

22.05

prada arquitectura

GRADERÍO Y VESTUARIOS JUNTO AL CAMPO E FÚTBOL, EN EL SM LAGUNAK, EN BARAÑAIN (NAVARRA)

MEMORIA DESCRIPTIVA
JUSTIFICACIÓN NORMATIVA
PRESUPUESTO Y MEDICIONES

PROMOTOR: EXCMO. AYUNTAMIENTO DE BARAÑAIN
ARQUITECTO: JOSE M^a PRADA VELÁZQUEZ

MD. MEMORIA DESCRIPTIVA

MD1. INFORMACIÓN GENERAL 1

MD2. INFORMACIÓN PREVIA y DATOS DEL PROYECTO 2

MD3. PROCESO DE OBRA y SISTEMAS CONSTRUCTIVOS..... 8

MD4. ANEXO DE NORMATIVA..... 9

MD5. RESUMEN DEL PRESUPUESTO, DIRECCIÓN DE OBRA Y PLAZO DE LA MISMA 10

MD6. NOTA FINAL..... 11

MD1. INFORMACIÓN GENERAL

PROYECTO

Título del proyecto	GRADERÍO Y VESTUARIOS SM LAGUNAK.
Emplazamiento	SM LAGUNAK.
Fase del encargo	PROYECTO DE EJECUCIÓN
Fecha de redacción	febrero 2023
Ref. proyecto	22.05

PROMOTOR / CLIENTE

Nombre	EXCMO. AYUNTAMIENTO DE BARAÑAIN
DNI / CIF	P-3138600F
Domicilio	PLAZA CONSISTORIAL S/N 31010 BARAÑAIN (NAVARRA)
Representante	MARÍA LECUMBERRI BONILLA
DNI / CIF	-
En calidad de	ALCALDESA DEL AYUNTAMIENTO
Domicilio	-
tlfno / fax / email	-
web	-

REDACCIÓN DEL PROYECTO

Arquitecto	JOSE M ^a PRADA VELÁZQUEZ	Nº colegiado	517161 (CSCAE) 3.711 (COAVN)
Domicilio	PLAZA PEDRO AXULAR, nº 8-1ª 31008 PAMPLONA (NAVARRA)		
tlfno / fax / email	T: 609.488223 / F: 948.260806 / email: estudio@pradaarquitectura.com		
web	www.pradaarquitectura.com		
Director de proyecto	JOSE M ^a PRADA VELÁZQUEZ		
Coordinador técnico	-		
Colaboradores de proyecto	-		
Director de obra	JOSE M ^a PRADA VELÁZQUEZ		
Coordinador obra	-		
Director ejecución obra	-		
Redactor estudio seguridad	JOSE M ^a PRADA VELÁZQUEZ		
Coordinador seguridad	JOSE M ^a PRADA VELÁZQUEZ		
Plazo de ejecución	12 meses		

INSTALACIONES

Proyecto		Nº colegiado
Redactor		
Domicilio		
tlfno / fax / email		
web		

MD2. INFORMACIÓN PREVIA y DATOS DEL PROYECTO

Título del proyecto	GRADERÍO Y VESTUARIOS SM LAGUNAK.
Emplazamiento	SM LAGUNAK.
Fase del encargo	PROYECTO DE EJECUCIÓN
Fecha de redacción	febrero 2023
Ref. proyecto	22.05

OBJETO DEL ENCARGO

El objeto del presente proyecto es la ejecución de un graderío y unos vestuarios en el SM Lagunak, entre el campo de fútbol 11 y las pistas de tenis y pádel.

La intervención que se pretende realizar es dotar al SM Lagunak de unas instalaciones complementarias al campo de fútbol, así como al resto de servicios y secciones del SM Lagunak.

El encargo es realizado por el Excmo. Ayuntamiento de Barañain, que será el promotor de las obras, al arquitecto Jose M^a Prada Velázquez, arquitecto colegiado por el COAVN con el número 3.731.

DATOS DEL SOLAR / LOCAL / EDIFICIO PREVIOS AL PROYECTO

La actuación prevista se desarrolla, como se ha indicado anteriormente, en el SM Lagunak.

La parcela se encuentra, como no podía ser de otra manera al tratarse de unas instalaciones deportivas en funcionamiento.



Ortofoto de la zona donde se plantean las gradas y los vestuarios.



Detalle de la ubicación de las gradas y vestuarios.

CONDICIONES URBANÍSTICAS

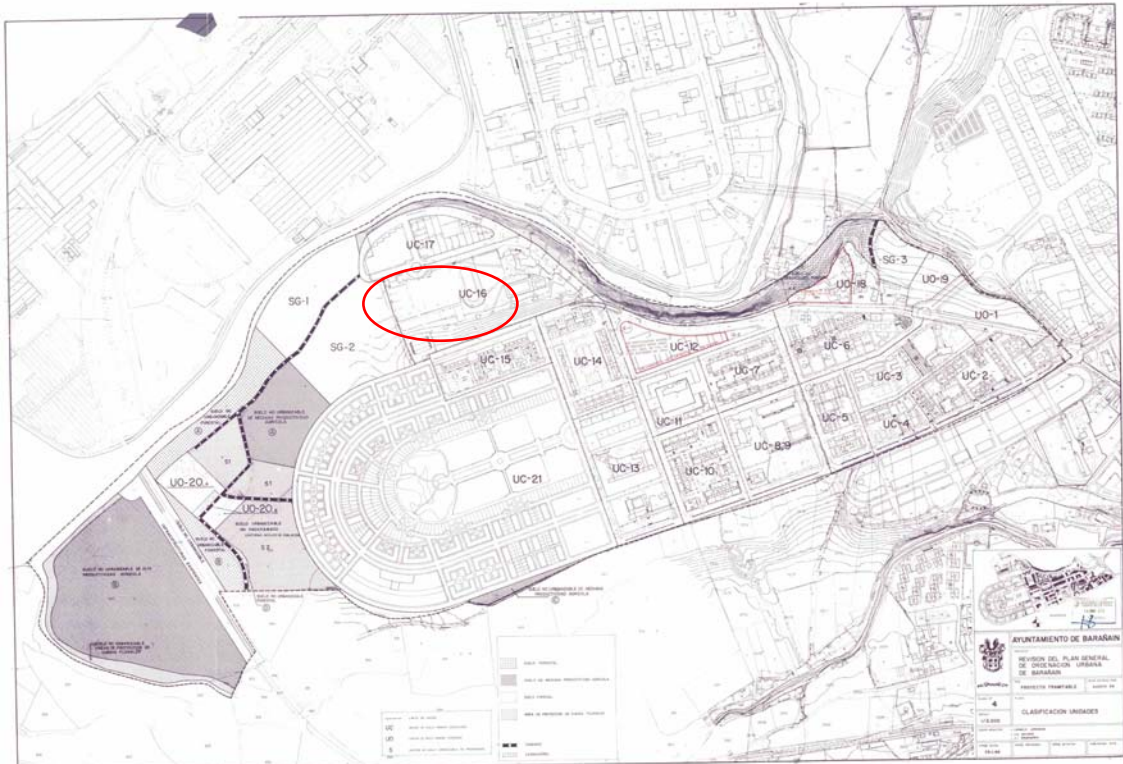
La zona a reurbanizar está sujeta al P.G.O.U. de Barañain actualmente en vigor (desde 1991).

La unidad en la que se sitúa es la actuación es la UC-16, que es una unidad de suelo urbano consolidado de uso deportivo, tal y como puede observarse en los siguientes planos del P.G.O.U. 1991.



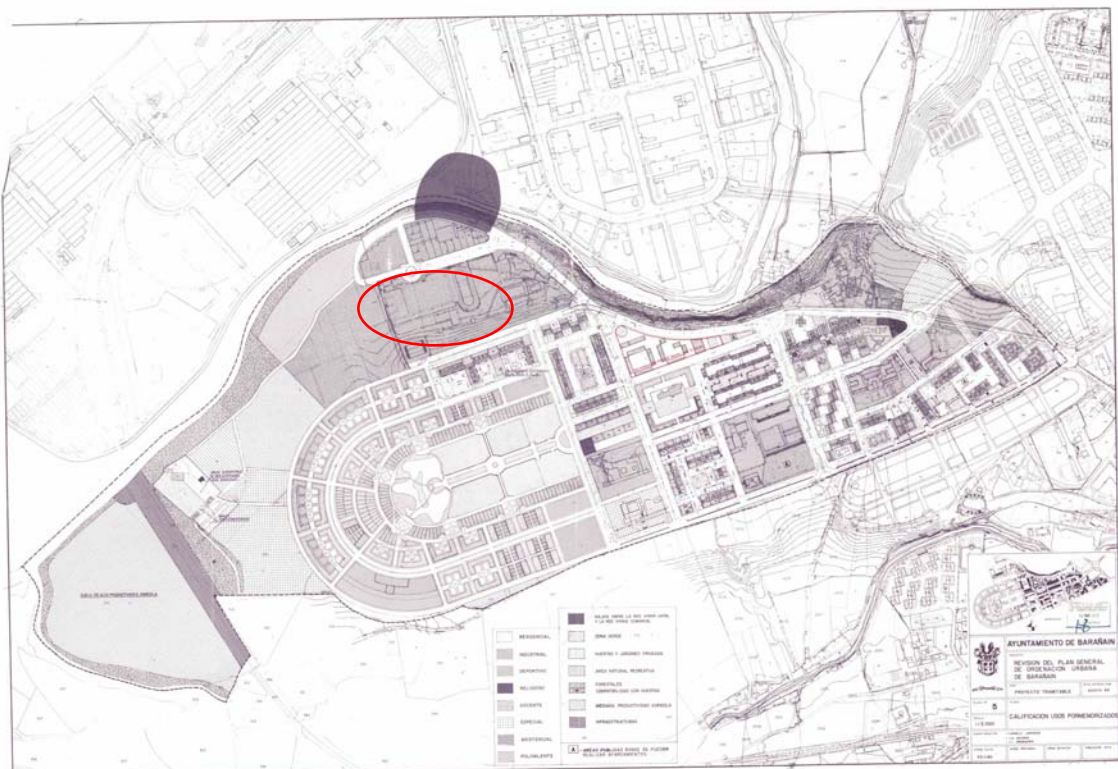
Plano de clasificación del PGOU 1991 de Barañain.

En rojo se señala la ubicación de la parcela en la que se interviene, clasificada como suelo urbano.



Plano de gestión del PGOU 1991 de Barañain.

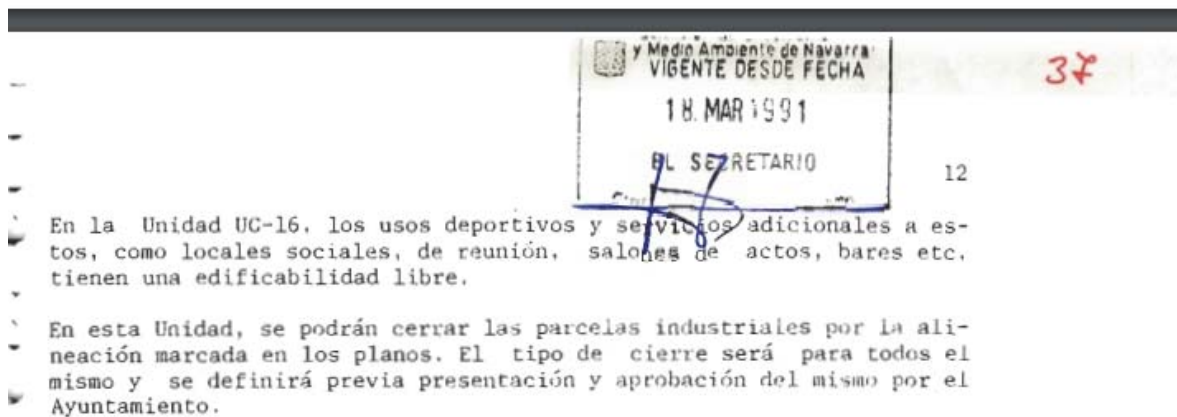
En rojo se señala la ubicación de la parcela en la que se interviene, incorporada en la UC-16 del PGU 1991.



Plano de usos del PGOU 1991 de Barañain.

En rojo se señala la ubicación de la parcela en la que se interviene, cuyo uso es el deportivo, y por tanto, compatible con la actuación.

De acuerdo con la normativa urbanística de Barañain aplicable a la unidad UC-16, recogida en el artículo 20 de la Normas Urbanísticas, el uso de la parcela es el deportivo, así como una serie de servicios adicionales tales como locales sociales, de reunión, salones de actos, bares, con una edificabilidad libre.



Extracto de las Normas Urbanísticas referidas a la unidad UC-16.

Teniendo la unidad UC-16 una edificabilidad libre, no existe inconveniente desde el punto de vista urbanístico en la ejecución de la cubierta planteada.

SERVICIOS EXISTENTES EN LA ZONA

Los servicios existentes en la zona objeto de actuación son los siguientes:

RED DE ABASTECIMIENTO

Existe red de abastecimiento en el interior del SM Lagunak.

Dicha red de abastecimiento da servicio, entre otras, a las instalaciones existentes en el SM Lagunak, si bien no es una red que vaya a dar servicio a la actuación a realizar, más allá de las necesidades puntuales durante la ejecución de las obras.

RED DE SANEAMIENTO

Fecales

Existe red de fecales en el interior del SM Lagunak.

Dicha red de abastecimiento da servicio, entre otras, a las instalaciones existentes en el SM Lagunak, si bien no es una red que vaya a dar servicio a la actuación a realizar, más allá de las necesidades puntuales durante la ejecución de las obras.

Pluviales

Existe red de pluviales en el interior del SM Lagunak.

Dicha red de pluviales da servicio, entre otras, a las instalaciones existentes en el SM Lagunak, y es a la que está previsto acometer la instalación de pluviales que se ejecuta nueva.

RED DE ALUMBRADO

Existe red de alumbrado en el interior del SM Lagunak.

Dicha red de abastecimiento da servicio, entre otras, a las instalaciones existentes en el SM Lagunak, si bien no es una red que vaya a dar servicio a la actuación a realizar, más allá de lo que ya existe como alumbrado de las propias pistas de pádel.

RED DE DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA

Existe red de distribución eléctrica en el interior del SM Lagunak.

Dicha red de abastecimiento da servicio, entre otras, a las instalaciones existentes en el SM Lagunak, si bien no es una red que vaya a dar servicio a la actuación a realizar, más allá de las necesidades puntuales durante la ejecución de las obras.

RED DE TELECOMUNICACIONES

Existe red de telecomunicaciones en el interior del SM Lagunak.

Dicha red de abastecimiento da servicio, entre otras, a las instalaciones existentes en el SM Lagunak, si bien no es una red que vaya a dar servicio a la actuación a realizar.

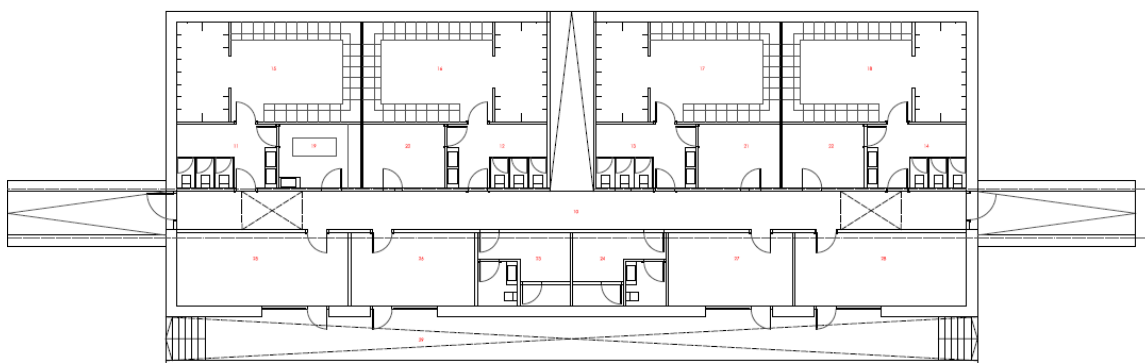
DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO y RESUMEN DE LAS CARACTERÍSTICAS DE LAS OBRAS

En los últimos años se ha detectado por parte del SM Lagunak la necesidad de contar con un espacio destinado a vestuarios fundamentalmente para la sección de fútbol, así como de sustituir el actual graderío telescópico por uno fijo, cubierto, y de mayores dimensiones.

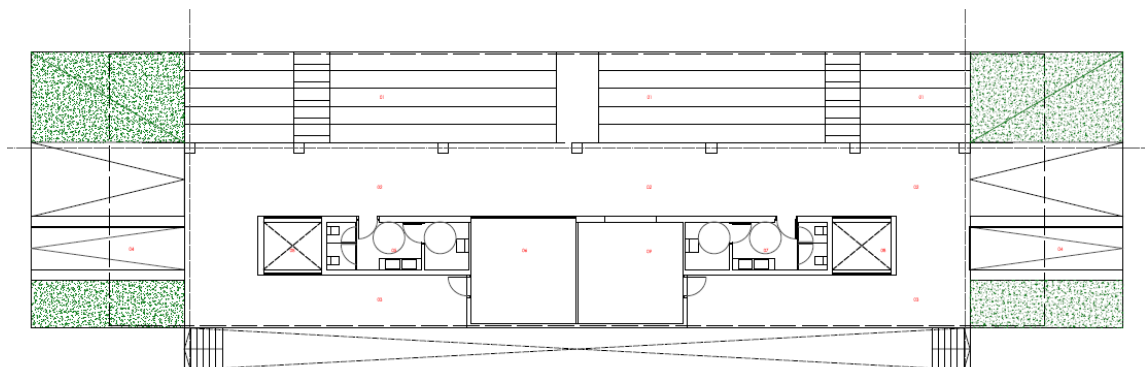
Tras alguna reunión tanto con la Junta Directiva del SM Lagunak como de los responsables de la sección de fútbol, se ha alcanzado un planteamiento que cubre las necesidades tanto de la sección de fútbol en lo que se refiere a espacios de vestuarios y otros espacios adicionales, en lo que respecta al graderío cubierto, y que a su vez permite la existencia de otros espacios disponibles para otras secciones deportivas.

La propuesta de este elemento integrado por graderío y vestuarios sirve a su vez para organizar los recorridos entre la zona del patinódromo y la del polideportivo y frontón Retegi. El graderío se plantea colocado junto al lateral del campo de fútbol, desviándose el camino que actualmente discurre por ahí a la parte posterior del graderío.

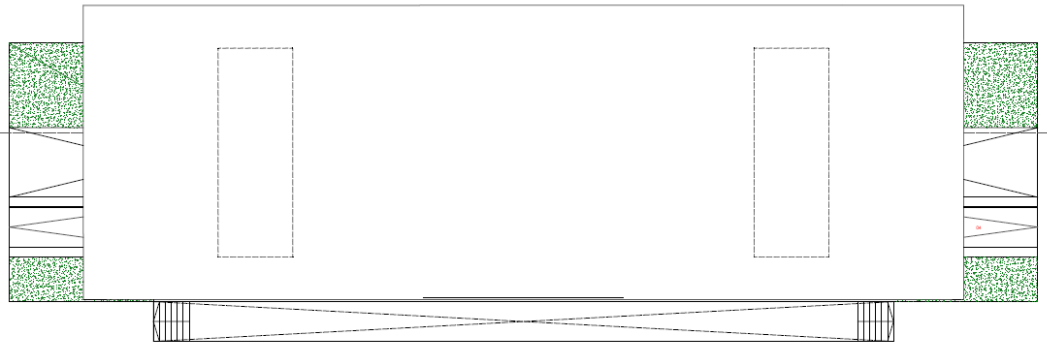
Esta actuación permitirá, una vez esté ejecutada, liberar los actuales vestuarios empleados para el fútbol, a fin de poderlos destinar a otras secciones o usos.



Planta baja.



Planta primera.



Planta de cubierta.

La actuación planteada requiere la retirada de las gradas existentes, el vaciado para los vestuarios (puesto que quedan parcialmente enterrados respecto de las rasantes del terreno existentes) y la ejecución de la nueva grada-vestuarios y la reconfiguración de los accesos a polideportivo y frontón Retegi.

CARACTERÍSTICAS GENERALES

Tipo de actuación	OBRA NUEVA
Uso principal	DEPORTIVO
Tipología	PISTA DEPORTIVA
Planeamiento vigente	PGOU 1991 de BARAÑAIN
Norm. Vigente sobre solar	-
Clasificación suelo	-
Superficie solar/parcela	-
Altura edificio	-
Nº plantas edificio	-
Nº viviendas	-
Balcones	-
Saliente balcones	-
Alero	-
Saliente alero	-

MD3. PROCESO DE OBRA y SISTEMAS CONSTRUCTIVOS

ACTUACIONES PREVIAS Y DEMOLICIONES

Retirada de tierra vegetal.
Excavación y vaciado.

ESTRUCTURA

Actuaciones en cimentación.
Ejecución de estructura de hormigón.
Ejecución de estructura de acero.

ALBAÑILERÍA

Ejecución fabrica de 1/2 asta de ladrillo perforado.
Ejecución de trasdosado autoportante de cartón-yeso (con aislamiento) y ejecución tabiquería de cartón-yeso (con aislamiento).
Ejecución de recibido de cercos (interiores y exteriores).
Ejecución de cargaderas (metálicos y de viguetas prefabricadas).
Enfoscado maestreado de mortero de cemento hidrófugo y enfoscado a buena vista de mortero de mortero.
Lucido de yeso; ejecución de falso techo liso de cartón-yeso (con falso techo y tabica).

CUBIERTA

Ejecución de cubiertas y graderío.

SOLADOS, ALICATADOS y PAVIMENTOS

Aplicación de mortero autonivelante de reparación.
Colocación de pavimento de gres porcelánico (clase 1 y 2 según la ubicación).
Colocación de felpudo técnico.
Colocación de alicatado de gres porcelánico en paredes.

CARPINTERÍA Y CERRAJERÍA

Colocación de carpintería exterior de aluminio con R.P.T. (con vidrio Climalit y Climalit de seguridad, según la ubicación).
Colocación de carpinterías interiores.

PINTURA y SEÑALIZACIÓN

Pintura plástica lisa mate (en interiores).

INSTALACIONES

-Instalación de electricidad:

Tendido de líneas para alumbrado de zonas comunes.
Tendido de líneas para tomas de corriente en zonas comunes; instalación de toma de tierra.
Instalación de puntos de luz con detectores de presencia.
Sustitución del portero automático.

-Instalación de iluminación:

Colocación de luminarias decorativas interiores (tipo LED).
Colocación de luminarias de emergencia.

-Instalación de fontanería:

Colocación de red de drenaje en el foso del ascensor.
Modificación de la red de recogida de pluviales existente en el edificio.

-Instalación de climatización y ventilación:

Colocación de sistema de extracción de aire en cada una de las plantas, mediante extractor y conductos flexibles.

INCENDIOS

Colocación de extintores tipo 21A/113B en cada una de las plantas.
Colocación de extintor tipo CO2 junto a cuadro eléctrico.
Colocación de rótulos fotoluminiscentes con indicaciones para evacuación.

EQUIPAMIENTO

– No interviene.

MD4. ANEXO DE NORMATIVA

1.- NORMAS QUE AFECTAN AL PROYECTO

En este proyecto de ejecución se cumplen todas las normas vigentes en el momento de de la redacción del mismo, excepto aquellas normativas específicas de titularidad privada no accesibles por medio de los diarios oficiales, cuyo cumplimiento no se ha podido verificar.

Las que no se justifiquen expresamente vendrán implícitas en las mediciones, planos, cálculos o pliego de condiciones técnicas que, junto a las memorias, componen el proyecto de ejecución.

El Estudio Básico de Seguridad y Salud que se adjunta con este proyecto de ejecución se ajusta a las prescripciones que señala el R.D. 604/2006 del 19 de Mayo.

MD5. RESUMEN DEL PRESUPUESTO, DIRECCIÓN DE OBRA Y PLAZO DE LA MISMA

1.- RESUMEN DEL PRESUPUESTO

CAPITULO	RESUMEN	EUROS	%
1	MOVIMIENTO DE TIERRAS.....	27.796,89	4,07
2	URBANIZACIÓN.....	28.739,44	4,21
3	HORMIGONES Y ESTRUCTURAS.....	132.557,73	19,42
4	ALBAÑILERÍA.....	58.598,80	8,59
5	REVESTIMIENTOS Y FALSOS TECHOS.....	53.045,56	7,77
6	SOLADOS Y ALCATADOS.....	101.923,59	14,93
7	AISLAMIENTO E IMPERMEABILIZACIÓN.....	19.273,00	2,82
8	CUBIERTAS.....	32.816,40	4,81
9	CARPINTERÍA INTERIOR.....	22.319,41	3,27
10	CARPINTERÍA ALUMINIO.....	15.924,29	2,33
11	CERRAJERÍA.....	3.571,62	0,52
12	PINTURA Y DECORACIÓN.....	7.945,40	1,16
13	INSTALACIÓN DE SANEAMIENTO.....	30.787,70	4,51
-13.01	-RED DE SANEAMIENTO HORIZONTAL.....	26.407,15	
-13.02	-COLECTORES Y BAJANTES.....	4.380,55	
14	INSTALACIÓN DE FONTANERÍA.....	49.931,81	7,32
-14.01	-INSTALACIÓN.....	23.814,03	
-14.02	-APARATOS SANITARIOS.....	26.117,78	
15	INSTALACIÓN DE CALEFACCIÓN Y REFRIGERACIÓN.....	16.306,49	2,39
-15.01	-SUELO RADIANTE.....	15.558,99	
-15.02	-REDES DISTRIBUCIÓN CALEFACCIÓN.....	747,50	
16	INSTALACIÓN DE VENTILACIÓN Y EXTRACCIÓN.....	34.242,96	5,02
-16.01	-VENTILACIÓN.....	34.242,96	
17	INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN.....	15.397,07	2,26
-17.01	-ELECTRICIDAD.....	12.865,59	
-17.02	-AUDIOVISUALES.....	2.531,48	
18	INSTALACIÓN AEROTERMIA.....	21.877,99	3,21
19	INSTALACIÓN DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS.....	3.278,27	0,48
20	CONTROL CALIDAD.....	1.083,20	0,16
21	GESTIÓN DE RESIDUOS.....	2.273,23	0,33
22	SEGURIDAD Y SALUD.....	2.775,00	0,41
TOTAL EJECUCIÓN MATERIAL		682.465,85	
4,00 % Gastos generales.....		27.298,63	
4,00 % Beneficio industrial.....		27.298,63	
TOTAL PRESUPUESTO CONTRATA		737.063,11	
21,00 % I.V.A.....		154.783,25	
TOTAL PRESUPUESTO GENERAL		891.846,36	

Asciende el presupuesto general a la expresada cantidad de:

OCHOCIENTOS NOVENTA Y UN MIL OCHOCIENTOS CUARENTA Y SEIS EUROS con TREINTA Y SEIS CÉNTIMOS

2.- DIRECCIÓN DE OBRA

La dirección de las obras del graderío y vestuarios recaerá sobre el arquitecto JOSE M^a PRADA VELÁZQUEZ, redactor del proyecto de ejecución.

3.- PLAZO DE EJECUCIÓN DE LAS OBRAS

Se estima un plazo de ejecución de las obras de **12 meses**.

MD6. NOTA FINAL

Cualquier aclaración o duda respecto a los planos, memoria, anexos, presupuesto o pliego, así como cualquier modificación de sus determinaciones, se consultará previamente con la Dirección Facultativa.

Se considera que la documentación aportada describe suficientemente el proyecto. En cualquier caso, se queda a disposición de la propiedad, organismos competentes o empresa constructora para cualquier aclaración.

El presente documento es copia del original, del que JOSE M^a PRADA VELÁZQUEZ, arquitecto, es su autor. Su utilización total o parcial, así como cualquier reproducción o cesión a terceros, requerirá la previa y expresa autorización de su autor, quedando en todo caso **PROHIBIDA CUALQUIER MODIFICACIÓN UNILATERAL** del mismo.

en Barañain, a enero de 2023



Jose M^a Prada Velázquez
Arquitecto

SUA. SEGURIDAD DE UTILIZACIÓN y ACCESIBILIDAD (DB-SUA)

SUA1. SEGURIDAD FRENTE AL RIESGO DE CAÍDAS 1

SUA2. SEGURIDAD FRENTE AL RIESGO DE IMPACTO O ATRAPAMIENTO..... 9

SUA3. SEGURIDAD FRENTE AL RIESGO DE APRISIONAMIENTO EN RECINTOS 12

SUA4. SEGURIDAD FRENTE AL RIESGO CAUSADO POR ILUMINACIÓN INADECUADA 13

SUA5. SEGURIDAD FRENTE AL RIESGO CAUSADO POR SITUACIONES ALTA OCUPACIÓN 15

SUA6. SEGURIDAD FRENTE AL RIESGO DE AHOGAMIENTO..... 15

SUA7. SEGURIDAD FRENTE AL RIESGO CAUSADO POR VEHÍCULOS EN MOVIMIENTO 15

SUA8. SEGURIDAD FRENTE AL RIESGO CAUSADO POR LA ACCIÓN DEL RAYO 16

SUA9. ACCESIBILIDAD..... 18

SUA10. NOTA FINAL..... 22

SUA1. SEGURIDAD FRENTE AL RIESGO DE CAÍDAS

1.- RESBALADICIDAD DE LOS SUELOS

Con el fin de limitar el riesgo de resbalamiento, los suelos de los edificios o zonas de uso Sanitario, Docente, Comercial, Administrativo, Aparcamiento y Pública Concurrencia, excluidas las zonas de uso restringido, tendrán una clase adecuada conforme a la tabla 1.2.

Los suelos se clasifican, en función de su valor de resistencia al deslizamiento R_d , de acuerdo con lo establecido en la tabla 1.1:

Tabla 1.1 Clasificación de los suelos según su resbaladidad.	
Resistencia al deslizamiento R_d	Clase
$R_d \leq 15$	0
$15 < R_d \leq 35$	1
$35 < R_d \leq 45$	2
$R_d > 45$	3

El valor de resistencia al deslizamiento R_d se determina mediante el ensayo del péndulo descrito en el Anejo A de la norma UNE-ENV 12633:2003 empleando la escala C en probetas sin desgaste acelerado.

La muestra seleccionada será representativa de las condiciones más desfavorables de resbaladidad.

La tabla 1.2 indica la clase que tendrán los suelos, como mínimo, en función de su localización.

Dicha clase se mantendrá durante la vida útil del pavimento.

Tabla 1.2 Clase exigible a los suelos en función de su localización		Clase	
Localización y características del suelo		Norma	Proyecto
Zonas interiores secas.			
X	-Superficies con pendiente menor que el 6%.	1	1
	-Superficies con pendiente igual o mayor que el 6% y escaleras.	2	—
Zonas interiores húmedas, tales como las entradas a los edificios desde el espacio exterior (1), terrazas cubiertas, vestuarios, duchas, baños, aseos, cocinas, etc.			
X	-Superficies con pendiente menor que el 6%.	2	≥2
	-Superficies con pendiente igual o mayor que el 6% y escaleras.	3	—
Zonas interiores donde, además de agua, pueda haber agentes (grasas, lubricantes, etc.) que reduzcan la resistencia al deslizamiento, tales como cocinas industriales, mataderos, aparcamientos, zonas de uso industrial, etc.		3	—
Zonas exteriores. Piscinas (2).		3	—
(1) Excepto cuando se trate de accesos directos a zonas de uso restringido. (2) En zonas previstas para usuarios descalzos y en el fondo de los vasos, en las zonas en las que la profundidad no exceda de 1,50 m.			

**El objeto del presente proyecto es la ejecución de un graderío y vestuarios.
Los pavimentos colocados se ajustan a la clase exigida, según su ubicación.**

2.- DISCONTINUIDADES EN EL PAVIMENTO

Excepto en zonas de uso restringido y con el fin de limitar el riesgo de caídas como consecuencia de trapiés o de tropiezos, el suelo cumplirá las condiciones siguientes:

	Discontinuidades en el pavimento	Norma	Proyecto
X	Diferencia de nivel para imperfecciones o irregularidades del suelo.	<4 mm.	<2 mm.
	Elementos puntuales salientes del nivel del pavimento.	<12 mm.	—
	Ángulo entre la cara enfrentada con el sentido de circulación y el pavimento, en aquellos elementos salientes del pavimento que excedan 6 mm.	≤45°	—
	Pendiente máxima para desniveles que no excedan de 50 mm.	≤25%	—
	Tamaño de perforaciones o huecos en zonas interiores de circulación de personas.	Ø<1,5 cm.	—
	Barreras para delimitación de zonas de circulación.	h≥80 cm.	—
	Número de peldaños mínimo en zonas de circulación, excepto en los siguientes casos: Zonas de uso restringido. En las zonas comunes de los edificios de uso residencial. En los accesos y en las salidas de los edificios. En el acceso a un estrado o escenario.	3	—

El objeto del presente proyecto es la ejecución de un graderío y vestuarios.

La pendiente máxima existente en la actuación será del 6,00%, y estará localizada en la rampa existente en el acceso de personal.

3.- DESNIVELES

3.1.- PROTECCIÓN DE LOS DESNIVELES

Con el fin de limitar el riesgo de caída, existirán barreras de protección en los desniveles, huecos y aberturas (tanto horizontales como verticales) balcones, ventanas, etc. con una diferencia de cota mayor que 55 cm.

En el proyecto existirán desniveles mayores de 55 cm., en la escalera. Este elemento requerirá barreras de protección:

-La protección de la escalera se resolverá mediante un cierre de vidrio laminar de seguridad (Stadip).

En las zonas de público (personas no familiarizadas con el edificio) se facilitará la percepción de las diferencias de nivel que no excedan de 55 cm. y que sean susceptibles de causar caídas, mediante diferenciación visual y táctil.

La diferenciación estará a una distancia de 25 cm. del borde, como mínimo.

No existirán zonas de uso público.

3.2.- CARACTERÍSTICAS DE LAS BARRERAS DE PROTECCIÓN

3.2.1.- Altura

	Altura de las barreras de protección	Norma	Proyecto
X	Diferencia de cota que protegen ≤6 m.	0,90 m.	≥1,10 m.
X	Diferencia de cota que protegen >6 m.	1,10 m.	≥1,10 m.
	Huecos de escaleras de anchura menor de 40 cm.	0,90 m.	—

La altura se medirá verticalmente desde el nivel de suelo o, en el caso de escaleras, desde la línea de inclinación definida por los vértices de los peldaños, hasta el límite superior de la barrera (véase figura 3.1).

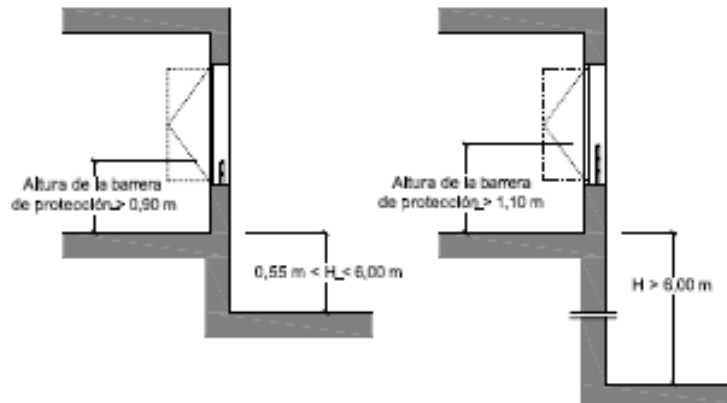


Figura 3.1 Barreras de protección en ventanas.

3.2.2.- Resistencia

Las barreras de protección tendrán una resistencia y una rigidez suficiente para resistir la fuerza horizontal establecida en el apartado 3.2.1 del Documento Básico SE-AE, en función de la zona en que se encuentren.

3.2.3.- Características constructivas

En cualquier zona de los edificios de uso Residencial Vivienda o de escuelas infantiles, así como en las zonas de uso público de los establecimientos de uso Comercial o de uso Pública Concurrencia, las barreras de protección, incluidas las de las escaleras y rampas, estarán diseñadas de forma que:

a) No puedan ser fácilmente escaladas por los niños, para lo cual:

-En la altura comprendida entre 30 cm. y 50 cm. sobre el nivel del suelo o sobre la línea de inclinación de una escalera no existirán puntos de apoyo, incluidos salientes sensiblemente horizontales con más de 5 cm. de saliente.

-En la altura comprendida entre 50 cm. y 80 cm. sobre el nivel del suelo no existirán salientes que tengan una superficie sensiblemente horizontal con más de 15 cm. de fondo.

b) No tengan aberturas que puedan ser atravesadas por una esfera de 10 cm. de diámetro, exceptuándose las aberturas triangulares que forman la huella y la contrahuella de los peldaños con el límite inferior de la barandilla, siempre que la distancia entre este límite y la línea de inclinación de la escalera no exceda de 5 cm. (véase figura 3.2).

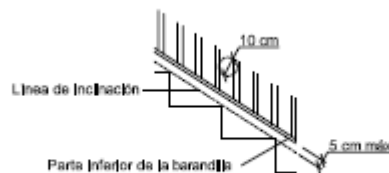


Figura 3.2 Línea de inclinación y parte inferior de la barandilla

Las características de las barreras de protección serán las siguientes:

-La barandilla de la escalera estará formada por vidrio laminar de seguridad, que arrancará desde el pavimento de la misma. Por lo tanto, no será escalable, ni existirán aberturas.

Las barreras de protección situadas en zonas de uso público en edificios o establecimientos de usos distintos a los citados anteriormente únicamente precisarán cumplir la condición b) anterior, considerando para ella una esfera de 15 cm. de diámetro.

No existirán zonas de uso público.

4.- ESCALERAS Y RAMPAS

4.1.- ESCALERAS DE USO RESTRINGIDO

	Características de las escaleras de uso restringido	Norma	Proyecto
	Tramos rectos		
X	Anchura mínima del tramo	≥80 cm.	100 cm.
X	Dimensión de huella	≥22 cm.	30 cm.
X	Dimensión de contrahuella	≤20 cm.	18,5 cm.
	Tramos curvos		
	Anchura mínima del tramo	≥80 cm.	
	Dimensión de huella, medida en el eje cuando la anchura sea menor de 1 m., y medida a 50 cm. del lado más estrecho cuando sea menor	≥22 cm.	
	Dimensión de la huella en el lado más estrecho	≥5 cm.	
	Dimensión de la huella en el lado más ancho	≤44 cm.	
	Dimensión de contrahuella	≤20 cm.	
	Escalones sin tabica (figura 4.1)		
	Superposición de la proyección de las huellas	≥2,5 cm.	
	Dimensión de la huella, sin incluir la proyección vertical de la huella del peldaño superior	≥22 cm.	
	Varios		
	Podrán disponerse mesetas partidas a 45°		
X	Dispondrán de barandilla en sus lados abiertos		

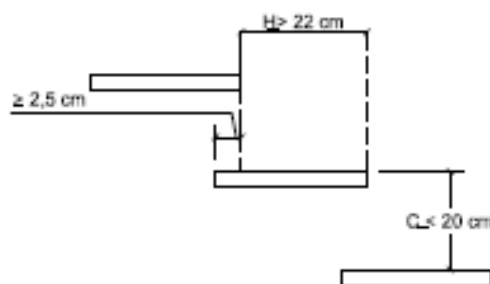


Figura 4.1 Escalones sin tabica

Existirán escaleras de uso restringido en zonas que no forman parte de los recorridos generales de los usuarios del centro educativo.

4.2.- ESCALERAS DE USO GENERAL

4.2.1.- Peldaños

	Características de las escaleras de uso restringido	Norma	Proyecto
	Tramos rectos		
X	Dimensión de huella	≥280 mm.	300 mm.
X	Dimensión de contrahuella	130-185 mm.	167,5 mm.
X	Relación entre huella y contrahuella (2C+H)	540-700 mm.	635 mm.
	Tramos curvos		
	Dimensión de huella, medida a 500 mm. del borde interior	≥280 mm.	—
	Dimensión de la huella en el lado más estrecho	≥170 mm.	—
	Dimensión de la huella en el lado más ancho	≤440 mm.	—
	Dimensión de contrahuella	≤130-185 mm.	—

4.2.2.- Tramos

Anchura mínima útil del tramo en función del uso		Norma	Proyecto
X	Sanitario: -Zonas destinadas a pacientes internos o externos con recorridos que obligan a giros iguales o mayores que 90°	≥1400 mm.	1.410 mm.
	-Otras zonas	≥1200 mm.	—
	Docente con escolarización infantil, en centros de enseñanza primaria y secundaria	≥1200 mm.	—
	Pública concurrencias y comercial	≥1200 mm.	—
	Otros	1000 mm.	—

Número mínimo de peldaños		Norma	Proyecto
	Nº mínimo de peldaños	3	10
X	Altura máxima de un solo tramo:		
	-Carácter general	3,20 m.	—
	-Uso sanitario	2,50 m.	1,675 m.
	-Escuelas infantiles	2,10 m.	—

En una misma escalera, todos los peldaños tendrán la misma contrahuella y todos los peldaños de los tramos rectos tendrán la misma huella.

En tramos mixtos, la huella medida en el eje del tramo en las partes curvas no será menor que la huella en las partes rectas.

La anchura de la escalera estará libre de obstáculos. La anchura mínima útil se medirá entre paredes o barreras de protección, sin descontar el espacio ocupado por los pasamanos siempre que estos no sobresalgan más de 120 mm. de la pared o barrera de protección. En tramos curvos, la anchura útil debe excluir las zonas en las que la dimensión de la huella sea menor que 170 mm.

4.2.3.- Mesetas

Dimensiones de las mesetas		Norma	Proyecto
	Todos los usos: -Anchura mínima	≥anchura de la escalera	—
X	Sanitario: -Longitud mesetas en zonas de hospitalización o de tratamientos intensivos, en las que el recorrido obligue a giros de 180°	≥1600 mm.	1.600 mm.
	Otros usos: -Longitud mesetas	≥1000	—

Cuando exista un cambio de dirección entre dos tramos, la anchura de la escalera no se reducirá a lo largo de la meseta (véase figura 4.4). La zona delimitada por dicha anchura estará libre de obstáculos y sobre ella no barrerá el giro de apertura de ninguna puerta, excepto las de zonas de ocupación nula definidas en el anejo SI A del DB SI.

En las mesetas de planta de las escaleras de zonas de público (personas no familiarizadas con el edificio) se dispondrá una franja de pavimento táctil en el arranque de los tramos descendentes, con la misma anchura que el tramo y una profundidad de 80 mm., como mínimo. En dichas mesetas no habrá puertas ni pasillos de anchura inferior a 1200 mm. situados a menos de 400 mm. de distancia del primer peldaño de un tramo.

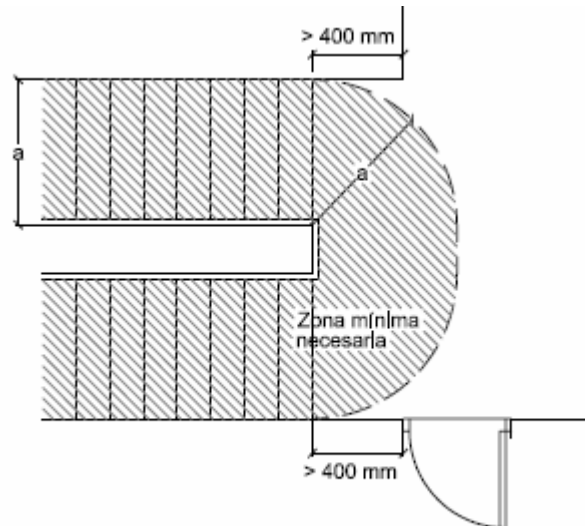


Figura 4.4 Cambio de dirección entre dos tramos.

4.2.4.- Pasamanos

Las escaleras que salven una altura mayor que 550 mm. dispondrán de pasamanos continuo al menos en un lado. Cuando su anchura libre exceda de 1200 mm., o estén previstas para personas con movilidad reducida, dispondrán de pasamanos en ambos lados.

Se dispondrán pasamanos intermedios cuando la anchura del tramo sea mayor que 2400 mm. La separación entre pasamanos intermedios será de 2400 mm. como máximo, excepto en escalinatas de carácter monumental en las que al menos se dispondrá uno.

El pasamanos estará a una altura comprendida entre 900 y 1100 mm. Para usos en los que se dé presencia habitual de niños, tales como docente infantil y primario, se dispondrá otro pasamanos a una altura comprendida entre 650 y 750 mm.

El pasamanos será firme y fácil de asir, estará separado del paramento al menos 40 mm. y su sistema de sujeción no interferirá el paso continuo de la mano.

Como el centro docente incluye segundo ciclo de educación infantil y primaria, las escaleras tendrán doble pasamanos, de acuerdo a las indicaciones establecidas anteriormente.

4.3.- RAMPAS

Los itinerarios cuya pendiente exceda del 4% se consideran rampa a efectos de este DB-SUA, y cumplirán lo que se establece en los apartados que figuran a continuación, excepto los de uso restringido y los de circulación de vehículos en aparcamientos que también estén previstas para la circulación de personas. Estas últimas deben satisfacer la pendiente máxima que se establece para ellas en el apartado 4.3.1 siguiente, así como las condiciones de la Sección SUA 7.

4.3.1.- Pendiente

Pendiente de las rampas			Norma	Proyecto
	Con carácter general.		12%	—
X	Itinerario accesible:	-Longitud ≤3 m.	≤10%	—
		X -Longitud ≤6 m.	≤8%	6%
		-Longitud >6 m.	≤6%	—
	Circulación de vehículos que también estén previstas para la circulación de las personas, y no formen parte de un itinerario accesible.		≤16%	—
	Pendiente transversal.		≤2%	—

4.3.2.- Tramos

Características de los tramos				Norma	Proyecto
X	Longitud máxima		En itinerario no accesible.	15 m.	—
		X	En itinerario accesible.	9 m.	0,45 m.
			En rampa de aparcamiento prevista para circulación de vehículos y personas.	Sin límite	—
X	La anchura de la rampa estará libre de obstáculos. La anchura mínima útil se medirá entre paredes o barreras de protección, sin descontar el espacio ocupado por los pasamanos, siempre que estos no sobresalgan más de 12 cm. de la pared o barrera de protección.				
X	Si la rampa pertenece a un itinerario accesible los tramos serán rectos o con un radio de curvatura de al menos 30 m y de una anchura de 1,20 m, como mínimo. Asimismo, dispondrán de una superficie horizontal al principio y al final del tramo con una longitud de 1,20 m en la dirección de la rampa, como mínimo.				

4.3.3.- Mesetas

Características de las mesetas				Norma	Proyecto
	Longitud de las mesetas dispuestas entre los tramos de rampa.			1,50 m.	—
	Cuando exista un cambio de dirección entre dos tramos, la anchura de la rampa no se reducirá a lo largo de la meseta. La zona delimitada por dicha anchura estará libre de obstáculos y sobre ella no barrerá el giro de apertura de ninguna puerta, excepto las de zonas de ocupación nula definidas en el anejo SI A del DB SI.				
X	Elementos próximos a una rampa		Anchura pasillos.	1,20 m.	—
			Distancia de puertas a arranque de rampa en itinerarios no accesibles.	40 cm.	—
		X	Distancia de puertas a arranque de rampa en itinerarios accesibles.	150 cm.	0 cm.

Existen diferentes rampas distribuidas por el edificio, todas ellas de características análogas.

4.3.4.- Pasamanos

Características de los pasamanos			Norma	Proyecto
	Las rampas que salven una diferencia de altura de más de 550 mm. y cuya pendiente sea mayor o igual que el 6%, dispondrán de un pasamanos continuo al menos en un lado.			
	Las rampas que pertenezcan a un itinerario accesible, cuya pendiente sea mayor o igual que el 6% y salven una diferencia de altura de más de 18,5 cm., dispondrán de pasamanos continuo en todo su recorrido, incluido mesetas, en ambos lados.			
	En las rampas que pertenezcan a un itinerario accesible los bordes libres contarán con un zócalo o elemento de protección lateral.		$h \geq 10$ cm.	—
	Cuando la longitud del tramo exceda de 3 m, el pasamanos se prolongará horizontalmente en los extremos, en ambos lados.		$L \geq 30$ cm.	—
Altura del pasamanos	X	Escuelas infantiles y centros de enseñanza primaria.	$65 \leq h \leq 75$ $90 \leq h \leq 110$	—
	X	Itinerarios accesibles.	$65 \leq h \leq 75$ $90 \leq h \leq 110$	—
	X	Resto de los casos.	$90 \leq h \leq 110$	—

Las rampas existentes tendrán una pendiente del 6,00%, por lo que no será necesario que cuenten con pasamanos.

4.4.- PASILLOS ESCALONADOS DE ACCESO A LOCALIDADES EN GRADERÍOS Y TRIBUNAS

No existirán pasillos escalonados de acceso a localidades en graderíos y tribunas.

5.- LIMPIEZA DE LOS ACRISTALAMIENTOS EXTERIORES

En edificios de uso Residencial Vivienda, los acristalamientos que se encuentren a una altura de más de 6 m sobre la rasante exterior con vidrio transparente cumplirán las condiciones que se indican a continuación, salvo cuando sean practicables o fácilmente desmontables, permitiendo su limpieza desde el interior:

Limpieza de los acristalamientos exteriores	
Tipo de acristalamiento	Norma
Acristalamientos practicables o fácilmente desmontables	Si permiten su limpieza desde el interior, por lo que no es necesario cumplir ninguna condición adicional.
Acristalamientos fijos o reversibles	a) Toda la superficie exterior del acristalamiento se encontrará comprendida en un radio de 0,85 m. desde algún punto del borde de la zona practicable situado a una altura no mayor de 1,30 m. (véase figura 5.1). b) Los acristalamientos reversibles estarán equipados con un dispositivo que los mantenga bloqueados en la posición invertida durante su limpieza (véase figura 5.1.)

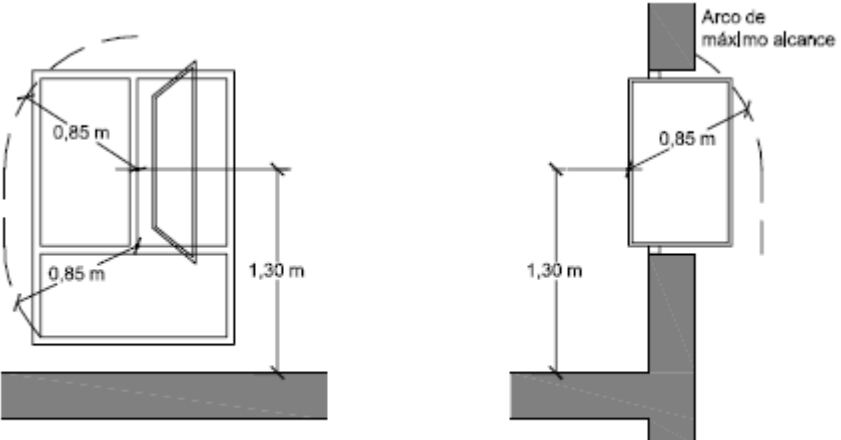


Figura 5.1 Limpieza de acristalamientos desde el interior

La actuación prevista se plantea en un edificio de uso docente, por lo que no serán de aplicación las determinaciones establecidas en este capítulo.

SUA2. SEGURIDAD FRENTE AL RIESGO DE IMPACTO O ATRAPAMIENTO

1.- IMPACTO

1.1.- IMPACTO CON ELEMENTOS FIJOS

	Impacto con elementos fijos	Norma	Proyecto
	Altura libre de paso en zonas de circulación de uso restringido.	$\geq 2,10$ m.	—
X	Altura libre de paso en el resto de zonas de circulación.	$\geq 2,20$ m.	$\geq 2,60$ m.
X	Altura libre en los umbrales de las puertas.	$\geq 2,0$ m.	$\geq 2,05$ m.
	Altura de los elementos fijos que sobresalgan de las fachadas y que estén situados sobre zonas de circulación.	≥ 2200 mm.	—
X	En zonas de circulación, las paredes carecerán de elementos salientes que no arranquen del suelo, que vuelen más de 15 cm. en la zona de altura comprendida entre 15 cm. y 2,20 cm. medida a partir del suelo y que presenten riesgo de impacto.		
	Se limitará el riesgo de impacto con elementos volados cuya altura sea menor que 2,00 cm., tales como mesetas o tramos de escalera, de rampas, etc., disponiendo elementos fijos que restrinjan el acceso hasta ellos.		

1.2.- IMPACTO CON ELEMENTOS PRACTICABLES

	Impacto con elementos practicables
X	Excepto en zonas de uso restringido, las puertas de paso situadas en el lateral de los pasillos cuya anchura sea menor que 2,50 m. se dispondrán de forma que el barrido de la hoja no invada el pasillo (véase figura 1.1).
	En pasillos cuya anchura exceda de 2,50 m., el barrido de las hojas de las puertas no debe invadir la anchura determinada, en función de las condiciones de evacuación, conforme al apartado 4 de la Sección SI 3 del DB SI.
X	Las puertas de vaivén situadas entre zonas de circulación tendrán partes transparentes o translúcidas que permitan percibir la aproximación de las personas y que cubran la altura comprendida entre 0,7 m y 1,5 m, como mínimo.
X	Las puertas, portones y barreras situados en zonas accesibles a las personas y utilizadas para el paso de mercancías y vehículos tendrán marcado CE de conformidad con la norma UNE-EN 13241-1:2004 y su instalación, uso y mantenimiento se realizarán conforme a la norma UNE-EN 12635:2002+A1:2009. Se excluyen de lo anterior las puertas peatonales de maniobra horizontal cuya superficie de hoja no exceda de 6,25 m ² cuando sean de uso manual, así como las motorizadas que además tengan una anchura que no exceda de 2,50 m.
X	Las puertas peatonales automáticas tendrán marcado CE de conformidad con la Directiva 98/37/CE sobre máquinas.

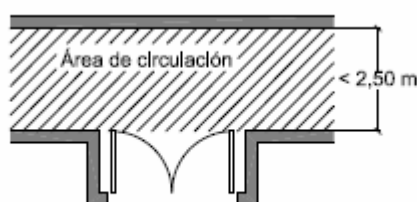


Figura 1.1 Disposición de puertas laterales a vías de circulación

1.3.- IMPACTO CON ELEMENTOS FRÁGILES

Los vidrios existentes en las áreas con riesgo de impacto que se indican en el punto 2 siguiente de las superficies acristaladas que no dispongan de una barrera de protección conforme al apartado 3.2 de SUA 1, tendrán una clasificación de prestaciones X(Y)Z determinada según la norma UNE EN 12600:2003, cuyos parámetros cumplan lo que se establece en la tabla 1.1.

Se excluyen de dicha condición los vidrios cuya mayor dimensión no exceda de 30 cm.

Tabla 1.1 Valor de los parámetros X(Y)Z en función de la diferencia de cota						
Diferencia de cotas a ambos lados de la superficie acristalada	Valor del parámetro					
	X		Y		Z	
	Norma	Proyecto	Norma	Proyecto	Norma	Proyecto
Mayor que 12 m.	cualquiera	—	B o C	—	1	—
Comprendida entre 0,55 m. y 12 m.	cualquiera	—	B o C	—	1 ó 2	—
X Menor que 0,55 m.	1, 2 ó 3	3	B o C	B	cualquiera	1

Los valores indicados corresponden a un vidrio laminar Stadip 33.1, que según la UNE EN 12600:2003 son 3(B)1.

La diferencia de cota más desfavorable existente entre los vidrios será de 4 cm., y el vidrio indicado anteriormente será el de menores prestaciones entre todos los que se coloquen en el local.

Se identifican las siguientes áreas con riesgo de impacto (véase figura 1.2):

- En puertas, el área comprendida entre el nivel del suelo, una altura de 1,50 m. y una anchura igual a la de la puerta más 0,30 m. a cada lado de esta.
- En paños fijos, el área comprendida entre el nivel del suelo y una altura de 0,90 m.

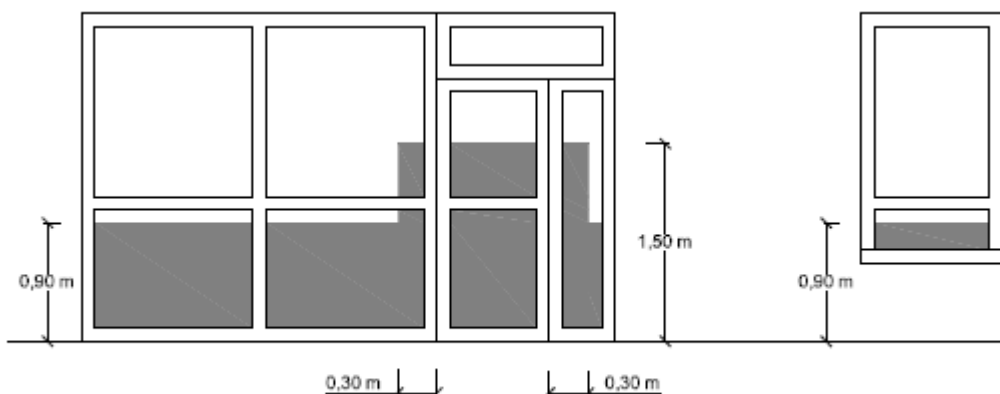


Figura 1.2 Identificación de áreas con riesgo de impacto

Las partes vidriadas de puertas y de cerramientos de duchas y bañeras estarán constituidas por elementos laminados o templados que resistan sin rotura un impacto de nivel 3, conforme al procedimiento descrito en la norma UNE EN 12600:2003.

No existirán duchas o bañeras.

1.4.- IMPACTO CON ELEMENTOS INSUFICIENTEMENTE PERCEPTIBLES

Características de las superficies acristaladas		Norma	Proyecto
	Altura inferior de la señalización (a lo largo de toda la longitud) de las grandes superficies acristaladas que se puedan confundir con puertas o aberturas (excluyendo el interior de las viviendas).	≥0,85 m. ≤1,10 m.	—
	Altura superior de la señalización (a lo largo de toda la longitud) de las grandes superficies acristaladas que se puedan confundir con puertas o aberturas (excluyendo el interior de las viviendas).	≥1,50 m. ≤1,70 m.	—
	Separación entre montantes para no ser necesario disponer señalización.	≤0,60 m.	—
	Altura de travesaño para no ser necesario disponer señalización.	≥0,85 m. ≤1,10 m.	—
X	Elementos tales como cercos o tiradores en las puertas de vidrio que permitan identificarlas, evitando tener que colocar señalización.		

La superficie acristalada susceptible de generar un impacto será la puerta de acceso, que estará dotada de cerco y tirador, con lo que será perfectamente distinguible.

2.- ATRAPAMIENTO

Condiciones para evitar el atrapamiento		Norma	Proyecto
Puerta corredera de accionamiento manual			
Distancia <i>a</i> hasta el objeto fijo más próximo para limitar el riesgo de atrapamiento (véase figura 2.1).		≥0,20 m.	—
Elementos de apertura y cierre automáticos			
Dispondrán de dispositivos de protección adecuados al tipo de accionamiento y cumplirán con las especificaciones técnicas propias.			

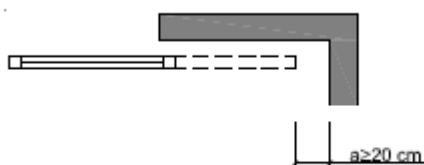


Figura 2.1 Holgura para evitar atrapamientos

No existirán puertas correderas.

SUA3. SEGURIDAD FRENTE AL RIESGO DE APRISIONAMIENTO EN RECINTOS

1.- APRISIONAMIENTO

Cuando las puertas de un recinto tengan dispositivo para su bloqueo desde el interior y las personas puedan quedar accidentalmente atrapadas dentro del mismo, existirá algún sistema de desbloqueo de las puertas desde el exterior del recinto. Excepto en el caso de los baños o los aseos de viviendas, dichos recintos tendrán iluminación controlada desde su interior.

Existirán puertas de recinto (aseos) que tendrán dispositivo para su bloqueo desde el interior, y en donde las personas pueden quedar accidentalmente atrapadas. Esas puertas estarán dotadas de un dispositivo que permita su desbloqueo desde el exterior.

Además, dichos recintos tendrán iluminación controlada desde su interior (mediante sensores de presencia).

En zonas de uso público, los aseos accesibles y cabinas de vestuarios accesibles dispondrán de un dispositivo en el interior fácilmente accesible, mediante el cual se transmita una llamada de asistencia perceptible desde un punto de control y que permita al usuario verificar que su llamada ha sido recibida, o perceptible desde un paso frecuente de personas.

El uso del edificio objeto de la actuación será docente.

La fuerza de apertura de las puertas de salida será de 140 N, como máximo, excepto en las situadas en itinerarios accesibles, en las que se aplicará lo establecido en la definición de los mismos en el anejo A Terminología (como máximo 25 N, en general, 65 N cuando sean resistentes al fuego).

Las puertas existentes en el local objeto de la actuación, tanto las situadas en itinerarios accesibles como el resto, requerirán una fuerza de apertura de 25N como máximo.

Para determinar la fuerza de maniobra de apertura y cierre de las puertas de maniobra manual batientes/pivotantes y deslizantes equipadas con pestillos de media vuelta y destinadas a ser utilizadas por peatones (excluidas puertas con sistema de cierre automático y puertas equipadas con herrajes especiales, como por ejemplo los dispositivos de salida de emergencia) se empleará el método de ensayo especificado en la norma UNE-EN 12046-2:2000.

Se exigirán al fabricante de las puertas que se coloquen los correspondientes certificados de la fuerza de maniobra necesaria, determinada según el método de ensayo especificado en la norma UNE-EN-12046-2:2000

SUA4. SEGURIDAD FRENTE AL RIESGO CAUSADO POR ILUMINACIÓN INADECUADA

1.- ALUMBRADO NORMAL EN ZONAS DE CIRCULACIÓN

En cada zona se dispondrá una instalación de alumbrado capaz de proporcionar, como mínimo, el nivel de iluminación que se establece en la tabla 1.1, medido a nivel del suelo.

Tabla 1.1 Niveles mínimos de iluminación			Iluminancia mínima lux (medida a nivel de suelo)	
Zona			Norma	Proyecto
	Zonas exteriores.		20	—
X	Interior	Aparcamientos interiores.	50	—
		X Resto.	100	>100
X	Factor de uniformidad media.		40%	>40%
	En las zonas de los establecimientos de uso Pública Concurrencia en las que la actividad se desarrolle con un nivel bajo de iluminación, como es el caso de los cines, teatros, auditorios, discotecas, etc., se dispondrá una iluminación de balizamiento en las rampas y en cada uno de los peldaños de las escaleras.			

2.- ALUMBRADO DE EMERGENCIA

2.1.- DOTACIÓN

Los edificios dispondrán de un alumbrado de emergencia que, en caso de fallo del alumbrado normal, suministre la iluminación necesaria para facilitar la visibilidad a los usuarios de manera que puedan abandonar el edificio, evite las situaciones de pánico y permita la visión de las señales indicativas de las salidas y la situación de los equipos y medios de protección existentes.

Contarán con alumbrado de emergencia las zonas y los elementos siguientes:

Zonas y elementos con alumbrado de emergencia	
	Todo recinto cuya ocupación sea mayor que 100 personas
X	Los recorridos desde todo origen de evacuación hasta el espacio exterior seguro y hasta las zonas de refugio, incluidas las propias zonas de refugio, según definiciones en el Anejo A de DB SI.
	Los aparcamientos cerrados o cubiertos cuya superficie construida exceda de 100 m ² , incluidos los pasillos y las escaleras que conduzcan hasta el exterior o hasta las zonas generales del edificio.
	Los locales que alberguen equipos generales de las instalaciones de protección contra incendios y los de riesgo especial indicados en DB-SI 1.
X	Los aseos generales de planta en edificios de uso público.
X	Los lugares en los que se ubican cuadros de distribución o de accionamiento de la instalación de alumbrado de las zonas antes citadas.
X	Las señales de seguridad.
X	Los itinerarios accesibles.

2.2.- POSICIÓN Y CARACTERÍSTICAS DE LAS LUMINARIAS

Con el fin de proporcionar una iluminación adecuada las luminarias cumplirán las siguientes condiciones:

Posición y características de las luminarias		Norma	Proyecto
X	Altura sobre el nivel del suelo.	≥2 m.	2,10 m.
X	Se colocarán en las puertas existentes en los recorridos de evacuación.		
	Se colocarán en las escaleras, de modo que cada tramo de escaleras reciba iluminación directa.		
	Se colocarán en cualquier cambio de nivel.		
	Se colocarán en los cambios de dirección y en las intersecciones de pasillos.		
X	Se colocarán en cada puerta de salida.		
X	Se colocarán en posiciones en las que sea necesario destacar un peligro potencial o el emplazamiento de un equipo de seguridad.		

2.3.- CARACTERÍSTICAS DE INSTALACIÓN

Características de la instalación	
X	Será fija.
X	Estará provista de fuente de energía propia.
X	Estará automáticamente en funcionamiento al producirse un fallo de alimentación en la instalación de alumbrado normal en las zonas cubiertas por el alumbrado de emergencia (se considera como fallo de alimentación el descenso de la tensión de alimentación por debajo del 70% de su valor nominal).
X	El alumbrado de emergencia de las vías de evacuación debe alcanzar al menos el 50% del nivel de iluminación requerido al cabo de los 5 s y el 100% a los 60 s.

La instalación cumplirá las condiciones de servicio que se indican a continuación durante una hora, como mínimo, a partir del instante en que tenga lugar el fallo:

Condiciones de servicio		Norma	Proyecto
X	Iluminancia horizontal en el suelo de vías de evacuación cuya anchura no exceda los 2 m.		
	A lo largo del eje central.	$\geq 1 \text{ lux}$	1 lux
	En la banda central que comprende al menos la mitad de la anchura de la vía.	$\geq 0,5 \text{ lux}$	0,5 lux
	Iluminancia horizontal en el suelo de vías de evacuación cuya anchura exceda los 2 m. serán tratadas como varias bandas de 2 m. de anchura como máximo.		
	A lo largo del eje central de cada banda.	$\geq 1 \text{ lux}$	
	En la banda central que comprende al menos la mitad de la anchura de cada una de las bandas en que se divide la vía.	$\geq 0,5 \text{ lux}$	
X	Iluminancia horizontal en los puntos en que estén situados los equipos de seguridad, las instalaciones de protección contra incendios de utilización manual y los cuadros de distribución del alumbrado.	$\geq 5 \text{ lux}$	5 lux
X	Relación entre iluminancia máxima y mínima a lo largo de la línea central de una vía de evacuación.	$\leq 40:1$	40:1
X	Los niveles de iluminación establecidos deben obtenerse considerando nulo el factor de reflexión sobre paredes y techos y contemplando un factor de mantenimiento que englobe la reducción del rendimiento luminoso debido a la suciedad de las luminarias y al envejecimiento de las lámparas.		
X	Valor mínimo del índice de rendimiento cromático de las lámparas.	40	40

2.4 ILUMINACIÓN DE LAS SEÑALES DE SEGURIDAD

La iluminación de las señales de evacuación indicativas de las salidas y de las señales indicativas de los medios manuales de protección contra incendios y de los de primeros auxilios, deben cumplir los siguientes requisitos:

Iluminación de las señales de seguridad		Norma	Proyecto
	Luminancia de cualquier área de color de seguridad de la señal, en todas las direcciones de visión importantes.	$\geq 2 \text{ cd/m}^2$	2 cd/m²
	Relación de la luminancia máxima a la mínima dentro del color blanco o de seguridad, debiéndose evitar variaciones importantes entre puntos adyacentes.	$\leq 10:1$	$\leq 10:1$
	Relación entre la luminancia L_{blanca} , y la luminancia $L_{\text{color}} > 10$	$\geq 5:1$ $\leq 15:1$	5:1
	Tiempo en el que las señales de seguridad deben alcanzar el porcentaje de iluminancia requerido.	50%	5 s.
		100%	60 s.

SUA5. SEGURIDAD FRENTE AL RIESGO CAUSADO POR SITUACIONES DE ALTA OCUPACIÓN

No existirán situaciones de alta ocupación.

Por lo tanto, no serán de aplicación las condiciones establecidas en esta sección.

SUA6. SEGURIDAD FRENTE AL RIESGO DE AHOGAMIENTO

1.- PISCINAS

No existirán piscinas de uso colectivo.

Por lo tanto, no serán de aplicación las condiciones establecidas en esta sección.

2.- POZOS Y DEPÓSITOS

No existirán pozos, depósitos o conducciones abiertas que sean accesibles a personas y presenten riesgo de ahogamiento.

Por lo tanto, no serán de aplicación las condiciones establecidas en esta sección.

SUA7. SEGURIDAD FRENTE AL RIESGO CAUSADO POR VEHÍCULOS EN MOVIMIENTO

No existirán zonas de uso aparcamiento.

Por lo tanto, no serán de aplicación las condiciones establecidas en esta sección.

SUA8. SEGURIDAD FRENTE AL RIESGO CAUSADO POR LA ACCIÓN DEL RAYO

1.- PROCEDIMIENTO DE VERIFICACIÓN

1.-Será necesaria la instalación de un sistema de protección contra el rayo, en los términos que se establecen en el apartado 2, cuando la frecuencia esperada de impactos N_e sea mayor que el riesgo admisible N_a .

2.-Los edificios en los que se manipulen sustancias tóxicas, radioactivas, altamente inflamables o explosivas y los edificios cuya altura sea superior a 43 m dispondrán siempre de sistemas de protección contra el rayo de eficiencia E superior o igual a 0,98, según lo indicado en el apartado 2.

	Edificio en el que se manipulen sustancias tóxicas, radioactivas, altamente inflamables o explosivas.
	Altura del edificio superior a 43 m.

El objeto del presente proyecto es la ejecución de un graderío y vestuarios.

La altura del edificio será de 8,85 m.

3.-La frecuencia esperada de impactos, N_e , puede determinarse mediante la expresión:

$$N_e = N_g \cdot A_e \cdot C_1 \cdot 10^{-6}$$

Coeficientes para el cálculo de N_e	
N_g	3,00
A_e	16.646,00 m ²
C_1	Según tabla 1.1

Tabla 1.1 Coeficiente C_1		
	Situación del edificio	Coeficiente C_1
X	Próximo a otros edificios o árboles de la misma altura o más altos.	0,5
	Rodeado de edificios más bajos.	0,75
	Aislado	1
	Aislado sobre una colina o promontorio	2

N_e
0,024969

4.-El riesgo admisible, N_a , puede determinarse mediante la expresión:

$$N_a = \frac{5,5}{C_1 \cdot C_2 \cdot C_3 \cdot C_4} \cdot 10^{-3}$$

Coeficientes para el cálculo de N_a	
C_1	Según tabla 1.2
C_2	Según tabla 1.3
C_3	Según tabla 1.4
C_4	Según tabla 1.5

Tabla 1.2 Coeficiente C_1			
	Cubierta metálica	Cubierta de hormigón	Cubierta de madera
Estructura metálica	0,5	1	2
X Estructura de hormigón	1	1	2,5
Estructura de madera	2	2,5	3

Tabla 1.3 Coeficiente C_2

	Edificio con contenido inflamable	3
X	Otros contenidos	1

Tabla 1.4 Coeficiente C_3		
	Edificios no ocupados normalmente	0,5
X	Usos pública concurrencia, sanitario, comercial, docente	3
	Resto de edificios	1

Tabla 1.5 Coeficiente C_4		
	Edificios cuyo deterioro pueda interrumpir un servicio imprescindible (hospitales, bomberos...) o pueda ocasionar un impacto ambiental grave	5
X	Resto de edificios	1

Na
0,001833

Verificación	Instalación de un sistema de protección contra el rayo
0,024969 > 0,001833	Necesaria, en los términos que se establecen en el apartado 2

Es necesaria la instalación de un sistema de protección frente al rayo, en los términos que se establecen en el apartado 2 de la presente sección.

2.- TIPO DE INSTALACIÓN EXIGIDO

1.-La eficacia E requerida para una instalación de protección contra el rayo se determina mediante la siguiente fórmula:

$$E = 1 - \frac{Na}{Ne}$$

E
0,9265

2.-La tabla 2.1 indica el nivel de protección correspondiente a la eficiencia requerida. Las características del sistema para cada nivel de protección se describen en el Anexo SU B:

Tabla 2.1 Componentes de la instalación		
	Eficiencia requerida	Nivel de protección
	$E \geq 0,98$	1
	$0,95 \leq E < 0,98$	2
X	$0,80 \leq E < 0,95$	3
	$0 \leq E < 0,80^{(1)}$	4

⁽¹⁾ Dentro de estos límites de eficiencia requerida, la instalación de protección contra el rayo no es obligatoria

Con el nivel de exigencia requerido para el edificio ($E = 0,9265$) es obligatoria la instalación de protección contra el rayo, con el nivel de protección señalado.

SUA9. ACCESIBILIDAD

1.- CONDICIONES DE ACCESIBILIDAD

1.1.- CONDICIONES FUNCIONALES

1.1.1.- Accesibilidad en el exterior del edificio

Accesibilidad en el exterior del edificio	
X	La parcela dispondrá al menos de un itinerario accesible que comunique una entrada principal al edificio, y en conjuntos de viviendas unifamiliares una entrada a la zona privativa de cada vivienda con la vía pública y con las zonas comunes exteriores, tales como aparcamientos exteriores propios del edificio, jardines, piscinas, zonas deportivas.

1.1.2.- Accesibilidad entre plantas del edificio

Accesibilidad entre plantas del edificio	
	Los edificios de uso Residencial Vivienda en los que haya que salvar más de dos plantas desde alguna entrada principal accesible al edificio hasta alguna vivienda o zona comunitaria, o con más de 12 viviendas en plantas sin entrada principal accesible al edificio, dispondrán de ascensor accesible o rampa accesible que comunique las plantas que no sean de ocupación nula con las de entrada accesible al edificio.
X	En el resto de los casos, el proyecto debe prever, al menos dimensional y estructuralmente, la instalación de un ascensor accesible que comunique dichas plantas.
	Las plantas con viviendas accesibles para usuarios de silla de ruedas dispondrán de ascensor accesible o de rampa accesible que las comunique con las plantas con entrada accesible al edificio y con las que tengan elementos asociados a dichas viviendas o zonas comunitarias, tales como trastero o plaza de aparcamiento de la vivienda accesible, sala de comunidad, tendedero, etc.
X	Los edificios de otros usos en los que haya que salvar más de dos plantas desde alguna entrada principal accesible al edificio hasta alguna planta que no sea de ocupación nula, o cuando en total existan más de 200 m ² de superficie útil, excluida la superficie de zonas de ocupación nula en plantas sin entrada accesible al edificio, dispondrán de ascensor accesible o rampa accesible que comunique las plantas que no sean de ocupación nula con las de entrada accesible al edificio.
X	Las plantas que tengan zonas de uso público con más de 100 m ² de superficie útil o elementos accesibles, tales como plazas de aparcamiento accesibles, alojamientos accesibles, plazas reservadas, etc., dispondrán de ascensor accesible o rampa accesible que las comunique con las de entrada accesible al edificio.

La actuación se desarrollará en dos plantas.

1.1.3.- Accesibilidad en las plantas del edificio

Accesibilidad en las plantas del edificio	
	Los edificios de uso Residencial Vivienda dispondrán de un itinerario accesible que comunique el acceso accesible a toda planta (entrada principal accesible al edificio, ascensor accesible o previsión del mismo, rampa accesible) con las viviendas, con las zonas de uso comunitario y con los elementos asociados a viviendas accesibles para usuarios de silla de ruedas, tales como trasteros, plazas de aparcamiento accesibles, etc., situados en la misma planta.
X	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 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.

