	Descripción
Tuercas	Clase 5	2	ISO 4032-M14
Arandelas	Dureza 200 HV	1	ISO 7089-14

- **Tipo 30**
- Detalle

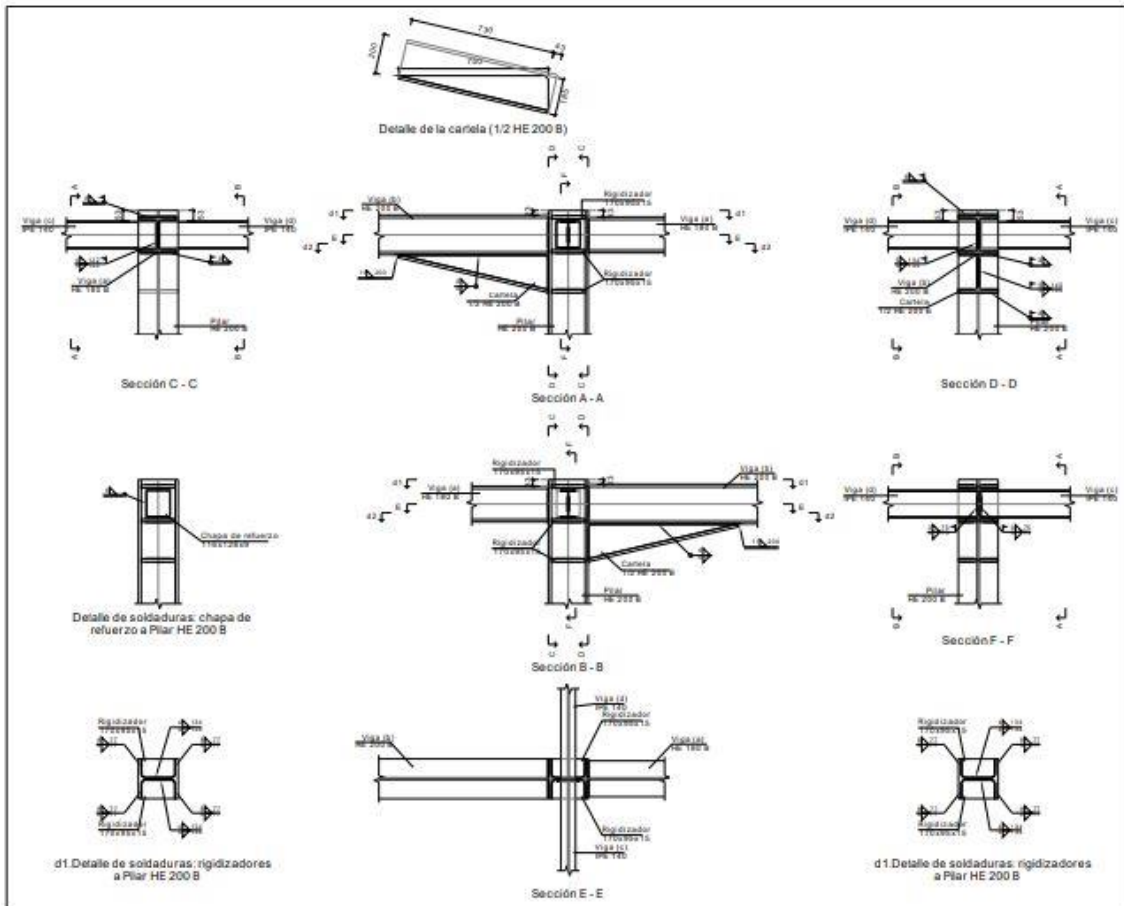
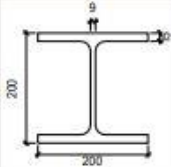
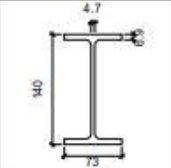
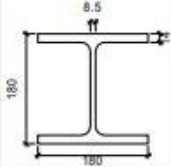
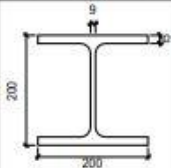
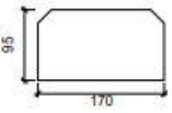
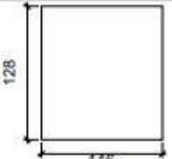


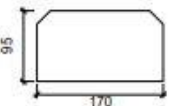
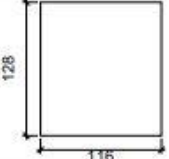
Figura 68. Detalle de la unión Tipo 30

- Descripción de los componentes de la unión

Perfiles									
Pieza	Descripción	Geometría				Acero			
		Esquema	Canto total (mm)	Ancho del ala (mm)	Espesor del ala (mm)	Espesor del alma (mm)	Tipo	f_y (kp/cm ²)	f_u (kp/cm ²)
Pilar	HE 200 B		200	200	15	9	S275	2803.3	4179.4
Viga	IPE 140		140	73	6.9	4.7	S275	2803.3	4179.4
Viga	HE 180 B		180	180	14	8.5	S275	2803.3	4179.4
Viga	HE 200 B		200	200	15	9	S275	2803.3	4179.4

Elementos complementarios							
Pieza	Geometría				Acero		
	Esquema	Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Tipo	f_y (kp/cm ²)	f_u (kp/cm ²)
Rigidizador		170	95	15	S275	2803.3	4179.4
Chapa de refuerzo		116	128	9	S275	2803.3	4179.4

- Comprobación
- 1. Pilar HE 200 B

Elementos complementarios							
Pieza	Geometría				Acero		
	Esquema	Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Tipo	f_v (kp/cm ²)	f_u (kp/cm ²)
Rigidizador		170	95	15	S275	2803.3	4179.4
Chapa de refuerzo		116	128	9	S275	2803.3	4179.4

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas						
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)	
Soldadura del rigidizador superior a las alas	En ángulo	8	77	15.0	90.00	
Soldadura del rigidizador superior al alma	En ángulo	4	134	9.0	90.00	
Soldadura del rigidizador intermedio a las alas	En ángulo	8	77	15.0	90.00	
Soldadura del rigidizador intermedio al alma	En ángulo	5	134	9.0	90.00	
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	En ángulo	8	77	15.0	90.00	
Soldadura del rigidizador inferior al alma	En ángulo	4	134	9.0	90.00	
Soldadura del rigidizador superior a las alas	En ángulo	8	77	15.0	90.00	
Soldadura del rigidizador superior al alma	En ángulo	4	134	9.0	90.00	
Soldadura del rigidizador intermedio a las alas	En ángulo	8	77	15.0	90.00	
Soldadura del rigidizador intermedio al alma	En ángulo	5	134	9.0	90.00	
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	En ángulo	8	77	15.0	90.00	
Soldadura del rigidizador inferior al alma	En ángulo	4	134	9.0	90.00	
Soldadura de la chapa de refuerzo al alma	En ángulo	6	489	9.0	90.00	

a: Espesor garganta
l: Longitud efectiva
t: Espesor de piezas

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm ²)	β_w
	σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\parallel} (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del rigidizador superior a las alas	135.3	135.3	0.0	270.6	70.12	135.3	41.25	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador superior al alma	0.0	0.0	173.4	300.3	77.83	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador intermedio a las alas	139.0	139.0	0.3	278.1	72.06	139.0	42.39	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador intermedio al alma	0.0	0.0	180.8	313.1	81.15	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	42.0	42.0	0.0	84.1	21.79	42.0	12.82	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior al alma	0.0	0.0	68.3	118.4	30.67	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador superior a las alas	135.3	135.3	0.0	270.6	70.14	135.3	41.26	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador superior al alma	0.0	0.0	173.6	300.7	77.93	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador intermedio a las alas	139.0	139.0	0.2	278.0	72.04	139.0	42.38	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador intermedio al alma	0.0	0.0	180.7	313.1	81.13	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	42.0	42.0	0.0	84.1	21.79	42.1	12.82	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior al alma	0.0	0.0	68.3	118.4	30.67	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura de la chapa de refuerzo al alma	La comprobación no procede.							410.0	0.85

2. Viga (a) HE 180 B

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas					
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Soldadura del ala superior	En ángulo	8	180	14.0	90.00
Soldadura del alma	En ángulo	4	122	8.5	90.00
Soldadura del ala inferior	En ángulo	8	180	14.0	90.00

a: Espesor garganta
l: Longitud efectiva
t: Espesor de piezas

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm ²)	β_w
	σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\parallel} (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del ala superior	168.3	168.3	0.1	336.6	87.23	168.3	51.31	410.0	0.85
Soldadura del alma	111.8	111.8	47.4	238.2	61.72	111.8	34.08	410.0	0.85
Soldadura del ala inferior	172.0	172.0	0.1	344.0	89.14	172.0	52.44	410.0	0.85

3. Viga (a) HE 180 B

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Alma	Cargas concentradas en el alma	kN	79.23	425.28	18.63

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas						
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)	
Soldadura del ala superior	En ángulo	8	200	15.0	90.00	
Soldadura del alma	En ángulo	5	134	9.0	90.00	
Soldadura del ala inferior	En ángulo	8	200	15.0	90.00	
Soldadura del alma de la cartela	En ángulo	5	156	9.0	90.00	
Soldadura del ala de la cartela	En ángulo	8	200	15.0	76.90	
Soldadura del alma de la cartela al ala inferior	En ángulo	6	750	9.0	90.00	
Soldadura del ala de la cartela al ala inferior	En ángulo	11	200	15.0	76.90	

a: Espesor garganta
l: Longitud efectiva
t: Espesor de piezas

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm ²)	β_w
	σ_x (N/mm ²)	τ_x (N/mm ²)	τ_{xy} (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ_x (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del ala superior	40.3	40.3	0.0	80.6	20.90	40.3	12.29	410.0	0.85
Soldadura del alma	32.8	32.8	8.9	67.4	17.47	32.8	10.01	410.0	0.85
Soldadura del ala inferior	0.0	0.0	0.0	0.0	0.01	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del alma de la cartela	32.6	32.6	8.9	66.9	17.35	32.6	9.93	410.0	0.85
Soldadura del ala de la cartela	35.4	44.6	0.0	84.9	22.01	39.3	11.99	410.0	0.85
Soldadura del alma de la cartela al ala inferior	0.0	0.0	5.8	10.1	2.61	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del ala de la cartela al ala inferior	La comprobación no procede.							410.0	0.85

4. Viga (c) IPE 140

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Alma	Tensión de Von Mises	N/mm ²	75.12	261.90	28.68

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas					
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Soldadura del alma	En ángulo	3	75	4.7	90.00

a: Espesor garganta
l: Longitud efectiva
t: Espesor de piezas

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm ²)	β_w
	σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\parallel} (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del alma	41.6	41.6	0.6	83.2	21.57	41.6	12.69	410.0	0.85

5. Viga (c) IPE 140

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Alma	Tensión de Von Mises	N/mm ²	74.94	261.90	28.61

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas					
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Soldadura del alma	En ángulo	3	75	4.7	90.00

a: Espesor garganta
l: Longitud efectiva
t: Espesor de piezas

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm ²)	β_w
	σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\parallel} (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del alma	41.5	41.5	0.6	83.0	21.51	41.5	12.66	410.0	0.85

- Medición

Soldaduras				
f_u (kp/cm ²)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
4179.4	En taller	En ángulo	4	1072
			5	536
			6	1989
			8	1848
			11	200
	En el lugar de montaje	En ángulo	3	300
			4	244
			5	580
			8	1708

Chapas				
Material	Tipo	Cantidad	Dimensiones (mm)	Peso (kg)
S275	Rigidizadores	6	170x95x15	11.41
	Chapas	1	116x128x9	1.05
	Total			12.46

- **Tipo 31**
- Detalle

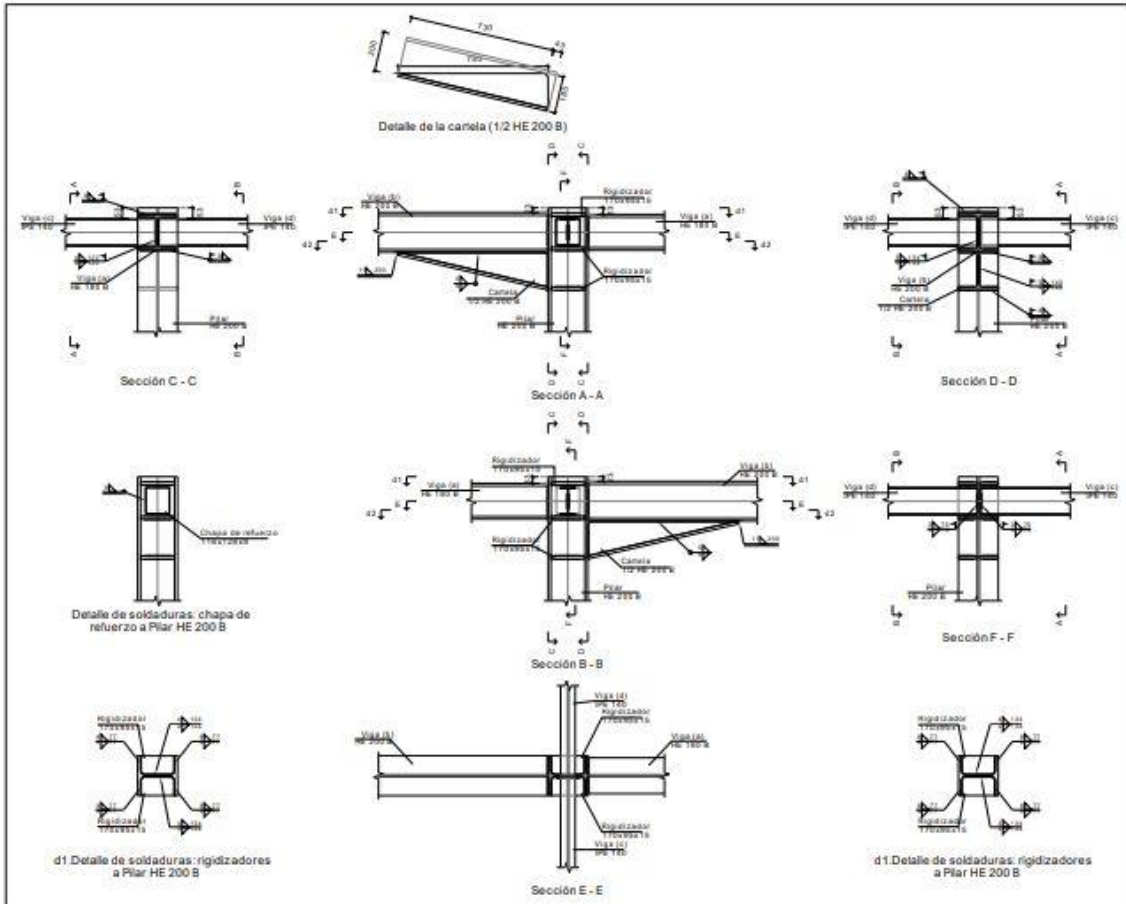
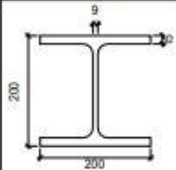
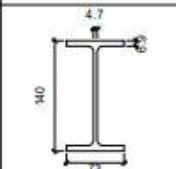
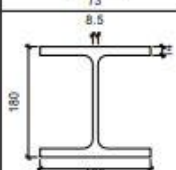
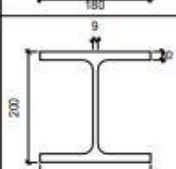
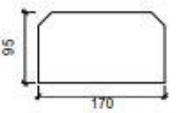
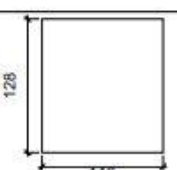


Figura 69. Detalle de la unión Tipo 31

- Descripción de los componentes de la unión

Perfiles									
Pieza	Descripción	Geometría				Acero			
		Esquema	Canto total (mm)	Ancho del ala (mm)	Espesor del ala (mm)	Espesor del alma (mm)	Tipo	f_y (kp/cm ²)	f_u (kp/cm ²)
Pilar	HE 200 B		200	200	15	9	S275	2803.3	4179.4
Viga	IPE 140		140	73	6.9	4.7	S275	2803.3	4179.4
Viga	HE 180 B		180	180	14	8.5	S275	2803.3	4179.4
Viga	HE 200 B		200	200	15	9	S275	2803.3	4179.4

Elementos complementarios							
Pieza	Geometría				Acero		
	Esquema	Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Tipo	f_y (kp/cm ²)	f_u (kp/cm ²)
Rigidizador		170	95	15	S275	2803.3	4179.4
Chapa de refuerzo		116	128	9	S275	2803.3	4179.4

- Comprobación
- 1. Pilar HE 200 B

Comprobaciones de resistencia						
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)	
Panel	Esbitez	--	--	--	29.19	
	Cortante	kN	472.48	489.92	96.44	
Rigidizador superior	Tensión de Von Mises	N/mm ²	206.37	261.90	78.79	
Rigidizador intermedio	Tensión de Von Mises	N/mm ²	213.28	261.90	81.44	
Rigidizador inferior	Tensión de Von Mises	N/mm ²	59.68	261.90	22.79	
Rigidizador superior	Tensión de Von Mises	N/mm ²	208.19	261.90	79.49	
Rigidizador intermedio	Tensión de Von Mises	N/mm ²	211.46	261.90	80.74	
Rigidizador inferior	Tensión de Von Mises	N/mm ²	59.77	261.90	22.82	
Ala	Cortante	N/mm ²	135.19	261.90	51.62	
Viga (c) IPE 140	Alma	Punzonamiento	kN	26.64	282.33	9.44
		Flexión por fuerza perpendicular	kN	0.49	69.79	0.70
Viga (d) IPE 140	Alma	Punzonamiento	kN	26.48	282.33	9.38
		Flexión por fuerza perpendicular	kN	0.40	69.79	0.57

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas					
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Soldadura del rigidizador superior a las alas	En ángulo	8	77	15.0	90.00
Soldadura del rigidizador superior al alma	En ángulo	4	134	9.0	90.00
Soldadura del rigidizador intermedio a las alas	En ángulo	8	77	15.0	90.00
Soldadura del rigidizador intermedio al alma	En ángulo	5	134	9.0	90.00
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	En ángulo	8	77	15.0	90.00
Soldadura del rigidizador inferior al alma	En ángulo	4	134	9.0	90.00
Soldadura del rigidizador superior a las alas	En ángulo	8	77	15.0	90.00
Soldadura del rigidizador superior al alma	En ángulo	4	134	9.0	90.00
Soldadura del rigidizador intermedio a las alas	En ángulo	8	77	15.0	90.00
Soldadura del rigidizador intermedio al alma	En ángulo	5	134	9.0	90.00
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	En ángulo	8	77	15.0	90.00
Soldadura del rigidizador inferior al alma	En ángulo	4	134	9.0	90.00
Soldadura de la chapa de refuerzo al alma	En ángulo	6	489	9.0	90.00

a: Espesor garganta
l: Longitud efectiva
t: Espesor de piezas

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm ²)	β_w
	σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\parallel} (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del rigidizador superior a las alas	136.8	136.8	0.0	273.6	70.90	136.8	41.71	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador superior al alma	0.0	0.0	177.3	307.1	79.59	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador intermedio a las alas	141.4	141.4	0.3	282.8	73.28	141.4	43.11	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador intermedio al alma	0.0	0.0	183.9	318.5	82.53	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	39.6	39.6	0.0	79.1	20.51	39.6	12.06	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior al alma	0.0	0.0	64.3	111.4	28.86	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador superior a las alas	138.0	138.0	0.0	276.0	71.53	138.0	42.08	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador superior al alma	0.0	0.0	177.6	307.6	79.71	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador intermedio a las alas	140.2	140.2	0.3	280.4	72.65	140.2	42.74	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador intermedio al alma	0.0	0.0	182.2	315.6	81.80	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	39.6	39.6	0.0	79.2	20.53	39.6	12.08	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior al alma	0.0	0.0	64.4	111.5	28.91	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura de la chapa de refuerzo al alma	La comprobación no procede.							410.0	0.85

2. Viga (a) HE 180 B

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas					
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Soldadura del ala superior	En ángulo	8	180	14.0	90.00
Soldadura del alma	En ángulo	4	122	8.5	90.00
Soldadura del ala inferior	En ángulo	8	180	14.0	90.00

a: Espesor garganta
l: Longitud efectiva
t: Espesor de piezas

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm ²)	β_w
	σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\parallel} (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del ala superior	171.6	171.6	0.1	343.3	88.96	171.7	52.33	410.0	0.85
Soldadura del alma	113.5	113.5	47.7	241.5	62.57	113.5	34.59	410.0	0.85
Soldadura del ala inferior	175.0	175.0	0.1	350.0	90.70	175.0	53.35	410.0	0.85

3. Viga (b) HE 200 B

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Alma	Cargas concentradas en el alma	kN	73.89	425.28	17.37

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas						
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)	
Soldadura del ala superior	En ángulo	8	200	15.0	90.00	
Soldadura del alma	En ángulo	5	134	9.0	90.00	
Soldadura del ala inferior	En ángulo	8	200	15.0	90.00	
Soldadura del alma de la cartela	En ángulo	5	156	9.0	90.00	
Soldadura del ala de la cartela	En ángulo	8	200	15.0	76.90	
Soldadura del alma de la cartela al ala inferior	En ángulo	6	750	9.0	90.00	
Soldadura del ala de la cartela al ala inferior	En ángulo	11	200	15.0	76.90	

a: Espesor garganta
l: Longitud efectiva
t: Espesor de piezas

Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm ²)	β_w
	σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	$\tau_{ }$ (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (N/mm ²)	Aprov. (%)		
	Soldadura del ala superior	38.0	38.0	0.0	76.0	19.70	38.0		
Soldadura del alma	30.9	30.9	8.6	63.6	16.48	30.9	9.42	410.0	0.85
Soldadura del ala inferior	0.0	0.0	0.0	0.0	0.01	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del alma de la cartela	30.7	30.7	8.6	63.1	16.36	30.7	9.35	410.0	0.85
Soldadura del ala de la cartela	33.4	42.0	0.0	80.1	20.75	37.1	11.30	410.0	0.85
Soldadura del alma de la cartela al ala inferior	0.0	0.0	5.6	9.8	2.53	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del ala de la cartela al ala inferior	La comprobación no procede.							410.0	0.85

4. Viga (c) IPE 140

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Alma	Tensión de Von Mises	N/mm ²	75.59	261.90	28.86

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas					
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Soldadura del alma	En ángulo	3	75	4.7	90.00

a: Espesor garganta
l: Longitud efectiva
t: Espesor de piezas

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm ²)	β_w
	σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\parallel} (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del alma	41.9	41.9	0.6	83.7	21.70	41.9	12.76	410.0	0.85

5. Viga (d) IPE 140

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Alma	Tensión de Von Mises	N/mm ²	75.12	261.90	28.68

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Alma	Tensión de Von Mises	N/mm ²	75.12	261.90	28.68

- Medición

Soldaduras				
f_u (kp/cm ²)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
4179.4	En taller	En ángulo	4	1072
			5	536
			6	1989
			8	1848
			11	200
	En el lugar de montaje	En ángulo	3	300
			4	244
			5	580
			8	1708

Chapas				
Material	Tipo	Cantidad	Dimensiones (mm)	Peso (kg)
S275	Rigidizadores	6	170x95x15	11.41
	Chapas	1	116x128x9	1.05
	Total			12.46

- **Tipo 32**
- Detalle

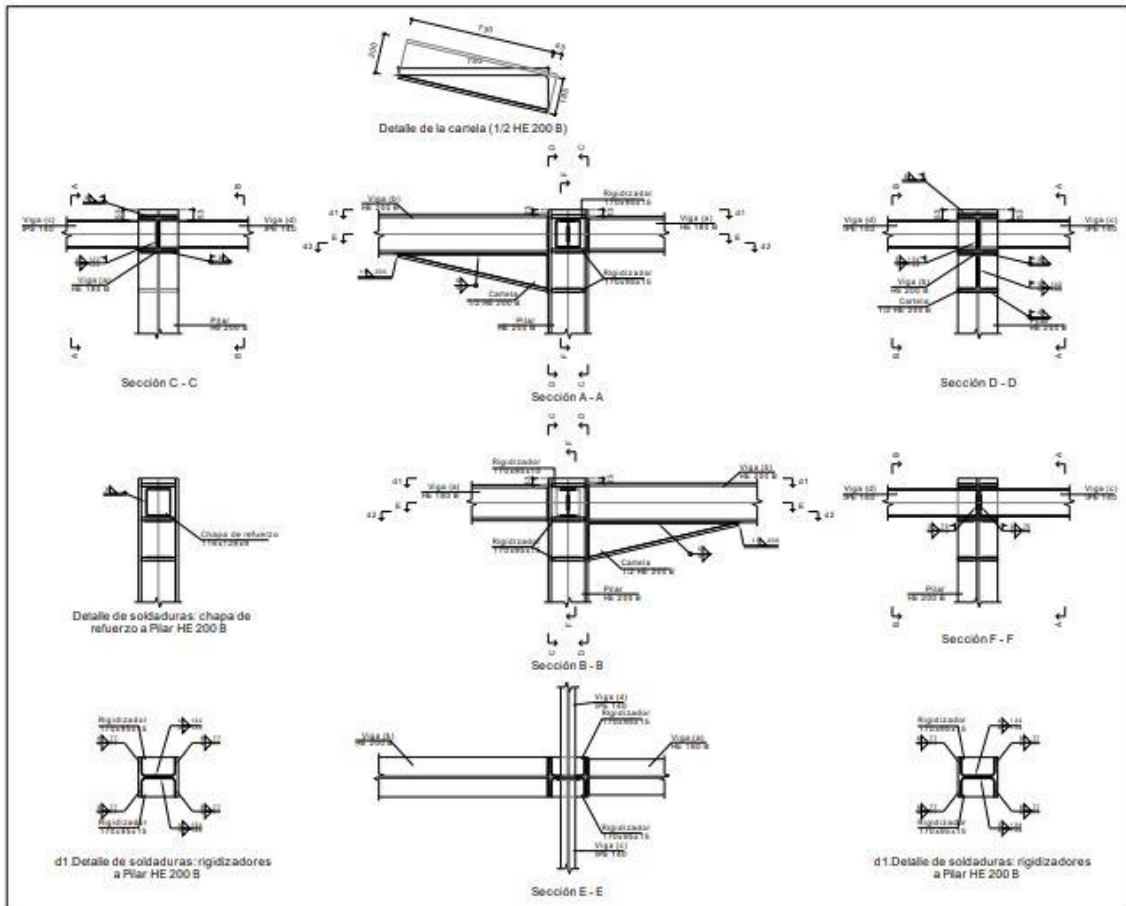
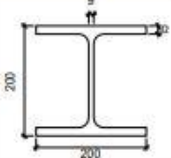
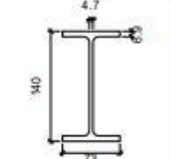
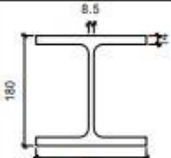
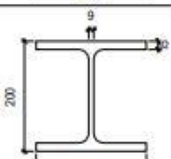
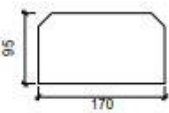
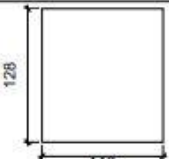


Figura 70. Detalle de la unión Tipo 32

- Descripción de los componentes de la unión

Perfiles									
Pieza	Descripción	Geometría				Acero			
		Esquema	Canto total (mm)	Ancho del ala (mm)	Espesor del ala (mm)	Espesor del alma (mm)	Tipo	f_y (kp/cm ²)	f_u (kp/cm ²)
Pilar	HE 200 B		200	200	15	9	S275	2803.3	4179.4
Viga	IPE 140		140	73	6.9	4.7	S275	2803.3	4179.4
Viga	HE 180 B		180	180	14	8.5	S275	2803.3	4179.4
Viga	HE 200 B		200	200	15	9	S275	2803.3	4179.4

Elementos complementarios							
Pieza	Geometría				Acero		
	Esquema	Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Tipo	f_y (kp/cm ²)	f_u (kp/cm ²)
Rigidizador		170	95	15	S275	2803.3	4179.4
Chapa de refuerzo		116	128	9	S275	2803.3	4179.4

- Comprobación
- 1. Pilar HE 200 B

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas					
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Soldadura del rigidizador superior a las alas	En ángulo	8	77	15.0	90.00
Soldadura del rigidizador superior al alma	En ángulo	4	134	9.0	90.00
Soldadura del rigidizador intermedio a las alas	En ángulo	8	77	15.0	90.00
Soldadura del rigidizador intermedio al alma	En ángulo	5	134	9.0	90.00
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	En ángulo	8	77	15.0	90.00
Soldadura del rigidizador inferior al alma	En ángulo	4	134	9.0	90.00
Soldadura del rigidizador superior a las alas	En ángulo	8	77	15.0	90.00
Soldadura del rigidizador superior al alma	En ángulo	4	134	9.0	90.00
Soldadura del rigidizador intermedio a las alas	En ángulo	8	77	15.0	90.00
Soldadura del rigidizador intermedio al alma	En ángulo	5	134	9.0	90.00
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	En ángulo	8	77	15.0	90.00
Soldadura del rigidizador inferior al alma	En ángulo	4	134	9.0	90.00
Soldadura de la chapa de refuerzo al alma	En ángulo	6	489	9.0	90.00

a: Espesor garganta
l: Longitud efectiva
t: Espesor de piezas

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Panel	Esbeltez	--	--	--	29.19
	Cortante	kN	447.85	489.92	91.41
Rigidizador superior	Tensión de Von Mises	N/mm ²	204.85	261.90	78.21
Rigidizador intermedio	Tensión de Von Mises	N/mm ²	208.89	261.90	79.76
Rigidizador inferior	Tensión de Von Mises	N/mm ²	70.48	261.90	26.91
Rigidizador superior	Tensión de Von Mises	N/mm ²	203.21	261.90	77.59
Rigidizador intermedio	Tensión de Von Mises	N/mm ²	210.53	261.90	80.39
Rigidizador inferior	Tensión de Von Mises	N/mm ²	70.37	261.90	26.87
Ala	Desgarro	N/mm ²	138.27	261.90	52.79
	Cortante	N/mm ²	138.20	261.90	52.77
Alma	Punzonamiento	kN	19.88	282.33	7.04
	Flexión por fuerza perpendicular	kN	8.13	69.79	11.64
Alma	Punzonamiento	kN	26.64	282.33	9.44
	Flexión por fuerza perpendicular	kN	16.32	69.79	23.38

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f _u (N/mm ²)	β _w
	σ _⊥ (N/mm ²)	τ _⊥ (N/mm ²)	τ (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ _⊥ (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del rigidizador superior a las alas	135.8	135.8	0.1	271.6	70.38	135.8	41.40	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador superior al alma	0.0	0.0	168.1	291.2	75.46	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador intermedio a las alas	138.5	138.5	0.3	277.0	71.77	138.5	42.22	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador intermedio al alma	0.0	0.0	180.0	311.8	80.81	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	46.7	46.7	0.1	93.4	24.21	46.7	14.24	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior al alma	0.0	0.0	75.9	131.5	34.08	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador superior a las alas	134.7	134.7	0.1	269.4	69.82	134.7	41.07	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador superior al alma	0.0	0.0	167.9	290.8	75.36	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador intermedio a las alas	139.6	139.6	0.3	279.1	72.34	139.6	42.55	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador intermedio al alma	0.0	0.0	181.5	314.4	81.46	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	46.6	46.6	0.1	93.3	24.18	46.7	14.22	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior al alma	0.0	0.0	75.8	131.3	34.03	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura de la chapa de refuerzo al alma	La comprobación no procede.							410.0	0.85

2. Viga (a) HE 180 B

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas									
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)				
Soldadura del ala superior	En ángulo	8	180	14.0	90.00				
Soldadura del alma	En ángulo	4	122	8.5	90.00				
Soldadura del ala inferior	En ángulo	8	180	14.0	90.00				
<i>a: Espesor garganta</i> <i>l: Longitud efectiva</i> <i>t: Espesor de piezas</i>									
Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm ²)	β_w
	σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\parallel} (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del ala superior	168.9	168.9	0.1	337.8	87.55	168.9	51.50	410.0	0.85
Soldadura del alma	112.1	112.1	47.5	238.8	61.88	112.1	34.17	410.0	0.85
Soldadura del ala inferior	172.7	172.7	0.1	345.3	89.49	172.7	52.64	410.0	0.85

3. Viga (b) HE 200 B

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Alma	Cargas concentradas en el alma	kN	89.12	425.28	20.96

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas						
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)	
Soldadura del ala superior	En ángulo	8	200	15.0	90.00	
Soldadura del alma	En ángulo	5	134	9.0	90.00	
Soldadura del ala inferior	En ángulo	8	200	15.0	90.00	
Soldadura del alma de la cartela	En ángulo	5	156	9.0	90.00	
Soldadura del ala de la cartela	En ángulo	8	200	15.0	76.90	
Soldadura del alma de la cartela al ala inferior	En ángulo	6	750	9.0	90.00	
Soldadura del ala de la cartela al ala inferior	En ángulo	11	200	15.0	76.90	
<i>a: Espesor garganta</i> <i>l: Longitud efectiva</i> <i>t: Espesor de piezas</i>						

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm ²)	β_w
	σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\parallel} (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del ala superior	44.6	44.6	0.1	89.1	23.10	44.6	13.59	410.0	0.85
Soldadura del alma	36.2	36.2	9.4	74.2	19.24	36.2	11.04	410.0	0.85
Soldadura del ala inferior	0.0	0.0	0.3	0.6	0.15	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del alma de la cartela	36.2	36.2	9.4	74.1	19.21	36.2	11.02	410.0	0.85
Soldadura del ala de la cartela	39.3	49.5	0.1	94.3	24.45	43.7	13.32	410.0	0.85
Soldadura del alma de la cartela al ala inferior	0.0	0.0	6.1	10.6	2.75	0.0	0.01	410.0	0.85
Soldadura del ala de la cartela al ala inferior	La comprobación no procede.							410.0	0.85

4. Viga (b) HE 200 B

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Alma	Tensión de Von Mises	N/mm ²	56.50	261.90	21.57

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas					
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Soldadura del alma	En ángulo	3	75	4.7	90.00

a: Espesor garganta
 l: Longitud efectiva
 t: Espesor de piezas

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm ²)	β_w
	σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\parallel} (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del alma	31.3	31.3	0.9	62.6	16.21	31.3	9.53	410.0	0.85

5. Viga (b) HE 200 B

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Alma	Tensión de Von Mises	N/mm ²	75.59	261.90	28.86

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas									
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)				
Soldadura del alma	En ángulo	3	75	4.7	90.00				
<i>a: Espesor garganta</i> <i>l: Longitud efectiva</i> <i>t: Espesor de piezas</i>									
Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm ²)	β_w
	σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\parallel} (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del alma	41.9	41.9	0.6	83.7	21.70	41.9	12.76	410.0	0.85

- Medición

Soldaduras				
f_u (kp/cm ²)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
4179.4	En taller	En ángulo	4	1072
			5	536
			6	1989
			8	1848
			11	200
	En el lugar de montaje	En ángulo	3	300
			4	244
			5	580
			8	1708

Chapas				
Material	Tipo	Cantidad	Dimensiones (mm)	Peso (kg)
S275	Rigidizadores	6	170x95x15	11.41
	Chapas	1	116x128x9	1.05
			Total	12.46

- **Tipo 33**
- Detalle

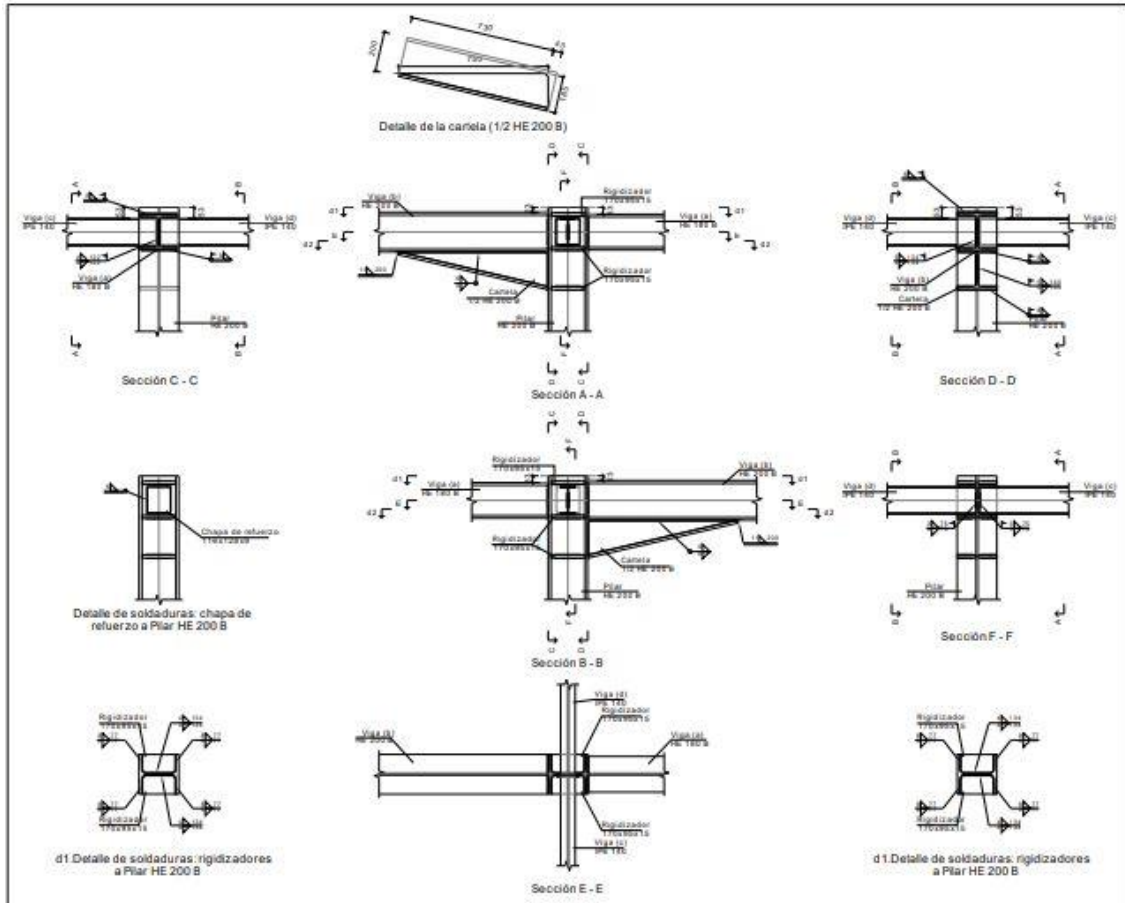
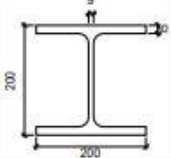
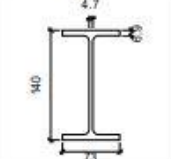
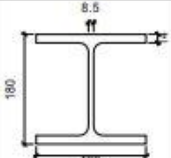
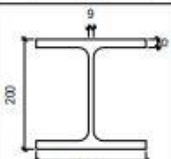
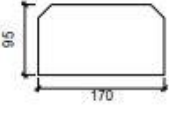



Figura 71. Detalle de la unión Tipo 33

- Descripción de los componentes de la unión

Perfiles									
Pieza	Descripción	Geometría				Acero			
		Esquema	Canto total (mm)	Ancho del ala (mm)	Espesor del ala (mm)	Espesor del alma (mm)	Tipo	f_y (kp/cm ²)	f_u (kp/cm ²)
Pilar	HE 200 B		200	200	15	9	S275	2803.3	4179.4
Viga	IPE 140		140	73	6.9	4.7	S275	2803.3	4179.4
Viga	HE 180 B		180	180	14	8.5	S275	2803.3	4179.4
Viga	HE 200 B		200	200	15	9	S275	2803.3	4179.4

Elementos complementarios							
Pieza	Geometría				Acero		
	Esquema	Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Tipo	f_y (kp/cm ²)	f_u (kp/cm ²)
Rigidizador		170	95	15	S275	2803.3	4179.4
Chapa de refuerzo		116	128	9	S275	2803.3	4179.4

- Comprobación
- 1. Pilar HE 200 B

Comprobaciones de resistencia						
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)	
Panel	Esbeltez	--	--	--	29.19	
	Cortante	kN	447.39	489.92	91.32	
Rigidizador superior	Tensión de Von Mises	N/mm ²	203.55	261.90	77.72	
Rigidizador intermedio	Tensión de Von Mises	N/mm ²	210.78	261.90	80.48	
Rigidizador inferior	Tensión de Von Mises	N/mm ²	70.83	261.90	27.04	
Rigidizador superior	Tensión de Von Mises	N/mm ²	205.15	261.90	78.33	
Rigidizador intermedio	Tensión de Von Mises	N/mm ²	209.18	261.90	79.87	
Rigidizador inferior	Tensión de Von Mises	N/mm ²	70.93	261.90	27.08	
Ala	Desgarro	N/mm ²	138.59	261.90	52.92	
	Cortante	N/mm ²	138.47	261.90	52.87	
Viga (c) IPE 140	Alma	Punzonamiento	kN	26.61	282.33	9.43
		Flexión por fuerza perpendicular	kN	16.28	69.79	23.33
Viga (d) IPE 140	Alma	Punzonamiento	kN	19.75	282.33	6.99
		Flexión por fuerza perpendicular	kN	8.10	69.79	11.60

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas					
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Soldadura del rigidizador superior a las alas	En ángulo	8	77	15.0	90.00
Soldadura del rigidizador superior al alma	En ángulo	4	134	9.0	90.00
Soldadura del rigidizador intermedio a las alas	En ángulo	8	77	15.0	90.00
Soldadura del rigidizador intermedio al alma	En ángulo	5	134	9.0	90.00
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	En ángulo	8	77	15.0	90.00
Soldadura del rigidizador inferior al alma	En ángulo	4	134	9.0	90.00
Soldadura del rigidizador superior a las alas	En ángulo	8	77	15.0	90.00
Soldadura del rigidizador superior al alma	En ángulo	4	134	9.0	90.00
Soldadura del rigidizador intermedio a las alas	En ángulo	8	77	15.0	90.00
Soldadura del rigidizador intermedio al alma	En ángulo	5	134	9.0	90.00
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	En ángulo	8	77	15.0	90.00
Soldadura del rigidizador inferior al alma	En ángulo	4	134	9.0	90.00
Soldadura de la chapa de refuerzo al alma	En ángulo	6	489	9.0	90.00

a: Espesor garganta
l: Longitud efectiva
t: Espesor de piezas

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm ²)	β_w
	σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\parallel} (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del rigidizador superior a las alas	134.9	134.9	0.1	269.9	69.94	134.9	41.14	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador superior al alma	0.0	0.0	167.7	290.5	75.28	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador intermedio a las alas	139.7	139.7	0.3	279.5	72.42	139.7	42.60	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador intermedio al alma	0.0	0.0	181.7	314.7	81.56	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	47.0	47.0	0.1	93.9	24.33	47.0	14.31	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior al alma	0.0	0.0	76.3	132.2	34.25	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador superior a las alas	136.0	136.0	0.1	272.0	70.49	136.0	41.46	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador superior al alma	0.0	0.0	167.9	290.9	75.38	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador intermedio a las alas	138.7	138.7	0.3	277.3	71.87	138.7	42.28	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador intermedio al alma	0.0	0.0	180.3	312.2	80.92	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	47.0	47.0	0.1	94.0	24.37	47.0	14.34	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior al alma	0.0	0.0	76.4	132.4	34.30	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura de la chapa de refuerzo al alma	La comprobación no procede.							410.0	0.85

2. Viga (a) HE 180 B

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas					
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Soldadura del ala superior	En ángulo	8	180	14.0	90.00
Soldadura del alma	En ángulo	4	122	8.5	90.00
Soldadura del ala inferior	En ángulo	8	180	14.0	90.00

a: Espesor garganta
l: Longitud efectiva
t: Espesor de piezas

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm ²)	β_w
	σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\parallel} (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del ala superior	169.2	169.2	0.1	338.3	87.67	169.2	51.57	410.0	0.85
Soldadura del alma	112.2	112.2	47.5	239.1	61.95	112.2	34.21	410.0	0.85
Soldadura del ala inferior	172.9	172.9	0.1	345.7	89.60	172.9	52.70	410.0	0.85

3. Viga (b) HE 200 B

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Alma	Cargas concentradas en el alma	kN	89.78	425.28	21.11

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas						
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)	
Soldadura del ala superior	En ángulo	8	200	15.0	90.00	
Soldadura del alma	En ángulo	5	134	9.0	90.00	
Soldadura del ala inferior	En ángulo	8	200	15.0	90.00	
Soldadura del alma de la cartela	En ángulo	5	156	9.0	90.00	
Soldadura del ala de la cartela	En ángulo	8	200	15.0	76.90	
Soldadura del alma de la cartela al ala inferior	En ángulo	6	750	9.0	90.00	
Soldadura del ala de la cartela al ala inferior	En ángulo	11	200	15.0	76.90	

a: Espesor garganta
l: Longitud efectiva
t: Espesor de piezas

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm ²)	β_w
	σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\parallel} (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del ala superior	44.8	44.8	0.1	89.7	23.24	44.8	13.67	410.0	0.85
Soldadura del alma	36.4	36.4	9.4	74.7	19.36	36.5	11.11	410.0	0.85
Soldadura del ala inferior	0.0	0.0	0.3	0.6	0.15	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del alma de la cartela	36.4	36.4	9.4	74.6	19.33	36.4	11.09	410.0	0.85
Soldadura del ala de la cartela	39.6	49.8	0.1	94.9	24.60	44.0	13.41	410.0	0.85
Soldadura del alma de la cartela al ala inferior	0.0	0.0	6.2	10.7	2.77	0.0	0.01	410.0	0.85
Soldadura del ala de la cartela al ala inferior	La comprobación no procede.							410.0	0.85

4. Viga (c) IPE 140

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Alma	Tensión de Von Mises	N/mm ²	75.51	261.90	28.83

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas					
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Soldadura del alma	En ángulo	3	75	4.7	90.00

a: Espesor garganta
l: Longitud efectiva
t: Espesor de piezas

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f _u (N/mm ²)	β _w
	σ _⊥ (N/mm ²)	τ _⊥ (N/mm ²)	τ (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ _⊥ (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del alma	41.8	41.8	0.6	83.7	21.68	41.8	12.75	410.0	0.85

5. Viga (c) IPE 140

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Alma	Tensión de Von Mises	N/mm ²	56.10	261.90	21.42

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas					
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Soldadura del alma	En ángulo	3	75	4.7	90.00

a: Espesor garganta
l: Longitud efectiva
t: Espesor de piezas

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f _u (N/mm ²)	β _w
	σ _⊥ (N/mm ²)	τ _⊥ (N/mm ²)	τ (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ _⊥ (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del alma	31.1	31.1	0.9	62.1	16.10	31.1	9.47	410.0	0.85

- Medición

Soldaduras				
f_u (kp/cm ²)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
4179.4	En taller	En ángulo	4	1072
			5	536
			6	1989
			8	1848
			11	200
	En el lugar de montaje	En ángulo	3	300
			4	244
			5	580
		8	1708	

Chapas				
Material	Tipo	Cantidad	Dimensiones (mm)	Peso (kg)
S275	Rigidizadores	6	170x95x15	11.41
	Chapas	1	116x128x9	1.05
	Total			12.46

- **Tipo 34**
- Detalle

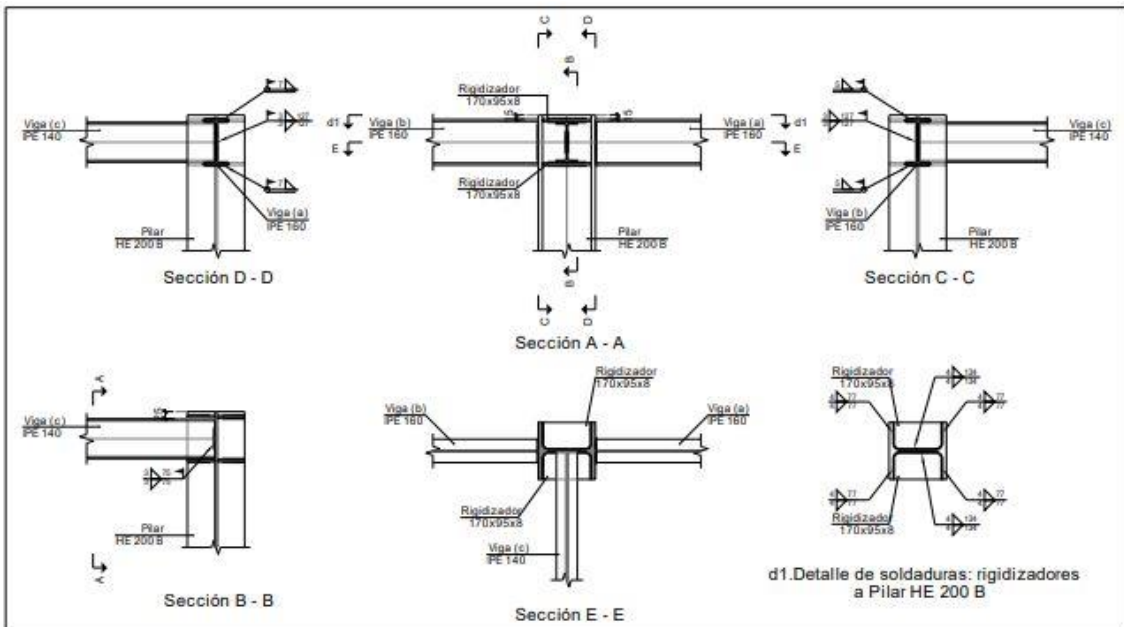
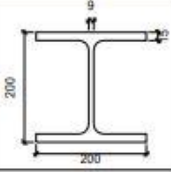

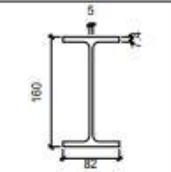


Figura 72. Detalle de la unión Tipo 34

- Descripción de los componentes de la unión

Perfiles									
Pieza	Descripción	Geometría				Acero			
		Esquema	Canto total (mm)	Ancho del ala (mm)	Espesor del ala (mm)	Espesor del alma (mm)	Tipo	f_y (kp/cm ²)	f_u (kp/cm ²)
Pilar	HE 200 B		200	200	15	9	S275	2803.3	4179.4
Viga	IPE 140		140	73	6.9	4.7	S275	2803.3	4179.4
Viga	IPE 160		160	82	7.4	5	S275	2803.3	4179.4

Elementos complementarios							
Pieza	Geometría			Acero			
	Esquema	Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Tipo	f_y (kp/cm ²)	f_u (kp/cm ²)
Rigidizador		170	95	8	S275	2803.3	4179.4

- Comprobación
- 1. Pilar HE 200 B

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Panel	Esbeltez	--	--	--	29.19
	Cortante	kN	121.37	196.70	61.70
Rigidizador superior	Tensión de Von Mises	N/mm ²	188.84	261.90	72.10
Rigidizador inferior	Tensión de Von Mises	N/mm ²	187.15	261.90	71.46
Rigidizador superior	Tensión de Von Mises	N/mm ²	188.65	261.90	72.03
Rigidizador inferior	Tensión de Von Mises	N/mm ²	187.34	261.90	71.53
Ala	Desgarro	N/mm ²	31.10	261.90	11.87
	Cortante	N/mm ²	39.98	261.90	15.27
Alma	Punzonamiento	kN	19.88	282.33	7.04
	Flexión por fuerza perpendicular	kN	19.90	69.79	28.52

Viga (c)
IPE 140

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas					
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Soldadura del rigidizador superior a las alas	En ángulo	4	77	8.0	90.00
Soldadura del rigidizador superior al alma	En ángulo	4	134	8.0	90.00
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	En ángulo	4	77	8.0	90.00
Soldadura del rigidizador inferior al alma	En ángulo	4	134	8.0	90.00
Soldadura del rigidizador superior a las alas	En ángulo	4	77	8.0	90.00
Soldadura del rigidizador superior al alma	En ángulo	4	134	8.0	90.00
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	En ángulo	4	77	8.0	90.00
Soldadura del rigidizador inferior al alma	En ángulo	4	134	8.0	90.00

a: Espesor garganta
l: Longitud efectiva
t: Espesor de piezas

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm ²)	β_w
	σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\parallel} (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del rigidizador superior a las alas	133.5	133.5	0.8	267.1	69.21	133.5	40.71	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador superior al alma	0.0	0.0	40.1	69.4	17.98	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	132.3	132.3	1.0	264.7	68.59	132.3	40.34	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior al alma	0.0	0.0	40.7	70.5	18.28	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador superior a las alas	133.4	133.4	0.8	266.8	69.14	133.4	40.67	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador superior al alma	0.0	0.0	39.9	69.2	17.93	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	132.5	132.5	1.0	264.9	68.66	132.5	40.38	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior al alma	0.0	0.0	40.8	70.8	18.33	0.0	0.00	410.0	0.85

2. Viga (b) IPE 160

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas					
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Soldadura del ala superior	En ángulo	5	82	7.4	90.00
Soldadura del alma	En ángulo	3	127	5.0	90.00
Soldadura del ala inferior	En ángulo	5	82	7.4	90.00

a: Espesor garganta
l: Longitud efectiva
t: Espesor de piezas

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm ²)	β_w
	σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\parallel} (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del ala superior	133.0	133.0	0.0	266.1	68.95	133.0	40.55	410.0	0.85
Soldadura del alma	102.3	102.3	14.5	206.1	53.42	102.3	31.19	410.0	0.85
Soldadura del ala inferior	130.9	130.9	0.0	261.7	67.82	130.9	39.90	410.0	0.85

3. Viga (a) IPE 160

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas									
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)				
Soldadura del ala superior	En ángulo	7	82	7.4	90.00				
Soldadura del alma	En ángulo	3	127	5.0	90.00				
Soldadura del ala inferior	En ángulo	7	82	7.4	90.00				
<i>a: Espesor garganta</i> <i>l: Longitud efectiva</i> <i>t: Espesor de piezas</i>									
Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm ²)	β_w
	σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\parallel} (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del ala superior	173.1	173.1	1.1	346.2	89.73	173.1	52.78	410.0	0.85
Soldadura del alma	131.9	131.9	14.3	264.9	68.65	131.9	40.20	410.0	0.85
Soldadura del ala inferior	172.1	172.1	1.3	344.2	89.20	172.1	52.47	410.0	0.85

4. Viga (a) IPE 160

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Alma	Tensión de Von Mises	N/mm ²	56.50	261.90	21.57

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas					
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Soldadura del alma	En ángulo	3	75	4.7	90.00
<i>a: Espesor garganta</i> <i>l: Longitud efectiva</i> <i>t: Espesor de piezas</i>					

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm ²)	β_w
	σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\parallel} (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del alma	31.3	31.3	0.9	62.6	16.21	31.3	9.53	410.0	0.85

- Medición

Soldaduras				
f_u (kp/cm ²)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
4179.4	En taller	En ángulo	4	2304
			3	659
	En el lugar de montaje	En ángulo	5	312
			7	312

Chapas				
Material	Tipo	Cantidad	Dimensiones (mm)	Peso (kg)
S275	Rigidizadores	4	170x95x8	4.06
	Total			4.06

- **Tipo 35**
- Detalle

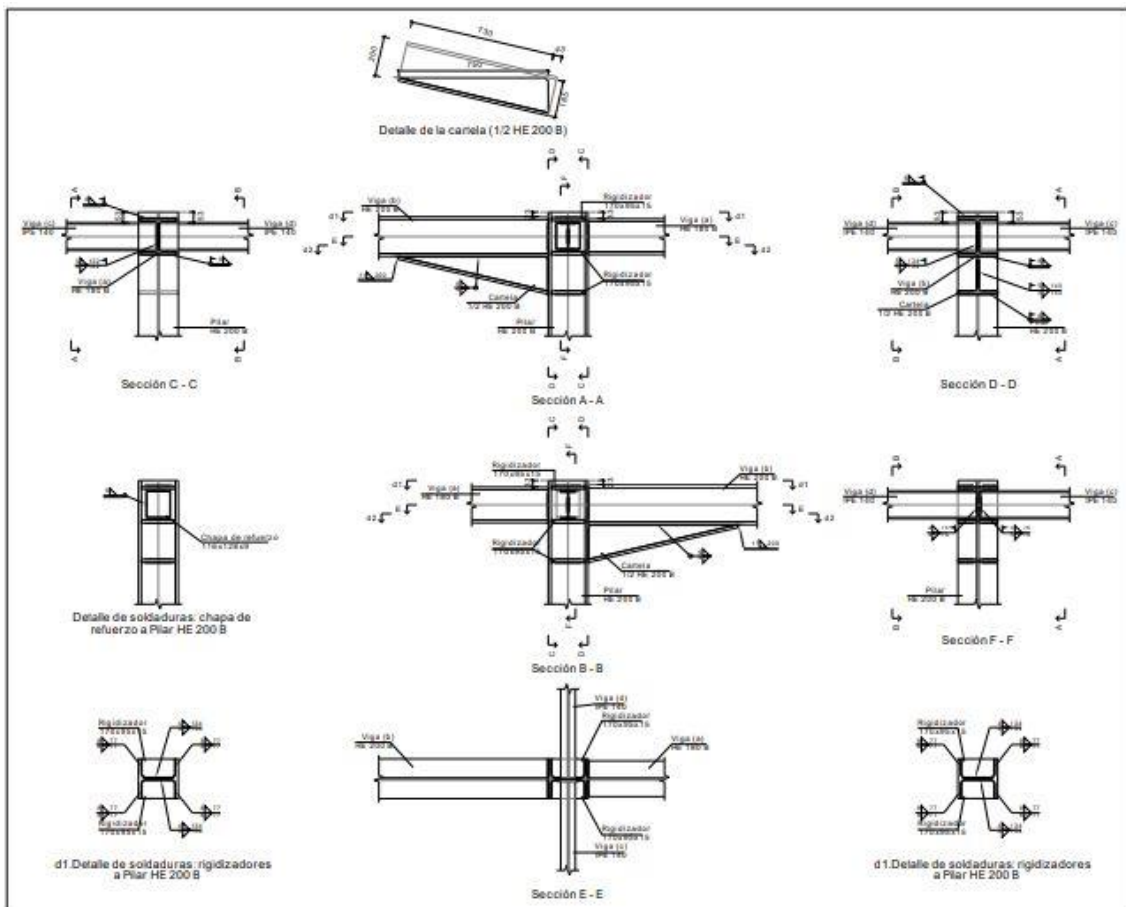
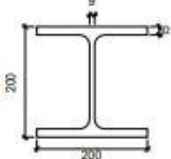
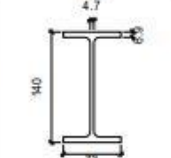
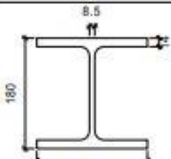
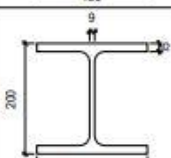
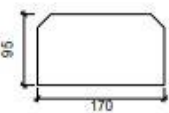
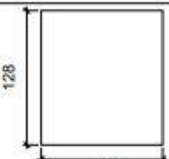


Figura 73. Detalle de la unión Tipo 35

- Descripción de los componentes de la unión

Perfiles									
Pieza	Descripción	Geometría				Acero			
		Esquema	Canto total (mm)	Ancho del ala (mm)	Espesor del ala (mm)	Espesor del alma (mm)	Tipo	f_y (kp/cm ²)	f_u (kp/cm ²)
Pilar	HE 200 B		200	200	15	9	S275	2803.3	4179.4
Viga	IPE 140		140	73	6.9	4.7	S275	2803.3	4179.4
Viga	HE 180 B		180	180	14	8.5	S275	2803.3	4179.4
Viga	HE 200 B		200	200	15	9	S275	2803.3	4179.4

Elementos complementarios							
Pieza	Geometría				Acero		
	Esquema	Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Tipo	f_y (kp/cm ²)	f_u (kp/cm ²)
Rigidizador		170	95	15	S275	2803.3	4179.4
Chapa de refuerzo		116	128	9	S275	2803.3	4179.4

- Comprobación
- 1. Pilar HE 200 B

Comprobaciones de resistencia						
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)	
Panel	Esbeltez	--	--	--	29.19	
	Cortante	kN	473.91	489.92	96.73	
Rigidizador superior	Tensión de Von Mises	N/mm ²	206.70	261.90	78.92	
Rigidizador intermedio	Tensión de Von Mises	N/mm ²	210.12	261.90	80.23	
Rigidizador inferior	Tensión de Von Mises	N/mm ²	59.29	261.90	22.64	
Rigidizador superior	Tensión de Von Mises	N/mm ²	204.96	261.90	78.26	
Rigidizador intermedio	Tensión de Von Mises	N/mm ²	211.86	261.90	80.89	
Rigidizador inferior	Tensión de Von Mises	N/mm ²	59.25	261.90	22.62	
Ala	Cortante	N/mm ²	135.06	261.90	51.57	
Viga (c) Viga (C) IPE 140	Alma	Punzonamiento	kN	26.47	282.33	9.37
		Flexión por fuerza perpendicular	kN	0.38	69.79	0.55
Viga (d) Viga (D) IPE 140	Alma	Punzonamiento	kN	26.61	282.33	9.43
		Flexión por fuerza perpendicular	kN	0.44	69.79	0.64

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas					
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Soldadura del rigidizador superior a las alas	En ángulo	8	77	15.0	90.00
Soldadura del rigidizador superior al alma	En ángulo	4	134	9.0	90.00
Soldadura del rigidizador intermedio a las alas	En ángulo	8	77	15.0	90.00
Soldadura del rigidizador intermedio al alma	En ángulo	5	134	9.0	90.00
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	En ángulo	8	77	15.0	90.00
Soldadura del rigidizador inferior al alma	En ángulo	4	134	9.0	90.00
Soldadura del rigidizador superior a las alas	En ángulo	8	77	15.0	90.00
Soldadura del rigidizador superior al alma	En ángulo	4	134	9.0	90.00
Soldadura del rigidizador intermedio a las alas	En ángulo	8	77	15.0	90.00
Soldadura del rigidizador intermedio al alma	En ángulo	5	134	9.0	90.00
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	En ángulo	8	77	15.0	90.00
Soldadura del rigidizador inferior al alma	En ángulo	4	134	9.0	90.00
Soldadura de la chapa de refuerzo al alma	En ángulo	6	489	9.0	90.00

a: Espesor garganta
 l: Longitud efectiva
 t: Espesor de piezas

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm ²)	β_w
	σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\parallel} (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del rigidizador superior a las alas	137.0	137.0	0.0	274.1	71.02	137.0	41.77	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador superior al alma	0.0	0.0	178.1	308.6	79.96	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador intermedio a las alas	139.3	139.3	0.3	278.6	72.20	139.3	42.47	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador intermedio al alma	0.0	0.0	181.1	313.7	81.28	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	39.3	39.3	0.0	78.6	20.37	39.3	11.98	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior al alma	0.0	0.0	63.9	110.7	28.67	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador superior a las alas	135.9	135.9	0.0	271.7	70.42	135.9	41.42	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador superior al alma	0.0	0.0	177.9	308.2	79.87	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador intermedio a las alas	140.4	140.4	0.3	280.9	72.79	140.5	42.82	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador intermedio al alma	0.0	0.0	182.6	316.3	81.98	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	39.3	39.3	0.0	78.6	20.36	39.3	11.98	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior al alma	0.0	0.0	63.8	110.6	28.65	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura de la chapa de refuerzo al alma	La comprobación no procede.							410.0	0.85

2. Viga (a) HE 180 B

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas					
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Soldadura del ala superior	En ángulo	8	180	14.0	90.00
Soldadura del alma	En ángulo	4	122	8.5	90.00
Soldadura del ala inferior	En ángulo	8	180	14.0	90.00

a: Espesor garganta
l: Longitud efectiva
t: Espesor de piezas

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm ²)	β_w
	σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\parallel} (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del ala superior	170.4	170.4	0.1	340.8	88.33	170.4	51.96	410.0	0.85
Soldadura del alma	112.7	112.7	47.6	240.0	62.21	112.7	34.37	410.0	0.85
Soldadura del ala inferior	173.8	173.8	0.1	347.6	90.09	173.8	52.99	410.0	0.85

3. Viga (a) HE 180 B

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Alma	Cargas concentradas en el alma	kN	73.23	425.28	17.22

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas						
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)	
Soldadura del ala superior	En ángulo	8	200	15.0	90.00	
Soldadura del alma	En ángulo	5	134	9.0	90.00	
Soldadura del ala inferior	En ángulo	8	200	15.0	90.00	
Soldadura del alma de la cartela	En ángulo	5	156	9.0	90.00	
Soldadura del ala de la cartela	En ángulo	8	200	15.0	76.90	
Soldadura del alma de la cartela al ala inferior	En ángulo	6	750	9.0	90.00	
Soldadura del ala de la cartela al ala inferior	En ángulo	11	200	15.0	76.90	

a: Espesor garganta
l: Longitud efectiva
t: Espesor de piezas

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm ²)	β_w
	σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\parallel} (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del ala superior	37.7	37.7	0.0	75.4	19.53	37.7	11.49	410.0	0.85
Soldadura del alma	30.7	30.7	8.6	63.1	16.35	30.7	9.35	410.0	0.85
Soldadura del ala inferior	0.0	0.0	0.0	0.0	0.01	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del alma de la cartela	30.4	30.4	8.6	62.7	16.24	30.5	9.28	410.0	0.85
Soldadura del ala de la cartela	33.1	41.7	0.0	79.4	20.58	36.8	11.21	410.0	0.85
Soldadura del alma de la cartela al ala inferior	0.0	0.0	5.6	9.7	2.52	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del ala de la cartela al ala inferior	La comprobación no procede.							410.0	0.85

4. Viga (a) HE 180 B

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Alma	Tensión de Von Mises	N/mm ²	75.09	261.90	28.67

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas					
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Soldadura del alma	En ángulo	3	75	4.7	90.00

a: Espesor garganta
l: Longitud efectiva
t: Espesor de piezas

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm ²)	β_w
	σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\parallel} (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del alma	41.6	41.6	0.6	83.2	21.56	41.6	12.68	410.0	0.85

5. Viga (d) IPE 140

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Alma	Tensión de Von Mises	N/mm ²	75.51	261.90	28.83

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas					
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Soldadura del alma	En ángulo	3	75	4.7	90.00

a: Espesor garganta
l: Longitud efectiva
t: Espesor de piezas

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm ²)	β_w
	σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\parallel} (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del alma	41.8	41.8	0.6	83.7	21.68	41.8	12.75	410.0	0.85

- Medición

Soldaduras				
f_u (kp/cm ²)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
4179.4	En taller	En ángulo	4	1072
			5	536
			6	1989
			8	1848
			11	200
	En el lugar de montaje	En ángulo	3	300
			4	244
			5	580
			8	1708

Chapas				
Material	Tipo	Cantidad	Dimensiones (mm)	Peso (kg)
S275	Rigidizadores	6	170x95x15	11.41
	Chapas	1	116x128x9	1.05
	Total			

- **Tipo 36**
- Detalle

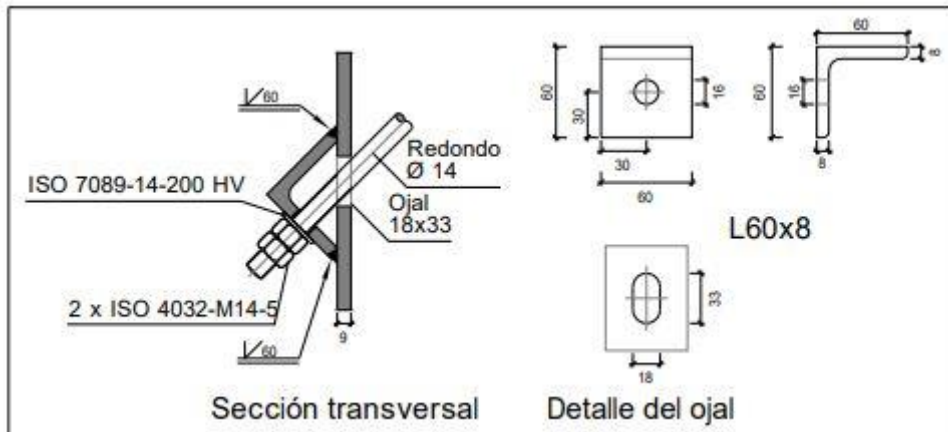


Figura 74. Detalle de la unión Tipo 36

- Comprobación
- 1. L60x8 (S275)

Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Cortante de la sección transversal	kN	2.02	53.23	3.79
Flector	--	--	--	14.22

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas			
Ref.	Tipo	Preparación de bordes (mm)	l (mm)
Soldaduras a tope del angular a la pieza	A tope en bisel simple	8	60

l: Longitud efectiva

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm ²)	β_w
	σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	$\tau_{ }$ (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldaduras a tope del angular a la pieza	La comprobación no procede.							410.0	0.85

- Medición

Soldaduras				
f_u (kp/cm ²)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
4179.4	En taller	A tope en bisel simple	8	120

Angulares				
Material	Tipo	Descripción (mm)	Longitud (mm)	Peso (kg)
S275	Anclajes de tirantes	L60x8	60	0.42
	Total			0.42

Elementos de tornillería			
Tipo	Material	Cantidad	Descripción
Tuercas	Clase 5	2	ISO 4032-M14
Arandelas	Dureza 200 HV	1	ISO 7089-14

- **Tipo 37**
- Detalle

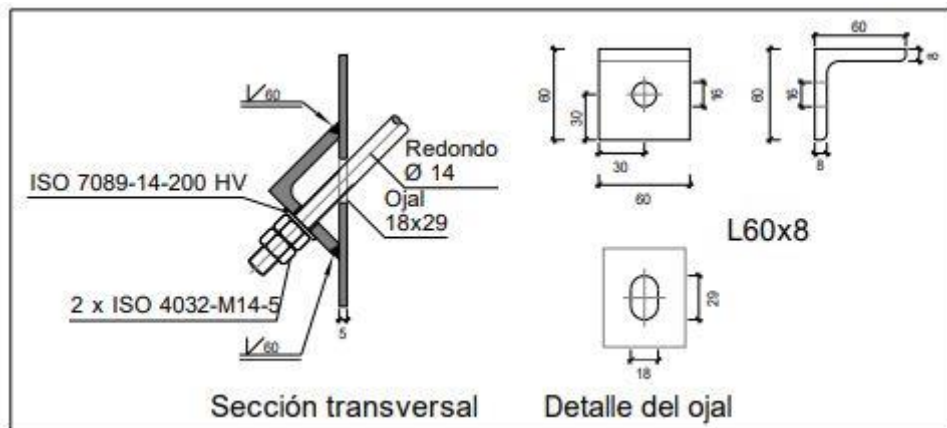


Figura 75. Detalle de la unión Tipo 37

- Comprobación
- 1. L60x8(S275)

Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Cortante de la sección transversal	kN	2.02	53.23	3.79
Flector	--	--	--	14.22

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas			
Ref.	Tipo	Preparación de bordes (mm)	l (mm)
Soldaduras a tope del angular a la pieza	A tope en bisel simple	5	60

l: Longitud efectiva

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm ²)	β_w
	σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	$\tau_{ }$ (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldaduras a tope del angular a la pieza	La comprobación no procede.						410.0	0.85	

- Medición

Soldaduras				
f_u (kp/cm ²)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
4179.4	En taller	A tope en bisel simple	8	120

Angulares				
Material	Tipo	Descripción (mm)	Longitud (mm)	Peso (kg)
S275	Anclajes de tirantes	L60x8	60	0.42
			Total	0.42

Elementos de tornillería			
Tipo	Material	Cantidad	Descripción
Tuercas	Clase 5	2	ISO 4032-M14
Arandelas	Dureza 200 HV	1	ISO 7089-14

- **Tipo 38**
- Detalle

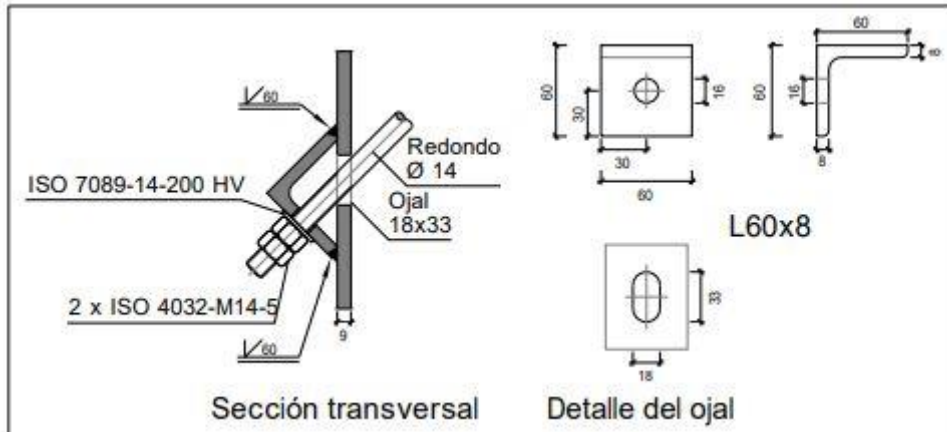


Figura 76. Detalle de la unión Tipo 38

- Comprobación
- 1. L60x8(S275)

Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Cortante de la sección transversal	kN	2.04	53.23	3.83
Flector	--	--	--	14.36

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas									
Ref.	Tipo		Preparación de bordes (mm)		l (mm)				
Soldaduras a tope del angular a la pieza	A tope en bisel simple		8		60				
<i>l: Longitud efectiva</i>									
Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm ²)	β_w
	σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\parallel} (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldaduras a tope del angular a la pieza	La comprobación no procede.							410.0	0.85

- Medición

Soldaduras				
f_u (kp/cm ²)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
4179.4	En taller	A tope en bisel simple	8	120

Angulares				
Material	Tipo	Descripción (mm)	Longitud (mm)	Peso (kg)
S275	Anclajes de tirantes	L60x8	60	0.42
	Total			0.42

Elementos de tornillería			
Tipo	Material	Cantidad	Descripción
Tuercas	Clase 5	2	ISO 4032-M14
Arandelas	Dureza 200 HV	1	ISO 7089-14

- **Tipo 39**
- Detalle

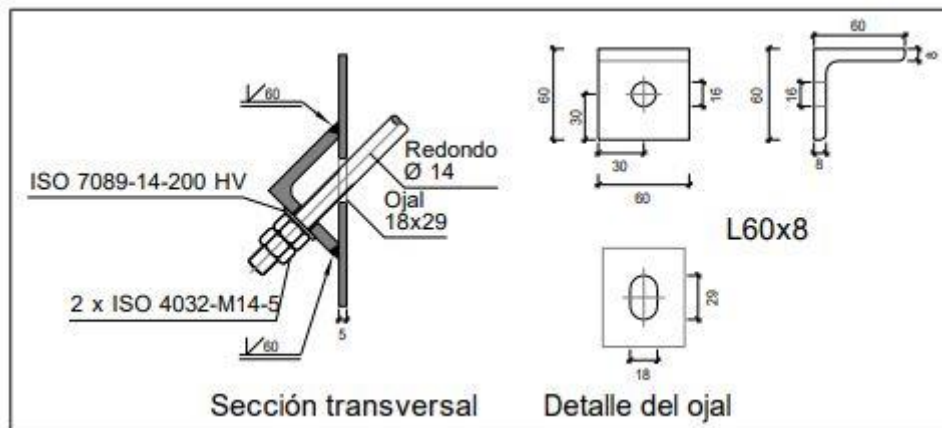


Figura 77. Detalle de la unión Tipo 39

- Comprobación
- 1. L60x8(S275)

Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Cortante de la sección transversal	kN	1.98	53.23	3.72
Flector	--	--	--	13.93

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas			
Ref.	Tipo	Preparación de bordes (mm)	l (mm)
Soldaduras a tope del angular a la pieza	A tope en bisel simple	5	60

l: Longitud efectiva

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm ²)	β_w
	σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\parallel} (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldaduras a tope del angular a la pieza	La comprobación no procede.						410.0	0.85	

- Medición

Soldaduras				
f_u (kp/cm ²)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
4179.4	En taller	A tope en bisel simple	8	120

Angulares				
Material	Tipo	Descripción (mm)	Longitud (mm)	Peso (kg)
S275	Anclajes de tirantes	L60x8	60	0.42
	Total			0.42

Elementos de tornillería			
Tipo	Material	Cantidad	Descripción
Tuercas	Clase 5	2	ISO 4032-M14
Arandelas	Dureza 200 HV	1	ISO 7089-14

- **Tipo 40**
- Detalle

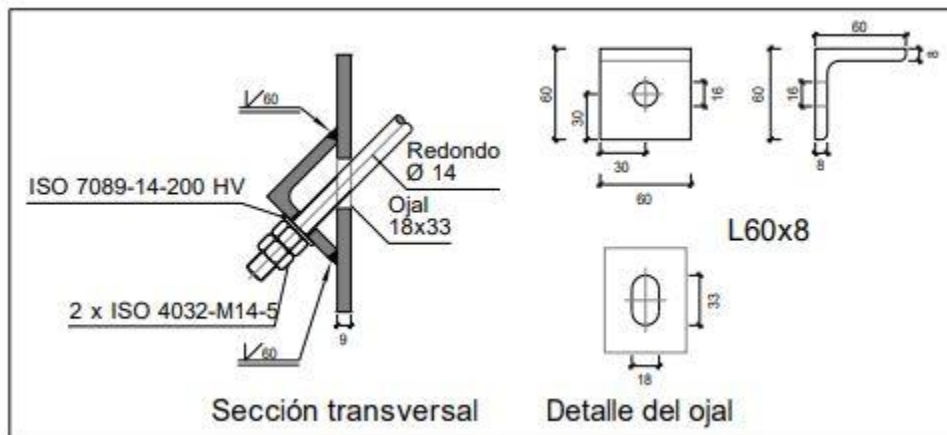


Figura 78. Detalle de la unión Tipo 40

- Comprobación
- 1. L60x8(S275)

Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Cortante de la sección transversal	kN	1.98	53.23	3.72
Flector	--	--	--	13.93

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas			
Ref.	Tipo	Preparación de bordes (mm)	l (mm)
Soldaduras a tope del angular a la pieza	A tope en bisel simple	8	60

l: Longitud efectiva

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm ²)	β_w
	σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\parallel} (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldaduras a tope del angular a la pieza	La comprobación no procede.							410.0	0.85

- Medición

Soldaduras				
f_u (kp/cm ²)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
4179.4	En taller	A tope en bisel simple	8	120

Angulares				
Material	Tipo	Descripción (mm)	Longitud (mm)	Peso (kg)
S275	Anclajes de tirantes	L60x8	60	0.42
	Total			0.42

Elementos de tornillería			
Tipo	Material	Cantidad	Descripción
Tuercas	Clase 5	2	ISO 4032-M14
Arandelas	Dureza 200 HV	1	ISO 7089-14

- **Tipo 41**
- Detalle

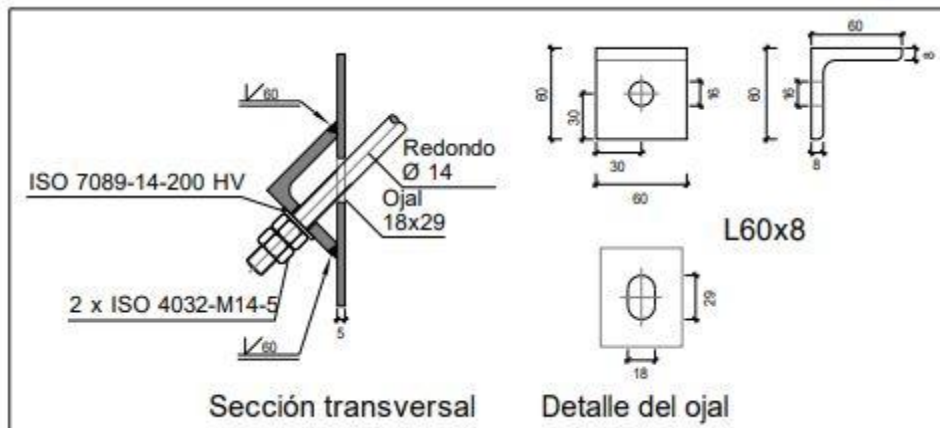


Figura 79. Detalle de la unión Tipo 41

- Comprobación
- 2. L60x8(S275)

Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Cortante de la sección transversal	kN	1.99	53.23	3.75
Flector	--	--	--	14.04

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas			
Ref.	Tipo	Preparación de bordes (mm)	l (mm)
Soldaduras a tope del angular a la pieza	A tope en bisel simple	5	60

l: Longitud efectiva

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm ²)	β_w
	σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	$\tau_{ }$ (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldaduras a tope del angular a la pieza	La comprobación no procede.							410.0	0.85

- Medición

Soldaduras				
f_u (kp/cm ²)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
4179.4	En taller	A tope en bisel simple	8	120

Angulares				
Material	Tipo	Descripción (mm)	Longitud (mm)	Peso (kg)
S275	Anclajes de tirantes	L60x8	60	0.42
				Total

Elementos de tornillería			
Tipo	Material	Cantidad	Descripción
Tuercas	Clase 5	2	ISO 4032-M14
Arandelas	Dureza 200 HV	1	ISO 7089-14

6. CIMENTACIÓN

6.1. ELEMENTOS DE LA CIMENTACIÓN

Debido a las características del terreno y del relleno aportado, la cimentación se realizará mediante zapatas unidas con vigas de atado.

Todas las zapatas son rectangulares, con un mayor vuelo en la dirección en la que el momento es mayor. Poseen armadura inferior y superior en ambas direcciones.

Las vigas de atado son todas iguales, con armadura superior, inferior y cercos.

Previamente a la ejecución de los elementos de cimentación se debe verter una capa de 10 cm de hormigón de limpieza, con el fin de evitar el contacto directo del hormigón con el terreno en la cara inferior. Para el hormigón de limpieza, el CTE establece la tipología HL-150/B/20.

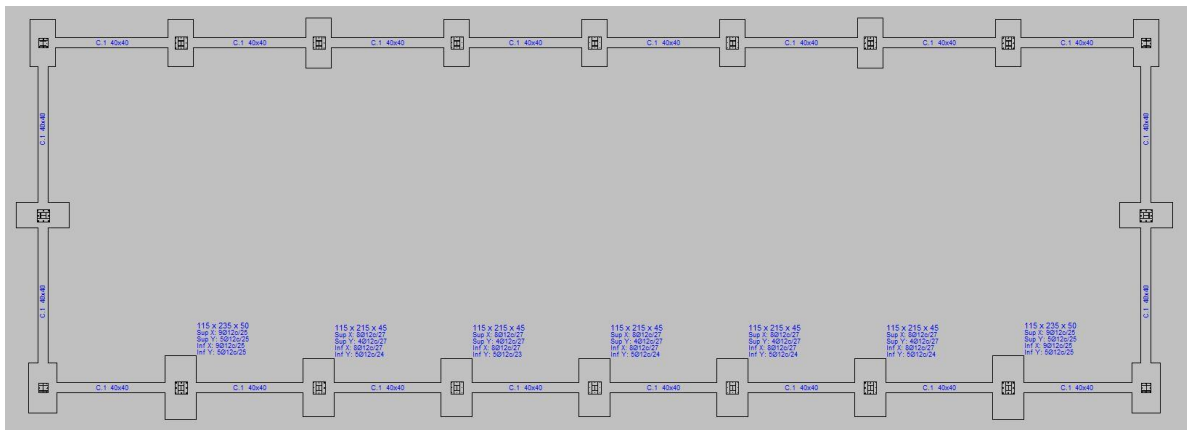


Figura 80. Cimentación. Fuente: CYPE 3D

6.2. COMPROBACIONES

6.2.1. ZAPATAS

En las siguientes tablas se detallan la geometría y el armado los distintos tipos de zapatas colocadas en la obra y los nudos en que se sitúan.

6.2.1.1. DESCRIPCIÓN

Referencias	Geometría	Armado
N1 y N33	Zapata rectangular excéntrica Ancho inicial X: 52.5 cm Ancho inicial Y: 92.5 cm Ancho final X: 52.5 cm Ancho final Y: 92.5 cm Ancho zapata X: 105.0 cm Ancho zapata Y: 185.0 cm Canto: 60.0 cm	Sup X: 9Ø12c/20 Sup Y: 5Ø12c/20 Inf X: 9Ø12c/20 Inf Y: 5Ø12c/20

Referencias	Geometría	Armado
N3 y N35	Zapata rectangular excéntrica Ancho inicial X: 47.5 cm Ancho inicial Y: 87.5 cm Ancho final X: 47.5 cm Ancho final Y: 87.5 cm Ancho zapata X: 95.0 cm Ancho zapata Y: 175.0 cm Canto: 60.0 cm	Sup X: 9Ø12c/20 Sup Y: 5Ø12c/20 Inf X: 9Ø12c/20 Inf Y: 5Ø12c/20
N5 y N29	Zapata rectangular excéntrica Ancho inicial X: 57.5 cm Ancho inicial Y: 117.5 cm Ancho final X: 57.5 cm Ancho final Y: 117.5 cm Ancho zapata X: 115.0 cm Ancho zapata Y: 235.0 cm Canto: 50.0 cm	Sup X: 9Ø12c/25 Sup Y: 5Ø12c/25 Inf X: 9Ø12c/25 Inf Y: 5Ø12c/25
N7 y N31	Zapata rectangular excéntrica Ancho inicial X: 47.5 cm Ancho inicial Y: 87.5 cm Ancho final X: 47.5 cm Ancho final Y: 87.5 cm Ancho zapata X: 95.0 cm Ancho zapata Y: 175.0 cm Canto: 40.0 cm	Sup X: 6Ø12c/30 Sup Y: 3Ø12c/30 Inf X: 6Ø12c/30 Inf Y: 4Ø12c/21
N9, N17, N21 y N25	Zapata rectangular excéntrica Ancho inicial X: 57.5 cm Ancho inicial Y: 107.5 cm Ancho final X: 57.5 cm Ancho final Y: 107.5 cm Ancho zapata X: 115.0 cm Ancho zapata Y: 215.0 cm Canto: 45.0 cm	Sup X: 8Ø12c/27 Sup Y: 4Ø12c/27 Inf X: 8Ø12c/27 Inf Y: 5Ø12c/24
N11 y N27	Zapata rectangular excéntrica Ancho inicial X: 47.5 cm Ancho inicial Y: 92.5 cm Ancho final X: 47.5 cm Ancho final Y: 92.5 cm Ancho zapata X: 95.0 cm Ancho zapata Y: 185.0 cm Canto: 40.0 cm	Sup X: 6Ø12c/30 Sup Y: 3Ø12c/30 Inf X: 6Ø12c/30 Inf Y: 5Ø12c/18
N13	Zapata rectangular excéntrica Ancho inicial X: 57.5 cm Ancho inicial Y: 107.5 cm Ancho final X: 57.5 cm Ancho final Y: 107.5 cm Ancho zapata X: 115.0 cm Ancho zapata Y: 215.0 cm Canto: 45.0 cm	Sup X: 8Ø12c/27 Sup Y: 4Ø12c/27 Inf X: 8Ø12c/27 Inf Y: 5Ø12c/23

Referencias	Geometría	Armado
N15, N19 y N23	Zapata rectangular excéntrica Ancho inicial X: 47.5 cm Ancho inicial Y: 87.5 cm Ancho final X: 47.5 cm Ancho final Y: 87.5 cm Ancho zapata X: 95.0 cm Ancho zapata Y: 175.0 cm Canto: 40.0 cm	Sup X: 6Ø12c/30 Sup Y: 3Ø12c/30 Inf X: 6Ø12c/30 Inf Y: 5Ø12c/20
N39 y N40	Zapata rectangular excéntrica Ancho inicial X: 97.5 cm Ancho inicial Y: 47.5 cm Ancho final X: 97.5 cm Ancho final Y: 47.5 cm Ancho zapata X: 195.0 cm Ancho zapata Y: 95.0 cm Canto: 50.0 cm	Sup X: 4Ø12c/25 Sup Y: 8Ø12c/25 Inf X: 5Ø12c/20 Inf Y: 8Ø12c/25

6.2.1.2. MEDICIÓN

Referencias: N1 y N33		B 500 S, Ys=1.15	Total
Nombre de armado		Ø12	
Parrilla inferior - Armado X	Longitud (m)	9x1.24	11.16
	Peso (kg)	9x1.10	9.91
Parrilla inferior - Armado Y	Longitud (m)	5x1.75	8.75
	Peso (kg)	5x1.55	7.77
Parrilla superior - Armado X	Longitud (m)	9x1.24	11.16
	Peso (kg)	9x1.10	9.91
Parrilla superior - Armado Y	Longitud (m)	5x1.75	8.75
	Peso (kg)	5x1.55	7.77
Totales	Longitud (m)	39.82	
	Peso (kg)	35.36	35.36
Total con mermas (10.00%)	Longitud (m)	43.80	
	Peso (kg)	38.90	38.90
Referencias: N3 y N35		B 500 S, Ys=1.15	Total
Nombre de armado		Ø12	
Parrilla inferior - Armado X	Longitud (m)	9x1.14	10.26
	Peso (kg)	9x1.01	9.11
Parrilla inferior - Armado Y	Longitud (m)	5x1.65	8.25
	Peso (kg)	5x1.46	7.32
Parrilla superior - Armado X	Longitud (m)	9x1.14	10.26
	Peso (kg)	9x1.01	9.11
Parrilla superior - Armado Y	Longitud (m)	5x1.65	8.25
	Peso (kg)	5x1.46	7.32
Totales	Longitud (m)	37.02	
	Peso (kg)	32.86	32.86
Total con mermas (10.00%)	Longitud (m)	40.72	
	Peso (kg)	36.15	36.15

Referencias: N5 y N29		B 500 S, Ys=1.15	Total
Nombre de armado		Ø12	
Parrilla inferior - Armado X	Longitud (m)	9x1.34	12.06
	Peso (kg)	9x1.19	10.71
Parrilla inferior - Armado Y	Longitud (m)	5x2.25	11.25
	Peso (kg)	5x2.00	9.99
Parrilla superior - Armado X	Longitud (m)	9x1.34	12.06
	Peso (kg)	9x1.19	10.71
Parrilla superior - Armado Y	Longitud (m)	5x2.25	11.25
	Peso (kg)	5x2.00	9.99
Totales	Longitud (m)	46.62	
	Peso (kg)	41.40	41.40
Total con mermas (10.00%)	Longitud (m)	51.28	
	Peso (kg)	45.54	45.54

Referencias: N7 y N31		B 500 S, Ys=1.15	Total
Nombre de armado		Ø12	
Parrilla inferior - Armado X	Longitud (m)	6x1.14	6.84
	Peso (kg)	6x1.01	6.07
Parrilla inferior - Armado Y	Longitud (m)	4x1.65	6.60
	Peso (kg)	4x1.46	5.86
Parrilla superior - Armado X	Longitud (m)	6x1.14	6.84
	Peso (kg)	6x1.01	6.07
Parrilla superior - Armado Y	Longitud (m)	3x1.65	4.95
	Peso (kg)	3x1.46	4.39
Totales	Longitud (m)	25.23	
	Peso (kg)	22.39	22.39
Total con mermas (10.00%)	Longitud (m)	27.75	
	Peso (kg)	24.63	24.63

Referencias: N9, N17, N21 y N25		B 500 S, Ys=1.15	Total
Nombre de armado		Ø12	
Parrilla inferior - Armado X	Longitud (m)	8x1.34	10.72
	Peso (kg)	8x1.19	9.52
Parrilla inferior - Armado Y	Longitud (m)	5x2.05	10.25
	Peso (kg)	5x1.82	9.10
Parrilla superior - Armado X	Longitud (m)	8x1.34	10.72
	Peso (kg)	8x1.19	9.52
Parrilla superior - Armado Y	Longitud (m)	4x2.05	8.20
	Peso (kg)	4x1.82	7.28
Totales	Longitud (m)	39.89	
	Peso (kg)	35.42	35.42
Total con mermas (10.00%)	Longitud (m)	43.88	
	Peso (kg)	38.96	38.96

Referencias: N11 y N27		B 500 S, Ys=1.15	Total
Nombre de armado		Ø12	
Parrilla inferior - Armado X	Longitud (m)	6x1.14	6.84
	Peso (kg)	6x1.01	6.07
Parrilla inferior - Armado Y	Longitud (m)	5x1.75	8.75
	Peso (kg)	5x1.55	7.77
Parrilla superior - Armado X	Longitud (m)	6x1.14	6.84
	Peso (kg)	6x1.01	6.07
Parrilla superior - Armado Y	Longitud (m)	3x1.75	5.25
	Peso (kg)	3x1.55	4.66

Referencias: N11 y N27		B 500 S, Ys=1.15	Total
Nombre de armado		Ø12	
Totales	Longitud (m)	27.68	
	Peso (kg)	24.57	24.57
Total con mermas (10.00%)	Longitud (m)	30.45	
	Peso (kg)	27.03	27.03

Referencia: N13		B 500 S, Ys=1.15	Total
Nombre de armado		Ø12	
Parrilla inferior - Armado X	Longitud (m)	8x1.34	10.72
	Peso (kg)	8x1.19	9.52
Parrilla inferior - Armado Y	Longitud (m)	5x2.05	10.25
	Peso (kg)	5x1.82	9.10
Parrilla superior - Armado X	Longitud (m)	8x1.34	10.72
	Peso (kg)	8x1.19	9.52
Parrilla superior - Armado Y	Longitud (m)	4x2.05	8.20
	Peso (kg)	4x1.82	7.28
Totales	Longitud (m)	39.89	
	Peso (kg)	35.42	35.42
Total con mermas (10.00%)	Longitud (m)	43.88	
	Peso (kg)	38.96	38.96

Referencias: N15, N19 y N23		B 500 S, Ys=1.15	Total
Nombre de armado		Ø12	
Parrilla inferior - Armado X	Longitud (m)	6x1.14	6.84
	Peso (kg)	6x1.01	6.07
Parrilla inferior - Armado Y	Longitud (m)	5x1.65	8.25
	Peso (kg)	5x1.46	7.32
Parrilla superior - Armado X	Longitud (m)	6x1.14	6.84
	Peso (kg)	6x1.01	6.07
Parrilla superior - Armado Y	Longitud (m)	3x1.65	4.95
	Peso (kg)	3x1.46	4.39
Totales	Longitud (m)	26.88	
	Peso (kg)	23.85	23.85

Referencias: N15, N19 y N23		B 500 S, Ys=1.15	Total
Nombre de armado		Ø12	
Total con mermas (10.00%)	Longitud (m)	29.57	26.24
	Peso (kg)	26.24	

Referencias: N39 y N40		B 500 S, Ys=1.15	Total
Nombre de armado		Ø12	
Parrilla inferior - Armado X	Longitud (m)	5x1.85	9.25
	Peso (kg)	5x1.64	8.21
Parrilla inferior - Armado Y	Longitud (m)	8x1.14	9.12
	Peso (kg)	8x1.01	8.10
Parrilla superior - Armado X	Longitud (m)	4x1.85	7.40
	Peso (kg)	4x1.64	6.57
Parrilla superior - Armado Y	Longitud (m)	8x1.14	9.12
	Peso (kg)	8x1.01	8.10
Totales	Longitud (m)	34.89	30.98
	Peso (kg)	30.98	
Total con mermas (10.00%)	Longitud (m)	38.38	34.08
	Peso (kg)	34.08	

Resumen de medición (se incluyen mermas de acero)

Elemento	B 500 S, Ys=1.15 (kg)	Hormigón (m³)	
	Ø12	HA-25, Yc=1.5	Limpieza
Referencias: N1 y N33	2x38.90	2x1.17	2x0.19
Referencias: N3 y N35	2x36.15	2x1.00	2x0.17
Referencias: N5 y N29	2x45.54	2x1.35	2x0.27
Referencias: N7 y N31	2x24.63	2x0.66	2x0.17
Referencias: N9, N17, N21 y N25	4x38.96	4x1.11	4x0.25
Referencias: N11 y N27	2x27.03	2x0.70	2x0.18
Referencia: N13	38.96	1.11	0.25
Referencias: N15, N19 y N23	3x26.24	3x0.66	3x0.17
Referencias: N39 y N40	2x34.08	2x0.93	2x0.19
Totales	686.18	19.18	4.05

6.2.1.3. COMPROBACIÓN

Referencia: N1		
Dimensiones: 105 x 185 x 60		
Armados: Xi:Ø12c/20 Yi:Ø12c/20 Xs:Ø12c/20 Ys:Ø12c/20		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno:		
<i>Criterio de CYPE</i>		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 2 kp/cm ² Calculado: 0.903 kp/cm ²	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 2.5 kp/cm ² Calculado: 0.965 kp/cm ²	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 2.5 kp/cm ² Calculado: 2.355 kp/cm ²	Cumple
Vuelco de la zapata:		
<i>Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.</i>		
- En dirección X:	Reserva seguridad: 21.6 %	Cumple
- En dirección Y:	Reserva seguridad: 160.1 %	Cumple
Flexión en la zapata:		
- En dirección X:	Momento: 2.87 t·m	Cumple
- En dirección Y:	Momento: 4.50 t·m	Cumple
Cortante en la zapata:		
- En dirección X:	Cortante: 0.00 t	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 3.93 t	Cumple
Compresión oblicua en la zapata:		
- Situaciones persistentes:	Máximo: 509.68 t/m ² Calculado: 28.51 t/m ²	Cumple
<i>Criterio de CYPE</i>		
Canto mínimo:		
<i>Código estructural 2021</i>		
	Mínimo: 25 cm Calculado: 60 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación:		
- N1:	Mínimo: 49 cm Calculado: 53 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima:		
<i>Código estructural 2021</i>		
	Mínimo: 0.0009	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 0.0009	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 0.0009	Cumple

Referencia: N1		
Dimensiones: 105 x 185 x 60		
Armados: Xi:Ø12c/20 Yi:Ø12c/20 Xs:Ø12c/20 Ys:Ø12c/20		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 0.0009	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 0.0009	Cumple
Cuantía mínima necesaria por flexión: <i>Código estructural 2021</i>	Calculado: 0.001	
- Armado inferior dirección X:	Mínimo: 0.0002	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Mínimo: 0.0006	Cumple
- Armado superior dirección X:	Mínimo: 0.0001	Cumple
Diámetro mínimo de las barras: <i>Código estructural 2021</i>	Mínimo: 12 mm	
- Parrilla inferior:	Calculado: 12 mm	Cumple
- Parrilla superior:	Calculado: 12 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: <i>Código estructural 2021</i>	Máximo: 30 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 20 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: <i>Criterio de CYPE, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítulo 3.16</i>	Mínimo: 10 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 20 cm	Cumple
Longitud de anclaje: <i>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991</i>	Mínimo: 15 cm	
- Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 25 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 25 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Calculado: 15 cm	Cumple

Referencia: N1		
Dimensiones: 105 x 185 x 60		
Armados: Xi:Ø12c/20 Yi:Ø12c/20 Xs:Ø12c/20 Ys:Ø12c/20		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 25 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 25 cm	Cumple
Longitud mínima de las patillas:	Mínimo: 12 cm	
- Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Calculado: 15 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Referencia: N3		
Dimensiones: 95 x 175 x 60		
Armados: Xi:Ø12c/20 Yi:Ø12c/20 Xs:Ø12c/20 Ys:Ø12c/20		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: <i>Criterio de CYPE</i>		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 2 kp/cm ² Calculado: 0.962 kp/cm ²	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 2.5 kp/cm ² Calculado: 1.044 kp/cm ²	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 2.5 kp/cm ² Calculado: 2.264 kp/cm ²	Cumple
Vuelco de la zapata: <i>Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.</i>		
- En dirección X:	Reserva seguridad: 27.4 %	Cumple
- En dirección Y:	Reserva seguridad: 153.0 %	Cumple
Flexión en la zapata:		
- En dirección X:	Momento: 2.63 t·m	Cumple
- En dirección Y:	Momento: 4.23 t·m	Cumple
Cortante en la zapata:		
- En dirección X:	Cortante: 0.00 t	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 3.36 t	Cumple

Referencia: N3		
Dimensiones: 95 x 175 x 60		
Armados: Xi:Ø12c/20 Yi:Ø12c/20 Xs:Ø12c/20 Ys:Ø12c/20		
Comprobación	Valores	Estado
Compresión oblicua en la zapata: - Situaciones persistentes: <i>Criterio de CYPE</i>	Máximo: 509.68 t/m ² Calculado: 29.65 t/m ²	Cumple
Canto mínimo: <i>Código estructural 2021</i>	Mínimo: 25 cm Calculado: 60 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación: - N3:	Mínimo: 49 cm Calculado: 53 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: <i>Código estructural 2021</i> - Armado inferior dirección X: - Armado superior dirección X: - Armado inferior dirección Y: - Armado superior dirección Y:	Mínimo: 0.0009 Calculado: 0.0009 Calculado: 0.0009 Calculado: 0.0009 Calculado: 0.0009	Cumple Cumple Cumple Cumple
Cuantía mínima necesaria por flexión: <i>Código estructural 2021</i> - Armado inferior dirección X: - Armado inferior dirección Y: - Armado superior dirección X:	Calculado: 0.001 Mínimo: 0.0002 Mínimo: 0.0006 Mínimo: 0.0001	Cumple Cumple Cumple
Diámetro mínimo de las barras: <i>Código estructural 2021</i> - Parrilla inferior: - Parrilla superior:	Mínimo: 12 mm Calculado: 12 mm Calculado: 12 mm	Cumple Cumple
Separación máxima entre barras: <i>Código estructural 2021</i> - Armado inferior dirección X: - Armado inferior dirección Y: - Armado superior dirección X: - Armado superior dirección Y:	Máximo: 30 cm Calculado: 20 cm Calculado: 20 cm Calculado: 20 cm Calculado: 20 cm	Cumple Cumple Cumple Cumple
Separación mínima entre barras: <i>Criterio de CYPE, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítulo 3.16</i> - Armado inferior dirección X:	Mínimo: 10 cm Calculado: 20 cm	Cumple

Referencia: N3		
Dimensiones: 95 x 175 x 60		
Armados: Xi:Ø12c/20 Yi:Ø12c/20 Xs:Ø12c/20 Ys:Ø12c/20		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 20 cm	Cumple
Longitud de anclaje: <i>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991</i>	Mínimo: 15 cm	
- Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 20 cm	Cumple
Longitud mínima de las patillas:	Mínimo: 12 cm	
- Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Calculado: 15 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Referencia: N5		
Dimensiones: 115 x 235 x 50		
Armados: Xi:Ø12c/25 Yi:Ø12c/25 Xs:Ø12c/25 Ys:Ø12c/25		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: <i>Criterio de CYPE</i>		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 2 kp/cm ² Calculado: 0.678 kp/cm ²	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 2.5 kp/cm ² Calculado: 0.706 kp/cm ²	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 2.5 kp/cm ² Calculado: 1.013 kp/cm ²	Cumple

Referencia: N5		
Dimensiones: 115 x 235 x 50		
Armados: Xi:Ø12c/25 Yi:Ø12c/25 Xs:Ø12c/25 Ys:Ø12c/25		
Comprobación	Valores	Estado
Vuelco de la zapata: <i>Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.</i>		
- En dirección X:	Reserva seguridad: 115.5 %	Cumple
- En dirección Y:	Reserva seguridad: 2.9 %	Cumple
Flexión en la zapata:		
- En dirección X:	Momento: 1.64 t·m	Cumple
- En dirección Y:	Momento: 5.89 t·m	Cumple
Cortante en la zapata:		
- En dirección X:	Cortante: 0.00 t	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 6.69 t	Cumple
Compresión oblicua en la zapata:		
- Situaciones persistentes:	Máximo: 509.68 t/m ²	Cumple
<i>Criterio de CYPE</i>	Calculado: 31.11 t/m ²	
Canto mínimo: <i>Código estructural 2021</i>		
	Mínimo: 25 cm	Cumple
	Calculado: 50 cm	
Espacio para anclar arranques en cimentación:		
- N5:	Mínimo: 30 cm	Cumple
	Calculado: 43 cm	
Cuantía geométrica mínima: <i>Código estructural 2021</i>		
- Armado inferior dirección X:	Mínimo: 0.0009	Cumple
	Calculado: 0.0009	
- Armado superior dirección X:	Mínimo: 0.0009	Cumple
	Calculado: 0.0009	
- Armado inferior dirección Y:	Mínimo: 0.0009	Cumple
	Calculado: 0.0009	
- Armado superior dirección Y:	Mínimo: 0.0009	Cumple
	Calculado: 0.0009	
Cuantía mínima necesaria por flexión: <i>Código estructural 2021</i>		
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 0.001	Cumple
	Mínimo: 0.0002	
- Armado inferior dirección Y:	Mínimo: 0.0009	Cumple
	Mínimo: 0.0009	
- Armado superior dirección X:	Mínimo: 0.0001	Cumple
	Mínimo: 0.0001	
- Armado superior dirección Y:	Mínimo: 0.0002	Cumple
	Mínimo: 0.0002	
Diámetro mínimo de las barras: <i>Código estructural 2021</i>		
	Mínimo: 12 mm	

Referencia: N5		
Dimensiones: 115 x 235 x 50		
Armados: Xi:Ø12c/25 Yi:Ø12c/25 Xs:Ø12c/25 Ys:Ø12c/25		
Comprobación	Valores	Estado
- Parrilla inferior:	Calculado: 12 mm	Cumple
- Parrilla superior:	Calculado: 12 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: <i>Código estructural 2021</i>	Máximo: 30 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 25 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 25 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 25 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 25 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: <i>Criterio de CYPE, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítulo 3.16</i>	Mínimo: 10 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 25 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 25 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 25 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 25 cm	Cumple
Longitud de anclaje: <i>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991</i>		
- Armado inf. dirección X hacia der:	Mínimo: 15 cm Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Mínimo: 15 cm Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 21 cm Calculado: 55 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 21 cm Calculado: 55 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Mínimo: 15 cm Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Mínimo: 15 cm Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 15 cm Calculado: 55 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 15 cm Calculado: 55 cm	Cumple
Longitud mínima de las patillas:	Mínimo: 12 cm	

Referencia: N5		
Dimensiones: 115 x 235 x 50		
Armados: Xi:Ø12c/25 Yi:Ø12c/25 Xs:Ø12c/25 Ys:Ø12c/25		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Calculado: 15 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Referencia: N7		
Dimensiones: 95 x 175 x 40		
Armados: Xi:Ø12c/30 Yi:Ø12c/21 Xs:Ø12c/30 Ys:Ø12c/30		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno:		
<i>Criterio de CYPE</i>		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 2 kp/cm ² Calculado: 1.18 kp/cm ²	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 2.5 kp/cm ² Calculado: 1.532 kp/cm ²	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 2.5 kp/cm ² Calculado: 2.259 kp/cm ²	Cumple
Vuelco de la zapata:		
<i>Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.</i>		
- En dirección X:	Reserva seguridad: 1099.1 %	Cumple
- En dirección Y:	Reserva seguridad: 6.6 %	Cumple
Flexión en la zapata:		
- En dirección X:	Momento: 1.31 t·m	Cumple
- En dirección Y:	Momento: 5.40 t·m	Cumple
Cortante en la zapata:		
- En dirección X:	Cortante: 0.00 t	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 8.20 t	Cumple
Compresión oblicua en la zapata:		
- Situaciones persistentes:	Máximo: 509.68 t/m ² Calculado: 45.38 t/m ²	Cumple
<i>Criterio de CYPE</i>		

Referencia: N7		
Dimensiones: 95 x 175 x 40		
Armados: Xi:Ø12c/30 Yi:Ø12c/21 Xs:Ø12c/30 Ys:Ø12c/30		
Comprobación	Valores	Estado
Canto mínimo: <i>Código estructural 2021</i>	Mínimo: 25 cm Calculado: 40 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación: - N7:	Mínimo: 30 cm Calculado: 33 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: <i>Código estructural 2021</i>	Mínimo: 0.0009	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 0.0009	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 0.0009	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 0.0013	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 0.0009	Cumple
Cuantía mínima necesaria por flexión: <i>Código estructural 2021</i>		
- Armado inferior dirección X:	Mínimo: 0.0003 Calculado: 0.001	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Mínimo: 0.0014 Calculado: 0.0014	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Mínimo: 0.0001 Calculado: 0.001	Cumple
Diámetro mínimo de las barras: <i>Código estructural 2021</i>	Mínimo: 12 mm	
- Parrilla inferior:	Calculado: 12 mm	Cumple
- Parrilla superior:	Calculado: 12 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: <i>Código estructural 2021</i>	Máximo: 30 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 30 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 21 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 30 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 30 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: <i>Criterio de CYPE, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítulo 3.16</i>	Mínimo: 10 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 30 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 21 cm	Cumple

Referencia: N7		
Dimensiones: 95 x 175 x 40		
Armados: Xi:Ø12c/30 Yi:Ø12c/21 Xs:Ø12c/30 Ys:Ø12c/30		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado superior dirección X:	Calculado: 30 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 30 cm	Cumple
Longitud de anclaje:		
<i>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991</i>		
- Armado inf. dirección X hacia der:	Mínimo: 15 cm Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Mínimo: 15 cm Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 26 cm Calculado: 33 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 24 cm Calculado: 33 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Mínimo: 15 cm Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Mínimo: 15 cm Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 15 cm Calculado: 33 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 15 cm Calculado: 33 cm	Cumple
Longitud mínima de las patillas:		
- Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Calculado: 15 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Referencia: N9 Dimensiones: 115 x 215 x 45 Armados: Xi:Ø12c/27 Yi:Ø12c/24 Xs:Ø12c/27 Ys:Ø12c/27		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: <i>Criterio de CYPE</i> - Tensión media en situaciones persistentes: - Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento: - Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 2 kp/cm ² Calculado: 0.711 kp/cm ² Máximo: 2.5 kp/cm ² Calculado: 0.712 kp/cm ² Máximo: 2.5 kp/cm ² Calculado: 1.001 kp/cm ²	Cumple Cumple Cumple
Vuelco de la zapata: <i>Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.</i> - En dirección X: - En dirección Y:	Reserva seguridad: 55223.6 % Reserva seguridad: 8.0 %	Cumple Cumple
Flexión en la zapata: - En dirección X: - En dirección Y:	Momento: 1.57 t·m Momento: 6.06 t·m	Cumple Cumple
Cortante en la zapata: - En dirección X: - En dirección Y:	Cortante: 0.46 t Cortante: 7.91 t	Cumple Cumple
Compresión oblicua en la zapata: - Situaciones persistentes: <i>Criterio de CYPE</i>	Máximo: 509.68 t/m ² Calculado: 34.84 t/m ²	Cumple
Canto mínimo: <i>Código estructural 2021</i>	Mínimo: 25 cm Calculado: 45 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación: - N9:	Mínimo: 30 cm Calculado: 38 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: <i>Código estructural 2021</i> - Armado inferior dirección X: - Armado superior dirección X: - Armado inferior dirección Y: - Armado superior dirección Y:	Mínimo: 0.0009 Calculado: 0.0009 Calculado: 0.0009 Calculado: 0.001 Calculado: 0.0009	Cumple Cumple Cumple Cumple

Referencia: N9		
Dimensiones: 115 x 215 x 45		
Armados: Xi:Ø12c/27 Yi:Ø12c/24 Xs:Ø12c/27 Ys:Ø12c/27		
Comprobación	Valores	Estado
Cuantía mínima necesaria por flexión: <i>Código estructural 2021</i>		
- Armado inferior dirección X:	Mínimo: 0.0002 Calculado: 0.001	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Mínimo: 0.0011 Calculado: 0.0011	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Mínimo: 0.0002 Calculado: 0.001	Cumple
Diámetro mínimo de las barras: <i>Código estructural 2021</i>		
- Parrilla inferior:	Mínimo: 12 mm Calculado: 12 mm	Cumple
- Parrilla superior:	Calculado: 12 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: <i>Código estructural 2021</i>		
- Armado inferior dirección X:	Máximo: 30 cm Calculado: 27 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 27 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 27 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: <i>Criterio de CYPE, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítulo 3.16</i>		
- Armado inferior dirección X:	Mínimo: 10 cm Calculado: 27 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 27 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 27 cm	Cumple
Longitud de anclaje: <i>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991</i>		
- Armado inf. dirección X hacia der:	Mínimo: 15 cm Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Mínimo: 15 cm Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 24 cm Calculado: 49 cm	Cumple

Referencia: N9		
Dimensiones: 115 x 215 x 45		
Armados: Xi:Ø12c/27 Yi:Ø12c/24 Xs:Ø12c/27 Ys:Ø12c/27		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 20 cm Calculado: 49 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Mínimo: 15 cm Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Mínimo: 15 cm Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 15 cm Calculado: 49 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 15 cm Calculado: 49 cm	Cumple
Longitud mínima de las patillas:	Mínimo: 12 cm	
- Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Calculado: 15 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Referencia: N11		
Dimensiones: 95 x 185 x 40		
Armados: Xi:Ø12c/30 Yi:Ø12c/18 Xs:Ø12c/30 Ys:Ø12c/30		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: <i>Criterio de CYPE</i>		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 2 kp/cm ² Calculado: 1.17 kp/cm ²	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 2.5 kp/cm ² Calculado: 1.567 kp/cm ²	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 2.5 kp/cm ² Calculado: 2.387 kp/cm ²	Cumple
Vuelco de la zapata: <i>Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.</i>		
- En dirección X:	Reserva seguridad: 3109.7 %	Cumple
- En dirección Y:	Reserva seguridad: 32.0 %	Cumple
Flexión en la zapata:		

Referencia: N11		
Dimensiones: 95 x 185 x 40		
Armados: Xi:Ø12c/30 Yi:Ø12c/18 Xs:Ø12c/30 Ys:Ø12c/30		
Comprobación	Valores	Estado
- En dirección X:	Momento: 1.28 t·m	Cumple
- En dirección Y:	Momento: 6.57 t·m	Cumple
Cortante en la zapata:		
- En dirección X:	Cortante: 0.00 t	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 9.86 t	Cumple
Compresión oblicua en la zapata:		
- Situaciones persistentes: <i>Criterio de CYPE</i>	Máximo: 509.68 t/m ² Calculado: 45.84 t/m ²	Cumple
Canto mínimo: <i>Código estructural 2021</i>		
	Mínimo: 25 cm Calculado: 40 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación:		
- N11:	Mínimo: 30 cm Calculado: 33 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: <i>Código estructural 2021</i>		
- Armado inferior dirección X:	Mínimo: 0.0009 Calculado: 0.0009	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 0.0009	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 0.0016	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 0.0009	Cumple
Cuantía mínima necesaria por flexión: <i>Código estructural 2021</i>		
- Armado inferior dirección X:	Mínimo: 0.0003 Calculado: 0.001	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Mínimo: 0.0016 Calculado: 0.0016	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Mínimo: 0.0001 Calculado: 0.001	Cumple
Diámetro mínimo de las barras: <i>Código estructural 2021</i>		
- Parrilla inferior:	Mínimo: 12 mm Calculado: 12 mm	Cumple
- Parrilla superior:	Calculado: 12 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: <i>Código estructural 2021</i>		
- Armado inferior dirección X:	Máximo: 30 cm Calculado: 30 cm	Cumple

Referencia: N11		
Dimensiones: 95 x 185 x 40		
Armados: Xi:Ø12c/30 Yi:Ø12c/18 Xs:Ø12c/30 Ys:Ø12c/30		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 18 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 30 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 30 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: <i>Criterio de CYPE, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítulo 3.16</i>	Mínimo: 10 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 30 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 18 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 30 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 30 cm	Cumple
Longitud de anclaje: <i>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991</i>		
- Armado inf. dirección X hacia der:	Mínimo: 15 cm Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Mínimo: 15 cm Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 28 cm Calculado: 38 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 21 cm Calculado: 38 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Mínimo: 15 cm Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Mínimo: 15 cm Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 15 cm Calculado: 38 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 15 cm Calculado: 38 cm	Cumple
Longitud mínima de las patillas:	Mínimo: 12 cm	
- Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Calculado: 15 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Referencia: N13		
Dimensiones: 115 x 215 x 45		
Armados: Xi:Ø12c/27 Yi:Ø12c/23 Xs:Ø12c/27 Ys:Ø12c/27		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno:		
<i>Criterio de CYPE</i>		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 2 kp/cm ² Calculado: 0.71 kp/cm ²	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 2.5 kp/cm ² Calculado: 0.691 kp/cm ²	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 2.5 kp/cm ² Calculado: 1.013 kp/cm ²	Cumple
Vuelco de la zapata:		
<i>Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.</i>		
- En dirección X:	Reserva seguridad: 66080.0 %	Cumple
- En dirección Y:	Reserva seguridad: 6.8 %	Cumple
Flexión en la zapata:		
- En dirección X:	Momento: 1.57 t·m	Cumple
- En dirección Y:	Momento: 6.14 t·m	Cumple
Cortante en la zapata:		
- En dirección X:	Cortante: 0.46 t	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 7.95 t	Cumple
Compresión oblicua en la zapata:		
- Situaciones persistentes:	Máximo: 509.68 t/m ² Calculado: 34.81 t/m ²	Cumple
<i>Criterio de CYPE</i>		
Canto mínimo:		
<i>Código estructural 2021</i>		
	Mínimo: 25 cm Calculado: 45 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación:		
- N13:	Mínimo: 30 cm Calculado: 38 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima:		
<i>Código estructural 2021</i>		
- Armado inferior dirección X:	Mínimo: 0.0009 Calculado: 0.0009	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 0.0009	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 0.0011	Cumple

Referencia: N13		
Dimensiones: 115 x 215 x 45		
Armados: Xi:Ø12c/27 Yi:Ø12c/23 Xs:Ø12c/27 Ys:Ø12c/27		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 0.0009	Cumple
Cuantía mínima necesaria por flexión: <i>Código estructural 2021</i>		
- Armado inferior dirección X:	Mínimo: 0.0002 Calculado: 0.001	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Mínimo: 0.0011 Calculado: 0.0011	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Mínimo: 0.0002 Calculado: 0.001	Cumple
Diámetro mínimo de las barras: <i>Código estructural 2021</i>		
- Parrilla inferior:	Calculado: 12 mm	Cumple
- Parrilla superior:	Calculado: 12 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: <i>Código estructural 2021</i>		
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 27 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 23 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 27 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 27 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: <i>Criterio de CYPE, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítulo 3.16</i>		
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 27 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 23 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 27 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 27 cm	Cumple
Longitud de anclaje: <i>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991</i>		
- Armado inf. dirección X hacia der:	Mínimo: 15 cm Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Mínimo: 15 cm Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 23 cm Calculado: 49 cm	Cumple

Referencia: N13		
Dimensiones: 115 x 215 x 45		
Armados: Xi:Ø12c/27 Yi:Ø12c/23 Xs:Ø12c/27 Ys:Ø12c/27		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 19 cm Calculado: 49 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Mínimo: 15 cm Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Mínimo: 15 cm Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 15 cm Calculado: 49 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 15 cm Calculado: 49 cm	Cumple
Longitud mínima de las patillas:	Mínimo: 12 cm	
- Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Calculado: 15 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Referencia: N15		
Dimensiones: 95 x 175 x 40		
Armados: Xi:Ø12c/30 Yi:Ø12c/20 Xs:Ø12c/30 Ys:Ø12c/30		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: <i>Criterio de CYPE</i>		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 2 kp/cm ² Calculado: 1.198 kp/cm ²	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 2.5 kp/cm ² Calculado: 1.683 kp/cm ²	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 2.5 kp/cm ² Calculado: 2.41 kp/cm ²	Cumple
Vuelco de la zapata: <i>Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.</i>		
- En dirección X:	Reserva seguridad: 3152.9 %	Cumple
- En dirección Y:	Reserva seguridad: 23.8 %	Cumple
Flexión en la zapata:		

Referencia: N15		
Dimensiones: 95 x 175 x 40		
Armados: Xi:Ø12c/30 Yi:Ø12c/20 Xs:Ø12c/30 Ys:Ø12c/30		
Comprobación	Valores	Estado
- En dirección X:	Momento: 1.28 t·m	Cumple
- En dirección Y:	Momento: 5.75 t·m	Cumple
Cortante en la zapata:		
- En dirección X:	Cortante: 0.00 t	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 8.76 t	Cumple
Compresión oblicua en la zapata:		
- Situaciones persistentes:	Máximo: 509.68 t/m ²	Cumple
<i>Criterio de CYPE</i>	Calculado: 45.92 t/m ²	
Canto mínimo:		
<i>Código Estructural 2021</i>	Mínimo: 25 cm	Cumple
	Calculado: 40 cm	
Espacio para anclar arranques en cimentación:		
- N15:	Mínimo: 30 cm	Cumple
	Calculado: 33 cm	
Cuantía geométrica mínima:		
<i>Código Estructural 2021</i>	Mínimo: 0.0009	Cumple
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 0.0009	
- Armado superior dirección X:	Calculado: 0.0009	
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 0.0014	
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 0.0009	
Cuantía mínima necesaria por flexión:		
<i>Código Estructural 2021</i>	Mínimo: 0.0003	Cumple
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 0.001	
- Armado inferior dirección Y:	Mínimo: 0.0014	Cumple
	Calculado: 0.0015	
- Armado superior dirección Y:	Mínimo: 0.0001	Cumple
	Calculado: 0.001	
Diámetro mínimo de las barras:		
<i>Código Estructural 2021</i>	Mínimo: 12 mm	Cumple
- Parrilla inferior:	Calculado: 12 mm	
- Parrilla superior:	Calculado: 12 mm	
Separación máxima entre barras:		
<i>Código Estructural 2021</i>	Máximo: 30 cm	Cumple
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 30 cm	

Referencia: N15		
Dimensiones: 95 x 175 x 40		
Armados: Xi:Ø12c/30 Yi:Ø12c/20 Xs:Ø12c/30 Ys:Ø12c/30		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 30 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 30 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: <i>Criterio de CYPE, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítulo 3.16</i>	Mínimo: 10 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 30 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 30 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 30 cm	Cumple
Longitud de anclaje: <i>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991</i>		
- Armado inf. dirección X hacia der:	Mínimo: 15 cm Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Mínimo: 15 cm Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 27 cm Calculado: 33 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 23 cm Calculado: 33 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Mínimo: 15 cm Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Mínimo: 15 cm Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 15 cm Calculado: 33 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 15 cm Calculado: 33 cm	Cumple
Longitud mínima de las patillas:	Mínimo: 12 cm	
- Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Calculado: 15 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Referencia: N17		
Dimensiones: 115 x 215 x 45		
Armados: Xi:Ø12c/27 Yi:Ø12c/24 Xs:Ø12c/27 Ys:Ø12c/27		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno:		
<i>Criterio de CYPE</i>		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 2 kp/cm ² Calculado: 0.71 kp/cm ²	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 2.5 kp/cm ² Calculado: 0.693 kp/cm ²	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 2.5 kp/cm ² Calculado: 1.006 kp/cm ²	Cumple
Vuelco de la zapata:		
<i>Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.</i>		
- En dirección X:	Reserva seguridad: 79346.1 %	Cumple
- En dirección Y:	Reserva seguridad: 7.4 %	Cumple
Flexión en la zapata:		
- En dirección X:	Momento: 1.57 t·m	Cumple
- En dirección Y:	Momento: 6.10 t·m	Cumple
Cortante en la zapata:		
- En dirección X:	Cortante: 0.46 t	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 7.95 t	Cumple
Compresión oblicua en la zapata:		
- Situaciones persistentes:	Máximo: 509.68 t/m ² Calculado: 34.81 t/m ²	Cumple
<i>Criterio de CYPE</i>		
Canto mínimo:		
<i>Código Estructural 2021</i>		
	Mínimo: 25 cm Calculado: 45 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación:		
- N17:	Mínimo: 30 cm Calculado: 38 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima:		
<i>Código Estructural 2021</i>		
- Armado inferior dirección X:	Mínimo: 0.0009 Calculado: 0.0009	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 0.0009	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 0.001	Cumple

Referencia: N17		
Dimensiones: 115 x 215 x 45		
Armados: Xi:Ø12c/27 Yi:Ø12c/24 Xs:Ø12c/27 Ys:Ø12c/27		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 0.0009	Cumple
Cuantía mínima necesaria por flexión: <i>Código Estructural 2021</i>		
- Armado inferior dirección X:	Mínimo: 0.0002 Calculado: 0.001	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Mínimo: 0.0011 Calculado: 0.0011	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Mínimo: 0.0002 Calculado: 0.001	Cumple
Diámetro mínimo de las barras: <i>Código Estructural 2021</i>		
- Parrilla inferior:	Calculado: 12 mm	Cumple
- Parrilla superior:	Calculado: 12 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: <i>Código Estructural 2021</i>		
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 27 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 27 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 27 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: <i>Criterio de CYPE, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítulo 3.16</i>		
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 27 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 27 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 27 cm	Cumple
Longitud de anclaje: <i>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991</i>		
- Armado inf. dirección X hacia der:	Mínimo: 15 cm Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Mínimo: 15 cm Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 24 cm Calculado: 49 cm	Cumple

Referencia: N17		
Dimensiones: 115 x 215 x 45		
Armados: Xi:Ø12c/27 Yi:Ø12c/24 Xs:Ø12c/27 Ys:Ø12c/27		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 20 cm Calculado: 49 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Mínimo: 15 cm Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Mínimo: 15 cm Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 15 cm Calculado: 49 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 15 cm Calculado: 49 cm	Cumple
Longitud mínima de las patillas:	Mínimo: 12 cm	
- Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Calculado: 15 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Referencia: N19		
Dimensiones: 95 x 175 x 40		
Armados: Xi:Ø12c/30 Yi:Ø12c/20 Xs:Ø12c/30 Ys:Ø12c/30		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: <i>Criterio de CYPE</i>		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 2 kp/cm ² Calculado: 1.197 kp/cm ²	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 2.5 kp/cm ² Calculado: 1.684 kp/cm ²	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 2.5 kp/cm ² Calculado: 2.405 kp/cm ²	Cumple
Vuelco de la zapata: <i>Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.</i>		
- En dirección X:	Reserva seguridad: 3198.0 %	Cumple
- En dirección Y:	Reserva seguridad: 23.7 %	Cumple
Flexión en la zapata:		

Referencia: N19		
Dimensiones: 95 x 175 x 40		
Armados: Xi:Ø12c/30 Yi:Ø12c/20 Xs:Ø12c/30 Ys:Ø12c/30		
Comprobación	Valores	Estado
- En dirección X:	Momento: 1.28 t·m	Cumple
- En dirección Y:	Momento: 5.74 t·m	Cumple
Cortante en la zapata:		
- En dirección X:	Cortante: 0.00 t	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 8.74 t	Cumple
Compresión oblicua en la zapata:		
- Situaciones persistentes: <i>Criterio de CYPE</i>	Máximo: 509.68 t/m ² Calculado: 45.87 t/m ²	Cumple
Canto mínimo: <i>Código Estructural 2021</i>		
	Mínimo: 25 cm Calculado: 40 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación:		
- N19:	Mínimo: 30 cm Calculado: 33 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: <i>Código Estructural 2021</i>		
- Armado inferior dirección X:	Mínimo: 0.0009 Calculado: 0.0009	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 0.0009	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 0.0014	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 0.0009	Cumple
Cuantía mínima necesaria por flexión: <i>Código Estructural 2021</i>		
- Armado inferior dirección X:	Mínimo: 0.0003 Calculado: 0.001	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Mínimo: 0.0014 Calculado: 0.0015	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Mínimo: 0.0001 Calculado: 0.001	Cumple
Diámetro mínimo de las barras: <i>Código Estructural 2021</i>		
- Parrilla inferior:	Mínimo: 12 mm Calculado: 12 mm	Cumple
- Parrilla superior:	Calculado: 12 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: <i>Código Estructural 2021</i>		
- Armado inferior dirección X:	Máximo: 30 cm Calculado: 30 cm	Cumple

Referencia: N19 Dimensiones: 95 x 175 x 40 Armados: Xi:Ø12c/30 Yi:Ø12c/20 Xs:Ø12c/30 Ys:Ø12c/30		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 30 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 30 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: <i>Criterio de CYPE, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítulo 3.16</i>	Mínimo: 10 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 30 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 30 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 30 cm	Cumple
Longitud de anclaje: <i>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991</i>		
- Armado inf. dirección X hacia der:	Mínimo: 15 cm Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Mínimo: 15 cm Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 27 cm Calculado: 33 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 23 cm Calculado: 33 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Mínimo: 15 cm Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Mínimo: 15 cm Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 15 cm Calculado: 33 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 15 cm Calculado: 33 cm	Cumple
Longitud mínima de las patillas:	Mínimo: 12 cm	
- Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Calculado: 15 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Referencia: N21		
Dimensiones: 115 x 215 x 45		
Armados: Xi:Ø12c/27 Yi:Ø12c/24 Xs:Ø12c/27 Ys:Ø12c/27		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno:		
<i>Criterio de CYPE</i>		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 2 kp/cm ² Calculado: 0.71 kp/cm ²	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 2.5 kp/cm ² Calculado: 0.692 kp/cm ²	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 2.5 kp/cm ² Calculado: 1.009 kp/cm ²	Cumple
Vuelco de la zapata:		
<i>Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.</i>		
- En dirección X:	Reserva seguridad: 77716.8 %	Cumple
- En dirección Y:	Reserva seguridad: 7.1 %	Cumple
Flexión en la zapata:		
- En dirección X:	Momento: 1.57 t·m	Cumple
- En dirección Y:	Momento: 6.12 t·m	Cumple
Cortante en la zapata:		
- En dirección X:	Cortante: 0.46 t	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 7.95 t	Cumple
Compresión oblicua en la zapata:		
- Situaciones persistentes:	Máximo: 509.68 t/m ² Calculado: 34.81 t/m ²	Cumple
<i>Criterio de CYPE</i>		
Canto mínimo:		
<i>Código Estructural 2021</i>		
	Mínimo: 25 cm Calculado: 45 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación:		
- N21:	Mínimo: 30 cm Calculado: 38 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima:		
<i>Código Estructural 2021</i>		
- Armado inferior dirección X:	Mínimo: 0.0009 Calculado: 0.0009	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 0.0009	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 0.001	Cumple

Referencia: N21		
Dimensiones: 115 x 215 x 45		
Armados: Xi:Ø12c/27 Yi:Ø12c/24 Xs:Ø12c/27 Ys:Ø12c/27		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 0.0009	Cumple
Cuantía mínima necesaria por flexión: <i>Código Estructural 2021</i>		
- Armado inferior dirección X:	Mínimo: 0.0002 Calculado: 0.001	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Mínimo: 0.0011 Calculado: 0.0011	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Mínimo: 0.0002 Calculado: 0.001	Cumple
Diámetro mínimo de las barras: <i>Código Estructural 2021</i>		
- Parrilla inferior:	Calculado: 12 mm	Cumple
- Parrilla superior:	Calculado: 12 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: <i>Código Estructural 2021</i>		
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 27 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 27 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 27 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: <i>Criterio de CYPE, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítulo 3.16</i>		
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 27 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 27 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 27 cm	Cumple
Longitud de anclaje: <i>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991</i>		
- Armado inf. dirección X hacia der:	Mínimo: 15 cm Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Mínimo: 15 cm Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 24 cm Calculado: 49 cm	Cumple

Referencia: N21		
Dimensiones: 115 x 215 x 45		
Armados: Xi:Ø12c/27 Yi:Ø12c/24 Xs:Ø12c/27 Ys:Ø12c/27		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 20 cm Calculado: 49 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Mínimo: 15 cm Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Mínimo: 15 cm Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 15 cm Calculado: 49 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 15 cm Calculado: 49 cm	Cumple
Longitud mínima de las patillas:	Mínimo: 12 cm	
- Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Calculado: 15 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Referencia: N23		
Dimensiones: 95 x 175 x 40		
Armados: Xi:Ø12c/30 Yi:Ø12c/20 Xs:Ø12c/30 Ys:Ø12c/30		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: <i>Criterio de CYPE</i>		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 2 kp/cm ² Calculado: 1.198 kp/cm ²	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 2.5 kp/cm ² Calculado: 1.684 kp/cm ²	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 2.5 kp/cm ² Calculado: 2.407 kp/cm ²	Cumple
Vuelco de la zapata: <i>Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.</i>		
- En dirección X:	Reserva seguridad: 3175.6 %	Cumple
- En dirección Y:	Reserva seguridad: 23.8 %	Cumple
Flexión en la zapata:		