1.2.- DOTACIÓN DE ELEMENTOS ACCESIBLES

1.2.1.- Viviendas accesibles

Viviendas accesibles	
	Los edificios de uso Residencial Vivienda dispondrán del número de viviendas accesibles para usuarios de silla de ruedas y para personas con discapacidad auditiva según la reglamentación aplicable.

1.2.2.- Alojamientos accesibles

Los establecimientos de uso Residencial Público deberán disponer del número de alojamientos accesibles que se indica en la tabla 1.1.

Tabla 1.1 Número de alojamientos accesibles		
Número total de alojamientos	Número de alojamientos accesibles	
	Norma	Proyecto
De 5 a 50	1	
De 51 a 100	2	
De 101 a 150	4	
De 151 a 200	6	
Más de 200	8, y uno más cada 50 alojamientos o fracción adicionales a 250	

El edificio tendrá uso docente.

1.2.3.- Plazas de aparcamiento accesibles

Plazas de aparcamiento accesibles	
Norma	Proyecto
Todo edificio de uso Residencial Vivienda con aparcamiento propio contará con una plaza de aparcamiento accesible por cada vivienda accesible para usuarios de silla de ruedas.	El edificio tendrá uso docente.
En otros usos, todo edificio o establecimiento con aparcamiento propio cuya superficie construida exceda de 100 m2 contará con las siguientes plazas de aparcamiento accesibles: a) En uso Residencial Público, una plaza accesible por cada alojamiento accesible. b) En uso Comercial, Pública Concurrencia o Aparcamiento de uso público, una plaza accesible por cada 33 plazas de aparcamiento o fracción. c) En cualquier otro uso, una plaza accesible por cada 50 plazas de aparcamiento o fracción, hasta 200 plazas y una plaza accesible más por cada 100 plazas adicionales o fracción. En todo caso, dichos aparcamientos dispondrán al menos de una plaza de aparcamiento accesible por cada plaza reservada para usuarios de silla de ruedas.	

1.2.4.- Plazas reservadas

Plazas reservadas	
Norma	Proyecto
Los espacios con asientos fijos para el público, tales como auditorios, cines, salones de actos, espectáculos, etc., dispondrán de la siguiente reserva de plazas: a) Una plaza reservada para usuarios de silla de ruedas por cada 100 plazas o fracción. b) En espacios con más de 50 asientos fijos y en los que la actividad tenga una componente auditiva, una plaza reservada para personas con discapacidad auditiva por cada 50 plazas o fracción.	El edificio contará con asientos fijos para público, y tendrá la proporción señalada.
Las zonas de espera con asientos fijos dispondrán de una plaza reservada para usuarios de silla de ruedas por cada 100 asientos o fracción.	

1.2.5.- Piscinas

Piscinas	
Las piscinas abiertas al público, las de establecimientos de uso Residencial Público con alojamientos accesibles y las de edificios con viviendas accesibles para usuarios de silla de ruedas, dispondrán de alguna entrada al vaso mediante grúa para piscina o cualquier otro elemento adaptado para tal efecto. Se exceptúan las piscinas infantiles.	No existirá piscina.

1.2.6.- Servicios higiénicos accesibles

Servicios higiénicos accesibles	
Norma	Proyecto
Siempre que sea exigible la existencia de aseos o de vestuarios por alguna disposición legal de obligado cumplimiento, existirá al menos: a) Un aseo accesible por cada 10 unidades o fracción de inodoros instalados, pudiendo ser de uso compartido para ambos sexos. b) 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.	a) El local será de uso docente, y se dispone la dotación suficiente para cumplir la reglamentación en materia de trabajo.

1.2.7.- Mobiliario fijo

Mobiliario fijo	
Norma	Proyecto
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.	Existe zona de atención al público, en la que el mobiliario cumplirá con las características señaladas.

1.2.8.- Mecanismos

Mobiliario fijo	
Norma	Proyecto
Excepto en el interior de las viviendas y en las zonas de ocupación nula, los interruptores, los dispositivos de intercomunicación y los pulsadores de alarma serán mecanismos accesibles.	Por las características del uso previsto en parte del edificio (escuela infantil), los interruptores no pueden estar accesibles. En el resto del edificio, los interruptores serán accesibles.

2.- CONDICIONES Y CARACTERÍSTICAS DE LA INFORMACIÓN Y SEÑALIZACIÓN PARA LA ACCESIBILIDAD**1.2.- DOTACIÓN**

Con el fin de facilitar el acceso y la utilización independiente, no discriminatoria y segura de los edificios, se señalarán los elementos que se indican en la tabla 2.1, con las características indicadas en el apartado 2.2, en función de la zona en la que se encuentren.

Tabla 2.1 Señalización de elementos accesibles en función de su localización					
Elementos accesibles		En zonas de uso privado		En zonas de uso público	
X	Entradas al edificio accesibles.	—	Cuando existan varias entradas al edificio	X	En todo caso
X	Itinerarios accesibles.	—	Cuando existan varios recorridos alternativos	X	En todo caso
X	Ascensores accesibles.	—	En todo caso		
	Plazas reservadas.	—	En todo caso		
	Zonas dotadas con bucle magnético u otros sistemas adaptados para personas con discapacidad auditiva.	—	En todo caso		
	Plazas de aparcamiento accesibles.	—	En todo caso, excepto en uso Residencial Vivienda las vinculadas a un residente	—	En todo caso
X	Servicios higiénicos accesibles (aseo accesible, ducha accesible, cabina de vestuario accesible).	----		X	En todo caso
X	Servicios higiénicos de uso general.	----		X	En todo caso
X	Itinerario accesible que comunique vía pública con puntos de llamada accesibles, o en su ausencia, con puntos de atención accesibles.	----		X	En todo caso

1.2.- CARACTERÍSTICAS

Características	
X	Las entradas al edificio accesibles, los itinerarios accesibles, las plazas de aparcamiento accesibles y los servicios higiénicos accesibles (aseo, cabina de vestuario y ducha accesible) se señalizarán mediante SIA, complementado, en su caso, con flecha direccional.
	Los ascensores accesibles se señalizarán mediante SIA. Asimismo, contarán con indicación en Braille y arábigo en alto relieve a una altura entre 0,80 y 1,20 m, del número de planta en la jamba derecha en sentido salida de la cabina.
X	Los servicios higiénicos de uso general se señalizarán con pictogramas normalizados de sexo en alto relieve y contraste cromático, a una altura entre 0,80 y 1,20 m, junto al marco, a la derecha de la puerta y en el sentido de la entrada.
	Las bandas señalizadoras visuales y táctiles serán de color contrastado con el pavimento, con relieve de altura 3 ± 1 mm. en interiores y 5 ± 1 mm. en exteriores. Las exigidas en el apartado 4.2.3 de la Sección SUA 1 para señalar el arranque de escaleras, tendrán 80 cm. de longitud en el sentido de la marcha, anchura la del itinerario y acanaladuras perpendiculares al eje de la escalera. Las exigidas para señalar el itinerario accesible hasta un punto de llamada accesible o hasta un punto de atención accesible, serán de acanaladura paralela a la dirección de la marcha y de anchura 40 cm.
X	Las características y dimensiones del Símbolo Internacional de Accesibilidad para la movilidad (SIA) se establecen en la norma UNE 41501:2002.

SUA10. NOTA FINAL

Cualquier aclaración o duda respecto a los planos, memoria, anexos, presupuesto o pliego, así como cualquier modificación de sus determinaciones, se consultará previamente con la Dirección Facultativa.

Se considera que la documentación aportada describe suficientemente el proyecto. En cualquier caso, se queda a disposición de la propiedad, organismos competentes o empresa constructora para cualquier aclaración.

El presente documento es copia del original, del que JOSE Mª PRADA VELÁZQUEZ, arquitecto, es su autor. Su utilización total o parcial, así como cualquier reproducción o cesión a terceros, requerirá la previa y expresa autorización de su autor, quedando en todo caso **PROHIBIDA CUALQUIER MODIFICACIÓN UNILATERAL** del mismo.

en Barañain, a enero de 2023

prada arquitectura



Jose Mª Prada Velázquez
Arquitecto

DB-SI. SEGURIDAD EN CASO DE INCENDIO

SI1.	PROPAGACIÓN INTERIOR.....	1
SI2.	PROPAGACIÓN EXTERIOR	5
SI3.	EVACUACIÓN DE OCUPANTES	7
SI4.	INSTALACIONES DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS.....	13
SI5.	INTERVENCIÓN DE LOS BOMBEROS	14
SI6.	RESISTENCIA AL FUEGO DE LA ESTRUCTURA.....	15
SI7.	NOTA FINAL.....	16

SI1. PROPAGACIÓN INTERIOR

1.- COMPARTIMENTACIÓN EN SECTORES DE INCENDIO

- 1.- Los edificios se deben compartimentar en sectores de incendio según las condiciones que se establecen en la tabla 1.1 de esta Sección. Las superficies máximas indicadas en dicha tabla para los sectores de incendio pueden duplicarse cuando estén protegidos con una instalación automática de extinción.
- 2.- 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.

El objeto del presente proyecto es la ejecución de un graderío y vestuarios.

Se considera la ejecución de una serie de sectores de incendios, todos ellos de acuerdo a las superficies máximas señaladas en la tabla 1.1.

Se denominan a los sectores como S1 a S6.

- 3.- La resistencia al fuego de los elementos separadores de los sectores de incendio debe satisfacer las condiciones que se establecen en la tabla 1.2 de esta Sección. 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.

Tabla 1.2 Resistencia al fuego de las paredes, techos y puertas que delimitan sectores de incendio				
Elemento	Plantas bajo rasante	Resistencia al fuego		
		Plantas sobre rasante con edificio con altura de evacuación		
		h≤15 m.	15< h≤28 m.	h>28 m.
Paredes y techos que separan al sector considerado del resto del edificio, siendo su uso previsto:				
-Sector de riesgo mínimo en edificios 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
X -Comercial, Pública concurrencia, Hospitalario.	EI 120	EI 90	EI 120	EI 180
-Aparcamiento.	EI 120	EI 120	EI 120	EI 120
Puertas de paso entre sectores de incendio.	EI2 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 realiza a través de un vestíbulo de independencia y de dos puertas.			

SECTOR S1

-Paredes: la separación entre el sector considerado y otros se resuelve mediante 1/2 asta de ladrillo perforado enfoscado por la cara del local, lo que, según la tabla F.1 del Anejo F, proporciona una resistencia al fuego EI 120.

-Techos: la separación entre el sector considerado y el resto del edificio se resuelve mediante forjado de hormigón unidireccional de viguetas y bovedillas de hormigón, de 30+5 cm., lo que, según el Anejo c, punto 2.3.5., proporciona una resistencia al fuego REI 120. La estructura existente, por su parte, se ha reforzado mediante vigas metálicas, que están protegidas mediante mortero intumescente.

-Puertas de paso entre sectores de incendio: no existirán puertas de paso entre sectores de incendios.

2.- LOCALES Y ZONAS DE RIESGO ESPECIAL

- 1.- 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 tabla 2.1. Los locales y las zonas así clasificados deben cumplir las condiciones que se establecen en la tabla 2.2.2

Dentro de la actuación se considera la existencia de sendos locales de riesgo especial, denominado LR1 y LR2, y que corresponde a la sala de calderas y a la cocina.

Tabla 2.2 Condiciones de las zonas de riesgo especial integradas en edificios			
Característica	Riesgo bajo	Riesgo medio	Riesgo alto
Resistencia al fuego de la estructura portante.	R 90	R 120	R 180
Resistencia al fuego de las paredes y techos que separan la zona del resto del edificio.	EI 90	EI 120	EI 180
Vestíbulo de independencia en cada comunicación de la zona con el resto del edificio.	No	Sí	Sí
Puertas de comunicación con el resto del edificio.	El245-C5	2 x El230-C5	2 x El245-C5
Máximo recorrido hasta alguna salida del local.	≤25 m.	≤25 m.	≤25 m.

LOCAL DE RIESGO LR1 y LR2:

-Estructura:

- **Forjado:** de hormigón unidireccional de viguetas y bovedillas de hormigón, de 30+5 cm., lo que, según el Anejo c, punto 2.3.5., proporciona una resistencia al fuego REI 120. La estructura existente, por su parte, se ha reforzado mediante vigas metálicas, que están protegidas mediante mortero intumescente.
Según el tipo de local de riesgo especial que es (bajo), la resistencia al fuego exigida de la estructura portante será R 90.
- **Pilares:** existen pilares de hormigón armado, algunos de los cuales han sido reforzados. Son pilares de 35x35 cm., con un recubrimiento de armaduras de 40 mm. Según la tabla C.2 del apartado C.2.2 del Anejo C, un pilar con las características antes mencionadas tiene una resistencia al fuego R 120.
Según el tipo de local de riesgo especial que es (bajo), la resistencia al fuego exigida de la estructura portante será R 90.

-Paredes: la separación entre el local de riesgo especial y el sector que alberga la escuela infantil se resolverá mediante 1/2 asta de ladrillo hueco enfoscado por ambas caras. Aplicando la tabla F.1 del Anejo F, la resistencia al fuego de la 1/2 asta de ladrillo hueco enfoscado por ambas caras será EI 120.
Según el tipo de local de riesgo especial que es (bajo), la resistencia al fuego exigida a las paredes será EI 90.

-Vestíbulo de independencia: no existe comunicación entre la sala de calderas y el resto del edificio. Respecto al otro local de riesgo (la cocina), como ésta está dotada de un sistema de extinción automático, tendrá consideración de local de riesgo bajo, por lo que no será necesaria la existencia de vestíbulo previo.

-Puertas: la puerta de comunicación entre la cocina y el resto del edificio es de tipo El260-C5.

-Máximo recorrido de evacuación: el máximo recorrido de evacuación será inferior a 25 m.

- 2.- 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.

Las necesidades de ventilación de la sala de calderas se resolverán hacia el exterior de la misma, no menoscabando las condiciones de compartimentación existentes con el resto del edificio.

3.- ESPACIOS OCULTOS. PASO DE INSTALACIONES A TRAVÉS DE ELEMENTOS DE COMPARTIMENTACIÓN DE INCENDIOS

- 1.- La compartimentación contra incendios de los espacios ocupables debe tener continuidad en los espacios ocultos, tales como patinillos, cámaras, falsos techos, suelos elevados, etc., salvo cuando éstos estén compartimentados respecto de los primeros al menos con la misma resistencia al fuego, pudiendo reducirse ésta a la mitad en los registros para mantenimiento.

Existirán varios puntos en los que las instalaciones atraviesan elementos de compartimentación:

-Bajantes de fecales.

-Paso de las diferentes instalaciones y servicios entre la sala de instalaciones y el resto del edificio.

Al margen de que puntualmente alguno de los patinillos pudiera estar compartimentado con una resistencia al fuego adecuada, se plantea la colmatación del hueco de paso con mortero intumescente específico para tal fin, dejando como paso únicamente el del propio conducto.

- 2.- Se limita a tres plantas y a 10 m el desarrollo vertical de las cámaras no estancas en las que existan elementos cuya clase de reacción al fuego no sea B-s3,d2, BL-s3,d2 ó mejor.

No existirán cámaras no estancas en el local objeto de la adecuación.

- 3.- La resistencia al fuego requerida a los elementos de compartimentación de incendios se debe mantener en los puntos en los que dichos elementos son atravesados por elementos de las instalaciones, tales como cables, tuberías, conducciones, conductos de ventilación, etc., excluidas las penetraciones cuya sección de paso no exceda de 50 cm². Para ello puede optarse por una de las siguientes alternativas:

a) Disponer un elemento que, en caso de incendio, obture automáticamente la sección de paso y garantice en dicho punto una resistencia al fuego al menos igual a la del elemento atravesado, por ejemplo, una compuerta cortafuegos automática El t (i→o) siendo t el tiempo de resistencia al fuego requerida al elemento de compartimentación atravesado, o un dispositivo intumescente de obturación.

b) Elementos pasantes que aporten una resistencia al menos igual a la del elemento atravesado, por ejemplo, conductos de ventilación El t (i→o) siendo t el tiempo de resistencia al fuego requerida al elemento de compartimentación atravesado.

Se cumplirá obturando los pasos mediante mortero intumescente.

4.- REACCIÓN AL FUEGO DE LOS ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS, DECORATIVOS Y DE MOBILIARIO

- 1.- Los elementos constructivos deben cumplir las condiciones de reacción al fuego que se establecen en la tabla 4.1.

Tabla 4.2 Clases de reacción al fuego de los elementos constructivos, decorativos y de mobiliario			
Situación del elemento		Revestimientos	
		De techos y paredes	De suelos
X	Zonas ocupables.	C-s2,d0	E _{FL}
	Pasillos y escaleras protegidas.	B-s1, d0	C _{FL} -s1
	Aparcamientos y recintos de riesgo especial.	B-s1, d0	B _{FL} -s1
X	Espacios ocultos no estancos, tales como patinillos, falsos techos y suelos elevados (excepto los existentes dentro de las viviendas), etc. o que siendo estancos, contengan instalaciones susceptibles de iniciar o de propagar un incendio.	B-s3, d0	B _{FL} -s2

-Paredes: las paredes se resolverán mediante tabiquería y trasdosado de cartón-yeso, cuya reacción al fuego es B-s1, d0.

Excepto en algunas zonas (despachos), la mayor parte de los paramentos cuentan con algún tipo de revestimiento, bien de vinilo, bien de tablero fenólico. En ambos casos, la reacción al fuego es de tipo B-s1, d0.

-**Techos:** existirá falso techo en la totalidad del local, tanto de placas continuas de cartón-yeso como de tablero de virutas de madera ligadas con resina (tipo Herakustik). La reacción al fuego de ambos elementos es B-s1, d0.

-**Suelos:** el pavimento de la escuela infantil se resolverá mediante baldosa cerámica y mediante pavimento de vinilo. La reacción al fuego de la baldosa de gres es A1, mientras que la del pavimento vinílico es Bfl-s1.

En todos los casos, los valores de reacción obtenidos son superiores a los exigidos por la norma.

SI2. PROPAGACIÓN EXTERIOR

1.- MEDIANERÍAS Y FACHADAS

1.- Los elementos verticales separadores de otro edificio deben ser al menos EI 120.

El edificio en el que se ubica el centro docente es un edificio aislado, dotado de su propia parcela, por lo que no existen edificios contiguos de los que separarse.

2.- 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 que se indica a continuación, como mínimo, en función del ángulo α formado por los planos exteriores de dichas fachadas (véase figura 1.1). Para valores intermedios del ángulo α , la distancia d puede obtenerse por interpolación lineal.

Cuando se trate de edificios diferentes y colindantes, los puntos de la fachada del edificio considerado que no sean al menos EI 60 cumplirán el 50% de la distancia d hasta la bisectriz del ángulo formado por ambas fachadas.

α	0°	45°	60°	X	90°	135°	X	180°
d mínima (m)	3,00	2,75	2,50		2,00	1,25		0,50

Se cumplen las resistencia al fuego señaladas y las distancias para evitar la propagación de incendio entre sectores diferentes.

3.- Con el fin de limitar el riesgo de propagación vertical del incendio por fachada entre dos sectores de incendio, entre una zona de riesgo especial alto y otras zonas más altas del edificio, o bien hacia una escalera protegida o hacia un pasillo protegido desde otras zonas, dicha fachada debe ser al menos EI 60 en una franja de 1 m de altura, como mínimo, medida sobre el plano de la fachada (véase figura 1.7). En caso de existir elementos salientes aptos para impedir el paso de las llamas, la altura de dicha franja podrá reducirse en la dimensión del citado saliente (véase figura 1.8).

Se cumplen las resistencias al fuego señaladas, las distancias y las soluciones constructivas para evitar la propagación de incendio entre sectores diferentes.

4.- La clase de reacción al fuego de los materiales que ocupen más del 10% de la superficie del acabado exterior de las fachadas o de las superficies interiores de las cámaras ventiladas que dichas fachadas puedan tener, será B-s3,d2 hasta una altura de 3,5 m como mínimo, en aquellas fachadas cuyo arranque inferior sea accesible al público desde la rasante exterior o desde una cubierta, y en toda la altura de la fachada cuando esta exceda de 18 m, con independencia de donde se encuentre su arranque.

La fachada se resolverá mediante paneles prefabricados de hormigón y mediante panel minionda de aluminio lacado. El resto será superficie acristalada.

La reacción tanto del revestimiento de hormigón prefabricado, del metálico como de la superficie acristalada (perfilería de carpintería incluida), es A1, que resultan superior a la exigida en la tabla.

2.- CUBIERTAS

1.- Con el fin de limitar el riesgo de propagación exterior del incendio por la cubierta, ya sea entre dos edificios colindantes, ya sea en un mismo edificio, ésta tendrá una resistencia al fuego REI 60, como mínimo, en una franja de 0,50 m de anchura medida desde el edificio colindante, así como en una franja de 1,00 m de anchura situada sobre el encuentro con la cubierta de todo elemento compartimentador de un sector de incendio o de un local de riesgo especial alto. Como alternativa a la condición anterior puede optarse por prolongar la medianería o el elemento compartimentador 0,60 m, por encima del acabado de la cubierta.

La cubierta nueva se resolverá mediante forjado de hormigón, sobre la que se dispondrá una cubierta invertida (impermeabilización, aislamiento y grava), teniendo toda ella una resistencia al fuego REI 120.

- 2.- En el encuentro entre una cubierta y una fachada que pertenezcan a sectores de incendio o a edificios diferentes, la altura h sobre la cubierta a la que deberá estar cualquier zona de fachada cuya resistencia al fuego no sea al menos EI 60 será la que se indica a continuación, en función de la distancia d de la fachada, en proyección horizontal, a la que esté cualquier zona de la cubierta cuya resistencia al fuego tampoco alcance dicho valor.

d	$\geq 2,50$	2,00	1,75	1,50	1,25	1,00	0,75	0,50	0
d mínima (m)	0	1,00	1,50	2,00	2,50	3,00	3,50	4,00	5,00

La resistencia al fuego de todos los elementos de cubierta es superior a EI 60.

SI3. EVACUACIÓN DE OCUPANTES

1.- COMPATIBILIDAD DE LOS ELEMENTOS DE EVACUACIÓN

- 1.- Los establecimientos de uso Comercial o Pública Concurrencia de cualquier superficie y los de uso Docente, Hospitalario, Residencial Público o Administrativo cuya superficie construida sea mayor que 1.500 m², si están integrados en un edificio cuyo uso previsto principal sea distinto del suyo, deben cumplir las siguientes condiciones:
- a) Sus salidas de uso habitual y los recorridos hasta el espacio exterior seguro estarán situados en elementos independientes de las zonas comunes del edificio y compartimentados respecto de éste de igual forma que deba estarlo el establecimiento en cuestión, según lo establecido en el capítulo 1 de la Sección 1 de este DB. No obstante, dichos elementos podrán servir como salida de emergencia de otras zonas del edificio,
 - b) Sus salidas de emergencia podrán comunicar con un elemento común de evacuación del edificio a través de un vestíbulo de independencia, siempre que dicho elemento de evacuación esté dimensionado teniendo en cuenta dicha circunstancia.

El uso del edificio será docente.

El edificio docente cuenta con sus salidas de uso habitual y de emergencia directamente al exterior.

- 2.- Como excepción, los establecimientos de uso Pública Concurrencia cuya superficie construida total no exceda de 500 m² y estén integrados en centros comerciales podrán tener salidas de uso habitual o salidas de emergencia a las zonas comunes de circulación del centro. Cuando su superficie sea mayor que la indicada, al menos las salidas de emergencia serán independientes respecto de dichas zonas comunes.

No es de aplicación, puesto que la actuación que nos ocupa es de uso docente.

2.- CÁLCULO DE LA OCUPACIÓN

Para calcular la ocupación deben tomarse los valores de densidad de ocupación que se indican en la tabla 2.1 en función de la superficie útil de cada zona, salvo cuando sea previsible una ocupación mayor o bien cuando sea exigible una ocupación menor en aplicación de alguna disposición legal de obligado cumplimiento, como puede ser en el caso de establecimientos hoteleros, docentes, hospitales, etc. En aquellos recintos o zonas no incluidos en la tabla se deben aplicar los valores correspondientes a los que sean más asimilables.

El uso del espacio objeto del proyecto será deportivo, por lo que se ha partido de ese uso como el de referencia a la hora de determinar los ratios y calcular las ocupaciones de las estancias.

No obstante, se han usado ratios de otros usos, si se considera que plasman mejor el uso y actividad de esos espacios.

La ocupación total del edificio es de 100 personas.

Para la ocupación total no se han contabilizado la ocupación de aseos y baños (identificados en la tabla con un asterisco), ya que tal y como se establece en los criterios de interpretación del presente documento, debe entenderse esa ocupación como alternativa con la del resto de espacios, y únicamente tenerse en cuenta de cara al dimensionamiento de los elementos de evacuación de esos espacios.

3.- NUMERO DE SALIDAS Y LONGITUD DE LOS RECORRIDOS DE EVACUACIÓN

No existirá ninguna estancia o recinto que requiera más de dos salidas, ya que la ocupación será inferior a 50 personas, la longitud de evacuación más desfavorable no excederá los 25 m. y la altura de evacuación descendente no excederá los 28 m.

En concreto, la ocupación de la estancia más desfavorable, el aula de usos múltiples, será de 31 personas, inferior a 50 personas. Sin embargo, esa aula, por cuestiones de funcionamiento, sí cuenta con dos puertas de acceso desde el distribuidor y una hacia el patio.

A continuación, como estancia con mayor ocupación (dejando el vestíbulo, que no podría considerarse como una estancia en sí), estaría cualquiera de las aulas o el taller, cada una con 16 personas de ocupación prevista, aunque también dotadas de dos puertas (una hacia el distribuidor y otra hacia el patio).

Lo que sí cuenta con una ocupación mayor de 50 personas es la totalidad de la escuela infantil (200 personas), por lo que requerirá al menos dos salidas y unos recorridos de evacuación que no excedan de 35 m. desde el origen más desfavorable, existiendo antes de los 25 m. un recorrido alternativo.

Se han considerado dos recorridos como los más desfavorables (recorrido de evacuación 2, desde el baño doble del aula mixta y de 1-2 años; y el recorrido de evacuación 3, y desde la sala de usos múltiples).

En ambos casos, la distancia hasta una salida es inferior a 35 m., y existe, antes de los 25 m. un recorrido alternativo.

Es conveniente señalar que en ninguno de los dos casos se han considerado las salidas a patio de las aulas, aunque todas cuentan con una salida de ese tipo.

4.- DIMENSIONADO DE LOS MEDIOS DE EVACUACIÓN

4.1.- CRITERIOS PARA LA ASIGNACIÓN DE LOS OCUPANTES

- 1.- Cuando en una zona, en un recinto, en una planta o en el edificio deba existir más de una salida, considerando también como tales los puntos de paso obligado, la distribución de los ocupantes entre ellas a efectos de cálculo debe hacerse suponiendo inutilizada una de ellas, bajo la hipótesis más desfavorable.

El edificio cuenta con tres salidas, identificadas como salidas 1, 2 y 3.

- 2.- A efectos del cálculo de la capacidad de evacuación de las escaleras y de la distribución de los ocupantes entre ellas, cuando existan varias, no es preciso suponer inutilizada en su totalidad alguna de las escaleras protegidas, de las especialmente protegidas o de las compartimentadas como los sectores de incendio, existentes. En cambio, cuando deban existir varias escaleras y estas sean no protegidas y no compartimentadas, debe considerarse inutilizada en su totalidad alguna de ellas, bajo la hipótesis más desfavorable.
- 3.- En la planta de desembarco de una escalera, el flujo de personas que la utiliza deberá añadirse a la salida de planta que les corresponda, a efectos de determinar la anchura de esta. Dicho flujo deberá estimarse, o bien en $160 A$ personas, siendo A la anchura, en metros, del desembarco de la escalera, o bien en el número de personas que utiliza la escalera en el conjunto de las plantas, cuando este número de personas sea menor que $160A$.

Las escaleras cumplen para los usuarios asignados.

4.2.- CÁLCULO

El dimensionado de los elementos de evacuación debe realizarse conforme a lo que se indica en la tabla 4.1.

Los elementos de evacuación existentes serán puertas y pasillos.

-Puertas:

- P1:** Puerta de salida de las salas. Se trata de una puerta de una hoja abatible de eje vertical, con apertura hacia el interior del aula. La anchura de paso libre de la puerta será de 0,90 m.
El mayor número de personas que podrán usar la puerta para una evacuación será de 16 personas, por lo que se cumple lo establecido en la tabla 4.1, $A \geq P/200 \geq 0,80$ m. ($0,90 \geq 0,08 \geq 0,80$ m.).
- P2:** Puerta de salida de baños y vestuarios. Se trata de una puerta de una hoja abatible de eje vertical, con apertura hacia el interior del baño, dormitorio o vestuario. La anchura de paso libre de la puerta será de 0,90 m.
El mayor número de personas que podrán usar la puerta para una evacuación será de 7 personas, por lo que se cumple lo establecido en la tabla 4.1, $A \geq P/200 \geq 0,80$ m. ($0,90 \geq 0,035 \geq 0,80$ m.).
- P4:** Puerta de salida de almacenes y zonas técnicas (limpieza, etc.). Se trata de una puerta de una hoja abatible de eje vertical, con apertura hacia el interior del aseo. La anchura de paso libre de la puerta será de 1,00 ó 1,10 m. (según el caso).
El mayor número de personas que podrán usar la puerta para una evacuación será de 1 persona, por lo que se cumple lo establecido en la tabla 4.1, $A \geq P/200 \geq 0,80$ m. ($1,00 \geq 0,005 \geq 0,80$ m.).
- P5:** Puerta de salida al exterior del edificio.
Existen tres puertas abatibles de eje vertical, con apertura hacia el exterior. Las anchuras de paso varían, desde los 2,00 m. de la salida 1 (puerta doble), al 1,20 m. de las salidas 2 y 3 (una sola hoja). Considerando la salida 1 inutilizada, el resto de personas del edificio (200 p.) evacuarían a través de las otras dos puertas restantes.
Por lo tanto, por cada una de las restantes salidas (salida 2 y salida 3) evacuarían un total de 100 personas (200 personas repartidas entre dos salidas), por lo que se cumple lo establecido en la tabla 4.1, $A \geq P/200 \geq 0,80$ m. ($1,20 \geq 0,50 \geq 0,80$ m.).

-Pasillos:

Para la evacuación es preciso atravesar los dos pasillos existentes (identificados como distribuidor 1 y distribuidor 2). La anchura libre del pasillo será de 2,40 m.
El mayor número de personas que podrán usar el pasillo para una evacuación será el de la totalidad de la ocupación del edificio (200 personas), por lo que se cumple lo establecido en la tabla 4.1, $A \geq P/200 \geq 1,00$ m. ($2,40 \geq 1,00 \geq 1,00$ m.).

Aunque no es propiamente un pasillo, el vestíbulo de acceso tiene ciertas semejanzas con uno, por lo que se considera adecuado justificar su adecuación.

Se trata de un espacio con una anchura de 4,50 m., y que sería necesario atravesar para la evacuación a través de la salida 1.

El mayor número de personas que podrán usar el pasillo para una evacuación será el de las personas asignadas a la salida 1 en caso de inutilización de alguna de las otras dos salidas (100 personas), por lo que se cumple lo establecido en la tabla 4.1, $A \geq P/200 \geq 1,00$ m. ($4,50 \geq 0,50 \geq 1,00$ m.).

5.- PROTECCIÓN DE ESCALERAS

Una de las escaleras (la E2) será protegida, mientras el resto serán abiertas.

6.- PUERTAS SITUADAS EN RECORRIDOS DE EVACUACIÓN

- 1.- Las puertas previstas como salida de planta o de edificio y las previstas para la evacuación de más de 50 personas serán abatibles con eje de giro vertical y su sistema de cierre, o bien no actuará mientras haya actividad en las zonas a evacuar, o bien consistirá en un dispositivo de fácil y rápida apertura desde el lado del cual provenga dicha evacuación, sin tener que utilizar una llave y sin tener que actuar sobre más de un mecanismo. Las anteriores condiciones no son aplicables cuando se trate de puertas automáticas.
- 2.- Se considera que satisfacen el anterior requisito funcional los dispositivos de apertura mediante manilla o pulsador conforme a la norma UNE-EN 179:2009, cuando se trate de la evacuación de zonas ocupadas por personas que en su mayoría estén familiarizados con la puerta considerada, así como en caso contrario, cuando se trate de puertas con apertura en el sentido de la evacuación conforme al punto 3 siguiente, los de barra horizontal de empuje o de deslizamiento conforme a la norma UNE EN 1125:2009.

Todas las puertas del edificio serán abatibles de eje vertical, y su sistema de apertura será mediante un pulsador conforme a la norma UNE EN 179:2009.

El resto de puertas situadas en recorridos de evacuación serán abatibles de eje vertical, y con manilla.

3.- Abrirá en el sentido de la evacuación toda puerta de salida:

a) Prevista para el paso de más de 200 personas en edificios de uso Residencial Vivienda o de 100 personas en los demás casos.

b) Prevista para más de 50 ocupantes del recinto o espacio en el que esté situada.

Para la determinación del número de personas que se indica en a) y b) se deberán tener en cuenta los criterios de asignación de los ocupantes establecidos en el apartado 4.1 de esta Sección.

Tanto las puertas de salida como la existente entre el vestíbulo 1 y el recibidor abrirán en el sentido de la evacuación.

El resto de puertas del edificio no lo harán, ya que ninguna está prevista para el paso de más de 100 personas, ni existe ninguna estancia con una ocupación mayor de 50 personas.

4.- Cuando existan puertas giratorias, deben disponerse puertas abatibles de apertura manual contiguas a ellas, excepto en el caso de que las giratorias sean automáticas y dispongan de un sistema que permita el abatimiento de sus hojas en el sentido de la evacuación, ante una emergencia o incluso en el caso de fallo de suministro eléctrico, mediante la aplicación manual de una fuerza no superior a 220 N. La anchura útil de este tipo de puertas y de las de giro automático después de su abatimiento, debe estar dimensionada para la evacuación total prevista.

No existirán puertas giratorias.

5.- Las puertas peatonales automáticas dispondrán de un sistema que en caso de fallo en el suministro eléctrico o en caso de señal de emergencia, cumplirá las siguientes condiciones, excepto en posición de cerrado seguro:

a) Que, cuando se trate de una puerta corredera o plegable, abra y mantenga la puerta abierta o bien permita su apertura abatible en el sentido de la evacuación mediante simple empuje con una fuerza total que no exceda de 220 N. La opción de apertura abatible no se admite cuando la puerta esté situada en un *itinerario accesible* según DB SUA.

b) Que, cuando se trate de una puerta abatible o giro-batiente (oscilo-batiente), abra y mantenga la puerta abierta o bien permita su abatimiento en el sentido de la evacuación mediante simple empuje con una fuerza total que no exceda de 150 N. Cuando la puerta esté situada en un *itinerario accesible* según DB SUA, dicha fuerza no excederá de 25 N, en general, y de 65 N cuando sea resistente al fuego.

La fuerza de apertura abatible se considera aplicada de forma estática en el borde de la hoja, perpendicularmente a la misma y a una altura de 1000 ± 10 mm.. Las puertas peatonales automáticas se someterán obligatoriamente a las condiciones de mantenimiento conforme a la norma UNE-EN 12635:2002+A1:2009.

No existirán puertas peatonales automáticas.

7.- SEÑALIZACIÓN DE LOS MEDIOS DE EVACUACIÓN

1.- Se utilizarán las señales de evacuación definidas en la norma UNE 23034:1988, conforme a los siguientes criterios:

a) Las salidas de recinto, planta o edificio tendrán una señal con el rótulo "SALIDA", excepto en edificios de uso Residencial Vivienda y, en otros usos, cuando se trate de salidas de recintos cuya superficie no exceda de 50 m², sean fácilmente visibles desde todo punto de dichos recintos y los ocupantes estén familiarizados con el edificio.

Se colocarán rótulos de "SALIDA" en todas las puertas del local.

b) La señal con el rótulo "Salida de emergencia" debe utilizarse en toda salida prevista para uso exclusivo en caso de emergencia.

La salida 3 tiene consideración de salida de emergencia, por lo que se colocará dicha señal.

c) Deben disponerse señales indicativas de dirección de los recorridos, visibles desde todo origen de evacuación desde el que no se perciban directamente las salidas o sus señales indicativas y, en

particular, frente a toda salida de un recinto con ocupación mayor que 100 personas que acceda lateralmente a un pasillo.

d) En los puntos de los recorridos de evacuación en los que existan alternativas que puedan inducir a error, también se dispondrán las señales antes citadas, de forma que quede claramente indicada la alternativa correcta. Tal es el caso de determinados cruces o bifurcaciones de pasillos, así como de aquellas escaleras que, en la planta de salida del edificio, continúen su trazado hacia plantas más bajas, etc.

Se colocarán señales de dirección de los recorridos de evacuación, visibles según lo dispuesto, y que permitan la orientación en caso de evacuación.

e) En dichos recorridos, junto a las puertas que no sean salida y que puedan inducir a error en la evacuación debe disponerse la señal con el rótulo "Sin salida" en lugar fácilmente visible pero en ningún caso sobre las hojas de las puertas.

No existirán puertas que puedan inducir a error.

f) Las señales se dispondrán de forma coherente con la asignación de ocupantes que se pretenda hacer a cada salida, conforme a lo establecido en el capítulo 4 de esta Sección.

Las señales se dispondrán de manera coherente.

g) Los itinerarios accesibles (ver definición en el Anejo A del DB SUA) para personas con discapacidad que conduzcan a una zona de refugio, a un sector de incendio alternativo previsto para la evacuación de personas con discapacidad, o a una salida del edificio accesible se señalarán mediante las señales establecidas en los párrafos anteriores a), b), c) y d) acompañadas del SIA (Símbolo Internacional de Accesibilidad para la movilidad). Cuando dichos itinerarios accesibles conduzcan a una zona de refugio o a un sector de incendio alternativo previsto para la evacuación de personas con discapacidad, irán además acompañadas del rótulo "ZONA DE REFUGIO".

Las señales que se colocarán en el local irán previstas del SIA, al ser itinerarios accesibles a una salida del local accesible. No existirán itinerarios accesibles que conduzcan a zonas de refugio o a un sector de incendios alternativo previsto para la evacuación de personas con discapacidad.

h) La superficie de las zonas de refugio se señalará mediante diferente color en el pavimento y el rótulo "ZONA DE REFUGIO" acompañado del SIA colocado en una pared adyacente a la zona.

No existirá zona de refugio.

2.- 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.

Las señales serán fotoluminiscentes, y cumplirán 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 la norma UNE 23035-3:2003.

8.- CONTROL DEL HUMO DE INCENDIO

1.- En los casos que se indican a continuación se debe instalar un sistema de control del humo de incendio capaz de garantizar dicho control durante la evacuación de los ocupantes, de forma que ésta se pueda llevar a cabo en condiciones de seguridad:

- a) Zonas de uso Aparcamiento que no tengan la consideración de aparcamiento abierto;
- b) Establecimientos de uso Comercial o Pública Concurrencia cuya ocupación exceda de 1000 personas;
- c) Atrios, cuando su ocupación en el conjunto de las zonas y plantas que constituyan un mismo sector de incendio, exceda de 500 personas, o bien cuando esté previsto para ser utilizado para la evacuación de más de 500 personas.

El uso del edificio objeto de la actuación será docente, con una ocupación menor de 1000 personas, por lo que no es exigible la instalación de un sistema de control de humo de incendio.

No obstante, se ha dotado al centro de un sistema de detección de humo, con sus correspondientes pulsadores, centralita de gestión y sirena exterior.

9.- EVACUACIÓN DE PERSONAS CON DISCAPACIDAD EN CASO DE INCENDIO

- 1.- En los edificios de uso Residencial Vivienda con altura de evacuación superior a 28 m, de uso Residencial Público, Administrativo o Docente con altura de evacuación superior a 14 m, de uso Comercial o Pública Concurrencia con altura de evacuación superior a 10 m o en plantas de uso Aparcamiento cuya superficie exceda de 1.500 m², toda planta que no sea zona de ocupación nula y que no disponga de alguna salida del edificio accesible dispondrá de posibilidad de paso a un sector de incendio alternativo mediante una salida de planta accesible o bien de una zona de refugio apta para el número de plazas que se indica a continuación:

- Una para usuario de silla de ruedas por cada 100 ocupantes o fracción, conforme a SI3-2.
- Una para persona con otro tipo de movilidad reducida por cada 33 ocupantes o fracción, conforme a SI3-2 (excepto en uso Residencial Vivienda).

En terminales de transporte podrán utilizarse bases estadísticas propias para estimar el número de plazas reservadas a personas con discapacidad.

El uso del edificio objeto de la actuación será docente, y se desarrollará solo en una planta (planta baja), por lo que la altura de evacuación es de tan solo 25 cm. (el desnivel existente entre la planta baja y la vía pública).

Por lo tanto, no es de aplicación el presente apartado.

- 2.- Toda planta que disponga de zonas de refugio o de una salida de planta accesible de paso a un sector alternativo contará con algún itinerario accesible entre todo origen de evacuación situado en una zona accesible y aquéllas.

No existirán zonas de refugio ni salidas de planta accesibles de paso a un sector de incendios alternativo.

- 3.- Toda planta de salida del edificio dispondrá de algún itinerario accesible desde todo origen de evacuación situado en una zona accesible hasta alguna salida del edificio accesible.

El local objeto de la actuación se desarrollará sólo en planta baja. La evacuación se desarrollará siempre a través de itinerarios accesibles.

- 4.- En plantas de salida del edificio podrán habilitarse salidas de emergencia accesibles para personas con discapacidad diferentes de los accesos principales del edificio.

El edificio cuenta con una salida de emergencia, aunque su uso es indistinto tanto para personas discapacitadas como para las que no lo son.

SI4. INSTALACIONES DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

1.- DOTACIÓN DE INSTALACIONES DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

Los edificios deben disponer de los equipos e instalaciones de protección contra incendios que se indican en la tabla 1.1.

-Extintores portátiles:

Se colocarán 7 extintores portátiles: uno en el vestíbulo (junto a la salida 1); tres en el distribuidor 1 (junto al acceso al vestíbulo, junto a la salida 2 y junto a la puerta del almacén de juguetes); uno en el distribuidor 2 (junto a la salida 3); uno en el oficio (junto a la puerta de acceso a la cocina); y otro en el cuarto de instalaciones.

Así mismo, se colocará un extintor de CO2 junto al cuadro eléctrico secundario (situado en el distribuidor 1); y otro en la sala de instalaciones.

-Bocas de incendio equipadas (BIEs):

No será necesaria su instalación.

-Columna seca:

No será necesaria su instalación.

Sistema de alarma:

Se instalará un sistema de alarma de incendios, formado por una central de incendios y diferentes detectores, y conectado a su vez a una sirena acústico-óptica situada en el exterior del local, en la fachada de acceso.

-Sistema de detección de incendio:

Se colocarán detectores de incendios en las todas las estancias (excepto en aseos y baños).

-Ascensor de emergencia:

No será necesaria su instalación.

-Hidrantes exteriores:

Será necesaria su instalación.

Instalación automática de extinción:

No será necesaria su instalación.

2.- SEÑALIZACIÓN DE INSTALACIONES MANUALES DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

3.- 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 10 m.
- b) 420 x 420 mm. cuando la distancia de observación esté comprendida entre 10 y 20 m.
- c) 594 x 594 mm. cuando la distancia de observación esté comprendida entre 20 y 30 m.

Los medios manuales de protección contra incendios estarán señalados con señales fotoluminiscentes, de 210x210 mm., según la norma UNE 23033-1.

SI5. INTERVENCIÓN DE LOS BOMBEROS

1.- APROXIMACIÓN A LOS EDIFICIOS

Las condiciones de aproximación al edificio serán las existentes hasta llegar al límite de parcela. Una vez en el interior de la parcela, los huecos previstos cumplen las determinaciones del presente apartado.

2.- ACCESIBILIDAD POR FACHADA

- 1.- Las fachadas a las que se hace referencia en el apartado 1.2 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.

Tanto la fachada delantera como la posterior contarán con huecos que cumplirán las condiciones exigidas.

- 2.- Los aparcamientos robotizados dispondrán, en cada sector de incendios en que estén compartimentados, de una vía compartimentada con elementos EI 120 y puertas EI2 60-C5 que permita el acceso de los bomberos hasta cada nivel existente, así como de un sistema mecánico de extracción de humo capaz realizar 3 renovaciones/hora.

No existirán aparcamientos robotizados.

SI6. RESISTENCIA AL FUEGO DE LA ESTRUCTURA

3.- ELEMENTOS ESTRUCTURALES PRINCIPALES

- 1.- Se considera que la resistencia al fuego de un elemento estructural principal del edificio (incluidos forjados, vigas y soportes), es suficiente si se cumple alguna de estas dos condiciones:
- Alcanza la clase indicada en la tabla 3.1 o 3.2 que representa el tiempo en minutos de resistencia ante la acción representada por la curva normalizada tiempo temperatura.
 - Soporta dicha acción durante el tiempo equivalente de exposición al fuego indicado en el anejo B.

Tabla 3.1 Resistencia al fuego suficiente de los elementos estructurales					
Uso del sector considerado		Plantas de sótano	Plantas sobre rasante		
			Plantas sobre rasante con edificio con altura de evacuación		
			≤15 m.	≤28 m.	>28 m.
	-Vivienda unifamiliar.	R 30	R 30	—	—
	Residencial Vivienda, Residencial Público, Docente, Administrativo.	R 120	R 60	R 90	R 120
X	Comercial, Pública concurrencia, Hospitalario.	R 120	R 90	R 120	R 180
	Aparcamiento (edificio de uso exclusivo o situado sobre otro uso).	R 90			
	Aparcamiento (situado bajo un uso distinto).	R 120			

Tabla 3.2 Resistencia al fuego suficiente de los elementos estructurales de zonas de riesgo especial integradas en edificios		
X	Riesgo especial bajo.	R 90
	Riesgo especial medio.	R 120
X	Riesgo especial alto.	R 180

El uso del edificio objeto del proyecto será Docente, y su altura de evacuación es de 25 cm.

-Pilares:

- Pilares de hormigón armado, Son pilares de 35x35 cm., con un recubrimiento de armaduras de 40 mm. Según la tabla C.2 del apartado C.2.2 del Anejo C, un pilar con las características antes mencionadas tiene una resistencia al fuego R 120, por lo que cumple tanto con la resistencia señalada en la tabla 3.1 como en la tabla 3.2 (relativo al local de riesgo especial bajo).

-Forjados:

- Hormigón unidireccional de viguetas y bovedillas de hormigón, de 30+5 cm., lo que, según el Anejo c, punto 2.3.5., proporciona una resistencia al fuego REI 120, por lo que cumple tanto con la resistencia señalada en la tabla 3.1 como en la tabla 3.2 (relativo al local de riesgo especial bajo).

4.- ELEMENTOS ESTRUCTURALES SECUNDARIOS

No existirán elementos estructurales secundarios.

6.- DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA AL FUEGO

La resistencia al fuego de todos los elementos se ha obtenido tanto comprobando las dimensiones de su sección transversal con lo indicado en las distintas tablas, según el material, dadas en los anejos C a F, para las distintas resistencias al fuego, como mediante los métodos simplificados dados en los mismos anejos.

SI7. NOTA FINAL

Cualquier aclaración o duda respecto a los planos, memoria, anexos, presupuesto o pliego, así como cualquier modificación de sus determinaciones, se consultará previamente con la Dirección Facultativa.

Se considera que la documentación aportada describe suficientemente el proyecto. En cualquier caso, se queda a disposición de la propiedad, organismos competentes o empresa constructora para cualquier aclaración.

El presente documento es copia del original, del que JOSE Mª PRADA VELÁZQUEZ, arquitecto, es su autor. Su utilización total o parcial, así como cualquier reproducción o cesión a terceros, requerirá la previa y expresa autorización de su autor, quedando en todo caso **PROHIBIDA CUALQUIER MODIFICACIÓN UNILATERAL** del mismo.

en Barañain, a enero de 2023

prada arquitectura



Jose Mª Prada Velázquez
Arquitecto

DB-HS. SALUBRIDAD

HS1.	PROTECCIÓN FRENTE A LA HUMEDAD.....	1
HS2.	RECOGIDA Y EVACUACIÓN DE RESIDUOS	23
HS3.	CALIDAD DEL AIRE INTERIOR	24
HS4.	SUMINISTRO DE AGUA	25
HS5.	EVACUACIÓN DE AGUAS.....	34
HS6.	NOTA FINAL.....	46

HS1. PROTECCIÓN FRENTE A LA HUMEDAD

1.- GENERALIDADES

1.1.- ÁMBITO DE APLICACIÓN

Ámbito de aplicación	
X	Muros y los suelos que están en contacto con el terreno y cerramientos que están en contacto con el aire exterior (fachadas y cubiertas) de todos los edificios incluidos en el ámbito de aplicación general del CTE. Los suelos elevados se consideran suelos que están en contacto con el terreno. Las medianerías que vayan a quedar descubiertas porque no se ha edificado en los solares colindantes o porque la superficie de las mismas excede a las de las colindantes se consideran fachadas. Los suelos de las terrazas y los de los balcones se consideran cubiertas.
X	La comprobación de la limitación de humedades de condensación superficiales e intersticiales debe realizarse según lo establecido en la Sección HE-1 Limitación de la demanda energética del DB HE Ahorro de energía.

1.2.- PROCEDIMIENTO DE VERIFICACIÓN

Procedimiento de verificación	
X	Cumplimiento de las siguientes condiciones de diseño del apartado 2 relativas a los elementos constructivos
	Muros
	Sus características deben corresponder con las especificadas en el apartado 2.1.2 según el grado de impermeabilidad exigido en el apartado 2.1.1.
	Las características de los puntos singulares del mismo deben corresponder con las especificadas en el apartado 2.1.3.
	Suelos
X	Sus características deben corresponder con las especificadas en el apartado 2.2.2 según el grado de impermeabilidad exigido en el apartado 2.2.1
X	Las características de los puntos singulares de los mismos deben corresponder con las especificadas en el apartado 2.2.3
	Fachadas
X	Las características de las fachadas deben corresponder con las especificadas en el apartado 2.3.2 según el grado de impermeabilidad exigido en el apartado 2.3.1.
X	Las características de los puntos singulares de las mismas deben corresponder con las especificadas en el apartado 2.3.3.
	Cubiertas
X	Las características de las cubiertas deben corresponder con las especificadas en el apartado 2.4.2.
X	Las características de los componentes de las mismas deben corresponder con las especificadas en el apartado 2.4.3.
X	Las características de los puntos singulares de las mismas deben corresponder con las especificadas en el apartado 2.4.4.
X	Cumplimiento de las condiciones de dimensionado del apartado 3 relativas a los tubos de drenaje, a las canaletas de recogida del agua filtrada en los muros parcialmente estancos y a las bombas de achique
X	Cumplimiento de las condiciones relativas a los productos de construcción del apartado 4
X	Cumplimiento de las condiciones de construcción del apartado 5
X	Cumplimiento de las condiciones de mantenimiento y conservación del apartado 6

2.- DISEÑO

El objeto del presente proyecto es la ejecución de un graderío y vestuarios.

2.1.- MUROS

No existirán muros en contacto con el suelo.

2.2.- SUELOS

●**S1 (SOLERA).**- Solera formada por grava, de 20 cm. de espesor; recrecido de arena fina, de 3 cm. de espesor; lámina de polietileno; presolera de hormigón armado HA-25/P/20/I hidrófugo, de 15 cm. de espesor, forjado tipo cavity, de 40 cm. de altura (incluyendo la capa de compresión); 10 cm. de aislamiento de poliestireno extruido; aislamiento preformado para suelo radiante (5 cm.) en la parte infantil, y 5 cm. de poliestireno extruido adicionales en el resto del edificio; recrecido de arena silícea.

2.2.1.- Grado de impermeabilidad

El grado de impermeabilidad mínimo exigido a los suelos que están en contacto con el terreno frente a la penetración del agua de éste y de las escorrentías se obtiene en la tabla 2.3 en función de la presencia de agua determinada de acuerdo con 2.1.1 y del coeficiente de permeabilidad del terreno.

Tabla 2.3 Grado de impermeabilidad mínimo exigido a los suelos		Coeficiente de permeabilidad del terreno	
Presencia de agua		$K_s > 10^{-5}$	$K_s \leq 10^{-5}$
	Alta	5	4
X	Media	4	3
	Baja	2	1

2.2.2.- Condiciones de las soluciones constructivas

Condiciones de las soluciones constructivas
C.- Constitución del suelo
C1.- Cuando el suelo se construya in situ debe utilizarse hormigón hidrófugo de elevada compacidad.
C2.- Cuando el suelo se construya in situ debe utilizarse hormigón de retracción moderada.
C3.- Debe realizarse una hidrofugación complementaria del suelo mediante la aplicación de un producto líquido colmatador de poros sobre la superficie terminada del mismo.
I.- Impermeabilización
I1.- Debe impermeabilizarse el suelo externamente mediante la disposición de una lámina sobre la capa base de regulación del terreno. Si la lámina es adherida debe disponerse una capa antipunzonamiento por encima de ella. Si la lámina es no adherida ésta debe protegerse por ambas caras con sendas capas antipunzonamiento. Cuando el suelo sea una placa, la lámina debe ser doble.
I2.- Debe impermeabilizarse, mediante la disposición sobre la capa de hormigón de limpieza de una lámina, la base de la zapata en el caso de muro flexorresistente y la base del muro en el caso de muro por gravedad. Si la lámina es adherida debe disponerse una capa antipunzonamiento por encima de ella. Si la lámina es no adherida ésta debe protegerse por ambas caras con sendas capas antipunzonamiento. Deben sellarse los encuentros de la lámina de impermeabilización del suelo con la de la base del muro o zapata.
D.- Drenaje y evacuación
D1.- Debe disponerse una capa drenante y una capa filtrante sobre el terreno situado bajo el suelo. En el caso de que se utilice como capa drenante un encachado, debe disponerse una lámina de polietileno por encima de ella.
D2.- Deben colocarse tubos drenantes, conectados a la red de saneamiento o a cualquier sistema de recogida para su reutilización posterior, en el terreno situado bajo el suelo y, cuando dicha conexión esté situada por encima de la red de drenaje, al menos una cámara de bombeo con dos bombas de achique.
D3.- Deben colocarse tubos drenantes, conectados a la red de saneamiento o a cualquier sistema de recogida para su reutilización posterior, en la base del muro y, cuando dicha conexión esté situada por encima de la red de drenaje, al menos una cámara de bombeo con dos bombas de achique. En el caso de muros pantalla los tubos drenantes deben colocarse a un metro por debajo del suelo y repartidos uniformemente junto al muro pantalla.
D4.- Debe disponerse un pozo drenante por cada 800 m ² en el terreno situado bajo el suelo. El diámetro interior del pozo debe ser como mínimo igual a 70 cm. El pozo debe disponer de una envolvente filtrante capaz de impedir el arrastre de finos del terreno. Deben disponerse dos bombas de achique, una conexión para la evacuación a la red de saneamiento o a cualquier sistema de recogida para su reutilización posterior y un dispositivo automático para que el achique sea permanente.
P.- Tratamiento perimétrico
P1.- La superficie del terreno en el perímetro del muro debe tratarse para limitar el aporte de agua superficial al terreno mediante la disposición de una acera, una zanja drenante o cualquier otro elemento que produzca un efecto análogo.
P2.- Debe encastrarse el borde de la placa o de la solera en el muro.

S.- Sellado de juntas
S1.- Deben sellarse los encuentros de las láminas de impermeabilización del muro con las del suelo y con las dispuestas en la base inferior de las cimentaciones que estén en contacto con el muro.
S2.- Deben sellarse todas las juntas del suelo con banda de PVC o con perfiles de caucho expansivo o de bentonita de sodio.
S3.- Deben sellarse los encuentros entre el suelo y el muro con banda de PVC o con perfiles de caucho expansivo o de bentonita de sodio, según lo establecido en el apartado 2.2.3.1.
V.- Ventilación de la cámara
V1.- El espacio existente entre el suelo elevado y el terreno debe ventilarse hacia el exterior mediante aberturas de ventilación repartidas al 50% entre dos paredes enfrentadas, dispuestas regularmente y al tresbolillo. La relación entre el área efectiva total de las aberturas, Ss, en cm ² , y la superficie del suelo elevado, As, en m ² debe cumplir la condición: $30 > \frac{Ss}{As} > 10$ La distancia entre aberturas de ventilación contiguas no debe ser mayor que 5 m.

Condiciones constructivas de los suelos proyectados:

●**S1.- C1+D1+D2+P1+S3+V1**

Las condiciones exigidas a cada solución constructiva, en función del tipo de muro, del tipo de suelo, del tipo de intervención en el terreno y del grado de impermeabilidad, se obtienen en la tabla 2.4. Las casillas sombreadas se refieren a soluciones que no se consideran aceptables y las casillas en blanco a soluciones a las que no se les exige ninguna condición para los grados de impermeabilidad correspondientes.

Tabla 2.4 Condiciones de las soluciones de suelo

Muro flexorresistente o de gravedad									
Suelo elevado			Solera			Placa			
Sub-base	Inyecciones	Sin intervención	Sub-base	Inyecciones	Sin intervención	Sub-base	Inyecciones	Sin intervención	
≤1		V1		D1	C2+C3+D1		D1	C2+C3+D1	
≤2	M2	V1	C2+C3	C2+C3+D1	C2+C3+D1	C2+C3	C2+C3+D1	C2+C3+D1	
≤3	I2+S1+S3+V1	I2+S1+S3+V1	C1+C2+C3+I2+D1+D2+S1+S2+S3	C1+C2+C3+I2+D1+D2+S1+S2+S3	C2+C3+I2+D1+D2+C1+S1+S2+S3	C2+C3+I2+D1+D2+C1+S1+S2+S3	C1+C2+C3+I2+D1+D2+S1+S2+S3	C1+C2+I2+D1+D2+S1+S2+S3	
≤4	I2+S1+S3+V1	I2+S1+S3+V1+D4	C2+C3+I2+D1+D2+P2+S1+S2+S3	C2+C3+I2+D1+D2+P2+S1+S2+S3	C1+C2+C3+I2+D1+D2+D2+D3+D4+P1+P2+S1+S2+S3	C2+C3+I2+D1+D2+P2+S1+S2+S3	C2+C3+I2+D1+D2+P2+S1+S2+S3	C1+C2+C3+I2+D1+D2+D2+D3+D4+P1+P2+S1+S2+S3	
≤5	I2+S1+S3+V1+D3	I2+P1+S1+S3+V1+D3	C2+C3+I2+D1+D2+P2+S1+S2+S3	C2+C3+I2+D1+D2+P2+S1+S2+S3	C1+C2+C3+I2+D1+D2+D2+D3+D4+P1+P2+S1+S2+S3	C2+C3+D1+D2+I2+P2+S1+S2+S3	C2+C3+I2+D1+D2+P2+S1+S2+S3	C1+C2+C3+I2+D1+D2+D2+D3+D4+P1+P2+S1+S2+S3	

Muro pantalla									
Suelo elevado			Solera			Placa			
Sub-base	Inyecciones	Sin intervención	Sub-base	Inyecciones	Sin intervención	Sub-base	Inyecciones	Sin intervención	
≤1		V1		D1	C2+C3+D1			C2+C3+D1	
≤2		V1	C2+C3	C2+C3+D1	C2+C3+D1	C2+C3	C2+C3+D1	C2+C3+D1	
≤3	S3+V1	S3+V1	C1+C2+C3+D1+P2+S2+S3	C1+C2+C3+D1+P2+S2+S3	C1+C2+C3+D1+D4+P2+S2+S3	C1+C2+C3+D1+D2+D4+P2+S2+S3	C1+C2+C3+D1+D2+P2+S2+S3	C1+C2+C3+D1+D2+D4+P2+S2+S3	
≤4	S3+V1	D4+S3+V1	C2+C3+D1+S2+S3	C2+C3+D1+S2+S3	C1+C3+I1+D2+D3+P1+S2+S3	C2+C3+S2+S3	C2+C3+D1+D2+S2+S3	C1+C2+C3+I1+D1+D2+D3+D4+P1+S2+S3	
≤5	S3+V1	D3+D4+S3+V1	C2+C3+D1+P2+S2+S3	C2+C3+D1+P2+S2+S3	C1+C2+C3+I1+D1+D2+D3+D4+P1+P2+S2+S3	C2+C3+P2+S2+S3	C2+C3+D1+D2+P2+S2+S3	C1+C2+C3+I1+D1+D2+D3+D4+P1+P2+S2+S3	

	Tipo de muro	Tipo de suelo	Tipo de intervención	Grado de impermeabilidad	Condiciones constructivas	
					Norma	Proyecto
S1	Muro pantalla (muro perimetral del forjado tipo cavity)	Suelo elevado	Sub-base	3	S3+V1	C1+D1+D2+P1+S3+V1

2.2.3.- Condiciones de los puntos singulares

Deben respetarse las condiciones de disposición de bandas de refuerzo y de terminación, las de continuidad o discontinuidad, así como cualquier otra que afecte al diseño, relativas al sistema de impermeabilización que se emplee.

2.2.3.1.- Encuentro del suelo con los muros

Encuentro del suelo con los muros	
Norma	Proyecto
Quando el suelo y el muro sean hormigonados in situ, excepto en el caso de muros pantalla, debe sellarse la junta entre ambos con una banda elástica embebida en la masa del hormigón a ambos lados de la junta.	La solera será hormigonada in situ, y las juntas entre solera y el muro (que es el perimetral del forjado tipo cavity) se resolverán mediante cordón hidroexpansivo.

2.2.3.2.- Encuentros entre suelos y particiones interiores

Encuentro del muro con las particiones interiores	
Norma	Proyecto
Quando el suelo se impermeabilice por el interior, la partición no debe apoyarse sobre la capa de impermeabilización, sino sobre la capa de protección de la misma.	El suelo no se impermeabilizará por el interior, sino por el exterior, disponiendo una lámina de polietileno. Además, el hormigón de la solera contará con un aditivo hidrofugante, que formará parte de su masa.

2.3.- FACHADAS

●**M1.-** Losa de piedra sobre subestructura de acero inox.; panel de lana de roca de 10 cm. de espesor; enfoscado maestreado fratasado hidrófugo, e: 1,5 cm.; 1/2 asta de ladrillo perforado; enfoscado maestreado fratasado hidrófugo, e: 1,5 cm.; manta de lana mineral, e: 7 cm.; trasdosado autoportante de cartón-yeso, e: 1,5+1,5 cm.; acabados.

●**M2.-** Losa de piedra fijada a hoja resistente mediante resinas; enfoscado maestreado fratasado hidrófugo, e: 1,5 cm.; 1/2 asta de ladrillo perforado; enfoscado maestreado fratasado hidrófugo, e: 1,5 cm.; panel de lana de roca de 12 cm. de espesor; manta de lana mineral, e: 7 cm.; trasdosado autoportante de cartón-yeso, e: 1,5+1,5 cm.; acabados.

●**M3.-** Losa de piedra fijada a hoja resistente mediante resinas; enfoscado maestreado fratasado hidrófugo, e: 1,5 cm.; 1/2 asta de ladrillo perforado; enfoscado maestreado fratasado hidrófugo, e: 1,5 cm.; panel de lana de roca de 4 cm. de espesor; tabique hueco doble, e: 7 cm.; enfoscado maestreado fratasado hidrófugo, e: 1,5 cm.; acabados.

●**M1.-** Losa de piedra sobre subestructura de acero inox.; panel de lana de roca de 10 cm. de espesor; enfoscado maestreado fratasado hidrófugo, e: 1,5 cm.; 1/2 asta de ladrillo perforado; enfoscado maestreado fratasado hidrófugo, e: 1,5 cm.; acabados.

2.3.1.- Grado de impermeabilidad

El grado de impermeabilidad mínimo exigido a las fachadas frente a la penetración de las precipitaciones se obtiene en la tabla 2.5 en función de la zona pluviométrica de promedios y del grado de exposición al viento correspondientes al lugar de ubicación del edificio. Estos parámetros se determinan de la siguiente forma:

Zonas pluviométricas de promedios en función del índice pluviométrico anual	
Localización	Zona pluviométrica de promedio
Barañáin (Navarra)	II

Zonas eólicas	
Localización	Zona eólica
Barañáin (Navarra)	C

Clase del entorno	
Tipo de terreno	Clase del entorno
Tipo I: Borde del mar o de un lago con una zona despejada de agua en la dirección del viento de una extensión mínima de 5 km.	E0
Tipo II: Terreno rural llano sin obstáculos no arbolado de importancia.	
X Tipo III: Zona rural accidentada o llana con algunos obstáculos como árboles o construcciones pequeñas	
Tipo IV: Zona urbana, industrial o forestal.	E1
Tipo V: Centros de negocio de grandes ciudades, con profusión de edificio en altura.	

Altura del edificio		Clase del entorno del edificio					
		E1			E0		
		Zona eólica			Zona eólica		
		A	B	C	A	B	C
X	≤15 m.	V3	V3	V3	V2	V2	V2
	16-40 m.	V3	V2	V2	V2	V2	V1
	41-100 m. ⁽¹⁾	V2	V2	V2	V1	V1	V1

⁽¹⁾ Para edificios de más de 100 m. de altura y para aquellos que están próximos a un desnivel muy pronunciado, el grado de exposición al viento debe ser estudiada según lo dispuesto en el DB-SE-AE.

Tabla 2.5 Grado de impermeabilidad mínimo exigido a las fachadas						
Grado de exposición al viento	Zona pluviométrica de promedios					
	I	II	III	IV	V	
V1	5	5	4	3	2	
X V2	5	4	3	3	2	
V3	5	4	3	2	1	

2.3.2.- Condiciones de las soluciones constructivas

En cada bloque el número de la denominación de la condición indica el nivel de prestación de tal forma que un número mayor corresponde a una prestación mejor, por lo que cualquier condición puede sustituir en la tabla a las que tengan el número de denominación más pequeño de su mismo bloque.

Condiciones de las soluciones constructivas	
R.- Resistencia a la filtración del revestimiento exterior	
R1.-	El revestimiento exterior debe tener al menos una resistencia media a la filtración. Se considera que proporcionan esta resistencia los siguientes: - Revestimientos continuos de las siguientes características: - Espesor comprendido entre 10 y 15 mm, salvo los acabados con una capa plástica delgada. - Adherencia al soporte suficiente para garantizar su estabilidad. - Permeabilidad al vapor suficiente para evitar su deterioro como consecuencia de una acumulación de vapor entre él y la hoja principal. - Adaptación a los movimientos del soporte y comportamiento aceptable frente a la fisuración. - Cuando se dispone en fachadas con el aislante por el exterior de la hoja principal, compatibilidad química con el aislante y disposición de una armadura constituida por una malla de fibra de vidrio o de poliéster. - Revestimientos discontinuos rígidos pegados de las siguientes características: - De piezas menores de 300 mm de lado - Fijación al soporte suficiente para garantizar su estabilidad. - Disposición en la cara exterior de la hoja principal de un enfoscado de mortero. - Adaptación a los movimientos del soporte.
R2.-	El revestimiento exterior debe tener al menos una resistencia alta a la filtración. Se considera que proporcionan esta resistencia los revestimientos discontinuos rígidos fijados mecánicamente dispuestos de tal manera que tengan las mismas características establecidas para los discontinuos de R1, salvo la del tamaño de las piezas.
R3.-	El revestimiento exterior debe tener una resistencia muy alta a la filtración. Se considera que proporcionan esta resistencia los siguientes: - Revestimientos continuos de las siguientes características: - Estanquidad al agua suficiente para que el agua de filtración no entre en contacto con la hoja del cerramiento dispuesta inmediatamente por el interior del mismo. - Adherencia al soporte suficiente para garantizar su estabilidad. - Permeabilidad al vapor suficiente para evitar su deterioro como consecuencia de una acumulación de vapor entre él y la hoja principal. - Adaptación a los movimientos del soporte y comportamiento muy bueno frente a la fisuración, de forma que no se fisure debido a los esfuerzos mecánicos producidos por el movimiento de la estructura, por los esfuerzos térmicos relacionados con el clima y con la alternancia día-noche, ni por la retracción propia del material constituyente del mismo. - Estabilidad frente a los ataques físicos, químicos y biológicos que evite la degradación de su masa. - Revestimientos discontinuos fijados mecánicamente de alguno de los siguientes elementos dispuestos de tal manera que tengan las mismas características establecidas para los discontinuos de R1, salvo la del tamaño de las piezas: - Escamas: elementos manufacturados de pequeñas dimensiones (pizarra, piezas de fibrocemento, madera, productos de barro). - Lamas: elementos que tienen una dimensión pequeña y la otra grande (lamas de madera, metal). - Placas: elementos de grandes dimensiones (fibrocemento, metal). - Sistemas derivados: sistemas formados por cualquiera de los elementos discontinuos anteriores y un aislamiento térmico.
B.- Resistencia a la filtración de la barrera contra la penetración de agua	
B1.-	Debe disponerse al menos una barrera de resistencia media a la filtración. Se consideran como tal los siguientes elementos: - Cámara de aire sin ventilar. - Aislante no hidrófilo colocado en la cara interior de la hoja principal.
B2.-	Debe disponerse al menos una barrera de resistencia alta a la filtración. Se consideran como tal los siguientes elementos: - Cámara de aire sin ventilar y aislante no hidrófilo dispuestos por el interior de la hoja principal, estando la cámara por el lado exterior del aislante. - Aislante no hidrófilo dispuesto por el exterior de la hoja principal.

B3.- Debe disponerse una barrera de resistencia muy alta a la filtración. Se consideran como tal los siguientes: - Una cámara de aire ventilada y un aislante no hidrófilo de las siguientes características: - La cámara debe disponerse por el lado exterior del aislante. - Debe disponerse en la parte inferior de la cámara y cuando esta quede interrumpida, un sistema de recogida y evacuación del agua filtrada a la misma (véase el apartado 2.3.3.5). - El espesor de la cámara debe estar comprendido entre 3 y 10 cm. - Deben disponerse aberturas de ventilación cuya área efectiva total sea como mínimo igual a 120 cm² por cada 10 m² de paño de fachada entre forjados repartidas al 50% entre la parte superior y la inferior. Pueden utilizarse como aberturas rejillas, llagas desprovistas de mortero, juntas abiertas en los revestimientos discontinuos que tengan una anchura mayor que 5 mm. u otra solución que produzca el mismo efecto. - Revestimiento continuo de las siguientes características: - Estanquidad al agua suficiente para que el agua de filtración no entre en contacto con la hoja del cerramiento dispuesta inmediatamente por el interior del mismo. - Adherencia al soporte suficiente para garantizar su estabilidad. - Permeabilidad suficiente al vapor para evitar su deterioro como consecuencia de una acumulación de vapor entre él y la hoja principal. - Adaptación a los movimientos del soporte y comportamiento muy bueno frente a la fisuración, de forma que no se fisure debido a los esfuerzos mecánicos producidos por el movimiento de la estructura, por los esfuerzos térmicos relacionados con el clima y con la alternancia día-noche, ni por la retracción propia del material constituyente del mismo. - Estabilidad frente a los ataques físicos, químicos y biológicos que evite la degradación de su masa.
C.- Composición de la hoja principal
C1.- Debe utilizarse al menos una hoja principal de espesor medio. Se considera como tal una fábrica cogida con mortero de: - ½ pie de ladrillo cerámico, que debe ser perforado o macizo cuando no exista revestimiento exterior o cuando exista un revestimiento exterior discontinuo o un aislante exterior fijados mecánicamente. - 12 cm. de bloque cerámico, bloque de hormigón o piedra natural.
C2.- Debe utilizarse una hoja principal de espesor alto. Se considera como tal una fábrica cogida con mortero de: - 1 pie de ladrillo cerámico, que debe ser perforado o macizo cuando no exista revestimiento exterior o cuando exista un revestimiento exterior discontinuo o un aislante exterior fijados mecánicamente. - 24 cm. de bloque cerámico, bloque de hormigón o piedra natural.
H.- Higroscopicidad del material componente de la hoja principal
H1.- Debe utilizarse un material de higroscopicidad baja, que corresponde a una fábrica de: - Ladrillo cerámico de succión $\leq 4,5$ kg/m². min, según el ensayo descrito en UNE EN 772-11: 2001 y UNE EN 772-11: 2001/A1: 2006. - Piedra natural de absorción $\leq 2\%$, según el ensayo descrito en UNE-EN 13755:2002.
J.- Resistencia a la filtración de las juntas entre las piezas que componen la hoja principal
J1.- Las juntas deben ser al menos de resistencia media a la filtración. Se consideran como tales las juntas de mortero sin interrupción excepto, en el caso de las juntas de los bloques de hormigón, que se interrumpen en la parte intermedia de la hoja.
J2.- Las juntas deben ser de resistencia alta a la filtración. Se consideran como tales las juntas de mortero con adición de un producto hidrófugo, de las siguientes características: - Sin interrupción excepto, en el caso de las juntas de los bloques de hormigón, que se interrumpen en la parte intermedia de la hoja. - Juntas horizontales llagueadas o de pico de flauta. - Cuando el sistema constructivo así lo permita, con un rejuntado de un mortero más rico. Véase apartado 5.1.3.1 para condiciones de ejecución relativas a las juntas.
N.- Resistencia a la filtración del revestimiento intermedio en la cara interior de la hoja principal
N1.- Debe utilizarse al menos un revestimiento de resistencia media a la filtración. Se considera como tal un enfoscado de mortero con un espesor mínimo de 10 mm.
N2.- Debe utilizarse un revestimiento de resistencia alta a la filtración. Se considera como tal un enfoscado de mortero con aditivos hidrofugantes con un espesor mínimo de 15 mm. o un material adherido, continuo, sin juntas e impermeable al agua del mismo espesor.

Condiciones constructivas de las fachadas proyectadas:

- M1.- R1+B2+C1+H1+J1+N2
- M2.- R1+B1+C1+H1+J1+N2
- M3.- R1+B1+C1+H1+J1+N2
- M4.- R1+B2+C1+H1+J1+N2

Las condiciones exigidas a cada solución constructiva en función de la existencia o no de revestimiento exterior y del grado de impermeabilidad se obtienen en la tabla 2.7. En algunos casos estas condiciones son únicas y en otros se presentan conjuntos optativos de condiciones.

Tabla 2.7 Condiciones de las soluciones de fachada

		Con revestimiento exterior		Sin revestimiento exterior			
Grado de impermeabilidad	≤1	R1+C1 ⁽¹⁾		C1 ⁽¹⁾ +J1+N1			
	≤2			B1+C1+J1+N1	C2+H1+J1+N1	C2+J2+N2	C1 ⁽¹⁾ +H1+J2+N2
	≤3	R1+B1+C1	R1+C2	B2+C1+J1+N1	B1+C2+H1+J1+N1	B1+C2+J2+N2	B1+C1+H1+J2+N2
	≤4	R1+B2+C1	R1+B1+C2	R2+C1 ⁽¹⁾	B2+C2+H1+J1+N1	B2+C2+J2+N2	B2+C1+H1+J2+N2
	≤5	R3+C1	B3+C1	R1+B2+C2	R2+B1+C1	B3+C1	

⁽¹⁾ Cuando la fachada sea de una sola hoja, debe utilizarse C2.