Referencia: N23		
Dimensiones: 95 x 175 x 40		
Armados: Xi:Ø12c/30 Yi:Ø12c/20 Xs:Ø12c/30 Ys:Ø12c/30		
Comprobación	Valores	Estado
- En dirección X:	Momento: 1.28 t·m	Cumple
- En dirección Y:	Momento: 5.74 t·m	Cumple
Cortante en la zapata:		
- En dirección X:	Cortante: 0.00 t	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 8.75 t	Cumple
Compresión oblicua en la zapata:		
- Situaciones persistentes: <i>Criterio de CYPE</i>	Máximo: 509.68 t/m ² Calculado: 45.9 t/m ²	Cumple
Canto mínimo: <i>Código Estructural 2021</i>		
	Mínimo: 25 cm Calculado: 40 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación:		
- N23:	Mínimo: 30 cm Calculado: 33 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: <i>Código Estructural 2021</i>		
- Armado inferior dirección X:	Mínimo: 0.0009 Calculado: 0.0009	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 0.0009	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 0.0014	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 0.0009	Cumple
Cuantía mínima necesaria por flexión: <i>Código Estructural 2021</i>		
- Armado inferior dirección X:	Mínimo: 0.0003 Calculado: 0.001	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Mínimo: 0.0014 Calculado: 0.0015	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Mínimo: 0.0001 Calculado: 0.001	Cumple
Diámetro mínimo de las barras: <i>Código Estructural 2021</i>		
- Parrilla inferior:	Mínimo: 12 mm Calculado: 12 mm	Cumple
- Parrilla superior:	Calculado: 12 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: <i>Código Estructural 2021</i>		
- Armado inferior dirección X:	Máximo: 30 cm Calculado: 30 cm	Cumple

Referencia: N23		
Dimensiones: 95 x 175 x 40		
Armados: Xi:Ø12c/30 Yi:Ø12c/20 Xs:Ø12c/30 Ys:Ø12c/30		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 30 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 30 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: <i>Criterio de CYPE, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítulo 3.16</i>	Mínimo: 10 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 30 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 30 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 30 cm	Cumple
Longitud de anclaje: <i>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991</i>		
- Armado inf. dirección X hacia der:	Mínimo: 15 cm Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Mínimo: 15 cm Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 27 cm Calculado: 33 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 23 cm Calculado: 33 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Mínimo: 15 cm Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Mínimo: 15 cm Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 15 cm Calculado: 33 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 15 cm Calculado: 33 cm	Cumple
Longitud mínima de las patillas:	Mínimo: 12 cm	
- Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Calculado: 15 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Referencia: N25		
Dimensiones: 115 x 215 x 45		
Armados: Xi:Ø12c/27 Yi:Ø12c/24 Xs:Ø12c/27 Ys:Ø12c/27		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno:		
<i>Criterio de CYPE</i>		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 2 kp/cm ² Calculado: 0.711 kp/cm ²	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 2.5 kp/cm ² Calculado: 0.714 kp/cm ²	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 2.5 kp/cm ² Calculado: 0.999 kp/cm ²	Cumple
Vuelco de la zapata:		
<i>Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.</i>		
- En dirección X:	Reserva seguridad: 59555.3 %	Cumple
- En dirección Y:	Reserva seguridad: 8.1 %	Cumple
Flexión en la zapata:		
- En dirección X:	Momento: 1.57 t·m	Cumple
- En dirección Y:	Momento: 6.05 t·m	Cumple
Cortante en la zapata:		
- En dirección X:	Cortante: 0.46 t	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 7.91 t	Cumple
Compresión oblicua en la zapata:		
- Situaciones persistentes:	Máximo: 509.68 t/m ² Calculado: 34.84 t/m ²	Cumple
<i>Criterio de CYPE</i>		
Canto mínimo:		
<i>Código Estructural 2021</i>		
	Mínimo: 25 cm Calculado: 45 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación:		
- N25:	Mínimo: 30 cm Calculado: 38 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima:		
<i>Código Estructural 2021</i>		
- Armado inferior dirección X:	Mínimo: 0.0009 Calculado: 0.0009	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 0.0009	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 0.001	Cumple

Referencia: N25		
Dimensiones: 115 x 215 x 45		
Armados: Xi:Ø12c/27 Yi:Ø12c/24 Xs:Ø12c/27 Ys:Ø12c/27		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 0.0009	Cumple
Cuantía mínima necesaria por flexión: <i>Código Estructural 2021</i>		
- Armado inferior dirección X:	Mínimo: 0.0002 Calculado: 0.001	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Mínimo: 0.0011 Calculado: 0.0011	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Mínimo: 0.0002 Calculado: 0.001	Cumple
Diámetro mínimo de las barras: <i>Código Estructural 2021</i>		
- Parrilla inferior:	Calculado: 12 mm	Cumple
- Parrilla superior:	Calculado: 12 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: <i>Código Estructural 2021</i>		
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 27 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 27 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 27 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: <i>Criterio de CYPE, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítulo 3.16</i>		
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 27 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 27 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 27 cm	Cumple
Longitud de anclaje: <i>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991</i>		
- Armado inf. dirección X hacia der:	Mínimo: 15 cm Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Mínimo: 15 cm Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 24 cm Calculado: 49 cm	Cumple

Referencia: N25		
Dimensiones: 115 x 215 x 45		
Armados: Xi:Ø12c/27 Yi:Ø12c/24 Xs:Ø12c/27 Ys:Ø12c/27		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 20 cm Calculado: 49 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Mínimo: 15 cm Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Mínimo: 15 cm Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 15 cm Calculado: 49 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 15 cm Calculado: 49 cm	Cumple
Longitud mínima de las patillas:	Mínimo: 12 cm	
- Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Calculado: 15 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Referencia: N27		
Dimensiones: 95 x 185 x 40		
Armados: Xi:Ø12c/30 Yi:Ø12c/18 Xs:Ø12c/30 Ys:Ø12c/30		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: <i>Criterio de CYPE</i>		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 2 kp/cm ² Calculado: 1.171 kp/cm ²	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 2.5 kp/cm ² Calculado: 1.566 kp/cm ²	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 2.5 kp/cm ² Calculado: 2.391 kp/cm ²	Cumple
Vuelco de la zapata: <i>Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.</i>		
- En dirección X:	Reserva seguridad: 3095.9 %	Cumple
- En dirección Y:	Reserva seguridad: 31.9 %	Cumple

Referencia: N27		
Dimensiones: 95 x 185 x 40		
Armados: Xi:Ø12c/30 Yi:Ø12c/18 Xs:Ø12c/30 Ys:Ø12c/30		
Comprobación	Valores	Estado
Flexión en la zapata:		
- En dirección X:	Momento: 1.28 t·m	Cumple
- En dirección Y:	Momento: 6.58 t·m	Cumple
Cortante en la zapata:		
- En dirección X:	Cortante: 0.00 t	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 9.87 t	Cumple
Compresión oblicua en la zapata:		
- Situaciones persistentes:	Máximo: 509.68 t/m ²	
<i>Criterio de CYPE</i>	Calculado: 45.76 t/m ²	Cumple
Canto mínimo:	Mínimo: 25 cm	
<i>Código Estructural 2021</i>	Calculado: 40 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación:		
- N27:	Mínimo: 30 cm	
	Calculado: 33 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima:		
<i>Código Estructural 2021</i>	Mínimo: 0.0009	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 0.0009	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 0.0009	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 0.0016	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 0.0009	Cumple
Cuantía mínima necesaria por flexión:		
<i>Código Estructural 2021</i>		
- Armado inferior dirección X:	Mínimo: 0.0003	
	Calculado: 0.001	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Mínimo: 0.0016	
	Calculado: 0.0016	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Mínimo: 0.0001	
	Calculado: 0.001	Cumple
Diámetro mínimo de las barras:		
<i>Código Estructural 2021</i>	Mínimo: 12 mm	
- Parrilla inferior:	Calculado: 12 mm	Cumple
- Parrilla superior:	Calculado: 12 mm	Cumple
Separación máxima entre barras:		
<i>Código Estructural 2021</i>	Máximo: 30 cm	

Referencia: N27		
Dimensiones: 95 x 185 x 40		
Armados: Xi:Ø12c/30 Yi:Ø12c/18 Xs:Ø12c/30 Ys:Ø12c/30		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 30 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 18 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 30 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 30 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: <i>Criterio de CYPE, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítulo 3.16</i>	Mínimo: 10 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 30 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 18 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 30 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 30 cm	Cumple
Longitud de anclaje: <i>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991</i>		
- Armado inf. dirección X hacia der:	Mínimo: 15 cm Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Mínimo: 15 cm Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 28 cm Calculado: 38 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 21 cm Calculado: 38 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Mínimo: 15 cm Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Mínimo: 15 cm Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 15 cm Calculado: 38 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 15 cm Calculado: 38 cm	Cumple
Longitud mínima de las patillas:	Mínimo: 12 cm	
- Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Calculado: 15 cm	Cumple

Referencia: N27		
Dimensiones: 95 x 185 x 40		
Armados: Xi:Ø12c/30 Yi:Ø12c/18 Xs:Ø12c/30 Ys:Ø12c/30		
Comprobación	Valores	Estado
Se cumplen todas las comprobaciones		

Referencia: N29		
Dimensiones: 115 x 235 x 50		
Armados: Xi:Ø12c/25 Yi:Ø12c/25 Xs:Ø12c/25 Ys:Ø12c/25		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno:		
<i>Criterio de CYPE</i>		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 2 kp/cm ² Calculado: 0.677 kp/cm ²	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 2.5 kp/cm ² Calculado: 0.71 kp/cm ²	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 2.5 kp/cm ² Calculado: 1.024 kp/cm ²	Cumple
Vuelco de la zapata:		
<i>Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.</i>		
- En dirección X:	Reserva seguridad: 107.7 %	Cumple
- En dirección Y:	Reserva seguridad: 2.9 %	Cumple
Flexión en la zapata:		
- En dirección X:	Momento: 1.68 t·m	Cumple
- En dirección Y:	Momento: 5.88 t·m	Cumple
Cortante en la zapata:		
- En dirección X:	Cortante: 0.00 t	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 6.68 t	Cumple
Compresión oblicua en la zapata:		
- Situaciones persistentes:	Máximo: 509.68 t/m ² Calculado: 31.1 t/m ²	Cumple
<i>Criterio de CYPE</i>		
Canto mínimo:		
<i>Código Estructural 2021</i>		
	Mínimo: 25 cm Calculado: 50 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación:		
- N29:	Mínimo: 30 cm Calculado: 43 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima:		
<i>Código Estructural 2021</i>		
	Mínimo: 0.0009	

Referencia: N29		
Dimensiones: 115 x 235 x 50		
Armados: Xi:Ø12c/25 Yi:Ø12c/25 Xs:Ø12c/25 Ys:Ø12c/25		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 0.0009	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 0.0009	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 0.0009	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 0.0009	Cumple
Cuantía mínima necesaria por flexión: <i>Código Estructural 2021</i>	Calculado: 0.001	
- Armado inferior dirección X:	Mínimo: 0.0002	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Mínimo: 0.0009	Cumple
- Armado superior dirección X:	Mínimo: 0.0001	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Mínimo: 0.0002	Cumple
Diámetro mínimo de las barras: <i>Código Estructural 2021</i>	Mínimo: 12 mm	
- Parrilla inferior:	Calculado: 12 mm	Cumple
- Parrilla superior:	Calculado: 12 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: <i>Código Estructural 2021</i>	Máximo: 30 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 25 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 25 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 25 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 25 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: <i>Criterio de CYPE, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítulo 3.16</i>	Mínimo: 10 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 25 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 25 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 25 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 25 cm	Cumple
Longitud de anclaje: <i>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991</i>		
- Armado inf. dirección X hacia der:	Mínimo: 15 cm Calculado: 15 cm	Cumple

Referencia: N29		
Dimensiones: 115 x 235 x 50		
Armados: Xi:Ø12c/25 Yi:Ø12c/25 Xs:Ø12c/25 Ys:Ø12c/25		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Mínimo: 15 cm Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 21 cm Calculado: 55 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 21 cm Calculado: 55 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Mínimo: 15 cm Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Mínimo: 15 cm Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 15 cm Calculado: 55 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 15 cm Calculado: 55 cm	Cumple
Longitud mínima de las patillas:	Mínimo: 12 cm	
- Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Calculado: 15 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Referencia: N31		
Dimensiones: 95 x 175 x 40		
Armados: Xi:Ø12c/30 Yi:Ø12c/21 Xs:Ø12c/30 Ys:Ø12c/30		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: <i>Criterio de CYPE</i>		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 2 kp/cm ² Calculado: 1.18 kp/cm ²	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 2.5 kp/cm ² Calculado: 1.53 kp/cm ²	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 2.5 kp/cm ² Calculado: 2.258 kp/cm ²	Cumple

Referencia: N31		
Dimensiones: 95 x 175 x 40		
Armados: Xi:Ø12c/30 Yi:Ø12c/21 Xs:Ø12c/30 Ys:Ø12c/30		
Comprobación	Valores	Estado
Vuelco de la zapata:		
<i>Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.</i>		
- En dirección X:	Reserva seguridad: 1094.5 %	Cumple
- En dirección Y:	Reserva seguridad: 6.7 %	Cumple
Flexión en la zapata:		
- En dirección X:	Momento: 1.31 t·m	Cumple
- En dirección Y:	Momento: 5.39 t·m	Cumple
Cortante en la zapata:		
- En dirección X:	Cortante: 0.00 t	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 8.20 t	Cumple
Compresión oblicua en la zapata:		
- Situaciones persistentes:	Máximo: 509.68 t/m ²	Cumple
<i>Criterio de CYPE</i>	Calculado: 45.4 t/m ²	
Canto mínimo:		
<i>Código Estructural 2021</i>	Mínimo: 25 cm	Cumple
	Calculado: 40 cm	
Espacio para anclar arranques en cimentación:		
- N31:	Mínimo: 30 cm	Cumple
	Calculado: 33 cm	
Cuantía geométrica mínima:		
<i>Código Estructural 2021</i>	Mínimo: 0.0009	Cumple
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 0.0009	
- Armado superior dirección X:	Calculado: 0.0009	
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 0.0013	
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 0.0009	
Cuantía mínima necesaria por flexión:		
<i>Código Estructural 2021</i>	Mínimo: 0.0003	Cumple
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 0.001	
- Armado inferior dirección Y:	Mínimo: 0.0014	Cumple
	Calculado: 0.0014	
- Armado superior dirección Y:	Mínimo: 0.0001	Cumple
	Calculado: 0.001	

Referencia: N31		
Dimensiones: 95 x 175 x 40		
Armados: Xi:Ø12c/30 Yi:Ø12c/21 Xs:Ø12c/30 Ys:Ø12c/30		
Comprobación	Valores	Estado
Diámetro mínimo de las barras: <i>Código Estructural 2021</i> - Parrilla inferior: - Parrilla superior:	Mínimo: 12 mm Calculado: 12 mm Calculado: 12 mm	 Cumple Cumple
Separación máxima entre barras: <i>Código Estructural 2021</i> - Armado inferior dirección X: - Armado inferior dirección Y: - Armado superior dirección X: - Armado superior dirección Y:	Máximo: 30 cm Calculado: 30 cm Calculado: 21 cm Calculado: 30 cm Calculado: 30 cm	 Cumple Cumple Cumple Cumple
Separación mínima entre barras: <i>Criterio de CYPE, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítulo 3.16</i> - Armado inferior dirección X: - Armado inferior dirección Y: - Armado superior dirección X: - Armado superior dirección Y:	Mínimo: 10 cm Calculado: 30 cm Calculado: 21 cm Calculado: 30 cm Calculado: 30 cm	 Cumple Cumple Cumple Cumple
Longitud de anclaje: <i>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991</i> - Armado inf. dirección X hacia der: - Armado inf. dirección X hacia izq: - Armado inf. dirección Y hacia arriba: - Armado inf. dirección Y hacia abajo: - Armado sup. dirección X hacia der: - Armado sup. dirección X hacia izq: - Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 15 cm Calculado: 15 cm Mínimo: 15 cm Calculado: 15 cm Mínimo: 26 cm Calculado: 33 cm Mínimo: 24 cm Calculado: 33 cm Mínimo: 15 cm Calculado: 15 cm Mínimo: 15 cm Calculado: 15 cm Mínimo: 15 cm Calculado: 33 cm	 Cumple Cumple Cumple Cumple Cumple Cumple Cumple

Referencia: N31		
Dimensiones: 95 x 175 x 40		
Armados: Xi:Ø12c/30 Yi:Ø12c/21 Xs:Ø12c/30 Ys:Ø12c/30		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 15 cm Calculado: 33 cm	Cumple
Longitud mínima de las patillas:	Mínimo: 12 cm	
- Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Calculado: 15 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Referencia: N33		
Dimensiones: 105 x 185 x 60		
Armados: Xi:Ø12c/20 Yi:Ø12c/20 Xs:Ø12c/20 Ys:Ø12c/20		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: <i>Criterio de CYPE</i>		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 2 kp/cm ² Calculado: 0.903 kp/cm ²	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 2.5 kp/cm ² Calculado: 0.964 kp/cm ²	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 2.5 kp/cm ² Calculado: 2.353 kp/cm ²	Cumple
Vuelco de la zapata: <i>Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.</i>		
- En dirección X:	Reserva seguridad: 22.5 %	Cumple
- En dirección Y:	Reserva seguridad: 159.2 %	Cumple
Flexión en la zapata:		
- En dirección X:	Momento: 2.83 t·m	Cumple
- En dirección Y:	Momento: 4.50 t·m	Cumple
Cortante en la zapata:		
- En dirección X:	Cortante: 0.00 t	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 3.93 t	Cumple

Referencia: N33		
Dimensiones: 105 x 185 x 60		
Armados: Xi:Ø12c/20 Yi:Ø12c/20 Xs:Ø12c/20 Ys:Ø12c/20		
Comprobación	Valores	Estado
Compresión oblicua en la zapata: - Situaciones persistentes: <i>Criterio de CYPE</i>	Máximo: 509.68 t/m ² Calculado: 28.5 t/m ²	Cumple
Canto mínimo: <i>Código Estructural 2021</i>	Mínimo: 25 cm Calculado: 60 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación: - N33:	Mínimo: 49 cm Calculado: 53 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: <i>Código Estructural 2021</i> - Armado inferior dirección X: - Armado superior dirección X: - Armado inferior dirección Y: - Armado superior dirección Y:	Mínimo: 0.0009 Calculado: 0.0009 Calculado: 0.0009 Calculado: 0.0009 Calculado: 0.0009	Cumple Cumple Cumple Cumple
Cuantía mínima necesaria por flexión: <i>Código Estructural 2021</i> - Armado inferior dirección X: - Armado inferior dirección Y: - Armado superior dirección X:	Calculado: 0.001 Mínimo: 0.0002 Mínimo: 0.0006 Mínimo: 0.0001	Cumple Cumple Cumple
Diámetro mínimo de las barras: <i>Código Estructural 2021</i> - Parrilla inferior: - Parrilla superior:	Mínimo: 12 mm Calculado: 12 mm Calculado: 12 mm	Cumple Cumple
Separación máxima entre barras: <i>Código Estructural 2021</i> - Armado inferior dirección X: - Armado inferior dirección Y: - Armado superior dirección X: - Armado superior dirección Y:	Máximo: 30 cm Calculado: 20 cm Calculado: 20 cm Calculado: 20 cm Calculado: 20 cm	Cumple Cumple Cumple Cumple
Separación mínima entre barras: <i>Criterio de CYPE, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítulo 3.16</i> - Armado inferior dirección X:	Mínimo: 10 cm Calculado: 20 cm	Cumple

Referencia: N33		
Dimensiones: 105 x 185 x 60		
Armados: Xi:Ø12c/20 Yi:Ø12c/20 Xs:Ø12c/20 Ys:Ø12c/20		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 20 cm	Cumple
Longitud de anclaje: <i>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991</i>	Mínimo: 15 cm	
- Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 25 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 25 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 25 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 25 cm	Cumple
Longitud mínima de las patillas:	Mínimo: 12 cm	
- Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Calculado: 15 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Referencia: N35		
Dimensiones: 95 x 175 x 60		
Armados: Xi:Ø12c/20 Yi:Ø12c/20 Xs:Ø12c/20 Ys:Ø12c/20		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: <i>Criterio de CYPE</i>		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 2 kp/cm ² Calculado: 0.962 kp/cm ²	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 2.5 kp/cm ² Calculado: 1.046 kp/cm ²	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 2.5 kp/cm ² Calculado: 2.265 kp/cm ²	Cumple

Referencia: N35		
Dimensiones: 95 x 175 x 60		
Armados: Xi:Ø12c/20 Yi:Ø12c/20 Xs:Ø12c/20 Ys:Ø12c/20		
Comprobación	Valores	Estado
Vuelco de la zapata:		
<i>Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.</i>		
- En dirección X:	Reserva seguridad: 27.4 %	Cumple
- En dirección Y:	Reserva seguridad: 151.9 %	Cumple
Flexión en la zapata:		
- En dirección X:	Momento: 2.63 t·m	Cumple
- En dirección Y:	Momento: 4.23 t·m	Cumple
Cortante en la zapata:		
- En dirección X:	Cortante: 0.00 t	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 3.36 t	Cumple
Compresión oblicua en la zapata:		
- Situaciones persistentes:	Máximo: 509.68 t/m ²	Cumple
<i>Criterio de CYPE</i>	Calculado: 29.66 t/m ²	
Canto mínimo:		
<i>Código Estructural 2021</i>	Mínimo: 25 cm	Cumple
	Calculado: 60 cm	
Espacio para anclar arranques en cimentación:		
- N35:	Mínimo: 49 cm	Cumple
	Calculado: 53 cm	
Cuantía geométrica mínima:		
<i>Código Estructural 2021</i>	Mínimo: 0.0009	Cumple
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 0.0009	
- Armado superior dirección X:	Calculado: 0.0009	
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 0.0009	
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 0.0009	
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 0.0009	
Cuantía mínima necesaria por flexión:		
<i>Código Estructural 2021</i>	Calculado: 0.001	Cumple
- Armado inferior dirección X:	Mínimo: 0.0002	
- Armado inferior dirección Y:	Mínimo: 0.0006	
- Armado superior dirección X:	Mínimo: 0.0001	
Diámetro mínimo de las barras:		
<i>Código Estructural 2021</i>	Mínimo: 12 mm	Cumple
- Parrilla inferior:	Calculado: 12 mm	

Referencia: N35		
Dimensiones: 95 x 175 x 60		
Armados: Xi:Ø12c/20 Yi:Ø12c/20 Xs:Ø12c/20 Ys:Ø12c/20		
Comprobación	Valores	Estado
- Parrilla superior:	Calculado: 12 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: <i>Código Estructural 2021</i>	Máximo: 30 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 20 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: <i>Criterio de CYPE, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítulo 3.16</i>	Mínimo: 10 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 20 cm	Cumple
Longitud de anclaje: <i>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991</i>	Mínimo: 15 cm	
- Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 20 cm	Cumple
Longitud mínima de las patillas:	Mínimo: 12 cm	
- Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Calculado: 15 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Referencia: N39		
Dimensiones: 195 x 95 x 50		
Armados: Xi:Ø12c/20 Yi:Ø12c/25 Xs:Ø12c/25 Ys:Ø12c/25		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno:		
<i>Criterio de CYPE</i>		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 2 kp/cm ² Calculado: 0.898 kp/cm ²	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 2.5 kp/cm ² Calculado: 1.124 kp/cm ²	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 2.5 kp/cm ² Calculado: 2.346 kp/cm ²	Cumple
Vuelco de la zapata:		
<i>Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.</i>		
- En dirección X:	Reserva seguridad: 20.0 %	Cumple
- En dirección Y:	Reserva seguridad: 204.8 %	Cumple
Flexión en la zapata:		
- En dirección X:	Momento: 6.58 t·m	Cumple
- En dirección Y:	Momento: 1.29 t·m	Cumple
Cortante en la zapata:		
- En dirección X:	Cortante: 9.62 t	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 0.00 t	Cumple
Compresión oblicua en la zapata:		
- Situaciones persistentes:	Máximo: 509.68 t/m ² Calculado: 27.66 t/m ²	Cumple
<i>Criterio de CYPE</i>		
Canto mínimo:		
<i>Código Estructural 2021</i>		
	Mínimo: 25 cm Calculado: 50 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación:		
- N39:	Mínimo: 40 cm Calculado: 43 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima:		
<i>Código Estructural 2021</i>		
- Armado inferior dirección X:	Mínimo: 0.0009 Calculado: 0.0011	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 0.0009	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 0.0009	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 0.0009	Cumple

Referencia: N39		
Dimensiones: 195 x 95 x 50		
Armados: Xi:Ø12c/20 Yi:Ø12c/25 Xs:Ø12c/25 Ys:Ø12c/25		
Comprobación	Valores	Estado
Cuantía mínima necesaria por flexión: <i>Código Estructural 2021</i> - Armado inferior dirección X: - Armado inferior dirección Y: - Armado superior dirección X:	Mínimo: 0.0011 Calculado: 0.0012 Mínimo: 0.0002 Calculado: 0.001 Mínimo: 0.0001 Calculado: 0.001	Cumple Cumple Cumple
Diámetro mínimo de las barras: <i>Código Estructural 2021</i> - Parrilla inferior: - Parrilla superior:	Mínimo: 12 mm Calculado: 12 mm Calculado: 12 mm	Cumple Cumple
Separación máxima entre barras: <i>Código Estructural 2021</i> - Armado inferior dirección X: - Armado inferior dirección Y: - Armado superior dirección X: - Armado superior dirección Y:	Máximo: 30 cm Calculado: 20 cm Calculado: 25 cm Calculado: 25 cm Calculado: 25 cm	Cumple Cumple Cumple Cumple
Separación mínima entre barras: <i>Criterio de CYPE, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítulo 3.16</i> - Armado inferior dirección X: - Armado inferior dirección Y: - Armado superior dirección X: - Armado superior dirección Y:	Mínimo: 10 cm Calculado: 20 cm Calculado: 25 cm Calculado: 25 cm Calculado: 25 cm	Cumple Cumple Cumple Cumple
Longitud de anclaje: <i>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991</i> - Armado inf. dirección X hacia der: - Armado inf. dirección X hacia izq: - Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 24 cm Calculado: 35 cm Mínimo: 20 cm Calculado: 35 cm Mínimo: 15 cm Calculado: 15 cm	Cumple Cumple Cumple

Referencia: N39		
Dimensiones: 195 x 95 x 50		
Armados: Xi:Ø12c/20 Yi:Ø12c/25 Xs:Ø12c/25 Ys:Ø12c/25		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 15 cm Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Mínimo: 15 cm Calculado: 35 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Mínimo: 15 cm Calculado: 35 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 15 cm Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 15 cm Calculado: 15 cm	Cumple
Longitud mínima de las patillas:	Mínimo: 12 cm	
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 15 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Referencia: N40		
Dimensiones: 195 x 95 x 50		
Armados: Xi:Ø12c/20 Yi:Ø12c/25 Xs:Ø12c/25 Ys:Ø12c/25		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: <i>Criterio de CYPE</i>		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 2 kp/cm ² Calculado: 0.898 kp/cm ²	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 2.5 kp/cm ² Calculado: 1.123 kp/cm ²	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 2.5 kp/cm ² Calculado: 2.347 kp/cm ²	Cumple
Vuelco de la zapata: <i>Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.</i>		
- En dirección X:	Reserva seguridad: 19.9 %	Cumple
- En dirección Y:	Reserva seguridad: 206.2 %	Cumple
Flexión en la zapata:		

Referencia: N40		
Dimensiones: 195 x 95 x 50		
Armados: Xi:Ø12c/20 Yi:Ø12c/25 Xs:Ø12c/25 Ys:Ø12c/25		
Comprobación	Valores	Estado
- En dirección X:	Momento: 6.60 t·m	Cumple
- En dirección Y:	Momento: 1.29 t·m	Cumple
Cortante en la zapata:		
- En dirección X:	Cortante: 9.64 t	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 0.00 t	Cumple
Compresión oblicua en la zapata:		
- Situaciones persistentes: <i>Criterio de CYPE</i>	Máximo: 509.68 t/m ² Calculado: 27.66 t/m ²	Cumple
Canto mínimo: <i>Código Estructural 2021</i>		
	Mínimo: 25 cm Calculado: 50 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación:		
- N40:	Mínimo: 40 cm Calculado: 43 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: <i>Código Estructural 2021</i>		
- Armado inferior dirección X:	Mínimo: 0.0009 Calculado: 0.0011	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 0.0009	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 0.0009	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 0.0009	Cumple
Cuantía mínima necesaria por flexión: <i>Código Estructural 2021</i>		
- Armado inferior dirección X:	Mínimo: 0.0011 Calculado: 0.0012	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Mínimo: 0.0002 Calculado: 0.001	Cumple
- Armado superior dirección X:	Mínimo: 0.0001 Calculado: 0.001	Cumple
Diámetro mínimo de las barras: <i>Código Estructural 2021</i>		
- Parrilla inferior:	Mínimo: 12 mm Calculado: 12 mm	Cumple
- Parrilla superior:	Calculado: 12 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: <i>Código Estructural 2021</i>		
- Armado inferior dirección X:	Máximo: 30 cm Calculado: 20 cm	Cumple

Referencia: N40		
Dimensiones: 195 x 95 x 50		
Armados: Xi:Ø12c/20 Yi:Ø12c/25 Xs:Ø12c/25 Ys:Ø12c/25		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 25 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 25 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 25 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: <i>Criterio de CYPE, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítulo 3.16</i>	Mínimo: 10 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 25 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 25 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 25 cm	Cumple
Longitud de anclaje: <i>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991</i>		
- Armado inf. dirección X hacia der:	Mínimo: 20 cm Calculado: 35 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Mínimo: 24 cm Calculado: 35 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 15 cm Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 15 cm Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Mínimo: 15 cm Calculado: 35 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Mínimo: 15 cm Calculado: 35 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 15 cm Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 15 cm Calculado: 15 cm	Cumple
Longitud mínima de las patillas:	Mínimo: 12 cm	
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 15 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

6.2.2. VIGAS DE ATADO

En las siguientes tablas se detallan la geometría y el armado las vigas de atado colocadas en la obra y los nudos en que se sitúan.

6.2.2.1. DESCRIPCIÓN

Referencias	Geometría	Armado
C.1 [N19-N15], C.1 [N5-N1], C.1 [N33-N29], C.1 [N31-N27], C.1 [N7-N3], C.1 [N15-N11], C.1 [N21-N17], C.1 [N23-N19], C.1 [N9-N5], C.1 [N17-N13], C.1 [N35-N31], C.1 [N25-N21], C.1 [N29-N25], C.1 [N11-N7], C.1 [N13-N9] y C.1 [N27-N23]	Ancho: 40.0 cm Canto: 40.0 cm	Superior: 2Ø12 Inferior: 2Ø12 Estribos: 1xØ8c/30
C.1 [N39-N35], C.1 [N40-N1], C.1 [N39-N33] y C.1 [N40-N3]	Ancho: 40.0 cm Canto: 40.0 cm	Superior: 2Ø12 Inferior: 2Ø12 Estribos: 1xØ8c/30

6.2.2.2. MEDICIÓN

Referencias: C.1 [N19-N15], C.1 [N5-N1], C.1 [N33-N29], C.1 [N31-N27], C.1 [N7-N3], C.1 [N15-N11], C.1 [N21-N17], C.1 [N23-N19], C.1 [N9-N5], C.1 [N17-N13], C.1 [N35-N31], C.1 [N25-N21], C.1 [N29-N25], C.1 [N11-N7], C.1 [N13-N9] y C.1 [N27-N23]	B 500 S, Ys=1.15		Total	
Nombre de armado		Ø8	Ø12	
Armado viga - Armado inferior	Longitud (m) Peso (kg)		2x5.30 2x4.71	10.60 9.41
Armado viga - Armado superior	Longitud (m) Peso (kg)		2x5.30 2x4.71	10.60 9.41
Armado viga - Estribo	Longitud (m) Peso (kg)	15x1.33 15x0.52		19.95 7.87
Totales	Longitud (m) Peso (kg)	19.95 7.87	21.20 18.82	26.69
Total con mermas (10.00%)	Longitud (m) Peso (kg)	21.95 8.66	23.32 20.70	29.36

Referencias: C.1 [N39-N35], C.1 [N40-N1], C.1 [N39-N33] y C.1 [N40-N3]	B 500 S, Ys=1.15		Total	
Nombre de armado		Ø8	Ø12	
Armado viga - Armado inferior	Longitud (m) Peso (kg)		2x6.55 2x5.82	13.10 11.63
Armado viga - Armado superior	Longitud (m) Peso (kg)		2x6.55 2x5.82	13.10 11.63

Referencias: C.1 [N39-N35], C.1 [N40-N1], C.1 [N39-N33] y C.1 [N40-N3]		B 500 S, Ys=1.15		Total
Nombre de armado		Ø8	Ø12	
Armado viga - Estribo	Longitud (m)	18x1.33		23.94 9.45
	Peso (kg)	18x0.52		
Totales	Longitud (m)	23.94	26.20	32.71
	Peso (kg)	9.45	23.26	
Total con mermas (10.00%)	Longitud (m)	26.33	28.82	35.98
	Peso (kg)	10.40	25.58	

Resumen de medición (se incluyen mermas de acero)

Elemento	B 500 S, Ys=1.15 (kg)			Hormigón (m³)	
	Ø8	Ø12	Total	HA-25, Yc=1.5	Limpieza
Referencias: C.1 [N19-N15], C.1 [N5-N1], C.1 [N33-N29], C.1 [N31-N27], C.1 [N7-N3], C.1 [N15-N11], C.1 [N21-N17], C.1 [N23-N19], C.1 [N9-N5], C.1 [N17-N13], C.1 [N35-N31], C.1 [N25-N21], C.1 [N29-N25], C.1 [N11-N7], C.1 [N13-N9] y C.1 [N27-N23]	16x8.66	16x20.70	469.76	16x0.65	16x0.16
Referencias: C.1 [N39-N35], C.1 [N40-N1], C.1 [N39-N33] y C.1 [N40-N3]	4x10.39	4x25.59	143.92	4x0.78	4x0.20
Totales	180.12	433.56	613.68	13.50	3.38

6.2.2.3. COMPROBACIÓN

Referencia: C.1 [N19-N15] (Viga de atado) -Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm -Armadura superior: 2Ø12 -Armadura inferior: 2Ø12 -Estribos: 1xØ8c/30		
Comprobación	Valores	Estado
Diámetro mínimo estribos:	Mínimo: 6 mm Calculado: 8 mm	Cumple
Separación mínima entre estribos: <i>Código Estructural 2021</i>	Mínimo: 3.7 cm Calculado: 29.2 cm	Cumple
Separación mínima armadura longitudinal: <i>Código Estructural 2021</i>	Mínimo: 3.7 cm	
- Armadura superior:	Calculado: 26 cm	Cumple
- Armadura inferior:	Calculado: 26 cm	Cumple
Separación máxima estribos:		
- Sin cortantes: <i>Código Estructural 2021</i>	Máximo: 30 cm Calculado: 30 cm	Cumple

Referencia: C.1 [N19-N15] (Viga de atado) -Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm -Armadura superior: 2Ø12 -Armadura inferior: 2Ø12 -Estribos: 1xØ8c/30		
Comprobación	Valores	Estado
Separación máxima armadura longitudinal: <i>Código Estructural 2021</i> - Armadura superior: - Armadura inferior:	Máximo: 30 cm Calculado: 26 cm Calculado: 26 cm	 Cumple Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Referencia: C.1 [N5-N1] (Viga de atado) -Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm -Armadura superior: 2Ø12 -Armadura inferior: 2Ø12 -Estribos: 1xØ8c/30		
Comprobación	Valores	Estado
Diámetro mínimo estribos:	Mínimo: 6 mm Calculado: 8 mm	Cumple
Separación mínima entre estribos: <i>Código Estructural 2021</i>	Mínimo: 3.7 cm Calculado: 29.2 cm	Cumple
Separación mínima armadura longitudinal: <i>Código Estructural 2021</i> - Armadura superior: - Armadura inferior:	Mínimo: 3.7 cm Calculado: 26 cm Calculado: 26 cm	 Cumple Cumple
Separación máxima estribos: - Sin cortantes: <i>Código Estructural 2021</i>	Máximo: 30 cm Calculado: 30 cm	Cumple
Separación máxima armadura longitudinal: <i>Código Estructural 2021</i> - Armadura superior: - Armadura inferior:	Máximo: 30 cm Calculado: 26 cm Calculado: 26 cm	 Cumple Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Referencia: C.1 [N33-N29] (Viga de atado) -Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm -Armadura superior: 2Ø12 -Armadura inferior: 2Ø12 -Estribos: 1xØ8c/30		
Comprobación	Valores	Estado
Diámetro mínimo estribos:	Mínimo: 6 mm Calculado: 8 mm	Cumple
Separación mínima entre estribos: <i>Código Estructural 2021</i>	Mínimo: 3.7 cm Calculado: 29.2 cm	Cumple
Separación mínima armadura longitudinal: <i>Código Estructural 2021</i>	Mínimo: 3.7 cm	
- Armadura superior:	Calculado: 26 cm	Cumple
- Armadura inferior:	Calculado: 26 cm	Cumple
Separación máxima estribos: - Sin cortantes: <i>Código Estructural 2021</i>	Máximo: 30 cm Calculado: 30 cm	Cumple
Separación máxima armadura longitudinal: <i>Código Estructural 2021</i>	Máximo: 30 cm	
- Armadura superior:	Calculado: 26 cm	Cumple
- Armadura inferior:	Calculado: 26 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Referencia: C.1 [N31-N27] (Viga de atado) -Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm -Armadura superior: 2Ø12 -Armadura inferior: 2Ø12 -Estribos: 1xØ8c/30		
Comprobación	Valores	Estado
Diámetro mínimo estribos:	Mínimo: 6 mm Calculado: 8 mm	Cumple
Separación mínima entre estribos: <i>Código Estructural 2021</i>	Mínimo: 3.7 cm Calculado: 29.2 cm	Cumple
Separación mínima armadura longitudinal: <i>Código Estructural 2021</i>	Mínimo: 3.7 cm	
- Armadura superior:	Calculado: 26 cm	Cumple
- Armadura inferior:	Calculado: 26 cm	Cumple

Referencia: C.1 [N31-N27] (Viga de atado) -Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm -Armadura superior: 2Ø12 -Armadura inferior: 2Ø12 -Estribos: 1xØ8c/30		
Comprobación	Valores	Estado
Separación máxima estribos: - Sin cortantes: <i>Código Estructural 2021</i>	Máximo: 30 cm Calculado: 30 cm	Cumple
Separación máxima armadura longitudinal: <i>Código Estructural 2021</i> - Armadura superior: - Armadura inferior:	Máximo: 30 cm Calculado: 26 cm Calculado: 26 cm	Cumple Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Referencia: C.1 [N7-N3] (Viga de atado) -Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm -Armadura superior: 2Ø12 -Armadura inferior: 2Ø12 -Estribos: 1xØ8c/30		
Comprobación	Valores	Estado
Diámetro mínimo estribos:	Mínimo: 6 mm Calculado: 8 mm	Cumple
Separación mínima entre estribos: <i>Código Estructural 2021</i>	Mínimo: 3.7 cm Calculado: 29.2 cm	Cumple
Separación mínima armadura longitudinal: <i>Código Estructural 2021</i> - Armadura superior: - Armadura inferior:	Mínimo: 3.7 cm Calculado: 26 cm Calculado: 26 cm	Cumple Cumple
Separación máxima estribos: - Sin cortantes: <i>Código Estructural 2021</i>	Máximo: 30 cm Calculado: 30 cm	Cumple
Separación máxima armadura longitudinal: <i>Código Estructural 2021</i> - Armadura superior: - Armadura inferior:	Máximo: 30 cm Calculado: 26 cm Calculado: 26 cm	Cumple Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Referencia: C.1 [N15-N11] (Viga de atado)		
-Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm -Armadura superior: 2Ø12 -Armadura inferior: 2Ø12 -Estribos: 1xØ8c/30		
Comprobación	Valores	Estado
Diámetro mínimo estribos:	Mínimo: 6 mm Calculado: 8 mm	Cumple
Separación mínima entre estribos: <i>Código Estructural 2021</i>	Mínimo: 3.7 cm Calculado: 29.2 cm	Cumple
Separación mínima armadura longitudinal: <i>Código Estructural 2021</i>	Mínimo: 3.7 cm	
- Armadura superior:	Calculado: 26 cm	Cumple
- Armadura inferior:	Calculado: 26 cm	Cumple
Separación máxima estribos:		
- Sin cortantes: <i>Código Estructural 2021</i>	Máximo: 30 cm Calculado: 30 cm	Cumple
Separación máxima armadura longitudinal: <i>Código Estructural 2021</i>	Máximo: 30 cm	
- Armadura superior:	Calculado: 26 cm	Cumple
- Armadura inferior:	Calculado: 26 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Referencia: C.1 [N21-N17] (Viga de atado)		
-Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm -Armadura superior: 2Ø12 -Armadura inferior: 2Ø12 -Estribos: 1xØ8c/30		
Comprobación	Valores	Estado
Diámetro mínimo estribos:	Mínimo: 6 mm Calculado: 8 mm	Cumple
Separación mínima entre estribos: <i>Código Estructural 2021</i>	Mínimo: 3.7 cm Calculado: 29.2 cm	Cumple
Separación mínima armadura longitudinal: <i>Código Estructural 2021</i>	Mínimo: 3.7 cm	
- Armadura superior:	Calculado: 26 cm	Cumple
- Armadura inferior:	Calculado: 26 cm	Cumple

Referencia: C.1 [N21-N17] (Viga de atado) -Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm -Armadura superior: 2Ø12 -Armadura inferior: 2Ø12 -Estribos: 1xØ8c/30		
Comprobación	Valores	Estado
Separación máxima estribos: - Sin cortantes: <i>Código Estructural 2021</i>	Máximo: 30 cm Calculado: 30 cm	Cumple
Separación máxima armadura longitudinal: <i>Código Estructural 2021</i> - Armadura superior: - Armadura inferior:	Máximo: 30 cm Calculado: 26 cm Calculado: 26 cm	Cumple Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Referencia: C.1 [N23-N19] (Viga de atado) -Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm -Armadura superior: 2Ø12 -Armadura inferior: 2Ø12 -Estribos: 1xØ8c/30		
Comprobación	Valores	Estado
Diámetro mínimo estribos:	Mínimo: 6 mm Calculado: 8 mm	Cumple
Separación mínima entre estribos: <i>Código Estructural 2021</i>	Mínimo: 3.7 cm Calculado: 29.2 cm	Cumple
Separación mínima armadura longitudinal: <i>Código Estructural 2021</i> - Armadura superior: - Armadura inferior:	Mínimo: 3.7 cm Calculado: 26 cm Calculado: 26 cm	Cumple Cumple
Separación máxima estribos: - Sin cortantes: <i>Código Estructural 2021</i>	Máximo: 30 cm Calculado: 30 cm	Cumple
Separación máxima armadura longitudinal: <i>Código Estructural 2021</i> - Armadura superior: - Armadura inferior:	Máximo: 30 cm Calculado: 26 cm Calculado: 26 cm	Cumple Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Referencia: C.1 [N9-N5] (Viga de atado) -Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm -Armadura superior: 2Ø12 -Armadura inferior: 2Ø12 -Estribos: 1xØ8c/30		
Comprobación	Valores	Estado
Diámetro mínimo estribos:	Mínimo: 6 mm Calculado: 8 mm	Cumple
Separación mínima entre estribos: <i>Código Estructural 2021</i>	Mínimo: 3.7 cm Calculado: 29.2 cm	Cumple
Separación mínima armadura longitudinal: <i>Código Estructural 2021</i>	Mínimo: 3.7 cm	
- Armadura superior:	Calculado: 26 cm	Cumple
- Armadura inferior:	Calculado: 26 cm	Cumple
Separación máxima estribos: - Sin cortantes: <i>Código Estructural 2021</i>	Máximo: 30 cm Calculado: 30 cm	Cumple
Separación máxima armadura longitudinal: <i>Código Estructural 2021</i>	Máximo: 30 cm	
- Armadura superior:	Calculado: 26 cm	Cumple
- Armadura inferior:	Calculado: 26 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Referencia: C.1 [N17-N13] (Viga de atado) -Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm -Armadura superior: 2Ø12 -Armadura inferior: 2Ø12 -Estribos: 1xØ8c/30		
Comprobación	Valores	Estado
Diámetro mínimo estribos:	Mínimo: 6 mm Calculado: 8 mm	Cumple
Separación mínima entre estribos: <i>Código Estructural 2021</i>	Mínimo: 3.7 cm Calculado: 29.2 cm	Cumple
Separación mínima armadura longitudinal: <i>Código Estructural 2021</i>	Mínimo: 3.7 cm	
- Armadura superior:	Calculado: 26 cm	Cumple
- Armadura inferior:	Calculado: 26 cm	Cumple

Referencia: C.1 [N17-N13] (Viga de atado) -Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm -Armadura superior: 2Ø12 -Armadura inferior: 2Ø12 -Estribos: 1xØ8c/30		
Comprobación	Valores	Estado
Separación máxima estribos: - Sin cortantes: <i>Código Estructural 2021</i>	Máximo: 30 cm Calculado: 30 cm	Cumple
Separación máxima armadura longitudinal: <i>Código Estructural 2021</i> - Armadura superior: - Armadura inferior:	Máximo: 30 cm Calculado: 26 cm Calculado: 26 cm	Cumple Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Referencia: C.1 [N35-N31] (Viga de atado) -Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm -Armadura superior: 2Ø12 -Armadura inferior: 2Ø12 -Estribos: 1xØ8c/30		
Comprobación	Valores	Estado
Diámetro mínimo estribos:	Mínimo: 6 mm Calculado: 8 mm	Cumple
Separación mínima entre estribos: <i>Código Estructural 2021</i>	Mínimo: 3.7 cm Calculado: 29.2 cm	Cumple
Separación mínima armadura longitudinal: <i>Código Estructural 2021</i> - Armadura superior: - Armadura inferior:	Mínimo: 3.7 cm Calculado: 26 cm Calculado: 26 cm	Cumple Cumple
Separación máxima estribos: - Sin cortantes: <i>Código Estructural 2021</i>	Máximo: 30 cm Calculado: 30 cm	Cumple
Separación máxima armadura longitudinal: <i>Código Estructural 2021</i> - Armadura superior: - Armadura inferior:	Máximo: 30 cm Calculado: 26 cm Calculado: 26 cm	Cumple Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Referencia: C.1 [N25-N21] (Viga de atado) -Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm -Armadura superior: 2Ø12 -Armadura inferior: 2Ø12 -Estribos: 1xØ8c/30		
Comprobación	Valores	Estado
Diámetro mínimo estribos:	Mínimo: 6 mm Calculado: 8 mm	Cumple
Separación mínima entre estribos: <i>Código Estructural 2021</i>	Mínimo: 3.7 cm Calculado: 29.2 cm	Cumple
Separación mínima armadura longitudinal: <i>Código Estructural 2021</i>	Mínimo: 3.7 cm	
- Armadura superior:	Calculado: 26 cm	Cumple
- Armadura inferior:	Calculado: 26 cm	Cumple
Separación máxima estribos: - Sin cortantes: <i>Código Estructural 2021</i>	Máximo: 30 cm Calculado: 30 cm	Cumple
Separación máxima armadura longitudinal: <i>Código Estructural 2021</i>	Máximo: 30 cm	
- Armadura superior:	Calculado: 26 cm	Cumple
- Armadura inferior:	Calculado: 26 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Referencia: C.1 [N29-N25] (Viga de atado) -Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm -Armadura superior: 2Ø12 -Armadura inferior: 2Ø12 -Estribos: 1xØ8c/30		
Comprobación	Valores	Estado
Diámetro mínimo estribos:	Mínimo: 6 mm Calculado: 8 mm	Cumple
Separación mínima entre estribos: <i>Código Estructural 2021</i>	Mínimo: 3.7 cm Calculado: 29.2 cm	Cumple
Separación mínima armadura longitudinal: <i>Código Estructural 2021</i>	Mínimo: 3.7 cm	
- Armadura superior:	Calculado: 26 cm	Cumple
- Armadura inferior:	Calculado: 26 cm	Cumple

Referencia: C.1 [N29-N25] (Viga de atado) -Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm -Armadura superior: 2Ø12 -Armadura inferior: 2Ø12 -Estribos: 1xØ8c/30		
Comprobación	Valores	Estado
Separación máxima estribos: - Sin cortantes: <i>Código Estructural 2021</i>	Máximo: 30 cm Calculado: 30 cm	Cumple
Separación máxima armadura longitudinal: <i>Código Estructural 2021</i> - Armadura superior: - Armadura inferior:	Máximo: 30 cm Calculado: 26 cm Calculado: 26 cm	Cumple Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Referencia: C.1 [N11-N7] (Viga de atado) -Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm -Armadura superior: 2Ø12 -Armadura inferior: 2Ø12 -Estribos: 1xØ8c/30		
Comprobación	Valores	Estado
Diámetro mínimo estribos:	Mínimo: 6 mm Calculado: 8 mm	Cumple
Separación mínima entre estribos: <i>Código Estructural 2021</i>	Mínimo: 3.7 cm Calculado: 29.2 cm	Cumple
Separación mínima armadura longitudinal: <i>Código Estructural 2021</i> - Armadura superior: - Armadura inferior:	Mínimo: 3.7 cm Calculado: 26 cm Calculado: 26 cm	Cumple Cumple
Separación máxima estribos: - Sin cortantes: <i>Código Estructural 2021</i>	Máximo: 30 cm Calculado: 30 cm	Cumple
Separación máxima armadura longitudinal: <i>Código Estructural 2021</i> - Armadura superior: - Armadura inferior:	Máximo: 30 cm Calculado: 26 cm Calculado: 26 cm	Cumple Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Referencia: C.1 [N13-N9] (Viga de atado) -Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm -Armadura superior: 2Ø12 -Armadura inferior: 2Ø12 -Estribos: 1xØ8c/30		
Comprobación	Valores	Estado
Diámetro mínimo estribos:	Mínimo: 6 mm Calculado: 8 mm	Cumple
Separación mínima entre estribos: <i>Código Estructural 2021</i>	Mínimo: 3.7 cm Calculado: 29.2 cm	Cumple
Separación mínima armadura longitudinal: <i>Código Estructural 2021</i>	Mínimo: 3.7 cm	
- Armadura superior:	Calculado: 26 cm	Cumple
- Armadura inferior:	Calculado: 26 cm	Cumple
Separación máxima estribos: - Sin cortantes: <i>Código Estructural 2021</i>	Máximo: 30 cm Calculado: 30 cm	Cumple
Separación máxima armadura longitudinal: <i>Código Estructural 2021</i>	Máximo: 30 cm	
- Armadura superior:	Calculado: 26 cm	Cumple
- Armadura inferior:	Calculado: 26 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Referencia: C.1 [N27-N23] (Viga de atado) -Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm -Armadura superior: 2Ø12 -Armadura inferior: 2Ø12 -Estribos: 1xØ8c/30		
Comprobación	Valores	Estado
Diámetro mínimo estribos:	Mínimo: 6 mm Calculado: 8 mm	Cumple
Separación mínima entre estribos: <i>Código Estructural 2021</i>	Mínimo: 3.7 cm Calculado: 29.2 cm	Cumple
Separación mínima armadura longitudinal: <i>Código Estructural 2021</i>	Mínimo: 3.7 cm	
- Armadura superior:	Calculado: 26 cm	Cumple
- Armadura inferior:	Calculado: 26 cm	Cumple

Referencia: C.1 [N27-N23] (Viga de atado) -Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm -Armadura superior: 2Ø12 -Armadura inferior: 2Ø12 -Estribos: 1xØ8c/30		
Comprobación	Valores	Estado
Separación máxima estribos: - Sin cortantes: <i>Código Estructural 2021</i>	Máximo: 30 cm Calculado: 30 cm	Cumple
Separación máxima armadura longitudinal: <i>Código Estructural 2021</i> - Armadura superior: - Armadura inferior:	Máximo: 30 cm Calculado: 26 cm Calculado: 26 cm	Cumple Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Referencia: C.1 [N39-N35] (Viga de atado) -Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm -Armadura superior: 2Ø12 -Armadura inferior: 2Ø12 -Estribos: 1xØ8c/30		
Comprobación	Valores	Estado
Diámetro mínimo estribos:	Mínimo: 6 mm Calculado: 8 mm	Cumple
Separación mínima entre estribos: <i>Código Estructural 2021</i>	Mínimo: 3.7 cm Calculado: 29.2 cm	Cumple
Separación mínima armadura longitudinal: <i>Código Estructural 2021</i> - Armadura superior: - Armadura inferior:	Mínimo: 3.7 cm Calculado: 26 cm Calculado: 26 cm	Cumple Cumple
Separación máxima estribos: - Sin cortantes: <i>Código Estructural 2021</i>	Máximo: 30 cm Calculado: 30 cm	Cumple
Separación máxima armadura longitudinal: <i>Código Estructural 2021</i> - Armadura superior: - Armadura inferior:	Máximo: 30 cm Calculado: 26 cm Calculado: 26 cm	Cumple Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Referencia: C.1 [N40-N1] (Viga de atado) -Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm -Armadura superior: 2Ø12 -Armadura inferior: 2Ø12 -Estribos: 1xØ8c/30		
Comprobación	Valores	Estado
Diámetro mínimo estribos:	Mínimo: 6 mm Calculado: 8 mm	Cumple
Separación mínima entre estribos: <i>Código Estructural 2021</i>	Mínimo: 3.7 cm Calculado: 29.2 cm	Cumple
Separación mínima armadura longitudinal: <i>Código Estructural 2021</i>	Mínimo: 3.7 cm	
- Armadura superior:	Calculado: 26 cm	Cumple
- Armadura inferior:	Calculado: 26 cm	Cumple
Separación máxima estribos: - Sin cortantes: <i>Código Estructural 2021</i>	Máximo: 30 cm Calculado: 30 cm	Cumple
Separación máxima armadura longitudinal: <i>Código Estructural 2021</i>	Máximo: 30 cm	
- Armadura superior:	Calculado: 26 cm	Cumple
- Armadura inferior:	Calculado: 26 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Referencia: C.1 [N39-N33] (Viga de atado) -Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm -Armadura superior: 2Ø12 -Armadura inferior: 2Ø12 -Estribos: 1xØ8c/30		
Comprobación	Valores	Estado
Diámetro mínimo estribos:	Mínimo: 6 mm Calculado: 8 mm	Cumple
Separación mínima entre estribos: <i>Código Estructural 2021</i>	Mínimo: 3.7 cm Calculado: 29.2 cm	Cumple
Separación mínima armadura longitudinal: <i>Código Estructural 2021</i>	Mínimo: 3.7 cm	
- Armadura superior:	Calculado: 26 cm	Cumple
- Armadura inferior:	Calculado: 26 cm	Cumple

Referencia: C.1 [N39-N33] (Viga de atado) -Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm -Armadura superior: 2Ø12 -Armadura inferior: 2Ø12 -Estribos: 1xØ8c/30		
Comprobación	Valores	Estado
Separación máxima estribos: - Sin cortantes: <i>Código Estructural 2021</i>	Máximo: 30 cm Calculado: 30 cm	Cumple
Separación máxima armadura longitudinal: <i>Código Estructural 2021</i> - Armadura superior: - Armadura inferior:	Máximo: 30 cm Calculado: 26 cm Calculado: 26 cm	Cumple Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Referencia: C.1 [N40-N3] (Viga de atado) -Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm -Armadura superior: 2Ø12 -Armadura inferior: 2Ø12 -Estribos: 1xØ8c/30		
Comprobación	Valores	Estado
Diámetro mínimo estribos:	Mínimo: 6 mm Calculado: 8 mm	Cumple
Separación mínima entre estribos: <i>Código Estructural 2021</i>	Mínimo: 3.7 cm Calculado: 29.2 cm	Cumple
Separación mínima armadura longitudinal: <i>Código Estructural 2021</i> - Armadura superior: - Armadura inferior:	Mínimo: 3.7 cm Calculado: 26 cm Calculado: 26 cm	Cumple Cumple
Separación máxima estribos: - Sin cortantes: <i>Código Estructural 2021</i>	Máximo: 30 cm Calculado: 30 cm	Cumple
Separación máxima armadura longitudinal: <i>Código Estructural 2021</i> - Armadura superior: - Armadura inferior:	Máximo: 30 cm Calculado: 26 cm Calculado: 26 cm	Cumple Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

ANEJO 6. FIRME

1. INTRODUCCIÓN

El firme es una parte muy importante de una estación de autobuses ya que por él circulará un tráfico constante y casi exclusivo de vehículos pesados.

El firme debe soportar los esfuerzos verticales debidos al peso de los autobuses y las acciones horizontales producidas por aceleraciones y frenados. Al tratarse de un espacio donde la velocidad de circulación será muy baja y se realizarán maniobras, las acciones horizontales cobran más importancia que en las carreteras.

El presente Anejo detalla el tipo de firme escogido para la construcción de la nueva estación de autobuses de Lekeitio.

2. NORMATIVA

La elección de la sección del firme se ha realizado siguiendo la Instrucción 6.1 IC de Secciones de Firmes aprobada por la Orden FOM/3460/2003.

3. ELECCIÓN DEL FIRME

3.1. CONDICIONANTES

Las Normas Urbanísticas clasifican las vías rodadas en 3 grupos:

- Red Primaria: Incluye el Sistema General de Comunicaciones.
- Red Secundaria: Incluye las vías de enlace entre diversas partes de la ciudad.
- Red Terciaria: Incluye las vías interiores de las distintas zonas.

Para cada red de vías se fija el tipo de tráfico a considerar para su dimensionamiento:

- Red Primaria: Tráfico pesado.
- Red Secundaria: Tráfico semipesado.
- Red Terciaria: Tráfico ligero.

La estación de autobuses entra dentro de la red terciaria, sin embargo, se considerará un tráfico pesado por tratarse de un firme sobre el que se moverán vehículos pesados.

Según las Normas Urbanísticas la pendiente no podrá superar el 12%.

3.2. CATEGORÍA DE TRÁFICO

En la actualidad Lekeitio cuenta con 8 líneas regulares de autobús lo que supone un paso de 169 autobuses diarios. El cálculo se ha realizado teniendo en cuenta las frecuencias de los autobuses.

Se puede considerar este valor como la Intensidad Media Diaria de vehículos pesados:

$$\text{IMDp} = 169 \text{ veh/día}$$

La Instrucción de Carreteras considera ese tráfico de vehículos pesados como categoría de tráfico T31 tal y como muestra la siguiente tabla:

TABLA 1.A. CATEGORÍAS DE TRÁFICO PESADO T00 A T2				
CATEGORÍA DE TRÁFICO PESADO	T00	T0	T1	T2
IMDp (vehículos pesados/día)	$\geq 4\,000$	$< 4\,000$ $\geq 2\,000$	$< 2\,000$ ≥ 800	< 800 ≥ 200

TABLA 1.B. CATEGORÍAS DE TRÁFICO PESADO T3 Y T4				
CATEGORÍA DE TRÁFICO PESADO	T31	T32	T41	T42
IMDp (vehículos pesados/día)	< 200 ≥ 100	< 100 ≥ 50	< 50 ≥ 25	< 25

Figura 81. Tablas de categoría de tráfico. Fuente: 6.1 IC

La Instrucción 6.1 IC recomienda adoptar la categoría de tráfico inmediatamente superior en tramos de pendiente superior al 5%, sobre todo para valores de IMDp próximos al límite superior de la categoría. Dado que en este proyecto no se supera la pendiente del 5% la categoría de tráfico se mantendrá como T31.

3.3. EXPLANADA

Se formará una explanada de categoría E2.

CATEGORÍA DE EXPLANADA	E1	E2	E3
Deflexión patrón (10^{-2} mm)	≤ 250	≤ 200	≤ 125

Figura 82. Deflexión patrón máxima. Fuente: 6.1 IC

La siguiente tabla muestra los tipos de suelos posibles para formar la explanada en función de la categoría de explanada y el suelo subyacente:

TIPOS DE SUELOS DE LA EXPLANADA (DESMONTES) O DE LA OBRA DE TIERRA SUBYACENTE (TERRAPLENES, PEDRAPLENES O RELLENOS TODO-JUNO)					
CATEGORÍA DE EXPLANADA	SUELOS INADECUADOS Y MARGINALES (IN)	SUELOS TOLERABLES (0)	SUELOS ADECUADOS (1)	SUELOS SELECCIONADOS (2) y (3)	ROCA (R)
E1 $E_{2v} \geq 60 \text{ MPa}$	1: 100, IN, S-EST1 30, 1: 50, IN, 2: 35, IN IN, S-EST1 30, 0: 60, IN, 2: 35, IN IN, S-EST1 30, 30, IN, 0: 70, IN	1: 6C, 0: 2C, S-EST 2C, 0 2: 7E, 0: 3E, S-EST1 25, S-EST2 25, 0	min 100 1	min 100 2 min 100 3	
E2 $E_{2v} \geq 120 \text{ MPa}$	2: 100, IN, S-EST2 30, 3: 40, IN, 1: 60, IN IN, S-EST2 30, 0: 70, IN, 3: 40, IN S-EST2 30, S-EST1 50, S-EST1 50, IN, 0: 80, IN	2: 7E, 0: 3E, S-EST1 25, S-EST2 25, 0 2: 4C, 0: 3C, S-EST1 25, S-EST2 25, 0 1: 8C, 0	<div style="border: 2px solid red; padding: 2px;"> 55 2 1 S-EST2 25 1 3 35 1 </div>	min 100 2 min 100 3	
E3 $E_{2v} \geq 900 \text{ MPa}$	S-EST3 30, S-EST1 50, S-EST1 50, IN, S-EST3 30, S-EST3 30, IN, 2: 50, IN, 1: 73, IN	S-EST3 30, 2: 3C, S-EST3 30, 0: 2C, 0: 1C, 0: 50, 0	S-EST3 30, 1: 50, 0	S-EST3 30 1 S-EST3 30 2 S-EST3 25 3	HM-20 R

IN Suelo inadecuado o marginal (Art. 330 del PG-3)
 0 Suelo tolerable (Art. 330 del PG-3)
 1 Suelo adecuado (Art. 330 del PG-3)
 2 Suelo seleccionado (Art. 330 del PG-3)
 3 Suelo seleccionado (Art. 330 del PG-3)

S-EST 1 Suelo estabilizado in situ (Art. 512 del PG-3)
 S-EST 2 Suelo estabilizado in situ (Art. 512 del PG-3)
 S-EST 3 Suelo estabilizado in situ (Art. 512 del PG-3)
 HM-20 Hormigón

tipo de material: 30 espesor mínimo en cm. 2 Suelo de expansión de la tierra subyacente.

Figura 83. Formación de la explanada. Fuente: Norma 6.1-IC

Las opciones de explanada son 55cm de suelo seleccionado tipo 2, 35cm de suelo seleccionado de tipo 3 o 25cm de suelo estabilizado tipo 2.

La alternativa seleccionada según criterio económico son los 55cm de suelo seleccionado tipo 2 sobre el relleno.

3.4. SECCIÓN DE FIRME

Los espesores de las diferentes capas que forman el firme se obtienen de la siguiente figura:

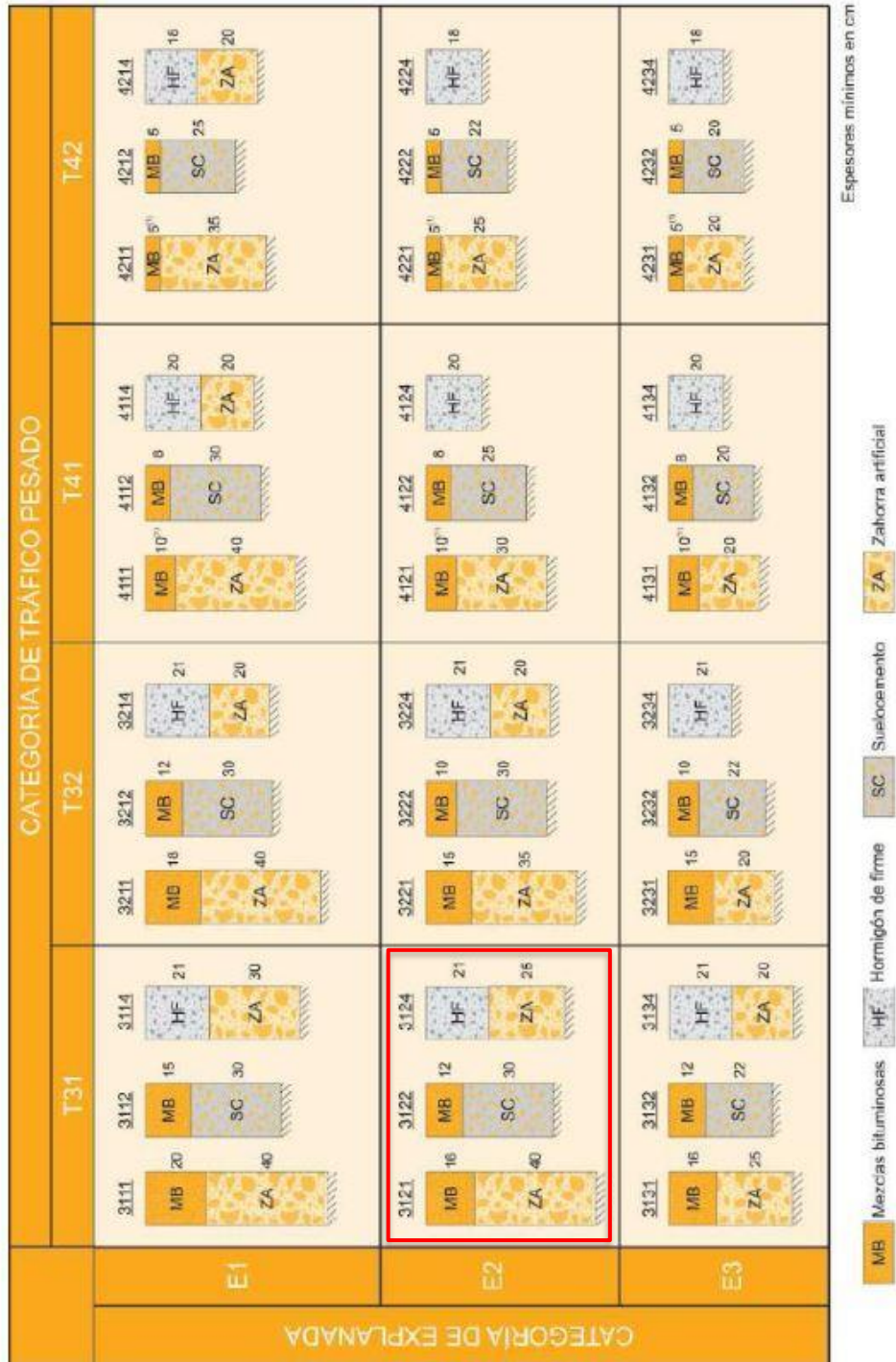


Figura 84. Catálogo de secciones de firme para las categorías de tráfico pesado.

Fuente: Norma 6.1-IC

De entre las distintas alternativas de la tabla para la categoría de tráfico T31 y tipo se explanada E2 se ha seleccionado la opción 3122 según criterio económico.

La alternativa 3122 está formada por una capa de 30cm de suelocemento que irá sobre la explanada. Sobre esta capa se colocarán 12cm de mezcla bituminosa.

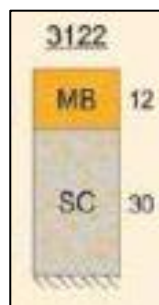


Figura 85. Sección de firme seleccionado.

4. FIRME ELEGIDO

Considerando lo anteriormente mencionado las capas del firme se han seleccionado de las siguientes tablas siguiendo la Norma 6.1-IC.

TIPO DE CAPA	TIPO DE MEZCLA (*)	CATEGORÍA DE TRÁFICO PESADO		
		T00 a T1	T2 y T31	T32 y T4 (T41 y T42)
Rodadura	PA	4		
	M	3	2-3	
	F		2-3	
	D y S		6-5	5
Intermedia	D y S	5-10 ^(**)		
Base	S y G	7-15		
	MAM	7-13		

Tabla 1.Espesor de capas de mezcla

TIPO DE CAPA	ESPESOR (cm)	TIPO DE MEZCLA	
		Denominación UNE-EN 13108-1(*)	Denominación anterior
RODADURA	4 – 5	AC16 surf D AC16 surf S	D12 S12
	> 5	AC22 surf D AC22 surf S	D20 S20
INTERMEDIA	5-10	AC22 bin D AC22 bin S AC32 bin S AC 22 bin S MAM (**)	D20 S20 S25 MAM(**)
BASE	7-15	AC32 base S AC22 base G AC32 base G AC 22 base S MAM (***)	S25 G20 G25 MAM(***)
ARCENES(****)	46	AC16 surf D	D12

Tabla 2. Espesor de capas de mezcla.

Como resultado la explanada de tipo E2 y categoría de tráfico T31 estará formada por 55cm de suelo seleccionado tipo 2, sobre los que se apoyan 30 cm de suelocemento y 12cm de mezcla bituminosa.

Los 12cm de mezcla bituminosa son ocupados por 4cm de PA-11 formando la capa de rodadura y 8cm de AC22 base G formando la base.

Para capa de rodadura se ha seleccionado el PA-11 por ser esta una mezcla drenante. La estación se sitúa en una zona lluviosa según la Norma 6.1.-IC como se observa en la siguiente figura extraída de dicho documento.

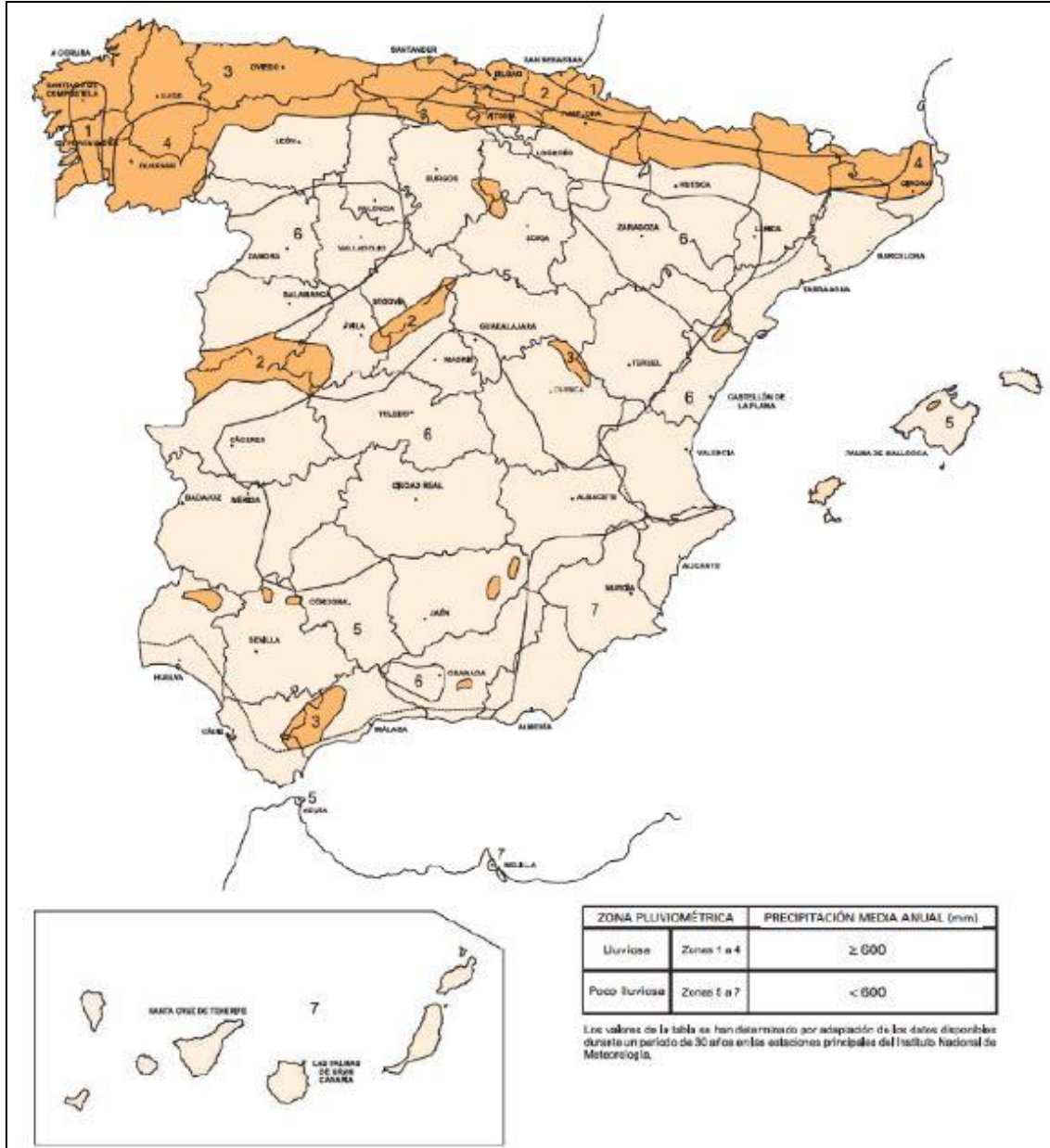


Figura 86. Zonas pluviométricas

Para la selección del firme se ha tenido en cuenta el criterio económico y los riegos necesarios dependiendo de los materiales a colocar. Los riegos incluidos son:

- Riego de adherencia entre la capa de rodadura y la base del paquete de firmes.
- Riego de adherencia y curado entre la capa de suelocemento y la mezcla bituminosa

- Riego de curado entre la capa de suelo seleccionado perteneciente a la explanada y la capa de suelocemento.

A continuación, se incluye un esquema de la sección final de firme:

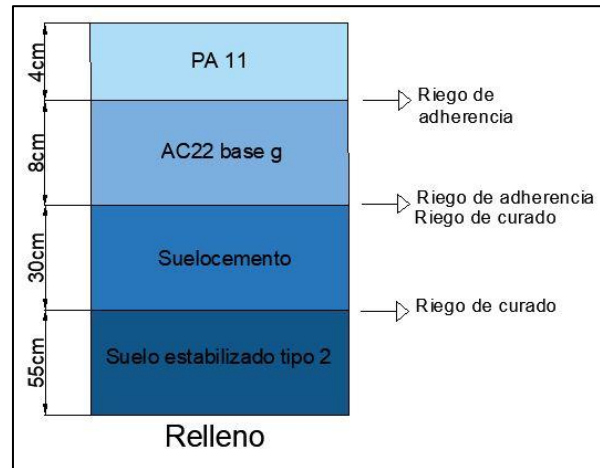


Figura 87. Sección de firme

ANEJO 7. SUMINISTRO DE AGUA

1. INTRODUCCIÓN

El presente anejo describe la instalación de suministro de agua que se colocará en la estación de autobuses. La instalación proporcionará agua a los puntos de consumo que se encuentran únicamente en el interior del edificio de viajeros.

El objeto de este anejo técnico es especificar todos y cada uno de los elementos que componen la instalación de suministro de agua, así como justificar, mediante los correspondientes cálculos, el cumplimiento de la normativa.

2. NORMATIVA

La instalación se ha dimensionado cumpliendo con lo establecido en:

- CTE DB HS4: "Suministro de agua"

Además, se ha impuesto un nivel medio de confort para realizar el dimensionamiento y los cálculos, lo que impone unas condiciones específicas de presión y velocidad.

3. DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN

La instalación da servicio a 15 puntos de consumo repartidos entre la cocina y los dos aseos de los cuales solo 3 requieren de agua caliente.

La bomba de calor para agua caliente sanitaria se situará en la cocina puesto que se trata del cuarto húmedo que la requiere. Los aseos consumirán exclusivamente agua fría.

3.1. ACOMETIDA

Circuito más desfavorable

Instalación de acometida enterrada para abastecimiento de agua de 1,95 m de longitud, que une la red general de distribución de agua potable de la empresa suministradora con la instalación general del edificio, continua en todo su recorrido sin uniones o empalmes intermedios no registrables, formada por tubo de polietileno PE 100, de 32 mm de diámetro exterior, PN=10 atm y 2 mm de espesor, colocada sobre lecho de arena de 15 cm de espesor, en el fondo de la zanja previamente excavada; collarín de toma en carga colocado sobre la red general de distribución que sirve de enlace entre la acometida y la red; llave de corte de esfera de 1" de diámetro con mando de cuadradillo colocada mediante unión roscada, situada junto a

la edificación, fuera de los límites de la propiedad, alojada en arqueta prefabricada de polipropileno de 30x30x30 cm, colocada sobre solera de hormigón en masa HM-20/P/20/I de 15 cm de espesor.

3.2. TUBOS DE ALIMENTACIÓN

Circuito más desfavorable

Instalación de alimentación de agua potable de 2,21 m de longitud, enterrada, formada por tubo de acero galvanizado estirado sin soldadura, de 1" DN 25 mm de diámetro, colocado sobre lecho de arena de 10 cm de espesor, en el fondo de la zanja previamente excavada, debidamente compactada y nivelada con pisón vibrante de guiado manual, relleno lateral compactando hasta los riñones y posterior relleno con la misma arena hasta 10 cm por encima de la generatriz superior de la tubería.

3.3. INSTALACIONES PARTICULARES

Circuito más desfavorable

Tubería para instalación interior, colocada superficialmente y fijada al paramento, formada por tubo de polietileno reticulado (PE-X), para los siguientes diámetros: 20 mm (7.29 m), 25 mm (32.57 m).

3.4. PRODUCCIÓN DE A.C.S.

Calentador instantáneo a gas natural para servicio de A.C.S., mural vertical para uso interior, cámara de combustión estanca y tiro forzado, control termostático de temperatura. Caudal de A.C.S de 1.9 a 24 l/min y potencia de 6 a 42 kW.

4. CÁLCULOS

4.1. BASES DE CÁLCULO

4.1.1. REDES DE DISTRIBUCIÓN

4.1.1.1. CONDICIONES MÍNIMAS DE SUMINISTRO

Condiciones mínimas de suministro a garantizar en cada punto de consumo			
Tipo de aparato	Q _{min} AF (m ³ /h)	Q _{min} A.C.S. (m ³ /h)	P _{min} (m.c.a.)
Inodoro con cisterna	0.36	-	10
Urinario con grifo temporizado	0.54	-	15
Lavabo con grifo temporizado (agua fría)	0.90	-	15
Fregadero industrial	1.08	0.720	10
Lavavajillas industrial	0.90	0.720	10
Abreviaturas utilizadas			
Q _{min} AF	Caudal instantáneo mínimo de agua fría	P _{min}	Presión mínima
Q _{min} A.C.S.	Caudal instantáneo mínimo de A.C.S.		

Tabla 3. Condiciones mínimas de suministro

La presión en cualquier punto de consumo no es superior a 40 m.c.a.

La temperatura de A.C.S. en los puntos de consumo debe estar comprendida entre 50°C y 65°C. excepto en las instalaciones ubicadas en edificios dedicados a uso exclusivo de vivienda siempre que éstas no afecten al ambiente exterior de dichos edificios.

4.1.1.2. TRAMOS

El cálculo se ha realizado con un primer dimensionado seleccionando el tramo más desfavorable de la misma y obteniéndose unos diámetros previos que posteriormente se han comprobado en función de la pérdida de carga obtenida con los mismos, a partir de la siguiente formulación:

Factor de fricción:

$$\lambda = 0,25 \left[\log \left(\frac{\varepsilon}{3,7 \cdot D} + \frac{5,74}{Re^{0,9}} \right) \right]^{-2}$$

Siendo:

- e: Rugosidad absoluta
- D: Diámetro [mm]
- Re: Número de Reynolds

Pérdidas de carga:

$$J = f(Re, \varepsilon_r) \cdot \frac{L \cdot v^2}{D \cdot 2g}$$

Siendo:

- Re: Número de Reynolds
- ε_r : Rugosidad relativa
- L: Longitud [m]
- D: Diámetro
- v: Velocidad [m/s]
- g: Aceleración de la gravedad [m/s²]

Este dimensionado se ha realizado teniendo en cuenta las peculiaridades de la instalación y los diámetros obtenidos son los mínimos que hacen compatibles el buen funcionamiento y la economía de la misma.

El dimensionado de la red se ha realizado a partir del dimensionado de cada tramo, y para ello se ha partido del circuito más desfavorable que es el que cuenta con la mayor pérdida de presión debida tanto al rozamiento como a su altura geométrica.

El dimensionado de los tramos se ha realizado de acuerdo al procedimiento siguiente:

- El caudal máximo de cada tramo es igual a la suma de los caudales de los puntos de consumo alimentados por el mismo de acuerdo con la tabla que figura en el apartado 'Condiciones mínimas de suministro'.
- Establecimiento de los coeficientes de simultaneidad de cada tramo de acuerdo con el criterio seleccionado (UNE 149201)

Montantes e instalación interior:

$$Q_c = 0,698 \times (Q_r)^{0,5} - 0,12 \text{ (l/s)}$$

Siendo:

- Qc: Caudal simultáneo

- Q_t : Caudal bruto

Determinación del caudal de cálculo en cada tramo como producto del caudal máximo por el coeficiente de simultaneidad correspondiente.

Elección de una velocidad de cálculo comprendida dentro de los intervalos siguientes:

- Tuberías metálicas: entre 0.50 y 2.00 m/s.
- Tuberías termoplásticas y multicapas: entre 0.50 y 3.50 m/s.

La obtención del diámetro correspondiente a cada tramo en función del caudal y de la velocidad.

4.1.1.3. COMPROBACIÓN DE LA PRESIÓN

Se ha comprobado que la presión disponible en el punto de consumo más desfavorable supera los valores mínimos indicados en el apartado 'Condiciones mínimas de suministro' y que en todos los puntos de consumo no se supera el valor máximo indicado en el mismo apartado, de acuerdo con lo siguiente:

- Se ha determinado la pérdida de presión del circuito sumando las pérdidas de presión total de cada tramo. Las pérdidas de carga localizadas se estiman en un 20% al 30% de la producida sobre la longitud real del tramo y se evalúan los elementos de la instalación donde es conocida la pérdida de carga localizada sin necesidad de estimarla.
- Se ha comprobado la suficiencia de la presión disponible: una vez obtenidos los valores de las pérdidas de presión del circuito, se ha comprobado si son sensiblemente iguales a la presión disponible que queda después de descontar a la presión total, la altura geométrica y la residual del punto de consumo más desfavorable.

4.1.2. DERIVACIONES A CUARTOS HÚMEDOS Y RAMALES DE ENLACE

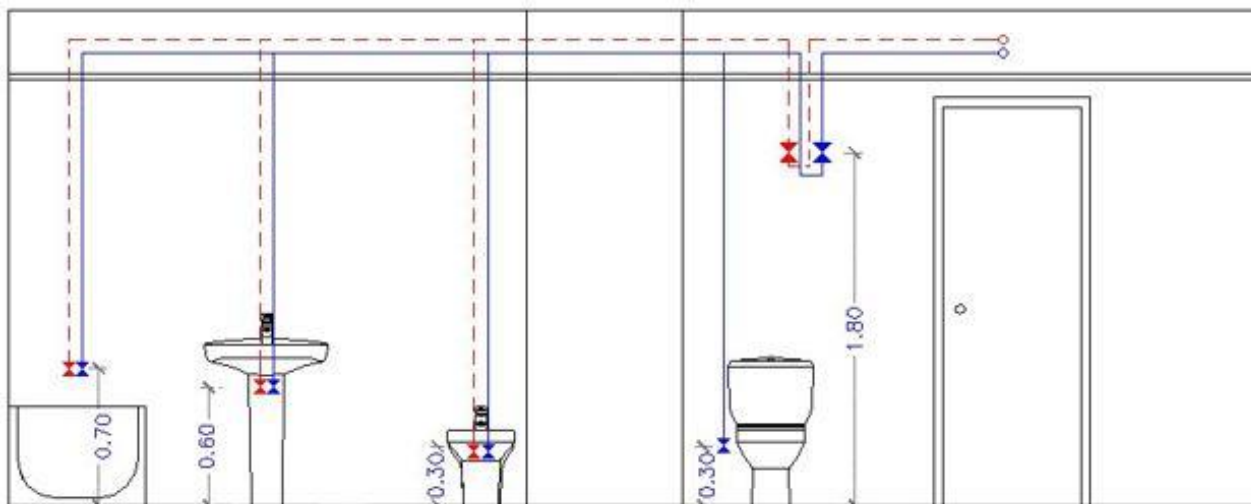


Figura 88. Derivaciones a cuartos húmedos y ramales de enlace

Los ramales de enlace a los aparatos domésticos se han dimensionado conforme a lo que se establece en la siguiente tabla. En el resto, se han tenido en cuenta los criterios de suministro dados por las características de cada aparato y han sido dimensionados en consecuencia.

Diámetros mínimos de derivaciones a los aparatos		
Aparato o punto de consumo	Diámetro nominal del ramal de enlace	
	Tubo de acero (")	Tubo de cobre o plástico (mm)
Fregadero industrial	---	20
Lavavajillas industrial	---	20
Lavabo con grifo temporizado (agua fría)	---	16
Inodoro con cisterna	---	16

Tabla 4. Diámetros mínimos de derivación

Los diámetros de los diferentes tramos de la red de suministro se han dimensionado conforme al procedimiento establecido en el apartado 'Tramos', adoptándose como mínimo los siguientes valores:

Diámetros mínimos de alimentación		
Tramo considerado	Diámetro nominal del tubo de alimentación	
	Acero (")	Cobre o plástico (mm)
Alimentación a cuarto húmedo privado: baño, aseo, cocina.	3/4	20

Diámetros mínimos de alimentación		
Tramo considerado	Diámetro nominal del tubo de alimentación	
	Acero (")	Cobre o plástico (mm)
Alimentación a derivación particular: vivienda, apartamento, local comercial	3/4	20
Columna (montante o descendente)	3/4	20
Distribuidor principal	1	25

Tabla 5. Diámetros mínimos de alimentación

4.1.3. REDES DE A.C.S.

4.1.3.1. Redes de impulsión

Para las redes de impulsión o ida de A.C.S. se ha seguido el mismo método de cálculo que para redes de agua fría.

4.1.3.2. Redes de retorno

Para determinar el caudal que circulará por el circuito de retorno, se ha estimado que, en el grifo más alejado, la pérdida de temperatura será como máximo de 3°C desde la salida del acumulador o intercambiador en su caso.

En cualquier caso, no se recircularán menos de 250 l/h en cada columna, si la instalación responde a este esquema, para poder efectuar un adecuado equilibrado hidráulico.

El caudal de retorno se estima según reglas empíricas de la siguiente forma:

- se considera que recircula el 10% del agua de alimentación, como mínimo. De cualquier forma, se considera que el diámetro interior mínimo de la tubería de retorno es de 16mm.
- los diámetros en función del caudal recirculado se indican en la siguiente tabla:

Relación entre diámetro de tubería y caudal recirculado de A.C.S.	
Diámetro de la tubería (pulgadas)	Caudal recirculado (l/h)
1/2	140
3/4	300
1	600
1 ^{1/4}	1100
1 ^{1/2}	1800
2	3300

Tabla 6. Relación diámetro-caudal recirculado

4.1.3.3. Aislamiento térmico.

El espesor del aislamiento de las conducciones, tanto en la ida como en el retorno, se ha dimensionado de acuerdo a lo indicado en el 'Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE)' y sus 'Instrucciones Técnicas complementarias (ITE)'.

4.1.3.4. Dilatadores.

Para los materiales metálicos se ha aplicado lo especificado en la norma UNE 100 156:1989 y para los materiales termoplásticos lo indicado en la norma UNE ENV 12 108:2002.

En todo tramo recto sin conexiones intermedias con una longitud superior a 25 m se deben adoptar las medidas oportunas para evitar posibles tensiones excesivas de la tubería, motivadas por las contracciones y dilataciones producidas por las variaciones de temperatura. El mejor punto para colocarlos se encuentra equidistante de las derivaciones más próximas en los montantes.

4.1.4. EQUIPOS, ELEMENTOS Y DISPOSITIVOS DE LA INSTALACIÓN.

4.1.4.1. Contadores

El calibre nominal de los distintos tipos de contadores se adecuará, tanto en agua fría como caliente, a los caudales nominales y máximos de la instalación.

4.2. DIMENSIONADO

4.2.1. ACOMETIDAS

Tubo de polietileno PE 100, PN=10 atm, según UNE-EN 12201-2

Cálculo hidráulico de las acometidas												
Tramo	L _r (m)	L _t (m)	Q _b (l/s)	K	Q (l/s)	h (m.c.a.)	D _{int} (mm)	D _{com} (mm)	v (m/s)	J (m.c.a.)	P _{ent} (m.c.a.)	P _{sal} (m.c.a.)
1-2	1.95	2.34	2.95	0.37	1.08	0.30	28.00	32.00	1.75	0.30	29.50	28.90
Abreviaturas utilizadas												
L _r	Longitud medida sobre planos						D _{int}	Diámetro interior				
L _t	Longitud total de cálculo (L _r + L _{eq})						D _{com}	Diámetro comercial				
Q _b	Caudal bruto						v	Velocidad				
K	Coeficiente de simultaneidad						J	Pérdida de carga del tramo				
Q	Caudal, aplicada simultaneidad (Q _b x K)						P _{ent}	Presión de entrada				
h	Desnivel						P _{sal}	Presión de salida				

4.2.2. TUBOS DE ALIMENTACIÓN

Tubo de acero galvanizado según UNE 19048

Cálculo hidráulico de los tubos de alimentación												
Tramo	L_r (m)	L_t (m)	Q_b (l/s)	K	Q (l/s)	h (m.c.a.)	D_{int} (mm)	D_{com} (mm)	v (m/s)	J (m.c.a.)	P_{ent} (m.c.a.)	P_{sal} (m.c.a.)
2-3	2.21	2.65	2.95	0.37	1.08	-0.30	27.30	25.00	1.84	0.41	24.90	24.29
Abreviaturas utilizadas												
L_r	Longitud medida sobre planos						D_{int}	Diámetro interior				
L_t	Longitud total de cálculo ($L_r + L_{eq}$)						D_{com}	Diámetro comercial				
Q_b	Caudal bruto						v	Velocidad				
K	Coeficiente de simultaneidad						J	Pérdida de carga del tramo				
Q	Caudal, aplicada simultaneidad ($Q_b \times K$)						P_{ent}	Presión de entrada				
h	Desnivel						P_{sal}	Presión de salida				

4.2.3. INSTALACIONES PARTICULARES

4.2.3.1. Instalaciones particulares

Tubo de polietileno reticulado (PE-Xa), serie 5, PN=6 atm, según UNE-EN ISO 15875-2

Cálculo hidráulico de las instalaciones particulares													
Tramo	T_{tub}	L_r (m)	L_t (m)	Q_b (l/s)	K	Q (l/s)	h (m.c.a.)	D_{int} (mm)	D_{com} (mm)	v (m/s)	J (m.c.a.)	P_{ent} (m.c.a.)	P_{sal} (m.c.a.)
3-4	Instalación interior (F)	32.57	39.08	0.85	0.62	0.52	0.00	20.40	25.00	1.60	6.41	24.29	17.87
4-5	Instalación interior (F)	1.78	2.13	0.60	0.70	0.42	1.30	16.20	20.00	2.04	0.73	17.87	15.84
5-6	Instalación interior (C)	1.53	1.84	0.60	0.70	0.42	-1.30	16.20	20.00	2.04	0.63	14.84	15.01
6-7	Cuarto húmedo (C)	2.47	2.97	0.60	0.70	0.42	0.00	16.20	20.00	2.04	1.02	15.01	14.00
7-8	Cuarto húmedo (C)	0.40	0.48	0.40	0.80	0.32	0.00	16.20	20.00	1.56	0.10	14.00	13.90
8-9	Puntal (C)	1.10	1.32	0.20	1.00	0.20	0.60	16.20	20.00	0.97	0.12	13.90	13.18
Abreviaturas utilizadas													
T_{tub}	Tipo de tubería: F (Agua fría), C (Agua caliente)						D_{int}	Diámetro interior					
L_r	Longitud medida sobre planos						D_{com}	Diámetro comercial					
L_t	Longitud total de cálculo ($L_r + L_{eq}$)						v	Velocidad					
Q_b	Caudal bruto						J	Pérdida de carga del tramo					
K	Coeficiente de simultaneidad						P_{ent}	Presión de entrada					
Q	Caudal, aplicada simultaneidad ($Q_b \times K$)						P_{sal}	Presión de salida					
h	Desnivel												
Instalación interior: Llave de abonado (Llave de abonado)													
Punto de consumo con mayor caída de presión (Fnd): Fregadero industrial													

4.2.3.2. Producción de A.C.S.

Cálculo hidráulico de los equipos de producción de A.C.S.		
Referencia	Descripción	Q _{cal} (l/s)
Llave de abonado	Calentador instantáneo a gas N, para el servicio de A.C.S..	0.42
Abreviaturas utilizadas		
Q _{cal}	Caudal de cálculo	

4.2.4. AISLAMIENTO TÉRMICO

Aislamiento térmico de tuberías en instalación interior de A.C.S., colocada superficialmente, para la distribución de fluidos calientes (de +60°C a +100°C), formado por coquilla de espuma elastomérica, de 23 mm de diámetro interior y 25 mm de espesor.

Aislamiento térmico de tuberías en instalación interior de A.C.S., empotrada en la pared, para la distribución de fluidos calientes (de +40°C a +60°C), formado por coquilla de espuma elastomérica, con un elevado factor de resistencia a la difusión del vapor de agua, de 23,0 mm de diámetro interior y 10,0 mm de espesor.

4.3. REPRESENTACIÓN 3D DE LA INSTALACIÓN

A continuación de adjuntan representaciones 3D de la ser de abastecimiento obtenidas a través del programa CYPECAD MEP.

En las imágenes también aparece la red de saneamiento.

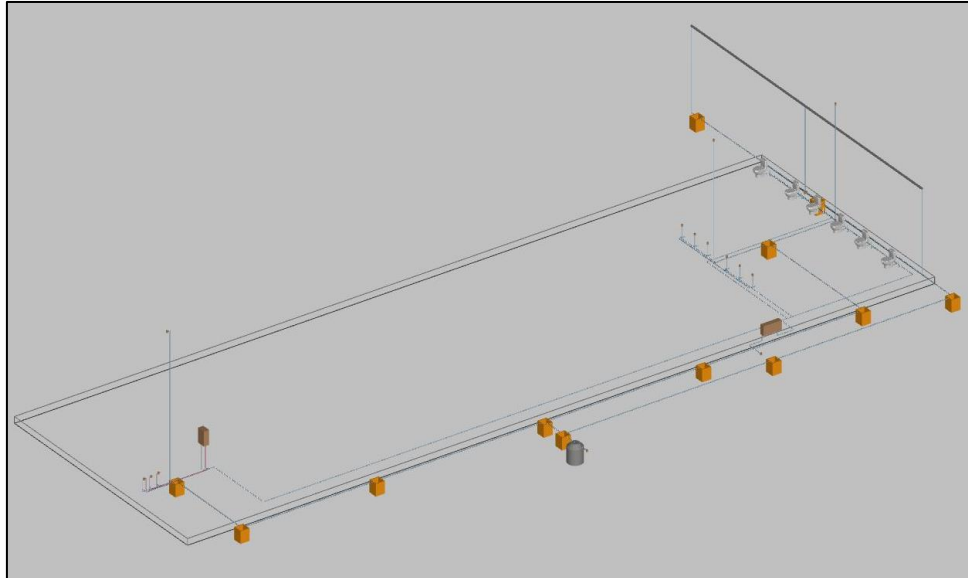


Figura 89. Representación 3D de la red de abastecimiento.

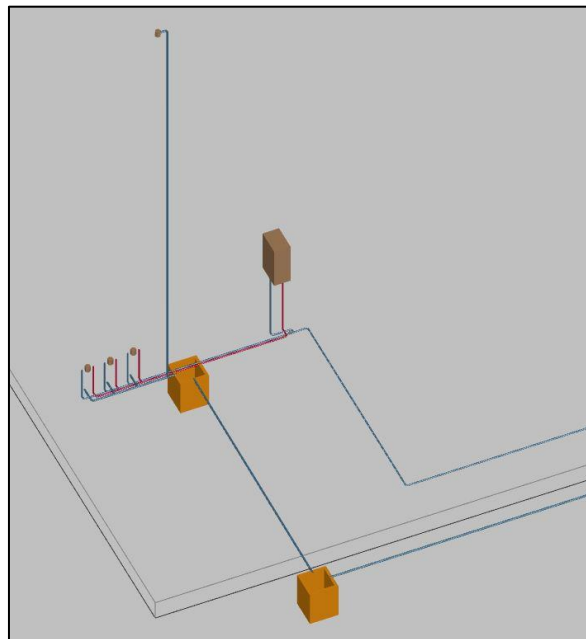


Figura 90. Representación 3D red de abastecimiento en la zona de cocina.

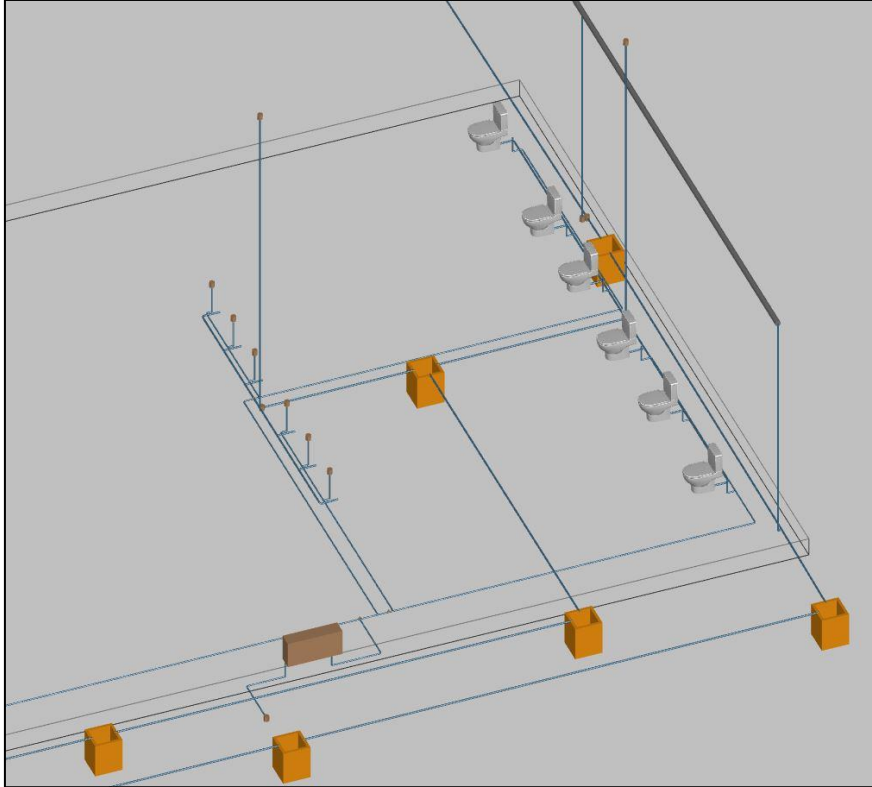


Figura 91. Representación 3D de la red de abastecimiento en la zona de aseos.

ANEJO 8. SANEAMIENTO

1. INTRODUCCIÓN

El presente Anejo de saneamiento de aguas detalla todos y cada uno de los elementos que componen la instalación de evacuación de aguas, así como justificar, mediante los correspondientes cálculos, el cumplimiento de la Exigencia Básica HS 5 Evacuación de aguas del CTE.

2. NORMATIVA

La instalación de evacuación debe cumplir con lo establecido en el Documento Básico HS Salubridad, así como la norma de cálculo UNE EN 12056 y las normas de especificaciones técnicas de ejecución UNE EN 752 y UNE EN 476.

3. DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN

La instalación evacuará aguas de 2 aseos y una cocina además de las aguas pluviales provenientes de la cubierta.

3.1. TUBERÍAS PARA AGUAS RESIDUALES

3.1.1. RED DE PEQUEÑA EVACUACIÓN

Red de pequeña evacuación, colocada superficialmente, de PVC, serie B, según UNE-EN 1329-1, unión pegada con adhesivo.

3.1.2. BAJANTES

Tubería para ventilación primaria de la red de evacuación de aguas, de PVC, unión pegada con adhesivo.

3.1.3. COLECTORES

Colector enterrado de saneamiento, sin arquetas, mediante sistema integral registrable, de tubo de PVC liso, serie SN-2, rigidez anular nominal 2 kN/m², según UNE-EN 1401-1, con junta elástica.

Colector suspendido de PVC, serie B, según UNE-EN 1329-1, unión pegada con adhesivo.

3.2. TUBERÍAS PARA AGUAS PLUVIALES

3.2.1. CANALONES Y BAJANTES

Canalón circular de PVC, serie Circular 33, para encolar, modelo LG33 "JIMTEN", color blanco RAL 9003, según UNE-EN 607.

Bajante circular de PVC, modelo TD100 "JIMTEN", color blanco RAL 9003, según UNE-EN 12200-1.

3.2.2. COLECTORES

Colector enterrado de saneamiento, sin arquetas, mediante sistema integral registrable, de tubo de PVC liso, serie SN-2, rigidez anular nominal 2 kN/m^2 , según UNE-EN 1401-1, con junta elástica.

Colector suspendido de PVC, serie B, según UNE-EN 1329-1, unión pegada con adhesivo.

3.3. TUBERÍAS PARA AGUAS MIXTAS

3.3.1. COLECTORES

Colector enterrado de saneamiento, sin arquetas, mediante sistema integral registrable, de tubo de PVC liso, serie SN-2, rigidez anular nominal 2 kN/m^2 , según UNE-EN 1401-1, con junta elástica.

3.3.2. ACOMETIDA

Acometida general de saneamiento a la red general del municipio, de tubo de PVC liso, serie SN-4, rigidez anular nominal 4 kN/m^2 , según UNE-EN 1401-1, pegado mediante adhesivo.

4. CÁLCULOS

4.1. BASES DE CÁLCULO

4.1.1. RED DE AGUAS RESIDUALES

4.1.1.1. Red de pequeña evacuación

La adjudicación de unidades de desagüe a cada tipo de aparato y los diámetros mínimos de sifones y derivaciones individuales se establecen en la siguiente tabla, en función del uso (privado o público).

Tipo de aparato sanitario	Unidades de desagüe		Diámetro mínimo para el sifón y la derivación individual (mm)	
	Uso privado	Uso público	Uso privado	Uso público
Lavabo	1	2	32	40
Bidé	2	3	32	40
Ducha	2	3	40	50
Bañera (con o sin ducha)	3	4	40	50
Inodoro con cisterna	4	5	100	100
Inodoro con fluxómetro	8	10	100	100
Urinario con pedestal	-	4	-	50
Urinario suspendido	-	2	-	40
Urinario en batería	-	3.5	-	-
Fregadero doméstico	3	6	40	50
Fregadero industrial	-	2	-	40
Lavadero	3	-	40	-
Vertedero	-	8	-	100
Fuente para beber	-	0.5	-	25
Sumidero	1	3	40	50
Lavavajillas doméstico	3	6	40	50
Lavadora doméstica	3	6	40	50
Cuarto de baño (Inodoro con cisterna)	7	-	100	-
Cuarto de baño (Inodoro con fluxómetro)	8	-	100	-
Cuarto de aseo (Inodoro con cisterna)	6	-	100	-
Cuarto de aseo (Inodoro con fluxómetro)	8	-	100	-

Los diámetros indicados en la tabla son válidos para ramales individuales cuya longitud no sea superior a 1,5 m.

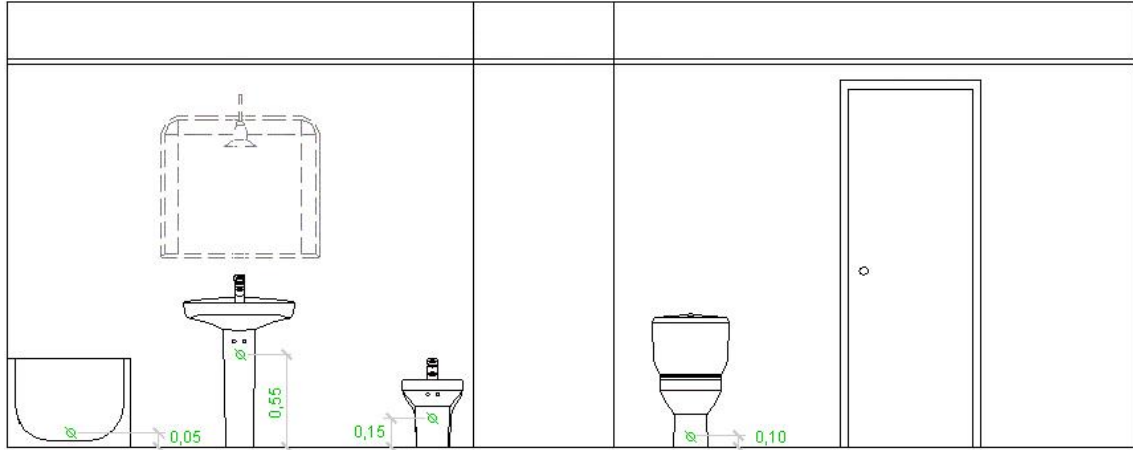


Figura 92. Diámetros de los ramales de los aparatos.

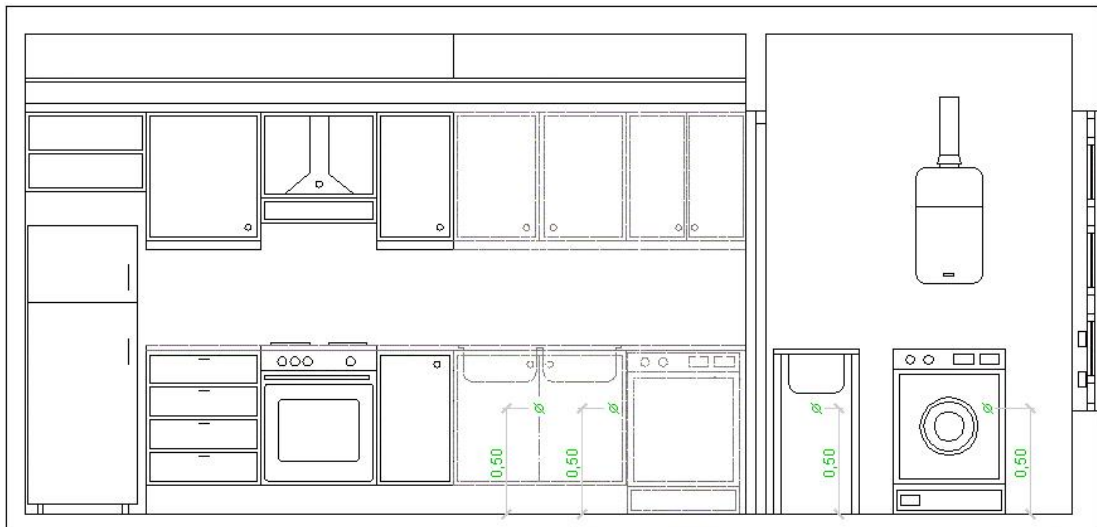


Figura 93. Altura de los ramales de los aparatos.

4.1.1.2. Ramales colectores

Para el dimensionado de ramales colectores entre aparatos sanitarios y la bajante, según el número máximo de unidades de desagüe y la pendiente del ramal colector, se ha utilizado la tabla siguiente:

Diámetro (mm)	Máximo número de UDs Pendiente		
	1 %	2 %	4 %
32	-	1	1

Diámetro (mm)	Máximo número de UDs Pendiente		
	1 %	2 %	4 %
40	-	2	3
50	-	6	8
63	-	11	14
75	-	21	28
90	47	60	75
100	123	151	181
125	180	234	280
160	438	582	800
200	870	1150	1680

4.1.1.3. Bajantes

El dimensionado de las bajantes se ha realizado de acuerdo con la siguiente tabla, en la que se hace corresponder el número de plantas del edificio con el número máximo de unidades de desagüe y el diámetro que le corresponde a la bajante, siendo el diámetro de la misma constante en toda su altura y considerando también el máximo caudal que puede descargar desde cada ramal en la bajante:

Diámetro (mm)	Máximo número de UDs, para una altura de bajante de:		Máximo número de UDs, en cada ramal, para una altura de bajante de:	
	Hasta 3 plantas	Más de 3 plantas	Hasta 3 plantas	Más de 3 plantas
50	10	25	6	6
63	19	38	11	9
75	27	53	21	13
90	135	280	70	53
110	360	740	181	134
125	540	1100	280	200
160	1208	2240	1120	400
200	2200	3600	1680	600
250	3800	5600	2500	1000
315	6000	9240	4320	1650

Los diámetros mostrados, obtenidos a partir de la tabla 4.4 (CTE DB HS 5), garantizan una variación de presión en la tubería menor que 250 Pa, así como un caudal tal que la superficie ocupada por el agua no supera un tercio de la sección transversal de la tubería.

Las desviaciones con respecto a la vertical se han dimensionado con igual sección a la bajante donde acometen, debido a que forman ángulos con la vertical inferiores a 45°.

4.1.1.4. Colectores

El diámetro se ha calculado a partir de la siguiente tabla, en función del número máximo de unidades de desagüe y de la pendiente:

Diámetro (mm)	Máximo número de UDs Pendiente		
	1 %	2 %	4 %
50	-	20	25
63	-	24	29
75	-	38	57
90	96	130	160
110	264	321	382
125	390	480	580
160	880	1056	1300
200	1600	1920	2300
250	2900	3520	4200
315	5710	6920	8290
350	8300	10000	12000

Los diámetros mostrados, obtenidos de la tabla 4.5 (CTE DB HS 5), garantizan que, bajo condiciones de flujo uniforme, la superficie ocupada por el agua no supera la mitad de la sección transversal de la tubería.

4.1.2. RED DE AGUAS PLUVIALES

4.1.2.1. Red de pequeña evacuación

El número mínimo de sumideros, en función de la superficie en proyección horizontal de la cubierta a la que dan servicio, se ha calculado mediante la siguiente tabla:

Superficie de cubierta en proyección horizontal (m ²)	Número de sumideros
S < 100	2
100 ≤ S < 200	3
200 ≤ S < 500	4
S > 500	1 cada 150 m ²

4.1.2.2. Canalones

El diámetro nominal del canalón con sección semicircular de evacuación de aguas pluviales, para una intensidad pluviométrica dada (100 mm/h), se obtiene de la tabla siguiente, a partir de su pendiente y de la superficie a la que da servicio:

Máxima superficie de cubierta en proyección horizontal (m ²) Pendiente del canalón				Diámetro nominal del canalón (mm)
0.5 %	1 %	2 %	4 %	
35	45	65	95	100
60	80	115	165	125
90	125	175	255	150
185	260	370	520	200
335	475	670	930	250

Régimen pluviométrico: 90 mm/h

Se ha aplicado el siguiente factor de corrección a las superficies equivalentes:

siendo:

- f: factor de corrección
- i: intensidad pluviométrica considerada

La sección rectangular es un 10% superior a la obtenida como sección semicircular.

4.1.2.3. Bajantes

El diámetro correspondiente a la superficie en proyección horizontal servida por cada bajante de aguas pluviales se ha obtenido de la tabla siguiente.

Superficie de cubierta en proyección horizontal(m ²)	Diámetro nominal de la bajante (mm)
65	50
113	63
177	75

Superficie de cubierta en proyección horizontal(m ²)	Diámetro nominal de la bajante (mm)
318	90
580	110
805	125
1544	160
2700	200

Los diámetros mostrados, obtenidos a partir de la tabla 4.8 (CTE DB HS 5), garantizan una variación de presión en la tubería menor que 250 Pa, así como un caudal tal que la superficie ocupada por el agua no supera un tercio de la sección transversal de la tubería.

Régimen pluviométrico: 90 mm/h

Igual que en el caso de los canalones, se aplica el factor 'f' correspondiente.

4.1.2.4. Colectores

El diámetro de los colectores de aguas pluviales para una intensidad pluviométrica de 100 mm/h se ha obtenido, en función de su pendiente y de la superficie a la que sirve, de la siguiente tabla:

Superficie proyectada (m ²) Pendiente del colector			Diámetro nominal del colector (mm)
1 %	2 %	4 %	
125	178	253	90
229	323	458	110
310	440	620	125
614	862	1228	160
1070	1510	2140	200
1920	2710	3850	250
2016	4589	6500	315

Los diámetros mostrados, obtenidos de la tabla 4.9 (CTE DB HS 5), garantizan que, en régimen permanente, el agua ocupa la totalidad de la sección transversal de la tubería.

4.1.2.5. Colectores mixtos

Para dimensionar los colectores de tipo mixto se han transformado las unidades de desagüe correspondientes a las aguas residuales en superficies equivalentes de recogida de aguas, y se ha sumado a las correspondientes de las aguas pluviales. El diámetro de los colectores se ha obtenido en función de su pendiente y de la superficie así obtenida, según la tabla anterior de dimensionado de colectores de aguas pluviales.

La transformación de las unidades de desagüe en superficie equivalente para un régimen pluviométrico de 100 mm/h se ha efectuado con el siguiente criterio:

- si el número de unidades de desagüe es menor o igual que 250, la superficie equivalente es de 90 m²;
- si el número de unidades de desagüe es mayor que 250, la superficie equivalente es de 0,36 x nº UD m².

Régimen pluviométrico: 90 mm/h

Se ha aplicado el siguiente factor de corrección a las superficies equivalentes:

siendo:

- f: factor de corrección
- i: intensidad pluviométrica considerada

4.1.2.6. Redes de ventilación

Ventilación primaria

La ventilación primaria tiene el mismo diámetro que el de la bajante de la que es prolongación, independientemente de la existencia de una columna de ventilación secundaria. Se mantiene así la protección del cierre hidráulico.

4.1.2.7. Dimensionamiento hidráulico.

El caudal se ha calculado mediante la siguiente formulación:

– Residuales (UNE-EN 12056-2)

siendo:

- Q_{tot} : caudal total (l/s)
- Q_{ww} : caudal de aguas residuales (l/s)
- Q_c : caudal continuo (l/s)
- Q_p : caudal de aguas residuales bombeado (l/s)

siendo:

- K : coeficiente por frecuencia de uso
- Suma (UD): suma de las unidades de descarga

– Pluviales (UNE-EN 12056-3)

siendo:

- Q : caudal (l/s)
- C : coeficiente de escorrentía
- I : intensidad (l/s.m²)
- A : área (m²)

Las tuberías horizontales se han calculado con la siguiente formulación:

Se ha verificado el diámetro empleando la fórmula de Manning:

siendo:

- Q: caudal (m³/s)
- n: coeficiente de Manning
- A: área de la tubería ocupada por el fluido (m²)
- Rh: radio hidráulico (m)
- i: pendiente (m/m)

Las tuberías verticales se calculan con la siguiente formulación:

Residuales

Se ha verificado el diámetro empleando la fórmula de Dawson y Hunter:

siendo:

- Q: caudal (l/s)
- r: nivel de llenado
- D: diámetro (mm)

Pluviales (UNE-EN 12056-3)

Se ha verificado el diámetro empleando la fórmula de Wyly-Eaton:

siendo:

- QRWP: caudal (l/s)

- kb: rugosidad (0.25 mm)
- di: diámetro (mm)
- f: nivel de llenado

5. Dimensionado

5.1. RED DE AGUAS RESIDUALES

Acometida 1

Red de pequeña evacuación											
Tramo	L (m)	i (%)	UDs	D _{min} (mm)	Cálculo hidráulico						
					Q _b (l/s)	K	Q _s (l/s)	Y/D (%)	v (m/s)	D _{int} (mm)	D _{com} (mm)
9-10	0.40	3.66	4.00	75	1.88	1.00	1.88	43.59	1.20	69	75
10-11	0.68	2.00	2.00	40	0.94	1.00	0.94	-	-	34	40
10-12	0.29	4.74	2.00	40	0.94	1.00	0.94	-	-	34	40
9-13	0.29	9.85	6.00	50	2.82	1.00	2.82	-	-	44	50
21-22	0.33	5.00	2.00	40	0.94	1.00	0.94	-	-	34	40
21-23	1.00	3.66	4.00	75	1.88	1.00	1.88	43.59	1.20	69	75
23-24	0.33	5.00	2.00	40	0.94	1.00	0.94	-	-	34	40
23-25	1.34	2.00	2.00	40	0.94	1.00	0.94	-	-	34	40
26-27	0.33	5.00	2.00	40	0.94	1.00	0.94	-	-	34	40
26-28	1.00	3.66	4.00	75	1.88	1.00	1.88	43.59	1.20	69	75
28-29	0.33	5.00	2.00	40	0.94	1.00	0.94	-	-	34	40
28-30	1.34	2.00	2.00	40	0.94	1.00	0.94	-	-	34	40
33-34	0.43	20.07	5.00	110	2.35	1.00	2.35	-	-	104	110
33-35	1.82	1.98	10.00	110	4.70	1.00	4.70	47.19	1.20	104	110
35-36	0.38	13.11	5.00	110	2.35	1.00	2.35	-	-	104	110
35-37	2.51	2.00	5.00	110	2.35	1.00	2.35	-	-	104	110
39-40	1.64	1.98	10.00	110	4.70	1.00	4.70	47.19	1.20	104	110
40-41	2.89	2.00	5.00	110	2.35	1.00	2.35	-	-	104	110
40-42	0.38	15.32	5.00	110	2.35	1.00	2.35	-	-	104	110
39-43	0.35	25.63	5.00	110	2.35	1.00	2.35	-	-	104	110

Red de pequeña evacuación											
Tramo	L (m)	i (%)	UDs	D _{min} (mm)	Cálculo hidráulico						
					Q _b (l/s)	K	Q _s (l/s)	Y/D (%)	v (m/s)	D _{int} (mm)	D _{com} (mm)
Abreviaturas utilizadas											
L	Longitud medida sobre planos				Q _s	Caudal con simultaneidad (Q _b x k)					
i	Pendiente				Y/D	Nivel de llenado					
UDs	Unidades de desagüe				v	Velocidad					
D _{min}	Diámetro nominal mínimo				D _{int}	Diámetro interior comercial					
Q _b	Caudal bruto				D _{com}	Diámetro comercial					
K	Coeficiente de simultaneidad										

Tabla 7. Descripción de los ramales de residuales

Bajantes con ventilación primaria						
Ref.	L (m)	UDs	D _{min} (mm)	Q _t (l/s)	D _{int} (mm)	D _{com} (mm)
8-14	8.09	10.00	110	3.32	107	110
19-31	6.35	12.00	90	2.52	88	90
32-44	6.02	30.00	125	6.31	122	125
Abreviaturas utilizadas						
Ref.	Referencia en planos			Q _t	Caudal total	
L	Longitud medida sobre planos			D _{int}	Diámetro interior comercial	
UDs	Unidades de desagüe			D _{com}	Diámetro comercial	
D _{min}	Diámetro nominal mínimo					

Tabla 8. Descripción de las bajantes de ventilación

Colectores											
Tramo	L (m)	i (%)	UDs	D _{min} (mm)	Cálculo hidráulico						
					Q _b (l/s)	K	Q _s (l/s)	Y/D (%)	v (m/s)	D _{int} (mm)	D _{com} (mm)
3-4	1.01	2.00	52.00	160	24.44	0.27	6.53	31.79	1.29	154	160
4-5	8.83	2.83	10.00	160	4.70	0.71	3.32	20.68	1.20	154	160
5-6	7.04	2.83	10.00	160	4.70	0.71	3.32	20.68	1.20	154	160
6-7	4.72	2.55	10.00	110	4.70	0.71	3.32	36.33	1.20	104	110
7-8	0.17	94.58	10.00	110	4.70	0.71	3.32	14.65	4.34	104	110
8-9	0.52	2.57	10.00	90	4.70	0.71	3.32	49.87	1.21	84	90
4-15	8.32	2.00	42.00	160	19.74	0.30	5.95	30.29	1.26	154	160
15-16	8.38	2.00	42.00	160	19.74	0.30	5.95	30.29	1.26	154	160

Colectores											
Tramo	L (m)	i (%)	UDs	D _{min} (mm)	Cálculo hidráulico						
					Q _b (l/s)	K	Q _s (l/s)	Y/D (%)	v (m/s)	D _{int} (mm)	D _{com} (mm)
16-17	6.97	1.69	42.00	125	19.74	0.30	5.95	45.98	1.20	119	125
17-18	2.80	3.83	12.00	90	5.64	0.45	2.52	38.18	1.31	84	90
18-19	0.04	3.02	12.00	90	5.64	0.45	2.52	40.74	1.20	84	90
19-20	0.06	3.51	6.00	75	2.82	0.71	1.99	45.60	1.20	69	75
20-21	0.64	3.51	6.00	75	2.82	0.71	1.99	45.60	1.20	69	75
19-26	0.80	3.51	6.00	75	2.82	0.71	1.99	45.60	1.20	69	75
17-32	3.47	2.56	30.00	125	14.10	0.45	6.31	42.26	1.42	119	125
32-33	0.88	1.90	15.00	110	7.05	0.71	4.99	49.42	1.20	104	110
32-38	0.05	1.90	15.00	110	7.05	0.71	4.99	49.42	1.20	104	110
38-39	1.06	1.90	15.00	110	7.05	0.71	4.99	49.42	1.20	104	110
Abreviaturas utilizadas											
L	Longitud medida sobre planos					Q _s	Caudal con simultaneidad (Q _b x k)				
i	Pendiente					Y/D	Nivel de llenado				
UDs	Unidades de desagüe					v	Velocidad				
D _{min}	Diámetro nominal mínimo					D _{int}	Diámetro interior comercial				
Q _b	Caudal bruto					D _{com}	Diámetro comercial				
K	Coeficiente de simultaneidad										

Tabla 9. Descripción de los colectores de residuales.

Arquetas					
Ref.	Ltr (m)	ic (%)	D _{sal} (mm)	Dimensiones comerciales (cm)	
3	0.71	2.00	160	125x125x140 cm	
4	1.01	2.00	160	125x125x130 cm	
5	8.83	2.83	160	100x100x105 cm	
6	7.04	2.83	160	70x70x85 cm	
7	4.72	2.55	110	60x60x70 cm	
15	8.32	2.00	160	80x80x95 cm	
16	8.38	2.00	160	70x70x80 cm	
17	6.97	1.69	125	60x60x70 cm	
Abreviaturas utilizadas					
Ref.	Referencia en planos			ic	Pendiente del colector
Ltr	Longitud entre arquetas			D _{sal}	Diámetro del colector de salida

Tabla 10, Descripción de las arquetas de residuales.

5.2. RED DE AGUAS PLUVIALES

Para el término municipal seleccionado (Lekeitio) la isoyeta es '10' y la zona pluviométrica 'A'. Con estos valores le corresponde una intensidad pluviométrica '90 mm/h'.

Acometida 1

Canalones								
Tramo	A (m ²)	L (m)	i (%)	D _{min} (mm)	I (mm/h)	C	Cálculo hidráulico	
							Y/D (%)	v (m/s)
52-53	184.15	4.55	2.00	150	90.00	1.00	-	-
55-56	153.80	3.81	2.28	150	90.00	1.00	-	-
Abreviaturas utilizadas								
A	Área de descarga al canalón				I	Intensidad pluviométrica		
L	Longitud medida sobre planos				C	Coeficiente de escorrentía		
i	Pendiente				Y/D	Nivel de llenado		
D _{min}	Diámetro nominal mínimo				v	Velocidad		

Tabla 11. Descripción de los canalones.

Bajantes (canalones)								
Ref.	A (m ²)	D _{min} (mm)	I (mm/h)	C	Cálculo hidráulico			
					Q (l/s)	f	D _{int} (mm)	D _{com} (mm)
51-52	184.15	100	90.00	1.00	4.60	0.210	97	100
54-55	328.17	100	90.00	1.00	8.20	0.298	97	100
57-58	216.32	100	90.00	1.00	5.41	0.232	97	100
Abreviaturas utilizadas								
A	Área de descarga a la bajante				Q	Caudal		
D _{min}	Diámetro nominal mínimo				f	Nivel de llenado		
I	Intensidad pluviométrica				D _{int}	Diámetro interior comercial		
C	Coeficiente de escorrentía				D _{com}	Diámetro comercial		

Tabla 12. Descripción de las bajantes de pluviales.

Colectores								
Tramo	L (m)	i (%)	D _{min} (mm)	Q _c (l/s)	Cálculo hidráulico			
					Y/D (%)	v (m/s)	D _{int} (mm)	D _{com} (mm)
3-45	11.21	2.00	160	18.22	56.45	1.69	154	160

Colectores								
Tramo	L (m)	i (%)	D _{min} (mm)	Q _c (l/s)	Cálculo hidráulico			
					Y/D (%)	v (m/s)	D _{int} (mm)	D _{com} (mm)
45-46	9.47	2.00	160	18.22	56.45	1.69	154	160
46-47	2.14	1.50	160	18.22	61.95	1.51	154	160
47-48	8.13	1.02	160	12.81	55.90	1.20	154	160
48-49	0.65	23.46	160	12.81	23.91	3.76	154	160
49-50	8.23	2.17	160	4.60	26.01	1.20	154	160
50-51	0.25	80.93	160	4.60	10.74	4.30	154	160
49-54	0.09	166.57	110	8.20	19.84	6.92	104	110
47-57	0.07	592.99	110	5.41	11.91	9.55	104	110
Abreviaturas utilizadas								
L	Longitud medida sobre planos			Y/D	Nivel de llenado			
i	Pendiente			v	Velocidad			
D _{min}	Diámetro nominal mínimo			D _{int}	Diámetro interior comercial			
Q _c	Caudal calculado con simultaneidad			D _{com}	Diámetro comercial			

Tabla 13. Descripción de los colectores de pluviales.

Arquetas				
Ref.	Ltr (m)	ic (%)	D _{sal} (mm)	Dimensiones comerciales (cm)
45	11.21	2.00	160	100x100x115 cm
46	9.47	2.00	160	60x60x75 cm
48	8.13	1.02	160	60x60x75 cm
50	8.23	2.17	160	60x60x50 cm
Abreviaturas utilizadas				
Ref.	Referencia en planos		ic	Pendiente del colector
Ltr	Longitud entre arquetas		D _{sal}	Diámetro del colector de salida

Tabla 14. Descripción de las arquetas de pluviales.

5.3. COLECTORES MIXTOS

Acometida 1

Colectores												
Tramo	L (m)	i (%)	UDs	D _{min} (mm)	Cálculo hidráulico							
					Q _b (l/s)	K	Q _s (l/s)	Y/D (%)	v (m/s)	D _{int} (mm)	D _{com} (mm)	
1-2	0.92	2.00	52.00	160	42.66	0.58	24.75	71.03	1.80	152	160	
2-3	0.71	2.00	52.00	160	42.66	0.58	24.75	69.52	1.80	154	160	
Abreviaturas utilizadas												
L	Longitud medida sobre planos					Q _s	Caudal con simultaneidad (Q _b x k)					
i	Pendiente					Y/D	Nivel de llenado					
UDs	Unidades de desagüe					v	Velocidad					
D _{min}	Diámetro nominal mínimo					D _{int}	Diámetro interior comercial					
Q _b	Caudal bruto					D _{com}	Diámetro comercial					
K	Coeficiente de simultaneidad											

Tabla 15. Descripción de los colectores mixtos.

ANEJO 9. CLIMATIZACIÓN

1. INTRODUCCIÓN

El objeto del anejo es definir las características y el cumplimiento de la normativa vigente para la instalación de un sistema de climatización. El anejo está respaldado por los cálculos obtenidos y verificados por el programa CYPECAD MEP.

Para la climatización del edificio se implementará la energía geotérmica, una solución de fuente de energía renovable altamente eficiente.

La climatización geotérmica aprovecha la estabilidad térmica del terreno durante cualquier época del año, y en combinación con la tecnología que aporta la bomba de calor geotérmica, proporciona calefacción y refrigeración.

La climatización con geotermia también conocida como geotermia de muy baja entalpía se puede utilizar en cualquier punto de la corteza terrestre, independientemente del tipo de terreno, no siendo necesaria la existencia de temperaturas anómalamente elevadas como la de zonas volcánicas activas o puntos calientes de la corteza terrestre.

2. EXIGENCIAS BÁSICAS

Las instalaciones térmicas del edificio objeto del presente proyecto han sido diseñadas y calculadas de forma que:

- Se obtiene una calidad térmica del ambiente, una calidad del aire interior y una calidad de la dotación de agua caliente sanitaria que son aceptables para los usuarios de la vivienda sin que se produzca menoscabo de la calidad acústica del ambiente, cumpliendo la exigencia de bienestar e higiene.
- Se reduce el consumo de energía convencional de las instalaciones térmicas y, como consecuencia, las emisiones de gases de efecto invernadero y otros contaminantes atmosféricos, cumpliendo la exigencia de eficiencia energética.
- Se previene y reduce a límites aceptables el riesgo de sufrir accidentes y siniestros capaces de producir daños o perjuicios a las personas, flora, fauna, bienes o al medio ambiente, así como de otros hechos susceptibles de producir en los usuarios molestias o enfermedades, cumpliendo la exigencia de seguridad.

3. CUMPLIMIENTO DE LA NORMATIVA RITE

La normativa RITE (Reglamento de Instalaciones Térmicas de los Edificios) se encarga de recoger las exigencias de bienestar e higiene, de eficiencia energética y seguridad.

A continuación, se adjunta el cumplimiento de esta normativa.

3.1. EXIGENCIAS DE BIENESTAR E HIGIENE

3.1.1. CALIDAD DEL AMBIENTE

La exigencia de calidad térmica del ambiente se considera satisfecha en el diseño y dimensionamiento de la instalación térmica. Por tanto, todos los parámetros que definen el bienestar térmico se mantienen dentro de los valores establecidos.

En la siguiente tabla aparecen los límites que cumplen en la zona ocupada.

Parámetros	Límite
Temperatura operativa en verano (°C)	$23 \leq T \leq 25$
Humedad relativa en verano (%)	$45 \leq HR \leq 60$
Temperatura operativa en invierno (°C)	$21 \leq T \leq 23$
Humedad relativa en invierno (%)	$40 \leq HR \leq 50$
Velocidad media admisible con difusión por mezcla (m/s)	$V \leq 0.14$

A continuación, se muestran los valores de condiciones interiores de diseño utilizadas en el proyecto:

Referencia	Condiciones interiores de diseño		
	Temperatura de verano	Temperatura de invierno	Humedad relativa interior
Aseo de planta	24	21	50
Baño calefactado	24	21	50
Oficinas	24	21	50

3.1.2. CALIDAD DEL AIRE INTERIOR

En función del edificio o local, la categoría de calidad de aire interior (IDA) que se deberá alcanzar será como mínimo la siguiente:

IDA 1 (aire de óptima calidad): hospitales, clínicas, laboratorios y guarderías.

IDA 2 (aire de buena calidad): oficinas, residencias (locales comunes de hoteles y similares, residencias de ancianos y estudiantes), salas de lectura, museos, salas de tribunales, aulas de enseñanza y asimilables y piscinas.

IDA 3 (aire de calidad media): edificios comerciales, cines, teatros, salones de actos, habitaciones de hoteles y similares, restaurantes, cafeterías, bares, salas de fiestas, gimnasios, locales para el deporte (salvo piscinas) y salas de ordenadores.

IDA 4 (aire de calidad baja)

– Caudal mínimo de aire exterior

El caudal mínimo de aire exterior de ventilación necesario se calcula según el método indirecto de caudal de aire exterior por persona y el método de caudal de aire por unidad de superficie, especificados en la instrucción técnica I.T.1.1.4.2.3.