	Revestimiento exterior	Grado de impermeabilidad	Condiciones constructivas	
			Norma	Proyecto
M1	Con revestimiento exterior	4	R1+B2+C1	R1+B2+C1+H1+J1+N2
M2	Con revestimiento exterior	4	R1+B2+C1	R1+B2+C1+H1+J1+N2
M3	Con revestimiento exterior	4	R1+B2+C1	R1+B2+C1+H1+J1+N2
M4	Con revestimiento exterior	4	R1+B2+C1	R1+B2+C1+H1+J1+N2

2.3.3.- Condiciones de los puntos singulares

Deben respetarse las condiciones de disposición de bandas de refuerzo y de terminación, así como las de continuidad o discontinuidad relativas al sistema de impermeabilización que se emplee.

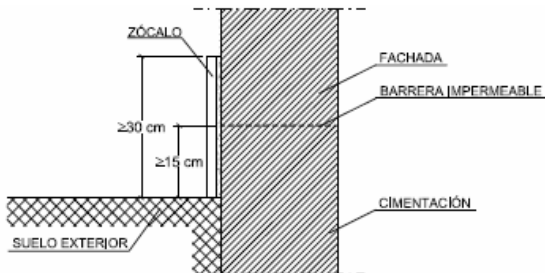
2.3.3.1.- Juntas de dilatación

Deben disponerse juntas de dilatación en la *hoja principal* de tal forma que cada junta estructural coincida con una de ellas y que la distancia entre juntas de dilatación contiguas sea como máximo la que figura en la Tabla 2.1 Distancia entre juntas de movimiento de fábricas sustentadas del DB-SE-F Seguridad estructural: Fábrica.

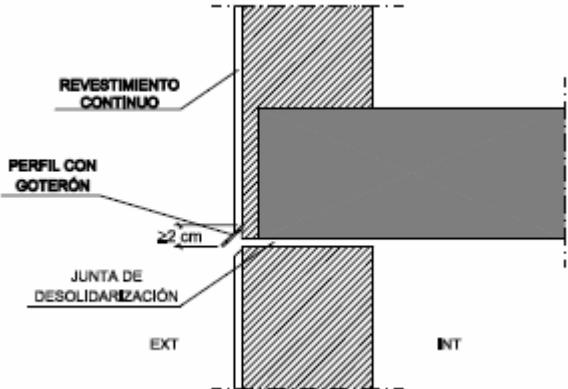
Tabla 2.1 Distancia máxima entre juntas de movimiento de fábricas sustentadas					
Tipo de fábrica				Distancia entre las juntas (m.)	
				Norma	Proyecto
X	De piedra natural			30	<30
	De piezas de hormigón celular en autoclave			22	
	De piezas de hormigón ordinario			20	
	De piedra artificial			20	
	De piezas de árido ligero (excepto piedra pómez o arcilla expansiva)			20	
	De piezas de hormigón ligero de piedra pómez o arcilla expansiva			15	
X	De ladrillo cerámico	Retracción final del mortero (mm/m)	Expansión final por humedad de la pieza cerámica (mm/m)		
		≤0,15	≤0,15	30	<30 m.
		≤0,20	≤0,30	20	—
		≤0,20	≤0,50	15	—
		≤0,20	≤0,75	12	—
		≤0,20	≤1,00	8	—

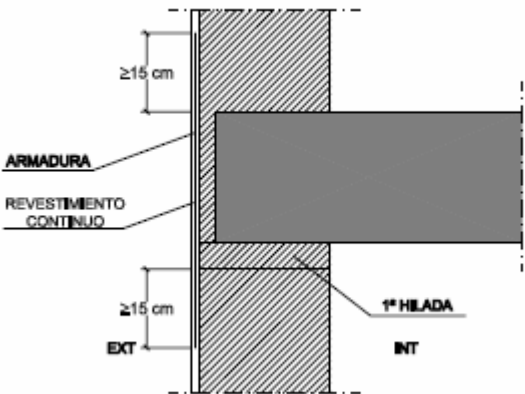
Se colocarán las juntas de dilatación de tal manera que no se superen las longitudes expresadas anteriormente.

2.3.3.2.- Arranque de la fachada desde la cimentación

Arranque de la fachada desde la cimentación	
Norma	Proyecto
1.-Debe disponerse una barrera impermeable que cubra todo el espesor de la fachada a más de 15 cm. por encima del nivel del suelo exterior para evitar el ascenso de agua por capilaridad o adoptarse otra solución que produzca el mismo efecto. 2.-Cuando la fachada esté constituida por un material poroso o tenga un revestimiento poroso, para protegerla de las salpicaduras, debe disponerse un zócalo de un material cuyo coeficiente de succión sea menor que el 3%, de más de 30 cm. de altura sobre el nivel del suelo exterior que cubra el impermeabilizante del muro o la barrera impermeable dispuesta entre el muro y la fachada, y sellarse la unión con la fachada en su parte superior, o debe adoptarse otra solución que produzca el mismo efecto (Véase la figura 2.7). 3.-Cuando no sea necesaria la disposición del zócalo, el remate de la barrera impermeable en el exterior de la fachada debe realizarse según lo descrito en el apartado 2.4.4.1.2 o disponiendo un sellado.	1.-La impermeabilización subirá al menos 20 cm. 2.-La fachada está constituida por un material no poroso. 3.-El remate de la impermeabilización se resolverá mediante perfiles específicos.
 Figura 2.7 Ejemplo de arranque de la fachada desde la cimentación	

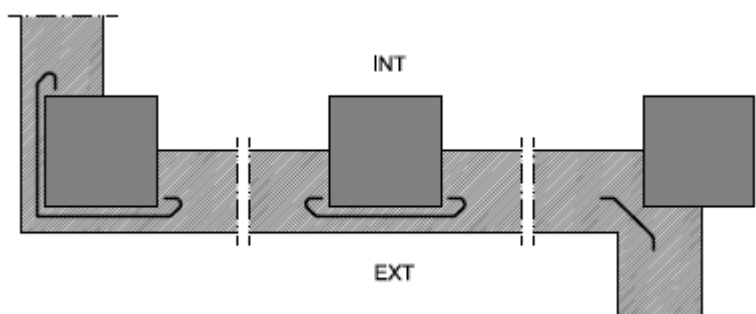
2.3.3.3.- Encuentros de la fachada con los forjados

Encuentros de la fachada con los pilares	
Cuando la hoja principal esté interrumpida por los forjados y se tenga revestimiento exterior continuo, se dispondrá una junta de desolidarización entre la hoja principal y cada forjado por debajo de éstos dejando una holgura de 2 cm. que debe rellenarse después de la retracción de la hoja principal con un material cuya elasticidad sea compatible con la deformación prevista del forjado y protegerse de la filtración con un goterón.	

X	Cuando la hoja principal esté interrumpida por los forjados y se tenga revestimiento exterior continuo, se dispondrá un refuerzo del revestimiento exterior con mallas dispuestas a lo largo del forjado de tal forma que sobrepasen el elemento hasta 15 cm. por encima del forjado y 15 cm. por debajo de la primera hilada de la fábrica. 
---	--

Como se trata de un edificio de planta baja, no habrá encuentro entre fachada y forjados.

2.3.3.4.- Encuentros de la fachada con los pilares

	Encuentros de la fachada con los pilares
X	Cuando la hoja principal esté interrumpida por los pilares, en el caso de fachada con revestimiento continuo, debe reforzarse éste con armaduras dispuestas a lo largo del pilar de tal forma que lo sobrepasen 15 cm. por ambos lados.
X	Cuando la hoja principal esté interrumpida por los pilares, si se colocan piezas de menor espesor que la hoja principal por la parte exterior de los pilares, para conseguir la estabilidad de estas piezas, debe disponerse una armadura o cualquier otra solución que produzca el mismo efecto (Véase la figura 2.9).  Figura 2.9 Ejemplo de encuentro de la fachada con los pilares

2.3.3.5.- Encuentros de la cámara de aire ventilada con los forjados y los dinteles

No existirá cámara de aire ventilada.

2.3.3.6.- Encuentro de la fachada con la carpintería

Encuentro de la fachada con la carpintería	
Norma	Proyecto
1.-Cuando el grado de impermeabilidad exigido sea igual a 5, si las carpinterías están retranqueadas respecto del paramento exterior de la fachada, debe disponerse precerco y debe colocarse una barrera impermeable en las jambas entre la hoja principal y el precerco, o en su caso el cerco, prolongada 10 cm. hacia el interior del muro (Véase la figura 2.11). 2.-Debe sellarse la junta entre el cerco y el muro con un cordón que debe estar introducido en un llagueado practicado en el muro de forma que quede encajado entre dos bordes paralelos.	1.-El grado de impermeabilidad exigido a la fachada será 4. La carpintería de aluminio que se colocará tendrá un grado de impermeabilidad ≥ 4. 2.-Se procederá a sellar la junta entre en cerco y el muro.

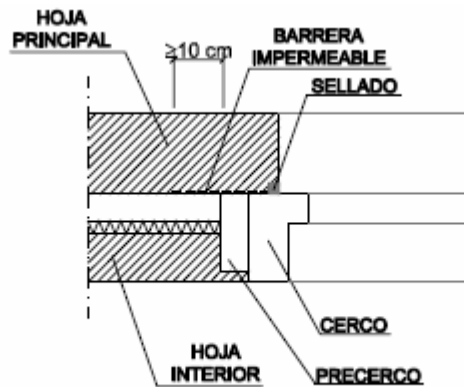


Figura 2.11 Ejemplo de encuentro de la fachada con la carpintería

3.-Cuando la carpintería esté retranqueada respecto del paramento exterior de la fachada, debe rematarse el alféizar con un vierteaguas para evacuar hacia el exterior el agua de lluvia que llegue a él y evitar que alcance la parte de la fachada inmediatamente inferior al mismo y disponerse un goterón en el dintel para evitar que el agua de lluvia discurra por la parte inferior del dintel hacia la carpintería o adoptarse soluciones que produzcan los mismos efectos.

4.-El vierteaguas debe tener una pendiente hacia el exterior de 10° como mínimo, debe ser impermeable o disponerse sobre una barrera impermeable fijada al cerco o al muro que se prolongue por la parte trasera y por ambos lados del vierteaguas y que tenga una pendiente hacia el exterior de 10° como mínimo. El vierteaguas debe disponer de un goterón en la cara inferior del saliente, separado del paramento exterior de la fachada al menos 2 cm., y su entrega lateral en la jamba debe ser de 2 cm. como mínimo (Véase la figura 2.12).

5.-La junta de las piezas con goterón debe tener la forma del mismo para no crear a través de ella un puente hacia la fachada.

3.-La carpintería estará retranqueada respecto del paramento exterior de la fachada, por lo que se colocará un vierteaguas (de hormigón polímero) impermeable sobre el alféizar, y el dintel tendrá goterón.

4.-El vierteaguas se colocará de tal manera que la pendiente hacia el exterior será de 10°, y tendrá un goterón separado 2 cm. del paramento exterior de la fachada. Su entrega lateral en la jamba será de 2 cm.

5.-La junta de los vierteaguas se realizará según las recomendaciones de colocación del fabricante, evitando la creación de puentes hacia la fachada.

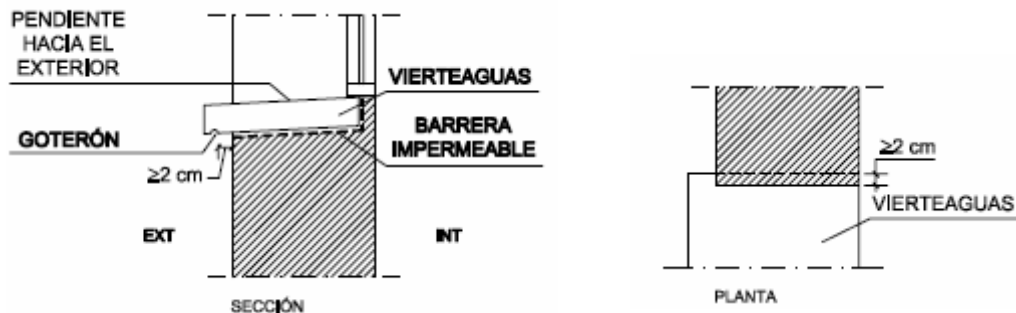


Figura 2.12 Ejemplo de vierteaguas

2.3.3.7.- Antepechos y remates superiores de las fachadas

Antepechos y remates superiores de las fachadas	
Norma	Proyecto
1.-Los antepechos deben rematarse con albardillas para evacuar el agua de lluvia que llegue a su parte superior y evitar que alcance la parte de la fachada inmediatamente inferior al mismo o debe adoptarse otra solución que produzca el mismo efecto. 2.-Las albardillas deben tener una inclinación de 10° como mínimo, deben disponer de goterones en la cara inferior de los salientes hacia los que discurre el agua, separados de los paramentos correspondientes del antepecho al menos 2 cm. y deben ser impermeables o deben disponerse sobre una barrera impermeable que tenga una pendiente hacia el exterior de 10° como mínimo. Deben disponerse juntas de dilatación cada dos piezas cuando sean de piedra o prefabricadas y cada 2 m. cuando sean cerámicas. Las juntas entre las albardillas deben realizarse de tal manera que sean impermeables con un sellado adecuado.	1.-No existirán antepechos, ya que la cubierta es inclinada. 2.- No existirán albardillas, ya que la cubierta es inclinada.

2.3.3.8.- Anclajes a la fachada

Anclajes a la fachada	
Norma	Proyecto
Cuando los anclajes de elementos tales como barandillas o mástiles se realicen en un plano horizontal de la fachada, la junta entre el anclaje y la fachada debe realizarse de tal forma que se impida la entrada de agua a través de ella mediante el sellado, un elemento de goma, una pieza metálica u otro elemento que produzca el mismo efecto.	-No existirán anclajes a la fachada.

2.3.3.9.- Aleros y cornisas

Anclajes a la fachada	
Norma	Proyecto
1.-Los aleros y las cornisas de constitución continua deben tener una pendiente hacia el exterior para evacuar el agua de 10° como mínimo y los que sobresalgan más de 20 cm. del plano de la fachada deben: a) Ser impermeables o tener la cara superior protegida por una barrera impermeable, para evitar que el agua se filtre a través de ellos. b) Disponer en el encuentro con el paramento vertical de elementos de protección prefabricados o realizados in situ que se extiendan hacia arriba al menos 15 cm. y cuyo remate superior se resuelva de forma similar a la descrita en el apartado 2.4.4.1.2, para evitar que el agua se filtre en el encuentro y en el remate. c) Disponer de un goterón en el borde exterior de la cara inferior para evitar que el agua de lluvia evacuada alcance la fachada por la parte inmediatamente inferior al mismo. 2.-En el caso de que no se ajusten a las condiciones antes expuestas debe adoptarse otra solución que produzca el mismo efecto. 3.-La junta de las piezas con goterón debe tener la forma del mismo para no crear a través de ella un puente hacia la fachada.	1.-Existirá alero continuo, que es prolongación de la cubierta, por lo que cumple con las condiciones exigidas en el presente apartado 2.-Se adoptarán las medidas contempladas en el punto 1 del presente apartado. 3.-El goterón será continuo en toda su longitud, sin interrupciones.

2.4.- CUBIERTAS

•**CP1 (CUBIERTA PLANA).**- Teja cerámica mixta sobre doble rastrel de madera; poliestireno extruido, e: 10 cm. (5+5) entre los rastreles; lámina impermeabilizante; aislamiento térmico en el interior, e: 10 cm.; falso techo de cartón-yeso.

2.4.1.- Grado de impermeabilización

Para las cubiertas el grado de impermeabilidad exigido es único e independiente de factores climáticos. Cualquier solución constructiva alcanza este grado de impermeabilidad siempre que se cumplan las condiciones indicadas a continuación.

2.4.2.- Condiciones de las soluciones constructivas

Elementos de la cubierta		
	Norma	Proyecto
X	Un sistema de formación de pendientes cuando la cubierta sea plana o cuando sea inclinada y su soporte resistente no tenga la pendiente adecuada al tipo de protección y de impermeabilización que se vaya a utilizar.	En la cubierta inclinada, el soporte tendrá la pendiente adecuada.
	Una barrera contra el vapor inmediatamente por debajo del aislante térmico cuando, según el cálculo descrito en la sección HE1 del DB "Ahorro de energía", se prevea que vayan a producirse condensaciones en dicho elemento	No se prevé que se produzcan condensaciones en el aislamiento.
	Una capa separadora bajo el aislante térmico, cuando deba evitarse el contacto entre materiales químicamente incompatibles o la adherencia entre la impermeabilización y el elemento que sirve de soporte en sistemas no adheridos.	No existirán materiales químicamente incompatibles, por lo que no será necesario evitar la adherencia entre la impermeabilización y el elemento de soporte.
X	Un aislante térmico, según se determine en la sección HE1 del DB "Ahorro de energía".	La cubierta inclinada contará con aislante térmico.
	Una capa separadora bajo la capa de impermeabilización, cuando deba evitarse el contacto entre materiales químicamente incompatibles o la adherencia entre la impermeabilización y el elemento que sirve de soporte en sistemas no adheridos.	No existirán materiales químicamente incompatibles, por lo que no será necesario evitar la adherencia entre la impermeabilización y el elemento de soporte.
	Una capa de impermeabilización cuando la cubierta sea plana o cuando sea inclinada y el sistema de formación de pendientes no tenga la pendiente exigida en la tabla 2.10 o el solapo de las piezas de la protección sea insuficiente.	La cubierta será inclinada.
	Una capa separadora entre la capa de protección y la capa de impermeabilización, cuando: i) Deba evitarse la adherencia entre ambas capas. ii) La impermeabilización tenga una resistencia pequeña al punzonamiento estático. iii) Se utilice como capa de protección solado flotante colocado sobre soportes, grava, una capa de rodadura de hormigón, una capa de rodadura de aglomerado asfáltico dispuesta sobre una capa de mortero o tierra vegetal; en este último caso además debe disponerse inmediatamente por encima de la capa separadora, una capa drenante y sobre ésta una capa filtrante; en el caso de utilizarse grava la capa separadora debe ser antipunzonante.	No será necesario disponer una capa separadora entre la capa de protección y la capa de impermeabilización, ya que ambas no están en contacto directo.
	Una capa separadora entre la capa de protección y el aislante térmico, cuando: i) Se utilice tierra vegetal como capa de protección; además debe disponerse inmediatamente por encima de esta capa separadora, una capa drenante y sobre ésta una capa filtrante. ii) La cubierta sea transitable para peatones; en este caso la capa separadora debe ser antipunzonante. iii) Se utilice grava como capa de protección; en este caso la capa separadora debe ser filtrante, capaz de impedir el paso de áridos finos y antipunzonante.	No será necesario disponer una capa separadora entre la capa de protección y el aislante térmico, ya que no se da ninguno de los casos contemplados.
	Una capa de protección, cuando la cubierta sea plana, salvo que la capa de impermeabilización sea autoprotegida.	La cubierta será inclinada.
X	Un tejado, cuando la cubierta sea inclinada, salvo que la capa de impermeabilización sea autoprotegida.	La cubierta inclinada contará con un tejado (de teja cerámica mixta).
X	Un sistema de evacuación de aguas, que puede constar de canalones, sumideros y rebosaderos, dimensionado según el cálculo descrito en la sección HS 5 del DB-HS.	La cubierta inclinada contará con un sistema de evacuación de aguas formado por canalones y bajantes.

2.4.3.- Condiciones de los componentes**2.4.3.1.- Sistema de formación de pendientes**

Sistema de formación de pendientes	
Norma	Proyecto
1.-El sistema de formación de pendientes debe tener una cohesión y estabilidad suficientes frente a las solicitaciones mecánicas y térmicas, y su constitución debe ser adecuada para el recibido o fijación del resto de componentes. 2.-Cuando el sistema de formación de pendientes sea el elemento que sirve de soporte a la capa de impermeabilización, el material que lo constituye debe ser compatible con el material impermeabilizante y con la forma de unión de dicho impermeabilizante a él.	1.-El sistema de formación de pendientes se resolverá de la siguiente manera: La cubierta inclinada se empleará un soporte formado por el panel "sándwich" colocado sobre una subestructura metálica ligera (entramado). 2.-No se da tal circunstancia.

El sistema de formación de pendientes en cubiertas planas debe tener una pendiente hacia los elementos de evacuación de agua incluida dentro de los intervalos que figuran en la tabla 2.9 en función del uso de la cubierta y del tipo de protección.

Tabla 2.9 Pendientes de cubiertas planas				
Uso		Protección	Pendiente (en %)	
			Norma	Proyecto
Transitables	Peatones	Solado fijo	1-5 ⁽¹⁾	—
		Solado flotante	1-5	—
	Vehículos	Capa de rodadura	1-15	—
No transitables		Grava	1-5	—
		Lámina autoprottegida	1-15	—
Ajardinadas		20		—

El sistema de formación de pendientes en cubiertas inclinadas, cuando éstas no tengan capa de impermeabilización, debe tener una pendiente hacia los elementos de evacuación de agua mayor que la obtenida en la tabla 2.10 en función del tipo de tejado.

Tabla 2.10 Pendientes de cubiertas inclinadas				
Material			Pendiente mínima (en %)	
			Norma	Proyecto
X Teja ⁽³⁾		Teja curva	32	—
		Teja mixta y plana monocal	30	30
		Teja plana marsellesa o alicantina	40	—
		Teja plana con encaje	50	—
	Pizarra		60	—
Tejado ⁽¹⁾⁽²⁾	Cinc		10	—
			—	—
	Fibrocemento	Placas simétricas de onda grande	10	—
		Placas asimétricas de nervadura grande	10	—
		Placas asimétricas de nervadura media	25	—
	Sintéticos	Perfiles de ondulado grande	10	—
		Perfiles de ondulado pequeño	15	—
		Perfiles de grecado grande	5	—
		Perfiles de grecado medio	8	—
		Perfiles nervados	10	—
			—	—
			—	—
	Galvanizados	Perfiles de ondulado pequeño	15	—
		Perfiles de grecado o nervado grande	5	—
		Perfiles de grecado o nervado medio	8	—
		Perfiles de nervado pequeño	10	—
	Aleaciones ligeras	Paneles	5	—
			—	—
		Perfiles de ondulado pequeño	15	—
		Perfiles de nervado medio	5	—

- (1) En caso de cubiertas con varios sistemas de protección superpuestos se establece como pendiente mínima la menor de las pendientes para cada uno de los sistemas de protección.
- (2) Para los sistemas y piezas de formato especial las pendientes deben establecerse de acuerdo con las correspondientes especificaciones de aplicación.
- (3) Estas pendientes son para faldones menores a 6,5 m, una situación de exposición normal y una situación climática desfavorable; para condiciones diferentes a éstas, se debe tomar el valor de la pendiente mínima establecida en norma UNE 127.100 ("Tejas de hormigón. Código de práctica para la concepción y el montaje de cubiertas con tejas de hormigón") ó en norma UNE 136.020 ("Tejas cerámicas. Código de práctica para la concepción y el montaje de cubiertas con tejas cerámicas").

2.4.3.2.- Aislante térmico

Aislante térmico	
Norma	Proyecto
1.-El material del aislante térmico debe tener una cohesión y una estabilidad suficiente para proporcionar al sistema la solidez necesaria frente a las solicitaciones mecánicas. 2.-Cuando el aislante térmico esté en contacto con la capa de impermeabilización, ambos materiales deben ser compatibles; en caso contrario debe disponerse una capa separadora entre ellos. 3.-Cuando el aislante térmico se disponga encima de la capa de impermeabilización y quede expuesto al contacto con el agua, dicho aislante debe tener unas características adecuadas para esta situación.	1.-El aislamiento de la cubiertas se resolverá de la siguiente manera: Se colocará poliestireno extruido entre el enrastrelado, además del existente en el panel "sandwich" de formación de pendiente. Tendrá la estabilidad suficiente para proporcionar la solidez necesaria frente a las solicitaciones mecánicas. 2.-Las impermeabilizaciones serán compatibles con el aislamiento térmico. 3.-El aislamiento térmico no estará expuesto al contacto con el agua.

2.4.3.3.- Capa de impermeabilización

Capa de impermeabilización	
Norma	Proyecto
Cuando se disponga una capa de impermeabilización, ésta debe aplicarse y fijarse de acuerdo con las condiciones para cada tipo de material constitutivo de la misma.	Se colocará una lámina de impermeabilización bajo el enrastrelado, sobre el panel "sándwich" de formación del faldón. Esta lámina se colocará según las indicaciones del fabricante, y respetando las exigencias de colocación indicadas por la normativa.

2.4.3.4.- Cámara de aire ventilada

Cámara de aire ventilada	
Norma	Proyecto
Cuando se disponga una cámara de aire, ésta debe situarse en el lado exterior del aislante térmico y ventilarse mediante un conjunto de aberturas de tal forma que el cociente entre su área efectiva total, S_s, en cm^2, y la superficie de la cubierta, A_c, en m^2 cumpla la siguiente condición: $30 > \frac{S_s}{A_c} > 3$	En la cubierta inclinada, la cámara de aire se dispondrá entre la cobertura de tejas y el aislante térmico. Se colocarán tejas de ventilación y aberturas, de tal manera que la relación entre la superficie de ventilación y la superficie de la cubierta será $>5 \text{ cm}^2/\text{m}^2$

2.4.3.5.- Capa de protección

Capa de protección	
Norma	Proyecto
1.-Cuando se disponga una capa de protección, el material que forma la capa debe ser resistente a la intemperie en función de las condiciones ambientales previstas y debe tener un peso suficiente para contrarrestar la succión del viento. 2.-Se pueden usar los materiales siguientes u otro material que produzca el mismo efecto: a) Cuando la cubierta no sea transitable, grava, solado fijo o flotante, mortero, tejas y otros materiales que conformen una capa pesada y estable. b) Cuando la cubierta sea transitable para peatones, solado fijo, flotante o capa de rodadura. c) Cuando la cubierta sea transitable para vehículos, capa de rodadura.	1 y 2.-La cubierta será inclinada.

2.4.3.6.- Tejado

Tejado	
Norma	Proyecto
1.-Debe estar constituido por piezas de cobertura tales como tejas, pizarra, placas, etc. El solapo de las piezas debe establecerse de acuerdo con la pendiente del elemento que les sirve de soporte y de otros factores relacionados con la situación de la cubierta, tales como zona eólica, tormentas y altitud topográfica. 2.-Debe recibirse o fijarse al soporte una cantidad de piezas suficiente para garantizar su estabilidad dependiendo de la pendiente de la cubierta, la altura máxima del faldón, el tipo de piezas y el solapo de las mismas, así como de la ubicación del edificio.	1.-El tejado estará constituido por tejas, siendo el solape de las mismas el recomendado tanto por el fabricante como el indicado por la norma UNE 136.020 ("Tejas cerámicas. Código de práctica para la concepción y el montaje de cubiertas con tejas cerámicas"), según los diferentes factores que afectan a la cubierta. 2.-Se colocará la cantidad de piezas suficiente para garantizar la estabilidad del tejado.

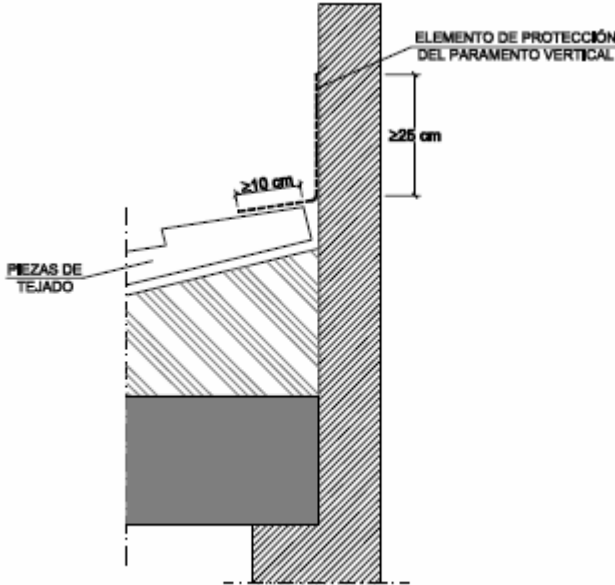
2.4.4.- Condiciones de los puntos singulares**2.4.4.1.- Cubiertas planas**

No existirán cubiertas planas.

2.4.4.2.- Cubiertas inclinadas

Deben respetarse las condiciones de disposición de bandas de refuerzo y de terminación, las de continuidad o discontinuidad, así como cualquier otra que afecte al diseño, relativas al sistema de impermeabilización que se emplee.

2.4.4.2.1.- Encuentro de la cubierta con un paramento vertical

Encuentro de la cubierta con un paramento vertical	
Norma	Proyecto
1.-En el encuentro de la cubierta con un paramento vertical deben disponerse elementos de protección prefabricados o realizados in situ. 2.-Los elementos de protección deben cubrir como mínimo una banda del paramento vertical de 25 cm. de altura por encima del tejado y su remate debe realizarse de forma similar a la descrita en las cubiertas planas. 3.-Cuando el encuentro se produzca en la parte inferior del faldón, debe disponerse un canalón y realizarse según lo dispuesto en el apartado 2.4.4.2.9. 4.-Cuando el encuentro se produzca en la parte superior o lateral del faldón, los elementos de protección deben colocarse por encima de las piezas del tejado y prolongarse 10 cm. como mínimo desde el encuentro (Véase la figura 2.16).	1.-En el encuentro de la cubierta con los paramentos verticales se colocarán pletinas de acero galvanizado como elemento de protección. 2.-Las pletinas de acero galvanizado cubrirán una banda del paramento vertical de 30 cm. por encima del tejado. Tanto en su parte superior como en su parte inferior se colocará un sellado. 3.-No existirán encuentros en la parte inferior del faldón. 4.-En los encuentros en la parte superior y lateral se colocará una banda impermeable autoadhesiva (Wakaflex) por encima de las piezas del tejado y que se prolongará 15 cm. desde el encuentro.
 Figura 2.16 Encuentro en la parte superior del faldón	

2.4.4.2.2.- Alero

Alero	
Norma	Proyecto
1.-Las piezas del tejado deben sobresalir 5 cm. como mínimo y media pieza como máximo del soporte que conforma el alero. 2.-Cuando el tejado sea de pizarra o de teja, para evitar la filtración de agua a través de la unión de la primera hilada del tejado y el alero, debe realizarse en el borde un recalce de asiento de las piezas de la primera hilada de tal manera que tengan la misma pendiente que las de las siguientes, o debe adoptarse cualquier otra solución que produzca el mismo efecto.	1.-Las tejas sobresaldrán 5 cm. del soporte que conforma el alero. 2.-Las tejas de la primera hilada se recalzarán, de tal manera que tendrán la misma pendiente que el resto del tejado.

2.4.4.2.3.- Borde lateral

Se resolverán conforme a lo establecido en el presente apartado.

2.4.4.2.4. Limahoyas

No existirán limahoyas, ya que se trata de una cubierta a dos aguas, únicamente con dos faldones.

2.4.4.2.5.- Cumbresas y limatesas

Cumbresas y limatesas	
Norma	Proyecto
1.-En las cumbresas y limatesas deben disponerse piezas especiales, que deben solapar 5 cm. como mínimo sobre las piezas del tejado de ambos faldones. 2.-Las piezas del tejado de la última hilada horizontal superior y las de la cumbresa y la limatela deben fijarse. 3.-Cuando no sea posible el solape entre las piezas de una cumbresa en un cambio de dirección o en un encuentro de cumbresas este encuentro debe impermeabilizarse con piezas especiales o baberos protectores.	1.-En la cumbresa se colocará una teja de cumbresa, que solapará 5 cm. con las tejas de ambos faldones. 2.-La cumbresa se fijará a la cubierta mediante ganchos de cumbresa, y las tejas de la última hilada superior horizontal se fijarán a sus rastreles. 3.-No existirán cambios de dirección en la cumbresa, al ser recta.

2.4.4.2.6.- Encuentro de la cubierta con elementos pasantes

Encuentro de la cubierta con elementos pasantes	
Norma	Proyecto
1.-Los elementos pasantes no deben disponerse en las limahoya. 2.-La parte superior del encuentro del faldón con el elemento pasante debe resolverse de tal manera que se desvíe el agua hacia los lados del mismo. 3.-En el perímetro del encuentro deben disponerse elementos de protección prefabricados o realizados in situ, que deben cubrir una banda del elemento pasante por encima del tejado de 20 cm. de altura como mínimo.	1.-No existirán limahoyas. 2 y 3.-En el perímetro del elemento pasante se colocará una chapa prelacada que cubre una banda de éste por encima del tejado de 20 cm., además de una banda impermeable autoadhesiva (Wakaflex) para evitar filtraciones. Esta chapa y la banda se colocan en la parte superior del encuentro del faldón con el elemento pasante, de tal manera que desvía el agua hacia los lados del mismo.

2.4.4.2.7.- Lucernarios

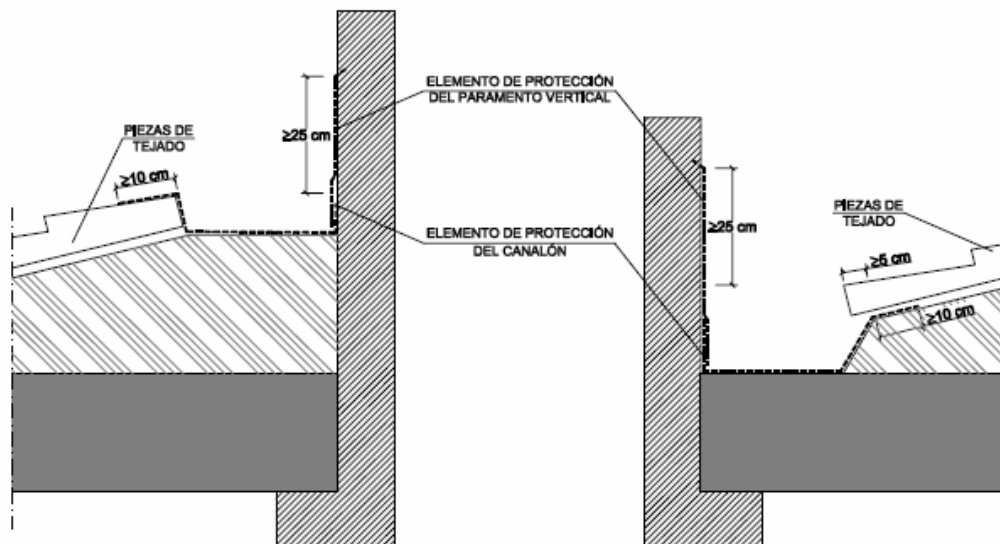
No existirán lucernarios en la cubierta inclinada.

2.4.4.2.8.- Anclaje de elementos

No existirán anclajes de elementos en inclinada.

2.4.4.2.9.- Canales

Canalones	
Norma	Proyecto
1.-Para la formación del canalón deben disponerse elementos de protección prefabricados o realizados in situ. 2.-Los canalones deben disponerse con una pendiente hacia el desagüe del 1% como mínimo. 3.-Las piezas del tejado que vierten sobre el canalón deben sobresalir 5 cm. como mínimo sobre el mismo. 4.-Cuando el canalón sea visto, debe disponerse el borde más cercano a la fachada de tal forma que quede por encima del borde exterior del mismo. 5.-Cuando el canalón esté situado junto a un paramento vertical deben disponerse: a) Cuando el encuentro sea en la parte inferior del faldón, los elementos de protección por debajo de las piezas del tejado de tal forma que cubran una banda a partir del encuentro de 10 cm. de anchura como mínimo (Véase la figura 2.17). b) Cuando el encuentro sea en la parte superior del faldón, los elementos de protección por encima de las piezas del tejado de tal forma que cubran una banda a partir del encuentro de 10 cm. de anchura como mínimo (Véase la figura 2.17). c) Elementos de protección prefabricados o realizados in situ de tal forma que cubran una banda del paramento vertical por encima del tejado de 25 cm. como mínimo y su remate se realice de forma similar a la descrita para cubiertas planas (Véase la figura 2.17). 6.-Cuando el canalón esté situado en una zona intermedia del faldón debe disponerse de tal forma que: a) El ala del canalón se extienda por debajo de las piezas del tejado 10 cm. como mínimo. b) La separación entre las piezas del tejado a ambos lados del canalón sea de 20 cm. como mínimo. c) El ala inferior del canalón debe ir por encima de las piezas del tejado.	1.-Se colocarán elementos de protección prefabricados. 2.-Los canalones tendrán una pendiente del 1% hacia el desagüe. 3.-Las tejas sobresaldrán sobre el canalón 5 cm. 4.-El canalón será visto, y se colocará de tal manera que el borde más cercano a la cubierta estará más elevado que el borde exterior del canalón. 5 y 6.-No existirá ningún canalón situado junto a paramentos verticales.

**Figura 2.17 Canales**

3.- DIMENSIONADO

3.1.- TUBOS DE DRENAJE

Las pendientes mínima y máxima y el diámetro nominal mínimo de los tubos de drenaje deben ser los que se indican en la tabla 3.1.

Tabla 3.1 Tubos de drenaje								
Grado de impermeabilidad	Elemento	Pendiente mínima/máxima		Diámetro nominal mínimo (en mm.)				
		Norma	Proyecto	Drenes bajo suelo		Drenes en el perímetro del muro		
				Norma	Proyecto	Norma	Proyecto	
	1		3/14%		125		150	
	2		3/14%		125		150	
X	3	Suelo	5/14%	5%	150	>150	200	>200
	4		5/14%		150		200	
	5		8/14%		200		250	

La superficie de orificios del tubo drenante por metro lineal debe ser como mínimo la obtenida de la tabla 3.2.

Tabla 3.2 Superficie mínima de orificios de los tubos de drenaje			
Diámetro nominal (en mm.)	Superficie total mínima de orificios (en cm ² /m)		
	Norma		Proyecto
	125	10	
X	150	10	>12
X	200	12	>12
	250	17	

3.2.- CANALETAS DE RECOGIDA

No existirán canaletas de recogida.

3.3.- BOMBAS DE ACHIQUE

No existirán bombas de achique.

4.- PRODUCTOS DE CONSTRUCCIÓN

4.1.- CARACTERÍSTICAS EXIGIBLES A LOS PRODUCTOS

Se realizará según lo indicado en esta sección y en el Pliego General de Condiciones Técnicas y de Seguridad y Salud

4.2.- CONTROL EN RECEPCIÓN EN OBRAS DE PRODUCTOS

Se realizará según lo indicado en esta sección y en el Pliego General de Condiciones Técnicas y de Seguridad y Salud

5.- CONSTRUCCIÓN

5.1.- EJECUCIÓN

Se realizará según lo indicado en esta sección y en el Pliego General de Condiciones Técnicas y de Seguridad y Salud

5.2.- CONTROL DE LA EJECUCIÓN

Se realizará según lo indicado en esta sección y en el Pliego General de Condiciones Técnicas y de Seguridad y Salud

5.3.- CONTROL DE LA OBRA TERMINADA

Se realizará según lo indicado en esta sección y en el Pliego General de Condiciones Técnicas y de Seguridad y Salud

6.- MANTENIMIENTO Y CONSERVACIÓN

Deben realizarse las operaciones de mantenimiento que, junto con su periodicidad mínima, se incluyen en la tabla 6.1 y las correcciones pertinentes en el caso de que se detecten defectos.

Tabla 6.1 Operaciones de mantenimiento		
	Operación	Periodicidad mínima
Muros	Comprobación del correcto funcionamiento de los canales y bajantes de evacuación de los muros parcialmente estancos.	1 año, y después de tormentas importantes
	Comprobación de que las aberturas de ventilación de la cámara de los muros parcialmente estancos no están obstruidas.	1 año
	Comprobación del estado de la impermeabilización interior.	1 año
Suelos	Comprobación del estado de limpieza de la red de drenaje y de evacuación.	1 año, al final del verano
	Limpieza de las arquetas.	1 año, al final del verano
	Comprobación del estado de las bombas de achique, incluyendo las de reserva, si hubiera sido necesaria su implantación para poder garantizar el drenaje.	1 año
	Comprobación de la posible existencia de filtraciones por fisuras y grietas	1 año
Fachadas	Comprobación del estado de conservación del revestimiento: posible aparición de fisuras, desprendimientos, humedades y manchas.	3 años
	Comprobación del estado de conservación de los puntos singulares.	3 años
	Comprobación de la posible existencia de grietas y fisuras, así como desplomes u otras deformaciones, en la hoja principal.	5 años
	Comprobación del estado de limpieza de las llagas o de las aberturas de ventilación de la cámara.	10 años
Cubiertas	Limpieza de los elementos de desagüe (sumideros, canalones y rebosaderos) y comprobación de su correcto funcionamiento.	1 año, y después de tormentas importantes
	Recolocación de la grava.	1 año
	Comprobación del estado de conservación de la protección o tejado.	3 años
	Comprobación del estado de conservación de los puntos singulares.	3 años

HS2. RECOGIDA Y EVACUACIÓN DE RESIDUOS

1.- GENERALIDADES

1.1.- ÁMBITO DE APLICACIÓN

Ámbito de aplicación	
	Edificios de viviendas de nueva construcción, tengan o no locales destinados a otros usos, en lo referente a la recogida de los residuos ordinarios generados en ellos.
X	En edificios y locales con otros usos, la demostración de la conformidad con las exigencias básicas debe realizarse mediante un estudio específico adoptando criterios análogos a los establecidos en esta sección.

El objeto del presente proyecto es la ejecución de un graderío y vestuarios.

La exigencia básica HS2 indica que:

"Los edificios dispondrán de espacios y medios para extraer los residuos ordinarios generados en ellos de forma acorde con el sistema público de recogida de tal manera que se facilite la adecuada separación en origen de dichos residuos, la recogida selectiva de los mismos y su posterior gestión."

El volumen de residuos generados por un edificio de las características del objeto del proyecto (graderío y vestuarios) se corresponderá con las siguientes fracciones:

- Papel y cartón.
- Vidrio.
- Resto.

Para cada una de las fracciones anteriormente mencionadas se propone una manera específica de gestión:

- **Papel y cartón.** Se prevé un contenedor específico de tamaño medio, en el interior de la parcela privada, junto a la zona de cocina, al que se dará traslado de todos los restos de esta fracción. Una vez se encuentre lleno, se trasladará al punto de contenedores de vía pública, traspasando el contenido de uno a otro.
- **Vidrio.** Se prevé un contenedor específico de tamaño pequeño, en el interior de la parcela privada, junto a la zona de cocina, al que se dará traslado de todos los restos de esta fracción. Una vez se encuentre lleno, se trasladará al punto de contenedores de vía pública, traspasando el contenido de uno a otro.
- **Resto.** Se prevé un contenedor específico de tamaño medio, en el interior de la parcela privada, junto a la zona de cocina, al que se dará traslado de todos los restos de esta fracción. Una vez se encuentre lleno, se trasladará al punto de contenedores de vía pública, traspasando el contenido de uno a otro.

Estas medidas se consideran análogas a las establecidas en la presente sección para viviendas de nueva construcción.

HS3. CALIDAD DEL AIRE INTERIOR

1.- GENERALIDADES

1.1.- ÁMBITO DE APLICACIÓN

Ámbito de aplicación	
	Esta sección se aplica, en los edificios de viviendas, al interior de las mismas, los almacenes de residuos, los trasteros, los aparcamientos y garajes; y, en los edificios de cualquier otro uso, a los aparcamientos y los garajes. Se considera que forman parte de los aparcamientos y garajes las zonas de circulación de los vehículos.
X	Para locales de otros tipos la demostración de la conformidad con las exigencias básicas debe verificarse mediante un tratamiento específico adoptando criterios análogos a los que caracterizan las condiciones establecidas en esta sección.

Por las características del edificio (centro educativo), se cumplirán las determinaciones del RITE, cuya justificación figura en el proyecto de instalaciones térmicas del edificio.

HS4. SUMINISTRO DE AGUA

1.- GENERALIDADES

1.1.- ÁMBITO DE APLICACIÓN

Ámbito de aplicación	
X	Edificios incluidos en el ámbito de aplicación general del C.T.E.
	Las ampliaciones, modificaciones, reformas o rehabilitaciones de las instalaciones existentes que amplíen el número o la capacidad de los aparatos receptores existentes en la instalación.

El objeto del presente proyecto es la ejecución de un graderío y vestuarios.

1.2.- PROCEDIMIENTO DE VERIFICACIÓN

Procedimiento de verificación	
X	Cumplimiento de las condiciones de diseño del apartado 3.
X	Cumplimiento de las condiciones de dimensionado del apartado 4.
X	Cumplimiento de las condiciones de ejecución del apartado 5.
X	Cumplimiento de las condiciones de los productos de construcción del apartado 6.
X	Cumplimiento de las condiciones de uso y mantenimiento del apartado 7.

2.- CARACTERIZACIÓN Y CUANTIFICACIÓN DE LAS EXIGENCIAS

2.1.- PROPIEDADES DE LA INSTALACIÓN

2.1.1.- Calidad del agua

- 1- El agua de la instalación debe cumplir lo establecido en la legislación vigente sobre el agua para consumo humano.
- 2- Las compañías suministradoras facilitarán los datos de caudal y presión que servirán de base para el dimensionado de la instalación.
- 3- Los materiales que se vayan a utilizar en la instalación, en relación con su afectación al agua que suministren, deben ajustarse a los siguientes requisitos:
 - a) Para las tuberías y accesorios deben emplearse materiales que no produzcan concentraciones de sustancias nocivas que excedan los valores permitidos por la el Real Decreto 140/2003, de 7 de febrero.
 - b) No deben modificar la potabilidad, el olor, el color ni el sabor del agua.
 - c) Deben ser resistentes a la corrosión interior.
 - d) Deben ser capaces de funcionar eficazmente en las condiciones de servicio previstas.
 - e) No deben presentar incompatibilidad electroquímica entre sí.
 - f) Deben ser resistentes a temperaturas de hasta 40°C, y a las temperaturas exteriores de su entorno inmediato.
 - g) Deben ser compatibles con el agua suministrada y no deben favorecer la migración de sustancias de los materiales en cantidades que sean un riesgo para la salubridad y limpieza del agua de consumo humano.
 - h) Su envejecimiento, fatiga, durabilidad y las restantes características mecánicas, físicas o químicas, no deben disminuir la vida útil prevista de la instalación.
- 4- Para cumplir las condiciones anteriores pueden utilizarse revestimientos, sistemas de protección o sistemas de tratamiento de agua.
- 5- La instalación de suministro de agua debe tener características adecuadas para evitar el desarrollo de gérmenes patógenos y no favorecer el desarrollo de la biocapa (biofilm).

2.1.2.- Protección contra retornos

- 1- Se dispondrán sistemas antirretorno para evitar la inversión del sentido del flujo en los puntos que figuran a continuación, así como en cualquier otro que resulte necesario:
 - a) Después de los contadores.
 - b) En la base de las ascendentes.
 - c) Antes del equipo de tratamiento de agua.
 - d) En los tubos de alimentación no destinados a usos domésticos.
 - e) Antes de los aparatos de refrigeración o climatización.
- 2- Las instalaciones de suministro de agua no podrán conectarse directamente a instalaciones de evacuación ni a instalaciones de suministro de agua proveniente de otro origen que la red pública.

- 3 En los aparatos y equipos de la instalación, la llegada de agua se realizará de tal modo que no se produzcan retornos.
- 4- Los antirretornos se dispondrán combinados con grifos de vaciado de tal forma que siempre sea posible vaciar cualquier tramo de la red.

2.1.3.- Condiciones mínimas de suministro

- 1- La instalación debe suministrar a los aparatos y equipos del equipamiento higiénico los caudales que figuran en la tabla 2.1.

Tabla 2.1 Caudal instantáneo mínimo para cada tipo de aparato					
Tipo de aparato	Uds.	Caudal instantáneo mínimo de agua fría (dm ³ /s)		Caudal instantáneo mínimo de A.C.S. (dm ³ /s)	
		Unitario	Total	Unitario	Total
Lavamanos	-	0,05		0,03	
X Lavabo	19	0,10	1,90	0,065	0,065
X Ducha	9	0,20	1,80	0,10	0,90
Bañera de 1,40 m. o más	-	0,30		0,20	
X Bañera de menos de 1,40 m.	2	0,20	0,60	0,15	0,40
Bidé	-	0,10		0,065	
Inodoro con cisterna	-	0,10		-	
X Inodoro con fluxor	18	1,25	22,50	-	
X Urinarios con grifo temporizado	3	0,15	0,45	-	
Urinarios con cisterna (c/u)	-	0,04		-	
Fregadero doméstico	-	0,20		0,10	
X Fregadero no domestico	1	0,30	0,30	0,20	0,10
Lavavajillas doméstico	-	0,15		0,10	
X Lavavajillas industrial (20 serv.)	1	0,25	0,25	0,20	
Lavadero	-	0,20		0,10	
Lavadora doméstica	-	0,20		0,15	
Lavadora industrial (8 kg.)	-	0,60		0,40	
X Grifo aislado	1	0,15	0,15	-	0,15
Grifo garaje	-	0,20		-	
X Vertedero	1	0,20	0,20	-	
TOTAL	55		29,20		1,67

- 2- En los puntos de consumo la presión mínima debe ser:
- 100 kPa para grifos comunes;
 - 150 kPa para fluxores y calentadores.
- 3- La presión en cualquier punto de consumo no debe superar 500 kPa.
- 4- La temperatura de ACS 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 estas no afecten al ambiente exterior de dichos edificios.

2.1.4.- Mantenimiento

- 1- Excepto en viviendas aisladas y adosadas, los elementos y equipos de la instalación que lo requieran, tales como el grupo de presión, los sistemas de tratamiento de agua o los contadores, deben instalarse en locales cuyas dimensiones sean suficientes para que pueda llevarse a cabo su mantenimiento adecuadamente.
- 2- Las redes de tuberías, incluso en las instalaciones interiores particulares si fuera posible, deben diseñarse de tal forma que sean accesibles para su mantenimiento y reparación, para lo cual deben estar a la vista, alojadas en huecos o patinillos registrables o disponer de arquetas o registros.

2.2.- SEÑALIZACIÓN

Si se dispone una instalación para suministrar agua que no sea apta para el consumo, las tuberías, los grifos y los demás puntos terminales de esta instalación deben estar adecuadamente señalados para que puedan ser identificados como tales de forma fácil e inequívoca.

2.3.- AHORRO DE AGUA

- 1 Debe disponerse un sistema de contabilización tanto de agua fría como de agua caliente para cada unidad de consumo individualizable.
- 2- En las redes de ACS debe disponerse una red de retorno cuando la longitud de la tubería de ida al punto de consumo más alejado sea igual o mayor que 15 m.
- 3- En las zonas de pública concurrencia de los edificios, los grifos de los lavabos y las cisternas deben estar dotados de dispositivos de ahorro de agua.

3.- DISEÑO

La instalación de suministro de agua desarrollada en el proyecto del edificio debe estar compuesta de una acometida, una instalación general y, en función de si la contabilización es única o múltiple, de derivaciones colectivas o instalaciones particulares.

3.1.- ESQUEMA GENERAL DE LA INSTALACIÓN

Tipo de esquema general de instalación	
X	Red con contador general único, según el esquema de la figura 3.1, y compuesta por la acometida, la instalación general que contiene un armario o arqueta del contador general, un tubo de alimentación y un distribuidor principal; y las derivaciones colectivas.
	Red con contadores aislados, según el esquema de la figura 3.2, compuesta por la acometida, la instalación general que contiene los contadores aislados, las instalaciones particulares y las derivaciones colectivas.

3.2.- ELEMENTOS QUE COMPONEN LA INSTALACIÓN

3.2.1.- Red de agua fría

3.2.1.1.- Acometida

Elementos mínimos de la acometida	
X	En el caso de que la acometida se realice desde una red general de suministro de agua: a) Una llave de toma o un collarín de toma en carga, sobre la tubería de distribución de la red exterior de suministro que abra el paso a la acometida. b) Un tubo de acometida que enlace la llave de toma con la llave de corte general. c) Una llave de corte en el exterior de la propiedad.
	En el caso de que la acometida se realice desde una captación privada o en zonas rurales en las que no exista una red general de suministro de agua: a) Válvula de pie. b) Bomba para el trasiego del agua. c) Válvulas de registro. d) Válvula general de corte.

3.2.1.2.- Instalación general

La instalación general debe contener, en función del esquema adoptado, los elementos que le correspondan de los que se citan en los apartados siguientes.

Elementos de la instalación general		
	Elemento	Proyecto
X	Llave general de corte	La instalación dispondrá de una llave general de corte, ubicada en el armario, donde también se localizará el contador general.
	Filtro de la instalación general	No existirá filtro.
X	Armario o arqueta del contador general	Existirá un armario en la fachada del edificio, donde se localizará el contador.
X	Llave de salida	La instalación dispondrá de una llave de salida, ubicada en el armario del contador general, que servirá para el montaje y desmontaje del mismo.
X	Tubo de alimentación	La instalación dispondrá de tubo de alimentación.
X	Distribuidor principal	La instalación dispondrá de tubo de alimentación.
	Ascendentes o montantes	El edificio se desarrolla en una sola planta.
	Contadores divisionarios	La instalación no dispondrá de contadores divisionarios.

3.2.1.3.- Instalaciones particulares

No existirán instalaciones particulares, la tratarse de un edificio público (colegio público de infantil y primaria).

3.2.1.4.- Derivaciones colectivas

No existirán derivaciones colectivas.

3.2.1.5.- Sistemas de control y regulación de la presión

No existirán sistemas de control y regulación de presión.

3.2.1.6.- Sistemas de tratamiento de agua

No existirán sistemas de tratamiento de agua.

3.2.2.- Instalación de agua caliente sanitaria (A.C.S.)

Para la producción de A.C.S. se instalará una caldera mixta a gas y un acumulador incorporado. Existirá una instalación de aprovechamiento de energía (generación por vías renovables), se instalará un sistema de aerotermia para el precalentamiento del A.C.S.

La instalación estará realizada con mediante tubería de acero inox. AISI 304, excepto la pequeña distribución en los cuartos húmedos, que se realizará en polietileno reticulado con alma de aluminio. Como la longitud de las tuberías de ida será mayor de 15 m., se realiza red de retorno.

La instalación se realizará según lo dispuesto por el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE) y por las Instrucciones Técnicas Complementarias (ITE), y será certificada por el instalador de la misma.

3.2.2.1.- Distribución (impulsión y retorno)

En el diseño de las instalaciones de ACS deben aplicarse condiciones análogas a las de las redes de agua fría.

Características de la distribución (impulsión y retorno)	
X	En los edificios en los que sea de aplicación la contribución mínima de energía solar para la producción de agua caliente sanitaria, de acuerdo con la sección HE-4 del DB-HE, deben disponerse, además de las tomas de agua fría, previstas para la conexión de la lavadora y el lavavajillas, sendas tomas de agua caliente para permitir la instalación de equipos bitérmicos.
	Tanto en instalaciones individuales como en instalaciones de producción centralizada, la red de distribución debe estar dotada de una red de retorno cuando la longitud de la tubería de ida al punto de consumo más alejado sea igual o mayor que 15 m. La red de retorno se compondrá de: a) un colector de retorno en las distribuciones por grupos múltiples de columnas. El colector debe tener canalización con pendiente descendente desde el extremo superior de las columnas de ida hasta la columna de retorno. Cada colector puede recoger todas o varias de las columnas de ida, que tengan igual presión. b) columnas de retorno: desde el extremo superior de las columnas de ida, o desde el colector de retorno, hasta el acumulador o calentador centralizado. Las redes de retorno discurrirán paralelamente a las de impulsión. En los montantes, debe realizarse el retorno desde su parte superior y por debajo de la última derivación particular. En la base de dichos montantes se dispondrán válvulas de asiento para regular y equilibrar hidráulicamente el retorno.
X	Para soportar adecuadamente los movimientos de dilatación por efectos térmicos deben tomarse las precauciones siguientes: a) en las distribuciones principales deben disponerse las tuberías y sus anclajes de tal modo que dilaten libremente, según lo establecido en el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITE para las redes de calefacción. b) en los tramos rectos se considerará la dilatación lineal del material, previendo dilatadores si fuera necesario, cumpliéndose para cada tipo de tubo las distancias que se especifican en el Reglamento antes citado.
X	El aislamiento de las redes de tuberías, tanto en impulsión como en retorno, debe ajustarse a lo dispuesto en el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITE.

3.2.2.2.- Regulación y control

Se cumplirá lo establecido en cuanto a regulación y control.

3.3.- PROTECCIÓN CONTRA RETORNOS

Se cumplirá lo establecido en cuanto a la protección contra retornos.

3.4.- SEPARACIÓN RESPECTO DE OTRAS INSTALACIONES

Separación respecto de otras instalaciones			
	Tipo de instalaciones	Norma	Proyecto
X	El tendido de las tuberías de agua fría debe hacerse de tal modo que no resulten afectadas por los focos de calor y por consiguiente deben discurrir siempre separadas de las canalizaciones de agua caliente (ACS o calefacción).	Separación ≥ 4 cm. Tubería agua fría sobre tubería agua caliente	Separación ≥ 4 cm. Tubería agua fría sobre tubería agua caliente
X	Las tuberías deben ir por debajo de cualquier canalización o elemento que contenga dispositivos eléctricos o electrónicos, así como de cualquier red de telecomunicaciones.	Separación ≥ 30 cm.	Separación >30 cm.
X	Conducciones de gas.	Separación ≥ 3 cm.	Separación >3 cm.

3.5.- SEÑALIZACIÓN

Señalización de las tuberías			
	Tipo de tubería	Norma	Proyecto
X	Agua potable	Azul o verde oscuro	Azul
	Agua no apta para consumo	Señaladas de forma inequívoca para poder ser identificados	No existirán

3.6.- AHORRO DE AGUA

Se trata de una vivienda unifamiliar, por lo que no será necesario contar con dispositivos de ahorro de agua en los grifos. No obstante, se instalarán los siguientes elementos:

Elementos de ahorro de agua	
X	Grifos con aireadores
X	Grifería termostática
	Grifos con sensores infrarrojos
	Grifos con pulsador temporizador
	Fluxores
X	Llaves de regulación antes de los puntos de consumo
	Sistemas de recuperación de agua en aquellos equipos que utilicen agua para el consumo humano en la condensación de agentes frigoríficos

4.- DIMENSIONADO**4.1.- RESERVA DE ESPACIO EN EL EDIFICIO**

La reserva de espacio para ubicar el armario del contador general se realizará según lo indicado en esta sección.

4.2.- DIMENSIONADO DE LAS REDES DE DISTRIBUCIÓN

El dimensionado se realizará según lo indicado en esta sección.

4.3.- DIMENSIONES DE LAS DERIVACIONES A CUARTOS HÚMEDOS Y RAMALES DE ACCESO

Los ramales de enlace a los aparatos domésticos se dimensionarán conforme a lo que se establece en las tabla 4.2. En el resto, se tomarán en cuenta los criterios de suministro dados por las características de cada aparato y se dimensionará en consecuencia.

Tabla 4.2 Diámetros mínimos de derivaciones a los aparatos				
Aparato o punto de consumo	Diámetro nominal del ramal de enlace			
	Norma		Proyecto	
	Tubo de acero	Tubo de cobre o plástico	Tubo de acero	Tubo de cobre o plástico
Lavamanos-	1/2'	12 mm.		
X Lavabo	1/2'	12 mm.	1/2'	
Ducha-	1/2'	12 mm.		
Bañera de 1,40 m. o más-	3/4'	20 mm.		
X Bañera de menos de 1,40 m.-	3/4'	20 mm.	3/4'	
Bidé-	1/2'	12 mm.		
Inodoro con cisterna	1/2'	12 mm.		
X Inodoro con fluxor	1'-1 1/2'	25-40 mm.	1 1/2'	
X Urinarios con grifo temporizado-	1/2'	12 mm.		
Urinarios con cisterna (c/u)-	1/2'	12 mm.		
X Fregadero doméstico-	1/2'	12 mm.	1/2'	
Fregadero no domestico-	3/4'	20 mm.		
X Lavavajillas doméstico-	1/2' (rosca a 3/4')	12 mm.	1/2'	
Lavavajillas industrial (20 serv.)	3/4'	20 mm.		
Lavadero*	3/4'	20 mm.		
Lavadora doméstica	3/4'	20 mm.		
Lavadora industrial (8 kg.)	1'	25 mm.		
X Grifo aislado*	1/2'	12 mm.	1/2'	
Grifo garaje*	3/4'	20 mm.		
X Vertedero	3/4'	20 mm.	1/2'	

* El diámetro de las derivaciones a estos aparatos no aparece en la tabla 4.2; se colocan los valores indicados por el fabricante o los análogos a los de otros aparatos.

Los diámetros de los diferentes tramos de la red de suministro se dimensionarán conforme al procedimiento establecido en el apartado 4.2, adoptándose como mínimo los valores de la tabla 4.3.

Tabla 4.3 Diámetros mínimos de alimentación				
Tramo considerado	Diámetro nominal del tubo de alimentación			
	Tubo de acero	Tubo de cobre o plástico	Tubo de acero	Tubo de cobre o plástico
X Alimentación a cuarto húmedo privado: baño, aseo, cocina.	3/4'	20 mm.	>3/4'	
Alimentación a derivación particular: vivienda, apartamento, local comercial.	3/4'	20 mm.		
X Columna (montante o descendente).	3/4'	20 mm.	>3/4'	
X Alimentación de equipos de climatización.	<50 kW	1/2'	12 mm.	
	50-250 kW	3/4'	20 mm.	>3/4'
	250-500 kW	1'	25 mm.	
	>500 kW	1 1/4'	32 mm.	

4.4.- DIMENSIONADO DE LAS REDES DE A.C.S.

4.4.1.- Dimensionado de las redes de impulsión de A.C.S.

El dimensionado se realizará según lo indicado en esta sección.

4.4.2- Dimensionado de las redes de retorno de A.C.S.

La longitud de la tubería de ida al punto de consumo más alejado será menor que 15 m., luego no será necesaria una red de retorno de A.C.S.

4.4.3.- Cálculo del aislamiento térmico

El espesor del aislamiento de las conducciones, tanto en la ida como en el retorno, se dimensionará de acuerdo a lo indicado en el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios RITE y sus Instrucciones Técnicas complementarias ITE.

4.4.4.- Cálculo de dilatadores

	Necesidad y cálculo de dilatadores	Norma	Proyecto
X	En todo tramo recto sin conexiones intermedias 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.	Tramo recto sin conexiones >25 m.	<25 m. No será necesario colocar dilatadores
	Los dilatadores se colocarán preferiblemente en el punto equidistante de las derivaciones más próximas en los montantes		
	En los materiales metálicos se podrá aplicar lo especificado en la norma UNE 100 156:1989.		
	En los materiales termoplásticos se podrá aplicar lo especificado en la norma UNE ENV 12 108:2002.		

4.5.- DIMENSIONADO DE LOS EQUIPOS, ELEMENTOS Y DISPOSITIVOS DE LA INSTALACIÓN

4.5.1.- Dimensionado de los contadores

El calibre nominal del contador de agua fría se adecuará a los caudales nominales y máximos de la instalación.

4.5.2.- Cálculo del grupo de presión

No existirá grupo de presión

4.5.3.- Cálculo del diámetro nominal del reductor de presión

El diámetro nominal se establecerá aplicando los valores especificados en la tabla 4.5 en función del caudal máximo simultáneo, nunca en función del diámetro nominal de las tuberías.

Tabla 4.5 Valores del diámetro nominal en función			
	Diámetro nominal	Caudal máximo simultáneo	
		dm ³ /s	m ³ /h
	15	0,5	1,8
	20	0,8	2,9
	25	1,3	4,7
X	32	2,0	7,2
	40	2,3	8,3
	50	3,6	13,0
	65	6,5	23,0
	80	9,0	32,0
	100	12,5	45,0
	125	17,5	63,0
	150	25,0	90,0
	200	40,0	144,0
	250	75,0	270,0

Se colocará un reductor de presión de Ø32 mm. antes de la derivación a la caldera, en caso de que fuera necesario.

4.5.4.- Dimensionado de los sistemas y equipos de tratamiento de agua

No existirán sistemas ni equipos de tratamiento de agua.

5.- CONSTRUCCIÓN

5.1.- EJECUCIÓN

Se realizará según lo indicado en esta sección y en el Pliego General de Condiciones Técnicas y de Seguridad y Salud

5.2.- PUESTA EN SERVICIO

Se realizará según lo indicado en esta sección y en el Pliego General de Condiciones Técnicas y de Seguridad y Salud

6.- PRODUCTOS DE CONSTRUCCIÓN

6.1.- CONDICIONES GENERALES DE LOS MATERIALES

Se realizará según lo indicado en esta sección y en el Pliego General de Condiciones Técnicas y de Seguridad y Salud

6.2.- CONDICIONES PARTICULARES DE LAS CONDUCCIONES

Se realizará según lo indicado en esta sección y en el Pliego General de Condiciones Técnicas y de Seguridad y Salud

6.3.- INCOMPATIBILIDADES

Se realizará según lo indicado en esta sección y en el Pliego General de Condiciones Técnicas y de Seguridad y Salud

7.- MANTENIMIENTO Y CONSERVACIÓN

7.1.- INTERRUPCIÓN DEL SERVICIO

- 1- En las instalaciones de agua de consumo humano que no se pongan en servicio después de 4 semanas desde su terminación, o aquellas que permanezcan fuera de servicio más de 6 meses, se cerrará su conexión y se procederá a su vaciado.
- 2- Las acometidas que no sean utilizadas inmediatamente tras su terminación o que estén paradas temporalmente, deben cerrarse en la conducción de abastecimiento. Las acometidas que no se utilicen durante 1 año deben ser taponadas.

7.2.- NUEVA PUESTA EN SERVICIO

- 1- En instalaciones de descalcificación habrá que iniciar una regeneración por arranque manual.
- 2- Las instalaciones de agua de consumo humano que hayan sido puestas fuera de servicio y vaciadas provisionalmente deben ser lavadas a fondo para la nueva puesta en servicio. Para ello se podrá seguir el procedimiento siguiente:
 - a) Para el llenado de la instalación se abrirán al principio solo un poco las llaves de cierre, empezando por la llave de cierre principal. A continuación, para evitar golpes de ariete y daños, se purgarán de aire durante un tiempo las conducciones por apertura lenta de cada una de las llaves de toma, empezando por la más alejada o la situada más alta, hasta que no salga más aire. A continuación se abrirán totalmente las llaves de cierre y lavarán las conducciones.
 - b) Una vez llenadas y lavadas las conducciones y con todas las llaves de toma cerradas, se comprobará la estanqueidad de la instalación por control visual de todas las conducciones accesibles, conexiones y dispositivos de consumo.

7.3.- MANTENIMIENTO DE LAS INSTALACIONES

- 1- Las operaciones de mantenimiento relativas a las instalaciones de fontanería recogerán detalladamente las prescripciones contenidas para estas instalaciones en el Real Decreto 865/2003 sobre criterios higiénico-sanitarios para la prevención y control de la legionelosis, y particularmente todo lo referido en su Anexo 3.
- 2- Los equipos que necesiten operaciones periódicas de mantenimiento, tales como elementos de medida, control, protección y maniobra, así como válvulas, compuertas, unidades terminales, que deban quedar ocultos, se situarán en espacios que permitan la accesibilidad.
- 3- Se aconseja situar las tuberías en lugares que permitan la accesibilidad a lo largo de su recorrido para facilitar la inspección de las mismas y de sus accesorios.
- 4- En caso de contabilización del consumo mediante batería de contadores, los montantes hasta cada derivación particular se considerará que forman parte de la instalación general, a efectos de conservación y mantenimiento puesto que discurren por zonas comunes del edificio.

HS5. EVACUACIÓN DE AGUAS

1.- GENERALIDADES

1.1.- ÁMBITO DE APLICACIÓN

Ámbito de aplicación	
X	Edificios incluidos en el ámbito de aplicación general del C.T.E.
	Las ampliaciones, modificaciones, reformas o rehabilitaciones de las instalaciones existentes que amplíen el número o la capacidad de los aparatos receptores existentes en la instalación.

El objeto del presente proyecto es la rehabilitación de una vivienda unifamiliar adosada. La reforma afecta a la totalidad de las plantas (planta baja, primera y bajocubierta).

1.2.- PROCEDIMIENTO DE VERIFICACIÓN

Procedimiento de verificación	
X	Cumplimiento de las condiciones de diseño del apartado 3.
X	Cumplimiento de las condiciones de dimensionado del apartado 4.
X	Cumplimiento de las condiciones de ejecución del apartado 5.
X	Cumplimiento de las condiciones de los productos de construcción del apartado 6.
X	Cumplimiento de las condiciones de uso y mantenimiento del apartado 7.

2.- CARACTERIZACIÓN Y CUANTIFICACIÓN DE LAS EXIGENCIAS

- 1- Deben disponerse cierres hidráulicos en la instalación que impidan el paso del aire contenido en ella a los locales ocupados sin afectar al flujo de residuos.
- 2- Las tuberías de la red de evacuación deben tener el trazado más sencillo posible, con unas distancias y pendientes que faciliten la evacuación de los residuos y ser autolimpiables. Debe evitarse la retención de aguas en su interior.
- 3- Los diámetros de las tuberías deben ser los apropiados para transportar los caudales previsibles en condiciones seguras.
- 4- Las redes de tuberías deben diseñarse de tal forma que sean accesibles para su mantenimiento y reparación, para lo cual deben disponerse a la vista o alojadas en huecos o patinillos registrables. En caso contrario deben contar con arquetas o registros.
- 5- Se dispondrán sistemas de ventilación adecuados que permitan el funcionamiento de los cierres hidráulicos y la evacuación de gases mefíticos.
- 6- La instalación no debe utilizarse para la evacuación de otro tipo de residuos que no sean aguas residuales o pluviales.

3.- DISEÑO

3.1.- CONDICIONES GENERALES DE LA EVACUACIÓN

- 1- Los colectores del edificio deben desaguar, preferentemente por gravedad, en el pozo o arqueta general que constituye el punto de conexión entre la instalación de evacuación y la red de alcantarillado público, a través de la correspondiente acometida.
- 2- Cuando no exista red de alcantarillado público, deben utilizarse sistemas individualizados separados, uno de evacuación de aguas residuales dotado de una estación depuradora particular y otro de evacuación de aguas pluviales al terreno.
- 3- Los residuos agresivos industriales requieren un tratamiento previo al vertido a la red de alcantarillado o sistema de depuración.
- 4- Los residuos procedentes de cualquier actividad profesional ejercida en el interior de las viviendas distintos de los domésticos, requieren un tratamiento previo mediante dispositivos tales como depósitos de decantación, separadores o depósitos de neutralización.

3.2.- CONFIGURACIONES DE LOS SISTEMAS DE EVACUACIÓN

Configuraciones de los sistemas de evacuación	
	Red única de alcantarillado público. Debe disponerse un sistema mixto o un sistema separativo con una conexión final de las aguas pluviales y las residuales, antes de su salida a la red exterior. La conexión entre la red de pluviales y la de residuales debe hacerse con interposición de un cierre hidráulico que impida la transmisión de gases de una a otra y su salida por los puntos de captación tales como calderetas, rejillas o sumideros. Dicho cierre puede estar incorporado a los puntos de captación de las aguas o ser un sifón final en la propia conexión.
X	Dos redes de alcantarillado público, una de aguas pluviales y otra de aguas residuales. Debe disponerse un sistema separativo y cada red de canalizaciones debe conectarse de forma independiente con la exterior correspondiente.

3.3.- ELEMENTOS QUE COMPONEN LAS INSTALACIONES

3.3.1.- Elementos en la red de evacuación

3.3.1.1.- Cierres hidráulicos

Tipos de cierres hidráulicos	
X	Sifones individuales, propios de cada aparato.
X	Botes sifónicos, que pueden servir a varios aparatos.
	Sumideros sifónicos
	Arquetas sifónicas, situadas en los encuentros de los conductos enterrados de aguas pluviales y residuales.

Cumplen las siguientes características:

- Deben ser autolimpiables, de tal forma que el agua que los atraviese arrastre los sólidos en suspensión.
- Sus superficies interiores no deben retener materias sólidas.
- No deben tener partes móviles que impidan su correcto funcionamiento.
- Deben tener un registro de limpieza fácilmente accesible y manipulable.
- La altura mínima de cierre hidráulico debe ser 50 mm. para usos continuos y 70 mm. para usos discontinuos. La altura máxima debe ser 100 mm. La corona debe estar a una distancia igual o menor que 60 cm. por debajo de la válvula de desagüe del aparato. El diámetro del sifón debe ser igual o mayor que el diámetro de la válvula de desagüe e igual o menor que el del ramal de desagüe. En caso de que exista una diferencia de diámetros, el tamaño debe aumentar en el sentido del flujo.
- Debe instalarse lo más cerca posible de la válvula de desagüe del aparato, para limitar la longitud de tubo sucio sin protección hacia el ambiente.
- No deben instalarse serie, por lo que cuando se instale bote sifónico para un grupo de aparatos sanitarios, estos no deben estar dotados de sifón individual.
- Si se dispone un único cierre hidráulico para servicio de varios aparatos, debe reducirse al máximo la distancia de estos al cierre.
- Un bote sifónico no debe dar servicio a aparatos sanitarios no dispuestos en el cuarto húmedo en dónde esté instalado.
- El desagüe de fregaderos, lavaderos y aparatos de bombeo (lavadoras y lavavajillas) debe hacerse con sifón individual.

3.3.1.2.- Redes de pequeña evacuación

Criterios de diseño de las redes de pequeña evacuación		
	Norma	Proyecto
X	El trazado de la red debe ser lo más sencillo posible para conseguir una circulación natural por gravedad, evitando los cambios bruscos de dirección y utilizando las piezas especiales adecuadas	El trazado de la red será sencillo, para una circulación por gravedad.
X	Deben conectarse a las bajantes; cuando por condicionantes del diseño esto no fuera posible, se permite su conexión al manguetón del inodoro.	Las redes se conectarán a las bajantes.
X	La distancia del bote sifónico a la bajante no debe ser mayor que 2,00 m.	La distancia del bote sifónico a la bajante en ningún caso superará los 2 m.
X	Las derivaciones que acometan al bote sifónico deben tener una longitud igual o menor que 2,50 m, con una pendiente comprendida entre el 2 y el 4 %.	Las derivaciones que acometan al bote sifónico tendrán una longitud menor de 2,5 m., y su pendiente será del 2,5%

X	Los aparatos dotados de sifón individual deben tener las características siguientes: a) En los fregaderos, los lavaderos, los lavabos y los bidés la distancia a la bajante debe ser 4,00 m. como máximo, con pendientes comprendidas entre un 2,5 y un 5 %. b) En las bañeras y las duchas la pendiente debe ser menor o igual que el 10 %. c) El desagüe de los inodoros a las bajantes debe realizarse directamente o por medio de un manguetón de acometida de longitud igual o menor que 1,00 m, siempre que no sea posible dar al tubo la pendiente necesaria.	-La distancia del fregadero, lavavajillas y lavabos será <4 m., y la pendiente estará comprendida entre el 2,5 y el 5%. -La pendiente de la bañera y duchas será <10% -El desagüe de los inodoros se realizarán mediante manguetón. Es posible darle a los manguetones la pendiente necesaria.
X	Debe disponerse un rebosadero en los lavabos, bidés, bañeras y fregaderos.	Existirá rebosadero en los lavabos, bañeras y fregaderos.
	No deben disponerse desagües enfrentados acometiendo a una tubería común.	No existirán desagües enfrentados acometiendo a la misma tubería.
X	Las uniones de los desagües a las bajantes deben tener la mayor inclinación posible, que en cualquier caso no debe ser menor que 45°.	Las uniones de los desagües a las bajantes tendrán una inclinación >45°.
X	Cuando se utilice el sistema de sifones individuales, los ramales de desagüe de los aparatos sanitarios deben unirse a un tubo de derivación, que desemboque en la bajante o si esto no fuera posible, en el manguetón del inodoro, y que tenga la cabecera registrable con tapón roscado.	Los ramales de desagüe de los aparatos sanitarios desembocarán en un tubo de derivación que, a su vez, desembocará en la bajante.
	Excepto en instalaciones temporales, deben evitarse en estas redes los desagües bombeados.	No existirán desagües bombeados.