Se describe a continuación la ventilación diseñada para los recintos utilizados en el proyecto.

Referencia	Caudales de ventilación		Calidad del aire interior	
	Por unidad de superficie (m ³ /(h·m ²))	Por recinto (m ³ /h)	IDA / IDA min. (m ³ /h)	Fumador (m ³ /(h·m ²))
			Aseo de planta	
Baño calefactado	2.7	54.0	Baño calefactado	
			Cuarto técnico	
Oficinas			IDA 2	No

– Filtración de aire exterior

El aire exterior de ventilación se introduce al edificio debidamente filtrado según el apartado I.T.1.1.4.2.4. Se ha considerado un nivel de calidad de aire exterior para toda la instalación ODA 2, aire con concentraciones altas de partículas y/o de gases contaminantes.

Las clases de filtración empleadas en la instalación cumplen con lo establecido en la tabla 1.4.2.5 para filtros previos y finales.

Clases de filtración:

Calidad del aire exterior	Calidad del aire interior			
	IDA 1	IDA 2	IDA 3	IDA 4
ODA 1	F9	F8	F7	F5
ODA 2	F7 + F9	F6 + F8	F5 + F7	F5 + F6
ODA 3	F7+GF+F9	F7+GF+F9	F5 + F7	F5 + F6

– Aire de extracción

En función del uso del edificio o local, el aire de extracción se clasifica en una de las siguientes categorías:

AE 1 (bajo nivel de contaminación): aire que procede de los locales en los que las emisiones más importantes de contaminantes proceden de los materiales de construcción y decoración, además de las personas. Está excluido el aire que procede de locales donde se permite fumar.

AE 2 (moderado nivel de contaminación): aire de locales ocupados con más contaminantes que la categoría anterior, en los que, además, no está prohibido fumar.

AE 3 (alto nivel de contaminación): aire que procede de locales con producción de productos químicos, humedad, etc.

AE 4 (muy alto nivel de contaminación): aire que contiene sustancias olorosas y contaminantes perjudiciales para la salud en concentraciones mayores que las permitidas en el aire interior de la zona ocupada.

Se describe a continuación la categoría de aire de extracción que se ha considerado para cada uno de los recintos de la instalación:

Referencia	Categoría
Oficinas	AE 1

3.1.3. EXIGENCIA DE HIGIENE

La instalación interior de ACS se ha dimensionado según las especificaciones establecidas en el Documento Básico HS-4 del Código Técnico de la Edificación.

3.1.4. EXIGENCIA DE CALIDAD ACÚSTICA

La instalación térmica cumple con la exigencia básica HR Protección frente al ruido del CTE conforme a su documento básico.

3.2. EXIGENCIA DE EFICIENCIA ENERGÉTICA

Las unidades de producción del proyecto utilizan energías convencionales ajustándose a la carga máxima simultánea de las instalaciones servidas considerando las ganancias o pérdidas de calor a través de las redes de tuberías de los fluidos portadores, así como el equivalente térmico de la potencia absorbida por los equipos de transporte de fluidos.

3.2.1. CARGAS TÉRMICAS

3.2.1.1. CARGAS MÁXIMAS SIMULTÁNEAS

A continuación, se muestra el resumen de la carga máxima simultánea para cada uno de los conjuntos de recintos:

Refrigeración

Conjunto: 1													
Recinto	Planta	Estructura (kcal/h)	Subtotales		Carga interna		Ventilación			Potencia térmica			
			Sensible interior (kcal/h)	Total interior (kcal/h)	Sensible (kcal/h)	Total (kcal/h)	Caudal (m ³ /h)	Sensible (kcal/h)	Carga total (kcal/h)	Por superficie (kcal/(h·m ²))	Sensible (kcal/h)	Máxima simultánea (kcal/h)	Máxima (kcal/h)
1	Planta	204.56	11699.62	13779.62	12261.30	14341.30	1770.11	513.68	6186.26	57.98	12774.98	20527.57	20527.57
Total							1770.1	Carga total simultánea				20527.6	

Calefacción

Conjunto: 1							
Recinto	Planta	Carga interna sensible (kcal/h)	Ventilación		Potencia		
			Caudal (m ³ /h)	Carga total (kcal/h)	Por superficie (kcal/(h·m ²))	Máxima simultánea (kcal/h)	Máxima (kcal/h)
1	Planta	21304.04	1770.11	9898.66	88.14	31202.71	31202.71
aseo7	Planta	1828.74	72.51	405.46	83.20	2234.19	2234.19
aseo8	Planta	1975.46	72.47	405.23	88.70	2380.70	2380.70
Total			1915.1	Carga total simultánea		35817.6	

3.2.1.2. CARGAS PARCIALES Y MÍNIMAS

Se muestran a continuación las demandas parciales por meses para cada uno de los conjuntos de recintos.

Refrigeración:

Conjunto de recintos	Carga máxima simultánea por mes (kW)											
	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12
1	13.18	14.81	17.10	18.00	20.01	20.71	23.56	23.87	21.86	19.62	15.24	13.37

Calefacción:

Conjunto de recintos	Carga máxima simultánea por mes (kW)		
	Diciembre	Enero	Febrero
1	41.66	41.66	41.66

3.2.1.3. POTENCIA TÉRMICA INSTALADA

En la siguiente tabla se resume el cálculo de la carga máxima simultánea, la pérdida de calor en las tuberías y el equivalente térmico de la potencia absorbida por los equipos de transporte de fluidos con la potencia instalada para cada conjunto de recintos.

Conjunto de recintos	$P_{\text{instalada}}$ (kW)	$\%q_{\text{tub}}$	$\%q_{\text{equipos}}$	Q_{ref} (kW)	Total (kW)
1	28.90	1.24	2.00	23.87	24.81
Abreviaturas utilizadas					
$P_{\text{instalada}}$	Potencia instalada (kW)		$\%q_{\text{equipos}}$	Porcentaje del equivalente térmico de la potencia absorbida por los equipos de transporte de fluidos respecto a la potencia instalada (%)	
$\%q_{\text{tub}}$	Porcentaje de pérdida de calor en tuberías para refrigeración respecto a la potencia instalada (%)		Q_{ref}	Carga máxima simultánea de refrigeración (kW)	

La potencia instalada de los equipos es la siguiente:

Equipos	Potencia instalada de refrigeración (kW)	Potencia de refrigeración (kW)	Potencia instalada de calefacción (kW)	Potencia de calefacción (kW)
Tipo 1	28.90	23.87	38.10	41.66
Total	28.9	23.9	38.1	41.7

Equipos	Referencia
Tipo 1	Unidad agua-agua bomba de calor reversible, geotérmica, alimentación trifásica a 400 V, potencia calorífica nominal 38,1 kW (temperatura de entrada del agua al condensador 40°C, temperatura de salida del agua del condensador 45°C, temperatura de entrada del agua al evaporador 12°C, temperatura de salida del agua del evaporador 7°C) (COP 3,96), potencia frigorífica nominal 28,9 kW (temperatura de entrada del agua al evaporador 12°C, temperatura de salida del agua del evaporador 7°C, temperatura de entrada del agua al condensador 30°C, temperatura de salida del agua del condensador 35°C) (EER 3,39), potencia sonora 67 dBA, dimensiones 1201x883x798 mm, peso 237 kg, para gas R-410A, con carrocería y paneles de chapa de acero galvanizado, compresores herméticos de tipo scroll, soportes antivibratorios, intercambiadores de placas soldadas de acero inoxidable AISI 316 con aislamiento térmico, válvula de expansión termostática, elementos de seguridad de alta y baja presión del refrigerante, válvulas de seguridad en el circuito frigorífico, sondas de temperatura, transductor de presión, controlador de caudal de agua, cuadro eléctrico y módulo electrónico de control

3.2.2. REDES DE TUBERÍAS

El aislamiento de las tuberías se ha realizado según la I.T.1.2.4.2.1.1 'Procedimiento simplificado'. Este método define los espesores de aislamiento según la temperatura del fluido y el diámetro exterior de la tubería sin aislar. Las tablas muestran el aislamiento mínimo para un material con conductividad de referencia a 10 °C de 0.040 W/(m·K).

El cálculo de la transmisión de calor en las tuberías se ha realizado según la norma UNE-EN ISO 12241.

3.2.2.1. TUBERÍAS EN CONTACTO CON EL AMBIENTE EXTERIOR

Se han considerado las siguientes condiciones exteriores para el cálculo de la pérdida de calor:

Temperatura seca exterior de verano: 26.1 °C

Temperatura seca exterior de invierno: 1.2 °C

Velocidad del viento: 5.7 m/s

3.2.2.2. TUBERÍAS EN CONTACTO CON EL AMBIENTE INTERIOR

Se han considerado las condiciones interiores de diseño en los recintos para el cálculo de las pérdidas en las tuberías especificados en la justificación del cumplimiento de la exigencia de calidad del ambiente.

A continuación, se describen las tuberías en el ambiente interior y los aislamientos empleados, además de las pérdidas por metro lineal y las pérdidas totales de calor.

Tubería	Ø	$\lambda_{\text{aisl.}}$ (W/(m·K))	$e_{\text{aisl.}}$ (mm)	$L_{\text{imp.}}$ (m)	$L_{\text{ret.}}$ (m)	$\Phi_{\text{m.ref.}}$ (kcal/(h·m))	$q_{\text{ref.}}$ (kcal/h)	$\Phi_{\text{m.cal.}}$ (kcal/(h·m))	$q_{\text{cal.}}$ (kcal/h)
Tipo 1	63 mm	0.037	29	27.12	27.22	4.56	248.0	7.82	425.0
Tipo 1	40 mm	0.037	27	6.46	6.64	3.43	44.9	5.27	69.0
Tipo 1	50 mm	0.037	29	1.91	1.91	3.85	14.7	5.94	22.7
						Total	308	Total	517

Tubería	\emptyset	$\lambda_{\text{aisl.}}$ (W/(m·K))	$e_{\text{aisl.}}$ (mm)	$L_{\text{imp.}}$ (m)	$L_{\text{ret.}}$ (m)	$\Phi_{\text{m.ref.}}$ (kcal/(h·m))	$Q_{\text{ref.}}$ (kcal/h)	$\Phi_{\text{m.cal.}}$ (kcal/(h·m))	$Q_{\text{cal.}}$ (kcal/h)
Abreviaturas utilizadas									
\emptyset	Diámetro nominal				$\Phi_{\text{m.ref.}}$	Valor medio de las pérdidas de calor para refrigeración por unidad de longitud			
$\lambda_{\text{aisl.}}$	Conductividad del aislamiento				$Q_{\text{ref.}}$	Pérdidas de calor para refrigeración			
$e_{\text{aisl.}}$	Espesor del aislamiento				$\Phi_{\text{m.cal.}}$	Valor medio de las pérdidas de calor para calefacción por unidad de longitud			
$L_{\text{imp.}}$	Longitud de impulsión				$Q_{\text{cal.}}$	Pérdidas de calor para calefacción			
$L_{\text{ret.}}$	Longitud de retorno								

Tubería	Referencia
Tipo 1	Tubería de distribución de agua fría y caliente de climatización formada por tubo de polietileno reticulado (PE-Xa), con barrera de oxígeno (EVOH), de 16 mm de diámetro exterior y 2 mm de espesor, PN=6 atm, colocado superficialmente en el interior del edificio, con aislamiento mediante coquilla flexible de espuma elastomérica.

Para tener en cuenta la presencia de válvulas en el sistema de tuberías se ha añadido un 15 % al cálculo de la pérdida de calor.

3.2.2.3. PÉRDIDAS DE CALOR EN TUBERÍAS

La potencia instalada de los equipos es la siguiente:

Equipos	Potencia de refrigeración (kW)	Potencia de calefacción (kW)
Tipo 1	28.90	38.10
Total	28.90	38.10

Equipos	Referencia
Tipo 1	Unidad agua-agua bomba de calor reversible, geotérmica, alimentación trifásica a 400 V, potencia calorífica nominal 38,1 kW (temperatura de entrada del agua al condensador 40°C, temperatura de salida del agua del condensador 45°C, temperatura de entrada del agua al evaporador 12°C, temperatura de salida del agua del evaporador 7°C) (COP 3,96), potencia frigorífica nominal 28,9 kW (temperatura de entrada del agua al evaporador 12°C, temperatura de salida del agua del evaporador 7°C, temperatura de entrada del agua al condensador 30°C, temperatura de salida del agua del condensador 35°C) (EER 3,39), potencia sonora 67 dBA, dimensiones 1201x883x798 mm, peso 237 kg, para gas R-410A, con carrocería y paneles de chapa de acero galvanizado, compresores herméticos de tipo scroll, soportes antivibratorios, intercambiadores de placas soldadas de acero inoxidable AISI 316 con aislamiento térmico, válvula de expansión termostática, elementos de seguridad de alta y baja presión del refrigerante, válvulas de seguridad en el circuito frigorífico, sondas de temperatura, transductor de presión, controlador de caudal de agua, cuadro eléctrico y módulo electrónico de control

El porcentaje de pérdidas de calor en las tuberías de la instalación es el siguiente:

Refrigeración

Potencia de los equipos (kW)	q_{ref} (kcal/h)	Pérdida de calor (%)
28.90	357.8	1.2

Calefacción

Potencia de los equipos (kW)	q_{cal} (kcal/h)	Pérdida de calor (%)
38.10	600.9	1.6

Por tanto, la pérdida de calor en tuberías es inferior al 4.0 %.

3.2.2.4. EFICIENCIA ENERGÉTICA DE LOS EQUIPOS PARA EL TRANSPORTE DE FLUIDOS

Se describe a continuación la potencia específica de los equipos de propulsión de fluidos y sus valores límite según la instrucción técnica I.T. 1.2.4.2.5.

Equipos	Sistema	Categoría	Categoría límite
Tipo 1 (1 - Planta 0)	Climatización	SFP2	SFP4
Tipo 1 (1 - Planta 0)	Climatización	SFP2	SFP4
Tipo 1 (1 - Planta 0)	Climatización	SFP2	SFP4

Equipos	Referencia
Tipo 1	Fancoil horizontal, sistema de dos tubos, potencia frigorífica total nominal de 24,9 kW (temperatura húmeda de entrada del aire: 19°C; temperatura de entrada del agua: 7°C, salto térmico: 5°C), potencia calorífica nominal de 27,45 kW (temperatura de entrada del aire: 20°C; temperatura de entrada del agua: 50°C), de 3 velocidades, caudal de agua nominal de 4,3 m ³ /h, caudal de aire nominal de 3300 m ³ /h, presión de aire nominal de 78,5 Pa y potencia sonora nominal de 73,8 dBA, con válvula de tres vías con bypass (4 vías), con actuador

3.2.2.5. EFICIENCIA ENERGÉTICA DE LOS MOTORES ELÉCTRICOS

Los motores eléctricos utilizados en la instalación quedan excluidos de la exigencia de rendimiento mínimo, según el punto 3 de la instrucción técnica I.T. 1.2.4.2.6.

3.2.2.6. REDES DE TUBERÍAS

El trazado de las tuberías se ha diseñado teniendo en cuenta el horario de funcionamiento de cada subsistema, la longitud hidráulica del circuito y el tipo de unidades terminales servidas.

3.2.2.7. CONTROL DE INSTALACIONES TÉRMICAS

La instalación térmica proyectada está dotada de los sistemas de control automático necesarios para que se puedan mantener en los recintos las condiciones de diseño previstas.

3.2.2.7.1. CONTROL DE LAS CONDICIONES TERMOHIGROMÉTRICAS

El equipamiento mínimo de aparatos de control de las condiciones de temperatura y humedad relativa de los recintos, según las categorías descritas, es el siguiente:

- THM-C1: Variación de la temperatura del fluido portador (agua-aire) en función de la temperatura exterior y/o control de la temperatura del ambiente por zona térmica.
- THM-C2: Como THM-C1, más el control de la humedad relativa media o la del local más representativo.
- THM-C3: Como THM-C1, más variación de la temperatura del fluido portador frío en función de la temperatura exterior y/o control de la temperatura del ambiente por zona térmica.
- THM-C4: Como THM-C3, más control de la humedad relativa media o la del recinto más representativo.
- THM-C5: Como THM-C3, más control de la humedad relativa en locales.

A continuación, se describe el sistema de control empleado para cada conjunto de recintos:

Conjunto de recintos	Sistema de control
1	THM-C3

El control de la calidad de aire interior puede realizarse por uno de los métodos descritos.

Categoría	Tipo	Descripción
IDA-C1		El sistema funciona continuamente
IDA-C2	Control manual	El sistema funciona manualmente, controlado por un interruptor
IDA-C3	Control por tiempo	El sistema funciona de acuerdo a un determinado horario
IDA-C4	Control por presencia	El sistema funciona por una señal de presencia
IDA-C5	Control por ocupación	El sistema funciona dependiendo del número de personas presentes
IDA-C6	Control directo	El sistema está controlado por sensores que miden parámetros de calidad del aire interior

Se ha empleado en el proyecto el método IDA-C1.

3.3. RECUPERACIÓN DE ENERGÍA

El diseño de la instalación ha sido realizado teniendo en cuenta la zonificación, para obtener un elevado bienestar y ahorro de energía. Los sistemas se han dividido en subsistemas, considerando los espacios interiores y su orientación, así como su uso, ocupación y horario de funcionamiento.

3.3.1. LIMITACIÓN DE UTILIZACIÓN DE LOS COMBUSTIBLES CONVENCIONALES

Se enumeran los puntos para justificar el cumplimiento de esta exigencia:

- El sistema de calefacción empleado no es un sistema centralizado que utilice la energía eléctrica por "efecto Joule".
- No se ha climatizado ninguno de los recintos no habitables incluidos en el proyecto.
- No se realizan procesos sucesivos de enfriamiento y calentamiento, ni se produce la interacción de dos fluidos con temperatura de efectos opuestos.
- No se contempla en el proyecto el empleo de ningún combustible sólido de origen fósil en las instalaciones térmicas.

3.3.2. EQUIPOS CONSUMIDORES DE ENERGÍA

Se incluye a continuación un resumen de todos los equipos proyectados, con su consumo de energía.

Enfriadoras y bombas de calor:

Equipos	Referencia
Tipo 1	Unidad agua-agua bomba de calor reversible, geotérmica, alimentación trifásica a 400 V, potencia calorífica nominal 38,1 kW (temperatura de entrada del agua al condensador 40°C, temperatura de salida del agua del condensador 45°C, temperatura de entrada del agua al evaporador 12°C, temperatura de salida del agua del evaporador 7°C) (COP 3,96), potencia frigorífica nominal 28,9 kW (temperatura de entrada del agua al evaporador 12°C, temperatura de salida del agua del evaporador 7°C, temperatura de entrada del agua al condensador 30°C, temperatura de salida del agua del condensador 35°C) (EER 3,39), potencia sonora 67 dBA, dimensiones 1201x883x798 mm, peso 237 kg, para gas R-410A, con carrocería y paneles de chapa de acero galvanizado, compresores herméticos de tipo scroll, soportes antivibratorios, intercambiadores de placas soldadas de acero inoxidable AISI 316 con aislamiento térmico, válvula de expansión termostática, elementos de seguridad de alta y baja presión del refrigerante, válvulas de seguridad en el circuito frigorífico, sondas de temperatura, transductor de presión, controlador de caudal de agua, cuadro eléctrico y módulo electrónico de control

Equipos de transporte de fluidos

Equipos	Referencia
Tipo 1	Fancoil horizontal, sistema de dos tubos, potencia frigorífica total nominal de 24,9 kW (temperatura húmeda de entrada del aire: 19°C; temperatura de entrada del agua: 7°C, salto térmico: 5°C), potencia calorífica nominal de 27,45 kW (temperatura de entrada del aire: 20°C; temperatura de entrada del agua: 50°C), de 3 velocidades, caudal de agua nominal de 4,3 m ³ /h, caudal de aire nominal de 3300 m ³ /h, presión de aire nominal de 78,5 Pa y potencia sonora nominal de 73,8 dBA, con válvula de tres vías con bypass (4 vías), con actuador
Tipo 2	Electrobomba centrífuga horizontal sobre bancada, de fundición GG25, normalizada según EN 733 (DIN 24255), con una potencia de 0,55 kW, modelo GS 32-160 (1450 r.p.m.) "EBARA"

3.4. EXIGENCIAS DE SEGURIDAD

3.4.1. GENERACIÓN DE CALOR Y FRÍO

Los generadores de calor y frío utilizados en la instalación cumplen con lo establecido en la instrucción técnica 1.3.4.1.1 Condiciones generales del RITE.

El ámbito de aplicación de las salas de máquinas, así como las características comunes de los locales destinados a las mismas, incluyendo sus dimensiones y ventilación, se ha dispuesto según la instrucción técnica 1.3.4.1.2 Salas de máquinas del RITE.

3.4.2. REDES DE TUBERÍAS

3.4.2.1. ALIMENTACIÓN

La alimentación de los circuitos cerrados de la instalación térmica se realiza mediante un dispositivo que sirve para reponer las pérdidas de agua.

El diámetro de la conexión de alimentación se ha dimensionado según la siguiente tabla:

Potencia térmica nominal (kW)	Calor DN (mm)	Frío DN (mm)
$P \leq 70$	15	20
$70 < P \leq 150$	20	25
$150 < P \leq 400$	25	32
$400 < P$	32	40

3.4.2.2. VACIADO Y PURGA

Las redes de tuberías han sido diseñadas de tal manera que pueden vaciarse de forma parcial y total. El vaciado total se hace por el punto accesible más bajo de la instalación con un diámetro mínimo según la siguiente tabla:

Potencia térmica nominal (kW)	Calor	Frio
	DN (mm)	DN (mm)
$P \leq 70$	20	25
$70 < P \leq 150$	25	32
$150 < P \leq 400$	32	40
$400 < P$	40	50

Los puntos altos de los circuitos están provistos de un dispositivo de purga de aire.

3.4.2.3. EXPANSIÓN Y CIRCUITO CERRADO

Los circuitos cerrados de agua de la instalación están equipados con un dispositivo de expansión de tipo cerrado, que permite absorber, sin dar lugar a esfuerzos mecánicos, el volumen de dilatación del fluido.

El diseño y el dimensionamiento de los sistemas de expansión y las válvulas de seguridad incluidos en la obra se han realizado según la norma UNE 100155.

3.4.2.4. DILATACIÓN, GOLPE DE ARIETE Y FILTRACIÓN

Las variaciones de longitud a las que están sometidas las tuberías debido a la variación de la temperatura han sido compensadas según el procedimiento establecido en la instrucción técnica 1.3.4.2.6 Dilatación del RITE.

La prevención de los efectos de los cambios de presión provocados por maniobras bruscas de algunos elementos del circuito se realiza conforme a la instrucción técnica 1.3.4.2.7 Golpe de ariete del RITE.

Cada circuito se protege mediante un filtro con las propiedades impuestas en la instrucción técnica 1.3.4.2.8 Filtración del RITE.

3.4.3. CONDUCTOS DE AIRE

El cálculo y el dimensionamiento de la red de conductos de la instalación, así como elementos complementarios (plenums, conexión de unidades terminales, pasillos, tratamiento de agua, unidades terminales) se ha realizado conforme a la instrucción técnica 1.3.4.2.10 Conductos de aire del RITE.

3.4.4. UTILIZACIÓN

Ninguna superficie con la que existe posibilidad de contacto accidental, salvo las superficies de los emisores de calor, tiene una temperatura mayor que 60 °C.

Las superficies calientes de las unidades terminales que son accesibles al usuario tienen una temperatura menor de 80 °C.

La accesibilidad a la instalación, la señalización y la medición de la misma se ha diseñado conforme a la instrucción técnica 1.3.4.4 Seguridad de utilización del RITE.

3.4.5. PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

Se cumple la reglamentación vigente sobre condiciones de protección contra incendios que es de aplicación a la instalación térmica.

3.5. CÁLCULO DE LA INSTALACIÓN

3.5.1. SISTEMAS DE CONDUCCIÓN DE AIRE. CONDUCTOS

Conductos									
Tramo		Q (m ³ /h)	w x h (mm)	V (m/s)	Φ (mm)	L (m)	ΔP ₁ (mm.c.a.)	ΔP (mm.c.a.)	D (mm.c.a.)
Inicio	Final								
A26-Planta	N1-Planta	2500.0	400x400	4.6	437.3	8.49	3.22	4.06	2.30
A26-Planta	N1-Planta	1200.0	300x300	3.9	327.9	12.53	2.35	4.18	2.18
A26-Planta	N1-Planta	600.0	300x250	2.4	299.1	3.47	4.34	6.36	
A26-Planta	N1-Planta		300x250		299.1	0.49		2.03	
A30-Planta	N3-Planta	2500.0	400x400	4.6	437.3	2.94	2.98	3.13	0.07
A30-Planta	N3-Planta	1250.0	400x400	2.3	437.3	4.70	2.98	3.20	
A30-Planta	N3-Planta		400x400		437.3	0.79		0.22	
A31-Planta	N10-Planta	2500.0	400x400	4.6	437.3	3.07	2.98	5.26	0.07
A31-Planta	N10-Planta	1250.0	400x400	2.3	437.3	4.85	2.98	5.33	
A31-Planta	N10-Planta		400x400		437.3	0.75		2.35	
A31-Planta	A32-Planta	2500.0	400x400	4.6	437.3	1.48	1.64	2.12	
Abreviaturas utilizadas									
Q	Caudal			L	Longitud				
w x h	Dimensiones (Ancho x Altura)			ΔP ₁	Pérdida de presión				
V	Velocidad			ΔP	Pérdida de presión acumulada				
Φ	Diámetro equivalente.			D	Diferencia de presión respecto al difusor o rejilla más desfavorable				

3.5.2. SISTEMAS DE CONDUCCIÓN DE AIRE. DIFUSORES Y REJILLAS

Difusores y rejillas									
Tipo	Φ (mm)	w x h (mm)	Q (m ³ /h)	A (cm ²)	X (m)	P (dBA)	ΔP_1 (mm.c.a.)	ΔP (mm.c.a.)	D (mm.c.a.)
A32-Planta: Rejilla de toma de aire		600x330	2500.0	1003.86		42.8	1.64	2.12	0.00
A26 -> N1, (24.79, 9.98), 8.48 m: Rejilla de impulsión		350x250	1300.0	522.60	16.8	35.8	3.22	4.06	2.30
A26 -> N1, (35.71, 8.39), 21.00 m: Rejilla de impulsión		250x200	600.0	282.40	10.6	31.0	2.35	4.18	2.18
A26 -> N1, (35.71, 4.92), 24.46 m: Rejilla de impulsión		250x150	600.0	207.80	12.3	40.3	4.34	6.36	0.00
A30 -> N3, (22.29, 5.00), 2.94 m: Rejilla de impulsión		350x250	1250.0	522.60	16.2	34.6	2.98	3.13	0.07
A30 -> N3, (26.99, 5.00), 7.63 m: Rejilla de impulsión		350x250	1250.0	522.60	16.2	34.6	2.98	3.20	0.00
A31 -> N10, (22.21, 2.97), 3.07 m: Rejilla de impulsión		350x250	1250.0	522.60	16.2	34.6	2.98	5.26	0.07
A31 -> N10, (27.06, 2.97), 7.91 m: Rejilla de impulsión		350x250	1250.0	522.60	16.2	34.6	2.98	5.33	0.00
Abreviaturas utilizadas									
Φ	Diámetro			P	Potencia sonora				
w x h	Dimensiones (Ancho x Altura)			ΔP_1	Pérdida de presión				
Q	Caudal			ΔP	Pérdida de presión acumulada				
A	Área efectiva			D	Diferencia de presión respecto al difusor o rejilla más desfavorable				
X	Alcance								

3.5.3. SISTEMAS DE CONDUCCIÓN DE AGUA. TUBERÍAS

Tuberías (Refrigeración)									
Inicio	Tramo		Tipo	Φ	Q (l/s)	V (m/s)	L (m)	ΔP_1 (m.c.a.)	ΔP (m.c.a.)
		Final							
A23-Planta		A23-Planta	Impulsión (*)	63 mm	1.14	0.5	4.74	0.042	2.28
A26-Planta		A26-Planta	Impulsión	40 mm	0.24	0.3	0.24	0.001	7.07
N4-Planta		A26-Planta	Impulsión	40 mm	0.24	0.3	0.06	0.000	2.48
N4-Planta		N8-Planta	Impulsión	40 mm	0.24	0.3	1.10	0.005	2.48
N5-Planta		A23-Planta	Impulsión (*)	63 mm	1.14	0.5	0.39	0.004	2.28

Tuberías (Refrigeración)

Inicio	Tramo Final	Tipo	Φ	Q (l/s)	V (m/s)	L (m)	ΔP_1 (m.c.a.)	ΔP (m.c.a.)
A27-Planta	N5-Planta	Impulsión (*)	63 mm	1.14	0.5	0.84	0.007	2.29
A30-Planta	A30-Planta	Impulsión	40 mm	0.45	0.5	0.24	0.004	7.12
N8-Planta	A27-Planta	Impulsión (*)	63 mm	1.14	0.5	21.15	0.189	2.48
N8-Planta	N12-Planta	Impulsión (*)	50 mm	0.91	0.7	1.91	0.034	2.51
N9-Planta	A30-Planta	Impulsión	40 mm	0.45	0.5	0.22	0.003	2.53
A31-Planta	A31-Planta	Impulsión (*)	40 mm	0.45	0.5	0.24	0.004	7.15
A31-Planta	N13-Planta	Impulsión (*)	40 mm	0.45	0.5	0.10	0.002	2.56
N12-Planta	N9-Planta	Impulsión	40 mm	0.45	0.5	0.93	0.014	2.52
N12-Planta	N13-Planta	Impulsión (*)	40 mm	0.45	0.5	3.34	0.051	2.56
A23-Planta	A23-Planta	Retorno (*)	63 mm	1.14	0.5	4.74	0.041	0.04
A26-Planta	A26-Planta	Retorno	40 mm	0.24	0.3	0.32	0.002	0.24
A26-Planta	N4-Planta	Retorno	40 mm	0.24	0.3	0.05	0.000	0.24
N4-Planta	N8-Planta	Retorno	40 mm	0.24	0.3	1.10	0.005	0.24
N5-Planta	A23-Planta	Retorno (*)	63 mm	1.14	0.5	0.50	0.004	0.05
A27-Planta	N5-Planta	Retorno (*)	63 mm	1.14	0.5	0.84	0.007	0.05
A30-Planta	A30-Planta	Retorno	40 mm	0.45	0.5	0.32	0.005	0.29
N8-Planta	A27-Planta	Retorno (*)	63 mm	1.14	0.5	21.15	0.182	0.23
N8-Planta	N12-Planta	Retorno (*)	50 mm	0.91	0.7	1.91	0.033	0.27
N9-Planta	A30-Planta	Retorno	40 mm	0.45	0.5	0.21	0.003	0.28
A31-Planta	A31-Planta	Retorno (*)	40 mm	0.45	0.5	0.32	0.005	0.32
N12-Planta	N9-Planta	Retorno	40 mm	0.45	0.5	0.93	0.014	0.28
N12-Planta	N13-Planta	Retorno (*)	40 mm	0.45	0.5	3.34	0.049	0.32

Tuberías (Refrigeración)								
Inicio	Tramo		Φ	Q (l/s)	V (m/s)	L (m)	ΔP_1 (m.c.a.)	ΔP (m.c.a.)
	Final	Tipo						
N13-Planta	A31-Planta	Retorno (*)	40 mm	0.45	0.5	0.05	0.001	0.32
(*) Tramo que forma parte del recorrido más desfavorable.								
Abreviaturas utilizadas								
Φ	Diámetro nominal		L	Longitud				
Q	Caudal		ΔP_1	Pérdida de presión				
V	Velocidad		ΔP	Pérdida de presión acumulada				

Tuberías (Calefacción)								
Inicio	Tramo		Φ	Q (l/s)	V (m/s)	L (m)	ΔP_1 (m.c.a.)	ΔP (m.c.a.)
	Final	Tipo						
A23-Planta	A23-Planta	Impulsión (*)	63 mm	1.99	1.0	4.74	0.092	3.16
A26-Planta	A26-Planta	Impulsión	40 mm	0.61	0.7	0.24	0.005	8.21
N4-Planta	A26-Planta	Impulsión	40 mm	0.61	0.7	0.06	0.001	3.62
N4-Planta	N8-Planta	Impulsión	40 mm	0.61	0.7	1.10	0.023	3.62
N5-Planta	A23-Planta	Impulsión (*)	63 mm	1.99	1.0	0.39	0.008	3.17
A27-Planta	N5-Planta	Impulsión (*)	63 mm	1.99	1.0	0.84	0.016	3.19
A30-Planta	A30-Planta	Impulsión	40 mm	0.69	0.8	0.24	0.006	8.28
N8-Planta	A27-Planta	Impulsión (*)	63 mm	1.99	1.0	21.15	0.410	3.60
N8-Planta	N12-Planta	Impulsión (*)	50 mm	1.38	1.1	1.91	0.058	3.66
N9-Planta	A30-Planta	Impulsión	40 mm	0.69	0.8	0.22	0.006	3.69
A31-Planta	A31-Planta	Impulsión (*)	40 mm	0.69	0.8	0.24	0.006	8.34
A31-Planta	N13-Planta	Impulsión (*)	40 mm	0.69	0.8	0.10	0.003	3.74
N12-Planta	N9-Planta	Impulsión	40 mm	0.69	0.8	0.93	0.024	3.68
N12-Planta	N13-Planta	Impulsión (*)	40 mm	0.69	0.8	3.34	0.086	3.74

Tuberías (Calefacción)								
Inicio	Tramo Final	Tipo	Φ	Q (l/s)	V (m/s)	L (m)	ΔP_1 (m.c.a.)	ΔP (m.c.a.)
A23-Planta	A23-Planta	Retorno (*)	63 mm	1.99	1.0	4.74	0.094	0.09
A26-Planta	A26-Planta	Retorno	40 mm	0.61	0.7	0.32	0.007	0.57
A26-Planta	N4-Planta	Retorno	40 mm	0.61	0.7	0.05	0.001	0.56
N4-Planta	N8-Planta	Retorno	40 mm	0.61	0.7	1.10	0.024	0.56
N5-Planta	A23-Planta	Retorno (*)	63 mm	1.99	1.0	0.50	0.010	0.10
A27-Planta	N5-Planta	Retorno (*)	63 mm	1.99	1.0	0.84	0.017	0.12
A30-Planta	A30-Planta	Retorno	40 mm	0.69	0.8	0.32	0.008	0.64
N8-Planta	A27-Planta	Retorno (*)	63 mm	1.99	1.0	21.15	0.419	0.54
N8-Planta	N12-Planta	Retorno (*)	50 mm	1.38	1.1	1.91	0.059	0.60
N9-Planta	A30-Planta	Retorno	40 mm	0.69	0.8	0.21	0.006	0.63
A31-Planta	A31-Planta	Retorno (*)	40 mm	0.69	0.8	0.32	0.008	0.70
N12-Planta	N9-Planta	Retorno	40 mm	0.69	0.8	0.93	0.025	0.62
N12-Planta	N13-Planta	Retorno (*)	40 mm	0.69	0.8	3.34	0.088	0.69
N13-Planta	A31-Planta	Retorno (*)	40 mm	0.69	0.8	0.05	0.001	0.69
(*) Tramo que forma parte del recorrido más desfavorable.								
Abreviaturas utilizadas								
Φ	Diámetro nominal		L	Longitud				
Q	Caudal		ΔP_1	Pérdida de presión				
V	Velocidad		ΔP	Pérdida de presión acumulada				

3.5.4. UNIDADES NO AUTÓNOMAS PARA CLIMATIZACIÓN (FANCOILS)

Fancoils					
Modelo	P_{ref} (kcal/h)	P_{cal} (kcal/h)	Q_{ref} (l/s)	ΔP_{ref} (m.c.a.)	PP_{ref} (m.c.a.)
(A26-Planta)	17282.9	18615.6	0.00	4.587	2.723

Fancoils					
Modelo	P_{ref} (kcal/h)	P_{cal} (kcal/h)	Q_{ref} (l/s)	ΔP_{ref} (m.c.a.)	PP_{ref} (m.c.a.)
(A30-Planta)	17282.9	18615.6	0.00	4.587	2.819
(A31-Planta)	17282.9	18615.6	0.00	4.587	2.888
Abreviaturas utilizadas					
P_{ref}	Potencia frigorífica total calculada		ΔP_{ref}	Pérdida de presión (Refrigeración)	
P_{cal}	Potencia calorífica total calculada		PP_{ref}	Pérdida de presión acumulada (Refrigeración)	
Q_{ref}	Caudal de agua (Refrigeración)				

Fancoils (Continuación)							
Modelo	ΔT_{ref} (°C)	ΔT_{cal} (°C)	Q_{ref} (m³/h)	Q_{cal} (m³/h)	P (mm.c.a.)	N (dBA)	Dimensiones (mm)
(A26-Planta)	7.0	45.0	2500.0	2500.0	18.0	73.8	750x1282.5x399
(A30-Planta)	7.0	45.0	2500.0	2500.0	18.0	73.8	750x1282.5x399
(A31-Planta)	7.0	45.0	2500.0	2500.0	18.0	73.8	750x1282.5x399
$\Delta T_{ref} = 5 \text{ °C}$							
Abreviaturas utilizadas							
ΔT_{ref}	Incremento de la temperatura del agua (Refrigeración)			Q_{cal}	Caudal de aire (Calefacción)		
ΔT_{cal}	Incremento de la temperatura del agua (Calefacción)			P	Presión disponible de aire		
Q_{ref}	Caudal de aire (Refrigeración)			N	Nivel sonoro		

3.5.5. SISTEMAS DE CAPTACIÓN DE ENERGÍA GEOTÉRMICA

Intercambiador de calor enterrado para captación de energía geotérmica Bomba de calor "A23"

Longitud total del intercambiador de calor geotérmico

883.26 m
Número de perforaciones 6
Profundidad de las perforaciones 147.21 m

Datos de entrada para el cálculo

Características del terreno

t_g : Temperatura no perturbada	14.58 °C
k : Conductividad térmica	0.86 kcal/(h·m·K)
c_p : Capacidad térmica volumétrica	429.92 kcal/(m ³ ·K)
α : Difusividad térmica	0.05 m ² /día

Características del intercambiador de calor geotérmico

Tipo de sonda	Doble
d : Distancia mínima entre perforaciones	6.00 m
D_b : Diámetro de las perforaciones	152.00 mm
k_b : Conductividad térmica del material de relleno de la perforación	2.02 kcal/(h·m·K)
$D_{p,ext}$: Diámetro exterior de las tuberías	32.00 mm
$D_{p,int}$: Diámetro interior de las tuberías	26.20 mm
k_p : Conductividad térmica de la tubería	0.30 kcal/(h·m·K)
L : Distancia entre los ejes de las tuberías	78.00 mm

Características del fluido caloportador

c_p : Capacidad calorífica específica	0.91 kcal/(kg·K)
ρ : Densidad	1052.00 kg/m ³

Características de la bomba de calor

Refrigeración	
Potencia frigorífica	24849.53 kcal/h
EER	3.40
Caudal	4.86 l/s
Temperatura de entrada	30.00 °C
Calefacción	
Potencia calorífica	32760.10 kcal/h
COP	3.35
Caudal	2.81 l/s
Temperatura de entrada	12.00 °C

Perfil de las necesidades térmicas

	Refrigeración	Calefacción	ACS
Carga térmica	12897.68 kcal/h	13757.52 kcal/h	
Demanda térmica (kcal)			
Enero	0.00	34393.81	8598.45
Febrero	0.00	13757.52	8598.45
Marzo	0.00	13757.52	8598.45
Abril	10000.00	8598.45	8598.45
Mayo	10000.00	0.00	8598.45
Junio	10000.00	0.00	8598.45
Julio	10000.00	0.00	8598.45

Agosto	10000.00	0.00	8598.45
Septiembre	10000.00	0.00	8598.45
Octubre	10000.00	8598.45	8598.45
Noviembre	0.00	8600.00	8598.45
Diciembre	0.00	8600.00	8598.45
Total anual	70000.00	96305.75	103181.40

Cálculo de la longitud del intercambiador de calor geotérmico

883.26 m

Resultados intermedios

Potencia térmica transferida al terreno

q_a : Potencia térmica neta anual transferida al terreno	-5.63 kcal/h
$q_{m,H}$: Potencia térmica transferida al terreno en el mes más desfavorable	-40.53 kcal/h
$q_{h,H}$: Potencia térmica máxima horaria transferida al terreno	9649.11 kcal/h

Resistencias térmicas

R_p : Resistencia térmica de la tubería	1.80 h·m·K/kcal
R_b : Resistencia térmica equivalente de la perforación	18.58 h·m·K/kcal
R_{10y} : Resistencia térmica efectiva del terreno para un pulso de calor de 10 años	3.07 h·m·K/kcal
R_{1m} : Resistencia térmica efectiva del terreno para un pulso de calor mensual	3.48 h·m·K/kcal
R_{6h} : Resistencia térmica efectiva del terreno para un pulso de calor de 6 horas	6.81 h·m·K/kcal

Temperaturas

T_m : Temperatura media del fluido en la perforación	11.50 °C
T_p : Temperatura de penalización, que considera el efecto de interacción entre perforaciones adyacentes	-0.01 °C

Otros

Re: Número de Reynolds	2302.92 >2300
F_{SC} : Factor de pérdida por cortocircuito térmico	1.04

3.5.6. SISTEMAS DE CAPTACIÓN DE ENERGÍA GEOTÉRMICA. TUBERÍAS

Tuberías (Refrigeración)

Inicio	Tramo Final	Tipo	Φ	Q (l/s)	V (m/s)	L (m)	ΔP_1 (m.c.a.)	ΔP (m.c.a.)
A23-Planta	A23-Planta	Impulsión	110 mm	2.43	0.3	1.20	0.003	4.52
A23-Planta	A28-Planta	Impulsión	110 mm	2.43	0.3	0.27	0.001	4.52
A25-Planta	A25-Planta	Impulsión	110 mm	2.43	0.3	0.40	0.001	4.53
A25-Planta	A25-Planta	Impulsión	32 mm	0.41	0.8	0.40	0.021	8.31
A25-Planta	A24-Planta	Impulsión	32 mm	0.41	0.8	7.37	0.394	8.71
A25-Planta	A25-Planta	Impulsión	32 mm	0.41	0.8	0.40	0.021	8.31
A25-Planta	A25-Planta	Impulsión	32 mm	0.41	0.8	0.40	0.021	8.31
A25-Planta	A25-Planta	Impulsión	32 mm	0.41	0.8	0.40	0.021	8.31
A25-Planta	A24-Planta	Impulsión	32 mm	0.41	0.8	9.88	0.527	8.84
A25-Planta	A25-Planta	Impulsión	32 mm	0.41	0.8	0.40	0.021	8.31
A25-Planta	A24-Planta	Impulsión	32 mm	0.41	0.8	5.24	0.280	8.59
A25-Planta	A25-Planta	Impulsión	32 mm	0.41	0.8	0.40	0.021	8.31
N6-Planta	N7-Planta	Impulsión	110 mm	2.43	0.3	1.89	0.005	4.52
N7-Planta	A25-Planta	Impulsión	110 mm	2.43	0.3	0.16	0.000	4.52
A24-Planta	A24-Planta	Impulsión	32 mm	0.41	0.8	1.20	0.064	16.74
A24-Planta	A25-Planta	Impulsión	32 mm	0.41	0.8	6.67	0.356	8.67
A24-Planta	A24-Planta	Impulsión	32 mm	0.41	0.8	1.20	0.064	16.91
A24-Planta	A24-Planta	Impulsión	32 mm	0.41	0.8	1.20	0.064	16.47
A24-Planta	A25-Planta	Impulsión	32 mm	0.41	0.8	1.50	0.080	8.39
A24-Planta	A24-Planta	Impulsión	32 mm	0.41	0.8	1.20	0.064	16.78
A28-Planta	N6-Planta	Impulsión	110 mm	2.43	0.3	0.17	0.000	4.52
A24-Planta	A24-Planta	Impulsión	32 mm	0.41	0.8	1.20	0.064	16.67

Tuberías (Refrigeración)

Inicio	Tramo Final	Tipo	Φ	Q (l/s)	V (m/s)	L (m)	ΔP_1 (m.c.a.)	ΔP (m.c.a.)
A24-Planta	A24-Planta	Impulsión	32 mm	0.41	0.8	1.20	0.064	16.86
A24-Planta	A25-Planta	Impulsión	32 mm	0.41	0.8	8.96	0.478	8.79
A23-Planta	A23-Planta	Retorno	110 mm	2.43	0.3	1.20	0.003	4.52
A25-Planta	A25-Planta	Retorno	110 mm	2.43	0.3	0.40	0.001	4.53
A25-Planta	N7-Planta	Retorno	110 mm	2.43	0.3	0.16	0.000	4.52
A25-Planta	A25-Planta	Retorno	32 mm	0.41	0.8	0.40	0.021	4.55
A25-Planta	A24-Planta	Retorno	32 mm	0.41	0.8	7.37	0.394	4.94
A25-Planta	A25-Planta	Retorno	32 mm	0.41	0.8	0.40	0.021	4.55
A25-Planta	A25-Planta	Retorno	32 mm	0.41	0.8	0.40	0.021	4.55
A25-Planta	A25-Planta	Retorno	32 mm	0.41	0.8	0.40	0.021	4.55
A25-Planta	A24-Planta	Retorno	32 mm	0.41	0.8	9.88	0.527	5.07
A25-Planta	A25-Planta	Retorno	32 mm	0.41	0.8	0.40	0.021	4.55
A25-Planta	A24-Planta	Retorno	32 mm	0.41	0.8	5.24	0.280	4.83
A25-Planta	A25-Planta	Retorno	32 mm	0.41	0.8	0.40	0.021	4.55
N6-Planta	A23-Planta	Retorno	110 mm	2.43	0.3	0.39	0.001	4.52
N6-Planta	N7-Planta	Retorno	110 mm	2.43	0.3	1.89	0.005	4.52
A24-Planta	A24-Planta	Retorno	32 mm	0.41	0.8	1.20	0.064	12.98
A24-Planta	A25-Planta	Retorno	32 mm	0.41	0.8	6.67	0.356	4.90
A24-Planta	A24-Planta	Retorno	32 mm	0.41	0.8	1.20	0.064	13.15
A24-Planta	A24-Planta	Retorno	32 mm	0.41	0.8	1.20	0.064	12.70
A24-Planta	A25-Planta	Retorno	32 mm	0.41	0.8	1.50	0.080	4.63
A24-Planta	A24-Planta	Retorno	32 mm	0.41	0.8	1.20	0.064	13.01

Tuberías (Refrigeración)								
Inicio	Tramo		Φ	Q (l/s)	V (m/s)	L (m)	ΔP_1 (m.c.a.)	ΔP (m.c.a.)
	Final	Tipo						
A24-Planta	A24-Planta	Retorno	32 mm	0.41	0.8	1.20	0.064	12.90
A24-Planta	A24-Planta	Retorno	32 mm	0.41	0.8	1.20	0.064	13.10
A24-Planta	A25-Planta	Retorno	32 mm	0.41	0.8	8.96	0.478	5.03
Abreviaturas utilizadas								
Φ	Diámetro nominal		L	Longitud				
Q	Caudal		ΔP_1	Pérdida de presión				
V	Velocidad		ΔP	Pérdida de presión acumulada				

Tuberías (Calefacción)								
Inicio	Tramo		Φ	Q (l/s)	V (m/s)	L (m)	ΔP_1 (m.c.a.)	ΔP (m.c.a.)
	Final	Tipo						
A23-Planta	A23-Planta	Impulsión	110 mm	1.41	0.2	1.20	0.001	1.56
A23-Planta	A28-Planta	Impulsión	110 mm	1.41	0.2	0.27	0.000	1.56
A25-Planta	A25-Planta	Impulsión	110 mm	1.41	0.2	0.40	0.000	1.56
A25-Planta	A25-Planta	Impulsión	32 mm	0.23	0.4	0.40	0.009	2.83
A25-Planta	A24-Planta	Impulsión	32 mm	0.23	0.4	7.37	0.157	2.98
A25-Planta	A25-Planta	Impulsión	32 mm	0.23	0.4	0.40	0.009	2.83
A25-Planta	A25-Planta	Impulsión	32 mm	0.23	0.4	0.40	0.009	2.83
A25-Planta	A25-Planta	Impulsión	32 mm	0.23	0.4	0.40	0.009	2.83
A25-Planta	A24-Planta	Impulsión	32 mm	0.23	0.4	9.88	0.210	3.04
A25-Planta	A25-Planta	Impulsión	32 mm	0.23	0.4	0.40	0.009	2.83
A25-Planta	A24-Planta	Impulsión	32 mm	0.23	0.4	5.24	0.112	2.94
A25-Planta	A25-Planta	Impulsión	32 mm	0.23	0.4	0.40	0.009	2.83
N6-Planta	N7-Planta	Impulsión	110 mm	1.41	0.2	1.89	0.002	1.56
N7-Planta	A25-Planta	Impulsión	110 mm	1.41	0.2	0.16	0.000	1.56

Tuberías (Calefacción)								
Inicio	Tramo Final	Tipo	Φ	Q (l/s)	V (m/s)	L (m)	ΔP_1 (m.c.a.)	ΔP (m.c.a.)
A24-Planta	A24-Planta	Impulsión	32 mm	0.23	0.4	1.20	0.026	6.19
A24-Planta	A25-Planta	Impulsión	32 mm	0.23	0.4	6.67	0.142	2.97
A24-Planta	A24-Planta	Impulsión	32 mm	0.23	0.4	1.20	0.026	6.26
A24-Planta	A24-Planta	Impulsión	32 mm	0.23	0.4	1.20	0.026	6.08
A24-Planta	A25-Planta	Impulsión	32 mm	0.23	0.4	1.50	0.032	2.86
A24-Planta	A24-Planta	Impulsión	32 mm	0.23	0.4	1.20	0.026	6.21
A28-Planta	N6-Planta	Impulsión	110 mm	1.41	0.2	0.17	0.000	1.56
A24-Planta	A24-Planta	Impulsión	32 mm	0.23	0.4	1.20	0.026	6.16
A24-Planta	A24-Planta	Impulsión	32 mm	0.23	0.4	1.20	0.026	6.24
A24-Planta	A25-Planta	Impulsión	32 mm	0.23	0.4	8.96	0.191	3.02
A23-Planta	A23-Planta	Retorno	110 mm	1.41	0.2	1.20	0.001	1.56
A25-Planta	A25-Planta	Retorno	110 mm	1.41	0.2	0.40	0.000	1.56
A25-Planta	N7-Planta	Retorno	110 mm	1.41	0.2	0.16	0.000	1.56
A25-Planta	A25-Planta	Retorno	32 mm	0.23	0.4	0.40	0.009	1.57
A25-Planta	A24-Planta	Retorno	32 mm	0.23	0.4	7.37	0.157	1.73
A25-Planta	A25-Planta	Retorno	32 mm	0.23	0.4	0.40	0.009	1.57
A25-Planta	A25-Planta	Retorno	32 mm	0.23	0.4	0.40	0.009	1.57
A25-Planta	A25-Planta	Retorno	32 mm	0.23	0.4	0.40	0.009	1.57
A25-Planta	A24-Planta	Retorno	32 mm	0.23	0.4	9.88	0.210	1.78
A25-Planta	A25-Planta	Retorno	32 mm	0.23	0.4	0.40	0.009	1.57
A25-Planta	A24-Planta	Retorno	32 mm	0.23	0.4	5.24	0.112	1.68
A25-Planta	A25-Planta	Retorno	32 mm	0.23	0.4	0.40	0.009	1.57

Tuberías (Calefacción)								
Inicio	Tramo Final	Tipo	Φ	Q (l/s)	V (m/s)	L (m)	ΔP_1 (m.c.a.)	ΔP (m.c.a.)
N6-Planta	A23-Planta	Retorno	110 mm	1.41	0.2	0.39	0.000	1.56
N6-Planta	N7-Planta	Retorno	110 mm	1.41	0.2	1.89	0.002	1.56
A24-Planta	A24-Planta	Retorno	32 mm	0.23	0.4	1.20	0.026	4.93
A24-Planta	A25-Planta	Retorno	32 mm	0.23	0.4	6.67	0.142	1.71
A24-Planta	A24-Planta	Retorno	32 mm	0.23	0.4	1.20	0.026	5.00
A24-Planta	A24-Planta	Retorno	32 mm	0.23	0.4	1.20	0.026	4.82
A24-Planta	A25-Planta	Retorno	32 mm	0.23	0.4	1.50	0.032	1.60
A24-Planta	A24-Planta	Retorno	32 mm	0.23	0.4	1.20	0.026	4.95
A24-Planta	A24-Planta	Retorno	32 mm	0.23	0.4	1.20	0.026	4.90
A24-Planta	A24-Planta	Retorno	32 mm	0.23	0.4	1.20	0.026	4.98
A24-Planta	A25-Planta	Retorno	32 mm	0.23	0.4	8.96	0.191	1.76
Abreviaturas utilizadas								
Φ	Diámetro nominal			L	Longitud			
Q	Caudal			ΔP_1	Pérdida de presión			
V	Velocidad			ΔP	Pérdida de presión acumulada			

4. REPRESENTACIÓN 3D

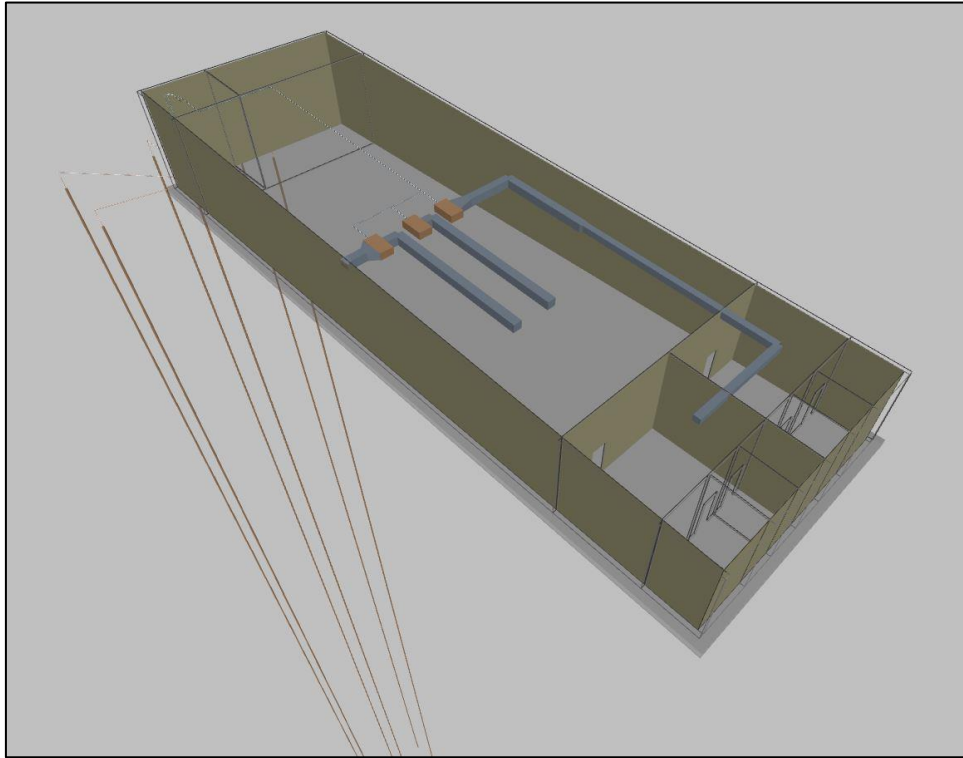


Figura 94. Representación 3D de la instalación para climatización.

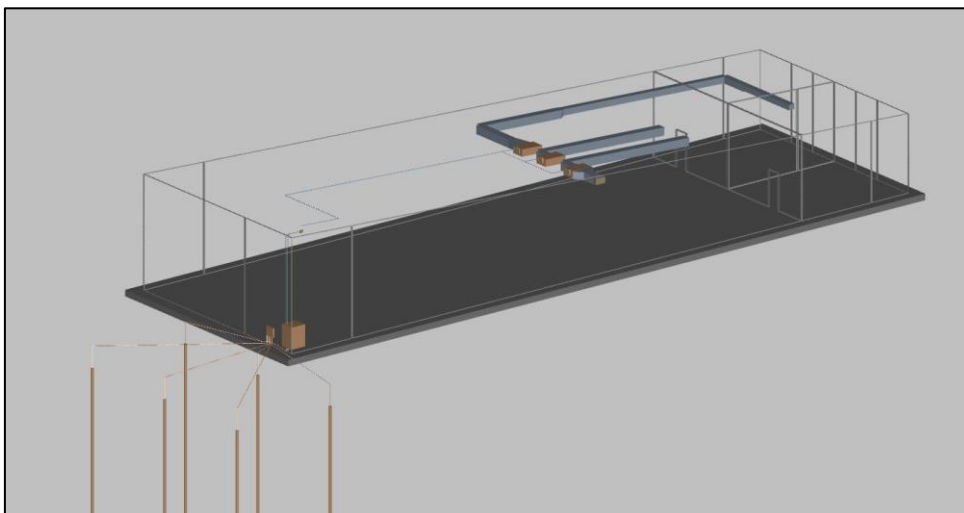


Figura 95. Representación 3D de la instalación para climatización.

ANEJO 10. INSTALACIÓN ELÉCTRICA

1. INTRODUCCIÓN

El objeto de este proyecto técnico es especificar todos y cada uno de los elementos que componen la instalación eléctrica, así como justificar, mediante los correspondientes cálculos, el cumplimiento del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias (ITC) BT01 a BT51.

2. NORMATIVA

En la realización del proyecto se han tenido en cuenta las siguientes normas y reglamentos:

- REBT-2002: Reglamento electrotécnico de baja tensión e Instrucciones técnicas complementarias.
- UNE-HD 60364-5-52: Instalaciones eléctricas de baja tensión. Selección e instalación de equipos eléctricos. Canalizaciones.
- UNE 20-434-90: Sistema de designación de cables.
- UNE 20-435-90 Parte 2: Cables de transporte de energía aislados con dieléctricos secos extruidos para tensiones de 1 a 30 kV.
- UNE 20-460-90 Parte 4-43: Instalaciones eléctricas en edificios. Protección contra las sobrecargas.
- UNE 20-460-90 Parte 5-54: Instalaciones eléctricas en edificios. Puesta a tierra y conductores de protección.
- EN-IEC 60 947-2:1996: Aparataje de baja tensión. Interruptores automáticos.
- EN-IEC 60 947-2:1996 Anexo B: Interruptores automáticos con protección incorporada por intensidad diferencial residual.
- EN-IEC 60 947-3:1999: Aparataje de baja tensión. Interruptores, seccionadores, interruptores-seccionadores y combinados fusibles.
- EN-IEC 60 269-1: Fusibles de baja tensión.
- EN 60 898: Interruptores automáticos para instalaciones domésticas y análogas para la protección contra sobrecargas.

3. POTENCIA TOTAL PREVISTA PARA LA INSTALACIÓN

La potencia total prevista a considerar en el cálculo de los conductores de las instalaciones de enlace será:

Para locales comerciales y oficinas:

Para el cálculo de la potencia en locales y oficinas, al no disponer de las potencias reales instaladas, se asume un valor de 100 W/m^2 , con un mínimo por local u oficina de 3450 W a 230 V y coeficiente de simultaneidad 1.

Dadas las características de la obra y los niveles de electrificación elegidos, puede establecerse la potencia total instalada y demandada por la instalación:

Potencia total prevista por instalación: CPM-1	
Concepto	P Total (kW)
Cuadro individual 1	29.670

Para el cálculo de la potencia de los cuadros y subcuadros de distribución se tiene en cuenta la acumulación de potencia de los diferentes circuitos alimentados aguas abajo, aplicando una simultaneidad a cada circuito en función de la naturaleza de las cargas y multiplicando finalmente por un factor de acumulación que varía en función del número de circuitos.

Para los circuitos que alimentan varias tomas de uso general, dado que en condiciones normales no se utilizan todas las tomas del circuito, la simultaneidad aplicada para el cálculo de la potencia acumulada aguas arriba se realiza aplicando la fórmula:

Finalmente, y teniendo en consideración que los circuitos de alumbrado y motores se acumulan directamente (coeficiente de simultaneidad 1), el factor de acumulación para el resto de circuitos varía en función de su número, aplicando la tabla:

Número de circuitos	Factor de simultaneidad
2 - 3	0.9
4 - 5	0.8
6 - 9	0.7
≥ 10	0.6

4. DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN

4.1. CAJA GENERAL DE PROTECCIÓN

Las cajas generales de protección (CGP) alojan los elementos de protección de las líneas generales de alimentación y marcan el principio de la propiedad de las instalaciones de los usuarios.

Se instalará una caja general de protección para cada esquema, con su correspondiente línea general de alimentación.

La caja general de protección se situará en zonas de acceso público.

Cuando las puertas de las CGP sean metálicas, deberán ponerse a tierra mediante un conductor de cobre.

Cuando el suministro sea para un único usuario o para dos usuarios alimentados desde el mismo lugar, conforme a la instrucción ITC-BT-12, al no existir línea general de alimentación, se simplifica la instalación colocando una caja de protección y medida (CPM).

4.2. DERIVACIONES INDIVIDUALES

Las derivaciones individuales enlazan cada contador con su correspondiente cuadro general de mando y protección.

Para suministros monofásicos estarán formadas por un conductor de fase, un conductor de neutro y uno de protección, y para suministros trifásicos por tres conductores de fase, uno de neutro y uno de protección.

Los conductores de protección estarán integrados en sus derivaciones individuales y conectados a los embarrados de los módulos de protección de cada una de las centralizaciones de contadores de los edificios. Desde éstos, a través de los puntos de puesta a tierra, quedarán conectados a la red registrable de tierra del edificio.

A continuación, se detallan los resultados obtenidos para cada derivación:

Derivaciones individuales				
Planta	Referencia	Longitud (m)	Línea	Tipo de instalación
0	Cuadro individual 1	0.77	SZ1-K (AS+) Cca-s1b,d1,a1 5G10	Tubo superficial D=75 mm

La ejecución de las canalizaciones y su tendido se hará de acuerdo con lo expresado en los documentos del presente proyecto.

Los tubos y canales protectoras que se destinen a contener las derivaciones individuales deberán ser de una sección nominal tal que permita ampliar la sección de los conductores inicialmente instalados en un 100%, siendo el diámetro exterior mínimo de 32 mm.

4.3. INSTALACIONES INTERIORES O RECEPTORAS

Los diferentes circuitos de las instalaciones de usos comunes se protegerán por separado mediante los siguientes elementos:

- Protección contra contactos indirectos: Se realiza mediante uno o varios interruptores diferenciales.
- Protección contra sobrecargas y cortocircuitos: Se lleva a cabo con interruptores automáticos magnetotérmicos o guardamotors de diferentes intensidades nominales, en función de la sección y naturaleza de los circuitos a proteger. Asimismo, se instalará un interruptor general para proteger la derivación individual.
- Guardamotor, destinado a la protección contra sobrecargas, cortocircuitos y riesgo de la falta de tensión en una de las fases en los motores trifásicos.

La composición del cuadro y los circuitos interiores será la siguiente:

Circuitos interiores de la instalación			
Referencia	Longitud (m)	Línea	Tipo de instalación
Cuadro individual 1	-		
Sub-grupo 1	-		
C14 (Climatización)	3.35	ES07Z1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 5G10	Tubo empotrado, en una pared de mampostería D=32 mm
Sub-grupo 2	-		
C17 (Bomba de circulación (climatización))	5.41	ES07Z1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 5G2.5	Tubo empotrado, en una pared de mampostería D=20 mm
Sub-grupo 3	-		
C1 (iluminación)	600.11	ES07Z1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3G2.5	Tubo empotrado, en una pared de mampostería D=20 mm

Circuitos interiores de la instalación			
Referencia	Longitud (m)	Línea	Tipo de instalación
C3 (cocina/horno)	8.43	ES07Z1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3G6	Tubo empotrado, en una pared de mampostería D=25 mm
Sub-grupo 4	-		
C4.2 (lavavajillas)	4.99	ES07Z1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3G2.5	Tubo empotrado, en una pared de mampostería D=20 mm
C13 (alumbrado de emergencia)	389.45	ES07Z1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3G1.5	Tubo empotrado, en una pared de mampostería D=16 mm
C15 (Climatización)	66.03	ES07Z1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3G2.5	Tubo empotrado, en una pared de mampostería D=20 mm
C16 (Producción de A.C.S.)	5.40	ES07Z1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3G1.5	Tubo empotrado, en una pared de mampostería D=16 mm
Sub-grupo 5	-		
C2 (tomas)	303.18	ES07Z1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3G2.5	Tubo empotrado, en una pared de mampostería D=20 mm
C7 (tomas)	27.99	ES07Z1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3G2.5	Tubo empotrado, en una pared de mampostería D=20 mm

4.4. AGUA CALIENTE SANITARIA Y CLIMATIZACIÓN

La instalación incluye equipos para producción de A.C.S. y climatización, siendo su descripción, ubicación y potencia eléctrica la descrita en la siguiente tabla:

Equipos para producción de A.C.S. y climatización		
Descripción	Planta	P _{calc} [W]
Cuadro individual 1		
Fancoil de techo, sistema de dos tubos, con distribución por conductos.	0	684.2(monof.)
Fancoil de techo, sistema de dos tubos, con distribución por conductos.	0	684.2(monof.)

Equipos para producción de A.C.S. y climatización		
Descripción	Planta	P _{calc} [W]
Fancoil de techo, sistema de dos tubos, con distribución por conductos.	0	684.2(monof.)
Calentador de agua a gas	0	500.0(monof.)

5. BASES DE CÁLCULO

5.1. SECCIÓN DE LAS LÍNEAS

La determinación reglamentaria de la sección de un cable consiste en calcular la sección mínima normalizada que satisface simultáneamente las tres condiciones siguientes:

a) Criterio de la intensidad máxima admisible o de calentamiento.

- La temperatura del conductor del cable, trabajando a plena carga y en régimen permanente, no debe superar en ningún momento la temperatura máxima admisible asignada de los materiales que se utilizan para el aislamiento del cable. Esta temperatura se especifica en las normas particulares de los cables y es de 70°C para cables con aislamientos termoplásticos y de 90°C para cables con aislamientos termoestables.

b) Criterio de la caída de tensión.

- La circulación de corriente a través de los conductores ocasiona una pérdida de potencia transportada por el cable y una caída de tensión o diferencia entre las tensiones en el origen y extremo de la canalización. Esta caída de tensión debe ser inferior a los límites marcados por el Reglamento en cada parte de la instalación, con el objeto de garantizar el funcionamiento de los receptores alimentados por el cable.

c) Criterio para la intensidad de cortocircuito.

- La temperatura que puede alcanzar el conductor del cable, como consecuencia de un cortocircuito o sobreintensidad de corta duración, no debe sobrepasar la temperatura máxima admisible de corta duración (para menos de 5 segundos) asignada a los materiales utilizados para el aislamiento del cable. Esta temperatura se especifica en las normas particulares de los cables y es de 160°C para cables con aislamiento termoplásticos y de 250°C para cables con aislamientos termoestables.

5.1.1. SECCIÓN POR INTENSIDAD MÁXIMA ADMISIBLE O CALENTAMIENTO

En el cálculo de las instalaciones se ha comprobado que las intensidades de cálculo de las líneas son inferiores a las intensidades máximas admisibles de los conductores según la norma UNE-HD 60364-5-52, teniendo en cuenta los factores de corrección según el tipo de instalación y sus condiciones particulares.

$$I_c < I_z$$

Intensidad de cálculo en servicio monofásico:

$$I_c = \frac{P_c}{U_f \cdot \cos \theta}$$

Intensidad de cálculo en servicio trifásico:

$$I_c = \frac{P_c}{\sqrt{3} \cdot U_l \cdot \cos \theta}$$

siendo:

I_c: Intensidad de cálculo del circuito, en A

I_z: Intensidad máxima admisible del conductor, en las condiciones de instalación, en A

P_c: Potencia de cálculo, en W

U_f: Tensión simple, en V

U_l: Tensión compuesta, en V

cos θ: Factor de potencia

5.1.2. SECCIÓN POR CAÍDA DE TENSIÓN

De acuerdo a las instrucciones ITC-BT-14, ITC-BT-15 y ITC-BT-19 del REBT se verifican las siguientes condiciones:

En las instalaciones de enlace, la caída de tensión no debe superar los siguientes valores:

a) En el caso de contadores concentrados en un único lugar:

- Línea general de alimentación: 0,5%

- Derivaciones individuales: 1,0%

b) En el caso de contadores concentrados en más de un lugar:

- Línea general de alimentación: 1,0%

- Derivaciones individuales: 0,5%

Para cualquier circuito interior de viviendas, la caída de tensión no debe superar el 3% de la tensión nominal.

Para el resto de circuitos interiores, la caída de tensión límite es de:

- Circuitos de alumbrado: 3,0%

- Resto de circuitos: 5,0%

Para receptores monofásicos la caída de tensión viene dada por:

$$\Delta U = 2 \cdot L \cdot I_C \cdot (R \cos \varphi + X \sin \varphi)$$

Para receptores trifásicos la caída de tensión viene dada por:

$$\Delta U = \sqrt{3} \cdot L \cdot I_C \cdot (R \cos \varphi + X \sin \varphi)$$

siendo:

L: Longitud del cable, en m

X: Reactancia del cable, en W/km. Se considera despreciable hasta un valor de sección del cable de 120 mm². A partir de esta sección se considera un valor para la reactancia de 0,08 W/km.

R: Resistencia del cable, en W/m. Viene dada por:

$$R = \rho \cdot \frac{1}{S}$$

siendo:

r: Resistividad del material en W·mm²/m

S: Sección en mm²

Se comprueba la caída de tensión a la temperatura prevista de servicio del conductor, siendo ésta de:

$$T = T_0 + (T_{\max} - T_0) \cdot \left(\frac{I_c}{I_z} \right)^2$$

siendo:

T: Temperatura real estimada en el conductor, en °C

T0: Temperatura ambiente para el conductor (40°C para cables al aire y 25°C para cables enterrados)

Tmax: Temperatura máxima admisible del conductor según su tipo de aislamiento (90°C para conductores con aislamientos termoestables y 70°C para conductores con aislamientos termoplásticos, según la tabla 2 de la instrucción ITC-BT-07).

Con ello la resistividad a la temperatura prevista de servicio del conductor es de:

$$\rho_T = \rho_{20} \cdot [1 + \alpha \cdot (T - 20)]$$

– para el cobre

$$\alpha = 0.00393^{\circ}\text{C}^{-1} \quad \rho_{20^{\circ}\text{C}} = \frac{1}{56} \Omega \cdot \text{mm}^2 / \text{m}$$

– para el aluminio

$$\alpha = 0.00403^{\circ}\text{C}^{-1} \quad \rho_{20^{\circ}\text{C}} = \frac{1}{35} \Omega \cdot \text{mm}^2 / \text{m}$$

5.1.3. SECCIÓN POR INTENSIDAD DE CORTOCIRCUITO

Se calculan las intensidades de cortocircuito máximas y mínimas, tanto en cabecera 'lcc' como en pie 'lccp', de cada una de las líneas que componen la instalación eléctrica, teniendo en cuenta que la máxima intensidad de cortocircuito se establece para un cortocircuito entre fases, y la mínima intensidad de cortocircuito para un cortocircuito fase-neutro.

Entre Fases:

$$I_{cc} = \frac{U_l}{\sqrt{3} \cdot Z_t}$$

Fase y Neutro:

$$I_{cc} = \frac{U_f}{2 \cdot Z_t}$$

siendo:

Ul: Tensión compuesta, en V

Uf: Tensión simple, en V

Zt: Impedancia total en el punto de cortocircuito, en mW

Icc: Intensidad de cortocircuito, en kA

La impedancia total en el punto de cortocircuito se obtiene a partir de la resistencia total y de la reactancia total de los elementos de la red arriba del punto de cortocircuito:

$$Z_t = \sqrt{R_t^2 + X_t^2}$$

siendo:

Rt: Resistencia total en el punto de cortocircuito.

Xt: Reactancia total en el punto de cortocircuito.

La impedancia total en cabecera se ha calculado teniendo en cuenta la ubicación del transformador y de la acometida.

En el caso de partir de un transformador se calcula la resistencia y reactancia del transformador aplicando la formulación siguiente:

$$R_{cc,T} = \frac{\varepsilon_{R_{cc,T}} \cdot U_l^2}{S_n}$$

$$X_{cc,T} = \frac{\varepsilon_{X_{cc,T}} \cdot U_l^2}{S_n}$$

siendo:

R_{cc,T}: Resistencia de cortocircuito del transformador, en mW

X_{cc,T}: Reactancia de cortocircuito del transformador, en mW

ER_{cc,T}: Tensión resistiva de cortocircuito del transformador

EX_{cc,T}: Tensión reactiva de cortocircuito del transformador

S_n: Potencia aparente del transformador, en kVA

En el caso de introducir la intensidad de cortocircuito en cabecera, se estima la resistencia y reactancia de la acometida aguas arriba que genere la intensidad de cortocircuito indicada.

5.2. CÁLCULO DE LAS PROTECCIONES

– Fusibles

Los fusibles protegen a los conductores frente a sobrecargas y cortocircuitos.

Se comprueba que la protección frente a sobrecargas cumple que:

$$I_B \leq I_n \leq I_z$$

$$I_2 \leq 1.45 \cdot I_z$$

siendo:

I_c: Intensidad que circula por el circuito, en A

I_n: Intensidad nominal del dispositivo de protección, en A

I_z: Intensidad máxima admisible del conductor, en las condiciones de instalación, en A

I₂: Intensidad de funcionamiento de la protección, en A. En el caso de los fusibles de tipo gG se toma igual a 1,6 veces la intensidad nominal del fusible.

Frente a cortocircuito se verifica que los fusibles cumplen que:

- El poder de corte del fusible " I_{cu} " es mayor que la máxima intensidad de cortocircuito que puede presentarse.
- Cualquier intensidad de cortocircuito que puede presentarse se debe interrumpir en un tiempo inferior al que provocaría que el conductor alcanzase su temperatura límite (160°C para cables con aislamientos termoplásticos y 250°C para cables con aislamientos termoestables), comprobándose que:

$$I_{cc,5s} > I_f$$

$$I_{cc} > I_f$$

siendo:

I_{cc} : Intensidad de cortocircuito en la línea que protege el fusible, en A

I_f : Intensidad de fusión del fusible en 5 segundos, en A

$I_{cc,5s}$: Intensidad de cortocircuito en el cable durante el tiempo máximo de 5 segundos, en A.

Se calcula mediante la expresión:

$$I_{cc} = \frac{k \cdot S}{\sqrt{t}}$$

siendo:

S: Sección del conductor, en mm²

t: tiempo de duración del cortocircuito, en s

k: constante que depende del material y aislamiento del conductor

PVC XLPE

Cu 115 143

Al	76	94
----	----	----

La longitud máxima de cable protegida por un fusible frente a cortocircuito se calcula como sigue:

$$L_{\max} = \frac{U_f}{I_f \cdot \sqrt{(R_f + R_n)^2 + (X_f + X_n)^2}}$$

siendo:

Rf: Resistencia del conductor de fase, en W/km

Rn: Resistencia del conductor de neutro, en W/km

Xf: Reactancia del conductor de fase, en W/km

Xn: Reactancia del conductor de neutro, en W/km

– Interruptores automáticos

Al igual que los fusibles, los interruptores automáticos protegen frente a sobrecargas y cortocircuito.

Se comprueba que la protección frente a sobrecargas cumple que:

$$I_B \leq I_n \leq I_z$$

$$I_2 \leq 1.45 \cdot I_z$$

siendo:

Ic: Intensidad que circula por el circuito, en A

I2: Intensidad de funcionamiento de la protección. En este caso, se toma igual a 1,45 veces la intensidad nominal del interruptor automático.

Frente a cortocircuito se verifica que los interruptores automáticos cumplen que:

- a) El poder de corte del interruptor automático 'Icu' es mayor que la máxima intensidad de cortocircuito que puede presentarse en cabecera del circuito.
- b) La intensidad de cortocircuito mínima en pie del circuito es superior a la intensidad de regulación del disparo electromagnético 'Imag' del interruptor automático según su tipo de curva.

	Imag
Curva B	5 x In
Curva C	10 x In
Curva D	20 x In

c) El tiempo de actuación del interruptor automático es inferior al que provocaría daños en el conductor por alcanzarse en el mismo la temperatura máxima admisible según su tipo de aislamiento. Para ello, se comparan los valores de energía específica pasante ($I^2 \cdot t$) durante la duración del cortocircuito, expresados en $A^2 \cdot s$, que permite pasar el interruptor, y la que admite el conductor.

d) Para esta última comprobación se calcula el tiempo máximo en el que debería actuar la protección en caso de producirse el cortocircuito, tanto para la intensidad de cortocircuito máxima en cabecera de línea como para la intensidad de cortocircuito mínima en pie de línea, según la expresión ya reflejada anteriormente:

$$t = \frac{k^2 \cdot S^2}{I_{cc}^2}$$

e) Los interruptores automáticos cortan en un tiempo inferior a 0,1 s, según la norma UNE 60898, por lo que, si el tiempo anteriormente calculado estuviera por encima de dicho valor, el disparo del interruptor automático quedaría garantizado para cualquier intensidad de cortocircuito que se produjese a lo largo del cable. En caso contrario, se comprueba la curva $i2t$ del interruptor, de manera que el valor de la energía específica pasante del interruptor sea inferior a la energía específica pasante admisible por el cable.

$$I^2 \cdot t_{interruptor} \leq I^2 \cdot t_{cable}$$

$$I^2 \cdot t_{cable} = k^2 \cdot S^2$$

– Guardamotores

Una alternativa al empleo de interruptores automáticos para la protección de motores monofásicos o trifásicos frente a sobrecargas y cortocircuitos es la utilización de guardamotores. Se diferencian de los magnetotérmicos en que se trata de una protección regulable capaz de soportar la intensidad de arranque de los motores, además de actuar en caso de falta de tensión en una de sus fases.

– Limitadores de sobretensión

Según ITC-BT-23, las instalaciones interiores se deben proteger contra sobretensiones transitorias siempre que la instalación no esté alimentada por una red de distribución subterránea en su totalidad, es decir, toda instalación que sea alimentada por algún tramo de línea de distribución aérea sin pantalla metálica unida a tierra en sus extremos deberá protegerse contra sobretensiones.

Los limitadores de sobretensión serán de clase C (tipo II) en los cuadros y, en el caso de que el edificio disponga de pararrayos, se añadirán limitadores de sobretensión de clase B (tipo I) en la centralización de contadores.

– Protección contra sobretensiones permanentes

La protección contra sobretensiones permanentes requiere un sistema de protección distinto del empleado en las sobretensiones transitorias. En vez de derivar a tierra para evitar el exceso de tensión, se necesita desconectar la instalación de la red eléctrica para evitar que la sobretensión llegue a los equipos.

El uso de la protección contra este tipo de sobretensiones es indispensable en áreas donde se puedan producir cortes continuos en el suministro de electricidad o donde existan fluctuaciones del valor de tensión suministrada por la compañía eléctrica.

En áreas donde se puedan producir cortes continuos en el suministro de electricidad o donde existan fluctuaciones del valor de tensión suministrada por la compañía eléctrica la instalación se protegerá contra sobretensiones permanentes, según se indica en el artículo 16.3 del REBT.

La protección consiste en una bobina asociada al interruptor automático que controla la tensión de la instalación y que, en caso de sobretensión permanente, provoca el disparo del interruptor asociado.

5.3. CÁLCULO DE LA PUESTA A TIERRA

– Diseño del sistema de puesta a tierra

Red de toma de tierra para estructura de hormigón compuesta por 119 m de cable conductor de cobre desnudo recocido de 35 mm² de sección para la línea principal de toma de tierra del edificio, enterrado a una profundidad mínima de 80 cm y 8 m de cable conductor de cobre desnudo recocido de 35 mm² de sección para la línea de enlace de toma de tierra de los pilares a conectar.

– Interruptores diferenciales

Los interruptores diferenciales protegen frente a contactos directos e indirectos y deben cumplir los dos requisitos siguientes:

a) Debe actuar correctamente para el valor de la intensidad de defecto calculada, de manera que la sensibilidad 'S' asignada al diferencial cumpla:

$$S \leq \frac{U_{seg}}{R_T}$$

siendo:

U_{seg}: Tensión de seguridad, en V. De acuerdo a la instrucción ITC-BT-18 del reglamento REBT la tensión de seguridad es de 24 V para los locales húmedos y viviendas y 50 V para el resto.

R_T: Resistencia de puesta a tierra, en ohm. Este valor debe ser inferior a 15 ohm para edificios con pararrayos y a 37 ohm en edificios sin pararrayos, de acuerdo con GUIA-BT-26.

b) Debe desconectar en un tiempo compatible con el exigido por las curvas de seguridad.

Por otro lado, la sensibilidad del interruptor diferencial debe permitir la circulación de la intensidad de fugas de la instalación debida a las capacidades parásitas de los cables. Así, la intensidad de no disparo del diferencial debe tener un valor superior a la intensidad de fugas en el punto de instalación. La norma indica como intensidad mínima de no disparo la mitad de la sensibilidad.

6. CÁLCULOS

6.1. Distribución de fases

La distribución de las fases se ha realizado de forma que la carga está lo más equilibrada posible.

CPM-1					
Planta	Esquema	P _{calc} [W]	Potencia Eléctrica [W]		
			R	S	T
0	CPM-1	-	9889.9	9889.9	9889.9
0	Cuadro individual 1	29669.6	9889.9	9889.9	9889.9

Cuadro individual 1						
Nº de circuito	Tipo de circuito	Recinto	Potencia Eléctrica [W]			
			R	S	T	
C1 (iluminación)	C1 (iluminación)	-	2268.0	-	-	
C13 (alumbrado de emergencia)	C13 (alumbrado de emergencia)	-	-	140.4	-	
C2 (tomas)	C2 (tomas)	-	-	-	2900.0	
C4.2 (lavavajillas)	C4.2 (lavavajillas)	-	-	3450.0	-	
C3 (cocina/horno)	C3 (cocina/horno)	-	5400.0	-	-	
C7 (tomas)	C7 (tomas)	-	-	-	1000.0	
C14 (Climatización)	C14 (Climatización)	-	6697.3	6697.3	6697.3	
C15 (Climatización)	C15 (Climatización)	-	-	2223.8	-	
C16 (Producción de A.C.S.)	C16 (Producción de A.C.S.)	-	-	500.0	-	
C17 (Bomba de circulación (climatización))	C17 (Bomba de circulación (climatización))	-	1433.3	1433.3	1433.3	

6.2. Cálculos

Los resultados obtenidos se resumen en las siguientes tablas:

Derivaciones individuales

Datos de cálculo								
Planta	Esquema	P _{calc} (kW)	Longitud (m)	Línea	I _c (A)	I' _z (A)	c.d.t (%)	c.d.t _c (%)
0	Cuadro individual 1	29.67	0.77	SZ1-K (AS+) Cca-s1b,d1,a1 5G10	43.38	57.00	0.03	0.03

Descripción de las instalaciones						
Esquema	Línea	Tipo de instalación	I_z (A)	FC_{agrup}	R_{inc} (%)	I'_z (A)
Cuadro individual 1	SZ1-K (AS+) Cca-s1b,d1,a1 5G10	Tubo superficial D=75 mm	57.00	1.00	-	57.00

Sobrecarga y cortocircuito											
Esquema	Línea	I_c (A)	Protecciones Fusible (A)	I_z (A)	I'_z (A)	I_{cu} (kA)	I_{ccc} (kA)	I_{ccp} (kA)	t_{iccp} (s)	t_{ficcp} (s)	L_{max} (m)
Cuadro individual 1	SZ1-K (AS+) Cca-s1b,d1,a1 5G10	43.38	50	80.00	57.00	100	12.000	5.522	0.07	0.01	180.38

Instalación interior

Locales comerciales

En la entrada de cada local comercial se instala un cuadro general de mando y protección, que contiene los siguientes dispositivos de protección:

Interruptor diferencial general, destinado a la protección contra contactos indirectos de todos los circuitos, o varios interruptores diferenciales para la protección contra contactos indirectos de cada uno de los circuitos o grupos de circuitos en función del tipo o carácter de la instalación.

Interruptor automático de corte omnipolar, destinado a la protección contra sobrecargas y cortocircuitos de cada uno de los circuitos interiores.

Para cumplir con ITC-BT-47 en el caso particular de motores trifásicos, la protección contra sobrecargas y cortocircuitos se lleva a cabo mediante guardamotores, protección que cubre además el riesgo de la falta de tensión en una de sus fases.

La composición del cuadro y los circuitos interiores será la siguiente:

Datos de cálculo de Cuadro individual 1							
Esquema	P_{calc} (kW)	Longitud (m)	Línea	I_c (A)	I'_z (A)	c.d.t (%)	c.d.ta (%)
Cuadro individual 1							
Sub-grupo 1							
C14 (Climatización)	20.09	3.35	ES07Z1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 5G10	29.00	43.00	0.08	0.12
Sub-grupo 2							
C17 (Bomba de circulación (climatización))	4.30	5.41	ES07Z1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 5G2.5	7.76	18.00	0.06	0.09
Sub-grupo 3							

Datos de cálculo de Cuadro individual 1							
Esquema	P _{calc} (kW)	Longitud (m)	Línea	I _c (A)	I' _z (A)	c.d.t (%)	c.d.ta (%)
C1 (iluminación)	2.27	600.11	ES07Z1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3G2.5	9.86	20.00	3.58	3.61
C3 (cocina/horno)	5.40	8.43	ES07Z1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3G6	24.71	34.00	0.58	0.61
Sub-grupo 4							
C4.2 (lavavajillas)	3.45	4.99	ES07Z1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3G2.5	15.79	20.00	0.54	0.57
C13 (alumbrado de emergencia)	0.14	389.45	ES07Z1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3G1.5	0.61	14.50	0.27	0.30
C15 (Climatización)	2.22	66.03	ES07Z1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3G2.5	11.38	20.00	0.56	0.59
C16 (Producción de A.C.S.)	0.50	5.40	ES07Z1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3G1.5	2.17	14.50	0.13	0.16
Sub-grupo 5							
C2 (tomas)	3.45	303.18	ES07Z1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3G2.5	15.00	20.00	4.03	4.06
C7 (tomas)	3.45	27.99	ES07Z1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3G2.5	15.00	20.00	2.99	3.02

Descripción de las instalaciones							
Esquema	Línea	Tipo de instalación	I _z (A)	FC _{agrup}	R _{inc} (%)	I' _z (A)	
C14 (Climatización)	ES07Z1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 5G10	Tubo empotrado, en una pared de mampostería D=32 mm	43.00	1.00	-	43.00	
C17 (Bomba de circulación (climatización))	ES07Z1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 5G2.5	Tubo empotrado, en una pared de mampostería D=20 mm	18.00	1.00	-	18.00	
C1 (iluminación)	ES07Z1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3G2.5	Tubo empotrado, en una pared de mampostería D=20 mm	20.00	1.00	-	20.00	
C3 (cocina/horno)	ES07Z1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3G6	Tubo empotrado, en una pared de mampostería D=25 mm	34.00	1.00	-	34.00	
C4.2 (lavavajillas)	ES07Z1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3G2.5	Tubo empotrado, en una pared de mampostería D=20 mm	20.00	1.00	-	20.00	
C13 (alumbrado de emergencia)	ES07Z1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3G1.5	Tubo empotrado, en una pared de mampostería D=16 mm	14.50	1.00	-	14.50	
C15 (Climatización)	ES07Z1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3G2.5	Tubo empotrado, en una pared de mampostería D=20 mm	20.00	1.00	-	20.00	
C16 (Producción de A.C.S.)	ES07Z1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3G1.5	Tubo empotrado, en una pared de mampostería D=16 mm	14.50	1.00	-	14.50	

Descripción de las instalaciones						
Esquema	Línea	Tipo de instalación	I_z (A)	F_{Cagrup}	R_{inc} (%)	I'_z (A)
C2 (tomas)	ES07Z1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3G2.5	Tubo empotrado, en una pared de mampostería D=20 mm	20.00	1.00	-	20.00
C7 (tomas)	ES07Z1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3G2.5	Tubo empotrado, en una pared de mampostería D=20 mm	20.00	1.00	-	20.00

Sobrecarga y cortocircuito 'cuadro individual 1'										
Esquema	Línea	I_c (A)	Protecciones ICP: In Guard: In Aut: In, curva Dif: In, sens, nº polos Telerruptor: In, nº polos	I_2 (A)	I_z (A)	I_{cu} (kA)	I_{ccc} (kA)	I_{ccp} (kA)	t_{iccc} (s)	t_{iccp} (s)
Cuadro individual 1			IGA: 50 LS: Clase C (tipo II), 40 kA 1.2 kV							
Sub-grupo 1			Dif: 40, 300, 4 polos							
C14 (Climatización)	ES07Z1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 5G10	29.00	Aut: 32 {C',B',D'}	46.40	43.00	15	11.090	4.188	0.02	0.08
Sub-grupo 2			Dif: 40, 300, 4 polos							
C17 (Bomba de circulación (climatización))	ES07Z1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 5G2.5	7.76	Guard: 10	14.50	18.00	15	11.090	2.437	0.02	0.01
Sub-grupo 3			Dif: 40, 30, 2 polos							
C1 (iluminación)	ES07Z1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3G2.5	9.86	Aut: 10 {C',B',D'}	14.50	20.00	15	11.090	0.244	0.02	1.38
C3 (cocina/horno)	ES07Z1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3G6	24.71	Aut: 25 {C',B',D'}	36.25	34.00	15	11.090	2.317	0.02	0.09
Sub-grupo 4			Dif: 63, 30, 2 polos							
C4.2 (lavavajillas)	ES07Z1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3G2.5	15.79	Aut: 16 {C',B',D'}	23.20	20.00	15	11.090	1.853	0.02	0.02
C13 (alumbrado de emergencia)	ES07Z1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3G1.5	0.61	Aut: 10 {C',B'}	14.50	14.50	15	11.090	0.197	0.02	0.77
C15 (Climatización)	ES07Z1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3G2.5	11.38	Aut: 16 {C',B',D'}	23.20	20.00	15	11.090	0.544	0.02	0.28
C16 (Producción de A.C.S.)	ES07Z1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3G1.5	2.17	Aut: 10 {C',B',D'}	14.50	14.50	15	11.090	1.196	0.02	0.02
Sub-grupo 5			Dif: 40, 30, 2 polos							
C2 (tomas)	ES07Z1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3G2.5	15.00	Aut: 16 {C',B',D'}	23.20	20.00	15	11.090	0.336	0.02	0.73
C7 (tomas)	ES07Z1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3G2.5	15.00	Aut: 16 {C',B',D'}	23.20	20.00	15	11.090	0.445	0.02	0.42

Leyenda



















c.d.t caída de tensión (%)
 c.d.t_{ac} caída de tensión acumulada (%)
 I_c intensidad de cálculo del circuito (A)
 intensidad máxima admisible del conductor en las condiciones de instalación (A)
 I_z
 F_{Cagrup} factor de corrección por agrupamiento



Leyenda

R_{inc}	porcentaje de reducción de la intensidad admisible por conductor en zona de riesgo de incendio o explosión (%)
I'_z	intensidad máxima admisible corregida del conductor en las condiciones de instalación (A)
I_2	intensidad de funcionamiento de la protección (A)
I_{cu}	poder de corte de la protección (kA)
I_{ccc}	intensidad de cortocircuito al inicio de la línea (kA)
I_{ccp}	intensidad de cortocircuito al final de la línea (kA)
L_{max}	longitud máxima de la línea protegida por el fusible a cortocircuito (A)
P_{calc}	potencia de cálculo (kW)
t_{iccc}	tiempo que el conductor soporta la intensidad de cortocircuito al inicio de la línea (s)
t_{iccp}	tiempo que el conductor soporta la intensidad de cortocircuito al final de la línea (s)
t_{ficcp}	tiempo de fusión del fusible para la intensidad de cortocircuito (s)

. Símbolos utilizados

A continuación, se muestran los símbolos utilizados:

	Lámpara fluorescente con cuatro tubos		Luminaria de emergencia
	Lámpara fluorescente		Salida para lámpara incandescente, vapor de mercurio o similar, empotrada en techo
	Caja de protección y medida (CPM)		Cuadro individual
	Sensor de proximidad		Interruptor estanco
	Toma de uso general		Toma de uso general doble
	Interruptor		Interruptor doble
	Toma de uso general, estanca		Toma de lavavajillas
	Toma de cocina		Climatización
	Climatización		Calentador eléctrico

	Bomba de circulación		Pararrayos con dispositivo de cebado (PDC)
---	----------------------	---	--

7. PARARRAYOS

Será necesaria la instalación de un sistema de protección contra el rayo cuando la frecuencia esperada de impactos (N_e) sea mayor que el riesgo admisible (N_a), excepto cuando la eficiencia 'E' este comprendida entre 0 y 0.8.

7.1. CÁLCULO DE LA FRECUENCIA ESPERADA DE IMPACTOS (NE)

$$N_e = N_g A_e C_1 10^{-6}$$

Siendo

- N_g : Densidad de impactos sobre el terreno (impactos/año, km²).
- A_e : Superficie de captura equivalente del edificio aislado en m².
- C_1 : Coeficiente relacionado con el entorno.

N_g (Lekeitio) = 3.00 impactos/año, km ² A_e = 3541.57 m ² C_1 (rodeado de edificios más bajos) = 0.75 N_e = 0.0080 impactos/año

7.2. CÁLCULO DEL RIESGO ADMISIBLE (NA)

$$N_a = \frac{5.5}{C_2 C_3 C_4 C_5} 10^{-3}$$

siendo

- C_2 : Coeficiente en función del tipo de construcción.
- C_3 : Coeficiente en función del contenido del edificio.
- C_4 : Coeficiente en función del uso del edificio.
- C_5 : Coeficiente en función de la necesidad de continuidad en las actividades que se desarrollan en el edificio.

C_2 (estructura de hormigón/cubierta de hormigón) = 1.00
C_3 (otros contenidos) = 1.00
C_4 (publica concurrencia, sanitario, comercial, docente) = 3.00
C_5 (edificios cuyo deterioro pueda interrumpir un servicio imprescindible (hospitales, bomberos, etc.) o pueda ocasionar un impacto ambiental grave) = 5.00
$N_a = 0.0004$ impactos/año

7.3. VERIFICACIÓN

Altura del edificio = 6.5 m \leq 43.0 m
$N_e = 0.0080 > N_a = 0.0004$ impactos/año
ES NECESARIO INSTALAR UN SISTEMA DE PROTECCIÓN CONTRA EL RAYO

7.4. DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN

7.4.1. Nivel de protección

Conforme a lo establecido en el apartado anterior, se determina que es necesario disponer una instalación de protección contra el rayo. El valor mínimo de la eficiencia 'E' de dicha instalación se determina mediante la siguiente fórmula:

$$E = 1 - \frac{N_a}{N_e}$$

$N_a = 0.0004$ impactos/año
$N_e = 0.0080$ impactos/año
$E = 0.954$

Como:

$$0.95 \leq 0.954 < 0.98$$

Nivel de protección: II

7.4.2. Descripción del sistema externo de protección frente al rayo

Sistema externo de protección frente al rayo, formado por pararrayos tipo "PDC" con dispositivo de cebado y avance de 30 μ s y radio de protección de 55 m para un nivel de protección 2 según DB SUA Seguridad de utilización y accesibilidad (CTE), colocado en cubierta sobre mástil.

ANEJO 11. ILUMINACIÓN

1. INTRODUCCIÓN

El Anejo “Iluminación” describe las lámparas y luminarias que se colocarán en la nueva estación de buses de Lekeitio, así como su disposición. Se requiere de una correcta iluminación para poder realizar las actividades para las que se proyecta el edificio de manera segura y cómoda.

2. NORMATIVA

Para la iluminación de espacios interiores se ha aplicado la norma UNE-EN 12464-1 sobre espacios de trabajo interiores y el Documento Básico DB SUA 4: Seguridad frente al riesgo causado por iluminación inadecuada.

La norma UNE-EN 12464-1 se ha considerado para los niveles de iluminancia mantenida y uniformidad de iluminancia.

El Documento Básico DB SUA 4 se ha considerado para la disposición de recorridos de evacuación y correcta iluminación en caso de emergencia.

Para la iluminación exterior se ha aplicado el Documento Básico DB SUA 4: Seguridad frente al riesgo causado por iluminación inadecuada.

3. MÉTODO DE CÁLCULO

Para establecer un ambiente luminoso óptimo en cada recinto, se han de tener en cuenta una serie de parámetros cuyo valor variará en función del uso de los espacios, los cuales son:

- Distribución de luminarias
- Nivel de iluminancia
- Grado de deslumbramiento
- Direccionalidad de la luz

En base a esos parámetros, a continuación, se desarrolla el método de cálculo empleado, los elementos que componen la instalación y las características principales de dichos elementos.

El programa CYPECAD MEP, con el que se ha realizado el diseño de la instalación, utiliza el método de “Punto por punto” para el cálculo de la iluminación. En dicho método, el primer paso es establecer un plano de trabajo situado a una distancia ‘x’ de la luminaria, sobre el que se proyecta el flujo luminoso. A continuación, se calcula la iluminancia en los distintos puntos de ese plano y se establece un promedio de todos los valores (Em). Los resultados obtenidos deben

ser mayores que los valores mínimos de luminancia necesarios para ese tipo de recinto, definidos en la norma UNE-EN 12464- 1: 2012.

A continuación, se exponen las fórmulas de cálculo para llevar a cabo el método “Punto por punto”.

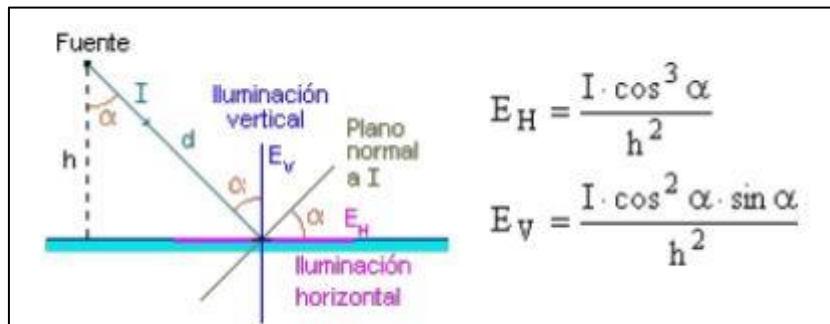


Figura 96. Método de cálculo "Punto por punto"

Siendo:

- H [m]: altura desde el plano de trabajo hasta la luminaria.
- α [°]: ángulo formado por el rayo luminoso y la vertical que pasa por la luminaria.
- I [candelas]: intensidad del flujo luminoso según la dirección del punto a la fuente. Puede obtenerse mediante los diagramas polares de la luminaria o de la matriz de intensidades del catálogo del fabricante.
- E_H [lux]: nivel de iluminación en un punto de una superficie horizontal.
- E_V [lux]: nivel de iluminación en un punto de una superficie vertical.

Además de la iluminancia media, también se ha de tener en cuenta la uniformidad de la iluminación, siendo el cociente entre el valor mínimo y el valor medio de la iluminancia de la zona de estudio, de esta manera se consigue una zona con continuidad luminosa, en la que no se aprecian grandes variaciones.

4. ILUMINACIÓN INTERIOR

En este apartado se detalla la iluminación del edificio de viajeros.

Cada espacio interior del edificio requiere un tipo distinto de iluminación por los distintos usos que se les dará.

La norma UNE-EN 12464-1 regula la intensidad lumínica y uniformidad que requiere cada espacio según su uso.

El edificio de viajeros se divide en 5 espacios diferenciados con distintos tamaños y usos:

- Aseos para hombres
- Aseos para mujeres

- Zona de espera/cafetería
- Cocina / Despensa
- Espacio para sistemas eléctricos/Sala de maquinas

Al tratarse de un edificio de pública concurrencia, es necesario disponer de recorridos de evacuación en caso de emergencia. Dichos recorridos deberán estar suficientemente iluminados por la iluminación de emergencia.

4.1. ZONA DE ESPERA/CAFETERÍA

Con una superficie útil de 354.0 m² es el mayor espacio entre las particiones interiores del edificio de viajeros. También es el que mayor cantidad de personas acogerá por su función de terminal.

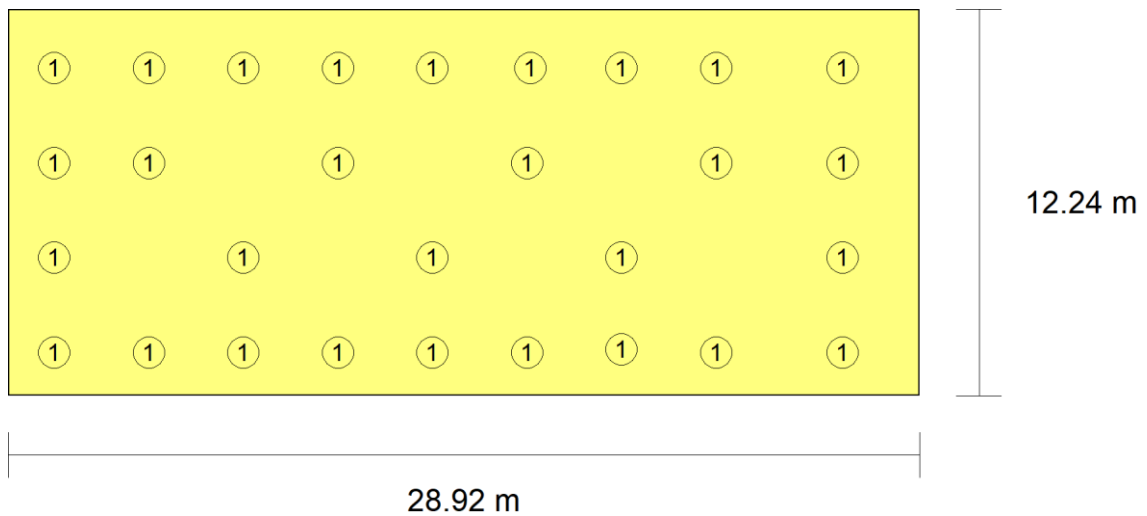
Las luminarias elegidas para esta zona son del tipo luminaria cuadrada de techo de altura reducida, de 650x650x87 mm, para 4 lámparas fluorescentes T5 de 14 W. Se distribuirán de forma perimetral cada 3m y en la zona central en disposición de tresbolillo, haciendo un total de 29 lámparas en el espacio.

Para aplicar la norma UNE-EN 12464-1 se ha considerado un uso "Restaurante, comedor, salas de reuniones" del apartado "Lugares de pública concurrencia", ya que se trata del uso más parecido considerado por la norma.

RECINTO			
Referencia:	1 (Oficinas)	Planta:	Planta
Superficie:	354.0 m ²	Altura libre:	5.35 m
		Volumen:	1895.7 m ³

Alumbrado normal	
Altura del plano de trabajo:	1.00 m
Altura para la comprobación de deslumbramiento (UGR):	0.85 m
Coefficiente de reflectancia en suelos:	0.20
Coefficiente de reflectancia en paredes:	0.50
Coefficiente de reflectancia en techos:	0.70
Factor de mantenimiento:	0.80
Índice del local (K):	2.36
Número mínimo de puntos de cálculo:	16

Disposición de las luminarias

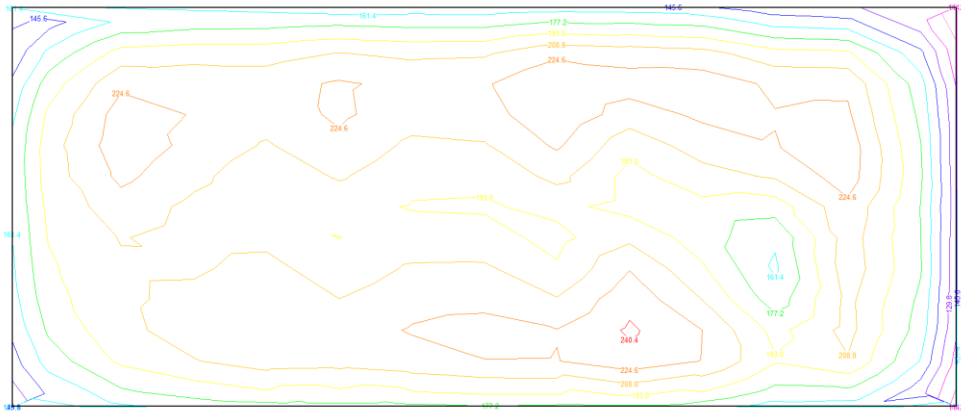


Tipo	Cantidad	Descripción	Flujo luminoso total (lm)	Eficiencia (lm/W)	Rendimiento (%)	Potencia total (W)
1	29	Luminaria cuadrada de techo de altura reducida, de 650x650x87 mm, para 4 lámparas fluorescentes T5 de 14 W	4800	3	62	29 x 56.0
Total = 1624.0 W						

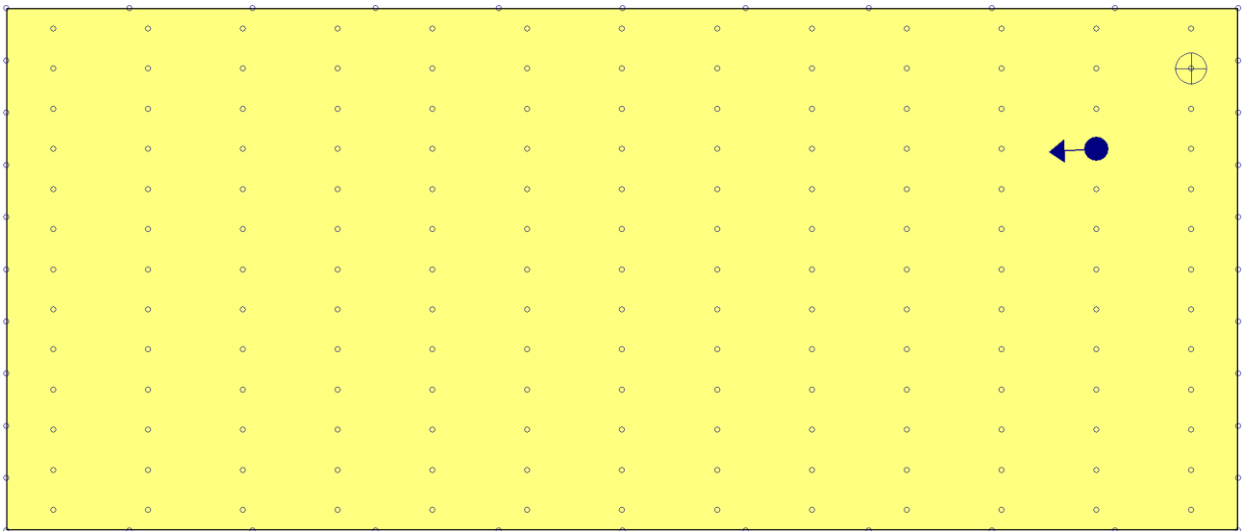
Valores de cálculo obtenidos

Iluminancia mínima:	149.64 lux
Iluminancia media horizontal mantenida:	206.57 lux
Índice de deslumbramiento unificado (UGR):	14.00
Valor de eficiencia energética de la instalación (VEEI):	2.20 W/m ²
Potencia total instalada por unidad de superficie iluminada:	4.59 W/m ²
Factor de uniformidad:	72.44 %

Valores calculados de iluminancia



Posición de los valores pésimos calculados

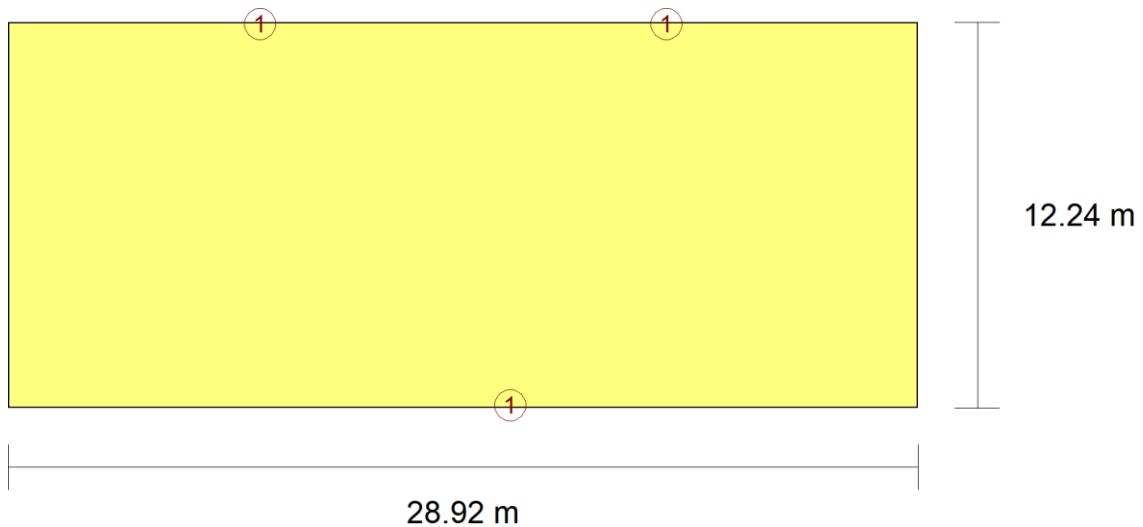


- ⊕ Iluminancia mínima (149.64 lux)
- ←● Índice de deslumbramiento unificado (UGR = 14.00)
- Puntos de cálculo (Número de puntos de cálculo: 209)

Alumbrado de emergencia

Coefficiente de reflectancia en suelos:	0.00
Coefficiente de reflectancia en paredes:	0.00
Coefficiente de reflectancia en techos:	0.00
Factor de mantenimiento:	0.80
Índice de rendimiento cromático:	80.00

Disposición de las luminarias

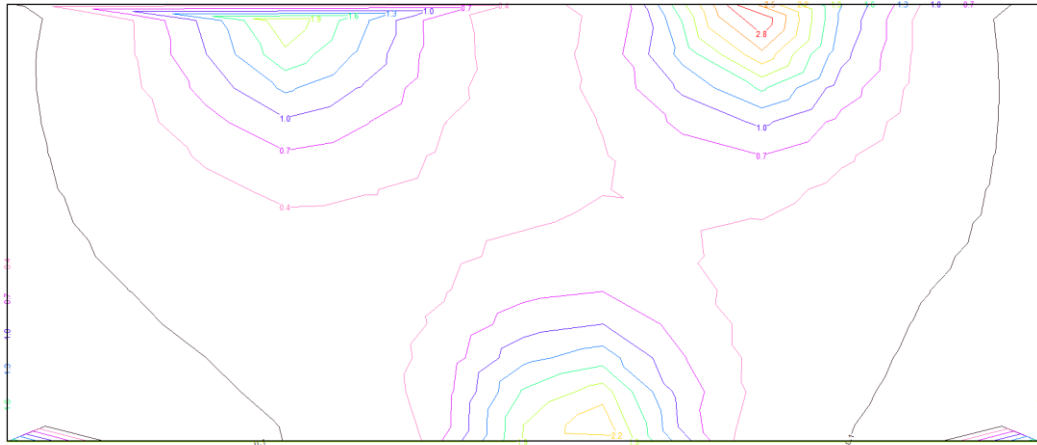


Nº	Cantidad	Descripción
1	3	Luminaria de emergencia, con tubo lineal fluorescente, 6 W - G5, flujo luminoso 155 lúmenes

Valores de cálculo obtenidos

Iluminancia pésima en el eje central de las vías de evacuación:	0.00 lux
Iluminancia pésima en la banda central de las vías de evacuación:	0.00 lux
Relación iluminancia máxima/mínima (eje central vías evacuación):	100.00
Altura sobre el nivel del suelo:	4.92 m

Valores calculados de iluminancia



4.2. ASEOS

Los aseos, tanto para hombre como para mujeres, tienen las mismas dimensiones y uso. Es por ello que el tipo de lámparas y luminarias, su número y distribución será idéntica en ambos espacios.

Se han colocado 21 luminarias de las cuales 2 son cuadradas de techo de altura reducida, de 650x650x87 mm, para 4 lámparas fluorescentes T5 de 14 W en la zona común de lavabos, el resto de luminarias son cuadradas de techo Downlight de óptica fija, de 100x100x71 mm, para 1 led de 4 W, de color blanco frío (6300K). Se distribuyen colocando 6 lámparas en los aseos individuales y 7 en el aseo adaptado para personas con movilidad reducida.

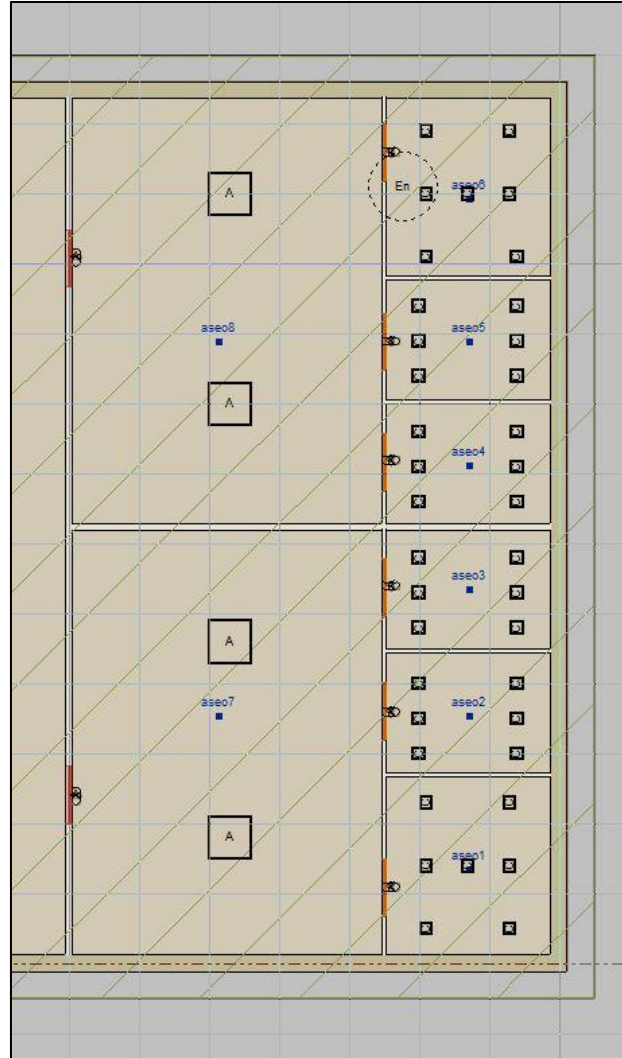


Figura 97. Distribución de luminarias en la zona de aseos. Fuente: CYPECAD MEP.

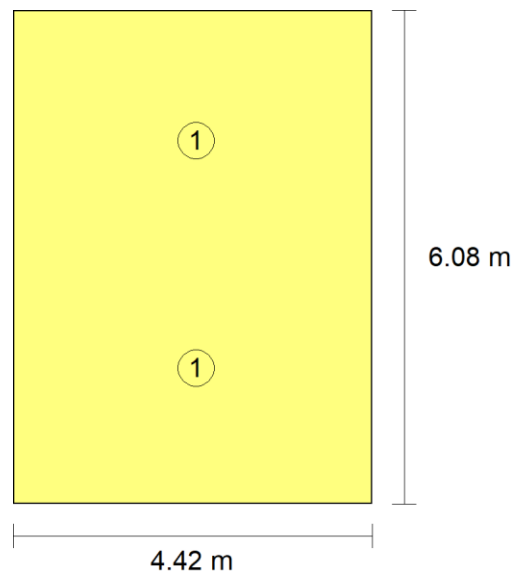
Dado que los aseos son simétricos y de igual distribución solo se adjuntan los datos obtenidos de una de las zonas comunes de lavabos, un aseos de dimensiones normales y uno adaptado para personas con movilidad reducida.

4.2.1. ZONA COMÚN DE LAVABOS

RECINTO			
Referencia:	aseo7 (Aseo de planta)	Planta:	Planta
Superficie:	26.9 m ²	Altura libre:	4.52 m Volumen: 121.4 m ³

Alumbrado normal	
Altura del plano de trabajo:	0.00 m
Altura para la comprobación de deslumbramiento (UGR):	0.85 m
Coefficiente de reflectancia en suelos:	0.20
Coefficiente de reflectancia en paredes:	0.50
Coefficiente de reflectancia en techos:	0.70
Factor de mantenimiento:	0.80
Índice del local (K):	0.68
Número mínimo de puntos de cálculo:	4

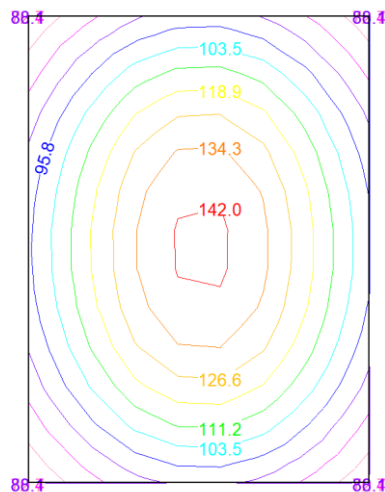
Disposición de las luminarias



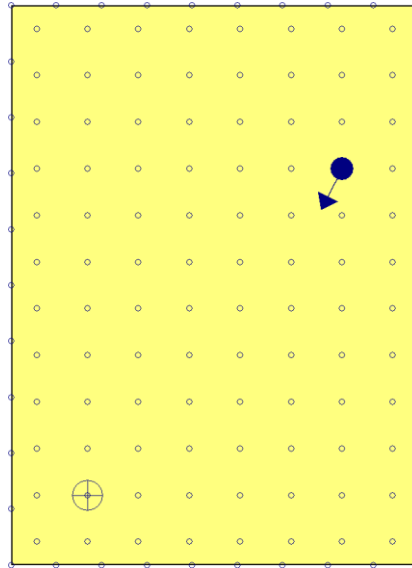
Tipo	Cantidad	Descripción	Flujo luminoso total (lm)	Eficiencia (lm/W)	Rendimiento (%)	Potencia total (W)
1	2	Luminaria cuadrada de techo de altura reducida, de 650x650x87 mm, para 4 lámparas fluorescentes T5 de 14 W	4800	43	62	2 x 56.0
						Total = 112.0 W

Valores de cálculo obtenidos	
Iluminancia mínima:	94.60 lux
Iluminancia media horizontal mantenida:	122.13 lux
Índice de deslumbramiento unificado (UGR):	13.00
Valor de eficiencia energética de la instalación (VEEI):	3.40 W/m ²
Potencia total instalada por unidad de superficie iluminada:	4.17 W/m ²
Factor de uniformidad:	77.46 %

Valores calculados de iluminancia



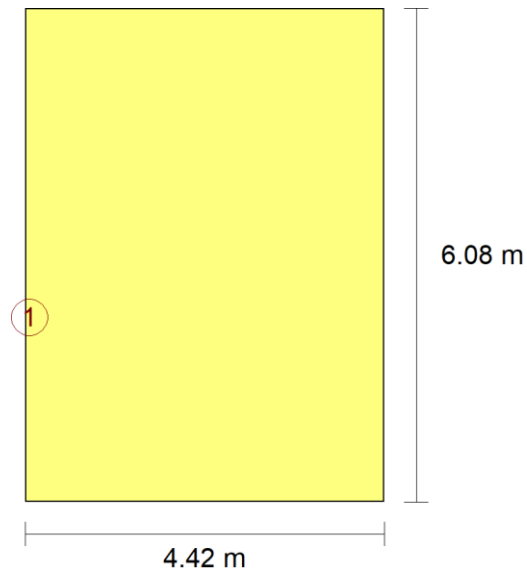
Posición de los valores pésimos calculados



- ⊕ Iluminancia mínima (94.60 lux)
- ◀● Índice de deslumbramiento unificado (UGR = 13.00)
- Puntos de cálculo (Número de puntos de cálculo: 134)

Alumbrado de emergencia	
Coefficiente de reflectancia en suelos:	0.00
Coefficiente de reflectancia en paredes:	0.00
Coefficiente de reflectancia en techos:	0.00
Factor de mantenimiento:	0.80
Índice de rendimiento cromático:	80.00

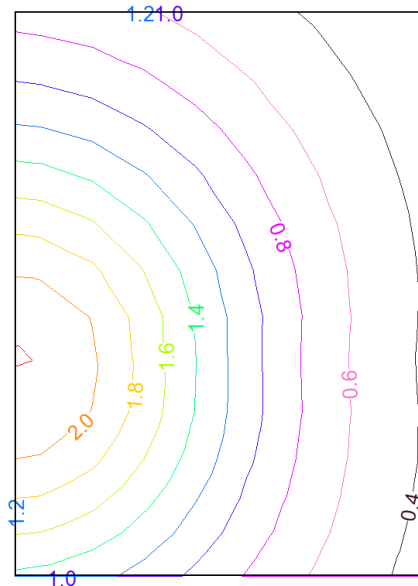
Disposición de las luminarias



Nº	Cantidad	Descripción
1	1	Luminaria de emergencia, con tubo lineal fluorescente, 6 W - G5, flujo luminoso 155 lúmenes

Valores de cálculo obtenidos	
Iluminancia pésima en el eje central de las vías de evacuación:	0.00 lux
Iluminancia pésima en la banda central de las vías de evacuación:	0.00 lux
Relación iluminancia máxima/mínima (eje central vías evacuación):	100.00
Altura sobre el nivel del suelo:	3.87 m

Valores calculados de iluminancia

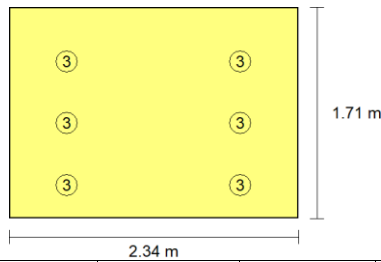


4.2.2. ASEO DE DIMENSIONES NORMALES

RECINTO			
Referencia:	aseo2 (Aseo de planta)	Planta:	Planta
Superficie:	4.0 m ²	Altura libre:	4.35 m Volumen: 17.3 m ³

Alumbrado normal	
Altura del plano de trabajo:	0.00 m
Altura para la comprobación de deslumbramiento (UGR):	0.85 m
Coefficiente de reflectancia en suelos:	0.20
Coefficiente de reflectancia en paredes:	0.50
Coefficiente de reflectancia en techos:	0.70
Factor de mantenimiento:	0.80
Índice del local (K):	0.27
Número mínimo de puntos de cálculo:	4

Disposición de las luminarias

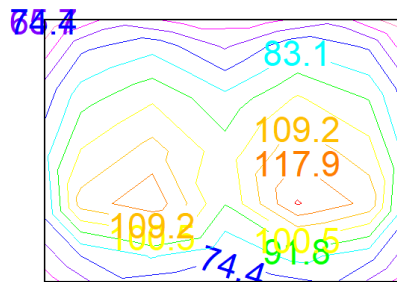


Tipo	Cantidad	Descripción	Flujo luminoso total (lm)	Eficiencia (lm/W)	Rendimiento (%)	Potencia total (W)
3	6	Luminaria cuadrada de techo Downlight de óptica fija, de 100x100x71 mm, para 1 led de 4 W, de color blanco frío (6300K)	129	5	50	6 x 4.0
						Total = 24.0 W

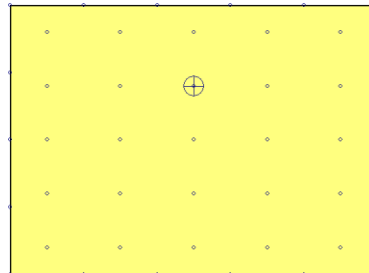
Valores de cálculo obtenidos

Iluminancia mínima:	85.70 lux
Iluminancia media horizontal mantenida:	106.74 lux
Índice de deslumbramiento unificado (UGR):	0.00
Valor de eficiencia energética de la instalación (VEEI):	5.60 W/m ²
Potencia total instalada por unidad de superficie iluminada:	6.02 W/m ²
Factor de uniformidad:	80.29 %

Valores calculados de iluminancia



Posición de los valores pésimos calculados

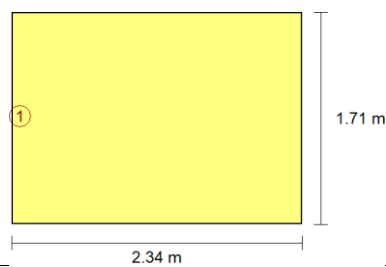


- ⊕ Iluminancia mínima (85.70 lux)
- ⊙ Puntos de cálculo (Número de puntos de cálculo: 43)

Alumbrado de emergencia

Coefficiente de reflectancia en suelos:	0.00
Coefficiente de reflectancia en paredes:	0.00
Coefficiente de reflectancia en techos:	0.00
Factor de mantenimiento:	0.80
Índice de rendimiento cromático:	80.00

Disposición de las luminarias

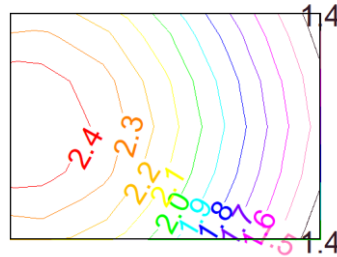


Nº	Cantidad	Descripción
1	1	Luminaria de emergencia, con tubo lineal fluorescente, 6 W - G5, flujo luminoso 155 lúmenes

Valores de cálculo obtenidos

Iluminancia pésima en el eje central de las vías de evacuación:	0.00 lux
Iluminancia pésima en la banda central de las vías de evacuación:	0.00 lux
Relación iluminancia máxima/mínima (eje central vías evacuación):	100.00
Altura sobre el nivel del suelo:	3.65 m

Valores calculados de iluminancia

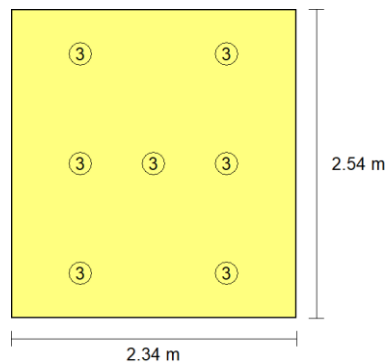


4.2.3. ASEO ADAPTADO

RECINTO			
Referencia:	aseo1 (Aseo de planta)	Planta:	Planta
Superficie:	5.9 m ²	Altura libre:	4.35 m Volumen: 25.8 m ³

Alumbrado normal	
Altura del plano de trabajo:	0.00 m
Altura para la comprobación de deslumbramiento (UGR):	0.85 m
Coefficiente de reflectancia en suelos:	0.20
Coefficiente de reflectancia en paredes:	0.50
Coefficiente de reflectancia en techos:	0.70
Factor de mantenimiento:	0.80
Índice del local (K):	0.34
Número mínimo de puntos de cálculo:	4

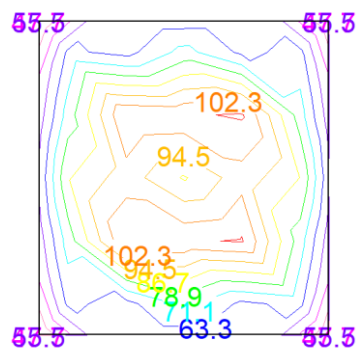
Disposición de las luminarias



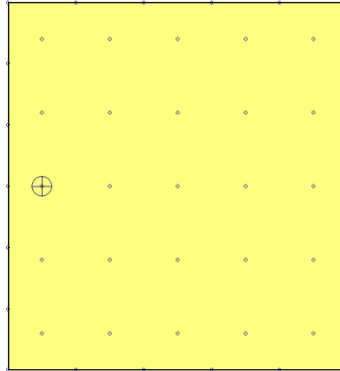
Tipo	Cantidad	Descripción	Flujo luminoso total (lm)	Eficiencia (lm/W)	Rendimiento (%)	Potencia total (W)
3	7	Luminaria cuadrada de techo Downlight de óptica fija, de 100x100x71 mm, para 1 led de 4 W, de color blanco frío (6300K)	129	5	50	7 x 4.0
						Total = 28.0 W

Valores de cálculo obtenidos	
Iluminancia mínima:	85.87 lux
Iluminancia media horizontal mantenida:	101.41 lux
Índice de deslumbramiento unificado (UGR):	0.00
Valor de eficiencia energética de la instalación (VEEI):	4.60 W/m ²
Potencia total instalada por unidad de superficie iluminada:	4.72 W/m ²
Factor de uniformidad:	84.68 %

Valores calculados de iluminancia



Posición de los valores pésimos calculados

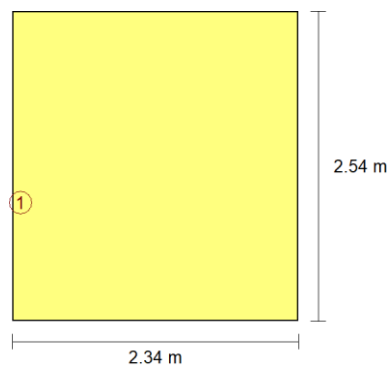


⊕ Iluminancia mínima (85.87 lux)

⊙ Puntos de cálculo (Número de puntos de cálculo: 47)

Alumbrado de emergencia	
Coefficiente de reflectancia en suelos:	0.00
Coefficiente de reflectancia en paredes:	0.00
Coefficiente de reflectancia en techos:	0.00
Factor de mantenimiento:	0.80
Índice de rendimiento cromático:	80.00

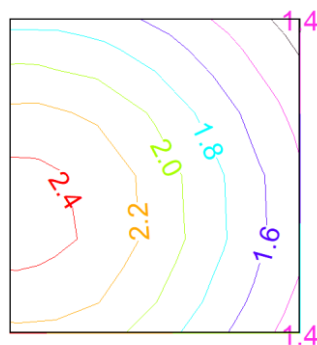
Disposición de las luminarias



Nº	Cantidad	Descripción
1	1	Luminaria de emergencia, con tubo lineal fluorescente, 6 W - G5, flujo luminoso 155 lúmenes

Valores de cálculo obtenidos	
Iluminancia pésima en el eje central de las vías de evacuación:	0.00 lux
Iluminancia pésima en la banda central de las vías de evacuación:	0.00 lux
Relación iluminancia máxima/mínima (eje central vías evacuación):	100.00
Altura sobre el nivel del suelo:	3.65 m

Valores calculados de iluminancia



4.3. COCINA /DESPENSA

La cocina es el espacio del edificio de viajeros que tiene los mayores requisitos de iluminación. Debido a la actividad que en ella se desempeña es necesario una iluminancia mantenida de al menos 500 lux y una uniformidad de iluminancia mínima de 0.6.

La norma UNE-EN 12646-1 contempla el uso de "Cocina" dentro del apartado "Lugares de pública concurrencia".

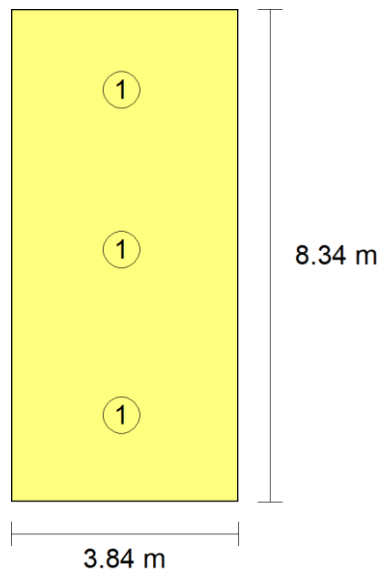
Se colocarán 3 luminarias cuadradas de techo de altura reducida, de 650x650x87 mm, para 4 lámparas fluorescentes T5 de 14 W. Se distribuirá en forma lineal.