3.3.1.3.- Bajantes y canalones

Criterios de diseño de las bajantes y los canalones		
	Norma	Proyecto
X	Las bajantes deben realizarse sin desviaciones ni retranqueos y con diámetro uniforme en toda su altura excepto, en el caso de bajantes de residuales, cuando existan obstáculos insalvables en su recorrido y cuando la presencia de inodoros exija un diámetro concreto desde los tramos superiores que no es superado en el resto de la bajante. El diámetro no debe disminuir en el sentido de la corriente.	Las bajantes, tanto pluviales como residuales, se realizarán sin desviaciones y con diámetro uniforme en toda la altura.
	Podrá disponerse un aumento de diámetro cuando acometan a la bajante caudales de magnitud mucho mayor que los del tramo situado aguas arriba.	Al ser un edificio de planta baja, no se producirán grandes acometidas de caudales aguas abajo, por lo que no se producirán aumentos de diámetros.

3.3.1.4.- Colectores

Tipos de colectores	
	Colectores colgados (3.3.1.4.1)
X	Colectores enterrados (3.3.1.4.2)

3.3.1.4.2.- Colectores enterrados

Criterios de diseño de los colectores enterrados		
	Norma	Proyecto
X	Los tubos deben disponerse en zanjas de dimensiones adecuadas, tal y como se establece en el apartado 5.4.3., situados por debajo de la red de distribución de agua potable.	-Se cumplirá lo establecido en el apartado 5.4.3. -Los colectores discurrirán por debajo de la red de distribución de agua potable.
X	Deben tener una pendiente del 2 % como mínimo.	Pendiente ≥2%.
X	La acometida de las bajantes y los manguetones a esta red se hará con interposición de una arqueta de pie de bajante, que no debe ser sifónica.	Se dispondrán arquetas no sifónicas y estancas en las acometidas de bajantes y manguetones a los colectores.

X	Se dispondrán registros de tal manera que los tramos entre los contiguos no superen 15 m.	La longitud máxima del colector será <15 m., por lo que no es necesario colocar registros.
----------	---	--

3.3.1.5.- Elementos de conexión

Criterios de diseño de los elementos de conexión		
	Norma	Proyecto
X	-En redes enterradas la unión entre las redes vertical y horizontal y en ésta, entre sus encuentros y derivaciones, debe realizarse con arquetas dispuestas sobre cimiento de hormigón, con tapa practicable. -Sólo puede acometer un colector por cada cara de la arqueta, de tal forma que el ángulo formado por el colector y la salida sea mayor que 90°.	-Existirán arquetas a pie de bajante de fecales, que servirán de encuentro entre la red vertical y la horizontal. -Todas las arquetas estarán colocadas sobre cimiento de hormigón, y tendrán tapa practicable estanca. -Solo acometerá un colector por cada cara de la arqueta.
X	Deben tener las siguientes características: a) La arqueta a pie de bajante debe utilizarse para registro al pie de las bajantes cuando la conducción a partir de dicho punto vaya a quedar enterrada; no debe ser de tipo sifónico. b) En las arquetas de paso deben acometer como máximo tres colectores. c) Las arquetas de registro deben disponer de tapa accesible y practicable. d) La arqueta de trasdós debe disponerse en caso de llegada al pozo general del edificio de más de un colector. e) El separador de grasas debe disponerse cuando se prevea que las aguas residuales del edificio puedan transportar una cantidad excesiva de grasa, (en locales tales como restaurantes, garajes, etc.), o de líquidos combustibles que podría dificultar el buen funcionamiento de los sistemas de depuración, o crear un riesgo en el sistema de bombeo y elevación. Puede utilizarse como arqueta sifónica. Debe estar provista de una abertura de ventilación, próxima al lado de descarga, y de una tapa de registro totalmente accesible para las preceptivas limpiezas periódicas. Puede tener más de un tabique separador. Si algún aparato descargara de forma directa en el separador, debe estar provisto del correspondiente cierre hidráulico. Debe disponerse preferiblemente al final de la red horizontal, previo al pozo de resalto y a la acometida. Salvo en casos justificados, al separador de grasas sólo deben verter las aguas afectadas de forma directa por los mencionados residuos (grasas, aceites, etc.).	a) Las arquetas a pie de bajante no serán del tipo sifónico, pero sí estancas. b) El número máximo de colectores que acometerá a una arqueta nunca será superior a tres. c) Todas las arquetas tendrán tapa practicable y estanca. d) No será necesario ejecutar arqueta en el trasdós, puesto que solo está prevista la llegada de un colector al pozo. e) No se colocará separador de grasas, ya que no se prevé que aguas residuales puedan transportar grasa o líquidos inflamables.
X	Al final de la instalación y antes de la acometida debe disponerse el pozo general del edificio.	Ya existe un pozo antes de la acometida a la red de fecales.
	Cuando la diferencia entre la cota del extremo final de la instalación y la del punto de acometida sea mayor que 1 m, debe disponerse un pozo de resalto como elemento de conexión de la red interior de evacuación y de la red exterior de alcantarillado o los sistemas de depuración.	La diferencia de cota entre el extremo final de la instalación y la del punto de acometida será <1m.
X	Los registros para limpieza de colectores deben situarse en cada encuentro y cambio de dirección e intercalados en tramos rectos.	Se emplearán como registros de limpieza las arquetas que se disponen a lo largo del colector.

3.3.2.- Sistemas especiales**3.3.2.1.- Sistema de bombeo y elevación**

No se dispondrá ningún sistema de bombeo ni elevación, al no estar dispuesta la red interior por debajo del punto de acometida.

3.3.2.2.- Válvulas antirretorno de seguridad

Se colocarán válvulas antirretorno antes de la acometida a las arquetas registrables del exterior de la vivienda.

3.3.3.- Subsistemas de ventilación

Ámbito de aplicación	
Norma	Proyecto
X Deben disponerse subsistemas de ventilación tanto en las redes de aguas residuales como en las de pluviales.	Se dispondrán sistemas de ventilación, tanto en la red de pluviales como en la de fecales.

3.3.3.1.- Subsistema de ventilación primaria

Criterios de diseño del subsistema de ventilación primaria	
Norma	Proyecto
X Se considera suficiente como único sistema de ventilación en edificios con menos de 7 plantas, o con menos de 11 si la bajante está sobredimensionada, y los ramales de desagües tienen menos de 5 m.	El edificio tiene una única planta, por lo que será suficiente el sistema primario como sistema único de ventilación.
X Las bajantes de aguas residuales deben prolongarse al menos 1,30 m por encima de la cubierta del edificio, si esta no es transitable. Si lo es, la prolongación debe ser de al menos 2,00 m sobre el pavimento de la misma	La cubierta donde emergerán las bajantes será inclinada y no transitable, por lo que las bajantes de residuales se prolongarán 1,30 m. por encima de la cubierta.
X La salida de la ventilación primaria no debe estar situada a menos de 6 m de cualquier toma de aire exterior para climatización o ventilación y debe sobrepasarla en altura.	La salida de la ventilación primaria estará situada a más de 6 m. de cualquier toma de aire exterior.
X Cuando existan huecos de recintos habitables a menos de 6 m de la salida de la ventilación primaria, ésta debe situarse al menos 50 cm. por encima de la cota máxima de dichos huecos.	No existirán huecos de recintos habitables a menos de 6 m. de la salida de la ventilación primaria.
X La salida de la ventilación debe estar convenientemente protegida de la entrada de cuerpos extraños y su diseño debe ser tal que la acción del viento favorezca la expulsión de los gases.	La salida de la ventilación primaria estará protegida frente a la entrada de cuerpos extraños, y el diseño facilitará la expulsión de gases.
X No pueden disponerse terminaciones de columna bajo marquesinas o terrazas.	No se dispondrán salidas bajo marquesinas ni terrazas.

3.3.3.2.- Subsistema de ventilación secundaria

No será necesario disponer de subsistema de ventilación secundaria.

3.3.3.3.- Subsistema de ventilación terciaria

No será necesario disponer de subsistema de ventilación terciaria.

3.3.3.4.- Subsistema de ventilación con válvulas de aireación

No será necesario disponer de subsistema de ventilación con válvulas de aireación.

4.- DIMENSIONADO

1- Debe aplicarse un procedimiento de dimensionado para un sistema separativo, es decir, debe dimensionarse la red de aguas residuales por un lado y la red de aguas pluviales por otro, de forma separada e independiente, y posteriormente mediante las oportunas conversiones, dimensionar un sistema mixto.

2- Debe utilizarse el método de adjudicación del número de unidades de desagüe (UD) a cada aparato sanitario en función de que el uso sea público o privado.

4.1.- DIMENSIONADO DE LA RED DE EVACUACIÓN DE AGUAS RESIDUALES

4.1.1.- Red de pequeña evacuación de aguas residuales

4.1.1.1.- Derivaciones individuales

La adjudicación de UD a cada tipo de aparato y los diámetros mínimos de los sifones y las derivaciones individuales correspondientes se establecen en la tabla 4.1 en función del uso.

Para los desagües de tipo continuo o semicontinuo, tales como los de los equipos de climatización, las bandejas de condensación, etc., debe tomarse 1 UD para 0,03 dm³/s de caudal estimado.

Tabla 4.1 UD's correspondientes a los distintos aparatos sanitarios										
Tipo de aparato sanitario			Unidades de desagüe UD				Diámetro mínimo derivación individual y sifón			
			Norma		Proyecto		Norma		Proyecto	
			Uso privad.	Uso public.	Uso privad.	Uso public.	Uso privad.	Uso public.	Uso privad.	Uso public.
X	Lavabo		1	2	19x2		32	40		50 mm.
	Bidé		2	3			32	40		
X	Ducha		2	3	8X3		40	50		50 mm.
X	Bañera (con o sin ducha)		3	4	2x4		40	50		50 mm.
X	Inodoro	Con cisterna	4	5			100	100		
		Con fluxómetro	8	10	18x10		100	100		110 mm.
X	Urinario	Pedestal	—	4			—	50		
		Suspendido	—	2	3x2		—	40		50 mm.
		En batería	—	3,5			—	—		
X	Fregadero	De cocina	3	6	1x6		40	50		50 mm.
		De laboratorio, restaurante, etc.	—	2			—	40		
	Lavadero		3	—			40	—		
X	Vertedero		—	8	1x8		—	100		110 mm.
	Fuente para beber		—	0,5			—	25		
	Sumidero sifónico		3	3			40	50		
X	Lavavajillas		3	6	1x6		40	50		50 mm.
	Lavadora		3	6			40	50		
	Cuarto de baño (lavabo, inodoro, bañera y bidé)	Inodoro con cisterna	7	—			100	—		
		Inodoro con fluxómetro	8	—			100	—		
	Cuarto de aseo (lavabo, inodoro y ducha)	Inodoro con cisterna	6	—			100	—		
		Inodoro con fluxómetro	8	—			100	—		
TOTAL					276					

Los diámetros indicados en la tabla 4.1 se consideran válidos para ramales individuales cuya longitud sea igual a 1,5 m. Para ramales mayores debe efectuarse un cálculo pormenorizado, en función de la longitud, la pendiente y el caudal a evacuar.

El diámetro de las conducciones no debe ser menor que el de los tramos situados aguas arriba.

Para el cálculo de las UD's de aparatos sanitarios o equipos que no estén incluidos en la tabla 4.1, pueden utilizarse los valores que se indican en la tabla 4.2 en función del diámetro del tubo de desagüe;

Tabla 4.2 UD's de otros aparatos sanitarios y equipos

Diámetro del desagüe	Unidades de desagüe UD
32 mm.	1
40 mm.	2
50 mm.	3
60 mm.	4
80 mm.	5
100 mm.	6

No existirán aparatos sanitarios diferentes a los que aparecen reflejados en la tabla 4.1

4.1.1.2.- Botes sifónicos o sifones individuales

Características de los botes sifónicos y sifones individuales		
	Norma	Proyecto
X	Los sifones individuales deben tener el mismo diámetro que la válvula de desagüe conectada.	Los sifones individuales tendrán el mismo diámetro que la válvula de desagüe conectada.
X	Los botes sifónicos deben tener el número y tamaño de entradas adecuado y una altura suficiente para evitar que la descarga de un aparato sanitario alto salga por otro de menor altura.	Los sifones tendrán el número de entradas adecuado según el aseo o baño donde se encuentren, así como la altura necesaria.

4.1.1.3.- Ramales colectores

En la tabla 4.3 se obtiene el diámetro de los ramales colectores entre aparatos sanitarios y la bajante según el número máximo de unidades de desagüe y la pendiente del ramal colector.

Tabla 4.3 Diámetros de ramales colectores entre aparatos sanitarios y bajante

Máximo número de UD			Diámetro
Pendiente			
1%	2%	4%	
—	1	1	32 mm.
—	2	3	40 mm.
—	6	8	50 mm.
—	11	14	63 mm.
—	21	28	75 mm.
47	60	75	90 mm.
123	151	181	110 mm.
180	234	280	125 mm.
438	582	800	160 mm.
870	1.150	1.680	200 mm.

Cuarto húmedo	Diámetro del ramal colector	UD que acometen al ramal colector	Pendiente ramal colector	Máximo número de UD
Baño (lavabo, bañera)	50 mm.	4	2%	6
Aseo (lavabo)	50 mm.	1	2%	6
Cocina (fregadero, lavavajillas, lavadora)	50 mm.	9	4%	11

Debido a las características del edificio, la composición de los cuartos húmedos no se ajusta a lo existente en el edificio.

4.1.2.- Bajantes aguas residuales

Como se trata de un edificio en planta baja, no existirán bajantes.

El dimensionado de las bajantes debe realizarse de forma tal que no se rebase el límite de ± 250 Pa de variación de presión y para un caudal tal que la superficie ocupada por el agua no sea mayor que 1/3 de la sección transversal de la tubería.

El diámetro de las bajantes se obtiene en la tabla 4.4 como el mayor de los valores obtenidos considerando el máximo número de UD en la bajante y el máximo número de UD en cada ramal en función del número de plantas.

4.1.3.- Colectores horizontales de aguas residuales

- **CH1.-** Colector horizontal que discurre enterrado y recoge la totalidad de las aguas residuales.

Los colectores horizontales se dimensionan para funcionar a media de sección, hasta un máximo de tres cuartos de sección, bajo condiciones de flujo uniforme.

El diámetro de los colectores horizontales se obtiene en la tabla 4.5 en función del máximo número de UD y de la pendiente.

Tabla 4.5 Diámetros de los colectores horizontales en función del número máximo de UD y de la pendiente adoptada

Máximo número de UD			Diámetro
Pendiente			
1%	2%	4%	
—	20	25	50
—	24	29	63
—	38	57	75
96	130	160	90
264	321	382	110
390	480	580	125
880	1.056	1.300	160
1.600	1.920	2.300	200
2.900	3.500	4.200	250
5.710	6.920	8.290	315
8.300	10.000	12.000	350

Colector horizontal	Diámetro colector	Pendiente colector	UD en colector	Inodoros colector	Máximo número UD en colector	Máximo número inodoros en colector
CH1	160 mm.	2%	270	19	1.056	—

4.2.- DIMENSIONADO DE LA RED DE EVACUACIÓN DE AGUAS PLUVIALES

Intensidad pluviométrica			
Localización	Zona	Isoyeta	Intensidad pluviométrica
Ituren (Navarra)	A	40	125 mm/h

4.2.1.- Red de pequeña evacuación de aguas pluviales

Tabla 4.6 Número de sumideros en función de la superficie de la cubierta

Superficie de cubierta en proyección horizontal (m2)	Número de sumideros
$S < 100$	2
$100 \leq S < 200$	3
$200 \leq S < 500$	4
$S \geq 500$	1 cada 150 m2

Cubierta o área a evacuar	Superficie en proyección horizontal	Número de sumideros existentes	Número de colectores necesarios
CI1	966 m2	6	6

4.2.2.- Canchales

El diámetro nominal del canalón de evacuación de aguas pluviales de sección semicircular para una intensidad pluviométrica de 100 mm/h se obtiene en la tabla 4.7 en función de su pendiente y de la superficie a la que sirve.

Para un régimen con intensidad pluviométrica diferente de 100 mm/h (véase el Anexo B), debe aplicarse un factor f de corrección a la superficie servida tal que:

$$f = i / 100$$

siendo i la intensidad pluviométrica que se quiere considerar.

Tabla 4.7 Diámetros del canalón para un régimen pluviométrico de 100 mm/h

Máximo superficie de la cubierta en proyección horizontal				Diámetro nominal del canalón
Pendiente				
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

Canalón	Intensidad pluviométrica	Factor de forma f	Diámetro nominal del canalón	Pendiente del canalón	Superficie de cubierta (proy. horizontal)	Máxima superficie de cubierta (proy. horizontal)
Delantero	125 $\neq$ 100	1,25	200 mm.	2%	200 m2	370 m2
Posterior 1	125 $\neq$ 100	1,25	200 mm.	2%	200 m2	370 m2
Posterior 2	125 $\neq$ 100	1,25	250 mm.	2%	570 m2	670 m2

Si la sección adoptada para el canalón no fuese semicircular, la sección cuadrangular equivalente debe ser un 10 % superior a la obtenida como sección semicircular.

El canalón será rectangular, de 40x20 cm. de dimensión. Su superficie será de 800 cm², mientras que la del canalón circular de 200 mm. es de 157 cm²., y la del de 250 mm. es de 245 cm². La superficie del canalón rectangular será superior a la del canalón semicircular, incrementada en un 10%.

4.2.3.- Bajantes de aguas pluviales

El diámetro correspondiente a la superficie, en proyección horizontal, servida por cada bajante de aguas pluviales se obtiene en la tabla 4.8:

Análogamente al caso de los canalones, para intensidades distintas de 100 mm/h, debe aplicarse el factor f correspondiente.

Tabla 4.8 Diámetro de las bajantes de aguas pluviales para un régimen pluviométrico de 100 mm/h.

Superficie en proyección horizontal servida	Diámetro nominal de la bajante
65 m2	50 mm.
113 m2	63 mm.
177 m2	75 mm.
318 m2	90 mm.
580 m2	110 mm.
805 m2	125 mm.
1.544 m2	160 mm.
2.700 m2	200 mm.

Bajante	Intensidad pluviométrica	Factor de forma f	Diámetro nominal de bajante	Superficie de cubierta (proy. horizontal)	Máxima superficie de cubierta (proy. horizontal)
Delantera	125 $\neq$ 100	1,25	125 mm.	200 m2	805 m2
Posterior 1	125 $\neq$ 100	1,25	125 mm.	200 m2	580 m2
Posterior 2	125 $\neq$ 100	1,25	125 mm.	570 m2	580 m2

4.2.3.- Colectores de aguas pluviales

•CH2.- Colector horizontal que discurre desde la arqueta de la bajante situada en el patio hasta el pozo situado en el exterior. Recoge la totalidad de las aguas pluviales.

Los colectores de aguas pluviales se calculan a sección llena en régimen permanente.

El diámetro de los colectores de aguas pluviales se obtiene en la tabla 4.9, en función de su pendiente y de la superficie a la que sirve.

Tabla 4.9 Diámetros de los colectores de aguas pluviales para un régimen pluviométrico de 100 mm/h

Superficie proyectada (m2)			Diámetro nominal del colector
Pendiente			
1%	2%	4%	
125	178	253	90
229	323	458	110
310	440	620	125
614	862	1.228	160
1.070	1.510	2.140	200
1.920	2.710	3.850	250
2.016	4.589	6.500	315

Colector horizontal	Diámetro colector	Pendiente colector	Factor de forma f	Superficie proyectada	Superficie máxima
CH2	200 mm.	2%	1,25	970 m2	1.510 m2

4.3.- DIMENSIONADO DE LOS COLECTORES DE USO MIXTO

No existirán colectores de uso mixto.

4.4.- DIMENSIONADO DE LAS REDES DE VENTILACIÓN

4.4.1.- Ventilación primaria

La ventilación primaria tendrá el mismo diámetro que la bajante de la que es prolongación, aunque a ella se conecte una columna de ventilación secundaria.

4.4.2.- Ventilación secundaria

No existirá ventilación secundaria.

4.4.2.- Ventilación terciaria

No existirá ventilación terciaria.

4.5.- ACCESORIOS

En la tabla 4.13 se obtienen las dimensiones mínimas necesarias (longitud L y anchura A mínimas) de una arqueta en función del diámetro del colector de salida de ésta.

Tabla 4.13 Dimensiones de las arquetas

	Diámetro del colector de salida (mm.)								
	100	150	200	250	300	350	400	450	500
LxA (cm.)	40x40	50x50	60x60	60x70	70x70	70x80	80x80	80x90	90x90

Arqueta	Diámetro del colector de salida	Dimensión de arqueta	Dimensión mínima de arqueta
Arqueta estancia V1	160 mm.	60x60 cm.	60x60 cm.
Arqueta estancia V2	160 mm.	60x60 cm.	60x60 cm.
Arqueta estancia V3	160 mm.	60x60 cm.	60x60 cm.

4.5.- DIMENSIONADO DE LOS SISTEMAS DE BOMBEO Y ELEVACIÓN

No existirán sistemas de bombeo ni elevación.

5.- CONSTRUCCIÓN

5.1.- EJECUCIÓN DE LOS PUNTOS DE CAPTACIÓN

Se realizará según lo indicado en esta sección y en el Pliego General de Condiciones Técnicas y de Seguridad y Salud

5.1.- EJECUCIÓN DE LAS REDES DE PEQUEÑA EVACUACIÓN

Se realizará según lo indicado en esta sección y en el Pliego General de Condiciones Técnicas y de Seguridad y Salud

5.3.- EJECUCIÓN DE BAJANTES Y VENTILACIONES

Se realizará según lo indicado en esta sección y en el Pliego General de Condiciones Técnicas y de Seguridad y Salud

5.4.- EJECUCIÓN DE ALBAÑALES Y COLECTORES

Se realizará según lo indicado en esta sección y en el Pliego General de Condiciones Técnicas y de Seguridad y Salud

5.5.- EJECUCIÓN DE LOS SISTEMAS DE BOMBEO Y ELEVACIÓN

Se realizará según lo indicado en esta sección y en el Pliego General de Condiciones Técnicas y de Seguridad y Salud

5.6.- PRUEBAS

Se realizará según lo indicado en esta sección y en el Pliego General de Condiciones Técnicas y de Seguridad y Salud

6.- PRODUCTOS DE CONSTRUCCIÓN

6.1.- CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LOS MATERIALES

Se realizará según lo indicado en esta sección y en el Pliego General de Condiciones Técnicas y de Seguridad y Salud

6.2.- MATERIALES DE LAS CANALIZACIONES

Se realizará según lo indicado en esta sección y en el Pliego General de Condiciones Técnicas y de Seguridad y Salud

6.3.- MATERIALES DE LOS PUNTOS DE CAPTACIÓN

Se realizará según lo indicado en esta sección y en el Pliego General de Condiciones Técnicas y de Seguridad y Salud

6.3.- CONDICIONES DE LOS MATERIALES DE LOS ACCESORIOS

Se realizará según lo indicado en esta sección y en el Pliego General de Condiciones Técnicas y de Seguridad y Salud

7.- MANTENIMIENTO Y CONSERVACIÓN

Deben realizarse las operaciones de mantenimiento que, junto con su periodicidad mínima, se incluyen en la tabla 7.1 y las correcciones pertinentes en el caso de que se detecten defectos.

Tabla 7.1 Operaciones de mantenimiento	
Operación	Periodicidad mínima
Estanqueidad general de la red con sus pequeñas fugas, existencia de olores y mantenimiento del resto de elementos.	Periódicamente
Revisión y desatascado de válvulas y sifones	Cuando se produzcan pérdidas del caudal de evacuación o haya obstrucciones
Limpieza de sumideros de locales húmedos y cubiertas transitables	6 meses
Limpieza de botes sifónicos	6 meses
Limpieza de sumideros y calderetas de cubiertas no transitables	1 año
Revisión de colectores suspendidos y limpieza de arquetas sumidero y del resto de elementos de la instalación, tales como pozos de registro, bombas de elevación, etc.	1 año
Limpieza de arquetas de pie de bajante, de paso o sifónicas	10 años, o antes si apareciesen olores
Limpieza de sumideros de terrazas y cubiertas	Permanentemente
Mantenimiento de agua en sumideros, botes sifónicos y sifones individuales, para evitar malos olores.	Permanentemente

HS6. NOTA FINAL

Cualquier aclaración o duda respecto a los planos, memoria, anexos, presupuesto o pliego, así como cualquier modificación de sus determinaciones, se consultará previamente con la Dirección Facultativa.

Se considera que la documentación aportada describe suficientemente el proyecto. En cualquier caso, se queda a disposición de la propiedad, organismos competentes o empresa constructora para cualquier aclaración.

El presente documento es copia del original, del que JOSE Mª PRADA VELÁZQUEZ, arquitecto, es su autor. Su utilización total o parcial, así como cualquier reproducción o cesión a terceros, requerirá la previa y expresa autorización de su autor, quedando en todo caso **PROHIBIDA CUALQUIER MODIFICACIÓN UNILATERAL** del mismo.

en Barañain, a enero de 2023

prada arquitectura



**Jose Mª Prada Velázquez
Arquitecto**

SE. SEGURIDAD ESTRUCTURAL (DB-SE)

SE1.	JUSTIFICACIÓN CUMPLIMIENTO SE y MEMORIA DE CÁLCULO	1
SE2.	NOTA FINAL.....	42
A1.	ANEXO 01. ESTUDIO GEOTÉCNICO	43

SE1. JUSTIFICACIÓN CUMPLIMIENTO SE y MEMORIA DE CÁLCULO

El cálculo de la estructura ha sido realizado mediante el programa TRICALC de Cálculo Espacial de Estructuras Tridimensionales, versión 7.0, de la empresa ARKTEC, S.A., con domicilio en la calle Cronos, 63 – Edificio Cronos, E28037 de Madrid (ESPAÑA).

GEOMETRÍA

SISTEMAS DE COORDENADAS

Se utilizan tres tipos de sistemas de coordenadas:

SISTEMA GENERAL: Es el sistema de coordenadas utilizado para situar elementos en el espacio. Está constituido por el origen de coordenadas O_g y los ejes X_g , Y_g y Z_g , formando un triedro. Los ejes X_g y Z_g definen el plano horizontal del espacio, y los planos formados por X_gY_g y Y_gZ_g son los verticales.

SISTEMA LOCAL: Es el sistema de coordenadas propio de cada una de las barras de la estructura y depende de su situación y orientación en el espacio. Cada barra tiene un eje de coordenadas local para cada uno de sus nudos i y j , a los que se denominará $[O_i, X_i, Y_i, Z_i]$ y $[O_j, X_j, Y_j, Z_j]$, respectivamente. Los ejes locales se definen de la siguiente manera:

Ejes Locales en el NUDO i :

El origen de coordenadas O_i está situado en el nudo i .

El eje X_i se define como el vector de dirección j_i .

El eje Y_i se selecciona perpendicular a los ejes X_i y Z_g , de forma que el producto vectorial de Z_g con X_i coincida con Y_i .

El eje Z_i se determina por la condición de ortogonalidad que debe cumplir el triedro formado por X_i , Y_i y Z_i .

Ejes Locales en el NUDO j :

El origen de coordenadas O_j está situado en el nudo j .

El eje X_j se define como el vector de dirección j_j .

El eje Y_j se selecciona perpendicular a los ejes X_j y Z_g , de forma que el producto vectorial de Z_g con X_j coincida con Y_j .

El eje Z_j se determina por la condición de ortogonalidad que debe cumplir el triedro formado por X_j , Y_j y Z_j .

SISTEMA PRINCIPAL: Es el sistema de coordenadas que coincide con el sistema de ejes principales de inercia de la sección transversal de una barra. Se obtiene mediante una rotación de valor un ángulo β , entre los ejes Y local e Y principal de su nudo de menor numeración, medido desde el eje Y local en dirección a Z local.

El sistema de coordenadas general $[O_g, X_g, Y_g, Z_g]$ se utiliza para definir las siguientes magnitudes:

- Coordenadas de los nudos.
- Condiciones de sustentación de los nudos en contacto con la cimentación (apoyos, empotramientos, resortes y asientos).
- Cargas continuas, discontinuas, triangulares y puntuales aplicadas en las barras.
- Fuerzas y momentos en los nudos.
- Desplazamientos en los nudos y reacciones de aquellos en contacto con el terreno, obtenidos después del cálculo.

El sistema de coordenadas principal $[O_p, X_p, Y_p, Z_p]$ se utiliza para definir las siguientes magnitudes:

- Cargas de temperaturas, con gradiente térmico a lo largo del eje Y_p o Z_p de la sección.
- Cargas del tipo momentos flectores y torsores en barras.
- Resultados de sollicitaciones de una barra.
- Gráficas de las sollicitaciones principales.

DEFINICIÓN DE LA GEOMETRÍA

La estructura se ha definido como una malla tridimensional compuesta por barras y nudos. Se considera barra al elemento que une dos nudos. Las barras son de directriz recta, de sección constante entre sus nudos, y de longitud igual a la distancia entre el origen de los ejes locales de sus nudos extremos.

Las **uniones de las barras** en los nudos pueden ser de diferentes tipos:

UNIONES RIGIDAS, en las que las barras transmiten giros y desplazamientos a los nudos.

UNIONES ARTICULADAS, en las que las barras transmiten desplazamientos a los nudos pero no giros.

UNIONES ELÁSTICAS, en las que se define un porcentaje a los tres giros, en ejes principales de barra.

Las **condiciones de sustentación** impuestas a los nudos de la estructura en contacto con la cimentación, condiciones de sustentación, permiten limitar el giro y/o desplazamiento en los ejes generales. Según las distintas combinaciones de los seis posibles grados de libertad por nudo, se pueden definir diferentes casos:

NUDOS LIBRES: desplazamientos y giros permitidos en los tres ejes de coordenadas.(-----).

NUDOS ARTICULADOS: sin desplazamientos, con giros permitidos en los tres ejes.(XYZ---).

NUDOS EMPOTRADOS: desplazamientos y giros impedidos. Empotramiento perfecto.(XYZXYZ).

APOYOS VERTICALES: desplazamientos permitidos respecto a los ejes Xg y Zg, y giros permitidos en los tres ejes.(-Y----).

APOYOS HORIZONTALES en X: desplazamientos permitidos respecto a los ejes Yg y Zg, y giros permitidos en los tres ejes.(X-----).

APOYOS HORIZONTALES en Z: desplazamientos permitidos respecto a los ejes Xg e Yg, y giros permitidos en los tres ejes.(--Z---).

RESORTES o APOYOS ELASTICOS: desplazamientos respecto a los ejes Xg/Yg/Zg definidos por las constantes de rigidez Kdx/Kdy/Kdz, giros respecto a dichos ejes definidos por las constantes de rigidez Kgx/Kgy/Kgz. Es posible definir en un nudo condiciones de sustentación y resortes, en diferentes ejes.

Se han previsto **ASIENTOS** en nudos, teniéndose en cuenta para el cálculo de solicitaciones los esfuerzos producidos por el desplazamiento de dichos nudos.

Los códigos expresados al final de cada tipo de apoyo, se recogen en diferentes listados del programa.

EJES DE CÁLCULO

Se permite considerar como ejes de cálculo o las barras que el usuario defina (las líneas que unen dos nudos) o el eje físico (geométrico) de las secciones de las barras (ver LISTADO DE OPCIONES).

En el primer caso, si se considera necesario, se podrán introducir de forma manual en el cálculo los efectos que puedan producir la diferencia de situación entre los ejes de cálculo y los ejes físicos de las secciones transversales de las barras, mediante la introducción de acciones adicionales, fuerzas y momentos, o mediante la modelización de los nudos como elementos con dimensión.

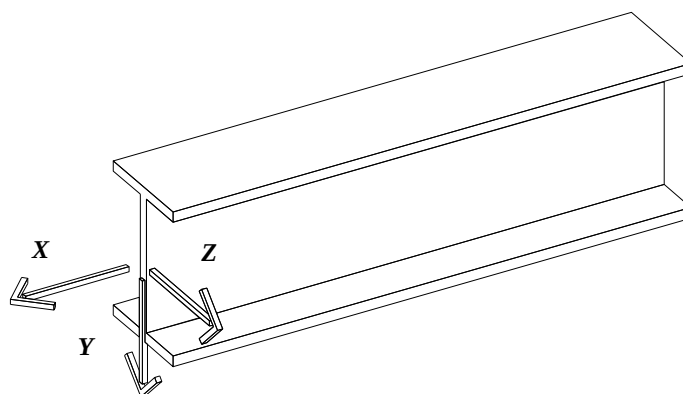
En el caso de considerar como ejes de cálculo los ejes geométricos de las piezas, se pueden utilizar como luz de las barras diferentes criterios, entre los que se encuentra el adoptado por la EHE-08, la distancia entre apoyos.

BARRAS Y TIRANTES

Existe la posibilidad de trabajar con tirantes, de forma que el programa considere que las barras definidas como tales, sólo absorben esfuerzos de tracción no aportando ninguna rigidez cuando se someten a compresión. El cálculo de los tirantes debe hacerse en el cálculo en 2º orden, ya que sólo posteriormente a un cálculo en 1º orden es posible detectar las combinaciones en las que los tirantes están trabajando a compresión, y entonces eliminarlos de la matriz de rigidez de la estructura, y volver a calcular la estructura. La libertad de geometría para definir las barras-tirante dentro de la estructura es total: pueden unirse nudos a distinta cota, fachadas de naves, nudos en la misma planta,... sin necesidad de formar recuadros rectangulares arriostrados.

CRITERIO DE SIGNOS DE LOS LISTADOS DE SOLICITACIONES

Los listados de 'Solicitaciones' y 'Por Secciones', que se obtienen mayorados, se realizan según los ejes principales del nudo inicial de las barras (Xp, Yp, Zp). El criterio de signos utilizado es el siguiente:



Ejes Principales en el nudo inicial de una barra

- Axiles Fx. Un valor negativo indicará compresión, mientras que uno positivo, tracción.

- Cortantes Vy. Un valor positivo indicará que la tensión de cortadura de una rebanada, en la cara que se ve desde el nudo inicial, tiene el mismo sentido que el eje Yp.
- Cortantes Vz. Un valor positivo indicará que la tensión de cortadura de una rebanada, en la cara que se ve desde el nudo inicial, tiene el mismo sentido que el eje Zp.
- Momentos Flectores My (plano de flexión perpendicular a Yp). En el caso de vigas y diagonales cuyo plano de flexión no sea horizontal (es decir, su eje Zp no es horizontal), se utiliza el criterio habitual: los momentos situados por encima de la barra (la fibra traccionada es la superior) son negativos, mientras que los situados por debajo (la fibra traccionada es la inferior) son positivos. En el caso de vigas y diagonales cuyo plano de flexión sea horizontal (su eje Zp es horizontal), y en el caso de pilares, se utiliza el siguiente criterio: los momentos situados hacia el eje Zp positivo son positivos, mientras que los situados hacia el eje Zp negativo son negativos.
- Momentos Flectores Mz (plano de flexión perpendicular a Zp). En el caso de vigas y diagonales cuyo plano de flexión no sea horizontal (es decir, su eje Yp no es horizontal), se utiliza el criterio habitual: los momentos situados por encima de la barra (la fibra traccionada es la superior) son negativos, mientras que los situados por debajo (la fibra traccionada es la inferior) son positivos. En el caso de vigas y diagonales cuyo plano de flexión sea horizontal (su eje Yp es horizontal), y en el caso de pilares, se utiliza el siguiente criterio: los momentos situados hacia el eje Yp positivo son positivos, mientras que los situados hacia el eje Yp negativo son negativos.
- Momentos Torsores Mx. El momento torsor será positivo si, vista la sección desde el eje Xp de la barra (desde su nudo inicial), ésta tiende a girar en el sentido de las agujas del reloj.

CARGAS

HIPÓTESIS DE CARGAS

Hipótesis de cargas contempladas:

HIPOTESIS 0: CARGAS PERMANENTES.

HIPOTESIS 1 y 2, 7 y 8, 9 y 10: SOBRECARGAS ALTERNATIVAS.

HIPOTESIS 3, 4, 25 y 26: VIENTO.

Se considera la acción del viento sobre el edificio según cuatro direcciones horizontales perpendiculares. Dentro de cada dirección se puede tener en cuenta que el viento actúa en los dos sentidos posibles, es decir, en hipótesis 3 y -3, 4 y -4, 25 y -25, y 26 y -26.

HIPOTESIS 5, 6 y 24: SISMO.

Se considera la acción del sismo sobre el edificio según dos direcciones horizontales perpendiculares, una en hipótesis 5 definida por un vector de dirección [x,0,z] dada y otra en hipótesis 6 definida por el vector de dirección perpendicular al anterior. Dentro de cada dirección se tiene en cuenta que el sismo actúa en los dos sentidos posibles, es decir, en hipótesis 5 y -5, y en hipótesis 6 y -6. Si se selecciona norma NCSE, las direcciones de actuación del sismo son las de los ejes generales; opcionalmente se puede considerar la actuación del sismo vertical en hipótesis 24 y -24 definida por el vector [0,Yg,0]. Para verificar los criterios considerados para el cálculo del sismo (según NTE-ECS y NBE-PDS1/74 o según NCSE-94 ó NCSE-02): ver LISTADO DE OPCIONES.

HIPOTESIS 11 a 20: CARGAS MOVILES.

HIPOTESIS 21: TEMPERATURA.

HIPOTESIS 22: NIEVE.

HIPOTESIS 23: CARGA ACCIDENTAL.

Para verificar los coeficientes de mayoración de cargas y de simultaneidad, aplicados en cada hipótesis de carga: ver LISTADO DE OPCIONES.

REGLAS DE COMBINACIÓN ENTRE HIPÓTESIS

HIPOTESIS 0: CARGAS PERMANENTES

Todas las combinaciones realizadas consideran las cargas introducidas en hipótesis 0.

HIPOTESIS 1 y 2, 7 y 8, 9 y 10: SOBRECARGAS ALTERNATIVAS

Se combinan las cargas introducidas en hipótesis 1 y 2, 7 y 8, 9 y 10 de forma separada y de forma conjunta. Dado su carácter alternativo, nunca se realizan combinaciones de cargas introducidas en hip. 1 y 2 con cargas introducidas en hip. 7 y 8, o cargas introducidas en hip. 7 y 8 con cargas en hip. 9 y 10.

HIPOTESIS 3, 4, 25 y 26: VIENTO

Nunca se considera la actuación simultánea de las cargas introducidas en estas hipótesis.

HIPOTESIS 5, 6 Y 24: SISMO

Nunca se considera la actuación de forma conjunta de las cargas introducidas en hip. 5 y 6 (salvo si se activa la opción "considerar la regla del 30%"), ni de éstas con la hip.24, sismo vertical.

HIPOTESIS 11 a 20: CARGAS MOVILES

No se realiza ninguna combinación en la que aparezca la acción simultánea de las cargas introducidas en estas hipótesis.

HIPOTESIS 21: TEMPERATURA

Las cargas de esta hipótesis se combinan con las introducidas en hipótesis 23. No se combinan con las que se introduzcan en hipótesis de viento y sismo.

HIPOTESIS 22: NIEVE

Las cargas de esta hipótesis no se combinan con las introducidas en hipótesis 23. Tampoco se combinan con las que se introduzcan en hipótesis de viento y sismo.

HIPOTESIS 23: CARGA ACCIDENTAL

Las cargas de esta hipótesis no se combinan con las introducidas en hipótesis 21 y 22. Tampoco se combinan con las que se introduzcan en hipótesis de viento y sismo.

Los coeficientes de combinación de hipótesis aplicados vienen definidos en el LISTADO DE OPCIONES. También es posible obtener el listado de las combinaciones realizadas en una estructura, material y estado límite concretos.

Las combinaciones de hipótesis efectuadas de forma automática por el programa, se desglosan en el apartado correspondiente a cada normativa y material.

OPCIONES

Se han utilizado las opciones de cargas recogidas en el listado de OPCIONES que acompaña a la estructura, en particular las relativas a:

Consideración o no automática del peso propio de las barras de la estructura.

Consideración de las cargas introducidas en la hipótesis 3, 4, 25 y 26 (Viento ACTIVO), y en las hipótesis 5, 6 y 24 (Sismo ACTIVO).

Sentido positivo y negativo(±) considerado en las hipótesis 3, 4, 25, 26, 5, 6 y 24.

ACCIÓN DEL SISMO SEGÚN LA NORMA NCSE-94 Y NCSE-02

El cálculo de las cargas sísmicas se realiza mediante un análisis modal espectral de la estructura, método propuesto como preferente por la norma NCSE-94 (Art. "3.6.2. Análisis modal espectral") y NCSE-02 (Art. "3.6.2. Análisis mediante espectros de respuesta").

El programa introduce en la estructura, sobre cada plano horizontal donde haya un forjado unidireccional, reticular o de losa y para cada modo de vibración, dos cargas puntuales (según las dos direcciones de los ejes horizontales generales X y Z) aplicadas a una distancia (excentricidad definida por la norma) del centro de masas del plano, y dos momentos como resultado de situar dichas cargas en el nudo de mayor numeración del plano para que coincidan con un nudo de la estructura.

En el caso de forjados unidireccionales las cargas son del tipo 'Puntual en Nudo' y 'Momento en Nudo'. En el caso de forjados reticulares y de losa las cargas son del tipo 'Puntual en Plano' y 'Momento en Plano'. Sobre cada uno de los nudos donde no haya forjado horizontal se introducen las dos cargas puntuales horizontales según los ejes X y Z. Si existe sismo vertical, se añade una tercera carga puntual en la dirección del eje Y.

Si se han definido forjados horizontales, en el cálculo de las cargas sísmicas por el método dinámico se considera como hipótesis la indeformabilidad de los forjados horizontales en su plano. Se define como "grupo" el conjunto de nudos de una estructura incluidos dentro del perímetro de un forjado unidireccional, reticular o de losa horizontales. Todos los nudos incluidos en un mismo "grupo" tiene relacionados sus grados de libertad correspondientes a los desplazamientos en los ejes Xg y Zg, y al giro en eje Yg.

ANÁLISIS MODAL ESPECTRAL

Este método, considerado de tipo 'dinámico', consta, fundamentalmente, de los siguientes pasos:

Obtención, para cada dirección de sismo a considerar por separado o globalmente, de los valores y vectores propios del sistema de ecuaciones

$$[[K] - \omega^2[M]] \cdot \{\Phi\} = 0$$

donde:

K:	Matriz de rigidez en la dirección o direcciones consideradas
ω :	Frecuencia angular de excitación (raíz cuadrada del valor propio)
M:	Matriz de masa de la estructura
Φ :	Vector propio

Obtención, para cada modo de vibración y cada dirección, de la aceleración impuesta a cada punto de la estructura, utilizando para ello una función de "respuesta espectral".

Obtención, para cada modo de vibración y cada dirección, de las cargas estáticas equivalentes impuestas a cada punto de la estructura (recuérdese que fuerza es igual a masa por aceleración), y en función de ellas, todos los esfuerzos.

Combinación, para cada dirección, de los desplazamientos, giros y esfuerzos obtenidos en los diferentes modos de vibración para obtener los desplazamientos, giros y sollicitaciones ponderados de cada dirección de sismo.

DIRECCIONES DE SISMO CONSIDERADAS

Tricalc considera, como direcciones de actuación del sismo, las de los ejes generales (X+, X-, Z+, Z-, Y+ y Y-). Dichas direcciones corresponden a las hipótesis del programa 5, 6 y 24, respectivamente. Ya que no es predecible la dirección en la que se sitúa el epicentro de un terremoto respecto al edificio, basta considerar dos direcciones horizontales de sismo independientes y ortogonales entre sí.

A los efectos de considerar la acción del sismo de una dirección en la otra, es posible utilizar un coeficiente de mayoración de las acciones sísmicas incrementado en el factor 1,12, o utilizar la regla del 30% (ver el LISTADO DE OPCIONES).

La consideración del sismo vertical (Y+, Y-) es opcional (vea el LISTADO DE OPCIONES).

MODELIZACIÓN Y GRADOS DE LIBERTAD

Para la correcta evaluación de la acción sísmica, es necesario que la estructura se encuentre predimensionada y con todas las cargas introducidas.

A los efectos de evaluación de cargas sísmicas, la estructura se modeliza como un conjunto de barras con las masas concentradas en los nudos. Esta modelización es aceptable para la mayoría de las situaciones, aunque en algunos casos (sismo vertical de una gran viga cargada uniformemente, por ejemplo) no es correcto trasladar las cargas a los nudos. Se consideran sólo los nudos situados sobre la rasante cuyo movimiento en la dirección de estudio no esté coaccionado mediante un apoyo. Es decir, se considera que toda la estructura bajo la rasante se mueve solidariamente con el terreno durante el sismo.

La modelización de la estructura se puede realizar separadamente para cada dirección de estudio o bien globalmente. (ver el LISTADO DE OPCIONES).

Es opcional (ver el LISTADO DE OPCIONES) la consideración del giro alrededor de un eje vertical como grado de libertad. En este caso, se considera que los nudos situados en un forjado horizontal indeformable rotan alrededor del centro de rigideces de dicho forjado, mientras que el resto lo hacen sobre sí mismos.

También es opcional (ver LISTADO DE OPCIONES) considerar el giro alrededor de los ejes X y Z generales (opción 'SIN CONDENSACIÓN') o no (opción 'CON CONDENSACIÓN').

Si se habilita la consideración de forjados horizontales indeformables en su plano, (lo que equivale a considerar los forjados horizontales infinitamente rígidos en su plano) los forjados tendrán un único grado de libertad en las direcciones horizontales del sismo y en el giro alrededor del eje Yg.

El terreno se considera un sólido rígido, lo cual, en general, está del lado de la seguridad. Para que esta simplificación sea correcta, se deben evitar estructuras cuya dimensión en planta supere la de la longitud de las ondas sísmicas, del orden de 100 metros.

MATRIZ DE MASA CONSIDERADA: MASA TRASLACIONAL Y MASA ROTACIONAL

Tricalc calcula la matriz de masa, matriz diagonal en la que las masas de cada nodo, grado de libertad, se sitúan en la diagonal.

Los grados de libertad traslacionales (2 desplazamientos horizontales más, opcionalmente, un desplazamiento vertical) están asociados a masas traslacionales. Para el cálculo de dichas masas traslacionales, se considera la componente vertical de las cargas equivalentes aplicadas en los nudos. Tienen por tanto unidades de masa.

Es opcional (ver LISTADO DE OPCIONES) la consideración de un grado de libertad rotacional (rotación alrededor del eje vertical). Este grado de libertad está asociado a masas rotacionales. Para el cálculo de dichas masas rotacionales, se considera la componente vertical de las cargas equivalentes aplicadas en los nudos multiplicada por la distancia al cuadrado entre el punto de aplicación de la carga y la posición del eje de rotación considerado. Tienen por tanto unidades de masa por distancia al cuadrado.

En todo caso, ambos tipos de masa son multiplicados por los siguientes coeficientes:

$$0 + \alpha \cdot [\text{máx.}(1+2, 7+8, 9+10) + (11+12+\dots+20)/\text{NMov}] + \beta \cdot 21$$

donde

'0'	es la hipótesis de carga permanente.
'1+2', '7+8' y '9+10'	son las parejas de cargas alternativas (sobrecargas de uso y tabiquería).
'11' a '20'	son las hipótesis de cargas móviles (puentes grúa, por ejemplo).
'21'	es la hipótesis de carga de nieve.

' α '	es un factor, entre 0,3 y 0,6 (NCSE-94) ó 0,5 y 0,6 (NCSE-02), función del uso del edificio.
' β '	es 1,0 ó 0,3 (NCSE-94), 0,5 ó 0,0 (NCSE-02) en función del tiempo de permanencia de la nieve (nº de días / año).
'NMov'	es el número de cargas móviles activas.

OBTENCIÓN DE LOS VALORES Y VECTORES PROPIOS

El programa calcula, para cada dirección de forma separada o conjuntamente para todos los grados de libertad considerados, los valores y vectores propios resultantes del sistema de ecuaciones:

$$([K] - \omega^2[M]) \cdot \{\Phi\} = 0$$

Los valores propios, los valores de ω para los que el sistema tiene una solución no trivial, representan las frecuencias angulares de vibración propias de la estructura, en la dirección considerada (frecuencias naturales). En una estructura existen tantos modos de vibración como grados de libertad. Si bien la norma NCSE obliga a considerar tres modos de vibración en cada dirección cuando el estudio se realiza de forma separada en cada dirección, y cuatro globales cuando el estudio se realiza de modo global, Tricalc almacena y utiliza los 30 primeros modos de vibración, correspondientes a los 30 primeros períodos de vibración, ordenados de mayor a menor. De esos hasta 30 modos, se puede indicar cuántos se desea utilizar para la obtención de esfuerzos. Los períodos de vibración vienen dados por la expresión

$$T = \frac{2 \cdot \pi}{\omega}$$

OBTENCIÓN DE LA MASA PARTICIPANTE DE CADA MODO

El tanto por ciento de masa participante, Mpd , en el modo de vibración 'k' y la dirección 'd', viene dado por la expresión:

$$\%Mpd = \frac{\left(\sum_{i=1}^n M_{d,i} \cdot \Phi_{d,k,i} \right)^2}{\sum_{i=1}^n M_i \cdot \Phi_{k,i}^2} \cdot \frac{100}{\sum_{i=1}^n M_{d,i}}$$

$$\sum_{i=1}^n M_i \cdot \Phi_{k,i}^2 = \sum_{i=1}^n M_{x,i} \cdot \Phi_{x,k,i}^2 + \sum_{i=1}^n M_{y,i} \cdot \Phi_{y,k,i}^2 + \sum_{i=1}^n M_{z,i} \cdot \Phi_{z,k,i}^2 + \sum_{i=1}^n M_{yy,i} \cdot \Phi_{yy,k,i}^2 = 1.0$$

siendo

n:	Número de grados de libertad.
$M_{x,i}$:	Masa traslacional en la dirección 'x' del grado de libertad 'i'.
$M_{yy,i}$:	Masa rotacional sobre el eje vertical 'y' del grado de libertad 'i'.
$\Phi_{x,k,i}$:	Componente del vector propio correspondiente a la traslación 'x', modo de vibración 'k' y grado de libertad 'i'.
$\Phi_{yy,k,i}$:	Componente del vector propio correspondiente a la rotación 'y', modo de vibración 'k' y grado de libertad 'i'.

OBTENCIÓN DE LA ACELERACIÓN CARACTERÍSTICA

La aceleración lineal característica de un determinado período de vibración se calcula mediante una expresión función del período propio de vibración, de la zona sísmica, del tipo de terreno y de la amortiguación y ductilidad consideradas. Para ello se suelen utilizar gráficos de respuesta espectral normalizados para una aceleración del terreno de $1g$ ($9,806 \text{ m/s}^2$), en los que en eje X se sitúa el período de vibración natural del edificio, y en eje Y se obtiene la aceleración característica.

En la Norma NCSE los espectros de respuesta están normalizados para una aceleración del terreno de 1 m/s^2 .

ACELERACIÓN ROTACIONAL

Tricalc permite considerar, de forma opcional (ver LISTADO DE OPCIONES), acciones sísmicas rotacionales: es decir, que el terreno, además de desplazarse horizontal y verticalmente, puede rotar durante un sismo. Para ello, es necesario disponer de las aceleraciones angulares producidas por un sismo, por ejemplo mediante gráficas de respuesta espectral en los que en abscisas se entre por períodos o frecuencias naturales y en ordenadas se obtengan aceleraciones angulares (rad / s^2). Dado que dichos espectros no están

actualmente disponibles (están fuera del alcance de la actual ciencia sísmológica), Tricalc permite introducir un factor que multiplicado por la aceleración lineal producida en cada modo de vibración, obtiene la aceleración angular correspondiente.

ZONAS SÍSMICAS

La norma NCSE determina la situación de un edificio por dos valores: la aceleración sísmica básica y el coeficiente de contribución.

La aceleración sísmica básica es la aceleración horizontal sufrida por el terreno en un terremoto con un período de retorno de 500 años. Sus valores, en España, se sitúan entre 0 y 0,25 g, siendo 'g' la aceleración de la gravedad.

La aceleración sísmica de cálculo es la aceleración con la que se debe calcular la estructura. En NCSE-94 viene dada por un factor, entre 1,0 y 1,3, que multiplica la aceleración sísmica básica en función de la importancia de la edificación. Dicha importancia se determina mediante el período de vida estimado, 50 años para edificios de normal importancia y 100 años para edificios de especial importancia. En NCSE-02 viene también afectado por un coeficiente S de amplificación del suelo.

El coeficiente de contribución, K, tiene en cuenta la distinta contribución a la peligrosidad sísmica en cada punto de España de la sismicidad de la Península y de la proximidad a la falla Azores - Gibraltar. Sus valores se sitúan entre 1,0, para todo el territorio nacional salvo Andalucía occidental y sudoeste de Extremadura, y 1,5.

COMBINACIÓN DE LOS DIFERENTES MODOS DE VIBRACIÓN

Dado que el edificio vibra a la vez en todos sus modos, es necesario sumar los efectos combinados de todos ellos. Es lo que se denomina 'superposición modal espectral'.

Tricalc utiliza la 'Combinación Cuadrática Completa', tal como indica la norma NCSE-94 (En NCSE-02 se indica el método de la Raíz Cuadrada de la Suma de Cuadrados modificado, que el programa no utiliza). Para cada nudo o barra, el efecto ponderado 'S', que puede ser el desplazamiento, la velocidad, la aceleración o un esfuerzo, viene dado por la expresión:

$$S = \sqrt{\sum_{i=1}^r \sum_{j=1}^r |S_i| \cdot |S_j| \cdot \pi_{ij}}$$

$$\pi_{ij} \equiv \pi_{ji} = \frac{8 \cdot v^2 \cdot (1 + f) \cdot f^{3/2}}{(1 - f^2)^2 + 4 \cdot v^2 \cdot f \cdot (1 + f)^2}; f = \frac{\omega_i}{\omega_j}$$

siendo:

- | | |
|------------|--|
| r: | número de modos de vibración. |
| v: | coeficiente de amortiguación, en tantos por 1. |
| ω : | frecuencia angular, de modo que f sea menor o igual a la unidad. |

Tricalc permite además indicar cuántos modos de vibración se desean considerar en esta combinación.

CONSIDERACIÓN DE LOS EFECTOS COMBINADOS DE LAS DIRECCIONES DE ESTUDIO

Dado que no se conoce 'a priori' la dirección del sismo más desfavorable, no basta con estudiar de forma independiente los efectos de la acción sísmica en dos direcciones ortogonales. La norma española NCSE sólo indica que, en el caso de calcular los modos de vibración de forma separada para cada dirección, se debe sumar al pésimo esfuerzo debido a una dirección el 30% del pésimo esfuerzo de la dirección ortogonal. Es la denominada, en la bibliografía clásica, 'regla del 30%', que puede utilizarse de forma opcional en el programa. La bibliografía actual, considera más preciso multiplicar los efectos de cada dirección horizontal por un factor de 1,12. Para considerar este factor con el programa, basta introducir, como coeficientes de mayoración de las hipótesis horizontales de sismo ('5' y '6'), un valor de 1,12 en lugar de 1,0 como se suele definir (ver el LISTADO DE OPCIONES).

CENTRO DE MASAS Y CENTRO DE RIGIDEZES

La aplicación de las fuerzas sísmicas obtenidas en el centro de masas de cada grupo o forjado, provoca una torsión en cada forjado, si no coinciden los centros de masa y de rigidez del grupo. En todo caso, siempre se debe considerar (aunque en el programa es opcional) una excentricidad accidental, de valor según la normativa aplicada.

La norma NCSE considera además, una excentricidad adicional de un 1/20 de la máxima dimensión del plano, medido ortogonalmente a la dirección de sismo considerada.

Si se ha habilitado la consideración de la masa rotacional, y se ha definido una determinada aceleración rotacional (angular), se producen también unas rotaciones adicionales debidas a ellas.

CÁLCULO DE ESFUERZOS

Una vez obtenidas las fuerzas estáticas equivalentes a la acción sísmica, en las hipótesis '5' (dirección X+, X-), '6' (dirección Z+, Z-) y '24' (eje vertical Y+, Y-) y en cada modo de vibración, se puede proceder al cálculo de esfuerzos en la forma habitual.

El programa obtiene así los desplazamientos, giros y esfuerzos de cada modo de vibración y dirección, combinándose posteriormente, en cada hipótesis de sismo, mediante la 'combinación cuadrática completa'. Por ejemplo: para obtener el momento flector Mz de la hipótesis '5' en una determinada sección, se obtienen los momentos Mz producidos por los modos de vibración de dicha hipótesis y se combinan aplicando la 'combinación cuadrática completa'.

SECCIONES

DEFINICIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS Y MECÁNICAS DE LOS PERFILES

Canto H

Es el valor de la dimensión del perfil en el sentido paralelo a su eje Y principal, en mm.

Ancho B

Es el valor de la dimensión del perfil en el sentido paralelo a su eje Z principal, en mm.

Área Ax

Es el valor del área de la sección transversal de un perfil de acero, en cm². En una sección rectangular viene dada por la expresión:

$$A_x = B \cdot H$$

Área Ay

Es el área a considerar en el cálculo de las tensiones tangenciales paralelas al eje Y principal de la sección transversal de un perfil de acero, en cm². Su valor se calcula con la expresión:

$$A_y = \frac{I_z \cdot e}{S_z}$$

siendo:

Iz: Inercia según el eje z.

e: Espesor del perfil en el punto en el que se producirá la máxima tensión tangencial debida al cortante Fy.

Sz: Momento estático de una sección correspondiente entre la fibra, paralela al eje Z principal, exterior y el punto donde se producirá la máxima tensión tangencial debida al cortante respecto al eje paralelo al eje Z principal que pase por el centro de gravedad de la sección.

El valor de Ay corresponde aproximadamente al área del alma en los perfiles en forma de I. En una sección rectangular viene dado por la expresión:

$$A_y = \frac{2}{3} \cdot B \cdot H$$

Área Az

Es el área a considerar en el cálculo de las tensiones tangenciales paralelas al eje Z principal de la sección transversal de un perfil de acero, en cm². Su valor se calcula con la expresión:

$$A_z = \frac{I_y \cdot e}{S_y}$$

siendo:

Iy: Inercia según el eje y.

e:	Espesor del perfil en el punto en el que se producirá la máxima tensión tangencial debida al cortante Fz.
Sy:	Momento estático de una sección correspondiente entre la fibra exterior y el punto donde se producirá la máxima tensión tangencial.

El valor de Az corresponde aproximadamente al área de las alas en los perfiles en forma de I. En una sección rectangular tiene el mismo valor que Ay.

Momento de Inercia Ix

Momento de Inercia a torsión, en cm⁴. El momento de inercia a torsión de una sección rectangular viene dado por la expresión:

$$I_x = \left[\frac{1}{3} - 0,21 \cdot \frac{B}{H} \cdot \left(1 - \frac{B^4}{12 \cdot H^4} \right) \right] \cdot H \cdot B^3$$

siendo $H \geq B$.

En las secciones en T se tiene en cuenta lo indicado en la tabla A3-1 de la norma EA-95 (Cap.3), que refleja que la Inercia a torsión de una pieza formada por dos rectángulos (de inercias a torsión Ix1 e Ix2) en forma de T viene dada por la expresión

$$I_x = 1,1 \cdot (I_{x1} + I_{x2})$$

Momento de Inercia Iy

Momento de Inercia se la sección respecto de un eje paralelo al eje Y principal que pase por su centro de gravedad, en cm⁴. Su valor para una sección rectangular v, tiene dado por la expresión:

$$I_y = \frac{H \cdot B^3}{12}$$

Momento de Inercia Iz

Momento de inercia de la sección respecto de un eje paralelo al eje Z principal que pase por su centro de gravedad, en cm⁴. Su valor para una sección rectangular viene dado por la expresión:

$$I_z = \frac{B \cdot H^3}{12}$$

Módulo Resistente Wt

Módulo resistente a la torsión en cm³ de una sección de acero. Es la relación existente entre el momento torsor y la tensión tangencial máxima producida por él. Para una sección abierta formada por varios rectángulos viene dado por la expresión (Tabla A3-1 de la norma EA-95 (Cap.3)):

$$W_t = \frac{I_x}{e_i}$$

donde

Ix:	Inercia a torsión de la sección.
ei:	Espesor del rectángulo de mayor espesor.

Módulo Resistente Elástico W_{y,el}

Es el módulo resistente a la flexión según un plano ortogonal al eje Y principal de una sección de acero, en cm³, que se calcula a partir del momento de inercia Iy. En secciones simétricas con respecto a un plano paralelo al eje Y principal de la barra, viene dado por la expresión:

$$W_{Y,el} = \frac{I_Y}{B/2}$$

Su valor para una sección rectangular viene dado por la expresión:

$$W_{Y,el} = H \cdot \frac{B^2}{6}$$

Módulo Resistente Elástico $W_{Z,el}$

Es el módulo resistente a la flexión según un plano ortogonal al eje Z principal de una sección de acero, en cm^3 , que se calcula a partir del momento de inercia I_z . En secciones simétricas con respecto a un plano paralelo al eje Z principal de la barra, viene dado por la expresión:

$$W_{Z,el} = \frac{I_z}{H/2}$$

Su valor para una sección rectangular viene dado por la expresión:

$$W_{Z,el} = B \cdot \frac{H^2}{6}$$

Módulo Resistente Plástico $W_{Y,pl}$

Es el módulo resistente a la flexión plástica según un plano ortogonal al eje Y principal de una sección de acero, en cm^3 , que se calcula suponiendo todas las fibras de la sección trabajando al límite elástico.

Su valor para una sección rectangular viene dado por la expresión:

$$W_{Y,pl} = H \cdot \frac{B^2}{4}$$

Módulo Resistente Plástico $W_{Z,pl}$

Es el módulo resistente a la flexión según un plano ortogonal al eje Z principal de una sección de acero, en cm^3 , que se calcula suponiendo todas las fibras de la sección trabajando al límite elástico.

Su valor para una sección rectangular viene dado por la expresión:

$$W_{Z,pl} = B \cdot \frac{H^2}{4}$$

Peso P

Es el peso propio de la barra en Kg/m (ó kN/m).

SECCIONES DE INERCIA VARIABLE: CARTELAS

El programa permite la introducción de secciones de inercia variable (cartelas) de acero o madera (pero no de hormigón). Las cartelas sólo podrán definirse sobre barras a las que previamente se haya asignado un perfil con las siguientes características: Debe ser de forma en 'I' y de material 'Acero' o 'Madera', o de forma rectangular y de material 'Madera'. Las cartelas pueden definirse exclusivamente en el plano Y principal, es decir, en el plano del alma.

Es posible definir cuatro tipos de secciones de inercia variable:

Corte oblicuo del perfil. Consiste en cortar oblicuamente el alma del perfil y soldar la sección dando la vuelta a uno de los medios perfiles. Equivale a alargar o acortar el alma del perfil. Para que el perfil sea válido, el canto total del perfil acartelado debe ser al menos 3 veces el espesor del ala.

Cartabones. Consiste en soldar de una a tres piezas triangulares o trapezoidales perpendicularmente a una de las alas de un perfil base y de un mismo espesor. Para que el perfil sea válido, el canto del perfil

acartelado debe ser al menos el del perfil base, y la suma de espesores de los cartabones no debe superar el ancho del perfil base.

Semiperfil. Consiste en soldar a un perfil base un perfil en forma de 'T' extraído de un perfil idéntico al base. Para que el perfil sea válido, el canto del perfil acartelado debe ser al menos el del perfil base.

Palastros. Consiste en soldar a un perfil base un perfil en forma de 'T' formado por dos chapas de un determinado espesor. Para que el perfil sea válido, el canto del perfil acartelado debe ser al menos el del perfil base.

Para realizar el cálculo de esfuerzos (o el cálculo de modos de vibración dinámicos), Tricalc divide las barras de sección variable en un número determinado de barras de sección uniforme. A la barra de sección variable completa se la denominará en este manual 'Cartela Primaria', mientras que a cada una de las barras de sección constante en las que se divide la cartela primaria se las denominará 'Cartelas Secundarias'. De forma similar, a los nudos que se crean para definir estas cartelas secundarias se les denominará 'Nudos Secundarios'.

CÁLCULO DE SOLICITACIONES

El cálculo de las solicitaciones en las barras se ha realizado mediante el método matricial espacial de la rigidez, suponiendo una relación lineal entre esfuerzos y deformaciones en las barras y considerando los seis grados de libertad posibles de cada nudo. Los muros resistentes se han calculado mediante el método de los elementos finitos. A título indicativo, se muestra a continuación la matriz de rigidez de una barra, donde se pueden observar las características de los perfiles que han sido utilizadas para el cálculo de esfuerzos.

$$\begin{array}{cccccc}
 \frac{E \cdot A_x}{L} & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
 0 & \frac{12 \cdot E \cdot I_z}{L^3} & 0 & 0 & 0 & \frac{-6 \cdot E \cdot I_z}{L^2} \\
 0 & 0 & \frac{12 \cdot E \cdot I_y}{L^3} & 0 & \frac{6 \cdot E \cdot I_y}{L^2} & 0 \\
 0 & 0 & 0 & \frac{G \cdot I_x}{L} & 0 & 0 \\
 0 & 0 & \frac{6 \cdot E \cdot I_y}{L^2} & 0 & \frac{4 \cdot E \cdot I_y}{L} & 0 \\
 0 & \frac{-6 \cdot E \cdot I_z}{L^2} & 0 & 0 & 0 & \frac{4 \cdot E \cdot I_z}{L}
 \end{array}$$

Donde E es el módulo de deformación longitudinal y G es el módulo de deformación transversal calculado en función del coeficiente de Poisson y de E . Sus valores se toman de la base de perfiles correspondiente a cada barra.

Es posible reducir el acortamiento por axil de los pilares mediante la introducción de un factor multiplicador del término ' $E \cdot A_x / L$ ' de la matriz anterior, como se recoge en el LISTADO DE DATOS DE CÁLCULO.

Es posible considerar la opción de indeformabilidad de forjados horizontales en su plano, como se recoge en el LISTADO DE DATOS DE CÁLCULO. Al seleccionar esta opción todos los nudos situados dentro del perímetro de cada forjado horizontal, unidireccional o reticular, quedan englobados en 'grupos' (uno por cada forjado), a los que individualmente se asignan 3 grados de libertad: El desplazamiento vertical $-D_y$ y los giros según los ejes horizontales $-G_x$ y G_z . Los otros tres grados de libertad (D_x, D_z y G_y) se suponen compatibilizados entre todos los nudos del "grupo": Los nudos que no pertenezcan a un forjado horizontal, ya sea por estar independientes o por estar en planos inclinados, se les asignan 6 grados de libertad.

Es posible considerar el tamaño del pilar en los forjados reticulares y losas, como se recoge en el LISTADO DE DATOS DE CÁLCULO. Al seleccionar esta opción, se considera que la parte de forjado o losa situada sobre el pilar (considerando para ello la exacta dimensión del pilar y su posición o crecimiento) es infinitamente rígida. Todos los nudos situados en el interior del perímetro del pilar comparten, por tanto, los 6 grados de libertad ($D_x, D_y, D_z, G_x, G_y, G_z$). Esto hace que en el interior de esta porción de forjado, no existan esfuerzos, y por tanto, los nervios y zunchos que acometen al pilar se arman con los esfuerzos existentes en la cara del pilar.

En base a este método se ha planteado y resuelto el sistema de ecuaciones o matriz de rigidez de la estructura, determinando los desplazamientos de los nudos por la actuación del conjunto de las cargas, para posteriormente obtener los esfuerzos en los nudos en función de los desplazamientos obtenidos.

En el caso de que la estructura se calcule bajo los efectos de las acciones sísmicas definidas por la Norma NCSE se realiza un cálculo de la estructura mediante el método del "Análisis Modal Espectral", recomendado por la misma. De esta forma pueden obtenerse los modos y períodos de vibración propios de

la estructura, datos que pueden ser utilizados para la combinación de la estructura con cargas armónicas y la posibilidad de 'entrada en resonancia' de la misma.

MODELIZACIÓN DE MUROS RESISTENTES

Los muros resistentes se modelizan como elementos finitos tridimensionales de cuatro vértices. Los otros tipos elementos, ya sean vigas, pilares, diagonales, forjados reticulares y losas de forjado o cimentaciones se modelizan como elementos lineales tipo barra.

Una viga, un pilar o una diagonal está formada por dos nudos unidos mediante una 'barra'; un forjado reticular o una losa de forjado está constituido por una retícula de 'nervios' que, con sus intersecciones, forman un conjunto de 'nudos' y 'barras'. De forma similar, un muro resistente está formado por un conjunto de elementos finitos yuxtapuestos definidos por sus nudos o vértices.

Cuando en una estructura se definen vigas, pilares, diagonales, forjados y muros resistentes, el método de cálculo de esfuerzos consiste en formar un sistema de ecuaciones lineales que relacionen los grados de libertad que se desean obtener, los desplazamientos y giros de los nudos y de los nodos, con las acciones exteriores, las cargas, y las condiciones de borde, apoyos y empotramientos.

De forma matricial, se trata de la ecuación

$$[K] \cdot \{D\} = \{F\}$$

donde '[K]' es la matriz de rigidez de la estructura, '{D}' es el vector de desplazamientos y giros de los nudos y nodos, y '{F}' es el vector de fuerzas exteriores. Una vez resuelto el sistema de ecuaciones, y por tanto, obtenidos los desplazamientos y giros de los nudos y nodos de la estructura, es posible obtener los esfuerzos (en el caso de las vigas, pilares, diagonales y nervios de los forjados y losas) y las tensiones (en el caso de los muros resistentes) de toda la estructura.

Para obtener el sistema ' $[K] \cdot \{D\} = \{F\}$ ', se opera de igual forma que con una estructura formada exclusivamente por nudos y barras: cada parte de la estructura (barra, trozo de nervio o elemento finito) posee una matriz de rigidez elemental, $[K]_e$, que tras transformarla al sistema de ejes generales de la estructura, se puede sumar o ensamblar en la matriz general de la estructura. La única diferencia entre las barras y los elementos finitos es la dimensión y significado de cada fila o columna de sus matrices de rigidez elementales. Se puede decir, por tanto, que el método matricial espacial de cálculo de estructuras de barras es un caso particular del método de elementos finitos, en el que el elemento finito es una barra.

ELEMENTO FINITO UTILIZADO

Para la modelización de muros resistentes, el programa utiliza un elemento finito isoparamétrico cuadrilátero de 4 nudos. Cada nudo posee cinco grados de libertad (u, v, w, θ_x y θ_y), siendo los 2 primeros de tensión plana y los 3 siguientes de flexión de placa. La matriz de rigidez elemental tiene, en coordenadas naturales, $4 \cdot 5 = 20$ filas y 20 columnas, no existiendo términos que relacionen los grados de libertad de tensión plana con los de flexión de placa. Por tanto, el elemento utilizado procede del ensamblaje de un elemento cuadrilátero de cuatro nudos de tensión plana con otro también cuadrilátero de cuatro nudos de flexión de placa. Concretamente, para la flexión se ha utilizado el elemento cuadrilátero de cuatro nudos con deformaciones de cortante lineales CLLL (placa gruesa de Reissner-Mindlin basada en campos de deformaciones de cortante transversal impuestas).

Para la obtención de la matriz de rigidez, se utiliza una integración numérica mediante una cuadratura de Gauss-Legendre de 2×2 puntos. La posición de los 2×2 puntos de Gauss en coordenadas naturales, así como los pesos asignados a dichos puntos, es la siguiente:

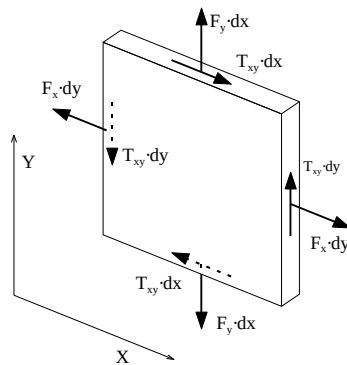
$$\begin{aligned} G_{1,1} &= \{1/\sqrt{3}, 1/\sqrt{3}\}; W_{1,1} = 1,0 \\ G_{1,2} &= \{1/\sqrt{3}, -1/\sqrt{3}\}; W_{1,2} = 1,0 \\ G_{2,1} &= \{-1/\sqrt{3}, 1/\sqrt{3}\}; W_{2,1} = 1,0 \\ G_{2,2} &= \{-1/\sqrt{3}, -1/\sqrt{3}\}; W_{2,2} = 1,0 \end{aligned}$$

Una vez obtenidos los desplazamientos de todos los nudos y nodos de la estructura (resolviendo el sistema $[K] \cdot \{D\} = \{F\}$), se obtienen las tensiones en los puntos de Gauss de cada elemento mediante una cuadratura de Gauss-Legendre de 2×2 puntos. Las tensiones nodales de cada elemento se obtienen extrapolando, mediante las funciones de forma del elemento, las de los puntos de Gauss. Este procedimiento produce valores nodales discontinuos entre elementos adyacentes, discontinuidades que se reducen según se hace la malla de elementos más tupida, hasta desaparecer en el límite.

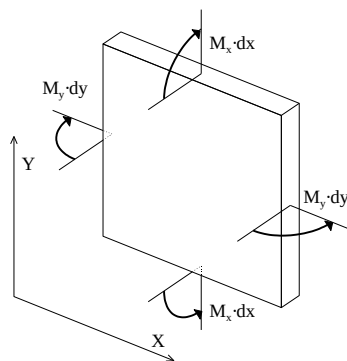
En el programa se realiza un 'alisado' de las tensiones nodales mediante una media cuadrática de las tensiones procedentes de cada elemento al que pertenece el nudo en cuestión. Este alisado se produce muro a muro; es decir, los nudos situados en el interior de un muro poseerán un único vector de tensiones, pero los situados en la frontera entre dos muros poseerán un vector diferente para cada muro al que pertenezca en nudo. Este se hace así porque normalmente, en las uniones entre muros (las uniones en horizontal se suelen realizar por cambios de dirección del muro, y las uniones en vertical se suelen realizar en los forjados), se producen saltos bruscos de las tensiones.