RECINTO			
Referencia:	cocina	Planta:	Planta
Superficie:	32.0 m ²	Altura libre:	6.17 m
		Volumen:	197.5 m ³

Alumbrado normal	
Altura del plano de trabajo:	0.00 m
Altura para la comprobación de deslumbramiento (UGR):	0.85 m
Coefficiente de reflectancia en suelos:	0.20
Coefficiente de reflectancia en paredes:	0.50

Coefficiente de reflectancia en techos:	0.70
Factor de mantenimiento:	0.80
Índice del local (K):	0.49
Número mínimo de puntos de cálculo:	4

Disposición de las luminarias

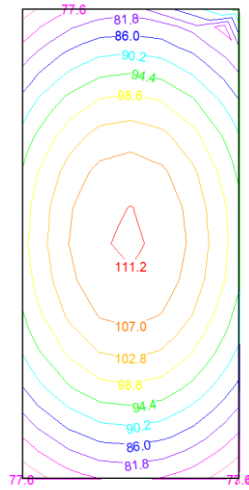


Tipo	Cantidad	Descripción	Flujo luminoso total (lm)	Eficiencia (lm/W)	Rendimiento (%)	Potencia total (W)
1	3	Luminaria cuadrada de techo de altura reducida, de 650x650x87 mm, para 4 lámparas fluorescentes T5 de 14 W	4800	29	62	3 x 56.0
Total = 168.0 W						

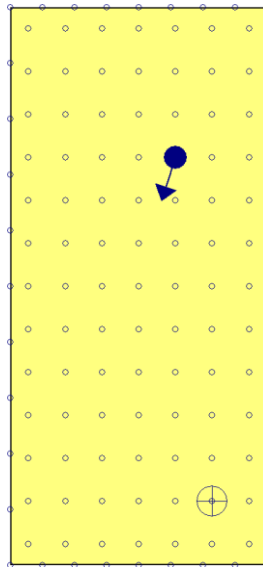
Valores de cálculo obtenidos

Iluminancia mínima:	86.31 lux
Iluminancia media horizontal mantenida:	100.96 lux
Índice de deslumbramiento unificado (UGR):	10.00
Valor de eficiencia energética de la instalación (VEEI):	5.20 W/m ²
Potencia total instalada por unidad de superficie iluminada:	5.25 W/m ²
Factor de uniformidad:	85.49 %

Valores calculados de iluminancia



Posición de los valores pésimos calculados

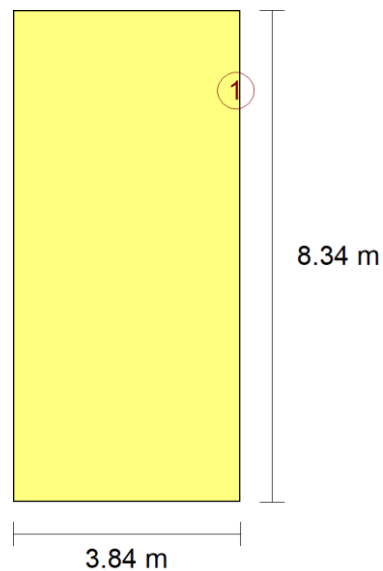


- ⊕ Iluminancia mínima (86.31 lux)
- ←● Índice de deslumbramiento unificado (UGR = 10.00)
- Puntos de cálculo (Número de puntos de cálculo: 127)

Alumbrado de emergencia

Coefficiente de reflectancia en suelos:	0.00
Coefficiente de reflectancia en paredes:	0.00
Coefficiente de reflectancia en techos:	0.00
Factor de mantenimiento:	0.80
Índice de rendimiento cromático:	80.00

Disposición de las luminarias

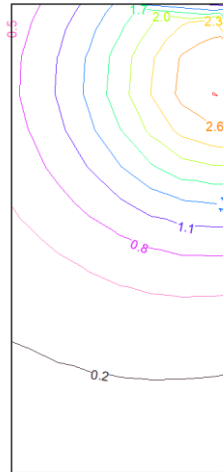


Nº	Cantidad	Descripción
1	1	Luminaria de emergencia, con tubo lineal fluorescente, 6 W - G5, flujo luminoso 155 lúmenes

Valores de cálculo obtenidos

Iluminancia pésima en el eje central de las vías de evacuación:	0.00 lux
Iluminancia pésima en la banda central de las vías de evacuación:	0.00 lux
Relación iluminancia máxima/mínima (eje central vías evacuación):	100.00
Altura sobre el nivel del suelo:	3.36 m

Valores calculados de iluminancia



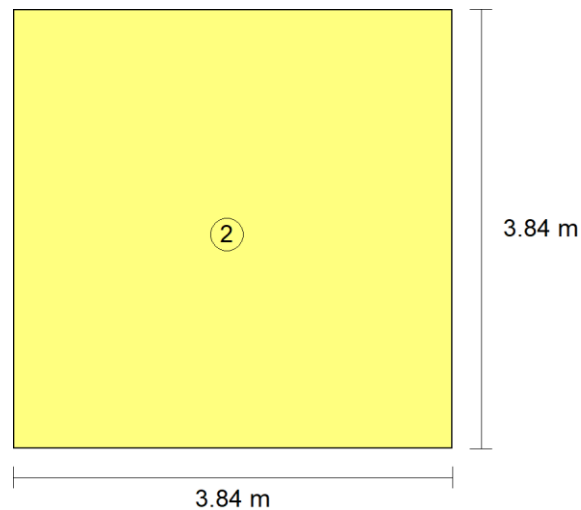
4.4. ESPACIO PARA SISTEMAS ELÉCTRICOS/SALA DE MAQUINAS

Con una superficie de 14.7m² y definido como cuarto técnico para la aplicación de la norma UNE esta zona se iluminará con una única luminaria cuadrada de techo de altura reducida, de 650x650x77 mm, para 4 lámparas fluorescentes T5 de 24 W de potencia situada en el centro del recinto.

RECINTO	
Referencia: cuarto de máquinas (Cuarto técnico)	Planta: Planta
Superficie: 14.7 m ²	Altura libre: 6.17 m Volumen: 90.9 m ³

Alumbrado normal	
Altura del plano de trabajo:	1.00 m
Altura para la comprobación de deslumbramiento (UGR):	0.85 m
Coefficiente de reflectancia en suelos:	0.20
Coefficiente de reflectancia en paredes:	0.50
Coefficiente de reflectancia en techos:	0.70
Factor de mantenimiento:	0.80
Índice del local (K):	0.81
Número mínimo de puntos de cálculo:	4

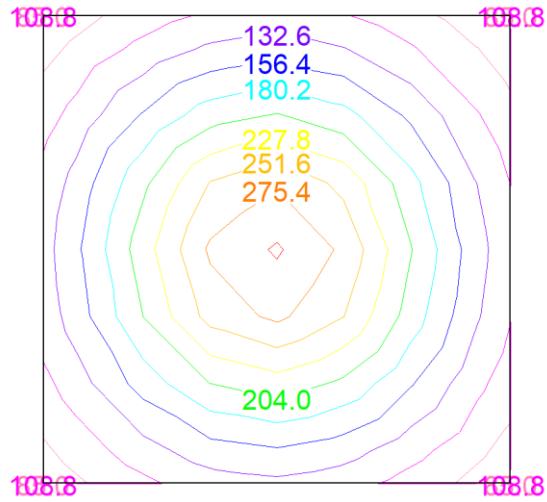
Disposición de las luminarias



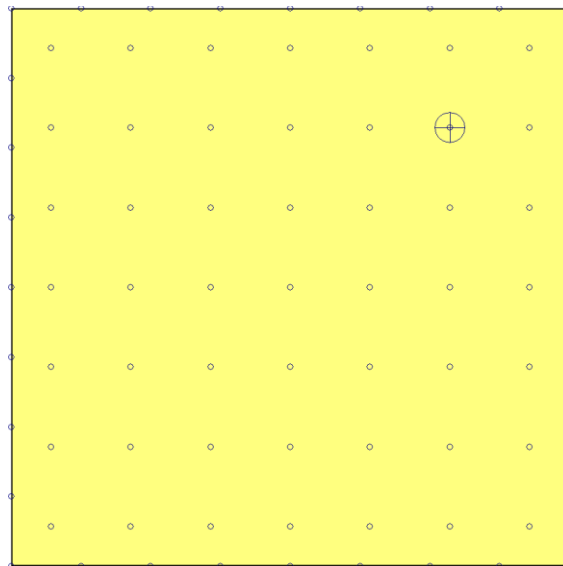
Tipo	Cantidad	Descripción	Flujo luminoso total (lm)	Eficiencia (lm/W)	Rendimiento (%)	Potencia total (W)
2	1	Luminaria cuadrada de techo de altura reducida, de 650x650x77 mm, para 4 lámparas fluorescentes T5 de 24 W	7000	70	62	1 x 100.0
Total = 100.0 W						

Valores de cálculo obtenidos	
Iluminancia mínima:	151.66 lux
Iluminancia media horizontal mantenida:	218.72 lux
Índice de deslumbramiento unificado (UGR):	0.00
Valor de eficiencia energética de la instalación (VEEI):	3.10 W/m ²
Potencia total instalada por unidad de superficie iluminada:	6.79 W/m ²
Factor de uniformidad:	69.34 %

Valores calculados de iluminancia



Posición de los valores pésimos calculados

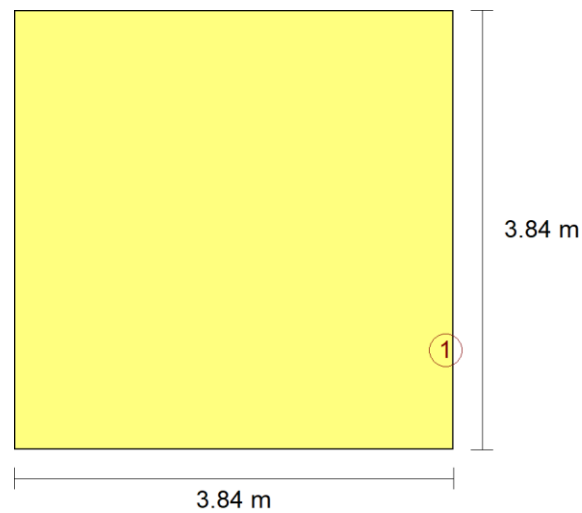


- ⊕ Iluminancia mínima (151.66 lux)
- Puntos de cálculo (Número de puntos de cálculo: 81)

Alumbrado de emergencia

Coefficiente de reflectancia en suelos:	0.00
Coefficiente de reflectancia en paredes:	0.00
Coefficiente de reflectancia en techos:	0.00
Factor de mantenimiento:	0.80
Índice de rendimiento cromático:	80.00

Disposición de las luminarias

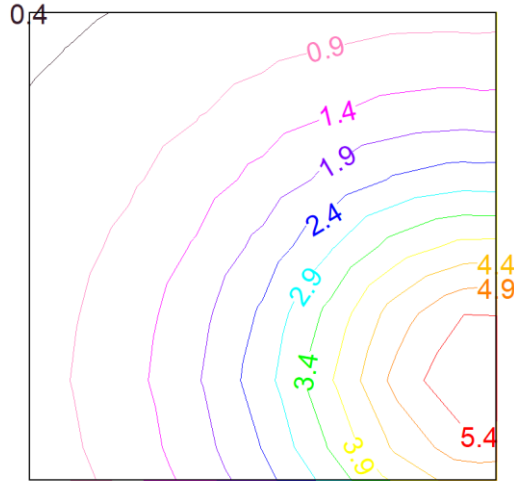


Nº	Cantidad	Descripción
1	1	Luminaria de emergencia, con tubo lineal fluorescente, 6 W - G5, flujo luminoso 155 lúmenes

Valores de cálculo obtenidos

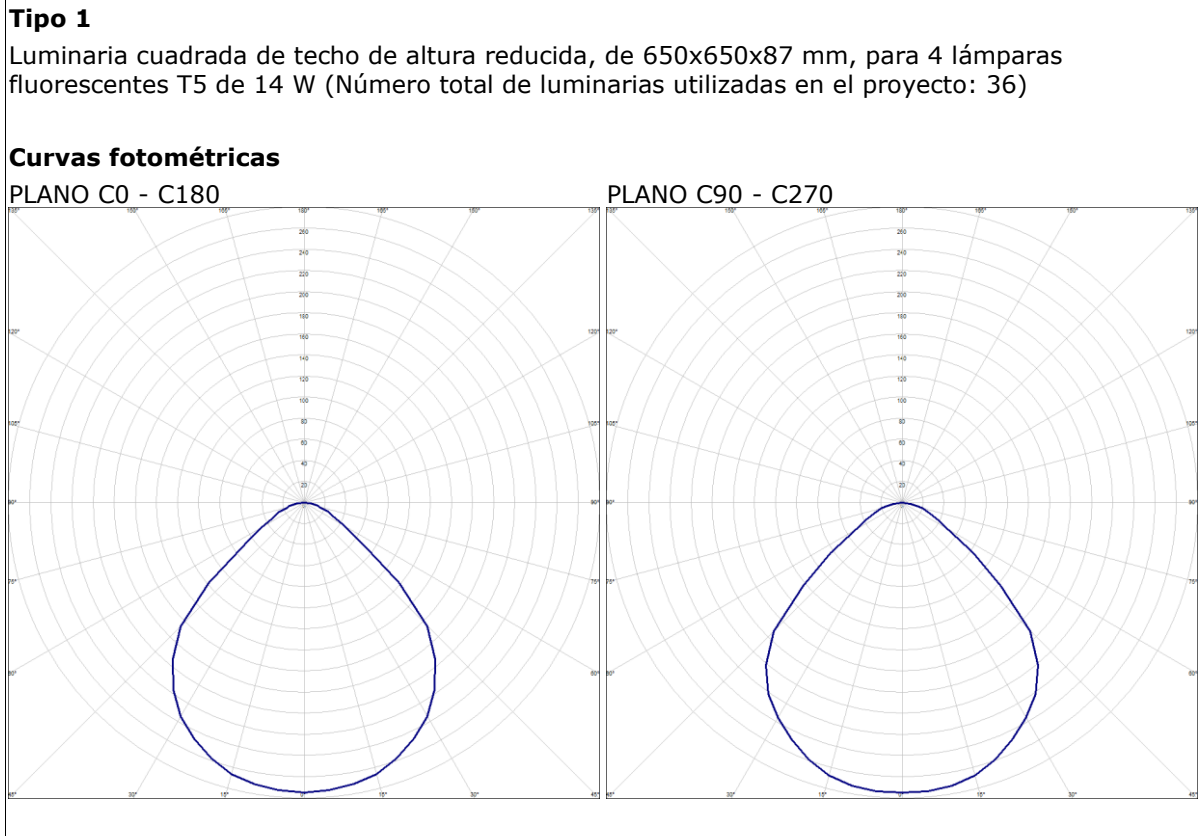
Iluminancia pésima en el eje central de las vías de evacuación:	0.00 lux
Iluminancia pésima en la banda central de las vías de evacuación:	0.00 lux
Relación iluminancia máxima/mínima (eje central vías evacuación):	100.00
Altura sobre el nivel del suelo:	3.36 m

Valores calculados de iluminancia



5. CURVAS FOTOMÉTRICAS

5.1. TIPOS DE LUMINARIA (ALUMBRADO NORMAL)

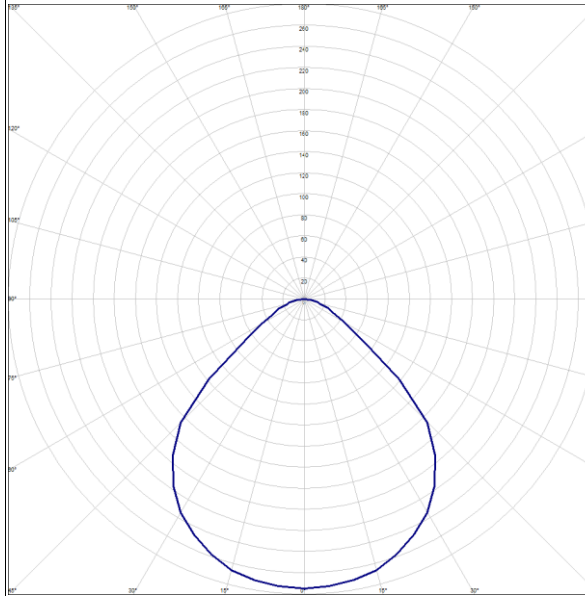


Tipo 2

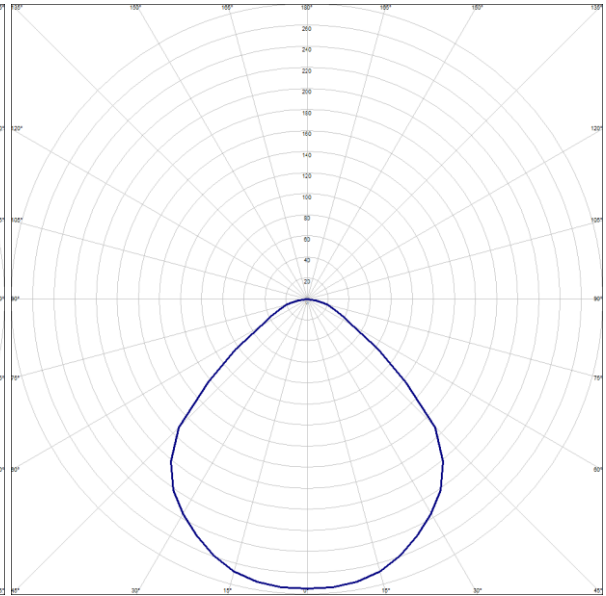
Luminaria cuadrada de techo de altura reducida, de 650x650x77 mm, para 4 lámparas fluorescentes T5 de 24 W (Número total de luminarias utilizadas en el proyecto: 1)

Curvas fotométricas

PLANO C0 - C180



PLANO C90 - C270

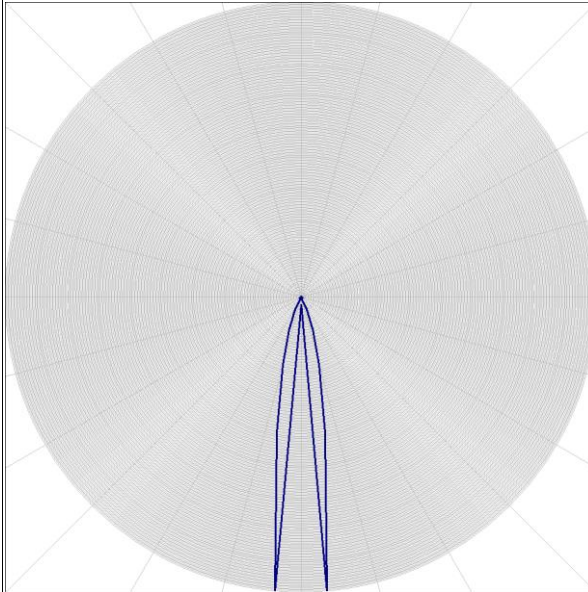


Tipo 3

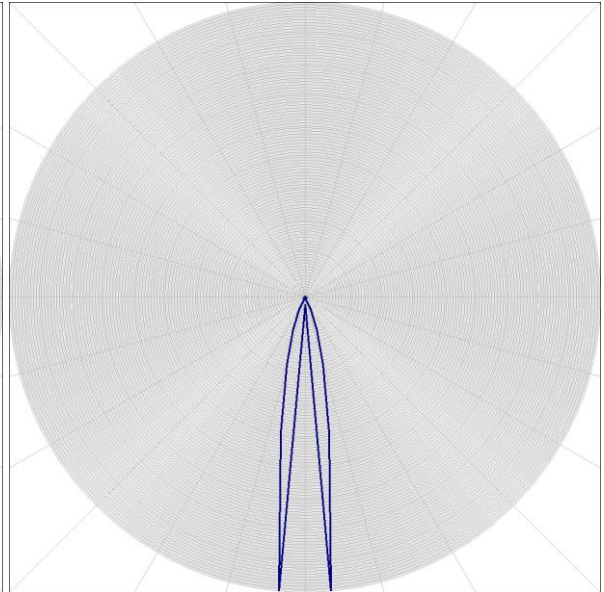
Luminaria cuadrada de techo Downlight de óptica fija, de 100x100x71 mm, para 1 led de 4 W, de color blanco frío (6300K) (Número total de luminarias utilizadas en el proyecto: 38)

Curvas fotométricas

PLANO C0 - C180



PLANO C90 - C270



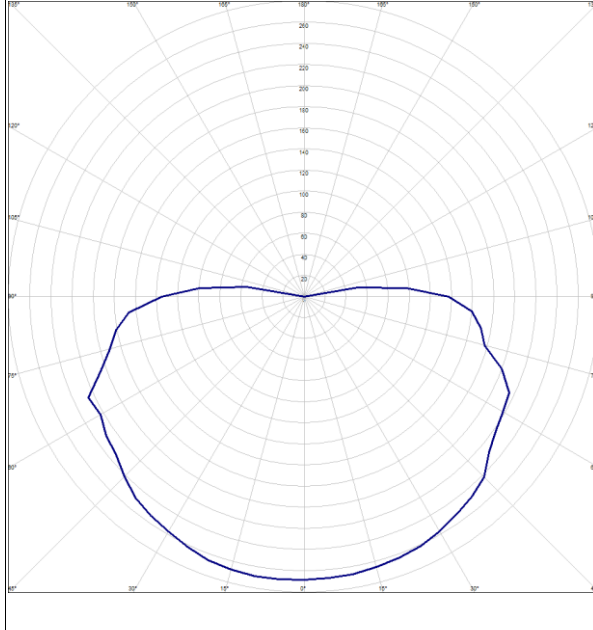
5.2. TIPOS DE LUMINARIA (ALUMBRADO DE EMERGENCIA)

Tipo 1

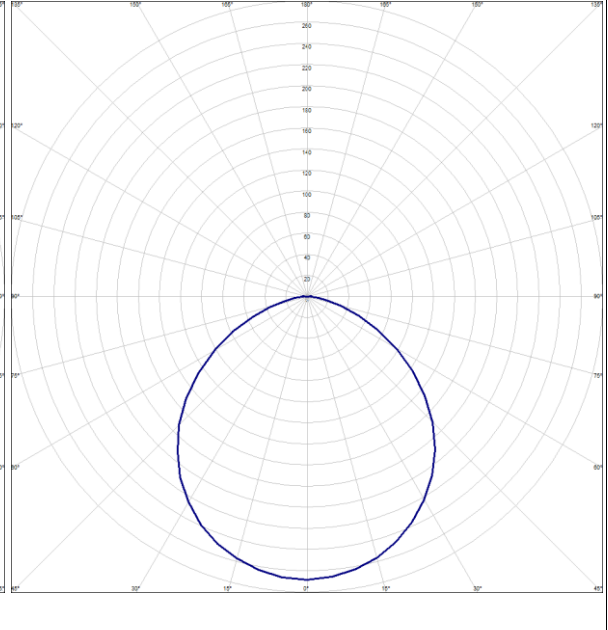
Luminaria de emergencia, con tubo lineal fluorescente, 6 W - G5, flujo luminoso 155 lúmenes (Número total de luminarias utilizadas en el proyecto: 13)

Curvas fotométricas

PLANO C0 - C180



PLANO C90 - C270



ANEJO 12. PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

1. INTRODUCCIÓN

El presente Anejo define el riesgo de incendio y las medidas de protección y evacuación que se tomarán para minimizar su impacto.

Se evaluará el riesgo de incendio tanto en el interior del edificio de viajeros como en el exterior de la estación.

2. NORMATIVA

Se ha aplicado el Documento Básico de Seguridad en caso de Incendio del Código Técnico de la Edificación (CTE DB-SI).

3. RESISTENCIA AL FUEGO DE LA ESTRUCTURA

La resistencia al fuego de la estructura debe ser de al menos R90. Las medidas para garantizar dicha resistencia se especifican en el Anejo 5 “Estructura”.

4. PROPAGACIÓN EN INTERIORES

4.1. COMPARTIMENTACIÓN EN SECTORES DE INCENDIO

Los edificios se deben compartimentar en sectores de incendio según las condiciones que se establecen en la siguiente tabla extraída de CTE DB-SI. Las superficies máximas indicadas en dicha tabla para los sectores de incendio pueden duplicarse cuando estén protegidos con una instalación automática de extinción.

Pública Concurrencia	<ul style="list-style-type: none"> - La superficie construida de cada <i>sector de incendio</i> no debe exceder de 2.500 m², excepto en los casos contemplados en los guiones siguientes. - Los espacios destinados a público sentado en asientos fijos en cines, teatros, auditorios, salas para congresos, etc., así como los museos, los espacios para culto religioso y los recintos polideportivos, feriales y similares pueden constituir un <i>sector de incendio</i> de superficie construida mayor de 2.500 m² siempre que: <ul style="list-style-type: none"> a) estén compartimentados respecto de otras zonas mediante elementos EI 120; b) tengan resuelta la evacuación mediante <i>salidas de planta</i> que comuniquen con un <i>sector de riesgo mínimo</i> a través de <i>vestíbulos de independencia</i>, o bien mediante <i>salidas de edificio</i>; c) los materiales de revestimiento sean B-s1,d0 en paredes y techos y B_{FL}-s1 en suelos; d) la <i>densidad de la carga de fuego</i> debida a los materiales de revestimiento y al mobiliario fijo no exceda de 200 MJ/m² y e) no exista sobre dichos espacios ninguna zona habitable. - Las <i>cajas escénicas</i> deben constituir un <i>sector de incendio</i> diferenciado.
----------------------	---

Tabla 16. Condiciones de compartimentación en sectores de incendio. Fuente: CTE DB-SI.

A efectos del cómputo de la superficie de un sector de incendio, se considera que los locales de riesgo especial, las escaleras y pasillos protegidos, los vestíbulos de independencia y las escaleras compartimentadas como sector de incendios, que estén contenidos en dicho sector no forman parte del mismo.

La resistencia al fuego de los elementos separadores de los sectores de incendio debe satisfacer las condiciones que se establecen en la siguiente tabla. Como alternativa, cuando, conforme a lo establecido en la Sección SI 6, se haya adoptado el tiempo equivalente de exposición al fuego para los elementos estructurales, podrá adoptarse ese mismo tiempo para la resistencia al fuego que deben aportar los elementos separadores de los sectores de incendio.

Elemento	Plantas bajo rasante	Resistencia al fuego		
		Plantas sobre rasante en edificio con altura de evacuación:		
		h ≤ 15 m	15 < h ≤ 28 m	h > 28 m
Paredes y techos ⁽³⁾ que separan al sector considerado del resto del edificio, siendo su uso previsto: ⁽⁴⁾				
- Sector de riesgo mínimo en edificio de cualquier uso	(no se admite)	EI 120	EI 120	EI 120
- Residencial Vivienda, Residencial Público, Docente, Administrativo	EI 120	EI 60	EI 90	EI 120
- Comercial, Pública Concur-rencia, Hospitalario	EI 120 ⁽⁵⁾	EI 90	EI 120	EI 180
- Aparcamiento ⁽⁶⁾	EI 120 ⁽⁷⁾	EI 120	EI 120	EI 120
Puertas de paso entre sectores de incendio	EI ₂ t-C5 siendo t la mitad del tiempo de resistencia al fuego requerido a la pared en la que se encuentre, o bien la cuarta parte cuando el paso se realice a través de un vestíbulo de independencia y de dos puertas.			
⁽¹⁾ Considerando la acción del fuego en el interior del sector, excepto en el caso de los sectores de riesgo mínimo, en los que				

Tabla 17. Resistencia al fuego de las paredes, techos y puertas que delimitan sectores de incendios. Fuente: CTE DB-SI.

4.2. LOCALES Y ZONAS DE RIESGO ESPECIAL

Los locales y zonas de riesgo especial integrados en los edificios se clasifican conforme los grados de riesgo alto, medio y bajo según los criterios que se establecen en la siguiente tabla. Los locales y las zonas así clasificados deben cumplir las condiciones que se establecen en la siguiente tabla.

Los locales destinados a albergar instalaciones y equipos regulados por reglamentos específicos, tales como transformadores, maquinaria de aparatos elevadores, calderas, depósitos de combustible, contadores de gas o electricidad, etc. se rigen, además, por las condiciones que se establecen en dichos reglamentos. Las condiciones de ventilación de los locales y de los equipos exigidas por dicha reglamentación deberán solucionarse de forma compatible con las de compartimentación establecidas en este DB.

A los efectos de este DB se excluyen los equipos situados en las cubiertas de los edificios, aunque estén protegidos mediante elementos de cobertura.

Administrativo			
- Imprenta, reprografía y locales anejos, tales como almacenes de papel o de publicaciones, encuadernado, etc.	100<V≤200 m ³	200<V≤500 m ³	V>500 m ³
Residencial Público			
- Roperos y locales para la custodia de equipajes	S≤20 m ²	20<S≤100 m ²	S>100 m ²
Comercial			
- Almacenes en los que la <i>densidad de carga de fuego ponderada y corregida (Q_s)</i> aportada por los productos almacenados sea ⁽⁵⁾	425<Q _s ≤850 MJ/m ²	850<Q _s ≤3.400 MJ/m ²	Q _s >3.400 MJ/m ²
La superficie construida de los locales así clasificados no debe exceder de la siguiente:			
- en recintos no situados por debajo de la planta de salida del edificio			
con instalación automática de extinción	S< 2.000 m ²	S<600 m ²	S<25 m ² y altura de evacuación <15 m
sin instalación automática de extinción	S<1.000 m ²	S<300 m ²	no se admite
- en recintos situados por debajo de la planta de salida del edificio			
con instalación automática de extinción	<800 m ²	no se admite	no se admite
sin instalación automática de extinción	<400 m ²	no se admite	no se admite
Pública concurrencia			
- Taller o almacén de decorados, de vestuario, etc.		100<V≤200 m ³	V>200 m ³

Tabla 18. Condiciones de las zonas de riesgo especial. Fuente: CTE DB-SI

La única zona de riesgo especial de la estación de autobuses será el cuarto técnico dedicado a los cuadros eléctricos y contadores que, por su uso, en todos los casos se considera zona de riesgo especial independientemente de sus dimensiones.

5. PROPAGACIÓN EN EXTERIORES

5.1. MEDIANERÍAS Y FACHADA

Debido a la ubicación del edificio no existen medianerías por las que pueda propagarse el incendio.

Con el fin de limitar el riesgo de propagación exterior horizontal del incendio a través de la fachada entre dos sectores de incendio, entre una zona de riesgo especial alto y otras zonas o hacia una escalera protegida o pasillo protegido desde otras zonas, los puntos de sus fachadas que no sean al menos EI 60 deben estar separados la distancia “d” en proyección horizontal.

La norma CTE DB-SI exige que los cerramientos del edificio tengan una resistencia al fuego de EI 90 y la estructura metálica exterior tiene una resistencia EI 60, por lo que no se habrá elementos de resistencia menores de EI 60 que separar.

5.2. CUBIERTA

No existen cubiertas próximas a la de la estación que puedan verse afectadas por un incendio en la estación. Por tanto, no será necesario dejar la distancia de 1 m indicada por la norma entre cubiertas.

La cubierta deberá tener una resistencia EI 60.

6. EVACUACIÓN DE OCUPANTES

6.1. CÁLCULO DE LA OCUPACIÓN

Para calcular la ocupación de considerarán la superficie útil del edificio y la densidad de ocupación según el uso indicada en la siguiente tabla.

Tabla 2.1. Densidades de ocupación⁽¹⁾

Uso previsto	Zona, tipo de actividad	Ocupación (m ² /persona)
Cualquiera	Zonas de ocupación ocasional y accesibles únicamente a efectos de mantenimiento: salas de máquinas, locales para material de limpieza, etc.	Ocupación nula
	Aseos de planta	3
Residencial Vivienda	Plantas de vivienda	20
Residencial Público	Zonas de alojamiento	20
	Salones de uso múltiple	1
	Vestíbulos generales y zonas generales de uso público en plantas de sótano, baja y entreplanta	2
Aparcamiento ⁽²⁾	Vinculado a una actividad sujeta a horarios: comercial, espectáculos, oficina, etc.	15
	En otros casos	40
Administrativo	Plantas o zonas de oficinas	10
	Vestíbulos generales y zonas de uso público	2
Docente	Conjunto de la planta o del edificio	10
	Locales diferentes de aulas, como laboratorios, talleres, gimnasios, salas de dibujo, etc.	5
	Aulas (excepto de escuelas infantiles)	1,5
	Aulas de escuelas infantiles y salas de lectura de bibliotecas	2

<i>Hospitalario</i>	Salas de espera	2
	Zonas de hospitalización	15
	Servicios ambulatorios y de diagnóstico	10
	Zonas destinadas a tratamiento a pacientes internados	20
<hr/>		
<i>Comercial</i>	En establecimientos comerciales:	
	áreas de ventas en plantas de sótano, baja y entreplanta	2
	áreas de ventas en plantas diferentes de las anteriores	3
	En zonas comunes de centros comerciales:	
	mercados y galerías de alimentación	2
	plantas de sótano, baja y entreplanta o en cualquier otra con acceso desde el espacio exterior	3
	plantas diferentes de las anteriores	5
	En áreas de venta en las que no sea previsible gran afluencia de público, tales como exposición y venta de muebles, vehículos, etc.	5
<hr/>		
<i>Pública concurrencia</i>	Zonas destinadas a espectadores sentados:	
	con asientos definidos en el proyecto	1pers/asiento
	sin asientos definidos en el proyecto	0,5
	Zonas de espectadores de pie	0,25
	Zonas de público en discotecas	0,5
	Zonas de público de pie, en bares, cafeterías, etc.	1
	Zonas de público en gimnasios:	
	con aparatos	5
	sin aparatos	1,5
	Piscinas públicas	
	zonas de baño (superficie de los vasos de las piscinas)	2
	zonas de estancia de público en piscinas descubiertas	4
	vestuarios	3
	Salones de uso múltiple en edificios para congresos, hoteles, etc.	1
	Zonas de público en restaurantes de "comida rápida", (p. ej: hamburgueserías, pizzerías...)	1,2
Zonas de público sentado en bares, cafeterías, restaurantes, etc.	1,5	
Salas de espera, salas de lectura en bibliotecas, zonas de uso público en museos, galerías de arte, ferias y exposiciones, etc.	2	
Vestibulos generales, zonas de uso público en plantas de sótano, baja y entreplanta	2	

Vestíbulos, vestuarios, camerinos y otras dependencias similares y anejas a salas de espectáculos y de reunión	2
Zonas de público en terminales de transporte	10
Zonas de servicio de bares, restaurantes, cafeterías, etc.	10
Archivos, almacenes	40
<p>⁽¹⁾ Deben considerarse las posibles utilizaciones especiales y circunstanciales de determinadas zonas o <i>recintos</i>, cuando puedan suponer un aumento importante de la ocupación en comparación con la propia del <i>uso normal previsto</i>. En dichos casos se debe, o bien considerar dichos usos alternativos a efectos del diseño y cálculo de los elementos de evacuación, o bien dejar constancia, tanto en la documentación del proyecto, como en el Libro del edificio, de que las ocupaciones y los <i>usos previstos</i> han sido únicamente los característicos de la actividad.</p> <p>⁽²⁾ En los <i>aparcamientos robotizados</i> se considera que no existe ocupación. No obstante, dispondrán de los medios de escape en caso de emergencia para el personal de mantenimiento que en cada caso considere necesarios la autoridad de control.</p>	

Tabla 19. Densidad de ocupación. Fuente: CTE DB-SI

Se tomará como superficie útil el área de la zona de espera, puesto que será la zona del edificio de viajeros que se destinará a albergar a los usuarios.

Se considerará la densidad de 2m² por persona de las salas de espera.

$$\frac{350m^2}{2 \frac{m^2}{persona}} = 175 \text{ personas}$$

La zona exterior no se considera como zona de espera ya que su función únicamente es dar acceso a los vehículos. La zona de dársenas solo se usará para el acceso directo a los autobuses una vez estos estén en la estación.

6.2. CÁLCULO DE LOS MEDIOS DE EVACUACIÓN

La siguiente tabla muestra los requisitos de los medios de evacuación.

Tipo de elemento	Dimensionado
Puertas y pasos	$A \geq P / 200$ ⁽⁷⁾ $\geq 0,80$ m ⁽²⁾ La anchura de toda hoja de puerta no debe ser menor que 0,60 m, ni exceder de 1,23 m.
Pasillos y rampas	$A \geq P / 200 \geq 1,00$ m ⁽³⁾ ⁽⁴⁾ ⁽⁵⁾
Pasos entre filas de asientos fijos en salas para público tales como cines, teatros, auditorios, etc. ⁽⁶⁾	En filas con salida a pasillo únicamente por uno de sus extremos, $A \geq 30$ cm cuando tengan 7 asientos y 2,5 cm más por cada asiento adicional, hasta un máximo admisible de 12 asientos. En filas con salida a pasillo por sus dos extremos, $A \geq 30$ cm en filas de 14 asientos como máximo y 1,25 cm más por cada asiento adicional. Para 30 asientos o más: $A \geq 50$ cm. ⁽⁷⁾ Cada 25 filas, como máximo, se dispondrá un paso entre filas cuya anchura sea 1,20 m, como mínimo.
Escaleras no protegidas ⁽⁸⁾	
para evacuación descendente	$A \geq P / 160$ ⁽⁹⁾
para evacuación ascendente	$A \geq P / (160-10h)$ ⁽⁹⁾
Escaleras protegidas	$E \leq 3 S + 160 A_s$ ⁽⁹⁾
Pasillos protegidos	$P \leq 3 S + 200 A$ ⁽⁹⁾
En zonas al aire libre:	
Pasos, pasillos y rampas	$A \geq P / 600$ ⁽¹⁰⁾
Escaleras	$A \geq P / 480$ ⁽¹⁰⁾

Tabla 20. Medios de evacuación. Fuente: CTE DB-SI

En el interior:

- Puertas y pasos: $A \geq 0.62$ m ≥ 0.80 m
- Pasillos y rampas: $A \geq 0.62$ m ≥ 1.00 m

En el exterior:

- Pasos, pasillos y rampas: $A \geq 0.503$ m

El dimensionamiento de la estación cumple con los mínimos exigidos. Los elementos no mencionados no requieren comprobación.

7. INSTALACIONES DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

Los edificios deben disponer de los equipos e instalaciones de protección contra incendios que se indican en la siguiente tabla. El diseño, la ejecución, la puesta en funcionamiento y el mantenimiento de dichas instalaciones, así como sus materiales, componentes y equipos, deben cumplir lo establecido en el "Reglamento de Instalaciones de Protección contra Incendios", en sus disposiciones complementarias y en cualquier otra reglamentación específica que le sea de aplicación.

Uso previsto del edificio o establecimiento	Condiciones
Instalación	
En general	
Extintores portátiles	Uno de eficacia 21A -113B: <ul style="list-style-type: none"> - A 15 m de recorrido en cada planta, como máximo, desde todo <i>origen de evacuación</i>. - En las zonas de riesgo especial conforme al capítulo 2 de la Sección 1⁽⁷⁾ de este DB.
Bocas de incendio equipadas	En zonas de riesgo especial alto, conforme al capítulo 2 de la Sección SI1, en las que el riesgo se deba principalmente a materias combustibles sólidas ⁽²⁾
Ascensor de emergencia	En las plantas cuya <i>altura de evacuación</i> exceda de 28 m
Hidrantes exteriores	Si la <i>altura de evacuación</i> descendente excede de 28 m o si la ascendente excede de 6 m, así como en <i>establecimientos</i> de densidad de ocupación mayor que 1 persona cada 5 m ² y cuya superficie construida está comprendida entre 2.000 y 10.000 m ² . Al menos un hidrante hasta 10.000 m ² de superficie construida y uno más por cada 10.000 m ² adicionales o fracción. ⁽³⁾
Instalación automática de extinción	Salvo otra indicación en relación con el uso, en todo edificio cuya <i>altura de evacuación</i> exceda de 80 m. En cocinas en las que la potencia instalada exceda de 20 kW en <i>uso Hospitalario</i> o <i>Residencial Público</i> o de 50 kW en cualquier otro uso ⁽⁴⁾ En centros de transformación cuyos aparatos tengan aislamiento dieléctrico con punto de inflamación menor que 300 °C y potencia instalada mayor que 1 000 kVA en cada aparato o mayor que 4 000 kVA en el conjunto de los aparatos. Si el centro está integrado en un edificio de uso Pública Concurrencia y tiene acceso desde el interior del edificio, dichas potencias son 630 kVA y 2 520 kVA respectivamente.
Pública concurrencia	
Bocas de incendio equipadas	Si la superficie construida excede de 500 m ² . ⁽⁷⁾
Columna seca ⁽⁵⁾	Si la <i>altura de evacuación</i> excede de 24 m.
Sistema de alarma ⁽⁶⁾	Si la ocupación excede de 500 personas. El sistema debe ser apto para emitir mensajes por megafonía.
Sistema de detección de incendio	Si la superficie construida excede de 1000 m ² . ⁽⁸⁾
Hidrantes exteriores	En cines, teatros, auditorios y discotecas con superficie construida comprendida entre 500 y 10.000 m ² y en recintos deportivos con superficie construida comprendida entre 5.000 y 10.000 m ² . ⁽³⁾

Tabla 21. Dotaciones de instalaciones de protección contra incendios. Fuente CTE DB-SI.

Se colocarán detectores de incendios dentro del edificio de viajeros, que tiene mayor riesgo por contar una mayor instalación eléctrica.

Se dispondrá de una boca de incendio equipada ya que superficie construida es de 500 m².

7.1. SEÑALIZACIÓN DE LAS INSTALACIONES MANUALES DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS.

Los medios de protección contra incendios de utilización manual (extintores, bocas de incendio, hidrantes exteriores, pulsadores manuales de alarma y dispositivos de disparo de sistemas de extinción) se deben señalizar mediante señales definidas en la norma UNE 23033-1 cuyo tamaño sea:

- a) 210 x 210 mm cuando la distancia de observación de la señal no exceda de 10m
- b) 420 x 420mm cuando la distancia de observación esté comprendida entre 10 y 20m
- c) 594 x 594mm cuando la distancia de observación esté comprendida entre 20 y 30m

Las señales deben ser visibles incluso en caso de fallo en el suministro al alumbrado normal. Cuando sean fotoluminiscentes, deben cumplir lo establecido en las normas UNE 23035-1:2003, UNE 23035-2:2003 y UNE 23035-4:2003 y su mantenimiento se realizará conforme a lo establecido en la norma UNE 23035-3:2003.

8. INTERVENCIONES

Los viales de aproximación de los vehículos de los bomberos a los espacios de maniobra deben cumplir las condiciones siguientes:

- a) Anchura mínima libre 3.5m
- b) Altura mínima libre o gálibo 4.5m
- c) Capacidad portante del vial 20 kN/m²

En los tramos curvos, el carril de rodadura debe quedar delimitado por la traza de una corona circular cuyos radios mínimos deben ser 5,30 m y 12,50 m, con una anchura libre para circulación de 7,20 m.

Las fachadas deben disponer de huecos que permitan el acceso desde el exterior al personal del servicio de extinción de incendios. Dichos huecos deben cumplir las condiciones siguientes:

- a) Facilitar el acceso a cada una de las plantas del edificio, de forma que la altura del alféizar respecto del nivel de la planta a la que accede no sea mayor que 1,20 m
- b) Sus dimensiones horizontal y vertical deben ser, al menos, 0,80 m y 1,20 m respectivamente. La distancia máxima entre los ejes verticales de dos huecos consecutivos no debe exceder de 25 m, medida sobre la fachada

- c) No se deben instalar en fachada elementos que impidan o dificulten la accesibilidad al interior del edificio a través de dichos huecos, a excepción de los elementos de seguridad situados en los huecos de las plantas cuya altura de evacuación no exceda de 9 m.

ANEJO 13. ACCESIBILIDAD

1. INTRODUCCIÓN

La nueva estación de autobuses debe cumplir con todos los requisitos de accesibilidad marcados por la normativa ya que se trata de un edificio público. Además, al tratarse de un edificio que ofrece un servicio de transporte, la garantizar la accesibilidad a todos los usuarios debe ser no un requisito sino uno de los objetivos para los que se diseñe la estación.

La distribución de la estación se ha realizado de forma que los peatones puedan acceder y desplazarse por la estación de la forma más cómoda posible y sin tener que pasar por vías rodadas.

En cuanto a los usuarios de autobús que tengan alguna discapacidad que reduzca su movilidad, se garantizará que puedan acceder a toda la estación y hacer uso de todos sus servicios de forma segura e independiente.

2. NORMATIVA

Se han aplicado las siguientes normativas, estatales y autonómicas, para comprobar la adecuación de la estación:

- CTE DB SUA “Seguridad de utilización y accesibilidad”.
- Orden VIV/ 561 / 2010, de 1 de febrero, por la que se desarrolla el documento técnico de condiciones básicas de accesibilidad y no discriminación para el acceso y utilización de los espacios públicos urbanizados. (B.O.E. n.º 61 – 11/03/2010)
- Ley 20/1997, de 4 de diciembre, para la Promoción de la Accesibilidad. (B.O.P.V. n.º 246 – 24/12/1997)
- Decreto 68/2000, de 11 de abril, por el que se aprueban las normas técnicas sobre condiciones de accesibilidad de los entornos urbanos, espacios públicos, edificaciones y sistemas de información y comunicación. (B.O.P.V. n.º 110 – 12/06/2000)
- Decreto 126/2001, de 10 de julio, por el que se aprueban las Normas Técnicas sobre Condiciones de Accesibilidad en el Transporte. (B.O.P.V. n.º 142 – 24/07/2001)
- Decreto 42/2005, de 1 de marzo, de modificación del Decreto por el que se aprueban las normas técnicas sobre condiciones de accesibilidad de los entornos urbanos,

espacios públicos, edificaciones y sistemas de información y comunicación. (B.O.P.V. n.º 49 – 11/03/2005)

3. DEFINICIONES

- **Accesibilidad**

La accesibilidad es una característica básica del entorno construido que permite a las personas participar en las actividades sociales y económicas para las que se ha concebido este entorno. Para garantizar las mismas posibilidades de participación, todas las personas cualesquiera que sean sus edades y sus posibles discapacidades deben de tener la posibilidad de entrar en cualquier parte del entorno construido y utilizarlo con la mayor independencia posible.

- **Barreras arquitectónicas**

Las barreras arquitectónicas son los impedimentos que se presentan en el interior de los edificios frente a las distintas clases y grados de discapacidad.

- **Barreras urbanísticas**

Las barreras urbanísticas son los impedimentos que presentan la estructura y mobiliario urbanos, sitios históricos y espacios no edificados de dominio público y privado frente a las distintas clases y grados de discapacidad.

- **Deficiencia**

Una deficiencia es toda pérdida o anomalía de una estructura o función psicológica, fisiológica o anatómica. (O.M.S. 1981).

- **Discapacidad**

Una discapacidad es toda restricción o ausencia de la capacidad de realizar una actividad en la forma o dentro del margen que se considera normal para un ser humano. (O.M.S. 1981).

- **Minusvalía**

Situación desventajosa para un individuo determinado, consecuencia de una deficiencia o discapacidad, que limita o impide el desempeño de un rol que es normal en su caso. (O.M.S. 1981).

- **Personas con movilidad reducida**

Persona con movilidad reducida (pmr) es aquella que tiene limitada temporal o permanentemente la posibilidad de desplazarse.

- Silla de ruedas

Vehículo mecánico dotado de asiento en su armazón, de diferentes materiales, de tracción manual o eléctrica que sustituye al sistema de locomoción de las personas afectadas de una minusvalía.

- Itinerario accesible

Itinerario que, considerando su utilización en ambos sentidos, cumple las condiciones que se establecen a continuación:

- Desniveles	- Los desniveles se salvan mediante rampa accesible conforme al apartado 4 del SUA 1, o ascensor accesible. No se admiten escalones
- Espacio para giro	- Diámetro Ø 1,50 m libre de obstáculos en el vestíbulo de entrada, o portal, al fondo de pasillos de más de 10 m y frente a ascensores accesibles o al espacio dejado en previsión para ellos
- Pasillos y pasos	- Anchura libre de paso $\geq 1,20$ m. En zonas comunes de edificios de <i>uso Residencial Vivienda</i> se admite 1,10 m - Estrechamientos puntuales de anchura $\geq 1,00$ m, de longitud $\leq 0,50$ m, y con separación $\geq 0,65$ m a huecos de paso o a cambios de dirección
- Puertas	- Anchura libre de paso $\geq 0,80$ m medida en el marco y aportada por no más de una hoja. En el ángulo de máxima apertura de la puerta, la anchura libre de paso reducida por el grosor de la hoja de la puerta debe ser $\geq 0,78$ m - Mecanismos de apertura y cierre situados a una altura entre 0,80 - 1,20 m, de funcionamiento a presión o palanca y maniobrables con una sola mano, o son automáticos - En ambas caras de las puertas existe un espacio horizontal libre del barrido de las hojas de diámetro Ø 1,20 m - Distancia desde el mecanismo de apertura hasta el encuentro en rincón $\geq 0,30$ m - Fuerza de apertura de las puertas de salida ≤ 25 N (≤ 65 N cuando sean resistentes al fuego)
- Pavimento	- No contiene piezas ni elementos sueltos, tales como gravas o arenas. Los felpudos y moquetas están encastrados o fijados al suelo - Para permitir la circulación y arrastre de elementos pesados, sillas de ruedas, etc., los suelos son resistentes a la deformación
- Pendiente	- La pendiente en sentido de la marcha es $\leq 4\%$, o cumple las condiciones de rampa accesible, y la pendiente transversal al sentido de la marcha es $\leq 2\%$

Tabla 22. Requisitos del itinerario accesible. Fuente: CTE SUA Anejo A.

4. GRUPOS DE PERSONAS CON DIFICULTADES PARA LA ACCESIBILIDAD

Existen distintos grupos de personas que pueden tener dificultades en la accesibilidad bien sea por causas de movilidad o de comunicación.

4.1. AMBULANTES

Engloba a las personas que ejecutan determinados movimientos con dificultad, y que pueden caminar siendo usuarias o no de material ortoprotésico para desplazarse, como andadores, muletas etc.

Dentro de este grupo se engloba a personas con discapacidad física, personas con insuficiencia cardíaca, cardíaca o respiratoria, mujeres embarazadas, personas que llevan cargas pesadas, niños en brazos o en cochecito, personas enyesadas, convalecientes, personas de tercera edad, personas afectadas de enfermedades con secuelas o malformaciones, personas de baja talla etc.

4.2. PERSONAS USUARIAS DE SILLAS DE RUEDAS

Son las personas que precisan de una silla de ruedas para desplazarse bien de forma autónoma o con la ayuda de otras personas.

4.3. SENSORIALES

Engloba a las personas que tienen limitadas sus capacidades sensitivas, visuales, auditivas y/o de comunicación.

4.4. OTROS GRUPOS

Existen personas que pueden tener igualmente dificultades en la accesibilidad, como las personas con problemas en la manipulación, alérgicas, con incontinencia, epilepsia, hemofilia, discapacidad mental, etc. Que deben ser tenidas en cuenta al diseñar los entornos urbanos, las edificaciones, los transportes y los sistemas de comunicación.

5. SILLAS DE RUEDAS, BASTONES, MULETAS O ANDADORES

5.1. SILLAS DE RUEDAS DE TIPO ESTÁNDAR DE ACCIONAMIENTO MANUAL

Las sillas de ruedas estándar de accionamiento tienen las medidas mostradas en la siguiente tabla. Se considerarán dichas medidas para garantizar su accesibilidad a todo el recinto.

<i>Longitud máxima (rueda trasera-soporte para los pies)</i>	<i>1200</i>
<i>Anchura total máxima (aro inferior)</i>	<i>700</i>
<i>Altura del asiento</i>	<i>500</i>
<i>Altura total</i>	<i>1090</i>
<i>Diámetro de las ruedas</i>	<i>600</i>
<i>Altura del reposabrazos</i>	<i>de 730 a 760</i>
<i>Fondo del asiento</i>	<i>430</i>
<i>Anchura útil del asiento</i>	<i>de 450 a 500</i>
<i>Altura del reposapiés</i>	<i>140</i>
<i>Peso (en Kg)</i>	<i>11 a 23</i>

Tabla 23. Dimensiones en mm de una silla de ruedas estándar. Fuente: B.O.P.V. nº110

Gran parte de las sillas poseen la capacidad de desmontar ciertos elementos para disminuir su contorno (reposapiés y apoyabrazos) o son regulables en inclinación del asiento.

5.2. SILLAS DE RUEDAS DE FUNCIONAMIENTO ELÉCTRICO

Las sillas de ruedas de funcionamiento eléctricos tienen las dimensiones indicadas en la siguiente tabla:

<i>Longitud máxima (rueda trasera-soporte para los pies)</i>	<i>1200 a 1240</i>
<i>Anchura total máxima (aro inferior)</i>	<i>700 a 740</i>
<i>Altura del asiento</i>	<i>530</i>
<i>Altura total</i>	<i>1277</i>
<i>Fondo del asiento</i>	<i>430 a 460</i>
<i>Anchura útil del asiento</i>	<i>de 450 a 500</i>
<i>Peso (en Kg)</i>	<i>70 a 230</i>

Tabla 24. Dimensiones en mm de una silla de ruedas eléctricas. Fuente: B.O.P.V. n.º 110

5.3. ANDADORES

Los andadores tienen las dimensiones indicadas en la siguiente tabla:

<i>Ancho</i>	<i>850</i>
<i>Altura</i>	<i>280</i>
<i>Longitud</i>	<i>910</i>

Tabla 25. Dimensiones en mm de un andador. Fuente: B.O.P.V. n.º 110

6. CUMPLIMIENTO DE LA NORMATIVA

Con el fin de facilitar el acceso y la utilización no discriminatoria, independiente y segura de los edificios a las personas con discapacidad se cumplirán las condiciones funcionales y de dotación de elementos accesibles que se establecen a continuación.

6.2. CONDICIONES FUNCIONALES

6.2.1. ACCESIBILIDAD EN EL EXTERIOR DEL EDIFICIO

La parcela dispondrá al menos de un itinerario accesible que comunique una entrada principal al edificio con la vía pública y con las zonas comunes, en este caso las zonas de espera incluidas en el diseño.

6.2.2. ACCESIBILIDAD EN EL INTERIOR DEL EDIFICIO

Los edificios de otros usos dispondrán de un itinerario accesible que comunique, en cada planta, el acceso accesible a ella (entrada principal accesible al edificio, ascensor accesible, rampa accesible) con las zonas de uso público, con todo origen de evacuación (ver definición en el anejo SI A del DB SI) de las zonas de uso privado exceptuando las zonas de ocupación nula, y con los elementos accesibles, tales como plazas de aparcamiento accesibles, servicios higiénicos accesibles, plazas reservadas en salones de actos y en zonas de espera con asientos fijos, alojamientos accesibles, puntos de atención accesibles, etc.

6.3. DOTACIÓN DE ELEMENTOS ACCESIBLES

6.3.1. SERVICIOS HIGIÉNICOS ACCESIBLES

Siempre que sea exigible la existencia de aseos o de vestuarios por alguna disposición legal de obligado cumplimiento, existirá al menos:

1. Un aseo accesible por cada 10 unidades o fracción de inodoros instalados, pudiendo ser de uso compartido para ambos sexos.
2. En cada vestuario, una cabina de vestuario accesible, un aseo accesible y una ducha accesible por cada 10 unidades o fracción de los instalados. En el caso de que el vestuario no esté distribuido en cabinas individuales, se dispondrá al menos una cabina accesible.

La estación de autobuses no contará con vestuarios, pero sí con aseos. Se colocará un inodoro accesible para minusválidos en el aseo de mujeres y otro en el de hombres. De esta forma la fracción de inodoros accesibles cumple con la normativa.

La anchura mínima de paso en las puertas, tanto en los espacios destinados a distribución como en la cabina de inodoro adaptado será de 0,90 m. Las hojas tendrán en ambas caras, un zócalo protector hasta una altura mínima de 30 cm, cubriendo todo el ancho de la puerta, y su apertura nunca será hacia el interior.

El asiento del inodoro se instalará a una altura comprendida entre 45 y 50 cm. Para facilitar las transferencias se dispondrán, en ambos laterales del inodoro, barras rígidas, al menos una abatible sobre la pared, la del lado de acceso, sólidamente ancladas a una altura de 805 cm, con una longitud entre 90 y 80 cm. La distancia de las barras al eje del inodoro será de 30 a 35 cm.

El pulsador del sistema de descarga que se instale será accionable por personas con problemas de manipulación y/o alcance. Uno de los urinarios de pared se colocará a 45 cm. del suelo sin pedestales ni resaltes para cumplir con la Ley 68/2000 de accesibilidad.

6.3.2. MOBILIARIO

El mobiliario fijo de zonas de atención al público incluirá al menos un punto de atención accesible.

Como alternativa a lo anterior, se podrá disponer un punto de llamada accesible para recibir asistencia.

6.3.3. MECANISMOS

Excepto en las zonas de ocupación nula, los interruptores, los dispositivos de intercomunicación y los pulsadores de alarma serán mecanismos accesibles.

6.3.4. PLAZAS RESERVADAS

Las zonas de espera con asientos fijos dispondrán de una plaza reservada para usuarios de silla de ruedas por cada 100 asientos o fracción.

Se colocarán 4 plazas reservadas para usuarios de silla de ruedas, 2 en el edificio de viajeros y 2 en el exterior.

Se colocarán más del mínimo necesario porque las plazas reservadas interiores y exteriores pueden ser mutuamente excluyentes, y que su uso depende en gran medida del clima.

6.3.5. SISTEMAS DE COMUNICACIÓN

Para garantizar la accesibilidad a los sistemas de comunicación de las personas con dificultades de comunicación se establecerán las siguientes reservas:

1. En los lugares donde se ubiquen los puntos de información y/o atención al público, al menos uno de ellos deberá estar acondicionado para su utilización por dichas personas.
2. En los medios audiovisuales de titularidad de la Comunidad Autónoma del País Vasco aparecerá al menos en uno de los informativos un intérprete en lenguaje de signos además de subtítulos, al objeto de garantizar el derecho a la información de las personas con dificultades de comunicación.

3. Los deficientes visuales acompañados de perros guía tendrán libre acceso a alojamientos turísticos, establecimientos hosteleros y transportes públicos y en general a todos los espacios y edificaciones de uso o servicio público.

6.4. MEDIDAS FUNCIONALES

6.4.1. DISTANCIA DE ALCANCE FUNCIONA

1. Dentro de las distancias de alcance funcional de las personas se establecen las áreas de confort y las áreas de alcance máximo.
2. Las áreas de confort son aquellas que dentro de los límites del movimiento del segmento corporal consiguen los mejores resultados en cuanto a comodidad y prestaciones. Las medidas de control o accionamiento son aquellas comprendidas dentro de las zonas de alcance donde los movimientos del segmento corporal se realizan con comodidad y permitiendo posturas con mantenimiento en el tiempo suficiente para maniobrar.
3. Las áreas de alcance máximo son las zonas barridas por los segmentos corporales implicados al máximo de sus límites, tanto articulares como músculo-tendinosos. Estas proporcionan menor confort permitiendo posturas forzadas con mantenimiento en el tiempo muy limitado, además existen algunas personas que por su minusvalía no alcanzan estos máximos.
4. Se establecen los mismos criterios para los elementos de percepción (información visual, táctil y auditiva).

La siguiente tabla muestra las distancias de alcance funcional de distintos elementos:

	<i>PERSONA SENTADA EN SILLA DE RUEDAS</i>	<i>PERSONA DE PIE</i>
<i>Alcance manual en el plano vertical (lateral y frontal)</i>	<i>De 0,40 a 1,40 m.</i>	<i>De 0 a 1,80 m.</i>
<i>Alcance manual en el plano horizontal frontal (situado entre 0,70 y 0,85 m.).</i>	<i>Hasta 0,8 m. (desde el respaldo)</i>	<i>Hasta 0,80 m. (desde el hombro)</i>
<i>Alcance manual lateral en el plano horizontal.</i>	<i>De 0,37 a 0,59 m. (desde el borde de su silla)</i>	<i>De 0,68 a 0,86 m. (desde el plano medio)</i>
<i>Alcance posterior</i>	<i>0,69 m.</i>	<i>0,69 m.</i>
<i>Control manual vertical</i>	<i>De 0,80 a 1,00 m.</i>	<i>De 1,00 a 1,50</i>
<i>Control manual horizontal</i>	<i>0,60 m.</i>	<i>0,60 m.</i>
<i>Alcance visual</i>	<i>De 0,60 a 1,45 m</i>	<i>De 1,05 a 1,85 m.</i>

Tabla 26. Distancia de alcance funcional. Fuente: B.O.P.V. nº110

6.4.2. PASA MANOS Y ELEMENTOS DE SUJECCIÓN

Deberán poseer unas dimensiones determinadas que permitan ser agarrados firmemente por una sola mano, estarán colocados a una altura aproximada de 0,90 m y se dispondrán sin obstáculos ni para la mano que se desliza ni para el brazo.

6.4.3. ESPACIO NECESARIO PARA EL MOVIMIENTO

6.4.3.1. MOVIMIENTO DE UNA PERSONA CON BASTÓN

La anchura de paso mínimo que una persona usuaria de dos bastones necesita para circular es de 1,00 m libre de obstáculos.

6.4.3.2. MOVIMIENTO EN SILLA DE RUEDAS

1. En línea recta.

Las anchuras de paso útiles mínimas serán:

- a) Para superar un obstáculo aislado: 0,90 m.
- b) Para circular:
 - Cuando no es predecible que dos personas usuarias de sillas de ruedas se crucen o circulen a la vez: 0,90m libre de obstáculos.
 - Cuando no es predecible que dos personas usuarias de sillas de ruedas se crucen o circulen a la vez: 0,90m libre de obstáculos.

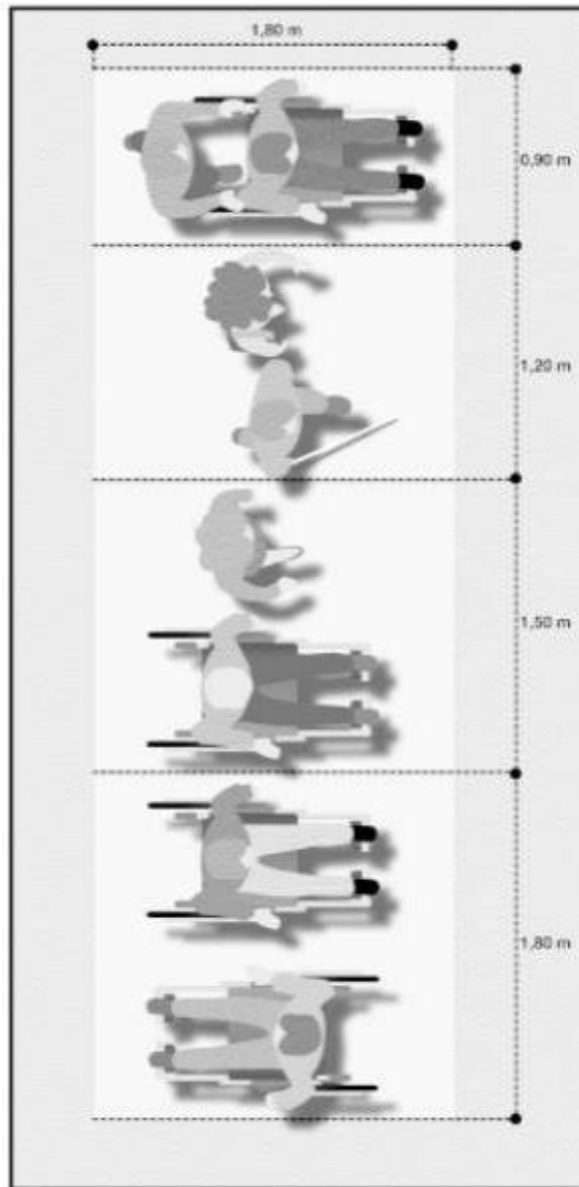


Figura 98. Anchura mínima para el movimiento recto. Fuente: B.O.P.V. n.º 110

2. Movimientos con cambio de dirección.

Para que un usuario de silla de ruedas cambie de dirección es necesario efectuar un giro con la silla de ruedas. El espacio necesario para el giro sobre una rueda bloqueada de una silla estándar será el siguiente:

- Espacio para giro de 90.º: 1,40 m por 1,40 m.
- Espacio para giro de 180.º: 1,40 m paralelo al eje de la silla por 1,70 m. en sentido perpendicular.

- c) Espacio para giros de 90.º, 180.º, 360.º: Círculo mínimo libre de obstáculos de 1,50 m de diámetro, recomendándose 1,80 m. de diámetro para giros fáciles de 180.º y 360.º con una silla eléctrica o de otro tipo, ya que con 1,50 m. de diámetro de giro algunas sillas eléctricas necesitan maniobrar.

6.5. ELEMENTOS URBANOS

6.5.1. ITINERARIO PEATONAL

Los itinerarios peatonales y mixtos seguirán las siguientes especificaciones de diseño y trazado:

- La anchura mínima de paso libre de obstáculos será de 2,00 m., excepto en urbanizaciones de viviendas de densidad igual o inferior a 12 viviendas /Hectárea en las cuales dicha anchura se podrá reducir a 1,50 m, siempre y cuando se instalen superficies de encuentro y giro, que permitan inscribir un cuadrado libre de obstáculos de 1,80 x 1,80 m. con una distancia máxima entre ellos de 20 m. y siempre que estén a la vista entre sí.
- La altura libre de paso en cualquier punto del itinerario será como mínimo de 2,20 m.
- La pendiente longitudinal será menor o igual al 6%.
- La pendiente transversal será como máximo de 2%, recomendándose 1.5%.
- La altura máxima de los bordillos en caso de aceras será de 12 cm., recomendándose de canto redondeado con un radio máximo de 1 cm o bien, achaflanado de 2 cm.

6.5.2. PAVIMENTOS

Los pavimentos duros de los itinerarios peatonales serán antideslizantes y sin resaltos entre piezas, y los pavimentos blandos suficientemente compactados para impedir el desplazamiento y el hundimiento de las sillas de ruedas, bastones etc.