Las tensiones (esfuerzos) que se producen en un trozo de muro elemental de dimensiones dx , dy respecto al sistema de coordenadas principal del muro, son las siguientes:

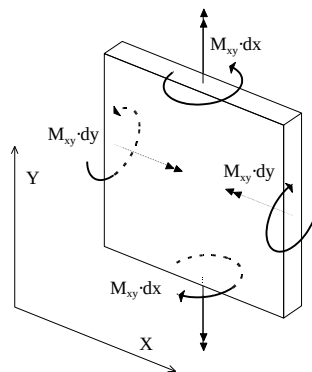
Tensión	Esfuerzo	Tipo	Descripción
σ_x	$F_x \cdot dy$	Tensión Plana	Axil horizontal
σ_y	$F_y \cdot dx$	Tensión Plana	Axil vertical
τ_{xy}	$T_{xy} \cdot dy, T_{yx} \cdot dx$	Tensión Plana	Cortante contenido en el plano
$\int z \cdot \sigma_y \cdot dz$	$M_x \cdot dx$	Flexión	Momento flector respecto a un eje horizontal
$\int z \cdot \sigma_x \cdot dz$	$M_y \cdot dy$	Flexión	Momento flector respecto a un eje vertical
$\int z \cdot \tau_{xy} \cdot dz$	$M_{xy} \cdot dy, M_{yx} \cdot dx$	Flexión	Momento Torsor respecto a un eje contenido en el plano.
$\int \tau_{xz} \cdot dz$	$T_{xz} \cdot dy$	Flexión	Cortante horizontal perpendicular al plano
$\int \tau_{yz} \cdot dz$	$T_{yz} \cdot dx$	Flexión	Cortante vertical perpendicular al plano



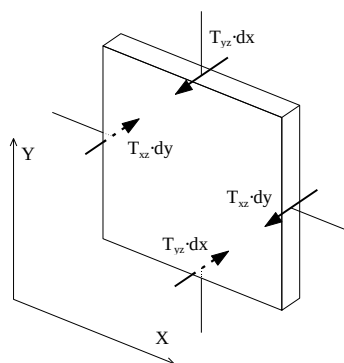
Axiles y cortantes de Tensión Plana.



Momentos Flectores de Flexión de placas.



Momentos Torsores de Flexión de placas.



Cortantes de Flexión de placas.

PRINCIPIOS FUNDAMENTALES DEL CÁLCULO DE ESFUERZOS

El programa realiza el cálculo de esfuerzos utilizando como método de cálculo el método matricial de la rigidez para los elementos tipo barra y el método de los elementos finitos para los muros resistentes. En el método matricial, se calculan los desplazamientos y giros de todos los nudos de la estructura, (cada nudo tiene seis grados de libertad: los desplazamientos y giros sobre tres ejes generales del espacio, a menos que se opte por la opción de indeformabilidad de los forjados horizontales en su plano o la consideración del tamaño del pilar en forjados reticulares y losas), y en función de ellos se obtienen los esfuerzos (axiles, cortantes, momento torsor y flectores) de cada sección.

Para la validez de este método, las estructuras a calcular deben cumplir, o se debe suponer el cumplimiento de los siguientes supuestos:

Teoría de las pequeñas deformaciones: 1º y 2º orden

Se supone que la geometría de una estructura no cambia apreciablemente bajo la aplicación de las cargas. Este principio es en general válido, salvo en casos en los que la deformación es excesiva (puentes colgantes, arcos esbeltos, ...). Si se realiza un cálculo en 1º orden, implica además, que se desprecian los esfuerzos producidos por los desplazamientos de las cargas originados al desplazarse la estructura. Si se realiza un cálculo en 2º orden, se consideran los esfuerzos originados por las cargas al desplazarse la estructura, siempre dentro de la teoría de las pequeñas deformaciones que implica que las longitudes de los elementos se mantienen constantes.

Este mismo principio establece que se desprecian los cambios de longitud entre los extremos de una barra debidos a la curvatura de la misma o a desplazamientos producidos en una dirección ortogonal a su directriz, tanto en un cálculo en 1º orden como en 2º orden.

Hay otros métodos tales como la teoría de las grandes deflexiones que sí recogen estos casos, que no son contemplados en Tricalc.

En el cálculo en 2º orden se permiten seleccionar las combinaciones a considerar, por el criterio de máximo desplazamiento y por el criterio de máximo axil, o también es posible la realización del cálculo en 2º orden para todas las combinaciones.

Linealidad

Este principio supone que la relación tensión - deformación, y por tanto, la relación carga - deflexión, es constante, tanto en 1º orden como en 2º orden. Esto es generalmente válido en los materiales elásticos, pero debe garantizarse que el material no llega al punto de fluencia en ninguna de sus secciones.

Superposición

Este principio establece que la secuencia de aplicación de las cargas no altera los resultados finales. Como consecuencia de este principio, es válido el uso de las "fuerzas equivalentes en los nudos" calculadas a partir de las cargas existentes en las barras; esto es, para el cálculo de los desplazamientos y giros de los nudos se sustituyen las cargas existentes en las barras por sus cargas equivalentes aplicadas en los nudos.

Equilibrio

La condición de equilibrio estático establece que la suma de todas las fuerzas externas que actúan sobre la estructura, más las reacciones, será igual a cero. Asimismo, deben estar en equilibrio todos los nudos y todas las barras de la estructura, para lo que la suma de fuerzas y momentos internos y externos en todos los nudos y nodos de la estructura debe ser igual a cero.

Compatibilidad

Este principio supone que la deformación y consecuentemente el desplazamiento, de cualquier punto de la estructura es continuo y tiene un solo valor.

Condiciones de contorno

Para poder calcular una estructura, deben imponerse una serie de condiciones de contorno. El programa permite definir en cualquier nudo restricciones absolutas (apoyos y empotramientos) o relativas (resortes) al desplazamiento y al giro en los tres ejes generales de la estructura, así como desplazamientos impuestos (asientos).

Unicidad de las soluciones

Para un conjunto dado de cargas externas, tanto la forma deformada de la estructura y las fuerzas internas así como las reacciones tienen un valor único.

Desplome e imperfecciones iniciales

Existe la posibilidad de considerar los efectos de las imperfecciones iniciales globales debidas a las desviaciones geométricas de fabricación y de construcción de la estructura. Tanto la Norma **CTE DB SE-A** en su artículo **5.4.1 Imperfecciones geométricas** como el **Eurocódigo 3** en su artículo **5.3.2 Imperfections for global analysis of frames**, citan la necesidad de tener en cuenta estas imperfecciones. Estos valores son los siguientes:

- ☐ L/200 si hay dos soportes y una altura.
- ☐ L/400 si hay 4 o más soportes y 3 o más alturas.
- ☐ L/300 para situaciones intermedias.

Además se definen unos valores de deformación (e_0) para las imperfecciones locales debidas a los esfuerzos de compresión sobre los pilares. Estos valores vienen dados por la tabla 5.8 de la norma CTE.

COMBINACIÓN DE ACCIONES

NORMATIVAS

Las combinaciones de acciones para los elementos de hormigón armado se realizan según lo indicado en el EHE-08. Para el resto de materiales se realizan de acuerdo con el CTE.

COMBINACIONES DE ACCIONES SEGÚN EHE-08, EC Y CTE

Las combinaciones de acciones especificadas en la norma de hormigón EHE-08, en el Eurocódigo 1 y en el Código Técnico de la Edificación son muy similares, por lo que se tratan en este único epígrafe.

EC cuenta con combinaciones simplificadas (no así la EHE-08 ni el CTE), que no utiliza el programa. Además, en el programa no existen cargas permanentes de valor no constante (G^*), y las sobrecargas (Q) se agrupan en las siguientes familias:

Familia 1. Sobrecargas alternativas. Corresponden a las hipótesis 1, 2, 7, 8, 9 y 10

Familia 2. Cargas móviles. Corresponden a las hipótesis 11 a 20, inclusive.

Familia 3. Cargas de viento. Corresponden a las hipótesis 3, 4, 25 y 26 (y a las de signo contrario si se habilita la opción "Sentido $\pm$ ").

Carga de nieve. Corresponde a la hipótesis 22.

Carga de temperatura. Corresponde a la hipótesis 21.

COEFICIENTES DE MAYORACIÓN

En el caso de EHE-08, se utilizan los coeficientes de seguridad definidos en la casilla 'Hormigón'. Además, el coeficiente de seguridad para acciones favorables es 1,0 para la carga permanente y 0,0 para el resto.

En el caso de EC, se utilizan los coeficientes de seguridad definidos en la casilla 'Otros / EC'. Además, el coeficiente de seguridad para acciones favorables es 1,0 para la carga permanente y 0,0 para el resto.

En el caso de CTE, se utilizan los coeficientes de seguridad definidos en la casilla 'Otros / CTE'. Además, el coeficiente de seguridad para acciones favorables es 0,8 para la carga permanente y 0,0 para el resto.

E.L.U. SITUACIONES PERSISTENTES O TRANSITORIAS

Carga permanente + sobrecargas de la familia 1 (Hipótesis 0, 1, 2, 7, 8, 9 y 10)

$$\gamma_G \cdot G_k + \gamma_Q \cdot Q_k$$

Carga permanente + sobrecargas de la familia 2 (Hipótesis 0 y de 11 a 20)

$$\gamma_G \cdot G_k + \gamma_Q \cdot Q_k$$

Carga permanente + sobrecargas de la familia 3 (Hipótesis 0, 3, 4, 21, 22, 25 y 26)

$$\gamma_G \cdot G_k + \gamma_Q \cdot Q_k$$

Carga permanente + sobrecargas de las familias 1 y 2 (Hipótesis 0, 1, 2, 7, 8, 9, 10 y de 11 a 20)

$$\gamma_G \cdot G_k + \gamma_{Q,F1} \cdot Q_{k,F1} + \gamma_{Q,F2} \cdot \Psi_{0,F2} \cdot Q_{k,F2}$$

$$\gamma_G \cdot G_k + \gamma_{Q,F2} \cdot Q_{k,F2} + \gamma_{Q,F1} \cdot \Psi_{0,F1} \cdot Q_{k,F1}$$

Carga permanente + sobrecargas de las familias 1 y 3 (Hipótesis 0, 1, 2, 3, 4, 7, 8, 9, 10, 21, 22, 25 y 26)

$$\gamma_G \cdot G_k + \gamma_{Q,F1} \cdot Q_{k,F1} + \gamma_{Q,F3} \cdot \Psi_{0,F3} \cdot Q_{k,F3}$$

$$\gamma_G \cdot G_k + \gamma_{Q,F3} \cdot Q_{k,F3} + \gamma_{Q,F1} \cdot \Psi_{0,F1} \cdot Q_{k,F1}$$

Carga permanente + sobrecargas de las familias 2 y 3 (Hipótesis 0, 3, 4, 21, 22, 25 y 26, y de 11 a 20)

$$\gamma_G \cdot G_k + \gamma_{Q,F2} \cdot Q_{k,F2} + \gamma_{Q,F3} \cdot \Psi_{0,F3} \cdot Q_{k,F3}$$

$$\gamma_G \cdot G_k + \gamma_{Q,F3} \cdot Q_{k,F3} + \gamma_{Q,F2} \cdot \Psi_{0,F2} \cdot Q_{k,F2}$$

Carga permanente + sobrecargas de las familias 1, 2 y 3 (Hipótesis 0, 1, 2, 3, 4, 7, 8, 9, 10, 21, 22, 25 y 26, y de 11 a 20)

$$\gamma_G \cdot G_k + \gamma_{Q,F1} \cdot Q_{k,F1} + \gamma_{Q,F2} \cdot \Psi_{0,F2} \cdot Q_{k,F2} + \gamma_{Q,F3} \cdot \Psi_{0,F3} \cdot Q_{k,F3}$$

$$\gamma_G \cdot G_k + \gamma_{Q,F2} \cdot Q_{k,F2} + \gamma_{Q,F1} \cdot \Psi_{0,F1} \cdot Q_{k,F1} + \gamma_{Q,F3} \cdot \Psi_{0,F3} \cdot Q_{k,F3}$$

$$\gamma_G \cdot G_k + \gamma_{Q,F3} \cdot Q_{k,F3} + \gamma_{Q,F1} \cdot \Psi_{0,F1} \cdot Q_{k,F1} + \gamma_{Q,F2} \cdot \Psi_{0,F2} \cdot Q_{k,F2}$$

E.L.U. SITUACIONES ACCIDENTALES (EXTRAORDINARIAS EN CTE)

Carga permanente + sobrecargas de la familia 1 + carga accidental (Hipótesis 0, 1, 2, 7, 8, 9, 10 y 23)

$$G_k + \gamma_A \cdot A_k + \Psi_1 \cdot Q_k$$

Carga permanente + sobrecargas de la familia 2 + carga accidental (Hipótesis 0, de 11 a 20 y 23)

$$G_k + \gamma_A \cdot A_k + \Psi_1 \cdot Q_k$$

Carga permanente + sobrecargas de la familia 3 + carga accidental (Hipótesis 0, 3, 4, 21, 22, 23, 25 y 26)

$$G_k + \gamma_A \cdot A_k + \Psi_1 \cdot Q_k$$

Carga permanente + sobrecargas de las familias 1 y 2 + carga accidental (Hipótesis 0, 1, 2, 7, 8, 9, 10, 23 y de 11 a 20)

$$G_k + \gamma_A \cdot A_k + \Psi_{1,F1} \cdot Q_{k,F1} + \Psi_{2,F2} \cdot Q_{k,F2}$$

$$G_k + \gamma_A \cdot A_k + \Psi_{1,F2} \cdot Q_{k,F2} + \Psi_{2,F1} \cdot Q_{k,F1}$$

Carga permanente + sobrecargas de las familias 1 y 3 + carga accidental (Hipótesis 0, 1, 2, 3, 4, 7, 8, 9, 10, 21, 22, 23, 25 y 26)

$$G_k + \gamma_A \cdot A_k + \Psi_{1,F1} \cdot Q_{k,F1} + \Psi_{2,F3} \cdot Q_{k,F3}$$

$$G_k + \gamma_A \cdot A_k + \Psi_{1,F3} \cdot Q_{k,F3} + \Psi_{2,F1} \cdot Q_{k,F1}$$

Carga permanente + sobrecargas de las familias 2 y 3 + carga accidental (Hipótesis 0, 3, 4, 21, 22, 23, 25 y 26, y de 11 a 20)

$$G_k + \gamma_A \cdot A_k + \Psi_{1,F2} \cdot Q_{k,F1} + \Psi_{2,F3} \cdot Q_{k,F3}$$

$$G_k + \gamma_A \cdot A_k + \Psi_{1,F3} \cdot Q_{k,F3} + \Psi_{2,F2} \cdot Q_{k,F2}$$

Carga permanente + sobrecargas de las familias 1, 2 y 3 + carga accidental (Hipótesis 0, 1, 2, 3, 4, 7, 8, 9, 10, 21, 22, 23, 25 y 26, y de 11 a 20)

$$G_k + \gamma_A \cdot A_k + \Psi_{1,F1} \cdot Q_{k,F1} + \Psi_{2,F2} \cdot Q_{k,F2} + \Psi_{2,F3} \cdot Q_{k,F3}$$

$$G_k + \gamma_A \cdot A_k + \Psi_{1,F2} \cdot Q_{k,F2} + \Psi_{2,F1} \cdot Q_{k,F1} + \Psi_{2,F3} \cdot Q_{k,F3}$$

$$G_k + \gamma_A \cdot A_k + \Psi_{1,F3} \cdot Q_{k,F3} + \Psi_{2,F1} \cdot Q_{k,F1} + \Psi_{2,F2} \cdot Q_{k,F2}$$

E.L.U. SITUACIONES SÍSMICAS

Carga permanente + sobrecargas de la familia 1 + sismo (Hipótesis 0, 1, 2, 5, 6, 7, 8, 9, 10 y 24)

$$G_k + \gamma_A \cdot A_{E,k} + \Psi_2 \cdot Q_k$$

Carga permanente + sobrecargas de la familia 2 + carga sísmica (Hipótesis 0, 5, 6, 24 y de 11 a 20)

$$G_k + \gamma_A \cdot A_{E,k} + \Psi_2 \cdot Q_k$$

Carga permanente + sobrecargas de la familia 3 + carga sísmica (Hipótesis 0, 3, 4, 5, 6, 21, 22, 24, 25 y 26)

$$G_k + \gamma_A \cdot A_{E,k} + \Psi_2 \cdot Q_k$$

Carga permanente + sobrecargas de las familias 1 y 2 + cargas sísmicas (Hipótesis 0, 1, 2, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 24 y de 11 a 20)

$$G_k + \gamma_A \cdot A_{E,k} + \Psi_{2,F1} \cdot Q_{k,F1} + \Psi_{2,F2} \cdot Q_{k,F2}$$

Carga permanente + sobrecargas de las familias 1 y 3 + carga sísmica (Hipótesis 0, 1, 2, 3, 4, 5, 7, 8, 9, 10, 21, 22, 24, 25 y 26)

$$G_k + \gamma_A \cdot A_{E,k} + \Psi_{2,F1} \cdot Q_{k,F1} + \Psi_{2,F3} \cdot Q_{k,F3}$$

Carga permanente + sobrecargas de las familias 2 y 3 + cargas sísmicas (Hipótesis 0, 3, 4, 5, 6, 21, 22, 24, 25 y 26, y de 11 a 20)

$$G_k + \gamma_A \cdot A_{E,k} + \Psi_{2,F2} \cdot Q_{k,F2} + \Psi_{2,F3} \cdot Q_{k,F3}$$

Carga permanente + sobrecargas de las familias 1, 2 y 3 + cargas sísmicas (Hipótesis 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 21, 22, 24, 25 y 26, y de 11 a 20)

$$G_k + \gamma_A \cdot A_{E,k} + \Psi_{2,F1} \cdot Q_{k,F1} + \Psi_{2,F2} \cdot Q_{k,F2} + \Psi_{2,F3} \cdot Q_{k,F3}$$

E.L.S. ESTADOS LÍMITE DE SERVICIO

Carga permanente + sobrecargas de la familia 1 (Hipótesis 0, 1, 2, 7, 8, 9 y 10)

Combinaciones poco probables (características en CTE):

$$G_k + Q_k$$

Combinaciones frecuentes:

$$G_k + \Psi_1 \cdot Q_k$$

Combinaciones cuasi permanentes (casi permanentes en CTE):

$$G_k + \Psi_2 \cdot Q_k$$

Carga permanente + sobrecargas de la familia 2 (Hipótesis 0 y de 11 a 20)

Combinaciones poco probables (características en CTE):

$$G_k + Q_k$$

Combinaciones frecuentes:

$$G_k + \Psi_1 \cdot Q_k$$

Combinaciones cuasi permanentes:

$$G_k + \Psi_2 \cdot Q_k$$

Carga permanente + sobrecargas de la familia 3 (Hipótesis 0, 3, 4, 21, 22, 25 y 26)

Combinaciones poco probables (características en CTE):

$$G_k + Q_k$$

Combinaciones frecuentes:

$$G_k + \Psi_1 \cdot Q_k$$

Combinaciones cuasi permanentes:

$$G_k + \Psi_2 \cdot Q_k$$

Carga permanente + sobrecargas de las familias 1 y 2 (Hipótesis 0, 1, 2, 7, 8, 9, 10 y de 11 a 20)

Combinaciones poco probables (características en CTE):

$$G_k + Q_{k,F1} + \Psi_{0,F2} \cdot Q_{k,F2}$$

$$G_k + Q_{k,F2} + \Psi_{0,F1} \cdot Q_{k,F1}$$

Combinaciones frecuentes:

$$G_k + \Psi_{1,F1} \cdot Q_{k,F1} + \Psi_{2,F2} \cdot Q_{k,F2}$$

$$G_k + \Psi_{1,F2} \cdot Q_{k,F2} + \Psi_{2,F1} \cdot Q_{k,F1}$$

Combinaciones poco probables (características en CTE):

$$G_k + \Psi_{2,F1} \cdot Q_{k,F1} + \Psi_{2,F2} \cdot Q_{k,F2}$$

Carga permanente + sobrecargas de las familias 1 y 3 (Hipótesis 0, 1, 2, 3, 4, 7, 8, 9, 10, 21, 22, 25 y 26)

Combinaciones poco probables (características en CTE):

$$G_k + Q_{k,F1} + \Psi_{0,F3} \cdot Q_{k,F3}$$

$$G_k + Q_{k,F3} + \Psi_{0,F1} \cdot Q_{k,F1}$$

Combinaciones frecuentes:

$$G_k + \Psi_{1,F1} \cdot Q_{k,F1} + \Psi_{2,F3} \cdot Q_{k,F3}$$

$$G_k + \Psi_{1,F3} \cdot Q_{k,F3} + \Psi_{2,F1} \cdot Q_{k,F1}$$

Combinaciones cuasi permanentes:

$$G_k + \Psi_{2,F1} \cdot Q_{k,F1} + \Psi_{2,F3} \cdot Q_{k,F3}$$

Carga permanente + sobrecargas de las familias 2 y 3 (Hipótesis 0, 3, 4, 21, 22, 25 y 26, y de 11 a 20)

Combinaciones poco probables (características en CTE):

$$G_k + Q_{k,F2} + \Psi_{0,F3} \cdot Q_{k,F3}$$

$$G_k + Q_{k,F3} + \Psi_{0,F2} \cdot Q_{k,F2}$$

Combinaciones frecuentes:

$$G_k + \Psi_{1,F2} \cdot Q_{k,F2} + \Psi_{2,F3} \cdot Q_{k,F3}$$

$$G_k + \Psi_{1,F3} \cdot Q_{k,F3} + \Psi_{2,F2} \cdot Q_{k,F2}$$

Combinaciones cuasi permanentes:

$$G_k + \Psi_{2,F2} \cdot Q_{k,F2} + \Psi_{2,F3} \cdot Q_{k,F3}$$

Carga permanente + sobrecargas de las familias 1, 2 y 3 (Hipótesis 0, 1, 2, 3, 4, 7, 8, 9, 10, 21, 22, 25 y 26, y de 11 a 20)

Combinaciones poco probables (características en CTE):

$$G_k + Q_{k,F1} + \Psi_{0,F2} \cdot Q_{k,F2} + \Psi_{0,F3} \cdot Q_{k,F3}$$

$$G_k + Q_{k,F2} + \Psi_{0,F1} \cdot Q_{k,F1} + \Psi_{0,F3} \cdot Q_{k,F3}$$

$$G_k + Q_{k,F3} + \Psi_{0,F1} \cdot Q_{k,F1} + \Psi_{0,F2} \cdot Q_{k,F2}$$

Combinaciones frecuentes:

$$G_k + \Psi_{1,F1} \cdot Q_{k,F1} + \Psi_{2,F2} \cdot Q_{k,F2} + \Psi_{2,F3} \cdot Q_{k,F3}$$

$$G_k + \Psi_{1,F2} \cdot Q_{k,F2} + \Psi_{2,F1} \cdot Q_{k,F1} + \Psi_{2,F3} \cdot Q_{k,F3}$$

$$G_k + \Psi_{1,F3} \cdot Q_{k,F3} + \Psi_{2,F1} \cdot Q_{k,F1} + \Psi_{2,F2} \cdot Q_{k,F2}$$

Combinaciones cuasi permanentes:

$$G_k + \Psi_{2,F1} \cdot Q_{k,F1} + \Psi_{2,F2} \cdot Q_{k,F2} + \Psi_{2,F3} \cdot Q_{k,F3}$$

CÁLCULO DEL ARMADO

CRITERIOS DE ARMADO

Los criterios considerados en el armado siguen las especificaciones de la Instrucción EHE-08, ajustándose los valores de cálculo de los materiales, los coeficientes de mayoración de cargas, las disposiciones de armaduras y las cuantías geométricas y mecánicas mínimas y máximas a dichas especificaciones. El método de cálculo es el denominado por la Norma como de los "estados límite". Se han efectuado las siguientes comprobaciones:

Estado límite de equilibrio (Artículo 41º)

Se comprueba que en todos los nudos deben igualarse las cargas aplicadas con los esfuerzos de las barras.

Estado límite de agotamiento frente a solicitaciones normales (Artículo 42º)

Se comprueban a rotura las barras sometidas a flexión y axil debidos a las cargas mayoradas. Se consideran las excentricidades mínimas de la carga en dos direcciones (no simultáneas), en el cálculo de pilares.

Estado límite de inestabilidad (Artículo 43º)

Se realiza de forma opcional la comprobación del efecto del pandeo en los pilares de acuerdo con el artículo 43.5.2 (Estado Límite de Inestabilidad / Comprobación de soportes aislados / Método aproximado) de la norma EHE-08. Se define para cada pilar y en cada uno de sus ejes principales independientemente: si se desea realizar la comprobación de pandeo, se desea considerar la estructura traslacional, intraslacional o se desea fijar su factor de longitud de pandeo α (factor que al multiplicarlo por la longitud del pilar se obtiene la longitud de pandeo), de acuerdo al LISTADO DE OPCIONES. Pueden definirse diferentes hipótesis de traslacionalidad y de intraslacionalidad para las combinaciones de 1º orden y para las combinaciones de 2º orden.

Si se fija el factor de longitud de pandeo α de un pilar, se considerará que para ese pilar la estructura es traslacional cuando sea mayor o igual que 1,0, e intraslacional en caso contrario.

Si la esbeltez de un soporte en una dirección es menor de la esbeltez inferior establecida en el Artículo 43.1.2 de la Instrucción EHE-08, no se comprueba este estado límite en dicha dirección.

Estado límite de agotamiento frente a cortante (Artículo 44º)

Se comprueba la resistencia del hormigón, las armaduras longitudinales y las transversales frente a las solicitaciones tangentes de cortante producidas por las cargas mayoradas.

Estado límite de agotamiento por torsión (Artículo 45º)

Se comprueba la resistencia del hormigón, las armaduras longitudinales y las transversales frente a las solicitaciones normales y tangenciales de torsión producidas en las barras por las cargas mayoradas. También se comprueban los efectos combinados de la torsión con la flexión y el cortante.

Estado límite de punzonamiento (Artículo 46º)

Se comprueba la resistencia a punzonamiento en zapatas, forjados reticulares, losas de forjado y losas de cimentación producido en la transmisión de solicitaciones a los o por los pilares. No se realiza la comprobación de punzonamiento entre vigas y pilares.

Estado límite de fisuración (Artículo 49º)

Se calcula la máxima fisura de las barras sometidas a las combinaciones cuasi-permanentes de las cargas introducidas en las distintas hipótesis.

Estado límite de deformación (Artículo 50º)

Se calcula la deformación de las barras sometidas a las combinaciones correspondientes a los estados límite de servicio de las cargas introducidas en las distintas hipótesis de carga. El valor de la inercia de la sección considerada es un valor intermedio entre el de la sección sin fisurar y la sección fisurada (fórmula de Branson). Los valores de las flechas calculadas corresponden a las flechas activas o totales (según se establezca en las opciones), habiéndose tenido en cuenta para su determinación el proceso constructivo del edificio, con los diferentes estados de cargas definidos en el LISTADO DE OPCIONES.

CONSIDERACIONES SOBRE EL ARMADO DE SECCIONES

Se ha considerado un diagrama rectangular de respuesta de las secciones, asimilable al diagrama parábola-rectángulo pero limitando la profundidad de la línea neutra en el caso de flexión simple.

Armadura longitudinal de montaje

En el armado longitudinal de vigas y diagonales se han dispuesto unas armaduras repartidas en un máximo de dos filas de redondos, estando los redondos separados entre sí según las especificaciones de la Norma: 2 cm. si el diámetro del redondo es menor de 20 mm. y un diámetro si es mayor. No se consideran grupos de barras. En cualquier caso la armadura de montaje de vigas puede ser considerada a los efectos resistentes.

En el armado longitudinal de pilares se han dispuesto unas armaduras repartidas como máximo en una fila de redondos, de igual diámetro, y, opcionalmente, con armadura simétrica en sus cuatro caras para el caso de secciones rectangulares. En el caso de secciones rectangulares, se permite que el diámetro de las esquinas sea mayor que el de las caras. Se considera una excentricidad mínima que es el valor mayor de 20 mm o 1/20 del lado de la sección, en cada uno de los ejes principales de la sección, aunque no de forma simultánea. La armadura se ha determinado considerando un estado de flexión esviada, comprobando que la respuesta real de la sección de hormigón más acero es menor que las diferentes combinaciones de solicitaciones que actúan sobre la sección. La cuantía de la armadura longitudinal de los pilares será, al menos, la fijada por la Norma: un 4‰ del área de la sección de hormigón.

Armadura longitudinal de refuerzo en vigas

Cuando la respuesta de la sección de hormigón y de la armadura longitudinal de montaje no son suficientes para poder resistir las solicitaciones a las que está sometida la barra o el área de acero es menor que la cuantía mínima a tracción, se han colocado las armaduras de refuerzo correspondientes.

La armadura longitudinal inferior (montaje más refuerzos) se prolonga hasta los pilares con un área igual al menos a 1/3 de la máxima área de acero necesaria por flexión en el vano y, en las áreas donde exista tracción, se coloca al menos la cuantía mínima a tracción especificada por la Norma. Las cuantías mínimas utilizadas son:

ACERO B 400 S (y B 400 SD)	3,3 ‰
ACERO B 500 S (y B 500 SD)	2,8 ‰

Cuantías expresadas en tanto por mil de área de la sección de hormigón.

Se limita el máximo momento flector a resistir a $0,53 \cdot \eta \cdot f_{cd} \cdot b \cdot d^2$.

Conforme a las especificaciones de la Norma, y de forma opcional, se reducen las longitudes de anclaje de los refuerzos cuando el área de acero colocada en una sección es mayor que la precisada según el cálculo.

Armadura transversal

En el armado transversal de vigas y diagonales se ha considerado el armado mínimo transversal como la suma de la resistencia a cortante del hormigón y de la resistencia del área de los cercos de acero, que cumplan las condiciones geométricas mínimas de la Norma EHE-08 y los criterios constructivos especificados por la Norma NCSE-94. Las separaciones entre estribos varían en función de los cortantes encontrados a lo largo de las barras.

En el armado transversal de pilares se ha considerado el armado mínimo transversal con las mismas condiciones expuestas para las vigas. Se ha calculado una única separación entre cercos para toda la longitud de los pilares, y en el caso de que sean de aplicación los criterios constructivos especificados por la Norma NCSE-94 se calculan tres zonas de estribado diferenciadas.

Siempre se determina que los cercos formen un ángulo de 90° con la directriz de las barras. Así mismo, siempre se considera que las bielas de hormigón forman 45° con la directriz de las barras. Se considera una tensión máxima de trabajo de la armadura transversal de 400 MPa.

Conforme a EHE-08, y de acuerdo con lo indicado en el LISTADO DE OPCIONES, se comprueba el no agotamiento del hormigón y se calcula el armado transversal necesario para resistir los momentos torsores de vigas y pilares. También se comprueba la resistencia conjunta de los esfuerzos de cortante más torsión y de flexión más torsión.

Armadura longitudinal de piel

Aquellas secciones de vigas en las que la armadura superior dista más de 30 cm de la armadura inferior, han sido dotadas de la armadura de piel correspondientes.

MÉNSULAS CORTAS

Las ménsulas cortas de hormigón armado definidas en la estructura, se arman y comprueban de acuerdo con el artículo 64º de EHE-08.

Se comprueba que sus dimensiones cumplan los rangos de validez de dicha norma. También invalidan aquellas ménsulas que soporten acciones verticales hacia arriba significativas.

Se considera que las acciones sobre la ménsula son siempre desde la cara superior, no contemplándose por tanto, el caso de cargas colgadas (artículo 64.1.3 de EHE-08).

PARÁMETROS DE CÁLCULO DEL ARMADO

Ver LISTADO DE OPCIONES.

COMPROBACIÓN DE SECCIONES DE ACERO**CRITERIOS DE COMPROBACIÓN**

Se han seguido los criterios indicados en CTE DB SE-A ("Código Técnico de la Edificación. Documento Básico. Seguridad Estructural. Acero") para realizar la comprobación de la estructura, en base al método de los estados límites.

Tipos de secciones

Se definen las siguientes clases de secciones:

Clase	Tipo	Descripción
1	Plástica	Permiten la formación de la rótula plástica con la capacidad de rotación suficiente para la redistribución de momentos.
2	Compacta	Permiten el desarrollo del momento plástico con una capacidad de rotación limitada.
3	Semicompacta o Elástica	En la fibra más comprimida se puede alcanzar el límite elástico del acero pero la abolladura impide el desarrollo del momento plástico
4	Esbelta	Los elementos total o parcialmente comprimidos de las secciones esbeltas se abollan antes de alcanzar el límite elástico en la fibra más comprimida.

Tenga en cuenta que una misma barra, puede ser de diferente clase en cada sección (en cada punto) y para cada combinación de solicitaciones.

En función de la clase de las secciones, el tipo de cálculo es:

Clase de sección	Método para la determinación de las solicitaciones	Método para la determinación de la resistencia de las secciones
1 Plástica	Elástico	Plástico
2 Compacta	Elástico	Plástico
3 Semicompacta	Elástico	Elástico
4 Esbelta	Elástico	Elástico con resistencia reducida

La asignación de la clase de sección en cada caso, se realiza de acuerdo con lo indicado en el CTE DB SE-A. En el caso de secciones de clase 4, el cálculo de sus parámetros resistentes reducidos (sección eficaz) se realiza asimilando la sección a un conjunto de rectángulos eficaces, de acuerdo con lo establecido en el CTE DB SE-A.

Estado límite último de equilibrio

Se comprueba que en todos los nudos deben igualarse las cargas aplicadas con los esfuerzos de las barras. No se realiza la comprobación general de vuelco de la estructura.

Estabilidad lateral global y pandeo

El programa puede realizar un cálculo en 1º orden o en 2º orden. Las imperfecciones iniciales pueden ser tenidas en cuenta de forma automática, aunque también el usuario puede introducir las acciones equivalentes en las barras que sean necesarias.

La consideración de los efectos del pandeo se realiza de la siguiente forma:

Si la estructura es intraslacional (distorsión de pilares $r \leq 0,1$), basta realizar un análisis elástico y lineal en primer orden y de segundo orden, y considerar el pandeo de los pilares como intraslacionales.

Si la estructura es traslacional (distorsión de pilares $r > 0,1$), puede realizarse un análisis elástico y lineal considerando el pandeo como estructura traslacional, o bien:

- (1) Realizar un análisis elástico y lineal de 1º orden considerando el pandeo como estructura intraslacional pero habiendo multiplicado todas las acciones horizontales sobre el edificio por el coeficiente de amplificación $1 / (1 - r)$.
- (2) Realizar un análisis elástico y lineal de 2º orden considerando el pandeo como estructura intraslacional sin coeficiente de amplificación.

Se define para cada tipo de barra (vigas, pilares o diagonales) o cada barra individual y en cada uno de sus ejes principales independientemente, si se desea realizar la comprobación de pandeo, se desea considerar la estructura traslacional, intraslacional o se desea fijar manualmente su factor de longitud de pandeo β (factor que al multiplicarlo por la longitud de la barra se obtiene la longitud de pandeo), tal como se recoge en el LISTADO DE OPCIONES.

Si se deshabilita la comprobación de pandeo en un determinado plano de pandeo de una barra, no se realiza la comprobación especificada anteriormente en dicho plano. El factor reductor de pandeo de una barra, χ , será el menor de los factores de pandeo correspondientes a los dos planos principales de la barra.

Si se fija el factor de longitud de pandeo ' β ' de una barra, se considerará que para esa barra la estructura es traslacional cuando β sea mayor o igual que 1,0, e intraslacional en caso contrario.

La formulación para el cálculo de los coeficientes de pandeo es la recogida en CTE DB SE-A, y es la siguiente:

El cálculo del factor de pandeo β en cada uno de los planos principales de las barras, en función de los factores de empotramiento η_1 (en la base del pilar) y η_2 (en su cabeza) es (cuando no es fijado por el usuario).

■ Estructuras traslacionales:

$$\beta = \frac{L_k}{L} = \sqrt{\frac{1 - 0,2 \cdot (\eta_1 + \eta_2) - 0,12 \cdot \eta_1 \cdot \eta_2}{1 - 0,8 \cdot (\eta_1 + \eta_2) + 0,60 \cdot \eta_1 \cdot \eta_2}}$$

■ Estructuras intraslacionales:

$$\beta = \frac{L_k}{L} = \frac{1 + 0,145 \cdot (\eta_1 + \eta_2) - 0,265 \cdot \eta_1 \cdot \eta_2}{2 - 0,364 \cdot (\eta_1 + \eta_2) - 0,247 \cdot \eta_1 \cdot \eta_2}$$

donde ' β ' es el factor de pandeo, L_k la longitud de pandeo y L la longitud del pilar, o distancia entre sus dos nudos extremos.

Para secciones constantes y axil constante, la esbeltez reducida es

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

$$N_{cr} = \left(\frac{\pi}{L_k} \right)^2 \cdot E \cdot I$$

El factor reductor de pandeo de una barra, χ , se calcula de acuerdo con CTE DB SE-A.

Estado límite último de rotura

La comprobación a rotura de las barras, sometidas a la acción de las cargas mayoradas, se desarrolla de la siguiente forma:

Descomposición de la barra en secciones y cálculo en cada uno de ellas de los valores de momentos flectores, cortantes, axil de compresión y axil de tracción.

- Cálculo de la tensión combinada en las siguientes secciones:

Sección de máxima compresión

Sección de máxima tracción

- Sección de máximo momento flector según el eje Yp
- Sección de máximo momento flector según el eje Zp
- Sección de mayor tensión tangencial combinada
- Sección de mayor tensión combinada, que puede coincidir con alguna de las anteriores, aunque no necesariamente.
- Obtención de las seis combinaciones de solicitaciones más desfavorables para otras tantas secciones de la barra.

RESISTENCIA DE LAS SECCIONES

La capacidad resistente de las secciones depende de su clase. Para secciones de clase 1 y 2 la distribución de tensiones se escogerá atendiendo a criterios plásticos (en flexión se alcanza el límite elástico en todas las fibras de la sección). Para las secciones de clase 3 la distribución seguirá un criterio elástico (en flexión se alcanza el límite elástico sólo en las fibras extremas de la sección) y para secciones de clase 4 este mismo criterio se establecerá sobre la sección eficaz.

- Resistencia de las secciones a tracción. Se cumplirá, con $f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$:

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

$$N_{t,Rd} = N_{pl,Rd} = A \cdot f_{yd}$$

- Resistencia de las secciones a corte. En ausencia de torsión, se considera la resistencia plástica:

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

$$V_{c,Rd} = V_{pl,Rd} = A_v \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$$

siendo A_v el área resistente a cortante, que el programa toma de la base de datos de perfiles, con $f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$.

- Resistencia de las secciones a compresión sin pandeo. Se cumplirá

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

La resistencia de la sección, será, para secciones clase 1, 2 o 3 (con $f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$):

$$N_{c,Rd} = N_{pl,Rd} = A \cdot f_{yd}$$

Para secciones clase 4 (con $f_{yd} = f_y / \gamma_{M1}$):

$$N_{c,Rd} = N_{u,Rd} = A_{ef} \cdot f_{yd}$$

- Resistencia de las secciones a flexión. Se cumplirá

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

La resistencia plástica de la sección bruta, para secciones de clase 1 o 2 (con $f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$), será

$$M_{c,Rd} = M_{pl,Rd} = W_{pl} \cdot f_{yd}$$

La resistencia elástica de la sección bruta, para secciones de clase 3 (con $f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$), será

$$M_{c,Rd} = M_{el,Rd} = W_{el} \cdot f_{yd}$$

La resistencia elástica de la sección eficaz, para secciones de clase 4 (con $f_{yd} = f_y / \gamma_{M1}$) será

$$M_{c,Rd} = M_{0,Rd} = W_{ef} \cdot f_{yd}$$

- Resistencia de las secciones a torsión

Deberán considerarse las tensiones tangenciales debidas al torsor uniforme, $\tau_{t,Ed}$, así como las tensiones normales $\sigma_{w,Ed}$ y tangenciales $\tau_{w,Ed}$ debidas al bimomento y al esfuerzo torsor de torsión de alabeo.

En ausencia de cortante, se considera:

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

$$T_{c,Rd} = W_T \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$$

siendo W_T el módulo resistente a torsión, que el programa toma de la base de datos de perfiles, con $f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$.

INTERACCIÓN DE ESFUERZOS EN SECCIONES

Normalmente, en una misma sección y combinación de acciones, se dan varias solicitaciones simultáneamente. Este DB considera los siguientes casos:

- Flexión compuesta sin cortante ni pandeo. Puede usarse, conservadoramente:

$$\frac{N_{Ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{pl,Rdy}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rdz}} \leq 1 \quad (\text{secciones de clase 1 y 2})$$

$$\frac{N_{Ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{el,Rdy}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{el,Rdz}} \leq 1 \quad (\text{secciones de clase 3})$$

$$\frac{N_{Ed}}{N_{u,Rd}} + \frac{M_{y,Ed} + N_{Ed} \cdot e_{Ny}}{M_{0,Rdy}} + \frac{M_{z,Ed} + N_{Ed} \cdot e_{Nz}}{M_{0,Rdz}} \leq 1 \quad (\text{secciones de clase 4})$$

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

- Flexión y cortante. Si $V_{Ed} > 0,5 \cdot V_{c,Rd}$, se comprobará que:

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

$$M_{V,Rd} = \left(W_{pl} - \frac{\rho \cdot A_V^2}{4 \cdot t_w} \right) \cdot f_{yd} \not\geq M_{0,Rd} \quad \text{para secciones I o H con flexión y cortante en el plano del alma}$$

$$M_{V,Rd} = W_{pl} \cdot (1 - \rho) \cdot f_{yd} \not\geq M_{0,Rd} \quad \text{para el resto de casos}$$

$$\rho = \left(2 \cdot \frac{V_{Ed}}{V_{pl,Rd}} - 1 \right)^2$$

- Flexión, axil y cortante sin pandeo. Si $V_{Ed} < 0,5 \cdot V_{c,Rd}$, basta considerar el caso 'Flexión compuesta sin cortante ni pandeo'. En caso contrario, se utilizará también dicho caso, pero el área de cortante se multiplicará por $(1 - \rho)$, tomando ρ del caso anterior.
- Cortante y torsión. En la resistencia a cortante se empleará la resistencia plástica a cortante reducida por la existencia de tensiones tangenciales de torsión uniforme:

$$V_{c,Rd} \leq V_{pl,T,Rd}$$

En secciones huecas cerradas:

$$V_{pl,T,Rd} = \left(1 - \frac{\tau_{t,Ed}}{f_{yd} / \sqrt{3}} \right) \cdot V_{pl,Rd}$$

RESISTENCIA DE LAS BARRAS

- Compresión y pandeo. Se cumplirá que

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

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

La resistencia a pandeo por flexión en compresión centrada puede calcularse con:

$$N_{b,Rd} = \chi \cdot A \cdot f_{yd}$$

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M1}$$

■ Compresión y flexión con pandeo

Las expresiones aquí reproducidas corresponden al criterio de ejes del CTE DB SE-A, cuya correspondencia con los ejes principales de **Tricalc** es:

Eje	DB	Tricalc
Longitudinal de la barra	X	Xp
Paralelo a las alas	Y	Zp
Paralelo al alma	Z	Yp

Para toda pieza se comprobará:

$$\frac{N_{Ed}}{\chi_y \cdot A^* \cdot f_{yd}} + k_y \cdot \frac{c_{m,y} \cdot M_{y,Ed} + e_{N,y} \cdot N_{Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_y \cdot f_{yd}} + \alpha_z \cdot k_z \cdot \frac{c_{m,z} \cdot M_{z,Ed} + e_{N,z} \cdot N_{Ed}}{W_z \cdot f_{yd}} \leq 1$$

Además, si no hay pandeo por torsión (secciones cerradas):

$$\frac{N_{Ed}}{\chi_z \cdot A^* \cdot f_{yd}} + \alpha_y \cdot k_y \cdot \frac{c_{m,y} \cdot M_{y,Ed} + e_{N,y} \cdot N_{Ed}}{W_y \cdot f_{yd}} + k_z \cdot \frac{c_{m,z} \cdot M_{z,Ed} + e_{N,z} \cdot N_{Ed}}{W_z \cdot f_{yd}} \leq 1$$

Además, si hay pandeo por torsión (secciones abiertas):

$$\frac{N_{Ed}}{\chi_z \cdot A^* \cdot f_{yd}} + k_{yLT} \cdot \frac{M_{y,Ed} + e_{N,y} \cdot N_{Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_y \cdot f_{yd}} + k_z \cdot \frac{c_{m,z} \cdot M_{z,Ed} + e_{N,z} \cdot N_{Ed}}{W_z \cdot f_{yd}} \leq 1$$

Ver el apartado 6.3.4.2 de CTE DB SE-A para más información.

Estado límite de servicio de deformación

De acuerdo con el CTE DB SE, se comprueba la máxima deformación vertical (flecha) de vigas y diagonales referente a:

- Flecha producida por las sobrecargas con las combinaciones características.
- Flecha producida por toda la carga con las combinaciones casi permanentes.

Estado límite último de abolladura del alma

Se realiza la comprobación de abolladura del alma por cortante de acuerdo con el artículo 6.3.3.3 de la norma CTE DB SE-A, considerando la pieza de alma llena. El programa indica, caso de ser necesario, la distancia y espesor de los rigidizadores transversales a disponer para así cumplir esta comprobación.

Estado límite último de pandeo lateral de vigas

Esta comprobación es opcional en **Tricalc** y sólo se realiza en vigas y diagonales.

Se comprobará que $M_{Ed} \leq M_{b,Rd}$. En el caso de barras traccionadas y flectadas, el momento M_{Ed} podrá sustituirse por $M_{ef,Ed}$ para esta comprobación de acuerdo con la expresión:

$$M_{ef,Ed} = W \cdot [M_{Ed}/W - N_{t,Ed}/A]$$

El momento resistente de pandeo lateral será:

$$M_{b,Rd} = \chi_{LT} \cdot W_z \cdot f_y / \gamma_{M1}$$

siendo W_z el módulo resistente de la sección, según su clase y χ_{LT} el factor reductor por pandeo lateral. El programa calcula e indica el coeficiente de seguridad a pandeo lateral ($M_{Ed} / M_{b,Rd}$).

CASO PARTICULAR DE LAS SECCIONES DE INERCIA VARIABLE: CARTELAS

Estado límite de rotura

Para el estado límite de rotura, se parte de las solicitaciones existentes en cada sección, que fueron calculadas suponiendo que cada cartela secundaria es de sección constante de valor la de la sección en su punto medio. A partir de dichos esfuerzos, se realizan las comprobaciones indicadas anteriormente

utilizando las características geométricas del perfil real en cada sección de estudio (es decir, considerándola como una sección de inercia variable).

Estado límite de pandeo

Para el cálculo de la longitud de pandeo, la esbeltez λ y el coeficiente reductor de pandeo χ , se considera la cartela primaria como una barra única con una sección equivalente de acuerdo con el artículo '6.3.2.3 Barras de sección variable' de la norma CTE DB SE-A. En la función de retocado de resultados de pandeo se utilizarán también estos criterios para el cálculo de la longitud, factor de pandeo β , esbeltez λ y coeficiente reductor de pandeo χ .

Estado límite de deformación

Para el cálculo del estado límite de deformación, se estudia cada cartela secundaria por separado y considerándola de sección constante.

PERFILES CONFORMADOS

Se realizan las comprobaciones generales establecidas en CTE DB SE-A, considerándolas siempre de clase 3 o 4. Además, se contemplan algunas de las consideraciones especiales para chapas conformadas establecidas en la Parte 4 de la norma NBE-EA-95.

PARÁMETROS DE COMPROBACIÓN DEL ACERO

Ver LISTADO DE OPCIONES.

CÁLCULO DE LA CIMENTACIÓN

Este apartado se refiere al cálculo de la cimentación superficial mediante zapatas aisladas o combinadas y sus posibles vigas centradoras. Existen otros apartados en esta memoria referidos a la cimentación superficial mediante losas de cimentación, muros de sótano, muros resistentes y cimentaciones profundas mediante encepados y pilotes.

GEOMETRÍA

Los sistemas de coordenadas utilizados como referencia son los siguientes:

SISTEMA GENERAL: constituido por el origen de coordenadas O_g y los ejes X_g , Y_g y Z_g . Los ejes X_g y Z_g son los horizontales y el eje Y_g es el eje vertical.

SISTEMA LOCAL: formado por un sistema de ejes $[X_l, Y_l, Z_l]$ con origen en el nudo en el que cada zapata se define y paralelos a los ejes X_g , Y_g y Z_g .

SISTEMA DE EJES PRINCIPAL: resultante de aplicar una rotación sobre los ejes locales de la zapata cuando ésta está girada respecto al eje Y_l .

CARGAS

Se consideran las cargas aplicadas directamente sobre las vigas riostras y centradoras, y las reacciones obtenidas en los nudos de la estructura en contacto con el terreno, determinadas en la etapa de cálculo de la estructura.

CÁLCULO DE LA TENSIÓN ADMISIBLE

Se realiza de acuerdo a lo establecido en CTE DB SE-C. El usuario podrá establecer la tensión admisible explícitamente o bien decidir que el programa la calcule en base al anejo F.1.1 del CTE DB SE-C.

Criterios de cálculo de zapatas aisladas

Se contemplan distintas distribuciones del diagrama de presiones bajo las zapatas en función de las cargas que inciden sobre éstas: en el caso de zapata centrada con carga vertical y sin momento, se considera un diagrama de distribución de presiones rectangular y uniforme; en el caso de zapata centrada con carga vertical y momentos y en el caso de zapata en esquina o medianería con carga vertical y/o momentos, se considera un diagrama también rectangular y uniforme extendido a parte de la zapata de forma que el área de presiones sea cobaricéntrica con la resultante de acciones verticales.

En zapatas rectangulares $B \times L$ equivale a considerar una zapata equivalente $B^* \times L^*$, con

$$B^* = B - 2 \cdot e_B$$

$$L^* = L - 2 \cdot e_L$$

siendo e_B , e_L las excentricidades de la resultante respecto al baricentro de la zapata.

Criterios de cálculo de zapatas con vigas centradoras

Cuando dos zapatas están unidas por una viga centradora, se analiza el conjunto zapata-viga-zapata independientemente de que alguna de las zapatas se encuentre también unida con otra zapata mediante

una viga, sin considerar interacciones con otros conjuntos viga-zapata-viga. A la viga se la puede asignar cualquier tipo de unión (incluso uniones elásticas), lo cual es tenido en cuenta por el programa.

El conjunto de zapatas y viga centradora se analiza como una viga invertida, con carga continua igual a la resultante de la presión del terreno en las dos zapatas, y con apoyos en los pilares, comprobándose que la tensión bajo las dos zapatas no supere la tensión admisible del terreno.

Criterios de cálculo de zapatas combinadas

El predimensionado de las zapatas combinadas se establece de forma que el cimiento pueda ser analizado como rígido, hipótesis que permite considerar una tensión uniforme sobre el terreno, tanto en las zonas alejadas de los pilares como en su proximidad. Por tanto, las condiciones de rigidez que cumplen las dimensiones de las zapatas combinadas son las siguientes:

- Vuelos:

$$v \leq \frac{\pi}{4} \sqrt[4]{\frac{4 \cdot E_c \cdot I_c}{B \cdot k_{sB}}}$$

- Vano central:

$$\lambda \leq \frac{\pi}{2} \sqrt[4]{\frac{4 \cdot E_c \cdot I_c}{B \cdot k_{sB}}}$$

donde,

ℓ	la luz del vano (máxima) entre pilares;
v	vuelo (máximo) en la dirección longitudinal y transversal;
B	el ancho de la zapata (dirección transversal);
E_c	el módulo de deformación del material de la zapata representativo del tipo de carga y su duración;
I_c	el momento de inercia de la zapata en un plano vertical, transversal (perpendicular al plano de alineación de pilares), respecto a la horizontal que pasa por su centro de gravedad;
k_{sB}	el módulo de balasto de cálculo, representativo de las dimensiones del cimiento.

CÁLCULO ESTRUCTURAL DEL CIMIENTO

Criterios de armado de zapatas simples rígidas y flexibles

Considerando los aspectos referentes a zapatas recogidos en la Instrucción EHE-08, se realizan las siguientes comprobaciones:

COMPROBACIÓN A PUNZONAMIENTO Y CORTANTE

La Instrucción EHE-08 define la sección de cálculo S2, situada a una distancia 'd' de la cara del pilar, y que tiene en cuenta la sección total del elemento de cimentación, donde d el canto útil de la zapata. Dichos valores se miden según la dirección en la que se realicen las comprobaciones.

En la comprobación a cortante se verifica que el cortante existente en la sección S2 es menor o igual a V_{u2} (cortante de agotamiento por tracción en el alma en piezas sin armadura transversal).

En la comprobación a punzonamiento se verifica que la tensión tangencial producida por el cortante en un perímetro crítico situado alrededor del pilar y a una distancia 2·d de su cara no supera la máxima tensión tangencial τ_{rd} .

Comprobación a flexión

En la Instrucción EHE-08 se define la sección de cálculo S1, situada a 0,15b, interior a la cara del pilar de lado b, para pilares de hormigón mientras que para pilares de acero se toma como referencia la sección en la cara del pilar. El cálculo de la armadura a flexión se realiza en dicha sección y de manera que no sea necesaria la armadura de compresión. La armadura mínima colocada cumple una separación máxima entre barras de 30 cm. y la siguiente cuantía geométrica mínima de la sección de hormigón:

- B 400 S 1,0 ‰
- B 500 S 0,9 ‰

Criterios de armado de zapatas tipo M o de hormigón en masa

Se dimensiona el canto para que exista en la base de la zapata una máxima tensión de tracción igual a la máxima tensión de cálculo del hormigón a flexotracción, a efectos de que no sea necesaria la colocación de armadura. Se coloca no obstante una armadura mínima recomendada a efectos de redistribución de esfuerzos en la base, compuesta por barras separadas 30 cm. Se realizan las siguientes comprobaciones:

Comprobación de punzonamiento

Se comprueba que la tensión tangencial resistida por un perímetro definido a distancia $h/2$ de la cara del pilar no sea mayor de $2 \cdot f_{ctd}$, donde f_{ctd} es la resistencia de cálculo del hormigón a tracción, de valor:

$$f_{ck} \leq 50 \text{ MPa} \rightarrow f_{ct,d} = 0,21 \cdot f_{ck}^{2/3} / \gamma_c$$

$$f_{ck} > 50 \text{ MPa} \rightarrow f_{ct,d} = 0,41 \cdot f_{ck}^{1/2} / \gamma_c$$

donde f_{ck} es la resistencia característica del hormigón, en MPa.

Comprobación a cortante

Se comprueba que la tensión tangencial resistida por una sección paralela a cada uno de los lados y a distancia h de la cara del pilar, no es mayor que la resistencia de cálculo del hormigón a tracción, donde $f_{ctd,fl}$ tiene el valor definido anteriormente.

Criterios de armado de zapatas combinadas

Para el cálculo de la flexión longitudinal se considera el modelo de viga apoyada en los pilares, con vano central y dos voladizos, según el caso, determinándose las armaduras longitudinales superior e inferior. Las cuantías geométricas mínimas consideradas en cada dirección (superior más inferior) son, en relación a la sección de hormigón (EHE-08 Art.42.3.5):

- B 400 S 2,0 ‰
- B 500 S 1,8 ‰

Para el cálculo de la sección transversal, la zapata se divide en cinco tramos, definidos al considerar un área delimitada al valor de un canto a cada lado de los pilares.

- Tramo 1: se extiende desde el borde de la zapata hasta una línea separada a un canto del primer pilar.
- Tramo 2: es el área situada debajo del primer pilar, de ancho dos veces el canto de la zapata.
- Tramo 3: es el área comprendida entre los dos pilares, de ancho su separación menos dos veces el canto de la zapata.
- Tramo 4: se sitúa debajo del segundo pilar, teniendo como ancho dos veces el canto de la zapata.
- Tramo 5: es el tramo comprendido entre una línea a distancia de un canto desde el pilar, y el borde de la zapata.

A partir de una hipótesis de voladizo de longitud el mayor de los vuelos en sentido transversal se calcula la armadura longitudinal en los tramos 2 y 4. En los tramos 1, 3 y 5 se coloca una armadura que cubra al menos un momento igual al 20% del longitudinal, respetando las cuantías geométricas mínimas.

Para la comprobación de la armadura transversal se calculan unas dimensiones tales que no sea necesaria la disposición de estribos.

PARÁMETROS DE CÁLCULO DEL CIMIENTO

Ver LISTADO DE OPCIONES.

CÁLCULO DE FORJADOS UNIDIRECCIONALES**CRITERIOS DE CÁLCULO**

Los criterios considerados en el cálculo de los forjados unidireccionales siguen las especificaciones de la Instrucción EHE-08, debiéndose ajustar a ellas tanto las condiciones generales del forjado, como las de los nervios y las piezas de entrevigado que suministren los fabricantes, tanto en forjados con elementos prefabricados como aquellos hormigonados enteramente "in situ".

El análisis de solicitaciones se realiza mediante cálculo isostático (sin continuidad), elástico, elástico con redistribución limitada o plástico, de acuerdo con las consideraciones expuestas en la Instrucción EHE-08.

Es posible decidir los casos en los cuales realizar el cálculo considerando o no alternancia de sobrecargas, si bien la Instrucción EHE-08 indica que no es necesario realizarla si el cálculo se realiza por métodos plásticos.

Estados límite últimos bajo solicitaciones normales y tangenciales

Según los Artículos 42º y 44º de la Instrucción EHE-08.

Estado límite de servicio de fisuración

La comprobación de las condiciones de fisuración se realiza conforme a lo indicado en el artículo 49º de la Instrucción EHE-08.

Bajo la acción de acciones cuasipermanentes, en las piezas de hormigón armado (viguetas armadas y la losa superior en todos los casos), y bajo la acción de acciones frecuentes, en las piezas de hormigón pretensado (viguetas pretensadas y alveoplasacas) presentará una fisura máxima:

Clase de exposición	$w_{m\max}$	
	Hormigón armado	Hormigón pretensado
I	0,4	0,2
IIa, IIb, H	0,3	0,2 *
IIIa, IIIb, IV, F, Qa	0,2	descompresión
IIIc, Qb, Qc	0,1	

* Bajo la combinación cuasipermanente, la armadura activa debe estar en una fibra no traccionada.

En momentos positivos, el programa compara el momento de servicio con el momento máximo resistido por el elemento resistente indicado por el fabricante, en función de la clase de exposición fijada en las opciones. En momentos negativos el programa comprueba la abertura máxima de fisuras en función de la armadura previamente calculada y la compara con la máxima permitida indicada en la tabla anterior.

Estados límite de deformación

El cálculo de las deformaciones de los forjados se hace atendiendo a los criterios establecidos en el Artículo 50º de la EHE-08, obteniéndose las flechas instantánea, diferida, activa y total.

Para ello se puede definir como rigidez equivalente a utilizar, la rigidez total o fisurada del elemento o bien la rigidez equivalente establecida en la Instrucción EHE-08: ver LISTADO DE OPCIONES.

ARMADURAS

Para el cálculo de la armadura de negativos se considera la sección de hormigón resistente de la vigueta y la sección de hormigón 'in situ'. El cálculo de las longitudes de estas armaduras se realiza determinando los puntos de corte de la gráfica de momentos utilizada para el cálculo de los momentos negativos, las longitudes de anclaje en posición I y el decalaje correspondiente. El anclaje de la armadura en el caso en el que un forjado acomete a otro perpendicularmente se realiza según los criterios del Anejo 12º de la EHE-08.

La armadura superior en los apoyos está constituida por al menos una barra. En el caso de apoyos interiores en continuidad, esta armadura tendrá la cuantía mínima fijada en el artículo 42.3.5 de la Instrucción EHE-08.

PARÁMETROS DE CÁLCULO DE FORJADOS UNIDIRECCIONALES

Ver LISTADO DE OPCIONES.

CÁLCULO DE MUROS DE SÓTANO Y DE CONTENCIÓN EN MÉNSULA

MUROS DE SÓTANO

Criterios de cálculo

Los muros de sótano trabajan a flexión compuesta, recibiendo las cargas verticales de los pilares y de los forjados que apoyan sobre ellos, además de los empujes horizontales del terreno y del agua por debajo del nivel freático. Son elementos estructurales de contención de tierras sobre los que apoyan pilares o forjados provenientes de la estructura.

El cálculo estructural del muro se realiza suponiendo que existen apoyos en los elementos horizontales unidos al muro; en concreto se supone que existen apoyos horizontales al menos en la base y en la parte superior del muro. Tales elementos horizontales (vigas y forjados) deben estar contruidos previamente al muro para que puedan transmitir las acciones horizontales producidas al rellenar el trasdós. Por lo tanto, si el muro se construye hormigonando contra el terreno, es indispensable colocar los apeos convenientes hasta que los forjados o vigas puedan estabilizar el muro a vuelco y deslizamiento, a la vez que soportan las cargas provocadas por el empuje del terreno.

Los pilares con continuidad dentro del muro experimentan un aumento de rigidez correspondiente a una sección equivalente de dimensiones:

- ancho igual al espesor del muro.
- canto igual a la base de un triángulo equilátero calculado a partir de la intersección del pilar con el nivel superior del forjado. Para un muro de espesor X y altura Y , un pilar tendría una rigidez adicional correspondiente a una sección de ancho X y de canto

$$\frac{2Y}{\tan 60}$$

Si un pilar pertenece a dos muros, como es el caso de pilares de esquina, se considera simultáneamente el aumento de rigidez producido por pertenecer a dos muros.

Las vigas y diagonales embutidas dentro del muro transmiten las cargas provenientes de los forjados al muro, quedando posteriormente sin armar al considerarse su armado sustituido por el del propio muro.

Las vigas de zapata que unen zapatas aisladas o combinadas con el muro, centran la carga que reciben esas zapatas, pero no la del propio muro.

Los muros apoyados en losas de cimentación transmiten sus cargas a éstas. El grado de empotramiento entre la losa de cimentación y el muro vendrá dado por la rigidez impuesta a las barras contenidas en el muro, siendo, en general, más próximo al apoyo que al empotramiento. Estos muros carecen de zapata, debiéndose disponer en la losa las esperas necesarias para el armado del muro.

Acciones horizontales

En la determinación del valor de los empujes, se considera el coeficiente de empuje en reposo del terreno. El terreno por encima de la cota del nivel freático se considera siempre seco. El empuje por debajo de la cota del nivel freático es la suma del empuje producido por la presión hidrostática y del empuje producido por el terreno considerando su densidad sumergida. Si existe sobrecarga en coronación se asimila a una presión uniforme en toda la altura del muro. También se tiene en cuenta la posible inclinación (talud) del terreno.

El cálculo del empuje producido por la acción sísmica, según NBE PDS-1/74 o NCSE, se realiza afectando de un factor de mayoración al valor del coeficiente de empuje del terreno, igual a 1 más la aceleración sísmica de cálculo dividida por g (aceleración de la gravedad).

Acciones verticales

PILARES Y VIGAS CONTENIDAS EN EL MURO

A los efectos de considerar la carga vertical actuante sobre el muro, el programa determina la carga media por metro lineal de muro transmitida por los pilares contenidos, así como la carga de las vigas embutidas en el muro, que no transmiten su carga a ningún pilar.

APOYOS EN CABEZA O DENTRO DEL MURO

Los apoyos en cabeza o dentro del muro que supongan al menos una reacción vertical, transmiten acciones también verticales al muro, de la siguiente forma:

Apoyos de pilares en cabeza o dentro del muro. Transmiten la carga vertical del pilar, determinando el programa la carga media equivalente por metro lineal de muro.

Apoyos de vigas exentas al muro, tanto en cabeza como dentro del muro. Transmiten la reacción vertical del apoyo, determinando el programa la carga media equivalente por metro lineal de muro.

Apoyos de vigas embutidas en el muro, tanto en cabeza como dentro del muro. Las reacciones del apoyo no se tienen en cuenta, ya que las cargas de las vigas son asumidas directamente por el programa.

Apoyos sobre los que descansan conjuntamente pilares y vigas exentas al muro, tanto en cabeza como dentro del muro. Transmiten únicamente la carga vertical del pilar, determinando el programa la carga media equivalente por metro lineal de muro.

■

Combinaciones

Se consideran dos hipótesis para el cálculo transversal (armadura vertical) del muro:

HIPOTESIS 1. Actuación de las acciones del terreno.

HIPOTESIS 2. Actuación conjunta de las acciones del terreno y de la carga vertical.

Se consideran dos situaciones en la unión entre el muro y la zapata: apoyo simple o empotramiento del muro en la zapata.

A efecto del cálculo del muro, se considera la excentricidad producida por la reacción en la zapata respecto al eje del muro, a la altura de arranque del muro de cota inferior.

Cálculo de la armadura transversal (vertical)

La armadura transversal en cada cara del muro y para cada altura del muro se dimensiona para la combinación más desfavorable de esfuerzos, compresión y flexión, de las hipótesis anteriores, y para un ancho de muro de un metro.

Se consideran las cuanías mínimas a retracción y temperatura de la norma de hormigón seleccionada (EHE-08, EHE ó EH-91). También se realiza la comprobación del E.L.S. de fisuración, de acuerdo con la norma de hormigón seleccionada (EHE-08, EHE ó EH-91).

Cálculo de la zapata del muro

La zapata del muro se calcula utilizando las mismas hipótesis consideradas en el cálculo de la cimentación. Ver apartado de Cálculo de Cimentación.

Cálculo de la armadura longitudinal (horizontal)

Se considera el muro en su sentido longitudinal como una viga continua recibiendo como carga la tensión del terreno. Para los momentos positivos y negativos que tiene que resistir se comprueba la respuesta de la sección del muro con las armaduras horizontales debidas a las cuantías mínimas.

Se consideran las cuantías mínimas a retracción y temperatura de la norma de hormigón seleccionada, para la armadura horizontal.

Se comprueba la armadura frente a la aparición de tracciones horizontales, teniendo que resistir la armadura longitudinal una fuerza de valor:

$$T = 0,3 \cdot Nu \cdot (1 - \frac{d}{L})$$

donde:

L es la mayor luz entre pilares

Nu es el axil máximo de los pilares, distribuida en la altura del muro o en una altura menor si la menor luz entre pilares es menor que la altura del muro.

ARMADO DE PILARES CON CONTINUIDAD DENTRO DEL MURO

Los pilares de hormigón dentro del muro prolongan el armado del pilar a cota inmediatamente superior exento al muro. De esta forma el armado de pilares embutidos se hace continuo hasta la zapata del muro, tanto para pilares con lado igual como mayor que el espesor del muro.

El proyectista puede decidir entre prolongar las armaduras del pilar hasta la zapata del muro o hacer que arranquen desde la cabeza del muro, en cuyo caso deberá dejar previstas en obra las correspondientes esperas.

MUROS DE CONTENCIÓN O EN MÉNSULA**Criterios de cálculo**

Los muros de contención en ménsula trabajan fundamentalmente a flexión simple, recibiendo los empujes horizontales y (en menor medida) verticales del terreno y del agua por debajo del nivel freático, y transmitiéndolos de nuevo al terreno mediante su propia cimentación.

Son elementos autoportantes, que no necesitan de la colaboración de ningún otro elemento estructural. Tampoco reciben acciones de ninguna otra parte de la estructura.

Determinación de los empujes

En la determinación del valor de los empujes, se considera el coeficiente de empuje activo del terreno, de acuerdo con la teoría de Coulomb. El terreno por encima de la cota del nivel freático se considera siempre húmedo (densidad aparente). El empuje por debajo de la cota del nivel freático es la suma del empuje producido por la presión hidrostática y del empuje producido por el terreno considerando su densidad sumergida. Si existe sobrecarga en coronación se asimila a una presión uniforme en toda la altura del muro. Estos empujes tienen siempre una componente horizontal, y dependiendo de la geometría del muro y los parámetros de cálculo, una componente vertical.

El cálculo del empuje producido por la acción sísmica, según NBE PDS-1/74 o NCSE, se realiza afectando de un factor de mayoración al valor del coeficiente de empuje del terreno, igual a 1 más la aceleración sísmica de cálculo dividida por g (aceleración de la gravedad).

Se considera también el peso propio del muro, del terreno situado sobre la puntera y de parte del terreno situado sobre el talón. Todas las acciones se consideran concomitantes.

Dimensionado de la cimentación

La cimentación se dimensiona de forma que no se supere la tensión máxima admisible del terreno, con la hipótesis de respuesta uniforme.

Se comprueba la seguridad a vuelco, de acuerdo con lo indicado en las opciones.

Se comprueba la seguridad a deslizamiento, de acuerdo con lo indicado en las opciones. Si se considera el efecto favorable del empuje pasivo sobre la puntera y tacón del muro, también se realiza la comprobación sin tener en cuenta dicho empuje pasivo y con coeficiente de seguridad unidad.

Cálculo de la armadura transversal (vertical)

La armadura transversal en cada cara del muro y para cada altura del muro se dimensiona para la combinación más desfavorable de esfuerzos, compresión y flexión y para un ancho de muro de un metro.

Se consideran las cuantías mínimas a retracción y temperatura de la normativa de hormigón (EHE-08, EHE ó EH-91) seleccionada. También se realiza la comprobación del E.L.S. de Fisuración, de dicha normativa.

Armadura longitudinal (horizontal)

Se consideran las cuantías mínimas a retracción y temperatura de la norma de hormigón seleccionada, para la armadura horizontal. En todo punto, la armadura horizontal tendrá una cuantía no menor de un 20% de la armadura vertical en el mismo punto.

PARÁMETROS DE CÁLCULO DE MUROS DE SÓTANO Y DE CONTENCIÓN EN MÉNSULA

Ver LISTADO DE OPCIONES.

CÁLCULO DE FORJADOS RETICULARES Y LOSAS MACIZAS DE FORJADO

Los forjados reticulares responden a la tipología de losa aligerada de canto constante; con bloques aligerantes perdidos o recuperables (casetones). Las losas de forjado responden a la tipología de placas macizas de canto constante.

Un mismo plano (horizontal o inclinado) puede contar con uno o varios forjados reticulares y/o losas. Un mismo pilar - ábaco puede pertenecer a varios forjados reticulares y/o losas.

MODELIZACIÓN

Los forjados reticulares y las losas de forjado se modelizan como un conjunto de barras de sección constante en dos direcciones ortogonales entre sí. Dichas barras, junto con las del resto de la estructura conforman la matriz de rigidez de la misma. El cálculo de solicitaciones se ha realizado mediante el método matricial espacial de la rigidez, suponiendo una relación lineal entre esfuerzos y deformaciones, y presentando cada nudo seis grados de libertad, a menos que se opte por la opción de indeformabilidad de los forjados horizontales en su plano o la consideración del tamaño de los pilares ya comentadas en el apartado 5 de esta Memoria. No se utilizan, por tanto, simplificaciones del tipo 'pórticos virtuales' o 'líneas de rotura'.

Las características del material (módulo de Young, de Poisson y coeficiente de dilatación térmica) son propias para los forjados reticulares y losas de forjado. En las losas de forjado se puede, además, fijar el tanto por ciento de rigidez a torsión entre un 0% y un 100% (Ver LISTADO DE OPCIONES).

Las cargas introducidas en los forjados reticulares y losas se consideran concentradas en los nudos (puntos de intersección de los nervios de ambas direcciones).

No es conveniente utilizar distancias entre nervios de más de 100 cm. En el caso de losas de forjado es recomendable utilizar un paso de discretización del orden de 50 cm o 1/8 de la distancia media entre pilares.

Nervios (forjados reticulares)

Se define la geometría del nervio como una sección en T mediante una poligonal de 12 vértices. En función de ella, por integración, se han obtenido las características geométricas y mecánicas del mismo: I_x , I_y , I_z y A_x , equivalentes a las del resto de barras de la estructura (apartado 4 de esta Memoria). No se consideran características mecánicas diferenciales debidas a proximidad de zunchos o ábacos.

La rigidez a la torsión de los nervios es modificable por el usuario, entre los valores de un 0% y un 100% (Ver LISTADO DE OPCIONES).

Ábacos

Se consideran ábacos del mismo canto al del forjado reticular o losa de forjado o de mayor canto que ellos (ábacos resaltados). Se modelizan como un conjunto de barras de sección constante en dos direcciones ortogonales. Si el pilar no coincide con uno de los nudos de la retícula, se han introducido barras ficticias, paralelas a los nervios, que lo unen a los nervios más próximos. Para la definición de sus características geométricas y mecánicas, se han dividido los ábacos, en cada dirección, en bandas colindantes de sección rectangular.

En el caso de ábacos de forjados reticulares, se puede fijar su rigidez a la torsión, entre los valores de un 0% y un 100%. En el caso de ábacos de losas macizas, su rigidez a la torsión es la misma que la del resto de la losa.

Zunchos

Se definen dos tipologías de zunchos:

Zunchos con ficha predefinida. Un zuncho con ficha predefinida es una barra de sección constante con un determinado armado longitudinal y transversal constante en toda su longitud. Cada zuncho se asocia a un perfil de hormigón de la biblioteca de perfiles cuya forma debe de ser 'Rectangular', en 'T' o 'L', del que leen las características geométricas y mecánicas, dimensiones, áreas e inercias.

Zunchos con sección asignada. Un zuncho con sección asignada es una barra de sección constante a la que se asigna un perfil de hormigón de la biblioteca de perfiles cuya forma debe de ser 'Rectangular', en 'T' o 'L', del que leen las características geométricas y mecánicas, dimensiones, áreas e inercias. Su armado se calculará de igual forma y junto con el resto de vigas, pilares y diagonales de hormigón armado de la estructura, y por tanto, poseen armaduras de montaje, refuerzos y estribos no constantes en toda su longitud.

■

DIMENSIONES DE LOS DIFERENTES ELEMENTOS

Las dimensiones de los diferentes elementos vienen fijadas en la Instrucción EHE-08. Concretamente, se cumplen las mencionadas a continuación.

Nervios (forjados reticulares)

Su ancho mínimo, b, es

$$b \geq 7 \text{ cm.}$$

$$b \geq d/4; \text{ siendo 'd' el canto del bloque aligerante}$$

El espesor de la capa de compresión, t, es

$$t \geq 5 \text{ cm.}$$

Si los nervios carecen de cercos, se debe cumplir:

$$d \leq 80 \text{ cm., siendo 'd' el canto útil del forjado}$$

$$a \leq 100 \text{ cm., siendo 'a' la distancia entre nervios}$$

$$a \leq 8 b, \text{ siendo 'b' el ancho mínimo del nervio}$$

Comprobación a punzonamiento

Se realiza la comprobación a punzonamiento indicada por el artículo 46. de la Instrucción EHE-08 con las siguientes salvedades (la nomenclatura utilizada es la indicada por dicha Norma):

No se realiza la comprobación a punzonamiento si al pilar de estudio acometen zunchos de canto superior al canto del ábaco.

No es necesaria armadura de punzonamiento si se verifican:

$$\tau_{sd} \leq \tau_{rd}$$

siendo

$$\tau_{sd} = \frac{F_{sd,ef}}{u_1 \cdot d}; \quad F_{sd,ef} = \beta \cdot F_{sd}$$

$$\tau_{rd} = \frac{0,18}{\gamma_c} \cdot \xi \cdot \sqrt[3]{100 \cdot \rho_l \cdot f_{cv}} + 0,1 \cdot \sigma'_{cd} \geq \frac{0,075}{\gamma_{cd}} \sqrt{\xi^3 \cdot f_{cv}} + 0,1 \cdot \sigma'_{cd}$$

$$\rho_l = \sqrt{\rho_x \cdot \rho_y} \leq 0,02; \quad \xi = 1 + \sqrt{200/d} \leq 2,0$$

Es opcional la consideración o no del parámetro β (que reduce la capacidad resistente a punzonamiento de los pilares de medianera y esquina).

En ningún caso la resistencia total a punzonamiento, N_d supera el valor $f_{tcd} = 0,30 f_{cd}$.

No se considera la incidencia de agujeros próximos a los soportes (opcional, según EHE-08).

No se consideran los lados del perímetro crítico que disten menos de $6d$ de un borde, ya sea exterior o interior.

Cuando es necesario colocar armadura a punzonamiento, el programa calcula la armadura de la rama más desfavorable, dimensionando todas las ramas por igual con esta armadura.

Se comprueba la no necesidad de armadura de punzonamiento en un perímetro crítico a distancia $2 \cdot d$ exterior al armado de punzonamiento (equivale a 4 veces el canto útil del borde del pilar).

CRITERIOS DE ARMADO

Los criterios considerados en el armado de los forjados reticulares siguen las especificaciones de la Instrucción EHE-08, tal como se indica en el apartado correspondiente a vigas de esta Memoria, así como las especificaciones particulares expuestas en el artículo 55º ("Placas, losas y forjados bidireccionales") de la mencionada Norma.

No se utilizan redondos de diámetro superior a la décima parte del canto total del forjado reticular ni de diámetro superior a 25 mm.

No se tiene en cuenta la flexión lateral (flexión en el plano del forjado) en el cálculo del armado, aunque sí el axil (de compresión o tracción) existente.

Se permite, de forma opcional, considerar una redistribución (plastificación) de momentos flectores M_z en vanos de hasta un 20% del momento negativo, afectando tanto al armado de los nervios como de los ábacos. Esta redistribución se realiza vano a vano de cada nervio de forma independiente. Para la definición de los 'apoyos' (y por tanto los vanos) se utilizan los 'picos' de los momentos negativos de la hipótesis de carga permanente.

Se realizará esta redistribución siempre que el momento máximo positivo sea no menor de $1/4$ del máximo negativo ni mayor del máximo negativo y existan momentos negativos en ambos extremos (o próximos a cero). No se descenderá la gráfica de aquel extremo en que exista momento positivo.

CÁLCULO DEL ARMADO DE NERVIOS

Se ha considerado un diagrama parábola – rectángulo de respuesta de las secciones, y limitando la profundidad de la fibra neutra en el caso de flexión simple. En el caso de reticulares, el armado se calcula

por nervios. En el caso de losas, el armado se calcula con la misma discretización realizada para el cálculo de esfuerzos: en bandas de ancho fijo a las que denominaremos 'nervios' por su similitud con los nervios de un forjado reticular.

Armadura base longitudinal (losas de forjado)

En toda la superficie de la losa de forjado se dispone un armado longitudinal en la cara inferior, siendo opcional en la cara superior, y en ambas direcciones. Estará constituido por barras o mallas electrosoldadas de un mismo diámetro y separación (aunque pueden ser diferentes para cada cara y dirección).

La separación entre redondos debe ser menor o igual a 25 cm y a dos veces el canto de la losa. Si no existe armado base superior, estas separaciones mínimas serán respetadas por la armadura longitudinal superior de refuerzo.

La cuantía geométrica mínima total en cada dirección (repartiéndola como 40% en superior y 60% en inferior si existe armado base superior e inferior; o como 100% en inferior en el caso de existir sólo armado base inferior) es, expresadas en tanto por mil de área de la sección de la losa (art. 42.3.5 de EHE-08):

- ACERO B400S (y B400SD): 2.0 ‰
- ACERO B500S (y B500SD): 1.8 ‰

Esta armadura base, además de como armadura de reparto, se considera en el cálculo de los refuerzos (tanto como armadura de tracción como de compresión).

Armadura longitudinal de refuerzo de nervios

El armado longitudinal de nervios se dispone exclusivamente en una capa de redondos, respetándose la limitación de Norma sobre distancia entre ellos: 1,25 veces el tamaño máximo del árido, 2 cm. para redondos de diámetro menor de 20 mm. y un diámetro para el resto. No se consideran grupos de barras. Un tercio de la armadura inferior máxima de cada nervio se prolonga en toda su longitud. Para este armado se considera como nervio una alineación de nervios entre bordes exteriores o interiores (debidos a huecos) del forjado.

Como armadura de negativos mínima en los bordes de los forjados y losas se coloca, al menos, un armado constituido por barras cuya separación sea como máximo la máxima permitida por normativa (25 cm o dos veces el canto de la losa, según EHE-08) y con una cuantía, en cm²/m, de al menos 0,025 · d, siendo 'd' el canto útil de la losa en centímetros. La longitud de dichos redondos será de al menos 2 veces el canto de la losa. Esta armadura no será necesaria si el forjado o losa dispone de una armadura base superior. Esta armadura podría sustituirse por el armado transversal de los zunchos de borde, aunque no se realiza de forma automática.

En el caso de forjados reticulares, el armado longitudinal del nervio existente en la sección límite nervio - ábaco, se prolonga en toda la longitud del ábaco.

En el caso de reticulares, se comprueba la cuantía geométrica mínima de tracción indicada por la normativa (art. 42.3.5 de EHE-08), considerándolos a estos efectos como vigas de sección rectangular de ancho el ancho de cortante (b_w) y canto el del forjado.

Armadura transversal

En los forjados reticulares, la armadura transversal de los nervios es opcional (Ver LISTADO DE OPCIONES). Si no se desea este tipo de armado, deben cumplirse las limitaciones de dimensiones indicadas en el apartado correspondiente de esta Memoria.

En el caso de que sea necesaria armadura transversal, se cumplen las separaciones mínimas impuestas por EHE-08. Dicha armadura transversal se realiza mediante cercos ortogonales a la directriz del nervio. Las ramas laterales toman la inclinación respecto a la horizontal 'g' inicial de los paramentos laterales del nervio (la inclinación del lado lateral inferior del polígono que define la geometría del nervio). En cada barra de la retícula, la armadura transversal es constante.

En las losas de forjado, la armadura transversal de los nervios es también opcional (ver LISTADO DE OPCIONES), y estará constituida por estribos, 'piés de pato' u otros dispositivos que proporcionen ramas perpendiculares al plano de la losa con las separaciones, en las dos direcciones, indicadas en la documentación gráfica.

Se cumple que la contribución de la armadura transversal a la resistencia del esfuerzo cortante, V_{su}, es:

$$V_{su} = \sum (A_s \cdot f_{yd} \cdot 0,9 \cdot d \cdot \sin(\theta))$$

donde

As:	Sección, por unidad de longitud, según un plano horizontal, de las armaduras transversales que atraviesan dicho plano.
f _{yd} :	Resistencia de cálculo de la armadura transversal, no mayor de 400 MPa.
d:	Canto útil.
θ:	Ángulo que forman las ramas con la dirección perpendicular al plano del forjado.

El ancho eficaz, b_w , es:

- El ancho mínimo del nervio si la sección considerada está solicitada con momentos positivos.
- El ancho del nervio, a una altura desde el borde inferior del mismo ' $d/4$ ', si la sección está solicitada con momentos negativos, siendo ' d ' el canto útil de la sección.

CÁLCULO DEL ARMADO DE ÁBACOS

Armadura longitudinal de ábacos

Los ábacos de forjados reticulares, y los ábacos resaltados de forjados reticulares, losas macizas y de cimentación, cuentan con armadura longitudinal en ambas direcciones y caras.

Se calcula por separado el armado longitudinal en las dos direcciones.

Para el cálculo del armado se considera la sección completa del ábaco, (ancho del ábaco por canto del ábaco) teniendo en cuenta el sumatorio de solicitaciones de toda la sección. Se considera la contribución del armado longitudinal de los nervios (que como queda dicho, se prolonga en el interior de los ábacos). Dicho armado, se suplementa, si es necesario, mediante refuerzos, dispuestos en ambas direcciones y tanto en la cara superior como la inferior. En los cuatro casos, los refuerzos se disponen equidistantes entre sí y en toda la superficie del ábaco.

Si en el ábaco existen zunchos de canto superior al del ábaco, no se consideran los esfuerzos ni el armado del zuncho para el cálculo del armado del ábaco.

Si en el ábaco existen zunchos del mismo o menor canto que el ábaco, sus esfuerzos serán resistidos por la armadura del ábaco. Si además dichos zunchos son de sección predefinida, su armadura será tenida en cuenta en el cálculo del armado del ábaco.

La separación entre redondos debe ser menor o igual a 25 cm. La cuantía geométrica mínima total en cada dirección (superior más inferior) es:

- ACERO B400S (y B400SD): 2.0 ‰
- ACERO B500S (y B500SD): 1.8 ‰

Cuantías expresadas en tanto por mil de área de la sección del ábaco. Además, en cada cara (superior e inferior) existe una cuantía mínima de un tercio de la mencionada. En todo caso, existe un armado mínimo consistente en barras del diámetro mínimo que se fije y separadas 25 cm.

En el caso de que un ábaco sea común a más de un forjado reticular o losa (con direcciones de nervios diferentes), se considera un armado en cada cara (superior e inferior) constituido por redondos del mismo diámetro y a la misma separación en dos direcciones ortogonales.

El anclaje de la armadura superior se realiza en prolongación recta, y el de la armadura inferior con barras dobladas, aunque las barras inferiores que coincidan con los nervios pueden anclarse en prolongación recta.

Armadura transversal de ábacos

La armadura transversal de ábacos (armadura de punzonamiento) es opcional (Ver LISTADO DE OPCIONES). Si no se desea armado de punzonamiento, se invalidan los ábacos que la precisen. La armadura de punzonamiento se dispone mediante barras longitudinales y cercos verticales en las dos direcciones de los nervios. Conformen, en cada dirección, una 'jaula' de anchura la del soporte y de longitud no mayor a la del ábaco ni menor a 2 d contado desde la cara del soporte. El primer cerco se dispone a una distancia de 0,5 d del soporte. El resto, se disponen separados una misma distancia que es menor de 0,75 d (en todos los casos, ' d ' es el canto útil del ábaco).

Cuando es necesario colocar armadura a punzonamiento, el programa calcula la armadura de la rama más desfavorable, dimensionando todas las ramas por igual con esta armadura.

Si existen en el ábaco zunchos de canto superior al del ábaco, no se realiza la comprobación a punzonamiento del ábaco. Se considera que el punzonamiento se transforma en cortante que es asumido por los estribos del o los zunchos.

CÁLCULO DEL ARMADO DE ZUNCHOS

Tanto para zunchos de borde como interiores, se distinguen dos casos:

- A.** El canto del zuncho es menor o igual al máximo canto de los forjados o losas a los que pertenece.
- B.** El canto del zuncho es mayor al máximo canto de los forjados o losas a los que pertenece.

Si un ábaco o un zuncho están en el límite de una losa y un forjado reticular, a efectos del armado se supone que pertenecen al forjado reticular.

El armado longitudinal se calcula para la combinación de esfuerzos (axiles y flectores) en las secciones del zuncho no embebidas en un ábaco (caso de zunchos de tipo 'A' pertenecientes a forjados reticulares) o en toda su longitud (caso de zunchos de tipo 'B' o pertenecientes a losas de forjado).

El armado transversal se calcula para la combinación de esfuerzos (cortantes y torsores) en las secciones del zuncho no embebidas en un ábaco (zunchos de tipo 'A') o en toda su longitud (zunchos de tipo 'B').

Zunchos de sección predefinida

El armado de un zuncho está formado por una armadura longitudinal y una armadura transversal constantes en toda su longitud, de acuerdo con las opciones de cálculo de forjados (ver LISTADO DE OPCIONES).

El armado longitudinal de los zunchos de borde interiores (perímetro de huecos) se prolonga la longitud de anclaje necesaria a cada lado, invadiendo la zona de nervios.

Zunchos de sección asignada

El armado de un zuncho está formado por una armadura montaje, refuerzos longitudinales y una armadura transversal de acuerdo con las opciones de cálculo de armado de vigas (ver LISTADO DE OPCIONES). Los materiales que se consideran son los del armado de vigas (ver LISTADO DE OPCIONES).

En el cálculo de la armadura transversal, el programa considera tres separaciones diferentes de estribos. Para el cálculo del cortante existente en la zona próxima a los pilares, el programa en cada extremo el cortante existente a una distancia 'd' de la cara del pilar inferior. Dado que el programa transforma las cargas aplicadas sobre forjados reticulares y losas en cargas aplicadas en los nudos, para obtener dicho cortante se realiza una interpolación lineal entre el cortante existente sobre el pilar y la media aritmética de los cortantes existentes a ambos lados de cada tramo de zuncho.

PARÁMETROS DE CÁLCULO DEL ARMADO

Ver LISTADO DE OPCIONES

CRECIMIENTOS

Es posible definir un crecimiento (distancia entre el eje de cálculo y en centro geométrico) cualquiera para los pilares y zunchos. Dicho crecimiento es considerado en la determinación de la sección crítica a punzonamiento.

GRAFISMOS DE LAS SALIDAS GRÁFICAS DE RESULTADOS

Existe una escala numerada para la identificación y replanteo de los nervios, en ambas direcciones.

Un grafismo en forma de corchete que engloba 2 o más nervios indica que dichos nervios presentan el mismo armado.

LIMITACIONES DE DISEÑO. PILARES DE ACERO.

No se contempla la posibilidad de forjados reticulares o losas de forjado sobre soportes metálicos. Si se utilizan soportes metálicos el usuario debe disponer y calcular los correspondientes elementos de conexión entre el forjado el pilar metálico, como por ejemplo, perfiles metálicos en U, en cada una de las direcciones del forjado.

FORJADOS RETICULARES Y LOSAS SOBRE MUROS DE SÓTANO.

Se asigna de forma automática una condición de apoyo (articulación) a los nudos de un forjado reticular o losa contenidos en un muro de sótano. Si se asigna un apoyo elástico, tanto al desplazamiento como al giro (resorte), al borde del forjado, se considera prioritariamente esta condición frente a la primera. De esta forma se modifica la condición de apoyo por la de empotramiento elástico. Se tomarán las disposiciones constructivas necesarias para que la unión entre el forjado y el muro responda a la hipótesis considerada en el cálculo.

CÁLCULO DE LOSAS DE CIMENTACIÓN Y DE VIGAS FLOTANTES

Las Losas de Cimentación son, desde el punto de vista de modelización y de cálculo de su armado, muy similares a las losas macizas de forjado. Son de aplicación, por tanto, todas las indicaciones recogidas en el capítulo correspondiente de esta memoria con las salvedades que se indican en este capítulo.

Las vigas flotantes se arman según el criterio general de EHE-08, por lo que es de aplicación todo lo indicado en el capítulo 'CÁLCULO DEL ARMADO' de vigas de esta memoria con las salvedades que se indican en este capítulo.

Tanto las losas de cimentación como las vigas flotantes pueden disponerse en cualquier plano horizontal. En el mismo plano se pueden definir varias losas, tanto de forjado como de cimentación, y forjados unidireccionales o reticulares, pero las losas de cimentación no pueden estar en contacto con forjados reticulares o losas de forjado. Tampoco deben existir elementos de la estructura, vigas, pilares, diagonales u otros tipos de forjado, situados por debajo de las losas de cimentación. Sí es posible, por el contrario, definir losas de cimentación a cotas diferentes.

Se pueden definir muros de sótano apoyados en las losas de cimentación, no siendo imprescindible que se sitúen es su borde. No se permiten, sin embargo, muros de sótano cimentados en una parte en la losa de cimentación y en otra en su zapata, debiéndose en este caso dividir dicho muro en dos.

TIPOLOGÍAS DE LOSAS DE CIMENTACIÓN Y VIGAS FLOTANTES

De entre los diversos métodos de cálculo de losas de cimentación Tricalc utiliza el de asimilación a un emparillado. En cuanto a la interacción terreno-estructura, de entre los diversos métodos aplicables, se utiliza el más comúnmente aceptado de consideración de proporcionalidad entre la tensión aplicada y la deformación producida. De esta forma, las losas de cimentación se modelizan como un conjunto de barras de sección constante en dos direcciones ortogonales entre sí, con resortes situados en los puntos de intersección, y en contacto con el terreno en todos sus puntos. De forma análoga, las vigas flotantes se modelizan dividiéndolas en segmentos y situando un resorte en los puntos de división. Dichas barras, junto con las del resto de la estructura conforman un única matriz de rigidez que se utiliza para el cálculo de desplazamientos.

A la constante de proporcionalidad entre tensión y deformación del terreno se la denomina, en general, coeficiente o módulo de balasto, también conocido como módulo de Winkler.

COEFICIENTE DE BALASTO

El método de cálculo utilizado por Tricalc se basa en la hipótesis de que si ' σ ' es la presión transmitida en un punto por el cimiento al suelo, el asiento ' y ' producido está ligado a ' σ ' por la relación

$$y = \frac{\sigma}{K}$$

donde ' K ' es el módulo de balasto y tiene dimensiones de fuerza por unidad de volumen.

La determinación de ' K ' se realiza por métodos experimentales, generalmente mediante ensayos de carga con placa. Sin embargo, el dato obtenido para un mismo suelo depende de numerosos factores (forma y tamaño de la placa, presión ejercida, velocidad y repetitividad de la aplicación de la carga, etcétera).

Por tanto, debe adaptarse (modificarse) el valor de ' K ' obtenido en un ensayo a la estructura que se desea calcular. Las expresiones que permiten esta adaptación son totalmente experimentales, y por tanto, aproximadas. Por ejemplo, en el CTE DB SE-C se proponen las siguientes:

La conversión del módulo para placa de 30 cm, k_{sp30} , o placa de 60 cm, k_{sp60} , al coeficiente de referencia, k_{sB} , (a introducir en el programa) se puede obtener mediante las siguientes expresiones:

- Zapata cuadrada de lado B (en metros) y terreno cohesivo:

$$k_{sB} = k_{sp30} \cdot 0,30 / B$$

$$k_{sB} = k_{sp60} \cdot 0,60 / B$$

- Zapata cuadrada de lado B (en metros) y terreno granular:

$$k_{sB} = k_{sp30} \left(\frac{B + 0,3}{2 \cdot B} \right)^2$$

$$k_{sB} = k_{sp60} \left(\frac{B + 0,3}{2 \cdot B} \right)^2 \cdot \left(\frac{2 \cdot 0,6}{0,6 + 0,3} \right)^2$$

- Zapara rectangular de lados B y L, con $L > B$:

$$k_{sBL} = k_{sB} \left(1 + \frac{B}{2 \cdot L} \right)$$

En el caso de losas de cimentación, ' b ' no es el lado de la losa, sino el tamaño de la losa, alrededor de los pilares, que es eficaz a la hora de transmitir presiones al terreno. En los casos habituales puede tomarse entre $\frac{1}{2}$ y $\frac{1}{4}$ de la distancia media entre pilares.

En el programa debe introducirse el valor final de ' K ' a adoptar. Si bien sólo se ha indicado hasta ahora un módulo de balasto 'vertical', el programa permite introducir un valor de resorte para cada uno de los 6 grados de libertad (tres desplazamientos y tres giros).

En el caso de desplazamiento horizontal, el valor introducido representa la resistencia a deslizamiento de la losa sobre el terreno.

Los valores de resorte para giros no suelen ser considerados normalmente en las losas de cimentación, por lo que su valor será habitualmente cero. Sin embargo, en el caso de vigas flotantes, puede ser importante fijar un valor en KGX y KGZ para indicar una rigidez al 'vuelco' de la viga sobre su propio eje longitudinal.

CÁLCULO DE LOSAS DE CIMENTACIÓN Y VIGAS FLOTANTES

El cálculo de los esfuerzos originados en los nervios, zunchos y ábacos se realiza de forma integrada con el resto de la estructura en una fase anterior. En la etapa de cálculo de esfuerzos se comprueba la tensión del trabajo del terreno en todas las combinaciones de cargas, debiéndose tener en cuenta lo siguiente:

Tensiones del terreno negativas. El cálculo realizado presupone que las losas de cimentación y las vigas flotantes están apoyadas en el terreno y al que se le transmite una determinada presión, debido a la cual se produce un descenso de las losas y vigas flotantes. Se debe evitar la aparición de puntos de las losas que se separen del terreno, es decir, que se desplacen hacia arriba. (Se producirían tensiones negativas en el terreno, lo cual no es posible).

Tensiones del terreno excesivas. Se debe comprobar que en ningún punto de las losas de cimentación y de las vigas flotantes se producen tensiones en el terreno mayores de las admisibles.

Cálculo de armado de vigas flotantes

Las vigas flotantes están formadas por barras del mismo tipo que el resto de vigas de la estructura, y se arman junto con aquéllas tal como se indica en el capítulo 'CÁLCULO DEL ARMADO' correspondiente a las vigas.

Consideraciones sobre el cálculo de armado en losas de cimentación

Para el cálculo de armado de las losas de cimentación es de aplicación todo lo indicado sobre losas de forjado en el capítulo correspondiente, con las siguientes salvedades:

REDISTRIBUCIÓN DE MOMENTOS

No se permite la redistribución de momentos (plastificación) en losas de cimentación.

PUNZONAMIENTO

En el caso de que la normativa de hormigón seleccionada sea la EHE-08 ó la EHE, se permite no considerar, a efectos del cálculo del esfuerzo de punzonamiento de cálculo (F_{sd}), la fuerza neta vertical (reacción del terreno menos peso propio de la losa) situada a una determinada distancia de la cara del pilar:

Medio canto total ($h/2$), como indican los comentarios del artículo 46.3 de EHE-08 y del 46.2 de EHE para losas de forjado, ó

Dos veces el canto útil ($2 \cdot d$), como indican esos mismos comentarios para zapatas.

ARMADURA BASE LONGITUDINAL

En toda la superficie de la losa de cimentación se dispone un armado longitudinal en ambas caras y en ambas direcciones. Estará constituido por barras o mallas electrosoldadas de un mismo diámetro y separación, aunque pueden ser diferentes para cada cara y dirección.

En el Art. 58.8.2 de EHE-08, Art. 59.8.2 de EHE y en el Art. 58.8.2 de EH-91 se indica que la separación debe ser menor o igual a 30 cm y a dos veces el canto de la losa.

PARÁMETROS DE CÁLCULO DEL ARMADO

Ver LISTADO DE OPCIONES

CÁLCULO DE ESCALERAS Y RAMPAS

Las Escaleras y Rampas son, desde el punto de vista de la modelización y el cálculo de su armado, muy similares a las losas macizas de forjado. Son de aplicación, por tanto, todas las indicaciones recogidas en el capítulo correspondiente de esta memoria con las salvedades que se indican en este capítulo. Por tanto, el cálculo de los esfuerzos originados en los nervios, zunchos y ábacos se realiza de forma integrada con el resto de la estructura en una fase anterior.

ELEMENTOS DE UNA ESCALERA / RAMPA

Son los mismos que los de una losa maciza de forjado: nervios, ábacos y zunchos, aunque con las siguientes particularidades:

Ábacos

No se permiten ábacos resaltados en una escalera / rampa.

Si en un mismo plano existe un ábaco a caballo entre una escalera / rampa y un forjado reticular o losa, se supone que el ábaco pertenece al reticular o losa, por lo que su cálculo (incluido el punzonamiento) y la obtención de sus resultados se realizará desde dicho reticular o losa.

Zunchos

Los bordes laterales y el borde de unión de los tramos inclinados con los descansillos se constituyen en zunchos "ficticios", mientras que el resto son zunchos reales a los que se debe asignar una sección para el cálculo y obtención de su armado.

Escaleras 'aprovechadas'

Se pueden definir tramos inclinados de escalera (rampas) 'aprovechadas', de forma que la losa de dicho tramo no acometa en la parte superior del descansillo superior, sino una contrahuella por debajo. Esta propiedad no tiene incidencia en la modelización y obtención de esfuerzos de la escalera, pero sí es tenida en cuenta en sus planos de armado y vistas en sólido.

CONSIDERACIONES SOBRE EL CÁLCULO DE ARMADO EN ESCALERAS Y RAMPAS

Para el cálculo de armado de las escaleras y rampas es de aplicación todo lo indicado sobre losas de forjado en el capítulo correspondiente, con las siguientes salvedades:

Criterios generales de armado

El programa utiliza criterios diferentes para el armado de las zonas inclinadas de las escaleras (las 'rampas') y para el armado de las zonas horizontales (los 'descansillos').

Como criterios generales de ambos casos, se puede añadir:

No se contempla la existencia de armadura transversal de cortante, por lo que la losa de hormigón debe, por sí sola, resistir el cortante existente. En todo caso, el programa aumenta la armadura longitudinal si fuera necesario para así resistir el cortante existente.

No se permiten ábacos resaltados. Los posibles ábacos de estas escaleras y rampas no tienen armadura longitudinal propia. Si podrán, si es necesario, poseer armadura de punzonamiento.

Para el cálculo del área de refuerzo longitudinal se utilizan diagramas de interacción axil – momento en base a los dominios de deformación definidos en la norma de hormigón y con el diagrama tensión – deformación de parábola – rectángulo. Así mismo, se tienen en cuenta las limitaciones de armado mínimo y máximo especificados en la norma de hormigón.

ARMADO LONGITUDINAL DE LAS RAMPAS

La dirección X principal de las rampas de escalera coincide siempre con la línea de máxima pendiente. Por tanto, la dirección Y de dichas rampas es siempre horizontal.

El armado de estas rampas estará constituido por una armadura base y, si es necesario, un determinado refuerzo en la dirección X. No existen por tanto, refuerzos en la dirección Y.

La armadura base estará constituida por redondos o mallas electrosoldadas (de acuerdo a las opciones fijadas). En caso de utilizarse mallas electrosoldadas, el diámetro de ambas direcciones será el mismo, y las cuantías de ambas direcciones tendrán la relación 1:1, 1:2 ó 1:4. En caso de barras de acero, la cuantía dispuesta en una dirección no será inferior a 1/5 de la necesaria en la dirección contraria.

Si son necesarios refuerzos, sólo se dispondrán en una capa. Además, su cuantía será constante en todo el ancho de la escalera. Se designarán por su diámetro y separación. La separación entre redondos de refuerzos se calcula de forma que sean un múltiplo o un submúltiplo entero de la separación de la armadura base. La máxima separación permitida es de tres veces la separación de la armadura base. La mínima separación permitida es la indicada por la normativa teniendo en cuenta que tanto los refuerzos como la armadura base de su misma dirección están en la misma capa.

Para la obtención del armado en una determinada dirección se procede de la siguiente manera:

Se calcula, en cada sección de cada nervio en la dirección de estudio, la cuantía necesaria de armado en función de la envolvente de momentos y axiles.

En cada sección perpendicular a la dirección de estudio, se obtiene la cuantía de armado necesaria como media cuadrática de las cuantías calculadas en el paso anterior en la intersección de cada nervio con esta sección.

Se define el armado base de la rampa. Si en las opciones se ha fijado directamente su diámetro y separación, se utilizan estos valores. Si por el contrario se fija un porcentaje del área necesaria a cubrir, se calcula el diámetro y separación necesario (en todo caso, en la dirección Y, la armadura base debe cubrir la máxima cuantía necesaria calculada en el paso anterior).

Si la armadura base, en la dirección X, no es suficiente, se calculan los refuerzos necesarios.

Este proceso de armado simplifica los planos a obtener, y además, 'suaviza' los posibles 'picos' de área de armado necesaria que puedan aparecer a lo largo de la dirección perpendicular a los redondos. Por ello, los resultados obtenidos pueden diferir ligeramente a los que se obtendrían si la escalera se modeliza mediante losas macizas de forjado.

ARMADO LONGITUDINAL DE LOS DESCANSILLOS

El armado de los descansillos estará constituido exclusivamente por una armadura base, que podrá ser formada por redondos o mallas electrosoldadas (de acuerdo a las opciones fijadas). Esta opción es independiente de la fijada en las rampas: la armadura base de las rampas puede ser con mallas electrosoldadas y la de los descansillos con barras de acero, por ejemplo.

En caso de utilizarse mallas electrosoldadas, el diámetro de ambas direcciones será el mismo, y las cuantías de ambas direcciones tendrán la relación 1:1, 1:2 ó 1:4. En caso de barras de acero, la cuantía dispuesta en una dirección no será inferior a 1/5 de la necesaria en la dirección contraria.

El proceso de armado es equivalente al ya reseñado para las rampas, aunque teniendo en cuenta que no se colocan refuerzos adicionales en los descansillos.

PARÁMETROS DE CÁLCULO DEL ARMADO

Ver LISTADO DE OPCIONES

CÁLCULO DE MUROS RESISTENTES DE HORMIGÓN

Las armaduras de los muros resistentes de hormigón armado se calculan constantes en cada cara de cada muro, y están formadas por una barras longitudinales en ambas caras, tanto en horizontal como en vertical. Si es necesario, se dispone también un armado transversal (estribos en forma de ganchos), que unen las armaduras de ambas caras. Estos estribos se disponen siempre en las intersecciones del armado horizontal y vertical, aunque no necesariamente en todas las intersecciones.

Para el cálculo del armado de cada muro, se consideran las tensiones (esfuerzos) de todos sus nodos. De las siete tensiones existentes, que producen otros tantos esfuerzos, se consideran las siguientes:

Para el cálculo de la armadura longitudinal horizontal se consideran los esfuerzos F_x (axil producido por la tensión s_x de tensión plana), T_{xy} (cortante producido por la tensión t_{xy} de tensión plana) y M_y (momento flector producido por la tensión s_x de flexión).

Para el cálculo de la armadura longitudinal vertical se consideran los esfuerzos F_y (axil producido por la tensión s_y de tensión plana), T_{xy} (cortante producido por la tensión t_{xy} de tensión plana) y M_x (momento flector producido por la tensión s_y de flexión).

Para el cálculo de la armadura transversal se consideran los esfuerzos T_{xz} (cortante producido por la tensión t_{xz} de flexión) y T_{yz} (cortante producido por la tensión t_{yz} de flexión).

En los esfuerzos de cortante, se utiliza la teoría habitual de bielas de hormigón comprimidas y tirantes de acero traccionados, teoría de Ritter-Mörsch. De esta forma, el cortante T_{xy} provoca bielas de hormigón paralelas al plano del muro e inclinadas 45° con respecto a la horizontal, estando los tirantes constituidos por la propia armadura longitudinal (horizontal y vertical) del muro. El cortante T_{xz} , provoca bielas de hormigón horizontales e inclinadas 45° con respecto al plano del muro, estando los tirantes constituidos por la armadura longitudinal horizontal y la armadura transversal. El cortante T_{yz} , provoca bielas de hormigón verticales e inclinadas 45° con respecto al plano del muro, estando los tirantes constituidos por la armadura longitudinal vertical y la armadura transversal.

También se realiza la comprobación de fisuración, de acuerdo con EHE-08.

Una vez evaluado el armado por unidad de longitud de muro, se propone como armadura del muro el más desfavorable de los armados calculados en cada nodo.

ESBELTEZ Y PANDEO

Para el cálculo de la armadura longitudinal se tiene en cuenta el pandeo producido por los esfuerzos de compresión, tanto horizontal como vertical.

En todo caso, la longitud de pandeo de un muro está en función, entre otras cosas, de su anchura (longitud horizontal) y su altura. Para evaluar la anchura y altura de un muro en un determinado punto, *Tricalc* divide en primer lugar el muro en tantas alturas como forjados unidireccionales, reticulares o losas horizontales atravesase (aunque el forjado no divida totalmente el muro). Se calcula entonces la anchura y altura de la parte de muro al que pertenece el punto considerado. Como caso particular, si el muro no está unido a ningún forjado en su parte superior, se considera como altura del último tramo el doble de la real, para considerar la falta de arriostramiento en la parte superior del muro.

El programa evalúa la longitud de pandeo de forma independiente para las dos direcciones (horizontal y vertical) de cálculo. En cada una de ellas, es opcional considerar o no el pandeo y considerar la estructura como traslacional, intraslacional o con el factor de longitud de pandeo fijado.

Se define, para el pandeo vertical, ' l ' como la altura del muro y ' s ' como su anchura; y para el pandeo horizontal ' l ' como la anchura del muro y ' s ' como su altura.

Se define una excentricidad accidental, a añadir a todas las combinaciones de flexocompresión de valor $e = \max(t/20, 2 \text{ cm})$ siendo ' t ' el espesor del muro.

La longitud de pandeo, l_0 , viene dada por la expresión $l_0 = b \cdot l$.

Si la estructura es intraslacional, el factor b tiene un valor comprendido entre 0,5 y 1,0, en función de la relación l/s . Si la estructura es traslacional, el factor b tiene un valor comprendido entre 1,0 y 2,0, en función

de la mencionada relación l/s . La tabla siguiente resume los valores del coeficiente b , teniendo en cuenta que los valores intermedios se interpolan linealmente.

l/s	traslacional	intraslacional
≤ 1	1,0	0,5
2	1,6	0,8
≥ 4	2,0	1,0

La esbeltez de un muro (horizontal o vertical) viene dada por la expresión $l = l_0/t$. La norma española no da ningún tipo de limitación al valor de la esbeltez.

La esbeltez ficticia (de segundo orden) de un muro viene dada por la expresión

$$e_a = 15/E_c \cdot (t + e_1) \cdot l^2$$

donde E_c es el módulo instantáneo de deformación del hormigón, en MPa, y e_1 es la excentricidad determinante, cuyo valor es:

- En pandeo horizontal, es la excentricidad de primer orden en el punto de estudio.
- En pandeo vertical y estructura traslacional, es la máxima excentricidad de primer orden entre la parte inferior y la superior del trozo de muro considerado.
- En pandeo vertical y estructura intraslacional, es la máxima excentricidad de primer orden en el tercio central de la vertical del muro que pasa por el punto de estudio.
-

La excentricidad total a considerar, viene dada por la suma de la excentricidad de primer orden, más la excentricidad accidental, más la excentricidad ficticia.

LIMITACIONES CONSTRUCTIVAS

La Instrucción EHE-08 no posee ninguna reglamentación específica de muros resistentes de hormigón armado, por lo que se utilizan las prescripciones generales que sean aplicables, así como criterios habituales en este tipo de elementos.

La separación máxima entre redondos es de 30 cm, aunque no puede ser mayor de 5 veces el espesor del muro.

Si la cuantía geométrica de la armadura horizontal o vertical supera el 2%, se coloca armadura transversal aunque no sea necesaria por cálculo.

La cuantía mecánica de la armadura horizontal o vertical no puede superar la del hormigón. La cuantía geométrica debe ser, al menos, la indicada en el artículo 42.3.5 de EHE-08 para muros (tomando como espesor del muro no más de 50 cm):

	Tipo de acero	
	B 400 S B 400 SD	B 500 S B 500 SD
Armadura horizontal	4,0 ‰	3,2 ‰
Armadura vertical	1,2 ‰	0,9 ‰

La separación máxima de la armadura transversal es de 50 cm. Si el diámetro máximo longitudinal es mayor de 12mm, la separación máxima de la armadura transversal no podrá superar 15 veces el diámetro mínimo de la armadura longitudinal.

ANCLAJES Y REFUERZOS DE BORDE

En los bordes laterales de los muros resistentes de hormigón, que posean otros muros adyacentes en su mismo plano, el armado longitudinal horizontal se ancla por prolongación recta una longitud de anclaje en posición de buena adherencia. En el borde superior, si existe otro muro adyacente, el armado longitudinal vertical se ancla por prolongación recta el doble de la longitud de anclaje en posición de buena adherencia. Esto se debe a que hacia abajo nunca se ancla el armado longitudinal vertical, dado que no puede atravesar la junta de hormigonado.

En todos los bordes de un muro resistente (incluidos los bordes pertenecientes a los huecos), que no se pueda anclar la armadura longitudinal en un muro adyacente, se deben disponer en los bordes refuerzos en forma de 'U' que anclen los redondos de ambas caras del muro. Su cuantía será la máxima entre las cuantías de ambas caras (en la dirección considerada), y su diámetro será el mayor de los diámetros de los redondos que anclados. La longitud de los lados de la 'U' es la longitud básica de anclaje en prolongación recta y en posición de buena adherencia.

SE2. NOTA FINAL

Cualquier aclaración o duda respecto a los planos, memoria, anexos, presupuesto o pliego, así como cualquier modificación de sus determinaciones, se consultará previamente con la Dirección Facultativa.

Se considera que la documentación aportada describe suficientemente el proyecto. En cualquier caso, se queda a disposición de la propiedad, organismos competentes o empresa constructora para cualquier aclaración.

El presente documento es copia del original, del que JOSE Mª PRADA VELÁZQUEZ, arquitecto, es su autor. Su utilización total o parcial, así como cualquier reproducción o cesión a terceros, requerirá la previa y expresa autorización de su autor, quedando en todo caso **PROHIBIDA CUALQUIER MODIFICACIÓN UNILATERAL** del mismo.

en Barañain, a enero de 2023



Jose Mª Prada Velázquez
Arquitecto

A1. ANEXO 01. ESTUDIO GEOTÉCNICO



**INFORME GEOTÉCNICO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE GRADAS Y VESTUARIOS
EN LAS INSTALACIONES DE LA SD LAGUNAK, EN BARAÑAIN (NAVARRA)**

CLIENTE: AYUNTAMIENTO BARAÑAIN

Pamplona, noviembre 2022

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN.....	3
2. METODOLOGÍA.....	5
3. CARACTERIZACIÓN DEL TERRENO	6
3.1. MARCO GEOLÓGICO. CARTOGRAFÍA	6
3.2. HIDROLOGÍA	7
3.3. SISMICIDAD	7
3.4. PROTECCIÓN FRENTE A EXPOSICIÓN AL RADÓN	8
4. RECONOCIMIENTO GEOTÉCNICO.....	10
4.1. SONDEO MECÁNICO CON EXTRACCIÓN CONTINUA DE TESTIGO	11
4.2. ENSAYOS “In Situ” (S.P.T.).....	12
4.3. ENSAYOS DE PENETRACIÓN DINÁMICA (UNE EN ISO 22476-2:2008/A1:2014)	13
5. ENSAYOS DE LABORATORIO	17
6. CÁLCULO DE CARGAS ADMISIBLES.....	18
6.1. INTERPRETACIÓN ENSAYOS D.P.S.H.	18
6.2. CÁLCULO CARGAS ADMISIBLES nivel geotécnico 1 y 3.....	19
6.3. CÁLCULO CARGA ADMISIBLE NIVEL GEOTÉCNICO 2	21
6.4. CÁLCULO CARGAS ADMISIBLE NIVEL GEOTÉCNICO 4	22
7. CARACTERIZACIÓN GEOTÉCNICA	25
8. SOLUCIONES DE CIMENTACIÓN.....	29
8.1. TIPOLOGÍA DE CIMENTACIÓN	29
8.2. ESTIMACIÓN DE ASIENTOS	31
9. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	34

ANEXOS

ANEXO 1: Mapa geológico y leyenda

ANEXO 2: Registro y fotografías de los sondeos

ANEXO 3: Ensayos de Penetración Dinámica DPSH

ANEXO 4: Perfiles de correlación

ANEXO 5: Boletines de los ensayos de laboratorio

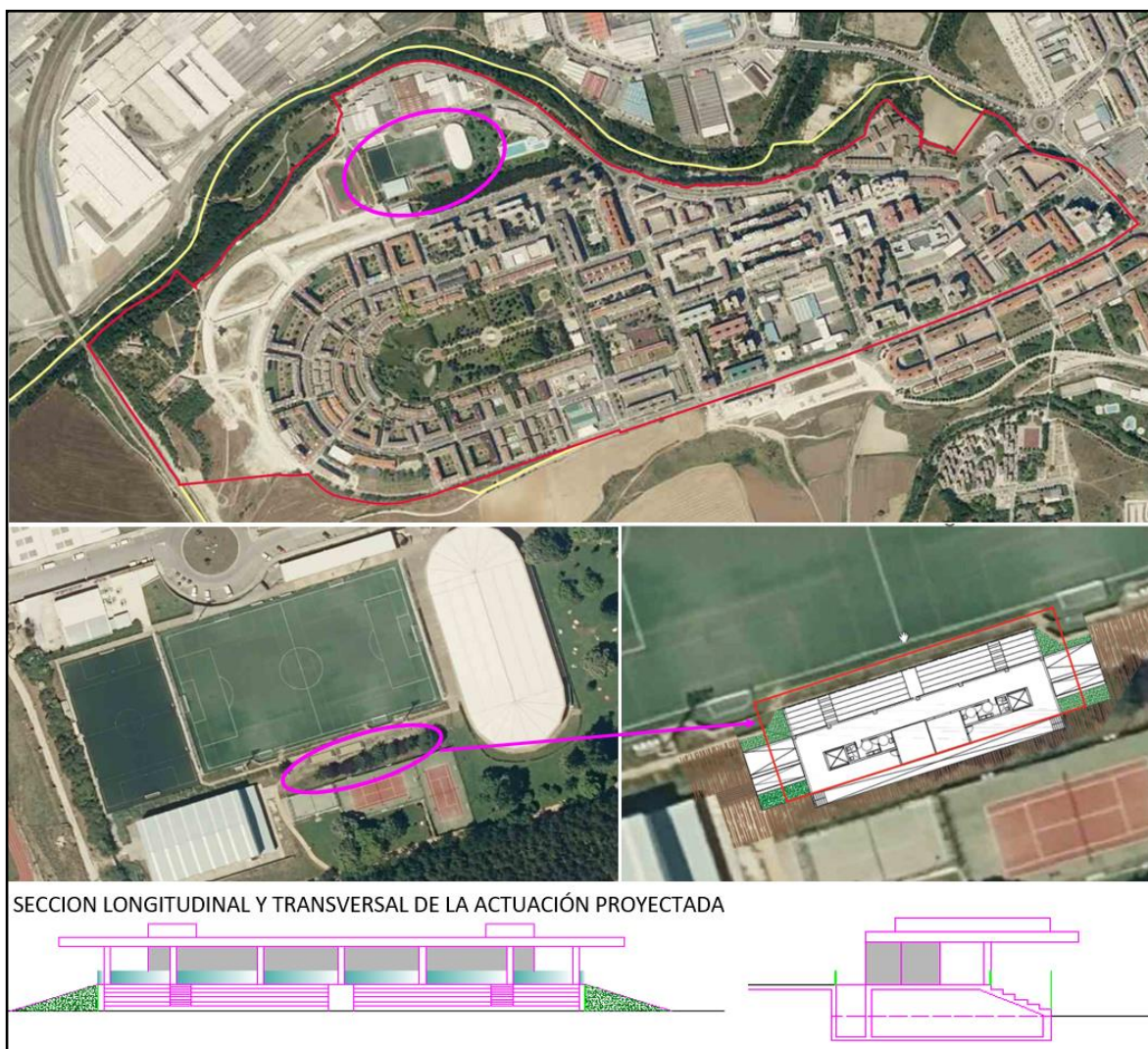
ANEXO 6: Plano de ubicación de ensayos

INFORME: IRGE 209 1022

Revisión	Fecha entrega	Descripción
IRGE 2409 1022.01	07/11/2022	Entrega informe

1. INTRODUCCIÓN

Se solicita a GEEA Geólogos S.L., a requerimiento del AYUNTAMIENTO DE BARAÑAIN, la redacción del Estudio Geológico y Geotécnico para la construcción gradas y vestuarios en las instalaciones de la SD Lagunak en Barañain (Navarra). La construcción proyectada se desarrolla en planta sótano y planta baja, con una ocupación de unos 400 m².



Ubicación parcela objeto de estudio ortofoto Sitna 2021 y documentación facilitada por el peticionario.

El trabajo contratado se resume básicamente en el estudio geológico-geotécnico del terreno. Se trata de caracterizar el terreno, identificar los diferentes tipos de materiales, obtener las profundidades y situación de estos, las resistencias de los mismos, y aconsejar sobre la base

de ello las cimentaciones más apropiadas, las profundidades a las que se deben realizar y las cargas admisibles del terreno.

Los Geólogos que firman el presente informe están avalados por su titulación para la realización de ensayos geotécnicos “in situ”, según se recoge en el Real Decreto 1378/2001 de 7 de diciembre, en el que se definen las funciones profesionales del Geólogo. Los ensayos se han realizado por GEEA GEOLOGOS S.L. laboratorio acreditado para la realización de dichos ensayos.

Siendo estas cuestiones expuestas en este informe con fecha de noviembre de 2022.

2. METODOLOGÍA

Una vez aprobado el presupuesto e indicados los objetivos de la investigación, el método ha sido ordenado de la siguiente manera:

Antecedentes del lugar

1. IGME/ Mapa Geológico de España. Hoja 141 (Pamplona), escala 1:50.000.
2. Gobierno de Navarra/ Mapa geológico de Navarra. Hoja 141-I (Cizur), escala 1:25.000.
3. Gobierno de Navarra/ Mapa Geológico de Navarra, escala 1:200.000.
4. Mapa Geotécnico del Área de Pamplona (2002), Departamento de Obras Públicas, Transportes y Comunicaciones del Gobierno de Navarra.
5. Estudios previos realizados en la zona.

Cumplimiento CTE

1. Vestuarios y gradas con una superficie en planta de 400 m².
2. Tipo de construcción: C1 en terreno T1
3. Nº de ensayos realizados en campo: 1 sondeo mecánico con extracción continua de testigo y 2 ensayos D.P.S.H., distribuidos tal y como queda reflejado en el croquis de ubicación (anexo 6).
4. Caracterización del horizonte de cimentación en laboratorio (anexo 5).
5. Secciones geotécnicas (anexo 4).
6. Plano de ubicación de ensayos de campo (anexo 6).

Contenidos en informe

1. Descripción geológica, hidrogeológica y sísmica (apartado 3).
2. Reconocimiento geotécnico, tipo ensayos y profundidades (apartado 4).
3. Cálculo de cargas admisibles (apartado 5).
4. Ensayos de laboratorio (apartado 6).
5. Parámetros geotécnicos, espesores, litologías (apartado 7).
6. Cota de cimentación, tipología de cimentación y asientos (apartado 8).
7. Cargas admisibles, hundimiento, asientos admisibles, nivel freático, excavabilidad, estabilidad de taludes, agresividad (apartado 9).

3. CARACTERIZACIÓN DEL TERRENO

3.1. MARCO GEOLÓGICO. CARTOGRAFÍA

El área estudiada se sitúa, geológicamente, tanto desde un punto de vista estratigráfico como tectónico, dentro del Dominio Pirenaico, en el subdominio Surpirenaico, de dirección Este-Oeste, limitado al oeste por la falla de Estella y extendiéndose al este hacia la zona de Jaca, formando una unidad denominada cuenca de Jaca-Pamplona, con predominio de materiales sedimentarios Paleocenos y Eocenos.

Estratigráficamente, y limitándonos al área de Pamplona aflora una serie de materiales de edad eocena, con la excepción de una serie de afloramientos de arcillas triásicas en facies Keuper de origen diapírico. La serie eocena está compuesta por una serie de depósitos margosos y arcillosos con facies flyschoides, siendo el nivel de referencia una formación de margas nodulosas grises con intercalaciones de niveles calcareníticos conocida como Margas de Pamplona, de edad Bartonense- Priabonense. La potencia de la serie varía entre 400 a 1500-2000 metros.

Desde un punto de vista tectónico, la cuenca de Jaca-Pamplona pertenece al subdominio surpirenaico, zona en la cual, materiales Mesozoicos y Cenozoicos han sufrido un empuje hacia el sur durante la orogenia alpina que ha desarrollado una serie de pliegues y cabalgamientos vergentes hacia el sur que se disponen sobre la cuenca terciaria del Ebro. Estos cabalgamientos se han desarrollado a favor de la migración de materiales salinos del Keuper en respuesta a los esfuerzos producidos durante la orogenia alpina, actuando en la mayor parte de los casos como nivel de despegue de los cabalgamientos. Dentro de esta estructura regional la cuenca de Pamplona, se puede considerar como una cuenca de *piggy-back* asociada al cabalgamiento de la Sierra de Alaiz - Puente la Reina. A menor escala, el área de estudio presenta una estructura simple caracterizada por la existencia de pliegues de dirección NO-SE de amplio radio.

Sobre los materiales descritos, la red de drenaje ha depositado durante el Cuaternario materiales de acarreo y se ha formado una extensa cobertera cuaternaria con un gran desarrollo de terrazas aluviales asociadas al río Arga y a sus afluentes, con un predominio de cantos rodados en una matriz arenoso-arcillosa; y una serie de coluviones y glaciares de rela-

tiva importancia en laderas y piedemontes formados por limos, limos arcillosos y arenas con cantos dispersos, etc.

3.2 HIDROLOGÍA

Con respecto al comportamiento hidrogeológico se reconocen en la zona dos litologías con un comportamiento hidráulico diferente:

- a. *Los depósitos aluviales cuaternarios*, asociados a las terrazas del Arga, en los que, en función del espesor de los mismos, del régimen pluvial de la zona y de la relación río-acuífero se desarrollan acuíferos libres por porosidad. Estos acuíferos, de pequeño espesor, cuya recarga se producirá por infiltración directa de aguas de lluvia, y su capacidad de drenaje dependerá del contenido de arcillas y limos, permiten pequeñas explotaciones por medio de pozos.
- b. *Formaciones margosas del Terciario*, materiales de baja permeabilidad. En función de la fracturación que presenten, se puede infiltrar parte del agua de lluvia o del agua recogida por la red de drenaje superficial, pero no constituyen, a priori acuíferos de interés.

3.3. SISMICIDAD

El presente apartado tiene como objeto proporcionar los criterios que han de seguirse para la consideración de la acción sísmica en el proyecto, construcción, reforma y conservación de aquellas edificaciones y obras a las que le sea aplicable de acuerdo con las especificaciones dadas en la Norma de Construcción Sismorresistente: Parte General y Edificación (NCSE-02), según lo establecido en el Real Decreto 997/2002 de 27 de septiembre (B.O.E. nº 244 de 11 de octubre de 2002).

Según la clasificación de las construcciones dada por la citada Norma, el tipo de construcción en proyecto se calificaría como de Normal Importancia (aquellas construcciones cuya destrucción por el terremoto pueda ocasionar víctimas, interrumpir un servicio para la colectividad, o producir importantes pérdidas económicas, sin que en ningún caso se trate de un servicio imprescindible ni pueda dar lugar a efectos catastróficos).

En los edificios en que ha de aplicarse esta Norma se requiere calcular la construcción para la acción sísmica definida en el capítulo 2, mediante los procedimientos descritos en el capítulo 3 y cumplir las reglas de proyecto y las prescripciones constructivas indicadas en el capítulo 4 de la citada Norma.

La aceleración sísmica básica en la zona objeto de estudio es de 0,04-g, según la Norma Sismorresistente (NCSR-02). Según la misma norma se ha calculado un valor del coeficiente C ponderado del terreno $C = 1,06$ para los 30 primeros metros del perfil geológico. En el caso que nos ocupa se considera que los primeros 2,00 m son de material tipo III los siguientes 2,00 m es de material tipo II y los restantes como tipo I.

	0,03392	$a_c = S \times \rho \times a_b$
ab Aceleración sísmica básica	0,04	
ρ coeficiente adimensional de riesgo	1	1,0 Normal imp. 1,3 Especial Imp.
S Coeficiente de ampliación del terreno	0,85	Para $\rho \times a_b < 0,1 \text{ g}$ $S = C/1,25$ Para $0,1 \text{ g} < \rho \times a_b < 0,4 \text{ g}$ $S = C/1,25 + 3,33 (\rho \times a_b / \text{g} - 0,1) (1 - C/1,25)$ Para $0,4 \text{ g} < \rho \times a_b$ $S = 1,0$
El coeficiente C depende del terreno	1,06	
tipo I: roca compacta $C=1$ tipo II: roca fracturada, suelo granular denso o cohesivo duro $C=1,3$ tipo III: suelo granular de compactación media o cohesivo de consistencia firme a muy firme $C=1,6$ tipo IV: suelo granular suelto o cohesivo blando $C=2,0$		

3.4. PROTECCIÓN FRENTE A EXPOSICIÓN AL RADÓN

El radón es un gas radioactivo y cancerígeno que se genera por la descomposición natural del uranio, el cual se encuentra en casi todos los tipos de suelo. El radón se genera en el subsuelo y asciende entre los poros del terreno hasta alcanzar la superficie. Una vez ha alcanzado la superficie, podrá diluirse entre los gases de la atmósfera o penetrar en el interior de los edificios, ya sean viviendas o lugares de trabajo, a través de los materiales de construcción como las soleras de hormigón, los muros de carga o directamente por las fisuras. Al penetrar en un espacio cerrado como los sótanos o plantas bajas, el gas se va acumulando y va aumentando su concentración de manera imperceptible, ya que es un gas inodoro, incoloro e inerte.

En la sección DB-HS6 del CTE, se establecen las medidas básicas de protección para limitar la penetración del gas radón en los edificios de zonas donde se supera el nivel de referencia anual de 300 Bq/m^3 .

Las medidas de protección del DB-HS6 son de aplicación obligada en aquellos edificios de nueva construcción y para intervenciones en edificios existentes como ampliaciones, cambios de uso o reformas que estén ubicadas en zonas de riesgo de exposición a Radón. No obstante, estas medidas pueden ser aplicadas de manera preventiva en cualquier edificio con locales habitables, ya sean viviendas o lugares de trabajo.

El DB-HS6 define dos categorías de zonas sobre las que aplicar las medidas de protección en función del nivel de riesgo de radón del municipio en que se ubiquen:

- Zonas de riesgo I: entre 300 y 600 Bq/m³
- Zonas de riesgo II: si superan los 600 Bq/m³

Los municipios aparecen relacionados y clasificados en el apéndice B del DB-HS6.

El Código Técnico de la Edificación (CTE) establece que en aquellos edificios ubicados en los términos municipales en que se supere el nivel de referencia anual y que, por tanto, figuran en el apéndice B, deben implementarse las siguientes soluciones, en función de la zona a la que pertenezcan:

Zona I

En los municipios con un nivel de radón promedio anual esperado de hasta el doble del valor permitido, se dispondrán como mínimo una de las siguientes medidas protectoras:

- a) Barrera de protección entre el terreno y los locales habitables del edificio que limite el paso de los gases provenientes del terreno.
- b) Cámara de aire destinada a mitigar la entrada del gas radón a estos locales, ventilada y separada de los locales habitables mediante un cerramiento sin grietas o fisuras, denominada cámara sanitaria.

Zona II

En los municipios que pueden superar el doble del nivel de radón promedio anual permitido se debe implantar la barrera de protección y una de las siguientes medidas:

- a) Cámara de aire destinada a mitigar la entrada del gas radón a estos locales, ventilada y separada de los locales habitables mediante un cerramiento sin grietas o fisuras.
- b) Un sistema de despresurización del terreno que permita extraer los gases contenidos en el terreno colindante al edificio.

De acuerdo con la clasificación de municipios en función del potencial de radón (Apéndice B de la Sección HS6 del CTE), Barañain (Navarra) no se encuentra incluida dentro de las áreas de riesgo, por lo que no será necesario tomar ninguna medida adicional con respecto a la exposición frente al radón.

4. RECONOCIMIENTO GEOTÉCNICO

Para establecer las características geotécnicas de la parcela objeto de estudio (T1-C1) se ha realizado un reconocimiento que ha consistido en la ejecución de 1 sondeo mecánico con extracción continua de testigo y 2 ensayos de penetración dinámica estándar tipo D.P.S.H. Los ensayos quedan distribuidos tal y como se muestra a continuación.



Ubicación ensayos en la parcela objeto de estudio, Google Earth.

También se ha recopilado información de estudios previos y se ha realizado un reconocimiento visual del área afectada por el proyecto.

El sondeo de reconocimiento nos permite reconocer el terreno hasta la profundidad alcanzada y de los testigos obtenidos se han extraído muestras para caracterizar los materiales y determinar la agresividad del terreno con relación a los sulfatos que pudieran existir y que puedan afectar a las cimentaciones.

Las penetraciones dinámicas permiten establecer un perfil de resistencias en función de la profundidad, hasta la cota de finalización del ensayo. Sin embargo, no se obtiene muestra del terreno, por lo que no se puede caracterizar su naturaleza, así como tampoco es posible conocer datos del perfil por debajo de la cota de rechazo.

Adjunto a esta memoria, en la que se describen las características del terreno y las conclusiones y recomendaciones que se deducen del estudio, se presentan unos anexos que contienen el mapa geológico y la leyenda (anexo 1), testificación del sondeo y las fotos (anexo 2), ensayos de penetración dinámica (anexo 3), perfil de correlación (anexo 4), ensayos de laboratorio (anexo 5) y un croquis con la ubicación de los ensayos realizados (anexo 6).

4.1. SONDEO MECÁNICO CON EXTRACCIÓN CONTINUA DE TESTIGO

Criterios de reconocimiento

Para la descripción del sondeo mecánico se han seguido los criterios propuestos por la Sociedad Internacional de Mecánica de Rocas (I.S.M.R.):

GRADO	DENOMINACIÓN	CRITERIOS DE RECONOCIMIENTO
IA	SANA	No hay señales de alteración de la roca matriz.
IB	DÉBILMENTE METEORIZADA	Decoloración de superficies de discontinuidades principales.
II	LIGERAMENTE METEORIZADA	La decoloración indica alteración de roca matriz y de superficies de discontinuidad. La roca matriz puede estar decolorada y puede ser más débil que en su estado sano.
III	MODERADAMENTE METEORIZADA	Menos de la mitad del material descompuesto y/o desintegrado como suelo. Puede haber zonas de roca sana y decolorada, formando un marco continuo o como bloques sanos.
IV	MUY METEORIZADA	Más de la mitad de la roca descompuesta y/o desintegrada en suelo. Puede haber zonas de roca sana o decolorada formando un marco continuo o como bloques / núcleos sanos.
V	COMPLETAMENTE METEORIZADA	Roca descompuesta y/o desintegrada en forma de suelo. Estructura original del macizo fundamentalmente intacta.
VI	SUELO RESIDUAL	Toda la roca convertida en suelo. Destruída la estructura del macizo y material. Se produce un gran cambio de volumen, pero el suelo no ha sido transformado de modo significativo.

Descripción de los sondeos:

El 11 de octubre de 2022 se realizó un sondeo con un equipo sonda mediante el método de rotación con extracción de testigo continuo. La sonda está compuesta por una batería con una corona cortante unida al equipo mediante un varillaje que le transmite el movimiento de rotación y empuje ejercido por la máquina de perforación. El testigo se aloja en la batería durante la perforación y es extraído cada cierto tiempo. Las baterías de rotación pueden ser de tubo simple, doble o triple (para una mejor recuperación).

DESCRIPCIÓN DEL SONDEO 1

TRAMOS	NIVEL GEOTÉCNICO	DESCRIPCIÓN DE LA LITOLOGÍA ATRAVESADA
0,00 - 0,40 m	0	Rellenos antrópicos heterogéneos.
0,40 - 2,60 m	1	Arcillas de color marrón oscuro que contienen cantos dispersos.
2,60 - 4,50 m	2	Gravas heterométricas de formas subredondeadas en matriz arenosa de grano grueso.
4,50 - 5,00 m	3	Sustrato rocoso alterado grado III correspondiente a unas arcillas margosas y margas arcillosas grises-negruzcas del Albiense, formado por unas margas arcillosas de tonos ocre-grises que van alcanzando estados más sanos en profundidad.
5,00 - 6,30 m	4	Sustrato rocoso formado por unas margas negruzcas que cuentan con planos de fractura subhorizontales de espaciado cm principalmente y puntualmente fractura subvertical (a 5,40 m). RQD: 90%

Una vez finalizado el sondeo se localiza la presencia de agua a 4,30 m de profundidad.

4.2. ENSAYOS “In Situ” (S.P.T.)

Dentro de los trabajos llevados a cabo durante la ejecución de los sondeos, se han realizado tres ensayos de penetración estándar (S.P.T.)

Cuando el terreno es arenoso - limoso, se utiliza la cuchara de Terzaghi y Peck (normalizado), de 2 pulgadas de diámetro exterior y 1 1/3 pulgadas de diámetro interior, mientras que para gravas se utiliza la puntaza cónica, cerrada en punta, de 2 pulgadas de diámetro y 60° de ángulo en punta.

Objeto y datos del ensayo

El objeto de este ensayo es estimar la resistencia, así como la mayor o menor compacidad de los diferentes estratos atravesados, a partir de la determinación de la resistencia del suelo a la penetración de un tomamuestras tubular de acero, en el interior del sondeo. El ensayo se encuentra descrito en la norma UNE 103-800. Este ensayo se realiza en el interior de sondeos durante la perforación. Para la ejecución del ensayo, se ha de limpiar la perforación al llegar a la cota deseada para el ensayo, se retira la batería de perforación y en su lugar se instala un tomamuestras de dimensiones estándar. Este tomamuestras se di-

vide en tres elementos: una zapata, un tubo bipartido y la cabeza de acoplamiento al vari-llaje del equipo sonda.

Se hincan en el suelo una longitud de 60 cm contando el número de golpes necesario para hincar tramos de 15 cm. El golpeo se realiza con una maza de 63,5 Kg que cae libremente desde una altura de 76 cm sobre una cabeza de golpeo. Las lecturas del primer y último tramo no se tienen en cuenta por la alteración del suelo provocada por la perforación, en el primer caso, y por la sobrecompactación que pueda producir el golpeo en el segundo caso. Así, con la suma de los valores de los dos tramos centrales se obtiene un valor NSPT, que se correlaciona según unos métodos establecidos para la obtención de la resistencia del terreno. Si el número de golpes para un tramo de 15 cm es superior a 100 se considera como rechazo a la penetración. Si el ensayo se realiza a una cota por debajo del nivel freático, el valor de NSPT se ha de corregir mediante la expresión:

$$N = 15 + (N' - 15)/2.$$

Siendo N' el valor de penetración medido, y siempre y cuando este sea superior a 15. (Terzaghi y Peck, 1948 - en Ayala Carcedo, 1991)

El valor del NSPT se puede correlacionar con una serie de parámetros geotécnicos, según los criterios definidos por varios autores basados en el uso generalizado de este ensayo.

Los parámetros geotécnicos deducibles de los ensayos SPT son: la densidad relativa, la compacidad, el ángulo de rozamiento interno (j') en suelos granulares (aplicable a partir de 2 m de profundidad).

En la siguiente tabla se muestra la profundidad y los valores obtenidos en los ensayos SPT realizados:

Sondeo	SPT nº:	Profundidad (m)	Valores SPT, (N_{30})	Litología
1	1	1,50-2,10	8-9-12-15 (21)	Arcillas
1	2	3,00-3,60	16-21-12-7 (33)	Gravas
1	3	4,50-4,68	36-50($R_{\downarrow 3}$)	Sustrato rocoso alterado

4.3. ENSAYOS DE PENETRACIÓN DINÁMICA (UNE EN ISO 22476-2:2008/A1:2014)

Se han realizado dos ensayos de penetración dinámica para conocer las cargas admisibles de las litologías atravesadas en los sondeos.

Objeto y datos del ensayo

El ensayo consiste en clavar en el terreno una puntaza maciza de hierro que se encuentra situada en el extremo de una varilla. La varilla tiene un diámetro inferior al de la puntaza,

con objeto de evitar lo máximo posible el rozamiento de la misma en el terreno.

La hincada en el terreno se logra golpeando el conjunto en su parte superior con una maza en caída libre. Esta maza, que pesa 63,5 Kg, se deja caer desde una altura de 75 cm.

La resistencia del terreno a la penetración dinámica se expresa mediante el número de golpes necesarios para clavar la varilla 20 cm en dicho terreno.

Este número de golpes se designará en lo sucesivo como N_{20} y servirá para darnos información acerca de las características físicas y geotécnicas del terreno. A partir de N_{20} y con una serie de correlaciones e interpretaciones se puede determinar la carga admisible, la resistencia dinámica en punta, etcétera.

Realización de ensayo y maquinaria utilizada

Introducida la primera varilla en la meseta de guía, se fija la puntaza a su extremo y se sitúa la meseta en su posición definitiva. La puntaza sobresale por su parte inferior y al colocar la meseta horizontal, se clava en el terreno. Si la magnitud que se introduce es del orden de 20 cm, no se consideran los golpes correspondientes a esta primera división.

Cuando por algún motivo, se precisa realizar una excavación en el terreno para la introducción de la puntaza al comienzo del ensayo, se descenderá 20 cm o un múltiplo de esta cantidad, con objeto de poder comenzar el ensayo a una cota concreta.

Se continúa el ensayo mediante los golpes necesarios para introducir cada una de las divisiones de 20 cm de la varilla. La velocidad de golpeo de la maza se debe estimar a razón de 30 golpes por minuto.

Se dará por finalizado el ensayo cuando dadas 2 andanadas de 100 golpes de penetración cada una, la penetración sea igual o inferior a 5 cm (de manera aislada en cada una de ellas), cuando tres valores consecutivos de N_{20} sean iguales o superiores a 75 golpes o cuando se alcance la profundidad que previamente se haya establecido. Siempre que la penetración sea inferior a 20 cm, el número de golpes que se considerará será el proporcional correspondiente.

El resultado de los ensayos de penetración se representa en un gráfico: en ordenadas figura la profundidad que se ensaya en tramos de 20 cm y en abscisas el golpeo obtenido para cada tramo.

El ensayo se ha realizado mediante un penetrómetro automático ROLATEC modelo ML-76-A que cumple con las normas siguientes del SIMSFE (Sociedad internacional de Mecánica del Suelo y Cimentaciones y el Comité Técnico de Pruebas de Penetración de Suelos):

- DPSH-Dynamic Probing Super Heavy

- S.P.T. Standard Penetration Test
- Mecanismo de golpeo automático

El ensayo de penetración se ha realizado siguiendo la norma DPSH:

- Relación longitud/diámetro de la maza..... > ó = 1 y < ó = 2.
- Masa de la Maza: 63,5 Kg
- Altura de Caída 75,0 cm.
- Masa yunque 7,2 Kg.
- Longitud de la varilla 1,0 m.
- Diámetro exterior de la varilla 32,0 mm.
- Masa máxima varilla + niple 6,31 Kg/m
- Desviación máxima en primeros 5 metros 1 %.
- Desviación máxima a partir de 5 metros..... 2 %.
- Sección de la puntaza Cilindro-cónica.
- Área de la puntaza 20,0 cm²
- Angulo de la puntaza 90°
- Cuento de golpes cada..... N 20,0 cm.

Cálculo de resultados

Sobre la base de los resultados de los ensayos de penetración, se puede estimar la resistencia dinámica del terreno utilizando para ello la fórmula de hincas:

Fórmula dinámica de los holandeses:

La estimación de la resistencia admisible del terreno se realiza a partir de los ensayos de penetración dinámica realizados, para ello se calcula la resistencia dinámica al hundimiento mediante la denominada "Fórmula de los Holandeses", cuya expresión es:

$$R = \frac{(M^2 \cdot H)}{\left((M + P) \cdot A \cdot \left(\frac{20}{N_{20}} \right) \right)}$$

siendo:

- M= peso de la maza (=63.5 Kg)
- H= altura de caída de la maza (=75 cm)
- P= peso de yunque + varillas (8 kg/m)
- A= área de la puntaza (20 cm²)
- 20/N₂₀= penetración por golpe, en cm

Mediante el coeficiente de Buisson, (que para el caso que nos ocupa se ha considerado un

coeficiente de 0,5), se establece la correlación entre la resistencia a la penetración dinámica y estática.

Para la obtención de la presión admisible del terreno, aplicamos la fórmula de MEYERHOF simplificada, según la cual:

$$Q_{adm} = \frac{R_e}{F}$$

siendo:

Q_{adm} = presión admisible de cálculo, en kg/cm².

R_e = resistencia estática.

F = coeficiente de seguridad (se ha adoptado un valor de 20).

Para el contraste de los resultados se aplica la formulación de Meyerhof (1956) en suelos cohesivos: sobre la base del número de golpes N_{20} del ensayo de penetración.

para $B > 1,22$ m

$$Q_{adm.} = q_c / 25 \times [(1 + 3,28 B) / (3,28 B)]^2$$

para $B < 1,22$ m

$$Q_{adm.} = q_c / 15$$

B = ancho de la zapata

q_c = Resistencia por punta.

Según Meyerhof: $q_c = \alpha \times 1,428 \times N_{20}$; $\alpha = 2,3$ a $1,8$ según la dureza de las arcillas.

A partir del valor de la resistencia dinámica R_p es posible estimar la resistencia en punta estática q_c (véase Buisson y otros), mediante unas correlaciones y coeficientes de transformación, éstos dependen fundamentalmente de la naturaleza del terreno y de su estado en el momento de efectuar el ensayo.

5. ENSAYOS DE LABORATORIO

Los resultados de los ensayos se han obtenido de acuerdo con la Normativa o, en su defecto, a través de técnicas habituales en mecánica de suelos. Cada ensayo tiene un grado de precisión recogido en la Norma asignada y, generalmente, en la bibliografía técnica.

Las características de los sucesivos materiales localizados en los ensayos, más allá de los puntos analizados, se pueden inferir a partir de los resultados en los mencionados puntos. Ahora bien, es necesario considerar que el conjunto no presenta variaciones litológicas y/o mecánicas bruscas. Esta condición previa puede ser, en ocasiones, incorrecta, declinando esta empresa toda responsabilidad derivada de la proyección de los resultados fuera de los puntos de ensayo.

Sobre la base del perfil litológico, obtenido de los sondeos de reconocimiento, se seleccionaron muestras representativas de los distintos niveles geotécnicos identificados. El número y tipo de ensayos ejecutados se han realizado según la siguiente normativa:

	S1	S1	S1	S1	
Referencia	N18131	N18132	N18133	N18130	
Litología	Arcillas	Gravas	Marga	Agua	
Profundidad (m)	1,80	3,60	5,00	4,30	
Límites Atterberg: LL/IP	35/21/14	N.P.	--	--	UNE 103103/94 103104/93
% pasa tamiz 0,08/0,4/2	--	12/19/27	--	--	UNE 103103/95
Humedad (%)	--	--	1,39	--	UNE 103300/93
Densidad húmeda/seca (g/cm ³)	--	--	2,51/2,48	--	UNE 103301/94
C.S. roca (kg/cm ²)	--	--	263,90	--	UNE 22950/90
Sulfatos (mg/kg SO ₄ ²⁻)	0	0	0	--	UNE 83963/Erratum 11
Sulfatos (mg/l SO ₄ ²⁻)	--	--	--	140,19	UNE83001:2000
CLASIF. CASAGRANDE/AASTHO	CL/A6	GM-C/A-1-b	--	--	

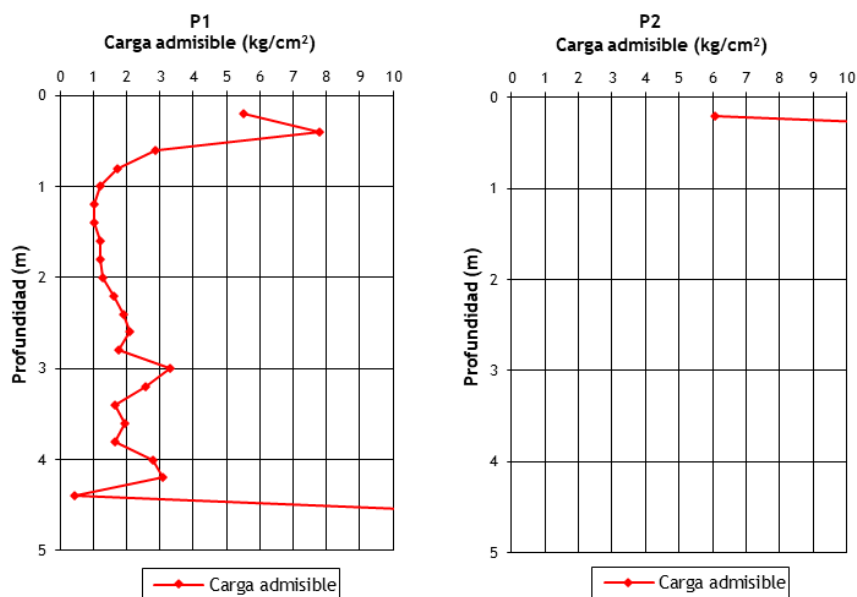
6. CÁLCULO DE CARGAS ADMISIBLES

6.1. INTERPRETACIÓN ENSAYOS D.P.S.H.

Se han realizado dos ensayos de penetración dinámica para estimar las cargas admisibles de las litologías atravesadas en el sondeo de reconocimiento, cuya ubicación se incluye en el anexo 6 del presente informe. En el anexo 3 se muestran la gráfica correspondiente al ensayo.

A partir de la interpretación de los ensayos por varios métodos, se obtienen valores de carga admisibles para el terreno ensayado. A continuación, se muestra la gráfica en la que queda representado el perfil de cargas admisibles obtenido para cada tramo de 20 cm ensayado hasta la profundidad alcanzada en los ensayos realizados. Hay que señalar que las profundidades indicadas son a partir del inicio del ensayo, que se corresponde con la rasante de ejecución de los mismos en el momento de su realización.

A continuación, se incluyen las gráficas obtenidas en los ensayos realizados.



A partir de esta gráfica y correlacionándolas con los materiales identificados en los sondeos, se estiman las siguientes cargas:

- Nivel geotécnico 0, rellenos. No se le asigna carga admisible ya que no son aptos

para el desplante de la cimentación y deberán ser previamente retirados. En el ensayo P2 se obtiene un falso rechazo en estos materiales.

- Nivel geotécnico 1, arcillas con cantos, con cargas admisibles que se sitúan en general en torno a 1,00 kg/cm².
- Nivel geotécnico 1, depósito granular, con cargas admisibles que varían entre 1,50 kg/cm² y 2,00 kg/cm² en función de la concentración de cantos, alcanzando puntualmente valores superiores e inferiores.
- Nivel geotécnico 2, sustrato rocoso alterado, con una carga admisible superior a 3,00 kg/cm².

A partir del sondeo, los ensayos D.P.S.H realizados y las cargas admisibles estimadas para cada horizonte, se han elaborado dos perfiles de correlación que se incluyen en el anexo 4 del presente informe y muestra la estimación de la distribución de los distintos niveles geotécnicos identificados en el sondeo. Es necesario tener en cuenta que los ensayos de campo realizados para la elaboración de la presente memoria, sólo son válidos para los puntos donde se realizan los mismos, por lo que en la extrapolación de resultados debe tenerse en cuenta esta limitación.

Se debe insistir que el perfil de resistencias aportado por los ensayos D.P.S.H. carece de reconocimiento visual de los horizontes, por lo que las estimaciones realizadas pueden no ser representativas de la realidad terreno.

Para la determinación de los parámetros geomecánicos de los materiales consideraremos el N₃₀ obtenido en los ensayos SPT y los golpes obtenidos en los ensayos D.P.S.H.

- N.G. 1, arcillas con cantos, con un N₃₀ máximo de 11.
- N.G. 2, gravas, contamos con un N₃₀ de 15.
- N.G. 3, sustrato rocoso alterado, contamos con un N₃₀ de 50.