Para señalar desniveles, depresiones y cambios de cota, como en el caso de escaleras, rampas, pasos subterráneos, bocas de metro, etc. se colocarán Franjas Señalizadoras que serán mayor o igual a 1m, en función del módulo de la baldosa o material a emplear, de anchura en todos los frentes de acceso y llegada. Dichas franjas señalizadoras serán, pavimentos de textura y coloración diferentes, bien contrastado con el resto del pavimento circundante, cumpliendo

una doble función de información y/o aviso. Se situarán quedando perpendiculares al sentido de la marcha y ocuparán la totalidad del itinerario peatonal.

Cuando en el diseño de un itinerario peatonal, se coloquen pavimentos de diferentes formas de resaltos o colores, se tomará como pauta general para dicho diseño lo siguiente:

- Dejar un pavimento como predominante, que abarque la mayor parte del itinerario peatonal.
- Dejar en el eje del itinerario el resto del pavimento, con la finalidad de que sirva como guía de dirección y de orientación a las personas con problemas visuales.

Las rejas y registros situados en los itinerarios y pasos peatonales estarán enrasados con el pavimento circundante y serán de material antideslizante aún en mojado, impedirán el tropiezo de las personas que utilicen bastones o sillas de ruedas, serán en cuadrícula y tendrán unas aperturas máximas de 1 x 1 cm si invaden el ancho mínimo del itinerario peatonal y de 2,5 x 2,5 cm en caso contrario.

Los árboles que se sitúen en estos itinerarios peatonales tendrán cubiertos los alcorques con elementos enrasados con el pavimento circundante, colocados sin holguras, que no sean deformables bajo la acción de pisadas o rodadura de vehículos, si son enrejados serán como en el párrafo anterior.

6.5.3. RAMPAS

El diseño y trazado de las rampas permitirá salvar desniveles y pendientes superiores a las del itinerario peatonal. Debiendo tener presentes los siguientes parámetros:

- La anchura mínima será de 2 m.
- La pendiente máxima permitida será del 8%.
- La pendiente transversal máxima será del 1,5%.
- La longitud máxima del tramo sin rellanos será de 10 m.
- Los rellanos intermedios tendrán una longitud mínima de 2 m y en los accesos a la rampa se dispondrá de superficies que permitan inscribir un círculo de 1,80 m de diámetro.
- Se dotarán de pasamanos, en ambos laterales; y sus características son las que se señalan en el punto 3.4.4 de este Anejo.

- Los laterales de las rampas se protegerán con bordillos resaltados o protección lateral de 5 cm como mínimo medido desde el acabado del pavimento de la rampa, para evitar las salidas accidentales de bastones y ruedas a lo largo de su recorrido.
- El pavimento será antideslizante

6.5.4. PASAMANOS

Son aquellos elementos de soporte que se disponen como ayuda para desplazarse o para Mantener una determinada postura.

- El diseño será anatómico con una forma que permita adaptarse a la mano, recomendándose una sección circular equivalente entre 4 y 5 cm de diámetro.
- La fijación será firme por la parte inferior del pasamanos, sin obstáculos para asirlo por lo que estará separado como mínimo 4 cm respecto a cualquier otro elemento en la parte interior medido en el plano horizontal y 10 cm como mínimo de separación con cualquier obstáculo por encima medido en el plano vertical.
- No se colocará encastrado.
- Los pasamanos serán dobles y se colocarán a una altura, desde el bocel en el caso de escaleras, de 100.5 cm el superior, y de 70.5 cm el inferior.
- Los pasamanos se prolongarán 45cm. en los extremos de los tramos de escaleras y rampas, como indicación de percepción manual que advierta del comienzo y final de los mismos, siempre y cuando no se produzcan invasiones transversales de itinerarios peatonales prioritarios, garantizando la cobertura de todo el tramo de escalera o rampa.
- Estarán rematados de forma que eviten los enganches.
- Su color será contrastado con el resto de los elementos de rampas y escaleras.

6.5.5. MOBILIARIO

6.5.5.1. BANCOS

Los bancos de los espacios libres de uso público, tendrán el asiento situado a una altura comprendida entre 40 y 50 cm, disponiendo de respaldo y reposabrazos, estos a una altura de entre 20 y 25 cm sobre el nivel del asiento, cuando se pongan varios se instalarán a una distancia máxima uno de otro de 50 m, se permitirá la utilización de otros tipos de banco siempre que sea de manera complementaria a los anteriores, ajustándose a las condiciones ergonómicas que faciliten el levantarse y sentarse.

6.5.5.2. PUNTOS DE INFORMACIÓN

Los paneles de información, carteles y puntos de información interactivos, además de cumplir las condiciones generales descritas de información para su localización y manipulación,

se situarán a una altura que permita, por el tamaño de letra y contraste cromático, la lectura a todo tipo de usuario. Cuando el sistema de información sea interactivo, se instalará en espacios fácilmente localizables y accesibles debiéndose permitir un radio de giro, en el lado frontal de manipulación del elemento interactivo, de 1,80 m. libre de obstáculos. Los mostradores y ventanillas de atención al público que se instalen en los espacios libres estarán a una altura máxima de 1,10 m y contarán con un tramo de 1,20 m de longitud mínima, a una altura de 0,80 m, y un hueco en su parte inferior libre de obstáculos de 0,70 m. de alto y 0,50 m. de profundidad.

6.6. ACCESOS

6.6.1. PUERTAS DE ACCESO EXTERIORES

La puerta de acceso al edificio de viajeros será una puerta automática de 2.5 m en ancho.

A ambos lados de la puerta existirá un espacio libre horizontal, no barrido por las hojas de la puerta, que permita inscribir un círculo libre de obstáculos de 1,80 m de diámetro. La anchura mínima del hueco de paso es de 1,20 m por tratarse de una puerta de apertura automática.

Su tiempo programado de apertura será el adecuado para el paso de personas con movilidad reducida que en ningún caso superará la velocidad de 0,5 m/s e irán provistas de mecanismos de minoración de velocidad, además, deberán estar provistas de dispositivos sensibles mediante la incorporación de cédulas de barrido vertical que abarque el hueco de la puerta para impedir el cierre automático de las mismas mientras su umbral esté ocupado por una persona y/o los elementos de que se asista como ayuda en la deambulación y de dispositivos sensibles que las abran automáticamente en caso de aprisionamiento, así como de un mecanismo manual de parada del sistema de apertura y cierre.

6.6.2. VESTÍBULO

Se diseñará con formas regulares, evitándose pilares o columnas innecesarias y de dimensiones tales que pueda como mínimo inscribirse un círculo libre de obstáculos, como muebles o barrido de puertas de 1,80 m de diámetro en general y de 1,50 m en edificios de viviendas.

Se procurará que la iluminación sea permanente, sin sombras y con intensidad suficiente, mínimo 300 lux, evitando los efectos de deslumbramiento producidos en el tránsito entre el exterior y el interior.

Se diseñarán y ejecutarán teniendo en cuenta un buen contraste cromático entre suelos y paredes.

Los pavimentos serán duros, antideslizantes en seco y en mojado, continuos y planos.

El mobiliario, mostradores y ventanillas cumplirán lo establecido en los apartados anteriores.

6.6.3. COMUNICACIÓN EXTERIOR

Los itinerarios principales dentro del edificio quedarán libres de obstáculos en un prisma de sección de 2,20 m de altura y 1,80 m de ancho, excepto puertas, sin ser invadidos por mobiliario.

Los pavimentos serán duros, antideslizantes, continuos y planos sujetándose de forma que no se produzcan pliegues o arrugas, ni sus bordes constituirán un impedimento para la accesibilidad.

Los desniveles se deben salvar mediante rampas, pero, debido a que el edificio tiene una única altura no será necesario salvar ningún desnivel.

6.6.4. PUERTAS INTERIORES

La anchura de todas las puertas interiores será de 90 cm, el mínimo requerido por la normativa, sí bien solamente las puertas de los aseos estarán a disposición de los usuarios. El resto de las puertas interiores -la de la cocina, la de la despensa y la que conecta ambos espacios- están destinadas al uso exclusivo del personal de la cafetería de la estación.

Los picaportes y tiradores no sobre saldrán más de 7 cm del plano de la puerta.

6.6.5. VENTANAS

La normativa de Accesibilidad del Gobierno Vasco únicamente considera la altura de los mecanismos de apertura y cierre de las ventanas y el espacio que éstas ocupan al abrirlas. Las ventanas que se colocarán no podrán abrirse por lo que los requisitos mencionados no son de aplicación.

6.6.6. RAMPAS

Según el CTE, las rampas tendrán una pendiente del 12%, como máximo, excepto:

- Las que pertenezcan a itinerarios accesibles, cuya pendiente será, como máximo, del 10% cuando su longitud sea menor que 3 m, del 8% cuando la longitud sea menor que 6 m y del 6% en el resto de los casos. Si la rampa es curva, la pendiente longitudinal máxima se medirá en el lado más desfavorable.
- Las de circulación de vehículos en aparcamientos que también estén previstas para la circulación de personas, y no pertenezcan a un itinerario accesible, cuya pendiente será, como máximo, del 16%.

La pendiente transversal de las rampas que pertenezcan a itinerarios accesibles será del 2%, como máximo.

ANEJO 14. EXPROPIACIONES

No se realizará ninguna expropiación ya que el terreno en el que se llevará a cabo el proyecto es propiedad del promotor de la obra, el Ayuntamiento de Lekeitio.

El coste por expropiaciones será nulo.

ANEJO 15. APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA BIM

1. OBJETO

El objetivo del presente anejo es explicar el procedimiento seguido para la realización de este trabajo implementando de la metodología BIM.

2. METODOLOGÍA BIM

La metodología BIM (Building Information Modeling) es una metodología de trabajo colaborativa y en tiempo real para la gestión de proyectos constructivos. Mediante el uso de distintas herramientas de software, se logra centralizar toda la información de un proyecto en un único modelo formado por ficheros IFC (Industry Foundation Classes); un formato de datos que tiene como finalidad permitir el intercambio de un modelo informativo sin la pérdida o la distorsión de datos o informaciones, permitiendo así estudiar todo su ciclo de vida.

Para ello, dentro del modelo BIM se integra a todos los agentes que intervienen en el proceso ya sean arquitectos, ingenieros, constructores, propietarios, especialistas, etc lo que facilita la colaboración y comunicación entre las partes, ya que se trabaja desde un único modelo con información basada en datos reales.

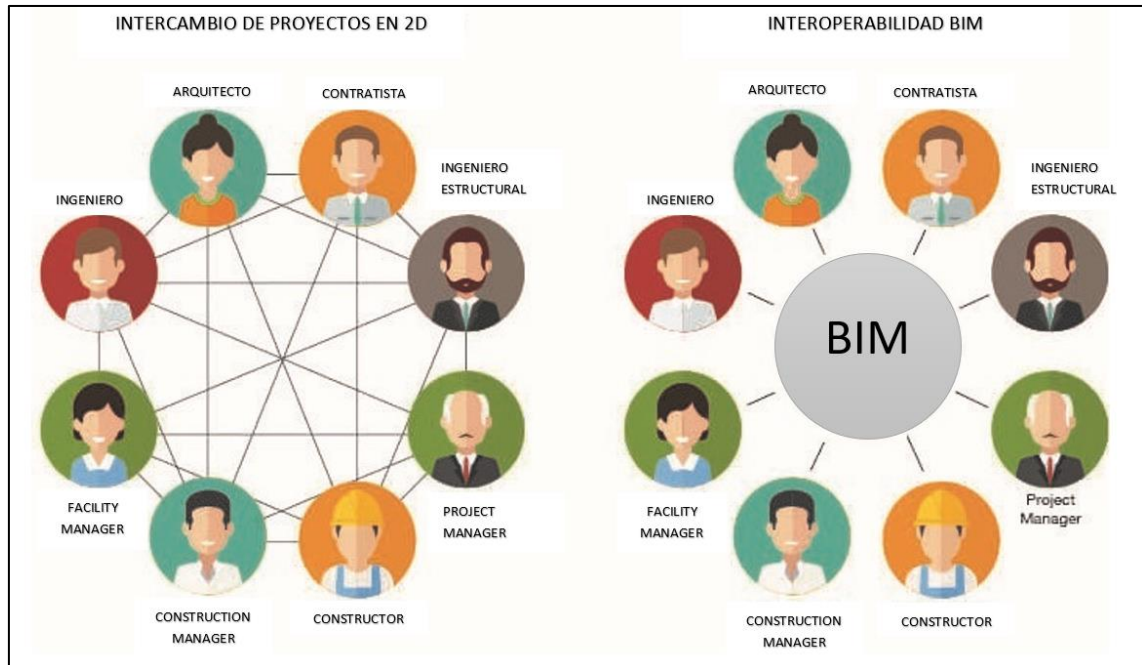


Figura 99. Comparativa de métodos de trabajo.

Al aplicar la metodología BIM se consigue crear un modelo virtual dinámico del edificio que contiene toda una serie de información sobre:

- Geometría
- Materiales
- Estructuras
- Características térmicas y prestaciones energéticas
- Instalaciones
- Costes
- Seguridad
- Mantenimiento
- Ciclo de vida

Algunas de las ventajas que supone esta metodología son las siguientes:

- Mejora la gestión de datos e información compleja de los proyectos.
- Facilita la comunicación entre las partes, optimizando los flujos de trabajo.
- Permite prever y solucionar problemas constructivos de manera anticipada.
- Optimiza costos y tiempos de obra.
- Permite simular medidas de seguridad y mejora la prevención de riesgos.

- Facilita el uso de materiales constructivos prefabricados.
- Permite desarrollar obras más eficientes y sustentables

3. METODOLOGÍA BIM APLICADA

Como se ha explicado en el punto anterior, esta metodología integra a todos los componentes que toman parte en el proyecto. En este caso, los componentes son el alumno encargado de la realización de dicho trabajo y el profesor que sirve de soporte para ello.

3.1. INTRODUCCIÓN EN EL MUNDO BIM

El primer paso es abrir una cuenta en la página “BIM Server”. De este modo, se tiene completo acceso al mundo BIM y se pueden empezar a crear diferentes proyectos. La plataforma BIM ofrece además un servicio donde puedes descargar todas las aplicaciones que tienen sincronización con el modelo BIM y fue así como se empezó a desarrollar este trabajo.

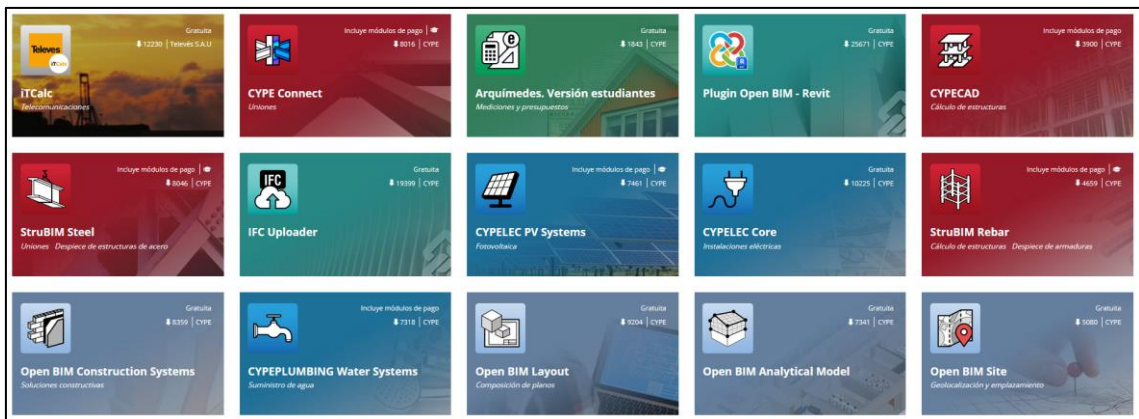


Figura 100. Programas disponibles desde BIM Server.

Además, para poder sincronizar tu proyecto desde los distintos programas informáticos donde vayas a trabajarlo, es necesario instalar un sincronizador en tu ordenador para cargar el archivo del programa a la plataforma BIM y así mantenerlo siempre actualizado en dicha plataforma.

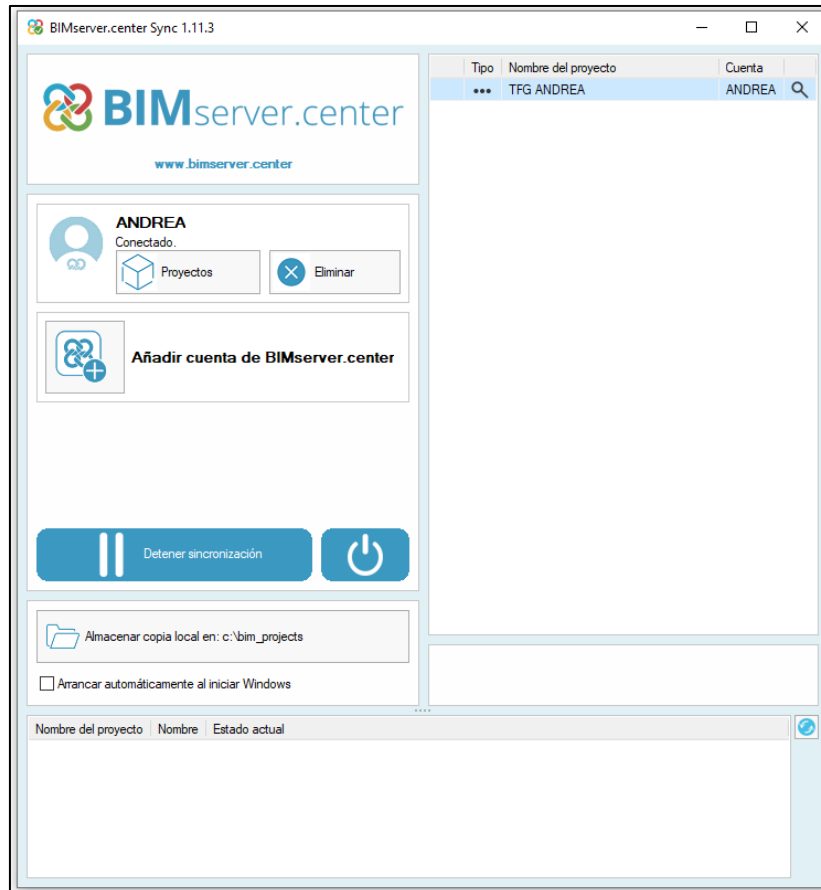


Figura 101. Programa para sincronizar proyectos con BIM Server.

3.2. INTEGRACIÓN DE TODAS LAS PARTES EN EL PROYECTO

El siguiente paso se trata de compartir el proyecto con las personas implicadas en el mismo.

Para ello, BIM ofrece una opción para dar permisos a las personas que elijas, y estos, en función de los permisos que les otorgues podrás desarrollar una serie de tareas u otras.

3.3. DESARROLLO DEL PROYECTO

3.3.1. ESTRUCTURA

La primera fase de este proyecto fue la creación del pórtico de la estructura. Para ello, se utilizó el CYPECAD Generador de Pórticos y posteriormente se pasó al módulo CYPE 3D todo esto con la versión 2022e.

Durante la fase de diseño, se fue actualizando al modelo BIM para que ambos participantes pudiesen ver los avances del trabajo en tiempo real y no solo eso, sino que también teniendo la opción de participar activamente en el mismo proponiendo soluciones.

Esto se hace mediante una opción que ofrece el BIM para descargar los archivos desde la propia plataforma para poder trabajarlos desde cada ordenador.

Mediante un fichero .IFC, cada participante puede abrir el proyecto actualizado en sus respectivos programas para trabajar la parte deseada.

Mediante este método, se fue creando la estructura hasta conseguir el diseño final. Desde la propia plataforma BIM, existe un visualizador especial con el cual se pueden ir observando las actualizaciones de la estructura de distintas formas.

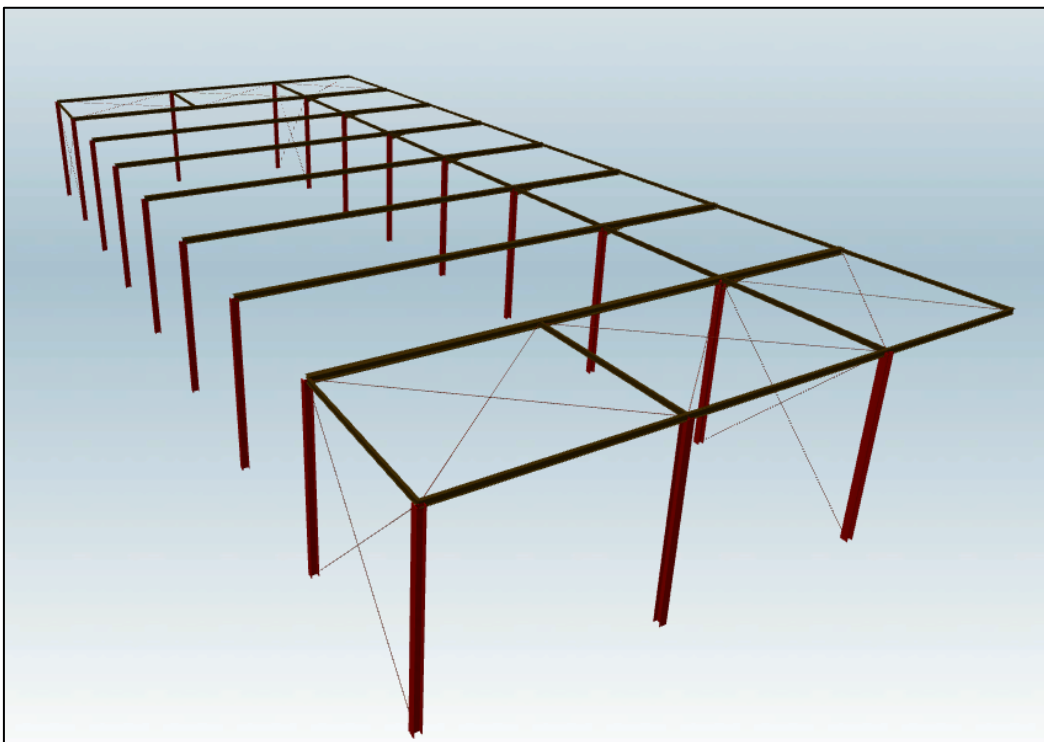


Figura 102. Estructura 3D desde BIM Server

3.3.2. INSTALACIONES

Para el diseño de todas las instalaciones de la estación, se partió del fichero .IFC obtenido de la estructura. Primero se diseñó la envolvente y una vez diseñada se procedió a diseñar todas las instalaciones presentadas en el proyecto.

Mediante el cambio de archivos IFC, tanto el alumno como el profesor fueron trabajando de manera coordinada para realizar todo el proceso. De esta forma, teniendo dos puntos de vista diferentes se pudo llegar a un mejor resultado.

A continuación, se muestra el proceso de creación de las instalaciones mediante la metodología BIM.

3.3.2.1. ENVOLVENTE

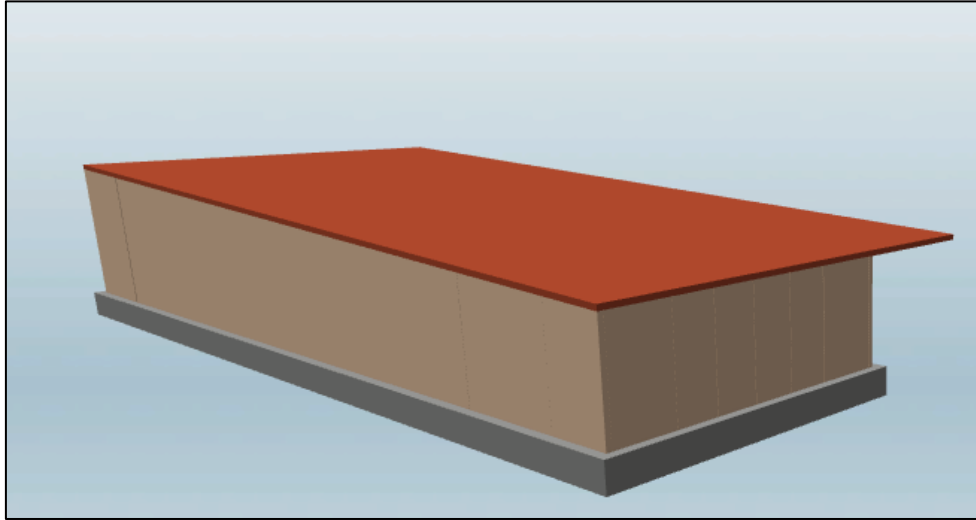


Figura 103. Envoltente del edificio desde BIM Server.

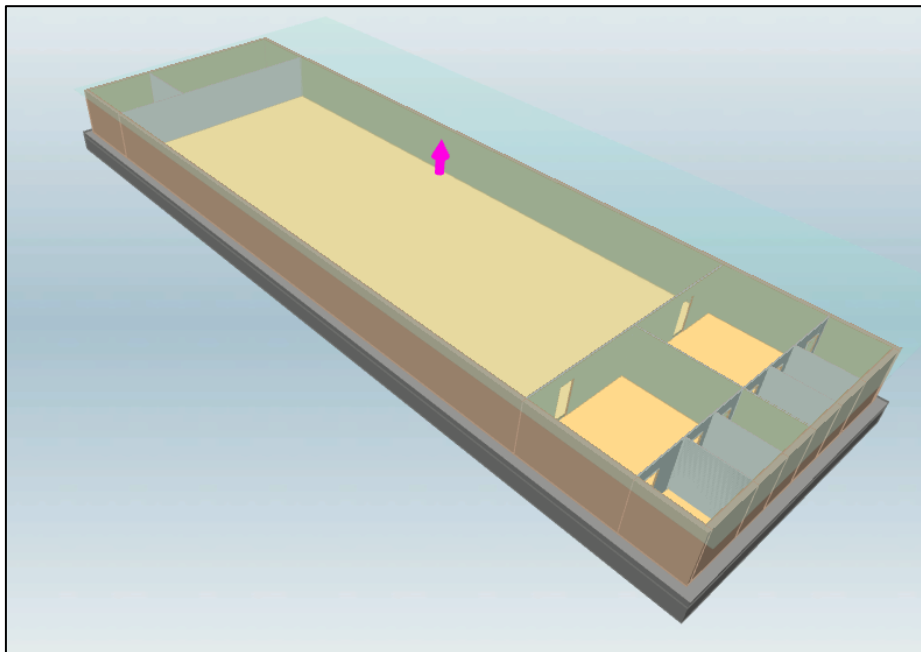


Figura 104. Envoltente del edificio desde BIM Server.

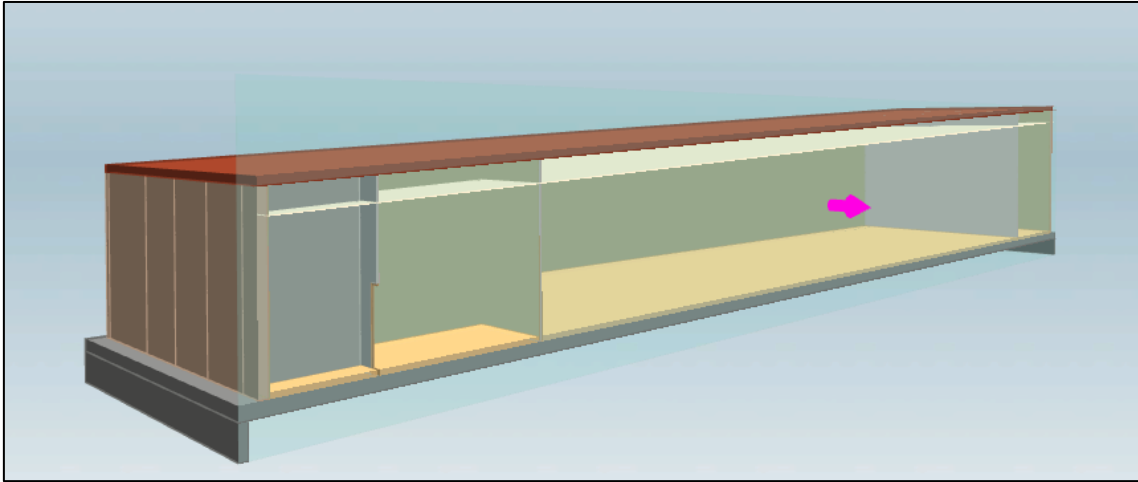


Figura 105. Envoltente del edificio desde BIM Server.

3.3.2.2. SALUBRIDAD

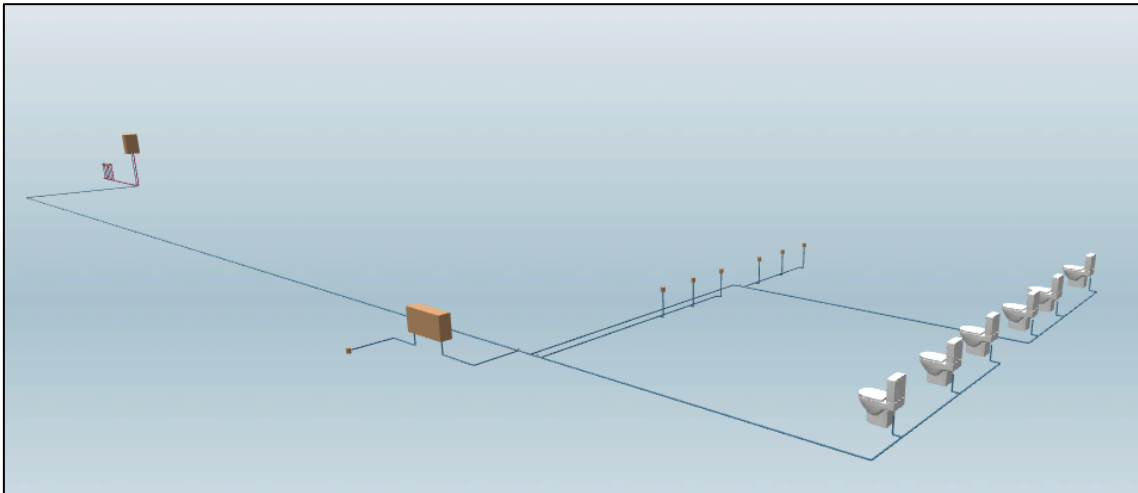


Figura 106. Esquema de salubridad desde BIM Server.

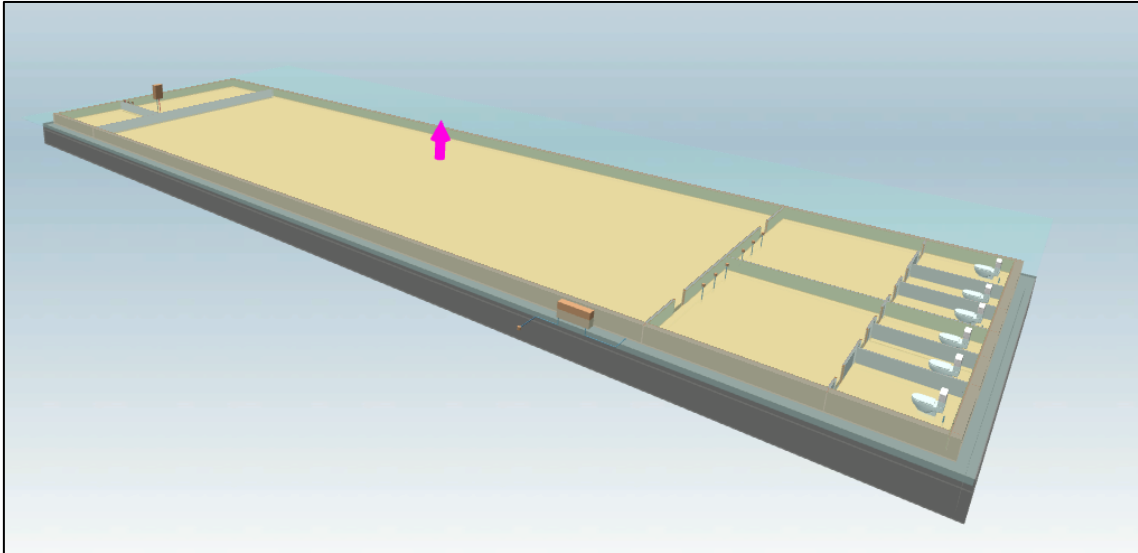


Figura 107. Esquema de salubridad desde BIM Server.

3.3.2.3. ELECTRICIDAD E ILUMINACIÓN

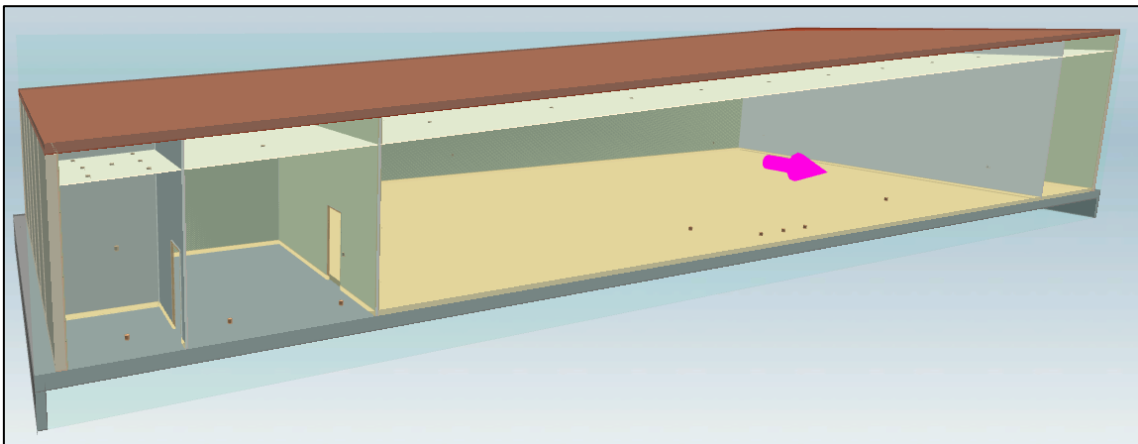


Figura 108. Ubicación de los elementos de electricidad e iluminación desde BIM Server

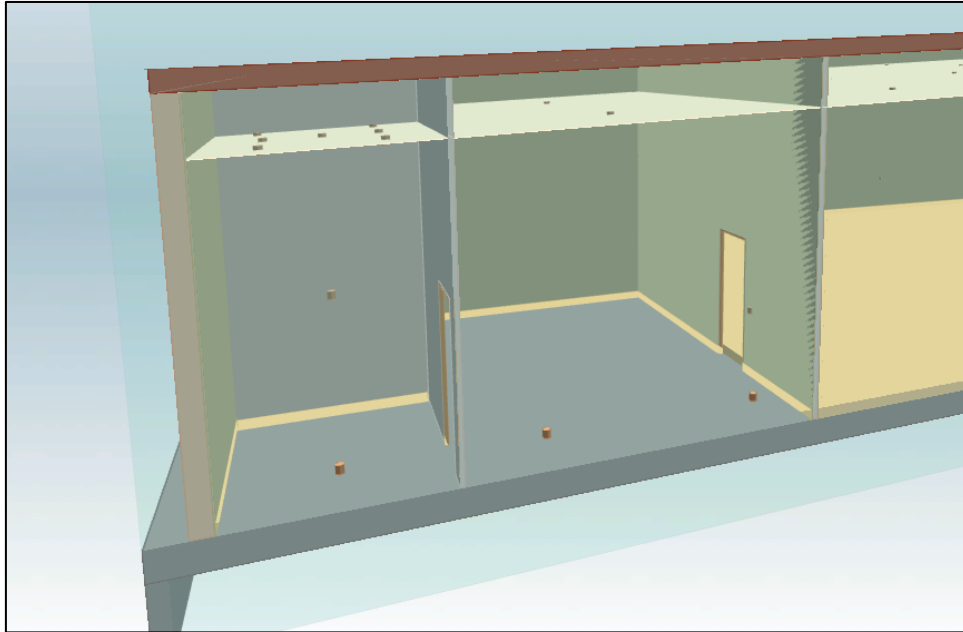


Figura 109. Ubicación de los elementos de electricidad e iluminación desde BIM Server

3.3.2.4. CLIMATIZACIÓN

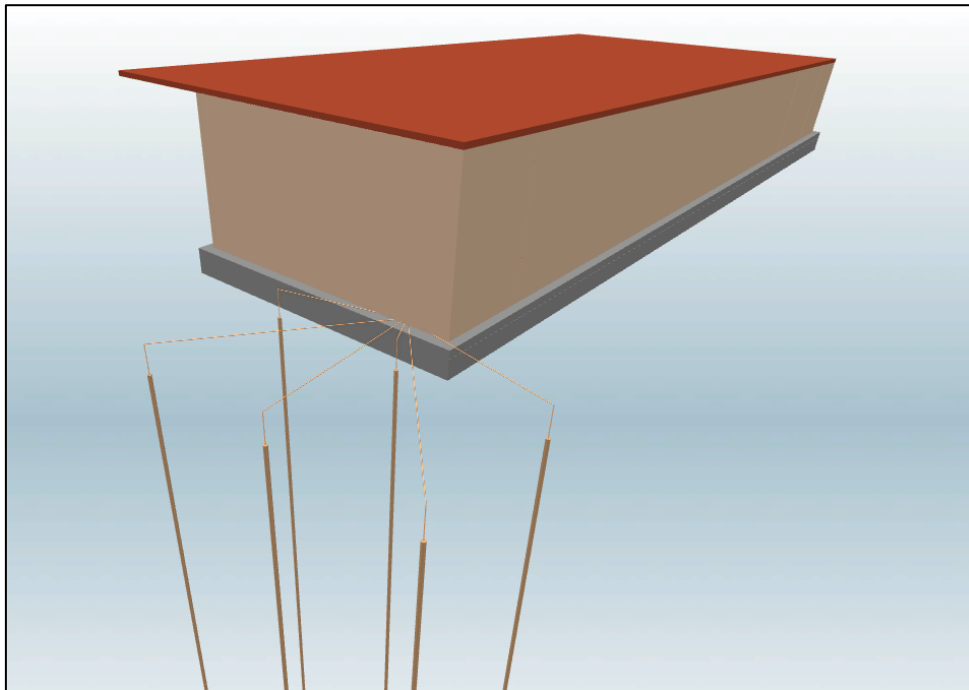


Figura 110. Instalación de climatización.

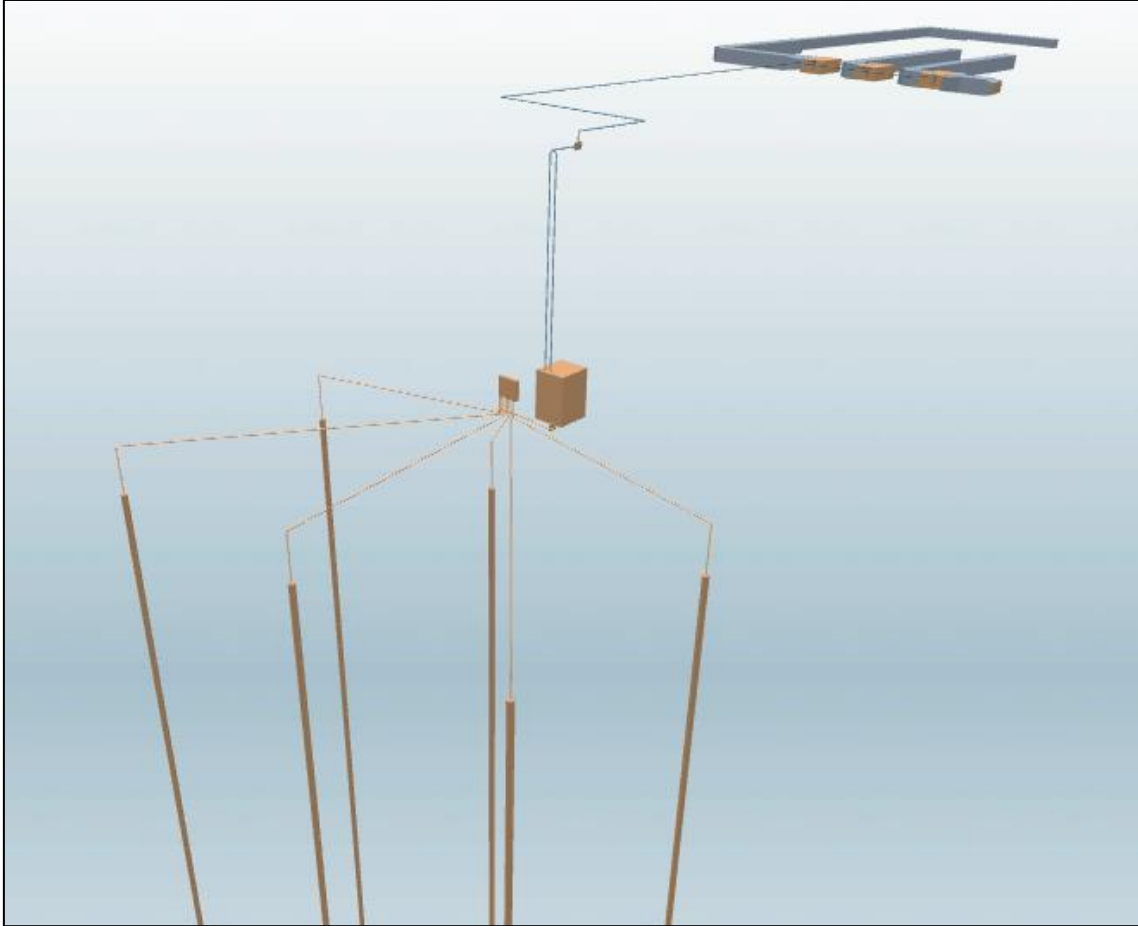


Figura 111. Instalación de climatización.

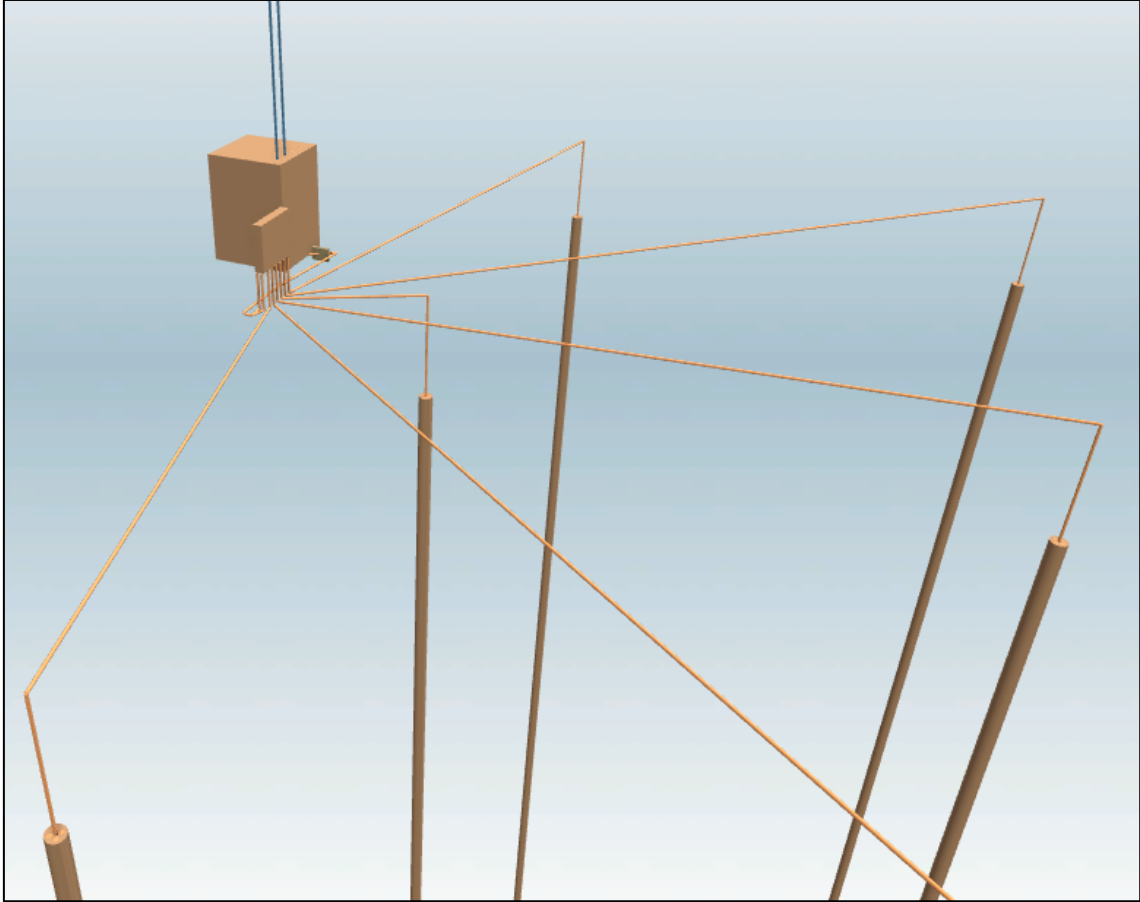


Figura 112. Instalación de climatización.

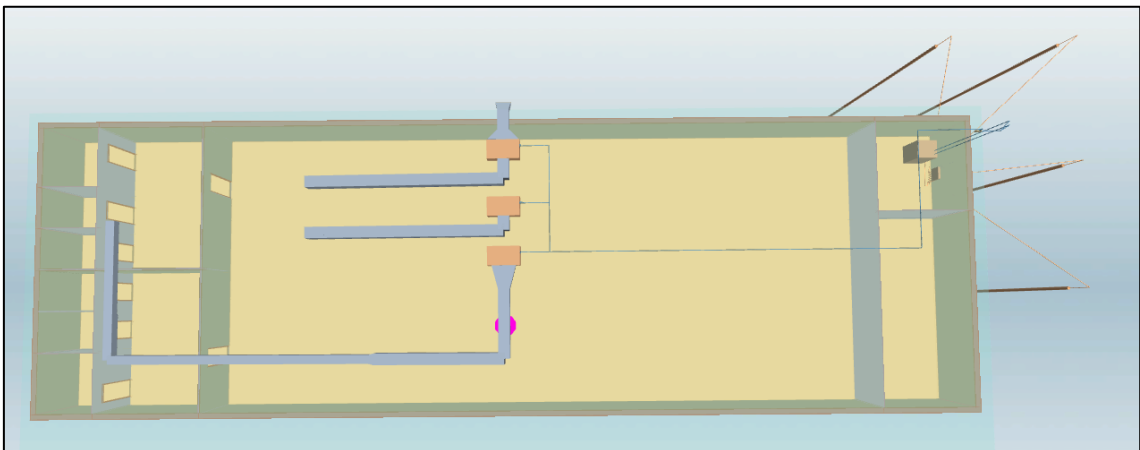


Figura 113. Instalación de climatización.

3.3.2.5. PARARRAYOS

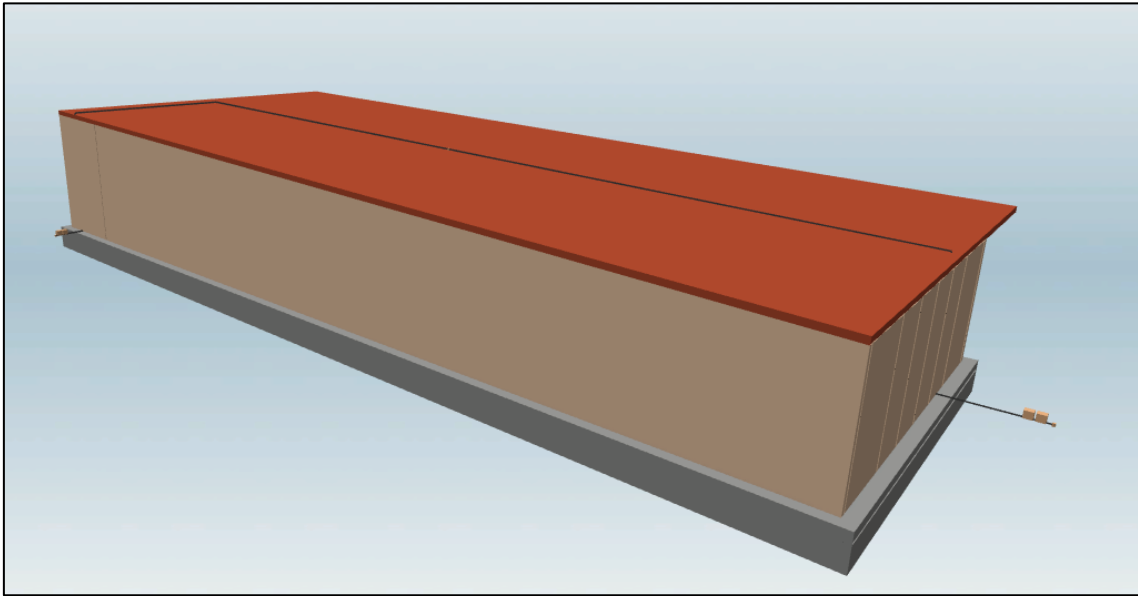


Figura 114. Instalación de pararrayos.

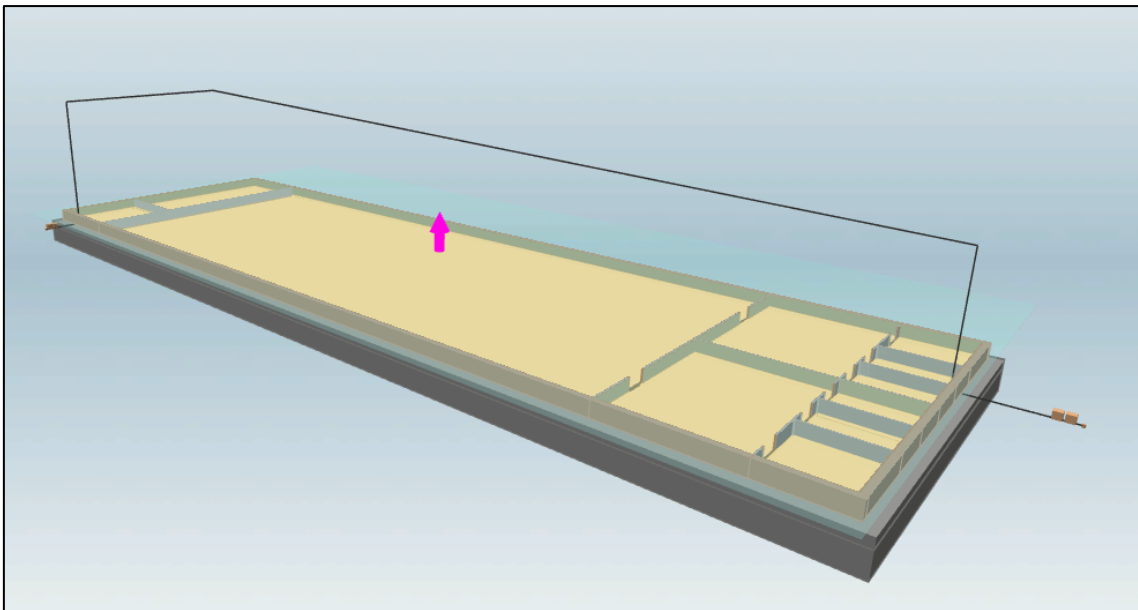


Figura 115. Instalación de pararrayos.

3.3.3. MODELADO EN REVIT

Una vez dimensionadas todas las instalaciones en CYPE, se han exportado los ficheros IFC desde BIM Server al programa Revit con el fin de realizar un modelado más visual del proyecto.

En el modelo de Revit se ha incluido la zona de dársenas y pavimento de la parcela, así como detalles de visualización.

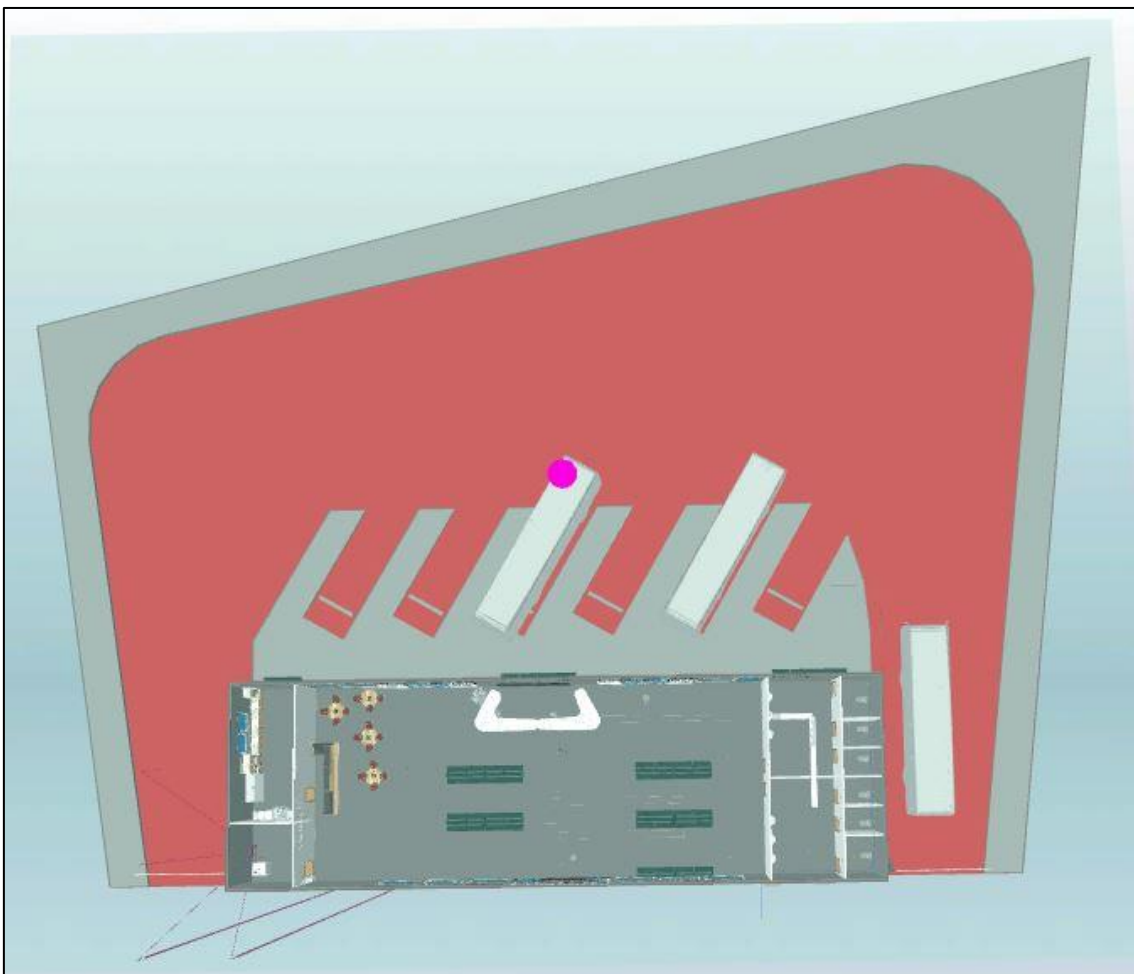


Figura 116. Visualización del modelo Revit desde BIM Server.

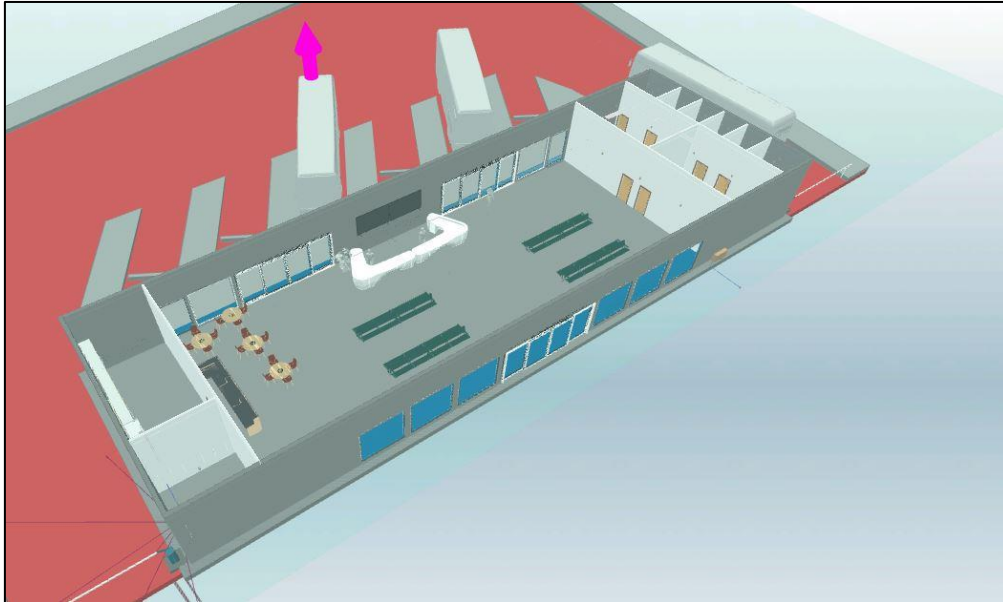


Figura 117. Visualización del modelo Revit desde BIM Server.

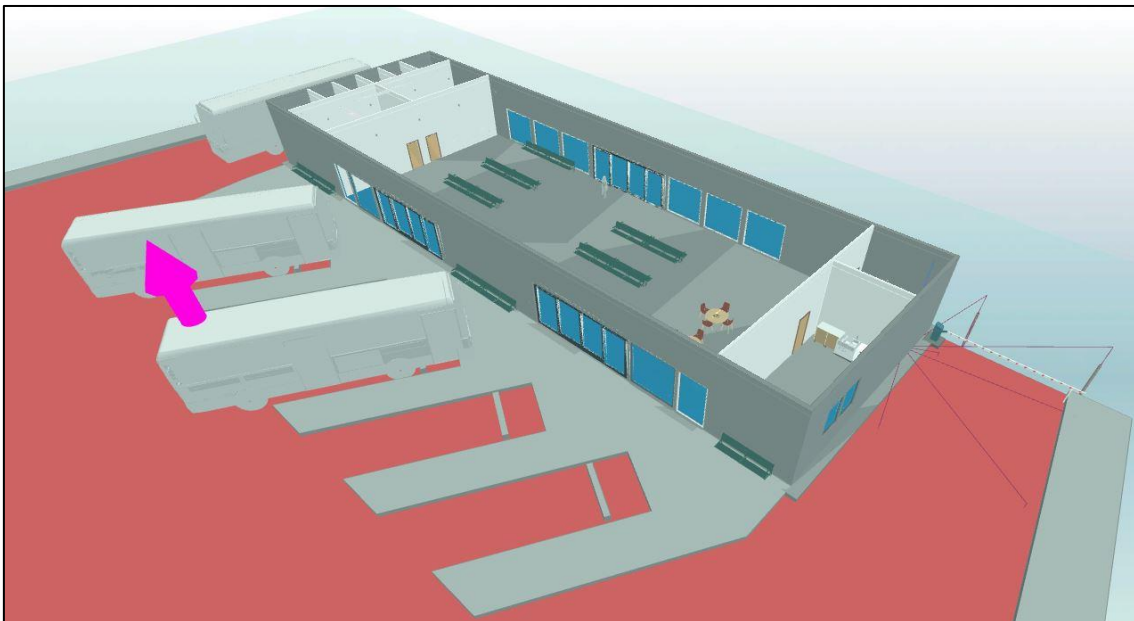


Figura 118. Visualización del modelo Revit desde BIM Server.

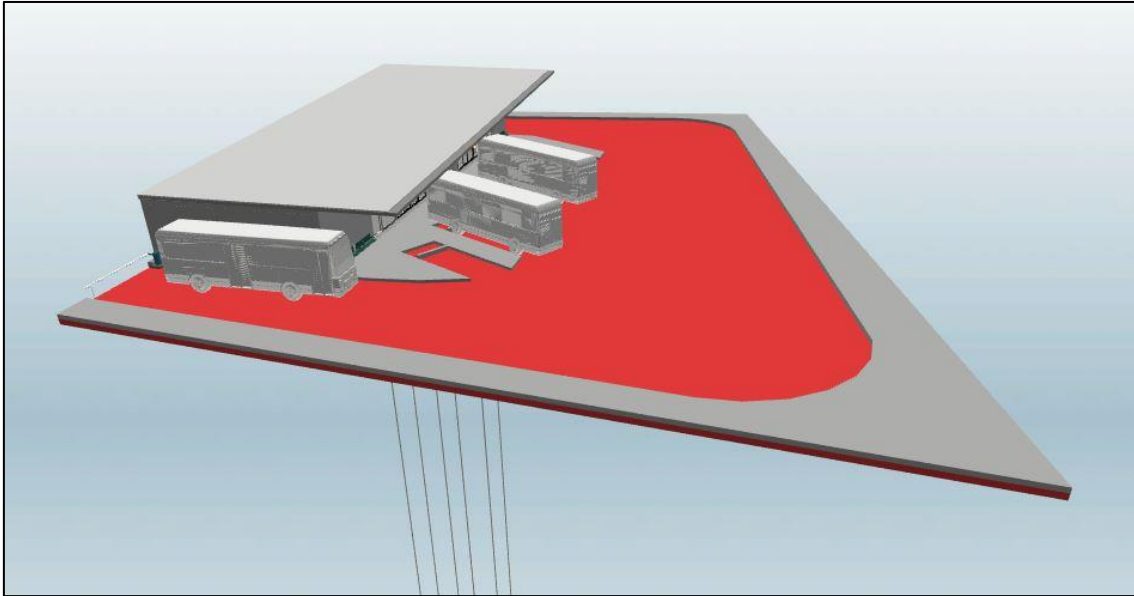


Figura 119. Visualización del modelo Revit desde BIM Server.

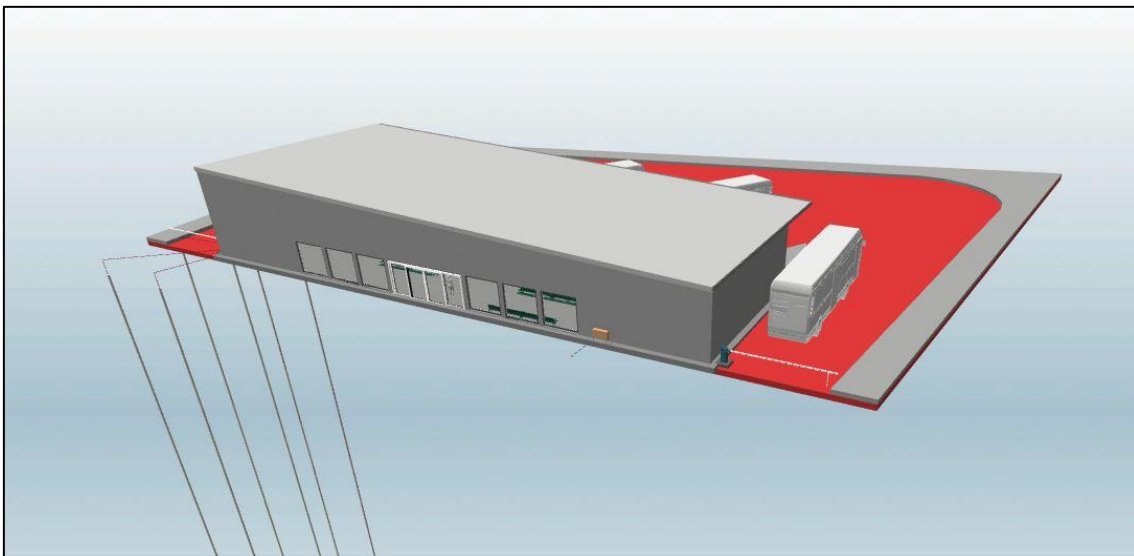


Figura 120. Visualización del modelo Revit desde BIM Server.

3.3.4. REPRESENTACION EN INFRAWORKS

El modelo 3D obtenido en Revit se ha exportado a Infra Works para realizar la simulación de la obra en el terreno real del que se han obtenido las siguientes imágenes.



Figura 121. Simulación de la obra en el terreno mediante Infra Works.

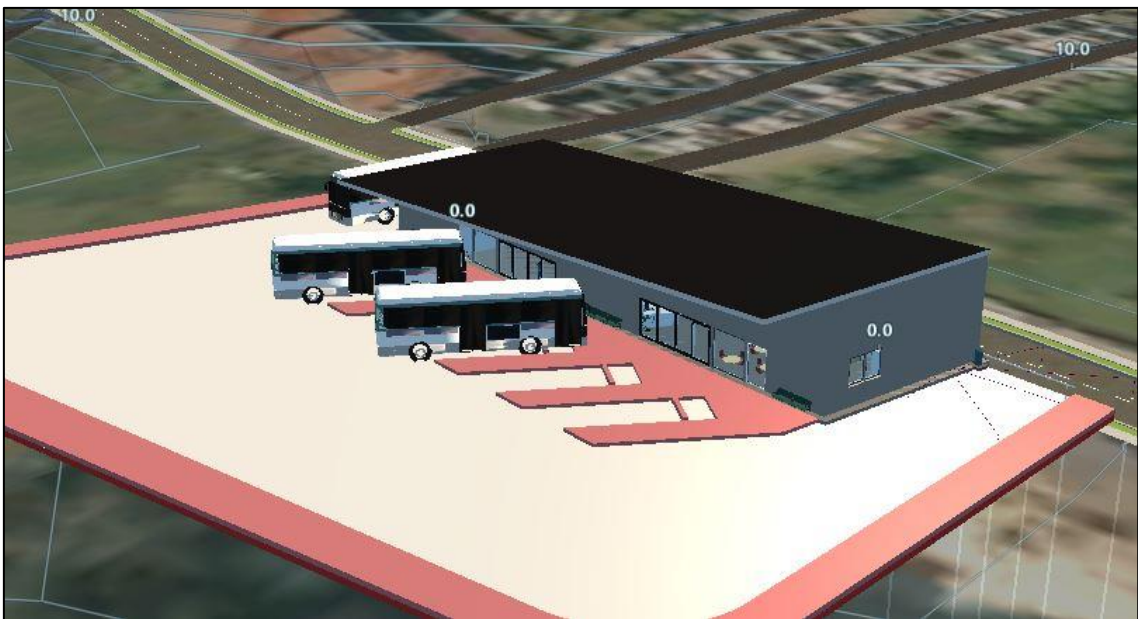


Figura 122. Simulación de la obra en el terreno mediante Infra Works.



Figura 123. Simulación de la obra en el terreno mediante Infra Works.