6.2. CÁLCULO CARGAS ADMISIBLES nivel geotécnico 1 y 3

Para verificar la capacidad portante del nivel geotécnico 1 (arcillas con cantos) y 3 (sustrato rocoso alterado), contamos con un N₃₀ de 11 y 50 respectivamente obtenidos a partir de los ensayos de resistencia realizados.

A partir de estos valores y usando correlaciones, obtenemos una compresión simple de 1,38 kg/cm² para el N.G. 1 y 6,25 kg/cm² para el N.G. 3.

En tal caso la presión de hundimiento del terreno cohesivo vendría definido por la formulación de Terzaghi:

$$P_{vh} = c \times N_c + q \times N_q + 1/2 \gamma \times B \times N_\gamma$$

Según este método, la presión vertical de hundimiento se compone de tres términos que permiten evaluar el aporte de capacidad soporte debido a la resistencia del terreno, a su peso propio y a la sobrecarga al nivel de cimentación.

Siendo:

- P_{vh} , la presión vertical de hundimiento
- c , la cohesión del material
- q , la sobrecarga actuante al nivel del plano de cimentación
- γ , el peso específico del terreno
- B , el ancho del cimiento
- N_c, N_q, N_γ , los factores de capacidad de carga, dependientes del ángulo de rozamiento interno del material.

Teniendo en cuenta que se trata de un terreno principalmente cohesivo, la situación del análisis más desfavorable coincide con la hipótesis de corto plazo, es decir, sin permitir el drenaje de las presiones intersticiales. Esta consideración implica que el ángulo de rozamiento interno del material es nulo, por lo que los factores anteriores quedan:

$$N_c = \pi + 2 = 5,14; N_q = (1 + 0/1 - 0) \times e^{\pi \tan 0} = 1; N_\gamma = 1,5 (0 - 1) \tan 0 = 0$$

Por lo tanto, la expresión queda de la siguiente forma:

$$P_{vh} = c \times N_c$$

Por otra parte, la cohesión a emplear se corresponde a la resistencia al corte sin drenaje del terreno cohesivo, la cual y según el criterio de Möhr, es la mitad de la resistencia a compresión simple obtenida, por lo podemos considerar la cohesión 0,69 Kg/cm² para el N.G. 1 y 3,13 Kg/cm² para el N.G.3.

Aplicando los parámetros obtenidos a la formulación de Terzaghi, obtenemos que la presión de hundimiento para el horizonte cohesivo es:

$$\text{Nivel geotécnico 1: } P_{vh} = 0,69 \times 5,14 = 3,54 \text{ Kg/cm}^2$$

$$\text{Nivel geotécnico 3: } P_{vh} = 3,13 \times 5,14 = 16,08 \text{ Kg/cm}^2$$

Para obtener la tensión admisible en la base de la zapata, se debe afectar la carga de hundimiento por un coeficiente de seguridad, que, en la práctica habitual, para situaciones permanentes (cimentaciones) se sitúa entre 3 y 5.

$$\text{Nivel geotécnico 1, } q_{adm} = P_{vh}/3 = 3,54/3 = 1,18 \text{ Kg/cm}^2 \approx 1,00 \text{ Kg/cm}^2$$

$$\text{Nivel geotécnico 3, } q_{adm} = P_{vh}/4 = 16,08/4 = 4,02 \text{ Kg/cm}^2 \approx 4,00 \text{ Kg/cm}^2$$

6.3. CÁLCULO CARGA ADMISIBLE NIVEL GEOTÉCNICO 2

Para el cálculo de la tensión admisible del Nivel geotécnico 2 (gravas) se ha empleado el N_{30} de 15 obtenido para esta litología a partir de los ensayos de resistencia D.P.S.H. y SPT realizados en la campaña de investigación y la ecuación del Código Técnico de la edificación, tal y como se muestran a continuación:

ZAPATAS INFERIORES A 1,20 m

$$\text{CTE: } Q_{ad} = 12N \cdot (1 + (D/3B)) \cdot (S/25)$$

ZAPATAS SUPERIORES A 1,20 m

$$\text{CTE: } Q_{ad} = 8N \cdot (1 + D/3B) \cdot (S/25) \cdot (B + 0,3/B)^2$$

Donde:

$$N = N_{30}$$

S = asiento, 1 pulgada

D = empotramiento cimentación en m

B = ancho zapata (m)

Los resultados obtenidos son los siguientes:

ZAPATAS INFERIORES A 1,20 m

Cimentación Ancho zapata (m)	según CTE
0,80	1,83
1,00	1,83
1,20	1,83

ZAPATAS SUPERIORES A 1,20 m

Cimentación Ancho zapata (m)	según CTE
1,00	2,06
2,00	1,61
3,00	1,48

A partir de estos resultados obtenidos y considerando la heterogeneidad del horizonte, propia de un depósito granular, así como posible existencia de pasadas con menor concentración de cantos y presencia de agua/humedad en el depósito se limita la tensión de diseño de estos materiales a $1,50 \text{ kg/cm}^2$ con el fin de que el bulbo de presiones transmitido por la cimenta-

ción sea absorbido tanto a cota de desplante de cimentación como en profundidad por la tensión admisible del terreno.

6.4. CÁLCULO CARGAS ADMISIBLE NIVEL GEOTÉCNICO 4

Para el cálculo de la carga admisible del macizo rocoso utilizaremos la metodología de Serrano y Olalla (1993) para macizos rocosos homogéneos e isotrópicos.

Para el cálculo de la carga admisible q_{adm} se han realizado un ensayo de compresión simple tal y como se especifica a continuación:

- S1 a 5,00 m: 263,90 kg/cm².

Como parámetros de partida para realizar el cálculo, obtenemos el índice RMR (Bieniawski, 1989) que se utiliza para estimar la calidad del macizo rocoso:

Parámetros de clasificación		GRADAS Y VESTUARIO BARAÑAIN
Resistencia de la matriz rocosa (Compresión simple: 264 Kg/cm ²)		4
R.Q.D.		20
Separación discontinuidades		8
Características discontinuidades		22
Condiciones hidráulicas		15
Corrección orientación descont.		-7
RMR	Valoración	62
	Clasificación	III BUENA

La carga de hundimiento se estima a partir de los siguientes parámetros:

i_2 - inclinación de la carga con respecto a la vertical

σ_1 - presión vertical actuante en el contorno situado junto a la cimentación correspondiente a la sobrecarga de tierras por encima de la base de las zapatas.

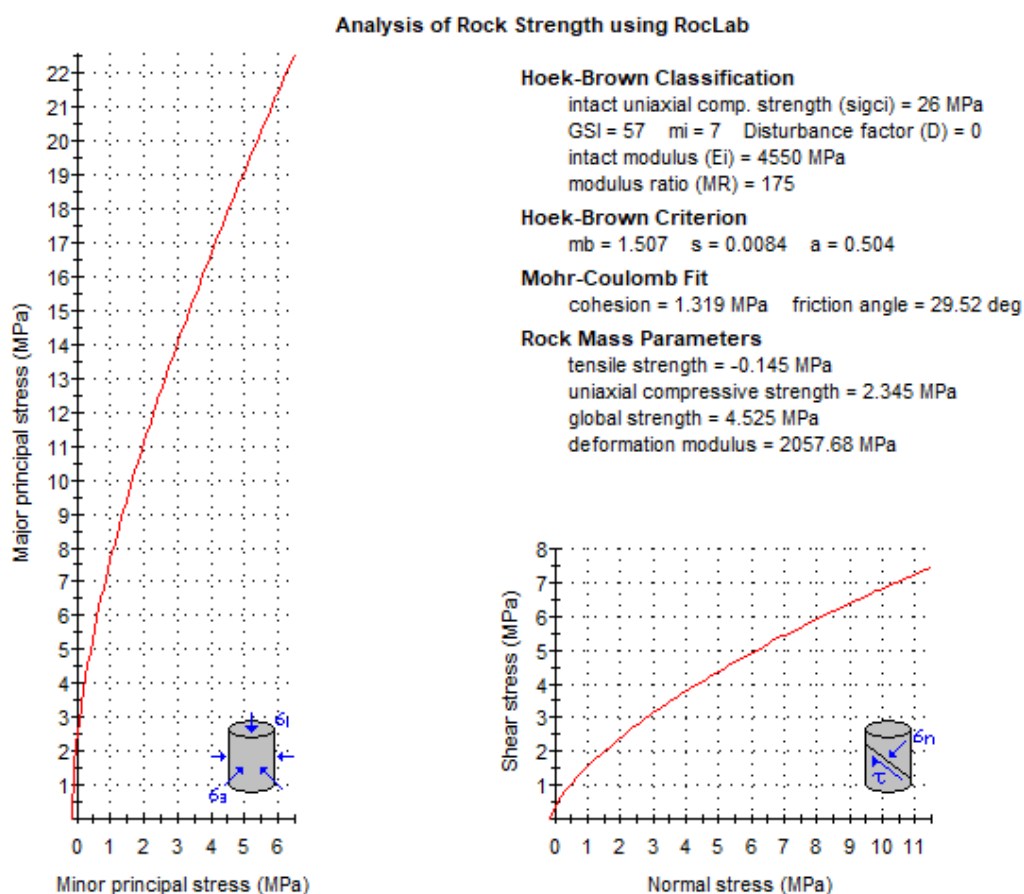
α - inclinación de la superficie del terreno junto a la zapata.

Para nuestros cálculos, consideramos que los valores de i_2 y el de α son iguales a cero, y como valor de σ_1 tomamos $0,85 \text{ kg/cm}^2$ (para una excavación mínima de $4,60 \text{ m}$, empotramiento de la zapata y una densidad media del terreno excavado de $1,85 \text{ Kg/cm}^3$).

La carga de hundimiento P_h se obtiene de la expresión: $P_h = \beta \cdot (N_\beta - \zeta)$

en donde: $\beta = \frac{m \cdot \sigma_{ci}}{8}$ y $\zeta = \frac{8 \cdot s}{m^2}$

siendo m y s los parámetros del criterio de Hoek y Brown (1980) y σ_{ci} el valor de la resistencia a compresión simple. Los valores de m y s los hemos obtenido a partir del RocLab:



Parámetros	HOEK-BROWN
m	1,507
s	0,0084

Por otra parte, N_β es el coeficiente de carga y se obtiene en función de la inclinación de las cargas (i_2) y de la sobrecarga externa normalizada (σ_{01}) actuando alrededor de la zapata, que

se determina como: $\sigma_{01} = \left(\frac{\sigma_1}{\beta} \right) + \zeta$

El valor del coeficiente N_β se obtiene a partir de un gráfico que relaciona estos dos factores. Así, para un valor de resistencia a la compresión simple de $\sigma_{ci} = 264 \text{ Kg/cm}^2$, obtenido a partir de los ensayos de compresión simple efectuados a los testigos obtenidos de los sondeos mecánicos:

$$\beta = 49,73$$

$$\zeta = 0,030$$

$$\sigma_{01} = 0,05$$

$$N_\beta \approx 6,50$$

$$P_h = 321,78 \text{ Kg/cm}^2$$

La carga admisible, q_{amd} vendrá determinada por el cociente de la presión de hundimiento por un factor de seguridad (F) determinado en función del valor del RMR y del valor de σ_{ci} .

$F = 25,00$ (Coeficiente de seguridad para una probabilidad de rotura $< 10^{-4}$ (Serrano y Olalla, 1996))

$$Q_{ad} = 321,78/25 \approx 12,87 \text{ kg/cm}^2 \approx 12,50 \text{ kg/cm}^2$$

7. CARACTERIZACIÓN GEOTÉCNICA

El objeto de todo estudio geotécnico es definir las características de los diferentes estratos y niveles litológicos reconocidos, a fin de contar con los datos necesarios para un adecuado planteamiento posterior de la tipología y cota de cimentación, etc.

Los datos mostrados a continuación han sido obtenidos por métodos directos mediante la descripción de los sondeos y los resultados de laboratorio, y por métodos indirectos a partir de los ensayos de resistencia D.P.S.H y S.P.T realizados. Posteriormente se han contrastado todos los datos obtenidos, además de consultar referencias bibliográficas.

Se han diferenciado 5 niveles geotécnicos tal y como se especifica a continuación. Los espesores de los horizontes se estiman por testificación directa en los puntos en los que se han realizado los sondeos y a partir de la interpretación de los golpes en los puntos en los que se han realizado los ensayos de penetración dinámica.

- **Nivel geotécnico 0, rellenos antrópicos;** horizonte formado por unos rellenos de naturaleza heterogénea. En la siguiente tabla se muestra la profundidad y espesor al que se localiza este horizonte en los puntos muestreados:

N.G. 0, rellenos	S1	P1	P2
Profundidad techo (m) referida a boca ensayo	0,00	0,00	0,00
Profundidad base (m) referida boca ensayo	0,40	0,60	0,40*
Espesor (m)	0,40	0,60	0,40

(*) Falso rechazo en P-2

Estos materiales no son aptos para el desplante de la cimentación y deberán ser previamente retirados.

- **Nivel geotécnico 1, arcillas con cantos.** Horizonte formado por unas arcillas marrones oscuras con cantos. En la siguiente tabla se muestra la profundidad y espesor al que se localiza este horizonte en los puntos muestreados:

N.G. 1, arcillas con cantos	S1	P1	P2
Profundidad techo (m) referida a boca ensayo	0,40	0,60	*
Profundidad base (m) referida boca ensayo	2,60	2,20	
Espesor (m)	2,20	1,60	

*No se alcanza este nivel

Los parámetros geotécnicos estimados para este nivel geotécnico son los siguientes:

Naturaleza: cohesiva

Consistencia: compacta

Densidad natural: 1,80/1,85 gr/cm³ (bibliográfico)

Angulo de rozamiento interno Φ_u : 0 (N₃₀- 11)

Resistencia a la compresión simple, q_u : 1,38 kg/cm² (N₃₀- 11)

Cohesión sin drenaje c_u : 0,69 kg/cm² (N₃₀- 11)

Módulo elástico: 93,70 kg/cm² (N₃₀- 11)

Angulo de rozamiento interno Φ' : 23° (estimado)

Cohesión c' : 0,12 kg/cm² (estimado)

Carga admisible: 1,00 kg/cm²

Clasificación Casagrande/AASHTO: CL/A6

Módulo balasto: $K_{\phi 30} = 3,59$ kg/cm³; $K_{30 \times 30} = 3,04$ kg/cm³ (SPT N₃₀- 11)

Micropilotaje:

Resistencia unitaria por fuste(q_{hf}): 0,91 kg/cm²*

Pilotaje:

Resistencia unitaria por fuste (q_{hf}): 0,41 kg/cm²

Resistencia unitaria por punta(q_{hp}): 6,19 kg/cm²

- **Nivel geotécnico 2, gravas;** formado por unas gravas heterométricas en matriz arenosa. La concentración de cantos es variable en profundidad identificándose pasadas con menor concentración de cantos. Los cantos son de tamaños centimétricos y formas subredondeadas. En la siguiente tabla se muestra la profundidad y espesor al que se localiza este horizonte en los puntos muestreados:

N.G. 2, gravas	S1	P1	P2
Profundidad techo (m) referida a boca ensayo	2,60	2,20	*
Profundidad base (m) referida boca ensayo	4,50	4,40	
Espesor (m)	1,90	2,20	

*No se alcanza este nivel

Los parámetros geotécnicos estimados para este nivel geotécnico con el N₃₀ promedio obtenido a partir de los ensayos de resistencia realizados son los siguientes:

Naturaleza: granular

Compacidad: media

Densidad: 1,90-1,95 gr/cm³ (bibliográfico)

Angulo de rozamiento interno Φ_u : 31,40° (N_{30} - 15)

Cohesión sin drenaje c_u : 0,00 kg/cm² (N_{30} -15)

Módulo elástico: 198,18 kg/cm² (N_{30} - 15)

Angulo de rozamiento interno Φ' : 29° (estimado)

Cohesión c' : 0,00-0,10 kg/cm² (estimado)

Carga admisible: 1,50 kg/cm²

Módulo balasto: $K_{\phi 30} = 7,85$ kg/cm³; $K_{30 \times 30} = 6,65$ kg/cm³ (SPT N_{50} - 15)

Clasificación Casagrande/AASTHO: GM-C/ A-1-b

Micropilotaje:

Resistencia unitaria por fuste (q_{hf}): 0,77* kg/cm²

Pilotaje:

Resistencia unitaria por fuste (q_{hf}): 0,38 kg/cm²

Resistencia unitaria por punta (q_{hp}): 30,00 kg/cm²

- **Nivel geotécnico 3, sustrato rocoso alterado.** Horizonte formado por unas arcillas margosas grado alteración III a techo que van pasando a margas arcillosas y margas con decoloraciones ocreas en la matriz grado alteración II. Estos materiales, han perdido su consistencia original y van alcanzando estados más sanos en profundidad. En la siguiente tabla se muestra la profundidad y espesor al que se localiza este horizonte en los puntos muestreados:

N.G. 3, sustrato rocoso alterado	S1	P1	P2
Profundidad techo (m) referida a boca ensayo	4,50	4,40	*
Profundidad base (m) referida boca ensayo	5,00	4,60	
Espesor mínimo (m)	0,50	0,20	

*No se alcanza este nivel

Los parámetros geotécnicos estimados para este nivel geotécnico son los siguientes:

Naturaleza: cohesiva

Consistencia: dura

Densidad natural: 1,95/2,05 gr/cm³ (bibliográfico)

Angulo de rozamiento interno Φ_u : 0 (N_{30} - 50)

Resistencia a la compresión simple, q_u : 6,25 kg/cm² (N_{30} - 50)

Cohesión sin drenaje c_u : 3,13 kg/cm² (N_{30} - 50)

Módulo elástico: 368,75 kg/cm² (N_{30} - 50)

Angulo de rozamiento interno Φ' : 25° (estimado)

Cohesión c' : 0,55 kg/cm² (estimado)

Carga admisible: 4,00 kg/cm²

Módulo balasto: $K_{\phi 30} = 16,36 \text{ kg/cm}^3$; $K_{30 \times 30} = 13,85 \text{ kg/cm}^3$ (SPT $N_{30} = 50$)

Micropilotaje:

Resistencia unitaria por fuste (q_{hf}): $1,66^* \text{ kg/cm}^2$

Pilotaje:

Resistencia unitaria por fuste (q_{hf}): $0,63 \text{ kg/cm}^2$

Resistencia unitaria por punta (q_{hp}): $15,19 \text{ kg/cm}^2$

- **Nivel geotécnico 3, Nivel geotécnico 3, sustrato rocoso formado por las margas grises de Pamplona.** Se trata de unas margas grises negruzcas que cuentan con planos de fractura subhorizontales de espaciado decimétrico y alguno a 20° . En la siguiente tabla se indica la profundidad a la que se localizan estos materiales en los puntos muestreados.

N.G. 4, sustrato rocoso	S1	P1	P2
Profundidad techo (m) referida a boca ensayo	5,00	4,60	0,00
Profundidad (m) alcanzada	6,00	*	

* Se correlaciona la profundidad a la que se obtiene el rechazo al ensayo con el techo del sustrato rocoso.

Los parámetros geotécnicos estimados para este nivel geotécnico son los siguientes:

Densidad húmeda/seca gr/cm^3 : 2,51/2,48

Cohesión: $13,19 \text{ kg/cm}^2$ (Roclab)

Angulo de rozamiento interno: $29,52^\circ$ (Roclab)

Módulo de elasticidad (E): 20568 (Roclab)

Coefficiente de Poisson (ν): 0,25

Compresión simple (kg/cm^2): 264 kg/cm^2

Carga admisible (q_a): $12,50 \text{ kg/cm}^2$ según el método de Serrano y Olalla de 1993.

Módulo balasto: $K_{\phi 30} = 30\text{-}500 \text{ kg/cm}^3$ (rango rocas blandas o alteradas)

Micropilotaje:

Resistencia unitaria por fuste: $2,50^*\text{-}3,50^* \text{ kg/cm}^2$

Resistencia unitaria por punta: $18,84 \text{ kg/cm}^2$

Pilotaje:

Resistencia unitaria por fuste: $10,48 \text{ kg/cm}^2$

Resistencia unitaria por punta: $61,89 \text{ kg/cm}^2$

* Los valores de resistencia unitaria para cimentaciones profundas pueden sufrir variaciones en función del tipo de inyección aplicada para la realización de los micropilotes: IU, inyección única global; IR, inyección repetitiva; IRS, inyección repetitiva y selectiva

8. SOLUCIONES DE CIMENTACIÓN

Se expone a continuación el desarrollo de las soluciones que se consideran como válidas a utilizar en el diseño de las cimentaciones de las edificaciones objeto de los trabajos. La elección de la más adecuada es potestad del técnico proyectista de la obra, una vez considerados otros criterios además de los estrictamente geotécnicos.

Debe hacerse mención que los planteamientos aquí expuestos, están realizados a partir de los datos obtenidos con los medios de investigación utilizados y sus limitaciones, referidas a lo largo del presente informe.

Se recomienda que las conclusiones emitidas en el presente informe, sean corroboradas y matizadas durante los trabajos de ejecución, considerando necesario que durante la excavación y cimentación esté presente un geólogo, ante la posibilidad de la aparición de elementos singulares, como pueden ser cambios laterales de facies muy puntuales que hagan que varíe la profundidad de los materiales que aparecen en este informe, de difícil detección mediante la extrapolación de los resultados obtenidos.

8.1. TIPOLOGÍA DE CIMENTACIÓN

A partir de los trabajos realizados, los resultados obtenidos en ellos, considerando la excavación proyectada para los vestuarios se propone las siguientes alternativas de cimentación:

1.- Cimentación convencional desplantada el nivel geotécnico 2 (gravas):

- Teniendo en cuenta que con la excavación proyectada para el desplante de la estructura proyectada aflorará el N.G. 2 en toda la superficie a construir, se propone la realización de una cimentación mediante zapatas aisladas o corridas desplantadas en el nivel geotécnico 2.
- La tensión de diseño será igual o inferior a $1,50 \text{ kg/cm}^2$ para que el bulbo de presiones generado por la cimentación sea absorbido por el terreno tanto a cota de desplante como en profundidad.
- A partir de la testificación de los sondeos e interpretación del D.P.S.H. el N.G. 2 se localiza en los puntos ensayados a las siguientes profundidades:

N.G. 2, gravas	S1	P1	P2
Profundidad techo (m) referida a boca ensayo	2,60	2,20	*

- En el caso de que en el momento de la excavación se localice en alguno de los puntos de apoyo el nivel geotécnico inferior se deberán bajar el resto de cimentaciones a este nivel, prevaleciendo el criterio de desplantar toda la cimentación sobre una planta geomecánicamente homogénea.

2.- Cimentación convencional desplantada el nivel geotécnico 3 (sustrato rocoso alterado):

- En este caso, una vez realizada la excavación proyectada para alcanzar la cota de desplante del edificio, se propone la realización de una cimentación semiprofunda mediante zapatas asiladas o arriostradas desplantadas sobre pozos o zanjas de cimentación desplantadas en el sustrato rocoso alterado, nivel geotécnico 3.
- La tensión de diseño será igual o inferior a 4,00 kg/cm².
- A partir de la testificación de los sondeos e interpretación del D.P.S.H. el N.G. 3 se localiza en los puntos ensayados a las siguientes profundidades:

N.G. 3, sustrato rocoso alterado	S1	P1	P2
Profundidad techo (m) referida a boca ensayo	4,50	4,40	*

- En el caso de que en el momento de la excavación se localice en alguno de los puntos de apoyo el nivel geotécnico inferior se deberán bajar el resto de cimentaciones a este nivel, prevaleciendo el criterio de desplantar toda la cimentación sobre una planta geomecánicamente homogénea.

3.- Cimentación desplantada el nivel geotécnico 4 (sustrato rocoso):

- En este caso, una vez realizada la excavación proyectada para alcanzar la cota de desplante del edificio, se propone la realización de una cimentación semiprofunda mediante zapatas asiladas o arriostradas desplantadas sobre pozos o zanjas de cimentación desplantadas en el sustrato rocoso, nivel geotécnico 4.
- La tensión de diseño será igual o inferior a 12,50 kg/cm².
- A partir de la testificación de los sondeos e interpretación del D.P.S.H. el N.G. 4 se localiza en los puntos ensayados a las siguientes profundidades:

N.G. 4, sustrato rocoso	S1	P1	P2
Profundidad techo (m) referida a boca ensayo	5,00	4,60	*

Las soluciones de cimentación propuestas, deberán cumplir las siguientes premisas:

- El desplante de la zapata deberá realizarse desde una planta geomecánicamente homogénea, por lo que se deberán alcanzar en todos los puntos de apoyo los mismos o similares materiales que así lo garanticen. En caso de detectar humedades y/o blanques que puedan afectar a alguno de los puntos de apoyo, estos deberán ser saneados y corregidos definitivamente.
- En caso de tratarse de una cimentación semiprofunda, los pozos tendrán idénticas dimensiones en planta que las zapatas correspondientes y un canto igual a la profundidad requerida y citada anteriormente, menos la profundidad existente hasta cara baja de zapata. Se utilizará, en su ejecución, hormigón pobre o ciclópeo, una vez retirado el terreno inadecuado. Sobre los pozos se apoyarán a la cota requerida, las zapatas de hormigón armado correspondientes.
- Una vez realizada la excavación de la parcela se deberá proceder continuamente a realizar la cimentación no permitiendo la variación de las características geotécnicas de estos materiales por fenómenos climáticos o de otra naturaleza, ya que pueden variar las condiciones geomecánicas de los materiales.

8.2. ESTIMACIÓN DE ASIENTOS

8.2.1. Método de SCHMERTMANN para cimentaciones convencionales

La estimación de asientos para el nivel geotécnico 2 y 3 (gravas y sustrato rocoso alterado), se realiza mediante el método de Schmertmann, que supone que los asientos para zapatas cuadradas o circulares quedan limitados a una profundidad $Z = 2B$,

siendo B el ancho de la zapata. El asiento se calcula por:

$$s = C_1 \cdot q \cdot \sum \frac{I_{zi}}{E_i} \cdot \Delta Z_i$$

siendo:

- C1: Un factor de forma que depende de la profundidad de empotramiento de la zapata y de valor: $C_1 = 1 - 0,5 \cdot \frac{q_0}{q}$

- Izi un coeficiente de influencia, que depende de la relación Z/B, siendo Z la profundidad y B el ancho de zapata, y de la forma de la cimentación.
- Ei el módulo de deformabilidad, que según Schmertmann puede estimarse por:

$$E = 2,5 \cdot R_p \text{ (zapatas cuadradas)}$$

$$E = 3,5 \cdot R_p \text{ (zapatas corridas)}$$

Siendo R_p la resistencia a penetración estática con cono, que se puede correlacionar con el N_{30} obtenido en los ensayos de penetración dinámica a partir del suelo de afección. Para el tipo de suelo que nos ocupa, gravas y sustrato rocoso alterado, dicha relación es igual a 4 y 2,50 respectivamente.

Nivel geotécnico 2, gravas

Tomando un golpeo N_{30} de 15 obtenemos por lo tanto para una zapata cuadrada, un módulo de deformación $E = 150 \text{ kg/cm}^2$ y para una zapata corrida de $E = 210 \text{ kg/cm}^2$.

Los asientos estimados para el nivel geotécnico 2 (gravas) para los anchos de zapatas indicados y una carga aplicada de $1,50 \text{ kg/cm}^2$ son los siguientes:

Asiento en mm						
Ancho de zapata	1,00 m	1,50 m	2,00 m	2,50 m	3,00 m	3,50 m
Zapata cuadrada	4,71	7,07	9,42	11,78	14,14	16,49
Ancho de zapata	0,60 m	0,80 m	1,00 m	1,20 m	1,40 m	1,60 m
Zapata corrida	4,13	5,51	6,89	8,27	9,65	11,02

Nivel geotécnico 3, sustrato rocoso alterado

Tomando un golpeo N_{30} de 50 obtenemos por lo tanto para una zapata cuadrada, un módulo de deformación $E = 312,50 \text{ kg/cm}^2$ y para una zapata corrida de $E = 437,50 \text{ kg/cm}^2$.

Los asientos estimados para el nivel geotécnico 3 (sustrato rocoso alterado) para los anchos de zapatas indicados y una carga aplicada de $4,00 \text{ kg/cm}^2$ son los siguientes:

Asiento en mm						
Ancho de zapata	1,00 m	1,50 m	2,00 m	2,50 m	3,00 m	3,50 m
Zapata cuadrada	3,02	4,53	6,04	7,55	9,06	10,57
Ancho de zapata	0,60 m	0,80 m	1,00 m	1,20 m	1,40 m	1,60 m
Zapata corrida	2,65	3,53	4,41	5,30	6,18	7,06

8.2.2. Método de ELÁSTICO para sustrato rocoso

Podemos estimar para la formación margosa un asiento por medio de la teoría de la elasticidad que para un suelo homogéneo e isótropo proporciona como valor de asiento el siguiente, siendo:

$$S = \frac{B * q * (1 - \nu^2)}{E} k$$

S = asiento en mm.

B = ancho de zapata

Q = carga admisible en Kg/cm²

V = módulo de Poisson

K = coeficiente k

E = módulo de deformación

Para una carga de diseño de 12,50 kg/cm², considerando valores del módulo de deformación (E) para el sustrato rocoso de 20576 kg/cm² (RocLab para el dato de compresión simple utilizado), un coeficiente de forma (K) de 1,12 y un módulo de Poisson (ν) de 0,25; el asiento máximo estimado para diferentes anchos de zapatas cuadradas es el siguiente:

Asiento en mm						
Ancho de zapata (m)	1,00	1,50	2,00	2,50	3,00	3,50
Zapata cuadrada (mm)	0,64	0,96	1,28	1,59	1,91	2,23

9. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

TENSIONES ADMISIBLES

Nivel geotécnico 2, depósito granular:

Para el cálculo de la tensión admisible del Nivel geotécnico 2 (dep. granular) se ha empleado el N_{30} de 15 obtenido a partir de los ensayos de resistencia D.P.S.H. y SPT realizados en la campaña de investigación y la ecuación del Código Técnico de la edificación.

A partir de estos resultados obtenidos y considerando la heterogeneidad del horizonte, propia de un depósito granular, así como posible existencia de pasadas con menor concentración de cantos y presencia de agua/humedad en el depósito se limita la tensión de diseño de estos materiales a $1,50 \text{ kg/cm}^2$ con el fin de que el bulbo de presiones transmitido por la cimentación sea absorbido tanto a cota de desplante de cimentación como en profundidad por la tensión admisible del terreno.

Nivel geotécnico 3 (sustrato rocoso alterado):

Aplicando los parámetros obtenidos a la formulación de Terzaghi, obtenemos que la presión de hundimiento para el horizonte cohesivo es:

$$\text{Nivel geotécnico 3: } P_{vh} = 3,13 \times 5,14 = 16,08 \text{ Kg/cm}^2$$

Para obtener la tensión admisible en la base de la zapata, se debe afectar la carga de hundimiento por un coeficiente de seguridad, que, en la práctica habitual, para situaciones permanentes (cimentaciones) se sitúa entre 3 y 5.

$$\text{Nivel geotécnico 3, } q_{adm} = P_{vh}/4 = 16,08/4 = 4,02 \text{ Kg/cm}^2 \approx 4,00 \text{ Kg/cm}^2$$

Nivel geotécnico 4 (sustrato rocoso): a partir de los valores de compresión simple obtenido, la presión de diseño será igual o inferior de $\sigma = 12,50 \text{ kg/cm}^2$ siempre que se garantice haber alcanzado la formación sana, ya que la carga de hundimiento del macizo rocoso anisótropo es del orden de 32,17MPa respectivamente, aplicando el factor de seguridad según el coeficiente para una probabilidad de rotura $< 10^{-4}$ (Serrano y Olalla, 1996) se obtiene una carga admisible para sustrato rocoso Q_{adm} igual o inferior $12,87 \text{ Kg/cm}^2$.

ASIENTOS ADMISIBLES

Método de SCHMERTMANN, los asientos totales estimados para el caso de cimentación convencional desplantada en el nivel geotécnico 2 y 3 (gravas y sustrato rocoso alterado) mediante zapatas cuadrada o corridas con las dimensiones y tensiones indicadas, son admisibles, según NTE 1998, “Acondicionamiento del Terreno y Cimentación”.

Método elástico, los asientos totales estimados para las cimentaciones propuestas desplantada en el nivel geotécnico 4 (sustrato rocoso sano) con las dimensiones y tensiones indicadas, son admisibles, según NTE 1998, “Acondicionamiento del Terreno y Cimentación”.

En cuanto a los asientos diferenciales deberán ser comprobados con el plano de cimentación conjugando las dimensiones de las zapatas con las distancias entre ellas.

Asiento	Máximo en mm.		Diferencial (mm/m)
	Granular	Cohesivo	
Edificios monumentales	12	25	1,3
Edificios hormigón armado gran rigidez	35	50	2,0
Edificio de fábrica de ladrillo de pórticos de hormigón y acero de pequeña rigidez	50	75	2,0
Estructuras metálicas isostáticas, de madera y provisionales	50	75	2,0

Asientos Admisibles (Según NTE 1998, “Acondicionamiento del Terreno y Cimentación”).

Si alguna de las zapatas posee mayor asiento del indicado en esta tabla, o bien entre dos zapatas consecutivas existe un asiento diferencial relativo a su separación, superior al indicado en la misma, se rebajará la presión de diseño de la zapata que asiente más, aumentando sus dimensiones hasta que cumpla.

AGUAS FREÁTICAS

Una vez finalizado el sondeo se localizó agua a 4,30 m de profundidad en la base de las gravas.

Dada la proximidad al cauce actual del río Arga y la permeabilidad de estos materiales se pueden registrar fluctuaciones del nivel freático de régimen estacional.

En caso de localizar niveles saturados en el momento de comenzar los trabajos de excavación de taludes y zapatas, se debe contemplar la necesidad del drenaje del mismo durante los trabajos de excavación de las estructuras proyectadas.

Además, en caso de no prever drenes laterales en los trasdoses de los muros y la evacuación de estas aguas fuera del ámbito del edificio, se deberá considerar la posible acumulación de agua entre el vaciado y la construcción, y por ende, se deberán considerar las preceptivas soluciones de impermeabilización, las presiones hidrostáticas sobre muros-estructura.

EXCAVABILIDAD Y ESTABILIDAD DE TALUDES

Excavabilidad:

Los movimientos de tierras previstos afectaran a los niveles geotécnicos 0, 1 y 2.

La excavación de los niveles geotécnicos podrá realizarse con medios mecánicos convencionales tipo retroexcavadora.

Estabilidad:

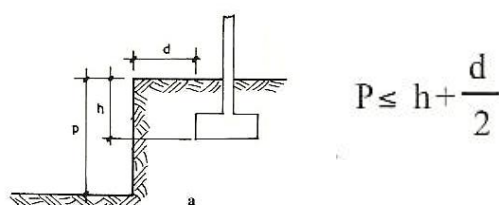
EXCAVACIÓN TALUDES: para los taludes de excavación en suelos (rellenos, arcillas, gravas y sustrato rocoso alterado), se recomiendan taludes provisionales máximos 1H:1V (45°) hasta una altura máxima de 3 m, aunque los rellenos de urbanización y gravas en caso de no presentar cohesión pueden requerir de taludes más tendidos 2H:1V (27°).

POZOS DE CIMENTACIÓN: se considera que para las alturas de los taludes previstos (pozos de cimentación) en este tipo de materiales los taludes pueden mantenerse verticalizados a corto plazo. En caso de optarse por la cimentación desplantada en el sustrato rocoso, y considerando que la cohesión de los materiales el tramo saturado es baja o nula es necesario tener en cuenta que pueden producirse derrumbes y será necesaria la contención de los pozos.

Otros factores que pueden intervenir en la desestabilización de los taludes son: los agentes atmosféricos, las surgencias de aguas freáticas, las sobrecargas, o conducciones subterráneas paralelas a la excavación.

En taludes lindantes con edificaciones contiguas, en el caso de excavar por debajo del desplante de la cimentación colindante y no poderse mantener que la distancia desde el canto de la zapata más próximo al talud, sea igual o superior que la distancia restante desde la parte superior de la zapata hasta la parte baja del talud, según requisito de la N.T.E.

Acondicionamiento del Terreno, Cimentaciones, 1998 (ver figura), se deberán tomar las medidas adicionales de contención como son pantallas de micropilotes, muros pantalla para evitar la descompresión de los horizontes sobre los que se desplanta la cimentación colindante.



En caso que las cimentaciones colindantes sean lineales de hormigón armado y conserven su rigidez estructural, se podrá plantear la ejecución de obra tradicional mediante bataches cortos, aunque este último método ofrece menos seguridad que los anteriores.

No obstante, quedan a criterio y juicio del técnico proyectista, las soluciones de contención y sostenimiento lateral del terreno, una vez ponderados y valorados otros criterios además de los específicamente geotécnicos.

ESTIMACIÓN DEL GRADO DE PERMEABILIDAD DE LOS HORIZONTES

Referentes al grado de impermeabilidad de los horizontes definidos en el Informe Geotécnico, y teniendo en cuenta el CTE, Sección HS 1 Protección frente a la humedad; Diseño; Muros; Grado de impermeabilidad, se efectúan las siguientes consideraciones:

MUROS:

El grado de impermeabilidad mínimo exigido a los muros que están en contacto con el terreno frente a la penetración del agua del terreno y de las escorrentías se obtiene en la tabla 2.1 en función de la presencia de agua y del coeficiente de permeabilidad del terreno.

		Coeficiente de permeabilidad del terreno		
		$K_s \geq 10^{-2}$ cm/s	$10^{-5} < K_s < 10^{-2}$ cm/s	$K_s \leq 10^{-5}$ cm/s
Presencia de agua	Alta	5	5	4
	Media	3	2	2
	Baja	1	1	1

Tabla 2.1 Grado de impermeabilidad mínimo exigido a los muros.

SUELOS:

El grado de impermeabilidad mínimo exigido a los suelos que están en contacto con el terreno frente a la penetración del agua de éste y de las escorrentías se obtiene en función de la presencia de agua del coeficiente de permeabilidad del terreno

		Coeficiente de permeabilidad del terreno	
		$K_s > 10^{-5}$ cm/s	$K_s \leq 10^{-5}$ cm/s
Presencia de agua	Alta	5	4
	Media	4	3
	Baja	2	1

Tabla 2.3 Grado de impermeabilidad mínimo exigido a suelos.

Tanto para muros como para suelos, la presencia de agua se considera:

- baja cuando la cara inferior del suelo en contacto con el terreno se encuentra por encima del nivel freático;
- media cuando la cara inferior del suelo en contacto con el terreno se encuentra a la misma profundidad que el nivel freático o a menos de dos metros por debajo;
- alta cuando la cara inferior del suelo en contacto con el terreno se encuentra a dos o más metros por debajo del nivel freático.

En el caso que nos ocupa, se contemplan los siguientes horizontes y los coeficientes estimados de permeabilidad en cm/s correspondientes a los siguientes horizontes en función del análisis granulométrico, experiencias previas y valores típicos contemplados en bibliografía son los siguientes:

K en cm/s	10 ²	10 ¹	1,0	10 ⁻¹	10 ⁻²	10 ⁻³	10 ⁻⁴	10 ⁻⁵	10 ⁻⁶	10 ⁻⁷	10 ⁻⁸	10 ⁻⁹
Drenaje	Muy bueno		Bueno				Malo		Prácticamente impermeable			
Tipo de suelo	Grava limpia		Arenas limpias, zahorras			Arenas muy finas, limos orgánicos e inorgánicos, mezclas de arena limosa y arcillas, depósitos glaciares, arcillas estratigráficas, etc.			Suelos impermeables como arcillas homogéneas			
						Suelos impermeables por efecto de la vegetación y la intemperie						
Determinación directa de K	Realizar test de permeabilidad, directamente en el emplazamiento a estudiar. Para obtener resultados fidedignos se requiere mucha experiencia.											
	Obtener K mediante el permeámetro de carga constante. Se requiere poca experiencia.											
Determinación indirecta de K			Usar permeámetro de carga variable requiere poca experiencia			Con el permeámetro de carga decreciente, se requiere mucha experiencia.			Con el permeámetro de carga decreciente se requiere bastante experiencia por lo que es medianamente fiable.			
			Obtener K a partir de la curva granulométrica. Sólo sirve para arenas y gravas poco cohesivas y limpias						Obtener K a partir de ensayos de consolidación. Se requiere bastante experiencia.			

Tabla 1. Coeficiente de permeabilidad K (cm/s) de suelos (según Casagrande Y Fadum).

- De $K = 10^{-3}$ a $K = 10^{-10}$ cm/s Nivel geotécnico 1. Arcillas con cantos.
- De $K = 10^{-2}$ a $K = 10^{-6}$ cm/s Nivel geotécnico 2. Gravas.
- De $K = 10^{-6}$ a $K = 10^{-8}$ cm/s Nivel geotécnico 3. Sustrato rocoso alterado
- De $K = 10^{-4}$ a $K = 10^{-9}$ cm/s Nivel geotécnico 4. Sustrato rocoso

ANALÍTICA DE LABORATORIO

Los resultados de los ensayos de laboratorio realizados, indican que el contenido de sulfatos solubles en suelos ($\text{mg SO}_4^{2-}/\text{Kg}$) es 0 en todos los materiales analizados y $140,19 \text{ mg SO}_4^{2-}/\text{l}$ en el agua, por lo que no presentan ataque al hormigón y no será necesario el uso de cementos sulforresistentes.

Pamplona, noviembre de 2022.



Firmado: EDUARDO ARANA RICO, Geólogo. Col. Nº 3.461



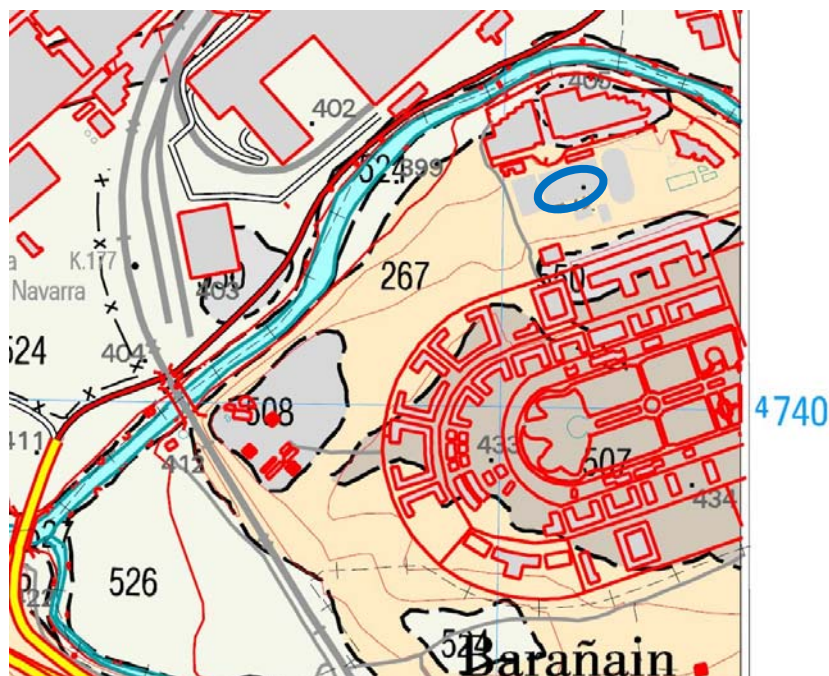
Firmado: GUILLERMO ERICE LACABE, Geólogo. Col. Nº 2.577

ANEXO 1

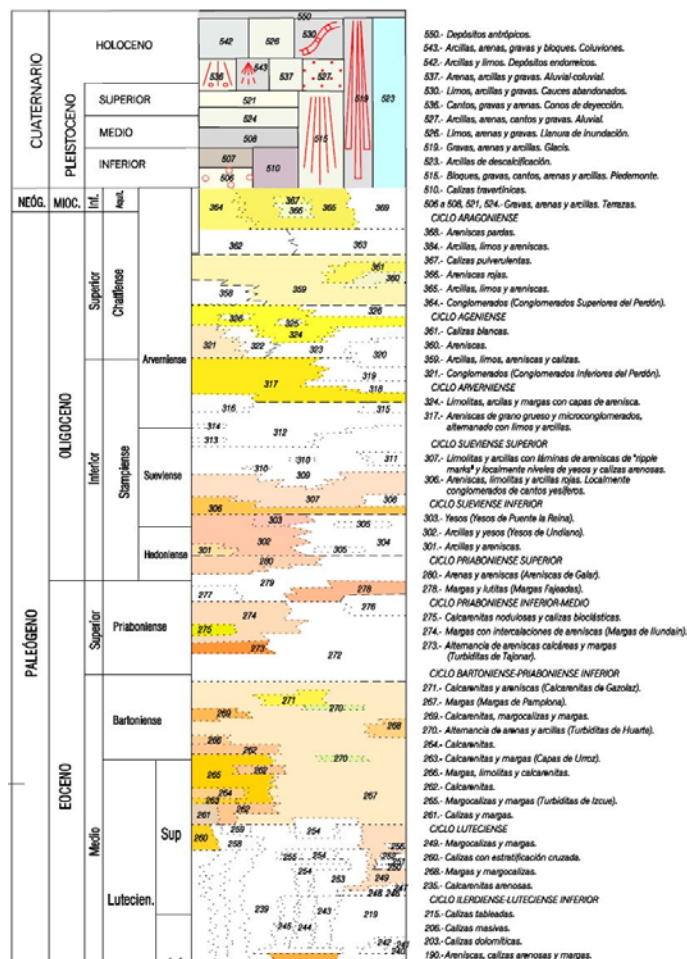
Mapa geológico y Leyenda

Hoja: Gob. de Navarra 1:25.000 Zizur (hoja 141-I).

MAPA GEOLÓGICO



LEYENDA



ANEXO 2

Registros y fotografías de los sondeos

ESTUDIOS GEOTÉCNICOS, GEOFÍSICOS E HIDROGEOLOGICOS Delegación PAMPLONA Pol. ind. Areta, c/ Iruñuga 45 31620 HUARTE - PAMPLONA Tf: 948 382 975 Fx: 948 382 319 GEÓLOGOS S.L.					PERFIL LITOLÓGICO SONDEO DE RECONOCIMIENTO												SONDEO:		COORDENADAS UTM				
OBRA: Gradas y vestuarios en SD Lagunak, Barañain (Navarra)												FECHA: 11 de octubre de 2022		SM-1		X: - Y: - Z: -							
CLIENTE: Ayuntamiento de Barañain						REF.: G15447		REF. INFORME: IRGE 2409 1022															
Batería	Diámetro	Profundidad (m)	Espesor (m)	Columna litológica	Descripción de materiales	Nivel freático	R.Q.D.				Grado de meteorización	Prof. (m)	S.P.T.	PLT	C.S.	Densidad hum/seca g/cm³	Humedad %	Límites Atterberg LpIp	Granulometría % pasa 0.4-0.08	Sulfatos mg/kg	Clasificación Casagrande/AASHTO	FOTOGRAFÍAS SONDEO.	
							20	40	60	80	V	IV	III	II	I								
BW	113		0,40		Rellenos antrópicos heterogéneos.	4,30																	
			0,40		Arcillas marrones oscuras con cantos dispersos.																		
		1	2,20																				
			2		Gravas heterométricas, rodadas, englobadas en matriz arenosa gruesa.																		
			2,60																				
		3	1,90																				
		4																					
		4,50																					
BW	86	5	0,50		Sustrato rocoso alterado grado III-II, arcillas margosas y margas arcillosas.																		
					Sustrato rocoso sano, margas grises.																		
TD	86		1,30		Presentan fracturas subhorizontales de espaciado decimétrico y esporádicas a unos 20°.																		
		6																					
		6,30			FIN DE SONDEO																		
		7																					
		8																					
		9																					
		10																					
		11																					

Tipo de Sonda TP-30

M.I.: Muestra inalterada; R: Rechazo; C.S.: Ensayo de compresión simple. B: Batería simple; T: Batería doble tubo; W: Corona de Widia; D: Corona de diamante; C: Corona de carburo

E.:1/75

ANEXO 3

Ensayos de penetración dinámica tipo D.P.S.H.



www.geea.es

GEEA GEÓLOGOS, S.L.

P.I. Miguel de Eguía, c/Zarapuz 2, **31200 Estella**

T: 948 554 811; F:948 111 131; M: 606 507 335

P. I. Areta, c/ Irumuga 45, 31620 **Huarte Pamplona**

T: 948 382 975, F: 948 382 319, M: 696 435 907

Baltasar Gracián nº 11, 1º, of 5, 26006 **Logroño**

T: 941 509 482, M: 695 363336

ENSAYO DE PENETRACIÓN DINÁMICA (D.P.S.H)

Obra: Gradas y vestuarios en SD Lagunak, Barañain (Navarra)

Cliente: Ayuntamiento de Barañain

Ref. Inf.: IRGE 2409 1022

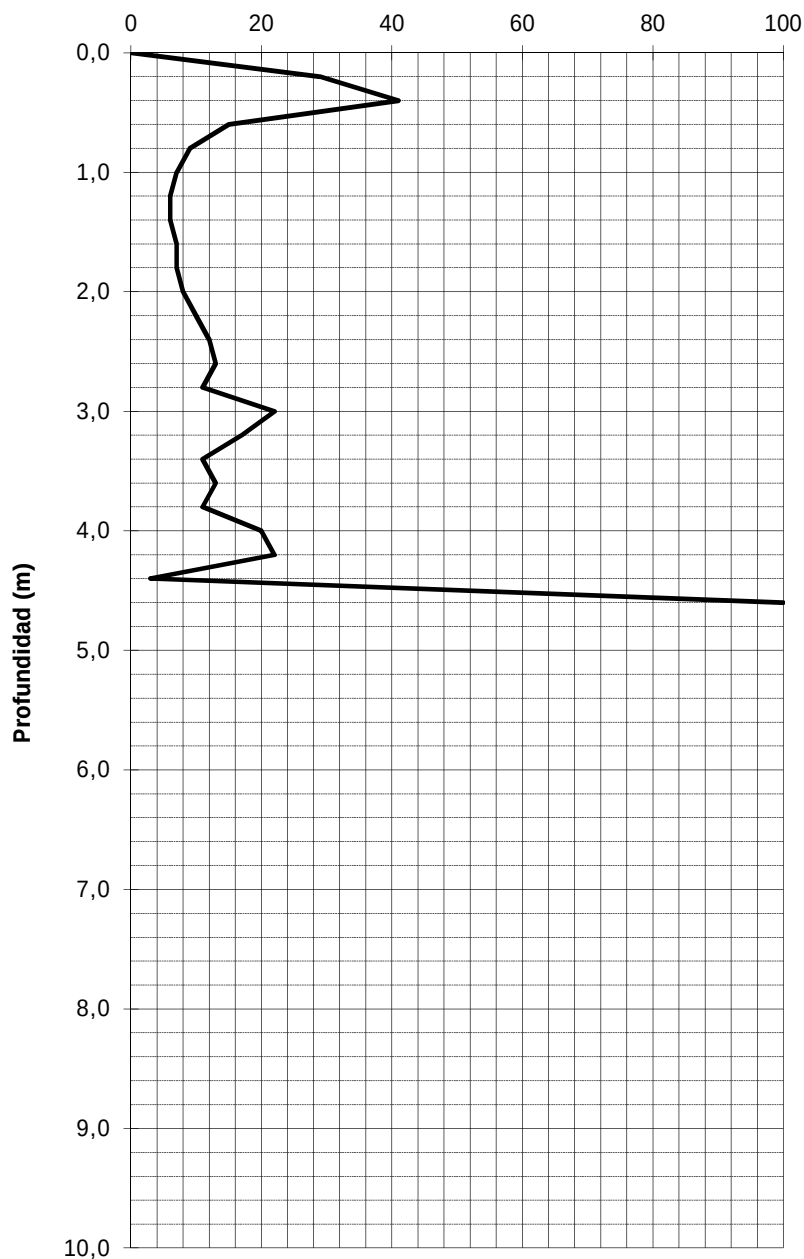
Penetración N°: P-1

Referencia: G15448

Fecha: 10 de octubre de 2022

Prof. (m)	Nº Golpes(N20)
0.00-0.20	29
0.20-0.40	41
0.40-0.60	15
0.60-0.80	9
0.80-1.00	7
1.00-1.20	6
1.20-1.40	6
1.40-1.60	7
1.60-1.80	7
1.80-2.00	8
2.00-2.20	10
2.20-2.40	12
2.40-2.60	13
2.60-2.80	11
2.80-3.00	22
3.00-3.20	17
3.20-3.40	11
3.40-3.60	13
3.60-3.80	11
3.80-4.00	20
4.00-4.20	22
4.20-4.40	3
4.40-4.60	RECHAZO
4.60-4.80	
4.80-5.00	
5.00-5.20	
5.20-5.40	
5.40-5.60	
5.60-5.80	
5.80-6.00	
6.00-6.20	
6.20-6.40	
6.40-6.60	
6.60-6.80	
6.80-7.00	
7.00-7.20	
7.20-7.40	
7.40-7.60	
7.60-7.80	
7.80-8.00	
8.00-8.20	
8.20-8.40	
8.40-8.60	
8.60-8.80	
8.80-9.00	
9.00-9.20	
9.20-9.40	
9.40-9.60	
9.60-9.80	
9.80-10.00	

Golpes





GEEA GEÓLOGOS, S.L.

P.I. Miguel de Eguía, c/Zarapuz 2, **31200 Estella**

T: 948 554 811; F:948 111 131; M: 606 507 335

P. I. Areta, c/ Irumuga 45, 31620 **Huarte Pamplona**

T: 948 382 975, F: 948 382 319, M: 696 435 907

Baltasar Gracián nº 11, 1º, of 5, 26006 **Logroño**

T: 941 509 482, M: 695 363336

www.geea.es

ENSAYO DE PENETRACIÓN DINÁMICA (D.P.S.H)

Obra: Gradas y vestuarios en SD Lagunak, Barañain (Navarra)

Cliente: Ayuntamiento de Barañain

Ref. Inf.: IRGE 2409 1022

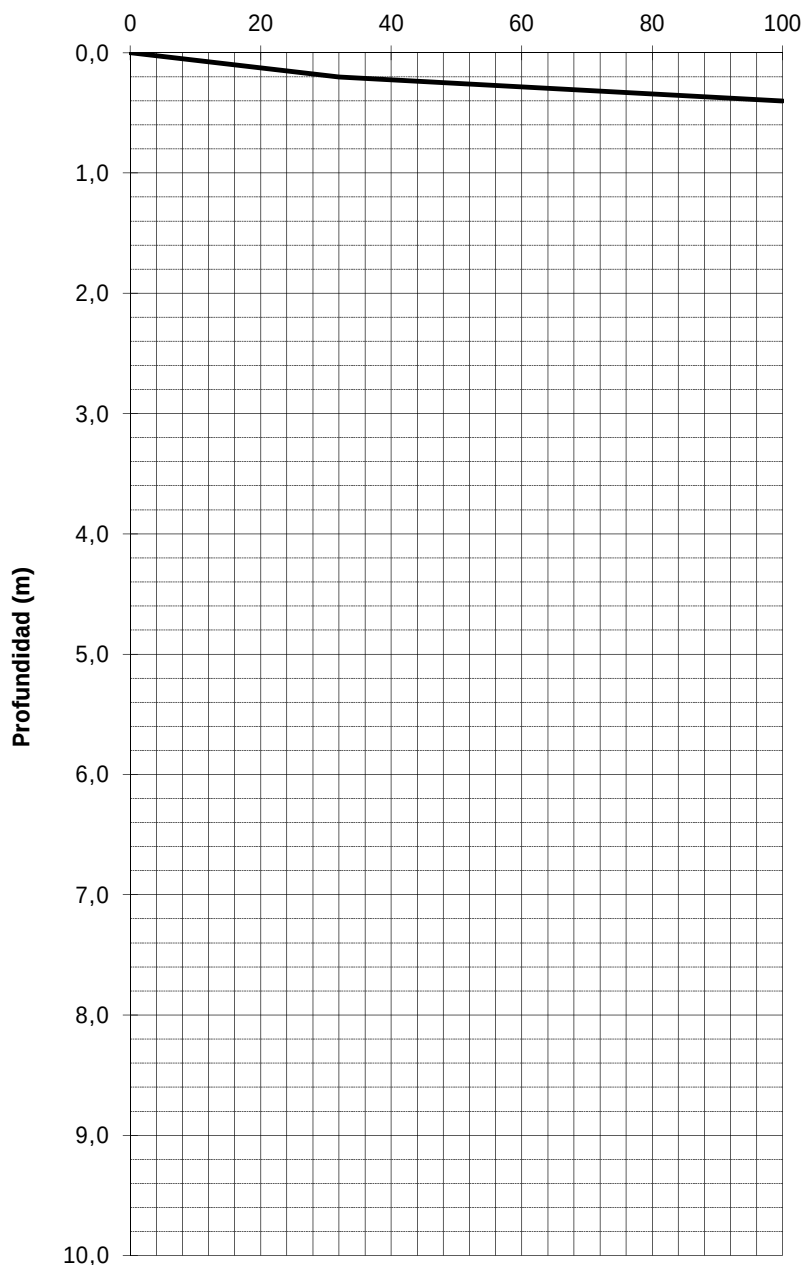
Penetración N°: P-2

Referencia: G15448

Fecha: 10 de octubre de 2022

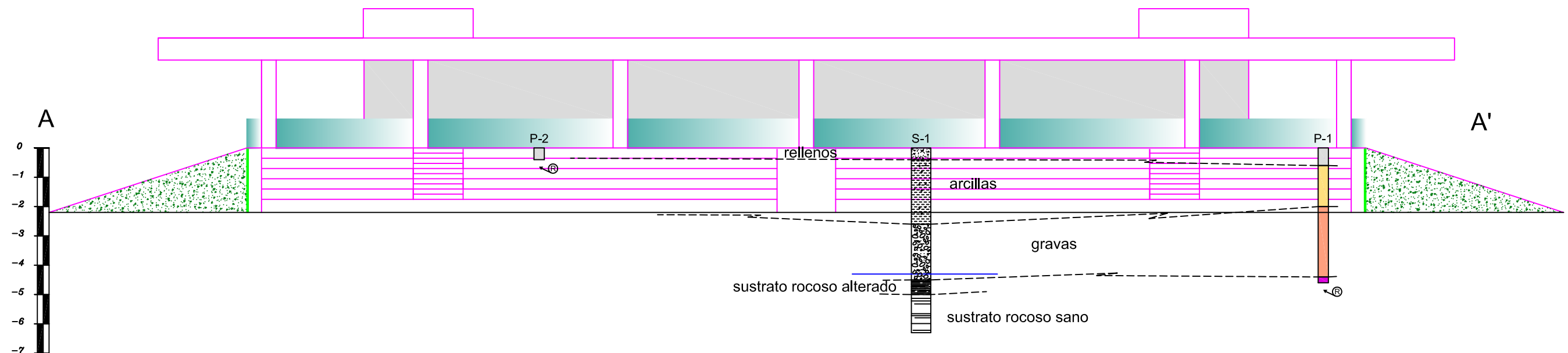
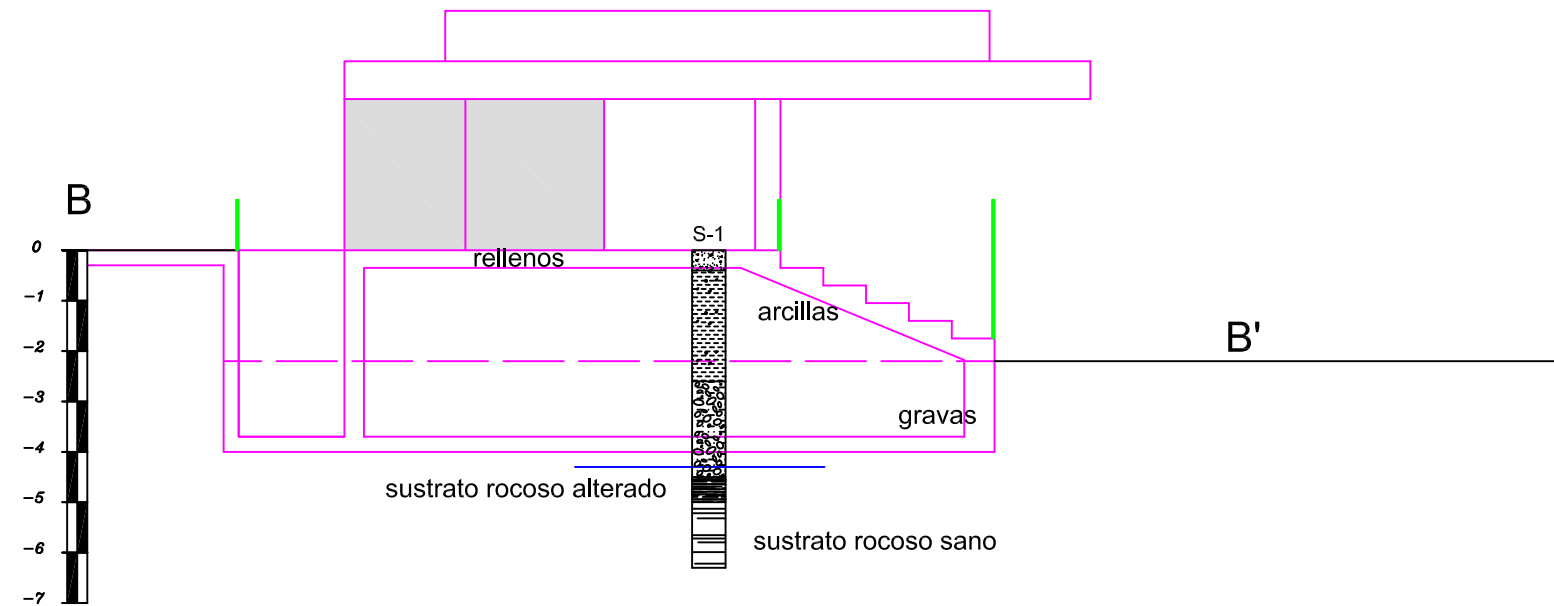
Prof. (m)	Nº Golpes(N20)
0.00-0.20	32
0.20-0.40	RECHAZO
0.40-0.60	
0.60-0.80	
0.80-1.00	
1.00-1.20	
1.20-1.40	
1.40-1.60	
1.60-1.80	
1.80-2.00	
2.00-2.20	
2.20-2.40	
2.40-2.60	
2.60-2.80	
2.80-3.00	
3.00-3.20	
3.20-3.40	
3.40-3.60	
3.60-3.80	
3.80-4.00	
4.00-4.20	
4.20-4.40	
4.40-4.60	
4.60-4.80	
4.80-5.00	
5.00-5.20	
5.20-5.40	
5.40-5.60	
5.60-5.80	
5.80-6.00	
6.00-6.20	
6.20-6.40	
6.40-6.60	
6.60-6.80	
6.80-7.00	
7.00-7.20	
7.20-7.40	
7.40-7.60	
7.60-7.80	
7.80-8.00	
8.00-8.20	
8.20-8.40	
8.40-8.60	
8.60-8.80	
8.80-9.00	
9.00-9.20	
9.20-9.40	
9.40-9.60	
9.60-9.80	
9.80-10.00	

Golpeos

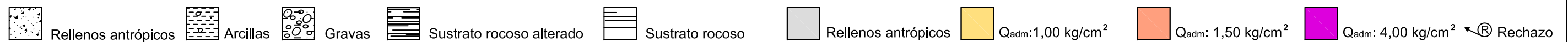


ANEXO 4

Perfiles de correlación



LEYENDA SONDEOS Y PENETRÓMETROS



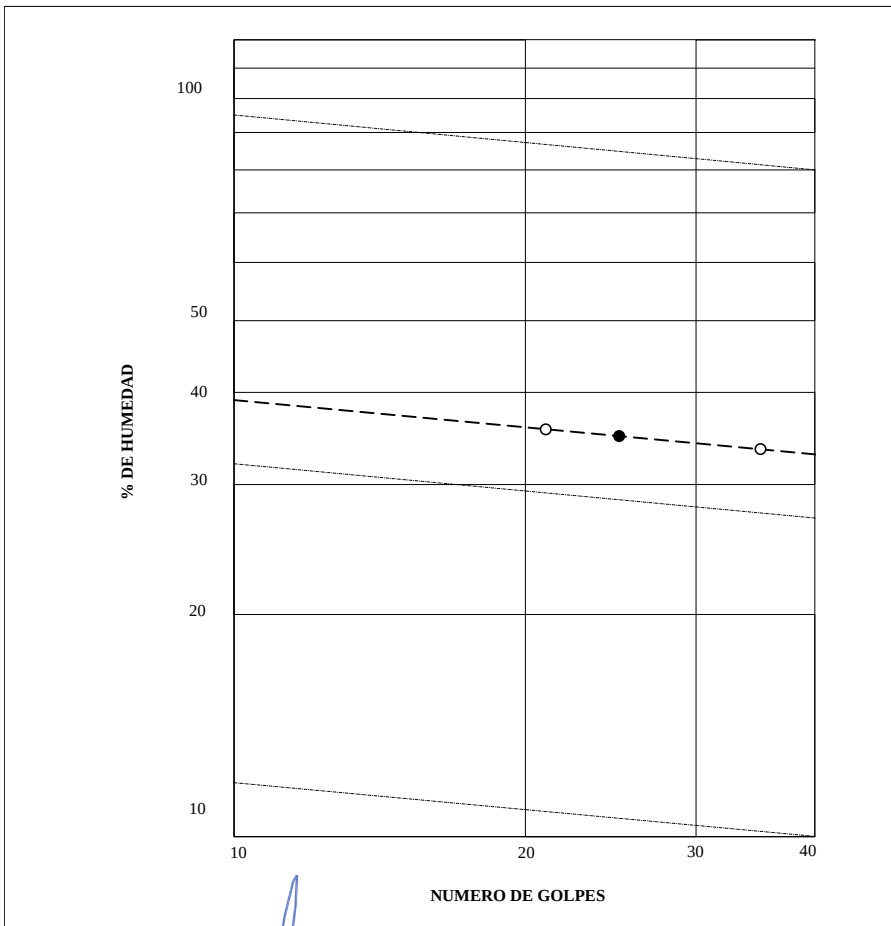
ANEXO 5

Boletín de los ensayos de laboratorio

 GEEA GEÓLOGOS S.L. Calle Zaraputz 2 Pol.Ind. Miguel de Eguia 31200 Estella, Navarra T. y F. 948 55 48 11	Ensayo DETERMINACIÓN DE LÍMITES DE ATTERBERG	
	Norma	UNE 103103/94 103104/93
	Acta nº AN062619	Nº Copia Copia 1. AYUNTAMIENTO

Referencia Muestra.... N18131	Referencia Informe..... EN-506
PROCEDENCIA SONDEO	REF. CLIENTE S1 DE 1,8 A 2,1 METROS
TIPO DE MUESTRA ALTERADA	PETICIONARIO AYUNTAMIENTO
FECHA ENTRADA 13 DE OCTUBRE DE 2022	DEN. OBRA GRADERIO BARAÑAIN

CALCULO LIMITE LIQUIDO				CALCULO LIMITE PLASTICO			
-	Nº de golpes	21	35	-	Referencia tara	J9	J2
-	Referencia tara	L5	J23	a=(t+s+a)-(t+s)	Agua	0,75	0,85
a=(t+s+a)-(t+s)	Agua	3,06	2,84	t+s+a	Tara + suelo + agua	13,66	14,39
t+s+a	Tara + suelo + agua	20,92	20,52	t+s	Tara + suelo	12,91	13,54
t+s	Tara + suelo	17,86	17,68	t	Tara	9,30	9,47
t	Tara	9,27	9,20	s=(t+s)-t	Suelo	3,61	4,07
s=(t+s)-t	Suelo	8,59	8,48	w=100*(a/s)	% Humedad	20,8	20,9
w=100*(a/s)	% Humedad	35,6	33,5				



RESULTADOS DEL ENSAYO	
LIMITE LIQUIDO =	34,9
LIMITE PLASTICO =	20,8
INDICE PLASTICIDAD =	14,1

Fdo: Ana Quintanar
Responsable del ensayo



VºBº: Guillermo Erice
Director Técnico

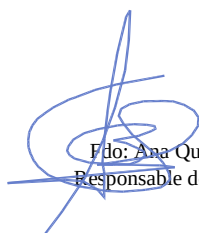
Estella, 3 DE NOVIEMBRE DE 2022

HOJA 1 DE 2

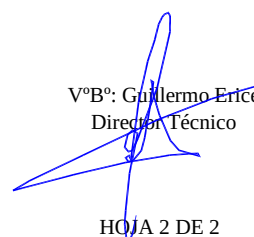
	GEEA GEÓLOGOS S.L. Calle Zaraputz 2 Pol.Ind. Miguel de Eguia 31200 Estella, Navarra T. y F. 948 55 48 11		Ensayo SUELOS AGRESIVOS DETERMINACION ION SULFATO
	Norma UNE 83963:08/ Erratum 11		Acta n° AN062620
	N° Copia Copia 1. AYUNTAMIENTO		

Referencia Muestra....	N18131	Referencia Informe.....	EN-506
PROCEDENCIA	SONDEO	REF. CLIENTE	S1 DE 1,8 A 2,1 METROS
TIPO DE MUESTRA	ALTERADA	PETICIONARIO	AYUNTAMIENTO
FECHA ENTRADA	13 DE OCTUBRE DE 2022	DEN. OBRA	GRADERIO BARAÑAIN

RESULTADO ENSAYO	
$\text{SO}_4^{=}$ (mg/kg de suelo seco)=411600*m/M	
$\text{SO}_4^{=}$ (mg/kg de suelo seco)	0


Fdo: Ana Quintanar
Responsable del ensayo




VºBº: Guillermo Enice
Director Técnico

Estella, 3 DE NOVIEMBRE DE 2022

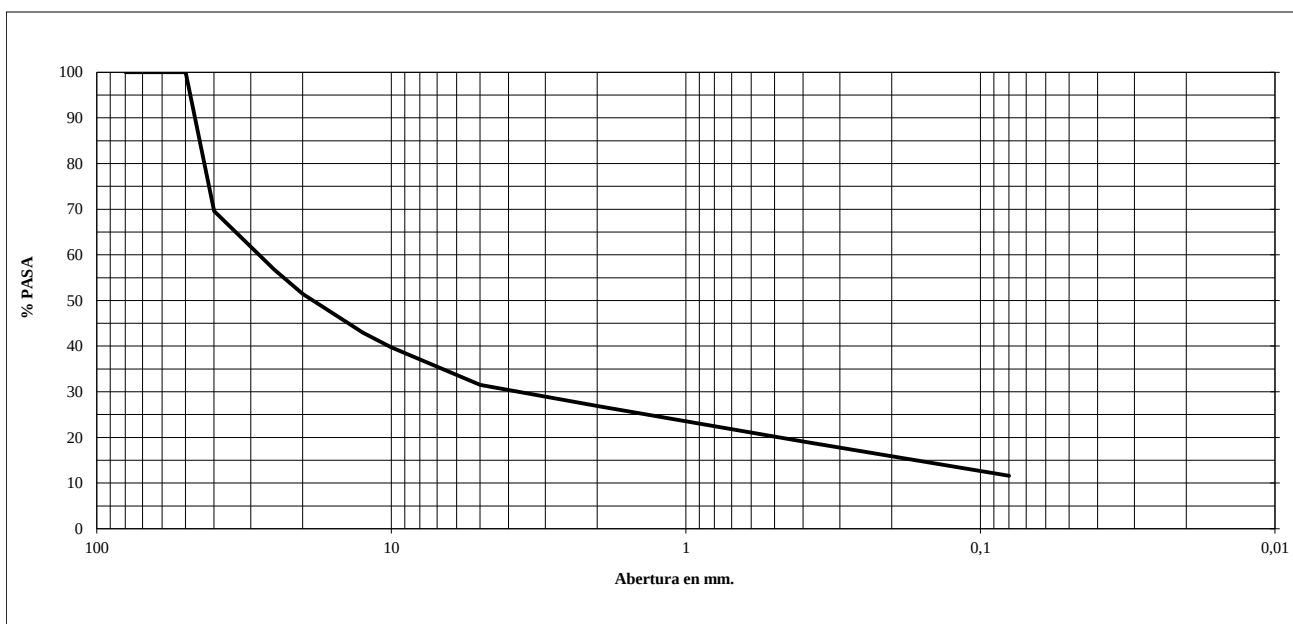
HOJA 2 DE 2

 GEEA GEÓLOGOS S.L. Calle Zaraputz 2 Pol.Ind. Miguel de Eguia 31200 Estella, Navarra T. y F. 948 55 48 11	Ensayo GRANULOMETRÍA DE SUELOS POR TAMIZADO	
	Norma Acta nº AN062621	UNE 103101/95 Nº Copia Copia 1. AYUNTAMIENTO

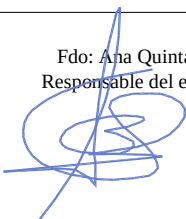
Referencia Muestra....	N18132	Referencia Informe.....	EN-506
PROCEDENCIA	SONDEO	REF. CLIENTE	S1 DE 3,6 A 3,9 METROS
TIPO DE MUESTRA	ALTERADA	PETICIONARIO	AYUNTAMIENTO
FECHA ENTRADA	13 DE OCTUBRE DE 2022	DEN. OBRA	GRADERIO BARAÑAIN

CALCULOS PREVIOS		
A	Muestra total seca al aire	2364,0
B	Gruesos lavados	1728,5
$C = (A - B) * f$	Fracción fina seca	635,3
$D = (B + C)$	Muestra total seca	2363,8
E	Frac. fina ensayada seca al aire	139,9
$F = E * f$	Frac. fina ensayada seca	139,9
C/F		4,5

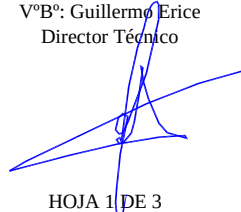
CALCULO CURVA GRANULOMETRICA POR TAMIZADO					
Tamiz U.N.E.	Tamiz ASTM	Retenido entre tamices		Pasa en muestra total	
		gs. en parte fina ensayada	gs. en Muestra total	gramos	%
125	5				
100	4			0,0	
80	3			0,0	100
63	2,5			0,0	100
50	2			2363,8	100
40	1,5		719,3	1644,5	70
25	1		302,2	1342,3	57
20	3/4		127,1	1215,2	51
12,5	1/2		199,8	1015,4	43
10	3/8		76,7	938,7	40
5	4		194,2	744,5	31
2	10		109,2	635,3	27
0,4	40	40,5	183,7	451,6	19
0,08	200	39,0	177,1	274,5	12



Fdo: Ana Quintanar
Responsable del ensayo




VºBº: Guillermo Erice
Director Técnico



Estella,

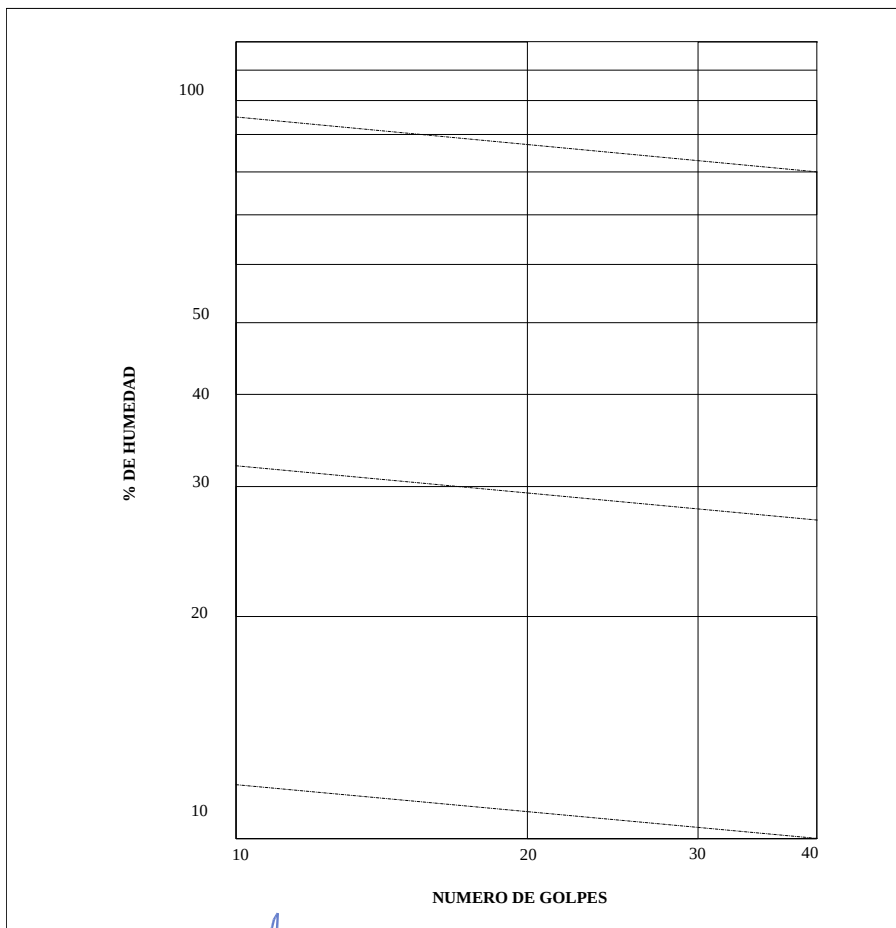
3 DE NOVIEMBRE DE 2022

HOJA 1 DE 3

 GEEA GEÓLOGOS S.L. Calle Zaraputz 2 Pol.Ind. Miguel de Eguía 31200 Estella, Navarra T. y F. 948 55 48 11	Ensayo DETERMINACIÓN DE LÍMITES DE ATTERBERG	
	Norma UNE 103103/94 103104/93	
	Acta nº AN062622	Nº Copia Copia 1. AYUNTAMIENTO

Referencia Muestra.... N18132	Referencia Informe..... EN-506
PROCEDENCIA SONDEO	REF. CLIENTE S1 DE 3,6 A 3,9 METROS
TIPO DE MUESTRA ALTERADA	PETICIONARIO AYUNTAMIENTO
FECHA ENTRADA 13 DE OCTUBRE DE 2022	DEN. OBRA GRADERIO BARAÑAIN

CALCULO LIMITE LIQUIDO				CALCULO LIMITE PLASTICO			
-	Nº de golpes			-	Referencia tara		
-	Referencia tara			a=(t+s+a)-(t+s)	Agua		
a=(t+s+a)-(t+s)	Agua			t+s+a	Tara + suelo + agua		
t+s+a	Tara + suelo + agua			t+s	Tara + suelo		
t+s	Tara + suelo			t	Tara		
t	Tara			s=(t+s)-t	Suelo		
s=(t+s)-t	Suelo			w=100*(a/s)	% Humedad		
w=100*(a/s)	% Humedad						



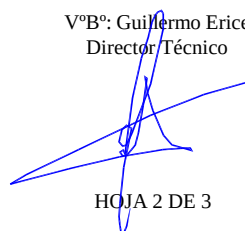
RESULTADOS DEL ENSAYO	
LIMITE LIQUIDO =	N. P.*
LIMITE PLASTICO =	N. P.*
INDICE PLASTICIDAD =	N. P.*

*N.P. = NO PRESENTA LÍMITE

Fdo: Ana Quintanar
Responsable del ensayo



VºBº: Guillermo Erice
Director Técnico



Estella, 3 DE NOVIEMBRE DE 2022

HOJA 2 DE 3

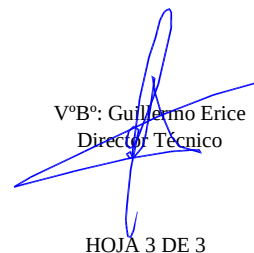
	GEEA GEÓLOGOS S.L.		<i>Ensayo</i>	SUELOS AGRESIVOS DETERMINACION ION SULFATO
	Calle Zaraputz 2 Pol.Ind. Miguel de Eguia 31200 Estella, Navarra T. y F. 948 55 48 11		<i>Norma</i>	UNE 83963:08/ Erratum 11
			<i>Acta nº</i> AN062623	<i>Nº Copia</i> Copia 1. AYUNTAMIENTO

Referencia Muestra....	N18132	Referencia Informe.....	EN-506
PROCEDENCIA	SONDEO	REF. CLIENTE	S1 DE 3,6 A 3,9 METROS
TIPO DE MUESTRA	ALTERADA	PETICIONARIO	AYUNTAMIENTO
FECHA ENTRADA	13 DE OCTUBRE DE 2022	DEN. OBRA	GRADERIO BARAÑAIN

RESULTADO ENSAYO	
$\text{SO}_4^{=}$ (mg/kg de suelo seco)=411600*m/M	
$\text{SO}_4^{=}$ (mg/kg de suelo seco)	0


 Fdo: Ana Quintanar
 Responsable del ensayo




 VºBº: Guillermo Erice
 Director Técnico
 HOJA 3 DE 3

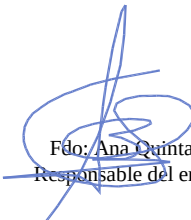
Estella, 3 DE NOVIEMBRE DE 2022

	GEEA GEÓLOGOS S.L.		Ensayo DETERMINACIÓN DE LA HUMEDAD NATURAL DE UN SUELO	
	Calle Zaraputz 2 Pol.Ind. Miguel de Eguia 31200 Estella, Navarra T. y F. 948 55 48 11		Norma UNE 103300/93	
			Acta nº AN062624	Nº Copia Copia 1. AYUNTAMIENTO

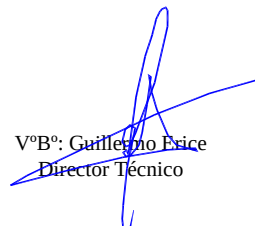
Referencia Muestra....	N18133	Referencia Informe.....	EN-506
PROCEDENCIA	SONDEO	REF. CLIENTE	S1 5,0 METROS
TIPO DE MUESTRA	ALTERADA	PETICIONARIO	AYUNTAMIENTO
FECHA ENTRADA	13 DE OCTUBRE DE 2022	DEN. OBRA	GRADERIO BARAÑAIN

DATOS ENSAYO	
TARA + SUELO + AGUA (g) =	1404,74
TARA + SUELO (g) =	1393,00
TARA (g) =	545,50

RESULTADO DEL ENSAYO	
HUMEDAD NATURAL (%)	1,39


 Fdo: Ana Quintanar
 Responsable del ensayo



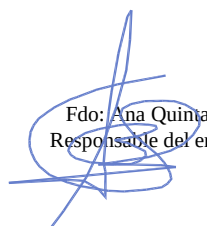

 VºBº: Guillermo Erice
 Director Técnico

 GEEA GEÓLOGOS S.L. Calle Zaraputz 2 Pol.Ind. Miguel de Eguia 31200 Estella, Navarra T. y F. 948 55 48 11	<i>Ensayo</i> DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD DE UN SUELO	
	<i>Norma</i> UNE 103301/94	
	<i>Acta n°</i> AN062625	<i>Nº Copia</i> Copia 1. AYUNTAMIENTO

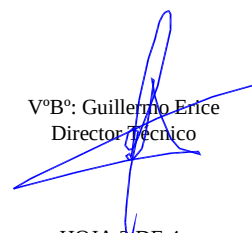
Referencia Muestra....	N18133	Referencia Informe.....	EN-506
PROCEDENCIA	SONDEO	REF. CLIENTE	S1 5,0 METROS
TIPO DE MUESTRA	ALTERADA	PETICIONARIO	AYUNTAMIENTO
FECHA ENTRADA	13 DE OCTUBRE DE 2022	DEN. OBRA	GRADERIO BARAÑAIN

DATOS ENSAYO	
PESO MUESTRA HUMEDA (g) =	102,52
PESO CON PARAFINA (g) =	120,00
PESO SUMERGIDO (g) =	59,80
HUMEDAD (%)=	1,39

RESULTADO DEL ENSAYO	
DENSIDAD HÚMEDA (g/cm3) =	2,51
DENSIDAD SECA (g/cm3) =	2,48


Fdo: Ana Quintanar
Responsable del ensayo




VºBº: Guillermo Erice
Director Técnico

Estella, 3 DE NOVIEMBRE DE 2022

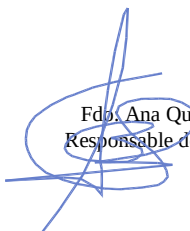
HOJA 2 DE 4

	GEEA GEÓLOGOS S.L.		Ensayo TALLADO, REFRENTADO Y ROTURA DE PROBETAS CILINDRICAS DE ROCA	
	Calle Zaraputz 2 Pol.Ind. Miguel de Eguia 31200 Estella, Navarra T. y F. 948 55 48 11		Norma UNE 22950/90	
			Acta nº AN062626	Nº Copia Copia 1. AYUNTAMIENTO

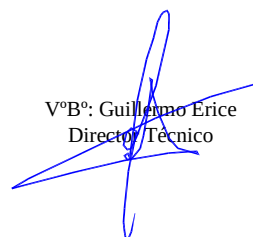
Referencia Muestra....	N18133	Referencia Informe.....	EN-506
PROCEDENCIA	SONDEO	REF. CLIENTE	S1 5,0 METROS
TIPO DE MUESTRA	ALTERADA	PETICIONARIO	AYUNTAMIENTO
FECHA ENTRADA	13 DE OCTUBRE DE 2022	DEN. OBRA	GRADERIO BARAÑAIN

DATOS PROBETA			
PESO (g)	1477,14	SUP. BASE (cm ²)	39,59
DIAMETRO. (mm)	71,00	VOL. PROBETA (cm ³)	585,96
ALTURA (mm)	148,00	DENS. PROB. (g/cm ³)	2,52

RESULTADO DEL ENSAYO	
LECTURA PRENSA (Tm)	10,40
ESBELTEZ	2,08
COEFICIENTE (K)	1,00
CARGA ROTURA CORREGIDA	10,45
TENSIÓN DE ROTURA (Kg/cm²)	263,9


 Fdo. Ana Quintanar
 Responsable del ensayo




 VºBº: Guillermo Erice
 Director Técnico

Estella, 3 DE NOVIEMBRE DE 2022

HOJA 3 DE 4

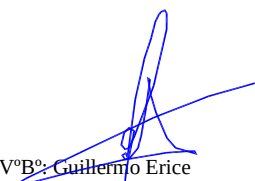
	GEEA GEÓLOGOS S.L.		<i>Ensayo</i>	SUELOS AGRESIVOS DETERMINACION ION SULFATO
	Calle Zaraputz 2 Pol.Ind. Miguel de Eguia 31200 Estella, Navarra T. y F. 948 55 48 11		<i>Norma</i>	UNE 83963:08/ Erratum 11
			<i>Acta n°</i> AN062627	<i>N° Copia</i> Copia 1. AYUNTAMIENTO

Referencia Muestra....	N18133	Referencia Informe.....	EN-506
PROCEDENCIA	SONDEO	REF. CLIENTE	S1 5,0 METROS
TIPO DE MUESTRA	ALTERADA	PETICIONARIO	AYUNTAMIENTO
FECHA ENTRADA	13 DE OCTUBRE DE 2022	DEN. OBRA	GRADERIO BARAÑAIN

RESULTADO ENSAYO	
$\text{SO}_4^{=}$ (mg/kg de suelo seco)=411600*m/M	
$\text{SO}_4^{=}$ (mg/kg de suelo seco)	0


 Fdo: Ana Quintanar
 Responsable del ensayo




 VºBº: Guillermo Erice
 Director Técnico

Estella, 3 DE NOVIEMBRE DE 2022

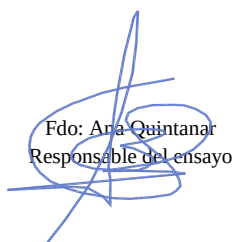
HOJA 4 DE 4

 GEEA GEÓLOGOS S.L. Calle Zaraputz 2 Pol.Ind. Miguel de Eguía 31200 Estella, Navarra T. y F. 948 55 48 11	Ensayo <i>DETERMINACIÓN SULFATOS EN AGUA</i>	
	Norma <i>UNE 83001: 2000</i>	
	Acta nº AN062618	Nº Copia Copia 1. AYUNTAMIENTO

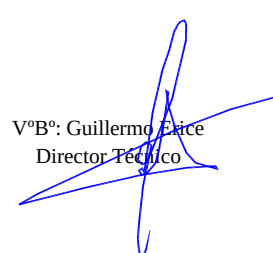
Referencia Muestra....	N18130	Referencia Informe.....	EN-506
PROCEDENCIA	SONDEO	REF. CLIENTE	S1 4,3 METROS
TIPO DE MUESTRA	ALTERADA	PETICIONARIO	AYUNTAMIENTO
FECHA ENTRADA	13 DE OCTUBRE DE 2022	DEN. OBRA	GRADERIO BARAÑAIN

DATOS ENSAYO		
-	Referencia tara	B
V	Muestra ensayada (cm ³)	200
T	Tara crisol (g)	14,1862
A = T+R	Tara Crisol + Peso residuo (g)	14,2536
Pp=(T+R)-T	Residuo calcinado en mufla (g)	0,0674

RESULTADO ENSAYO
$SO_4^{--} = [0,416 (A - T)]/V$ $SO_4 \text{ (mg/l)} = 140,19$


Fdo: Ana Quintanar
Responsable del ensayo



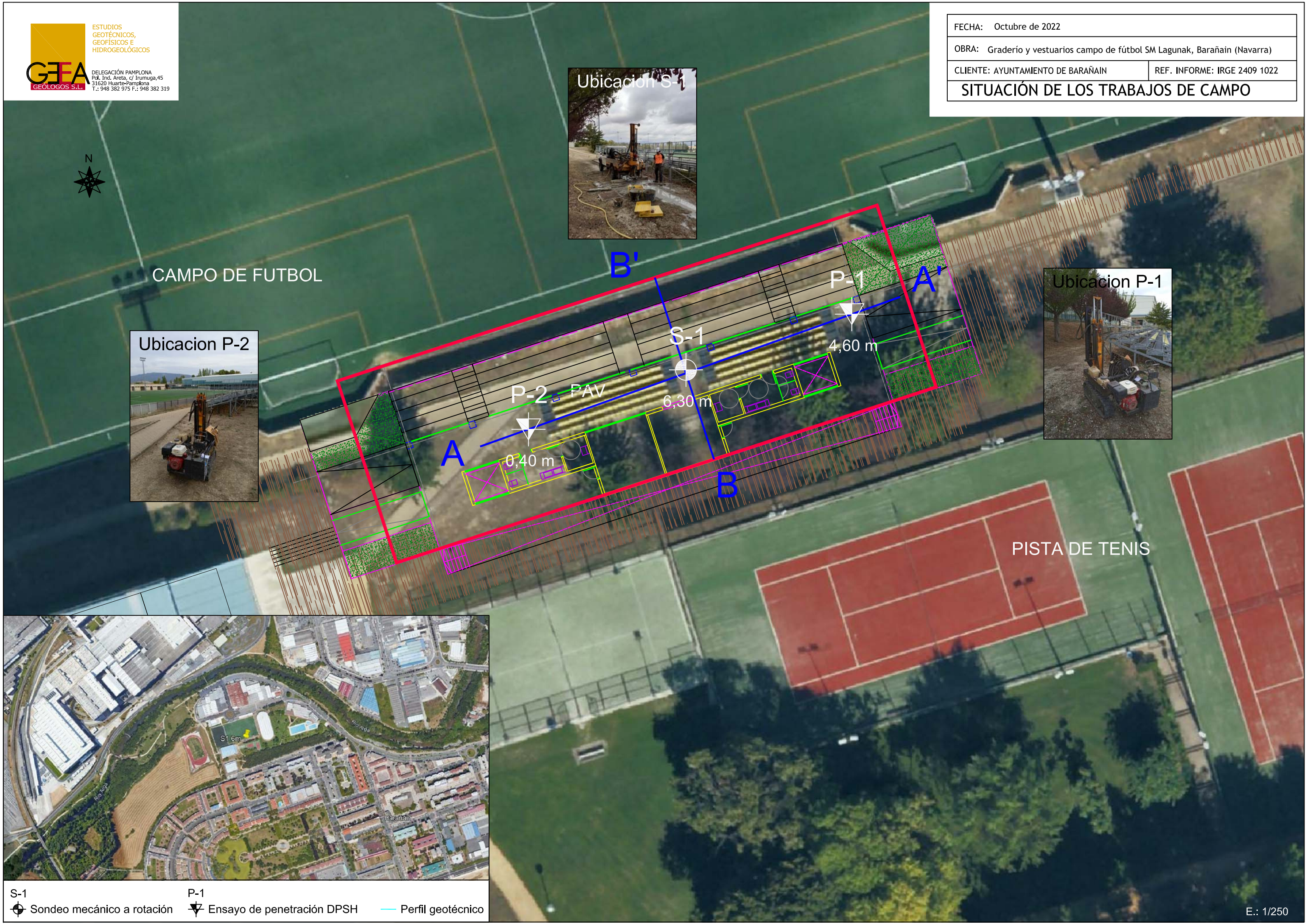

VºBº: Guillermo Elice
Director Técnico

Estella, 3 DE NOVIEMBRE DE 2022

HOJA 1 DE 1

ANEXO 6

Plano de ubicación de los ensayos



DB-HR. PROTECCIÓN FRENTE AL RUIDO

HR1. CARACTERIZACIÓN Y CUANTIFICACIÓN DE LAS EXIGENCIAS 1

HR2. DISEÑO Y DIMENSIONADO 1

HR2. FICHAS JUSTIFICATIVAS 10

HR3. DETALLES Y SECCIONES TIPO 12

HR4. NOTA FINAL 19

HR1. CARACTERIZACIÓN Y CUANTIFICACIÓN DE LAS EXIGENCIAS

1.- GENERALIDADES

Tipología de la edificación: Deportivo.

Otros usos presentes: Ninguno.

Situación: SM Lagunak.

Ld aplicable: 60-65 dBA (según mapa de ruido del Departamento de Medio Ambiente del Gobierno de Navarra).

HR2. DISEÑO Y DIMENSIONADO

1.- AISLAMIENTO A RUIDO AÉREO Y A RUIDO DE IMPACTO

Tipo de opción de comprobación: Opción simplificada

Se trata de un edificio docente, con estructura horizontal resistente, formada por forjado unidireccional (incluyendo forjado de cubierta).

1.1.- ELEMENTOS DE SEPARACIÓN VERTICALES Y HORIZONTALES

1.1.1.-Definición y composición de los elementos de separación

1.1.1.1.-Tabiquería:

Solución elegida: entramado autoportante

tabiquería de cartón-yeso, formada por carril de 46 mm., montantes verticales cada 400 mm. y doble placa de 15 mm. de espesor a cada lado, con manta de lana de roca en su interior.

1.1.1.2.-Separación vertical:

Solución elegida: solución Tipo 1

1/2 asta de ladrillo hueco doble; enfoscado de cemento por ambas caras; trasdosado autoportante de cartón-yeso por ambas caras, formado por carril de 35 mm. y doble placa de 15 mm., con aislamiento de lana mineral.

1/2 asta de ladrillo hueco doble; enfoscado de cemento por ambas caras; trasdosado autoportante de cartón-yeso por una sola cara, formado por carril de 35 mm. y doble placa de 15 mm., con aislamiento de lana mineral..

Muro de hormigón armado, e: 23 cm.; enfoscado de cemento por la cara interior de la vivienda. (separación con ascensor).

Muro de hormigón armado, e: 23 cm.; enfoscado de cemento por la cara interior de la vivienda; trasdosado autoportante de cartón-yeso, formado por carril de 35 mm. y doble placa de 15 mm., con aislamiento de lana mineral. (separación con ascensor).

1.1.1.3.-Separación horizontal:

Solución elegida: forjado + suelo flotante

Prelosa de hormigón pretensado y bovedilla de porexpán; lámina anti-impacto (tipo impactodan); solera de cemento.

1.1.1.4.-Fachadas y medianerías:

Solución elegida para fachadas: fachada de dos hojas, no ventilada, con hoja exterior de fábrica y hoja interior de entramado autoportante.

1/2 asta de ladrillo perforado (caravista); enfoscado de cemento por la cara interior; poliestireno expandido; trasdosado de cartón-yeso, resuelto mediante carril de 46 mm. y doble placa de 15 mm., con aislamiento de lana mineral en su interior.

Solución elegida para medianeras: no existen medianeras

1.1.2.-Condiciones mínimas exigibles**1.1.2.1.-Tabiquería:**

- T1.-** m: 51,91 kg/m² > 25,00 kg/m²
RA: 51 dBA > 43 dBA

2.1.2.2.-Separación vertical:

- T7.-** m (elemento base): 127,00 kg/m²
RA: 40 dBA
 Δ RA (trasdosado): 15 dBA
RA ponderado: 55 dBA $\geq$ 50 dBA

Solución para separación de recintos protegidos con otras unidades de uso que no comparten puertas.

- T8.-** m (elemento base): 127,00 kg/m²
RA: 40 dBA
 Δ RA (trasdosado): 10 dBA
RA ponderado: 50 dBA $\geq$ 50 dBA

Solución para separación de recintos protegidos con otras unidades que no comparten puertas ni ventanas, y para separación de recintos habitables con otras unidades de uso que comparten puertas (RA puertas $\geq$ 20 dBA)

- T9.-** m (elemento base): 500,00 kg/m²
RA: 60 dBA
 Δ RA (trasdosado): no existe
RA ponderado: 60 dBA $\geq$ 55 dBA

Solución para separación de recintos habitables con unidades de instalaciones (ascensor) y que comparten puertas (RA puertas $\geq$ 30 dBA).

- T10.-** m (elemento base): 500,00 kg/m²
RA: 60 dBA
 Δ RA (trasdosado): 6 dBA
RA ponderado: 66 dBA $\geq$ 55 dBA

Solución para separación de recintos protegidos con recintos de instalaciones (ascensor) y que no comparten puertas.

2.1.2.3.-Separación horizontal:

- F1.-** datos según ensayo 90.1930.0-IN-CT-08/11, del laboratorio de ensayos Labein, para forjado unidireccional de prelosas VNR de hormigón y bovedillas de poliestireno expandido con losa flotante, de Viguetas de Navarra S.L. (se adjunta ensayo en sección HR5).

RA: 59,10 dBA $\geq$ 55 dBA
Ln,w: 58,00 dB $\leq$ 60 dB

Solución para separación de recintos protegidos y habitables con otras unidades de uso y con recintos de instalaciones (maquinaria en cubierta) y otros usos (garajes).

2.1.1.4.-Fachadas y medianerías:

Ld aplicable: 60-65 dBA
D2m,nT,Atr: 32 dBA (dormitorios)
30 dBA (estancias)

Dormitorio más desfavorable:

- Parte ciega (M3): 78% del total
RA,tr: 48 dB $\geq$ 45 dB
- Parte acristalada: 32% del total
Carpintería COR-60 + acristalamiento 6/12/44.1A

$R_{A,tr}$: 35,74 dB $\geq$ 32 dB

Estancia más desfavorable:

- Parte ciega (M3): 39% del total
 $R_{A,tr}$: 48 dB $\geq$ 45 dB

- Parte acristalada: 61% del total
Carpintería COR-60 + acristalamiento 6/12/44.1A
 $R_{A,tr}$: 35,74 dB $\geq$ 31 dB

2.- TIEMPO DE REVERBERACIÓN Y ABSORCIÓN ACÚSTICA

Tipo de recinto: PSS-A1 (Aula), PSS			Volumen, V (m³): 141.89			
Elemento	Acabado	S Área, (m²)	α_m Coeficiente de absorción acústica medio			
			500	1000	2000	α_m
SU1	Plaqueta o baldosa cerámica	52.59				0.02
SU2	Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	52.59				0.80
T01	Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	31.75				0.06
T03	Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	18.16				0.06
T02	Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	21.16				0.06
Ventana	Ventana de tipo 1	7.51				0.04
Objetos ⁽¹⁾	Tipo		$A_{o,m}$ (m²) Área de absorción acústica equivalente media,			
			500	1000	2000	$A_{o,m}$
Absorción aire ⁽²⁾			$\bar{m}_m$ (m⁻¹) Coeficiente de atenuación del aire			
			500	1000	2000	$\bar{m}_m$
		No, V < 250 m³	0.003	0.005	0.01	0.006
A, (m²)			$A = \sum_{i=1}^n \alpha_{m,i} \cdot S_i + \sum_{j=1}^N A_{o,m,j} + 4 \cdot \bar{m}_m \cdot V$			
Absorción acústica del recinto resultante						
T, (s)			$T = \frac{0.16 V}{A}$			
Tiempo de reverberación resultante						
Absorción acústica resultante de la zona común			Absorción acústica exigida			
A (m²) =			= 0.2 · V			
Tiempo de reverberación resultante			Tiempo de reverberación exigido			
T (s) = 0.48			≤ 0.70			

⁽¹⁾ Sólo para salas de conferencias de volumen hasta 350 m³

⁽²⁾ Sólo para volúmenes superiores a 250 m³

Tipo de recinto: PSS-A2 (Aula), PSS			Volumen, V (m³): 122.91			
Elemento	Acabado	S Área, (m²)	α_m Coeficiente de absorción acústica medio			
			500	1000	2000	α_m
SU1	Plaqueta o baldosa cerámica	49.39				0.02
SU4	Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	49.10				0.80
T01	Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	15.03				0.06
T02	Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	35.04				0.06
T04	Enlucido de yeso 1000 < d < 1300	15.12				0.01
Ventana	Ventana de tipo 1	7.46				0.04

Objetos ⁽¹⁾	Tipo	Área de absorción acústica equivalente media, A _{o,m} (m ²)				A _{o,m} · N
		500	1000	2000	A _{o,m}	
Absorción aire ⁽²⁾		Coeficiente de atenuación del aire $\overline{m}_m$ (m ⁻¹)				4 · $\overline{m}_m$ · V
		500	1000	2000	$\overline{m}_m$	
	No, V < 250 m ³	0.003	0.005	0.01	0.006	---
A, (m ²)		$A = \sum_{i=1}^n \alpha_{m,i} \cdot S_i + \sum_{j=1}^N A_{o,m,j} + 4 \cdot \overline{m}_m \cdot V$				43.72
Absorción acústica del recinto resultante						
T, (s)		$T = \frac{0,16 \cdot V}{A}$				0.45
Tiempo de reverberación resultante						
Absorción acústica resultante de la zona común		Absorción acústica exigida				
A (m ²)=		≥				= 0.2 · V
Tiempo de reverberación resultante		Tiempo de reverberación				
T (s)=		0.45	≤	0.70	exigido	

(1) Sólo para salas de conferencias de volumen hasta 350 m³(2) Sólo para volúmenes superiores a 250 m³

Tipo de recinto: PSS-A3 (Aula), PSS			Volumen, V (m³): 137.77				
Elemento	Acabado	S Área, (m²)	α_m Coeficiente de absorción acústica medio				Absorción acústica (m²) $\alpha_m \cdot S$
			500	1000	2000	α_m	
SU1	Plaqueta o baldosa cerámica	51.06				0.02	1.02
SU2	Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	51.06				0.80	40.85
T01	Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	31.16				0.06	1.87
T02	Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	41.23				0.06	2.47
Ventana	Ventana de tipo 1	7.48				0.04	0.30
Objetos ⁽¹⁾	Tipo	Área de absorción acústica equivalente media, $A_{o,m}$ (m²)				$A_{o,m} \cdot N$	
		500	1000	2000	$A_{o,m}$		
Absorción aire ⁽²⁾	Coeficiente de atenuación del aire $\overline{m}_m$ (m ⁻¹)				$4 \cdot \overline{m}_m \cdot V$		
	500	1000	2000	$\overline{m}_m$			
	No, V < 250 m³	0.003	0.005	0.01		0.006	---
A, (m²)	$A = \sum_{i=1}^n \alpha_{m,i} \cdot S_i + \sum_{j=1}^N A_{o,m,j} + 4 \cdot \overline{m}_m \cdot V$					46.52	
Absorción acústica del recinto resultante							
T, (s)	$T = \frac{0,16 V}{A}$					0.47	
Tiempo de reverberación resultante							
Absorción acústica resultante de la zona común			Absorción acústica exigida				
A (m²)=			≥				= 0.2 · V
Tiempo de reverberación resultante			Tiempo de reverberación exigido				
T (s)=			0.47	≤	0.70		

(1) Sólo para salas de conferencias de volumen hasta 350 m³(2) Sólo para volúmenes superiores a 250 m³

Tipo de recinto: PB-PAS (Zona de circulación), Planta 1			Volumen, V (m³): 102.41				
Elemento	Acabado	S Área, (m²)	α_m Coeficiente de absorción acústica medio				Absorción acústica (m²) $\alpha_m \cdot S$
			500	1000	2000	α_m	
SU2	Hormigón armado 2300 < d < 2500	16.91				0.04	0.68
SU4	Plaqueta o baldosa cerámica	19.81				0.02	0.40
SU3	Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	17.21				0.80	13.77
SU4	Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	19.51				0.80	15.61
T01	Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	1.81				0.06	0.11
T02	Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	60.52				0.06	3.63
T03	Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	19.90				0.06	1.19
Ventana	Ventana de tipo 1	4.46				0.04	0.18
Puerta interior	Puerta de madera	6.45				0.08	0.52
Objetos ⁽¹⁾		Tipo	Área de absorción acústica equivalente media, $A_{o,m}$ (m²)				$A_{o,m} \cdot N$
			500	1000	2000	$A_{o,m}$	
Absorción aire ⁽²⁾			Coeficiente de atenuación del aire $\overline{m}_m$ (m ⁻¹)				$4 \cdot \overline{m}_m \cdot V$
			500	1000	2000	$\overline{m}_m$	
		No, V < 250 m³	0.003	0.005	0.01	0.006	---
A, (m²)			$A = \sum_{i=1}^n \alpha_{m,i} \cdot S_i + \sum_{j=1}^N A_{o,m,j} + 4 \cdot \overline{m}_m \cdot V$				36.08
Absorción acústica del recinto resultante							
T, (s)			$T = \frac{0,16 \, V}{A}$				0.45
Tiempo de reverberación resultante							
Absorción acústica resultante de la zona común			Absorción acústica exigida				
A (m²)=			36.08	≥	20.48	= 0.2 · V	
Tiempo de reverberación resultante			Tiempo de reverberación				
T (s)=			exigido				

(1) Sólo para salas de conferencias de volumen hasta 350 m³

(2) Sólo para volúmenes superiores a 250 m³

Tipo de recinto: PB-A1 (Aula), Planta 1			Volumen, V (m³): 152.01				
Elemento	Acabado	S Área, (m²)	α_m Coeficiente de absorción acústica medio				Absorción acústica (m²)
			500	1000	2000	α_m	$\alpha_m \cdot S$
SU2	Mármol [2600 < d < 2800]	52.59				0.02	1.05
SU3	Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	52.49				0.80	41.99
T01	Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	34.39				0.06	2.06
T02	Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	21.48				0.06	1.29
T03	Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	18.60				0.06	1.12
Ventana	Ventana de tipo 1	7.63				0.04	0.31
Puerta interior	Puerta de madera	2.19				0.08	0.18
Objetos ⁽¹⁾	Tipo		Área de absorción acústica equivalente media, A _{o,m} (m²)				A _{o,m} · N
			500	1000	2000	A _{o,m}	

Absorción aire ⁽²⁾	Coeficiente de atenuación del aire				$4 \cdot \overline{m_m} \cdot V$
	$\overline{m_m} \text{ (m}^{-1}\text{)}$				
	500	1000	2000	$\overline{m_m}$	
No, V < 250 m³	0.003	0.005	0.01	0.006	---
A, (m²)	$A = \sum_{i=1}^n \alpha_{m,i} \cdot S_i + \sum_{j=1}^N A_{o,m,j} + 4 \cdot \overline{m_m} \cdot V$				47.99
Absorción acústica del recinto resultante					
T, (s)	$T = \frac{0,16 V}{A}$				0.51
Tiempo de reverberación resultante					
Absorción acústica resultante de la zona común				Absorción acústica exigida	
A (m²) =		≥		= 0.2 · V	
Tiempo de reverberación resultante				Tiempo de reverberación	
T (s) =		0.51	≤	0.70	exigido

(1) Sólo para salas de conferencias de volumen hasta 350 m³(2) Sólo para volúmenes superiores a 250 m³

Tipo de recinto: PB-A2 (Aula), Planta 1			Volumen, V (m³):				141.86
Elemento	Acabado	S Área, (m²)	α_m Coeficiente de absorción acústica medio				Absorción acústica (m²)
			500	1000	2000	α_m	$\alpha_m \cdot S$
SU4	Plaqueta o baldosa cerámica	49.10				0.02	0.98
SU4	Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	49.27				0.80	39.42
T01	Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	18.58				0.06	1.11
T02	Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	38.35				0.06	2.30
T04	Enlucido de yeso 1000 < d < 1300	14.08				0.01	0.14
Ventana	Ventana de tipo 1	7.46				0.04	0.30
Puerta interior	Puerta de madera	2.19				0.08	0.18
Objetos ⁽¹⁾	Tipo	Área de absorción acústica equivalente media, $A_{o,m}$ (m²)				$A_{o,m} \cdot N$	
		500	1000	2000	$A_{o,m}$		
Absorción aire ⁽²⁾	Coeficiente de atenuación del aire $\overline{m_m}$ (m ⁻¹)				$4 \cdot \overline{m_m} \cdot V$		
	500	1000	2000	$\overline{m_m}$			
No, V < 250 m³		0.003	0.005	0.01	0.006	---	
A, (m²)		$A = \sum_{i=1}^n \alpha_{m,i} \cdot S_i + \sum_{j=1}^N A_{o,m,j} + 4 \cdot \overline{m_m} \cdot V$				44.43	
Absorción acústica del recinto resultante							
T, (s)		$T = \frac{0,16 \cdot V}{A}$				0.51	
Tiempo de reverberación resultante							
Absorción acústica resultante de la zona común			Absorción acústica exigida				
A (m²)=			= 0.2 · V				
Tiempo de reverberación resultante			Tiempo de reverberación				
T (s)=			0.51	≤	0.70	Exigido	

(1) Sólo para salas de conferencias de volumen hasta 350 m³(2) Sólo para volúmenes superiores a 250 m³

Elemento	Acabado	S Área, (m²)	α_m Coeficiente de absorción acústica medio				Absorción acústica (m²) $\alpha_m \cdot S$
			500	1000	2000	α_m	$\alpha_m \cdot S$
SU2	Mármol [2600 < d < 2800]	51.06				0.02	1.02
SU3	Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	51.07				0.80	40.86
T01	Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	33.80				0.06	2.03
T02	Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	41.62				0.06	2.50
Ventana	Ventana de tipo 1	7.56				0.04	0.30
Puerta interior	Puerta de madera	2.07				0.08	0.17
Objetos ⁽¹⁾	Tipo	Área de absorción acústica equivalente media, $A_{0,m}$ (m²)				$A_{0,m} \cdot N$	
		500	1000	2000	$A_{0,m}$		
Absorción aire ⁽²⁾		Coeficiente de atenuación del aire $\overline{m}_m$ (m ⁻¹)				$4 \cdot \overline{m}_m \cdot V$	
		500	1000	2000	$\overline{m}_m$		
No, V < 250 m³		0.003	0.005	0.01	0.006	---	
A, (m²)		$A = \sum_{i=1}^n \alpha_{m,i} \cdot S_i + \sum_{j=1}^N A_{0,m,j} + 4 \cdot \overline{m}_m \cdot V$					46.87
Absorción acústica del recinto resultante							
T, (s)		$T = \frac{0,16 \ V}{A}$					0.50
Tiempo de reverberación resultante							
Absorción acústica resultante de la zona común A (m²)=			≥			Absorción acústica exigida = 0.2 · V	
Tiempo de reverberación resultante T (s)=			0.50	≤	0.70	Tiempo de reverberación exigido	

⁽¹⁾ Sólo para salas de conferencias de volumen hasta 350 m³⁽²⁾ Sólo para volúmenes superiores a 250 m³

3.- RUIDO Y VIBRACIONES DE LAS INSTALACIONES

3.1.- DATOS QUE DEBEN APORTAR LOS SUMINISTRADORES

- Los suministradores de los equipos y productos incluirán en la documentación a entregar los valores de las siguientes magnitudes:

- el nivel de potencia acústica, LW, de equipos que producen ruidos estacionarios.
- la rigidez dinámica, s', y la carga máxima, m, de los lechos elásticos utilizados en las bancadas de inercia.
- el amortiguamiento, C, la transmisibilidad, τ, y la carga máxima, m, de los sistemas antivibratorios puntuales utilizados en el aislamiento de maquinaria y conductos.
- el coeficiente de absorción acústica, α, de los productos absorbentes utilizados en conductos de ventilación y aire acondicionado.
- la atenuación de conductos prefabricados, expresada como pérdida por inserción, D, y la atenuación total de los silenciadores que estén interpuestos en conductos, o empotrados en fachadas o en otros elementos constructivos.

3.2.- CONDICIONES DE MONTAJE DE EQUIPOS GENERADORES DE RUIDO ESTACIONARIO

- Los equipos se instalarán sobre soportes antivibratorios elásticos cuando se trate de equipos pequeños y compactos o sobre una bancada de inercia cuando el equipo no posea una base propia suficientemente rígida para resistir los esfuerzos causados por su función o se necesite la alineación de sus componentes, como por ejemplo del motor y el ventilador o del motor y la bomba.
- En el caso de equipos instalados sobre una bancada de inercia, tales como bombas de impulsión, la bancada será de hormigón o acero de tal forma que tenga la suficiente masa e inercia para evitar el paso de vibraciones al edificio. Entre la bancada y la estructura del edificio deben interponerse elementos antivibratorios.
- Se consideran válidos los soportes antivibratorios y los conectores flexibles que cumplan la UNE 100153 IN.
- Se instalarán conectores flexibles a la entrada y a la salida de las tuberías de los equipos.
- En las chimeneas de las instalaciones térmicas que lleven incorporados dispositivos electromecánicos para la extracción de productos de combustión se utilizarán silenciadores.

3.3.- CONDUCCIONES Y EQUIPAMIENTO

3.3.1.-Hidráulicas

- Las conducciones colectivas del edificio deberán ir tratadas con el fin de no provocar molestias en los *recintos habitables* o *protegidos* adyacentes.
- En el paso de las tuberías a través de los elementos constructivos se utilizarán sistemas antivibratorios tales como manguitos elásticos estancos, coquillas, pasamuros estancos y abrazaderas desolidarizadoras.
- El anclaje de tuberías colectivas se realizará a elementos constructivos de masa por unidad de superficie mayor que 150 kg/m².
- En los cuartos húmedos en los que la instalación de evacuación de aguas esté descolgada del forjado, debe instalarse un techo suspendido con un material absorbente acústico en la cámara.
- La velocidad de circulación del agua se limitará a 1 m/s en las tuberías de calefacción y los radiadores de las viviendas.
- La grifería situada dentro de los *recintos habitables* será de Grupo II como mínimo, según la clasificación de UNE EN 200.
- Se evitará el uso de cisternas elevadas de descarga a través de tuberías y de grifos de llenado de cisternas de descarga al aire.
- Las bañeras y los platos de ducha deben montarse interponiendo elementos elásticos en todos sus apoyos en la estructura del edificio: suelos y paredes. Los sistemas de hidromasaje, deberán montarse mediante elementos de suspensión elástica amortiguada.
- No deben apoyarse los radiadores en el pavimento y fijarse a la pared simultáneamente, salvo que la pared esté apoyada en el suelo flotante.

3.3.2.-Aire acondicionado

El presente apartado no es de aplicación, al carecer de instalación de aire acondicionado.

3.3.3.-Ventilación

- Los conductos de extracción que discurran dentro de una unidad de uso deben revestirse con elementos constructivos cuyo índice global de reducción acústica, ponderado A, RA, sea al menos 33 dBA, salvo que sean de extracción de humos de garajes en cuyo caso deben revestirse con elementos constructivos cuyo índice global de reducción acústica, ponderado A, RA, sea al menos 45 dBA.
- Asimismo, cuando un conducto de ventilación se adose a un elemento de separación vertical se seguirán las especificaciones del apartado 3.1.4.1.2.
- En el caso de que dos unidades de uso colindantes horizontalmente compartieran el mismo conducto colectivo de extracción, se cumplirán las condiciones especificadas en el DB HS3.

3.3.4.-Eliminación de residuos

El presente apartado no es de aplicación, al carecer de instalación de traslado de residuos por bajante.

3.3.5.-Ascensores y montacargas

- Los sistemas de tracción de los ascensores y montacargas se anclarán a los sistemas estructurales del edificio mediante elementos amortiguadores de vibraciones. El recinto del ascensor, cuando la maquinaria esté dentro del mismo, se considerará un *recinto de instalaciones* a efectos de aislamiento acústico. Cuando no sea así, los elementos que separan un ascensor de una unidad de uso, deben tener un índice de reducción acústica, RA mayor que 50 dBA.
- Las puertas de acceso al ascensor en los distintos pisos tendrán topes elásticos que aseguren la práctica anulación del impacto contra el marco en las operaciones de cierre.
- El cuadro de mandos, que contiene los relés de arranque y parada, estará montado elásticamente asegurando un aislamiento adecuado de los ruidos de impactos y de las vibraciones.

4.- PRODUCTOS DE CONSTRUCCIÓN

4.1.- CARACTERÍSTICAS EXIGIBLES A LOS PRODUCTOS

Se realizará según lo indicado en esta sección y en el Pliego General de Condiciones Técnicas y de Seguridad y Salud

4.2.- CARACTERÍSTICAS EXIGIBLES A LOS MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN

Se realizará según lo indicado en esta sección y en el Pliego General de Condiciones Técnicas y de Seguridad y Salud

4.3.- CONTROL EN RECEPCIÓN EN OBRAS DE PRODUCTOS

Se realizará según lo indicado en esta sección y en el Pliego General de Condiciones Técnicas y de Seguridad y Salud

5.- CONSTRUCCIÓN

5.1.- EJECUCIÓN

Se realizará según lo indicado en esta sección y en el Pliego General de Condiciones Técnicas y de Seguridad y Salud

5.2.- CONTROL DE LA EJECUCIÓN

Se realizará según lo indicado en esta sección y en el Pliego General de Condiciones Técnicas y de Seguridad y Salud

5.3.- CONTROL DE LA OBRA TERMINADA

Se realizará según lo indicado en esta sección y en el Pliego General de Condiciones Técnicas y de Seguridad y Salud

6.- MANTENIMIENTO Y CONSERVACIÓN

- Los edificios deben mantenerse de tal forma que en sus *recintos* se conserven las condiciones acústicas exigidas inicialmente.
- Cuando en un edificio se realice alguna reparación, modificación o sustitución de los materiales o productos que componen sus elementos constructivos, éstas deben realizarse con materiales o productos de propiedades similares, y de tal forma que no se menoscaben las características acústicas del mismo.
- Debe tenerse en cuenta que la modificación en la distribución dentro de una *unidad de uso*, como por ejemplo la desaparición o el desplazamiento de la tabiquería, modifica sustancialmente las condiciones acústicas de la unidad.

HR2. FICHAS JUSTIFICATIVAS

TABIQUERIA				
TIPO		CARACTERÍSTICAS		
		de proyecto	exigidas	
Tabiquería de cartón-yeso, formada por carril de 46 mm., montantes verticales cada 400 mm. y doble placa de 15 mm. de espesor a cada lado, con manta de lana de roca en su interior.		m (kg/m ²):	51,91	≥ —
		R _A (dB(A)):	51,00	≥ 33
1/2 asta de ladrillo perforado; enfoscado de cemento; trasdosado autoportante de cartón-yeso por ambas caras, formado por carril de 46 mm. y doble placa de 15 mm., con aislamiento de lana mineral.		m (kg/m ²):	127,00	≥ —
		R _A (dB(A)):	55,00	≥ 33

ELEMENTOS DE SEPARACIÓN VERTICALES ENTRE AULAS				
Solución de elementos de separación verticales entre:		Dotacional. Escuela infantil.		
		1/2 asta de ladrillo perforado; enfoscado de cemento; trasdosado autoportante de cartón-yeso por ambas caras, formado por carril de 46 mm. y doble placa de 15 mm., con aislamiento de lana mineral.		
ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS		TIPO	CARACTERÍSTICAS	
			de proyecto	exigidas
Elemento de separación vertical	Elemento base	1/2 asta de ladrillo perforado; enfoscado de cemento por una cara	m (kg/m ²):	127,00 ≥ —
			R _A (dB(A)):	40,00 ≥ —
Elemento de separación vertical	Trasdoso	Trasdoso autoportante de cartón-yeso por una cara, formado por carril de 46 mm. y doble placa de 15 mm., con aislamiento de lana mineral	ΔR _A (dB(A)):	9,00 ≥ —
Elemento de separación vertical con puertas y/o ventanas	Puerta o ventana	NO	R _A (dB(A)):	≥
	Cerramiento		R _A (dB(A)):	55,00 ≥ 45

MEDIANERÍA				
TIPO		CARACTERÍSTICAS		
		de proyecto	exigidas	
NO EXISTEN		m (kg/m ²):	—	≥ —
		R _A (dB(A)):	—	≥ —

FACHADAS, CUBIERTAS Y SUELOS EN CONTACTO CON EL AIRE EXTERIOR (1/3)					
Solución de fachada, cubierta o suelo en contacto con el aire exterior:		FACHADA. Dormitorio más desfavorable. Dormitorio 1			
ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS	TIPO	ÁREA	% HUECOS	CARACTERÍSTICAS de proyecto exigidas	
Parte ciega	1/2 asta de ladrillo perforado; enfoscado de cemento por la cara interior; poliestireno expandido; trasdosado de cartón-yeso, resuelto mediante canil de 46 mm. y doble placa de 15 mm., con aislamiento de lana mineral en su interior.	9,05 m2	62,04%	R _{A,t} (dBA):	48,00 ≥ 35
Huecos	Carpintería COR-60 + acristalamiento 6/12/44,1A	5,54 m2	37,96%	R _{A,t} (dBA):	35,74 ≥ 32

FACHADAS, CUBIERTAS Y SUELOS EN CONTACTO CON EL AIRE EXTERIOR (2/3)					
Solución de fachada, cubierta o suelo en contacto con el aire exterior:		FACHADA. Estancia más desfavorable. Aula			
ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS	TIPO	ÁREA	% HUECOS	CARACTERÍSTICAS de proyecto exigidas	
Parte ciega	1/2 asta de ladrillo perforado; enfoscado de cemento por la cara interior; poliestireno expandido; trasdosado de cartón-yeso, resuelto mediante canil de 46 mm. y doble placa de 15 mm., con aislamiento de lana mineral en su interior.	15,41 m2	56,84%	R _{A,t} (dBA):	48,00 ≥ 35
Huecos	Carpintería COR-60 + acristalamiento 6/12/44,1A	11,70 m2	43,16%	R _{A,t} (dBA):	35,74 ≥ 32

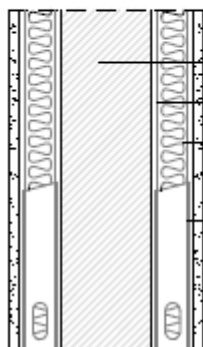
FACHADAS, CUBIERTAS Y SUELOS EN CONTACTO CON EL AIRE EXTERIOR (3/3)					
Solución de fachada, cubierta o suelo en contacto con el aire exterior:		CUBIERTA. Dormitorio más desfavorable. Aula			
ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS	TIPO	ÁREA	% HUECOS	CARACTERÍSTICAS de proyecto exigidas	
Parte ciega	Cubierta invertida (grava + aislamiento + impermeabilización + formación de pendientes), losa HA-30	14,20 m2	100,00%	R _{A,t} (dBA):	59,00 ≥ 33
Huecos		0,00 m2	0,00%	R _{A,t} (dBA):	— ≥ —

HR3. DETALLES Y SECCIONES TIPO

ELEMENTOS DE TIPO 1: De fábrica con trasdosados por ambas caras

ESV-01.a. Fábrica con trasdosado autoportante

Componentes:



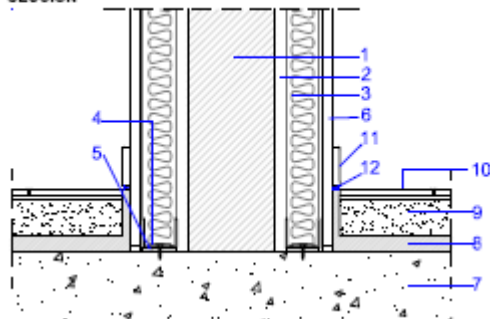
1. Hoja de fábrica o de hormigón.
Masa y R_A dependen de las tablas de soluciones de aislamiento. Apartado 2.1.4 de esta Guía. En función de lo especificado, podrá ser vista o contar con algún revestimiento, como un enyesado, enfoscado...etc.
2. Espacio de separación con la hoja de fábrica ≥ 1 cm
3. Material absorbente acústico con una resistividad al flujo del aire, $r \geq 5 \text{ kPa.s/m}^2$.
Espesor acorde con el ancho de la perfilería, mínimo 4 cm.
Por ejemplo:
Lana mineral, de resistividad al flujo del aire, $r \geq 5 \text{ kPa.s/m}^2$
Densidad recomendada: de 10 a 70 kg/m^3 .
4. Perfilería. Canales y montantes.
Espesor mínimo canales: 48 mm
Debe utilizarse bandas de estanquidad en el apoyo de los canales a los forjados y de los montantes a las particiones de fábrica, hormigón o pilares...etc.
5. Placas de yeso laminado.
Espesor mínimo 1 placa: 15 mm
Espesor mínimo 2 o más placas: 2x12,5 mm

Observaciones:

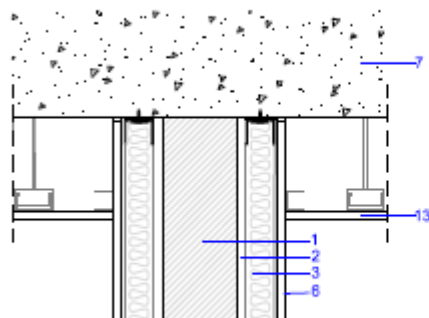
- La altura máxima de los trasdosados autoportantes depende del ancho de la perfilería metálica utilizada, la modulación a ejes de los elementos verticales y el número de placas de yeso laminado. Si fuera necesario se arriostrarán de forma puntual al muro de fábrica¹.
- Las tuberías de instalaciones se pasarán entre los perfiles, procurando que queden lo más rectas posibles y que no sean un contacto rígido entre las placas y la hoja interior de fábrica.
- Se emplearán cajas especiales adaptadas a las placas de yeso laminado para cajas de derivación y mecanismos eléctricos, tales como enchufes o interruptores.

Lana mineral o cualquier material absorbente acústico o amortiguador de vibraciones con una resistividad al flujo del aire, $r \geq 5 \text{ kPa.s/m}^2$

ESV-01-Fo1 SECCIÓN



- El suelo flotante no debe entrar en contacto con las particiones o pilares. Entre el suelo y los paramentos debe interponerse una capa de material aislante a ruido de impactos.
- En el caso del detalle ESV-02-Fo1, Si el solado se ejecuta después del trasdosado, se interpondrá un film protector entre el solado y las placas de yeso laminado, de tal forma que se evite que la humedad entre en contacto con las placas de yeso.
- En el caso del detalle ESV-01-Fo2, el rodapié no debe conectar simultáneamente el suelo y la partición, para ello, debe colocarse una junta elástica en la base del rodapié, por ejemplo: Un cordón de silicona.
- Las tuberías que discurran por el suelo y lleguen a la partición estarán revestidas con coquillas un material elástico. Por ejemplo, coquillas de espuma PE o espuma elastomérica.
- Los detalles ESV-01-Fo1 y ESV-Fo2 corresponden a suelos de mortero, tipo SF01. Los mismos detalles serían válidos para la solera seca o la tarima flotante.
- Los detalles relativos a los suelos flotantes y sus especificaciones de montaje están recogidas en los apartados SF01, así como los detalles relativos a las instalaciones empotradas en el suelo.

ESV-01-Fo3
SECCIÓN

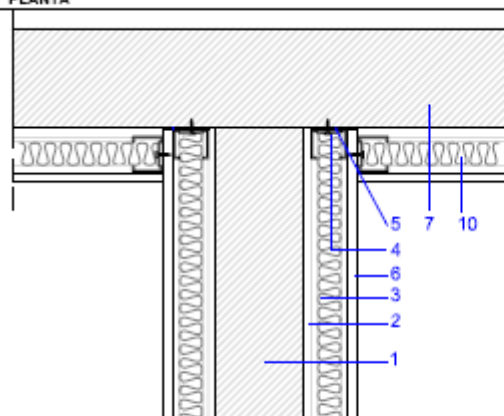
1. Hoja de fábrica o de hormigón
2. Espacio de separación con la hoja de fábrica $\approx 1\text{cm}$
3. Material absorbente acústico
4. Perfilera metálica

5. Bandas de estanquidad
6. Placa de yeso laminado
7. Forjado
8. Material aislante a ruido de impactos (Ficha SF01)

9. Capa de mortero
10. Acabado suelo
11. Rodapié
12. Junta elástica en la base del rodapié, por ejemplo: Un

- Se recomienda que se ejecute primero el trasdosado y después el techo. (Para el caso de recintos de instalaciones se consultará la ficha R-INST-01)

- Si en la cámara del techo se ha introducido un material absorbente acústico, por ejemplo, una lana mineral, se recomienda que al material de la cámara suba hasta el forjado por todos los lados del plenum. Los detalles sobre este aspecto y otros de los techos se muestran en la ficha T-01.

ESV-01-Fc2. Encuentro con fachada no ventilada, hoja exterior de fábrica y hoja interior de entramado
PLANTA

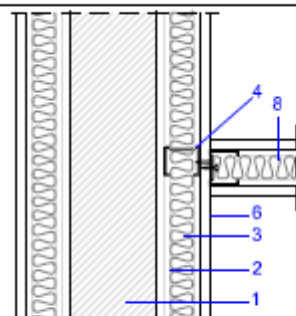
1. Hoja de fábrica o de hormigón
2. Espacio de separación con la hoja de fábrica $\approx 1\text{cm}$
3. Material absorbente acústico
4. Perfilera metálica
5. Banda de estanquidad
6. Placa de yeso laminado

OBSERVACIONES:

- La cámara se interrumpirá entre las dos unidades de uso. La hoja interior de la fachada no será continua y no conectará las dos unidades de uso.

7. Hoja exterior de la fachada de fábrica o de hormigón
8. Cámara de la fachada. Puede estar rellena de cualquier material aislante. Entre las hojas puede existir una cámara no ventilada
9. Hoja interior de fábrica
10. Hoja interior de la fachada de entramado

En los detalles no se han marcado los revestimientos, como enlucidos, enfoscados, etc. de las hojas de fábrica

ESV-01-Tb2. Encuentro con tabiquería de entramado
PLANTA

1. Hoja de fábrica o de hormigón
2. Espacio de separación con la hoja de fábrica $\approx 1\text{cm}$
3. Material absorbente acústico
4. Perfilera metálica

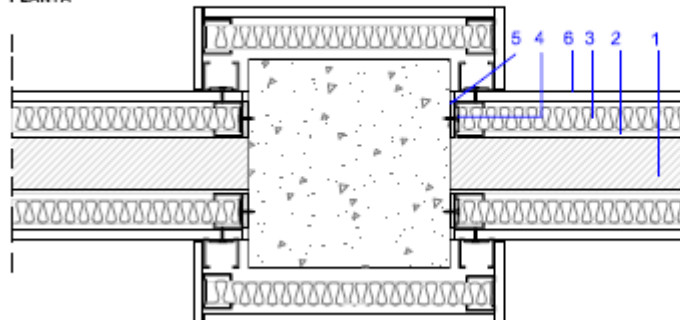
OBSERVACIONES:

- Entre dos unidades de uso, el elemento de separación vertical debe ser continuo. La tabiquería de entramado podrá anclarse a las placas de yeso laminado del trasdosado (Véase detalle ESV-01-Fb2) o también podrá anclarse a la hoja de fábrica.

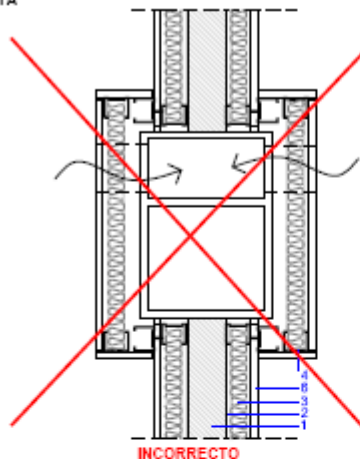
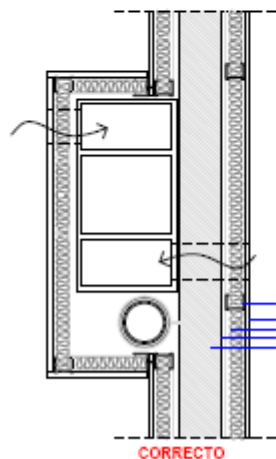
- La tabiquería puede montarse apoyada en el forjado o en el suelo flotante, según el apartado 2.1.4.3.2 de esta Guía.

5. Banda de estanquidad
6. Placa de yeso laminado
7. Tabiquería de fábrica
8. Tabiquería de entramado

En los detalles no se han marcado los revestimientos, como enlucidos, enfoscados...etc. de las hojas de fábrica.

ESV 01-Pi. ENCUENTRO CON PILARES**ESV-01-Pi1**
PLANTA**OBSERVACIONES:**

- Cuando un pilar se adose al elemento de separación vertical de tipo 1, se trasdosarán ambas caras del pilar o se adoptará una disposición similar a la recogida en el detalle ESV-01-Pi2, de forma que el aislamiento acústico en el pilar sea equivalente al aislamiento acústico de la

ESV 01-C. ENCUENTRO CON CONDUCTOS DE INSTALACIONES**ESV-01-Ci1**
PLANTA**ESV-01-Ci2**
PLANTA**OBSERVACIONES:**

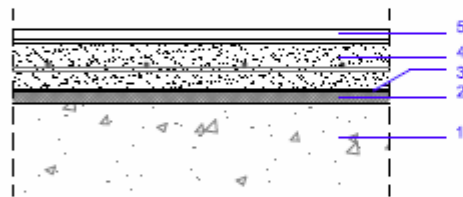
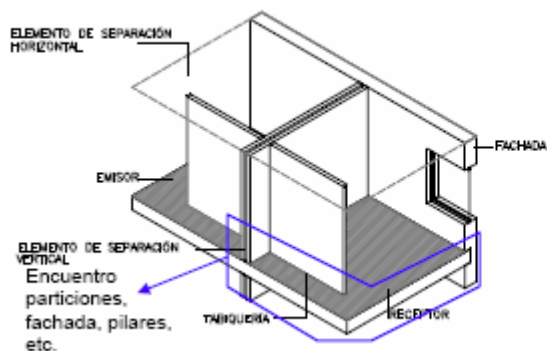
- Cuando un conducto de ventilación se adose a un elemento de separación vertical, la hoja de fábrica debe ser continua y se trasdosará el conducto, de tal forma que se garantice la continuidad de la solución constructiva.
- Los patinillos deben contar con un trasdosado similar al empleado en los elementos de separación verticales.
- En el caso de que dos unidades de uso, compartieran el mismo conducto de extracción, las bocas de extracción no estarán conectadas al mismo conducto, para evitar la transmisión aérea directa, como en el detalle ESV-01-Ci1. Puede adoptarse un esquema análogo al que se indica en el detalle ESV-01-Ci2.
- Los detalles de anclaje de bajantes y sus revestimientos, pueden verse en la ficha de instalaciones.

1. Hoja de fábrica o de hormigón
2. Espacio de separación con la hoja de fábrica ≈ 1cm
3. Material absorbente acústico

4. Perfilera metálica
6. Placa de yeso laminado

SUELOS FLOTANTES. Suelo flotante con solera de mortero**SF-01****Componentes:**

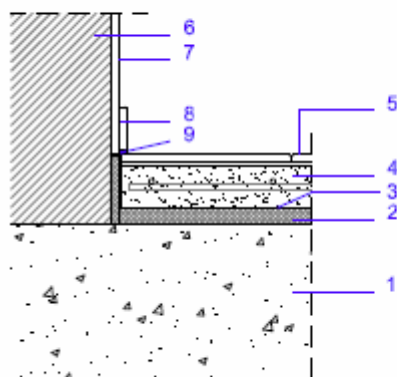
1. **Soporte resistente:** Forjado o losa
 2. **Material aislante a ruido de impactos.**
Puede tratarse de:
 - a. Lana mineral, LM:
Espesor comprendido entre 12 y 30 mm
 - b. Polietileno reticulado.
Espesores 5, 10 mm
 - c. Polietileno expandido.
Espesores 3, 5, 10 mm
 - d. Poliestireno expandido elastificado, EEPS.
Espesores comprendidos entre 20 y 40 mm
 - e. Láminas multicapa¹
 3. **Barrera impermeable.**
Material plástico impermeable, por ejemplo lámina de PE de 0,2 mm de espesor.
Necesaria si:
 - f. El material aislante a ruido de impactos es poroso, por ejemplo, con los paneles de LM.
 - g. Si las juntas entre los paneles no están selladas, por ejemplo, con los paneles EEPS.
 4. **Capa de mortero de al menos 50 mm de espesor.**
Se recomienda incluir un **mallazo de reparto** (por ejemplo, Ø6, 15x15 cm) en la capa de mortero, especialmente cuando sobre él se apoyen cargas lineales, como los tabiques.
- Si no se incluye un mallazo de reparto, se recomienda utilizar una dosificación rica de mortero.
5. **Acabado**
Pavimento (madera, terrazo, gres...etc.)

**SUELOS FLOTANTES: De mortero de hormigón****ENCUENTROS:**

- Con particiones verticales, tabiquería, fachadas, pilares...etc.:
- SF-01-P
- Con conductos de instalaciones
- SF-01-Ci01
 - SF-01-Ci02: conductos de instalaciones con las particiones
 - SF-02-Ci03: Cruces entre el suelo y las instalaciones ...etc.

SF 01-P. ENCUENTRO PARTICIONES VERTICALES, TABIQUERÍA, FACHADAS, PILARES...ETC.SF-01-P
SECCIÓN

OBSERVACIONES:



- El suelo flotante no debe entrar en contacto con los elementos verticales: particiones, pilares, fachadas, trasdosados, tabiquería...etc. Entre el suelo y los paramentos debe interponerse una capa de material aislante a ruido de impactos, que impida el contacto entre el suelo y las particiones.
- A menos que la tabiquería o los trasdosados se monten encima del suelo flotante, **el rodapié no debe conectar simultáneamente el suelo y la partición**, para ello, debe colocarse una junta elástica en la base del rodapié, por ejemplo: Un cordón de silicona. (Véase Ficha ESV-01 Encuentros, detalles ESV-01-Fo1 y ESV-01-Fo2)
- Detalle válido cuando la tabiquería apoye en el forjado. La tabiquería, así como los trasdosados, puede montarse encima del suelo flotante o apoyada en el forjado. (Véase Ficha ESV-01 Encuentros, detalles ESV-01-Fo1 y ESV-01-Fo2)

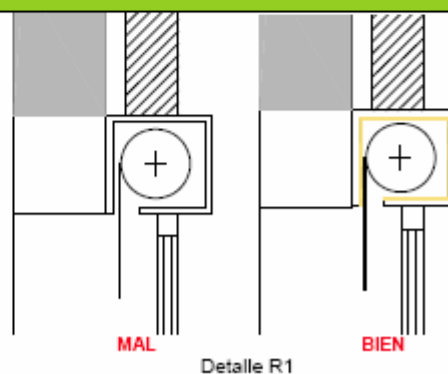
VENTANAS Y CAJAS DE PERSIANA dispuestos por el interior ¹

	Fases de la ejecución: 1. Se colocará el premarco y/o marco en una de las hojas de la fachada según se indique en proyecto, teniendo especial precaución en no dejar más apertura de la necesaria para su colocación. 2. Se sellarán con un material adecuado todas las posibles holguras existentes entre el premarco y/o marco y el cerramiento ciego de la fachada, debiendo rellenarse completamente toda la holgura (espesor del cerramiento de fachada), no sólo superficialmente. 3. Se instalará la ventana y en su caso se sellarán las holguras entre el marco y el premarco con un material elástico, cubriendo todo el espesor del marco. 4. Se colocarán los acabados previstos en el perímetro de la ventana.
Observaciones: - Es vital que las uniones entre el premarco y la fábrica y de los cercos de la carpintería a la fábrica se sellen, de tal forma que la solución sea lo más estanca posible. - En caso de que la ventana lleve una caja de persiana con persiana, se seguirán los mismos pasos que se han indicado anteriormente.	

Recomendaciones:

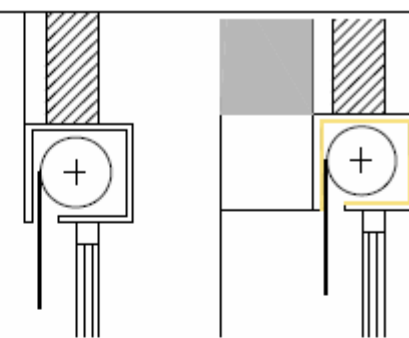
VC-1

- Ajustar las dimensiones del hueco donde se instalará la ventana a las dimensiones que vaya a tener ésta. No hacer huecos mucho más grandes que las dimensiones de la ventana.
- En las fachadas de dos hojas, es recomendable que la carpintería se apoye en una sólo de las hojas.
- Utilizar cajas de persiana prefabricadas, y si es posible, con un material absorbente acústico en la cámara² (Ver detalle R1).

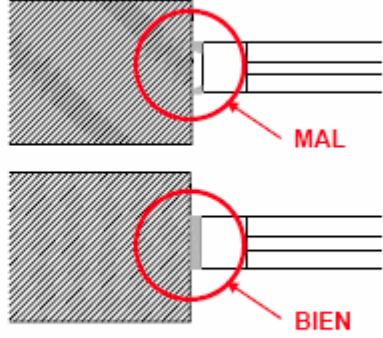


Detalle R1

- Procurar en el diseño que en la zona de la cajonera de la persiana, ésta no sea el único elemento de separación entre el interior el exterior del recinto (Ver detalle R2).



Detalle R2

A evitar:	VC-1
- No rellenar completamente las holguras entre marco y/o premarco con los cerramientos de fachada (Ver detalle V1). - No rellenar completamente las holguras entre el marco y el premarco. - No ajustar adecuadamente las ventanas con su marco, o entre hojas. - Deterioro de los posibles burletes de las ventanas. - No instalar material absorbente acústico en la caja de persiana o hueco de persiana, si así se indicaba en proyecto.	 Detalle V1

HR4. NOTA FINAL

Cualquier aclaración o duda respecto a los planos, memoria, anexos, presupuesto o pliego, así como cualquier modificación de sus determinaciones, se consultará previamente con la Dirección Facultativa.

Se considera que la documentación aportada describe suficientemente el proyecto. En cualquier caso, se queda a disposición de la propiedad, organismos competentes o empresa constructora para cualquier aclaración.

El presente documento es copia del original, del que JOSE M^a PRADA VELÁZQUEZ, arquitecto, es su autor. Su utilización total o parcial, así como cualquier reproducción o cesión a terceros, requerirá la previa y expresa autorización de su autor, quedando en todo caso **PROHIBIDA CUALQUIER MODIFICACIÓN UNILATERAL** del mismo.

en Barañain, a enero de 2023

prada arquitectura



Jose M^a Prada Velázquez
Arquitecto

DB-HE. AHORRO DE ENERGÍA

HE0.	LIMITACIÓN DEL CONSUMO ENERGÉTICO.....	1
HE1.	LIMITACIÓN DE DEMANDA ENERGÉTICA.....	4
HE2.	RENDIMIENTO DE LAS INSTALACIONES TERMICAS	16
HE3.	EFICIENCIA ENERGÉTICA DE LAS INSTALACIONES DE ILUMINACIÓN	17
HE4.	CONTRIBUCIÓN SOLAR MÍNIMA DE AGUA CALIENTE SANITARIA	18
HE5.	CONTRIBUCIÓN FOTOVOLTAICA MÍNIMA DE ENERGÍA ELÉCTRICA	19
HE6.	CALIFICACIÓN ENERGÉTICA PROVISIONAL.....	20
HE7.	NOTA FINAL.....	21
A1.	CERTIFICADO EFICIENCIA ENERGÉTICA.....	¡Error! Marcador no definido.

HE0. LIMITACIÓN DEL CONSUMO ENERGÉTICO

1.- ÁMBITO DE APLICACIÓN

1.1.- ÁMBITO DE APLICACIÓN

Ámbito de aplicación	
X	Edificios de nueva construcción, y ampliaciones de edificios existentes.
	Edificaciones o partes de las mismas que, por sus características de utilización, estén abiertas de forma permanente y sean acondicionadas.

Excepciones	
	Construcciones provisionales con un plazo previsto de utilización igual o inferior a dos años.
	Edificios industriales, de la defensa y agrícolas o partes de los mismos, en la parte destinada a talleres, procesos industriales, de la defensa y agrícolas no residenciales.
	Edificios aislados con una superficie útil total inferior a 50 m ² .

El objeto del presente proyecto es la ejecución de un graderío y vestuarios.

Por lo tanto, será de aplicación la presente sección.

Se aporta como anexo a la presente justificación el certificado de eficiencia energética del edificio, realizado con la herramienta unificada Lider-Calener (HULC).

2.- CARACTERIZACIÓN Y CUANTIFICACIÓN DE LA EXIGENCIA

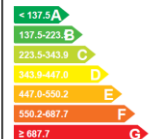
2.1.- CARACTERIZACIÓN DE LA EXIGENCIA

Caracterización de la exigencia	
Norma	Proyecto
1.-La demanda energética de los edificios se limita en función de la zona climática de la localidad de ubicación y del uso previsto. 2.-El consumo energético para el acondicionamiento, en su caso, de aquellas edificaciones o partes de las mismas que, por sus características de utilización, estén abiertas de forma permanente, será satisfecho exclusivamente con energía procedente de fuentes renovables.	1.-La demanda energética del edificio que nos ocupa (centro educativo) se limita en función de la zona climática en la que se ubica (zona D1) y del uso previsto (docente, 12 horas de apertura). 2.-El edificio carece de partes que deban permanecer abiertas 24 horas.

2.2.- CUANTIFICACIÓN DE LA EXIGENCIA

Cuantificación de la demanda	
Norma	Proyecto
1.- El consumo energético de energía primaria no renovable del edificio o la parte ampliada debe ser de una eficiencia igual o superior a la clase B.	1.-El edificio tiene una eficiencia B, de acuerdo a la calificación energética que se aporta como anexo al presente documento.

CALIFICACIÓN ENERGÉTICA OBTENIDA:

CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA NO RENOVABLE [kWh/m ² año]		EMISIONES DE DIÓXIDO DE CARBONO [kgCO ₂ / m ² año]	
	151.6 B		30.4 B

Porcentaje de ahorro sobre la demanda energética conjunta* de calefacción y de refrigeración para 0,80 ren/h**

Ahorro alcanzado (%)	13,93	Ahorro mínimo (%)	10,00	Sí cumple
$D_{cal(0,80),O}$	5,97 kWh/m ² año	$D_{cal(0,80),R}$	13,12 kWh/m ² año	
$D_{ref(0,80),O}$	37,19 kWh/m ² año	$D_{ref(0,80),R}$	34,36 kWh/m ² año	
$D_{G(0,80),O}$	32,00 kWh/m ² año	$D_{G(0,80),R}$	37,17 kWh/m ² año	

Consumo de energía primaria no renovable**

Calificación (C_{ep})	A	Calificación mínima (C_{ep})	B	Sí cumple
C_{ep}	68,04 kWh/m ² año	$C_{ep,B-C}$	123,74 kWh/m ² año	

Ahorro mínimo Porcentaje de ahorro mínimo de la demanda energética conjunta respecto al edificio de referencia según la tabla 2.2 del apartado 2.2.1.1.2 de la sección HE1

$D_{cal(0,80),O}$	Demanda energética de calefacción del edificio objeto para 0,80 ren/hora
$D_{ref(0,80),O}$	Demanda energética de refrigeración del edificio objeto para 0,80 ren/h
$D_{G(0,80),O}$	Demanda energética conjunta de calefacción y refrigeración del edificio objeto para 0,80 ren/h
$D_{cal(0,80),R}$	Demanda energética de calefacción del edificio de referencia para 0,80 ren/hora
$D_{ref(0,80),R}$	Demanda energética de refrigeración del edificio de referencia para 0,80 ren/h
$D_{G(0,80),R}$	Demanda energética conjunta de calefacción y refrigeración del edificio de referencia para 0,80 ren/h

3.- VERIFICACIÓN Y CUMPLIMIENTO DE LA EXIGENCIA

3.1.- PROCEDIMIENTO DE VERIFICACIÓN

Procedimiento de verificación	
Norma	Proyecto
1.- Para la correcta aplicación de esta Sección del DB HE deben verificarse las exigencias cuantificadas en el apartado 2 con los datos definidos en el apartado 4, utilizando un procedimiento de cálculo acorde a las especificaciones establecidas en el apartado 5.	1.-Se ha empleado para la cuantificación la herramienta unificada Lider-Calener (HULC).

3.2.- JUSTIFICACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DE LA EXIGENCIA

Justificación del cumplimiento de la exigencia	
Norma	Proyecto
1.- Para justificar que un edificio cumple la exigencia básica de limitación del consumo energético que se establece en esta sección del DB HE, los documentos de proyecto han de incluir la siguiente información: a) definición de la zona climática de la localidad en la que se ubica el edificio, de acuerdo a la zonificación establecida en la sección HE1 de este DB; b) procedimiento empleado para el cálculo de la demanda energética y el consumo energético; c) demanda energética de los distintos servicios técnicos del edificio (calefacción, refrigeración, ACS y, en su caso, iluminación); d) descripción y disposición de los sistemas empleados para satisfacer las necesidades de los distintos servicios técnicos del edificio; e) rendimientos considerados para los distintos equipos de los servicios técnicos del edificio; f) factores de conversión de energía final a energía primaria empleados; g) para uso residencial privado, consumo de energía procedente de fuentes de energía no renovables; h) en caso de edificios de uso distinto al residencial privado, calificación energética para el indicador de energía primaria no renovable.	1.-Se ha tenido en cuenta la información señalada de cara a la justificación de la exigencia básica de limitación del consumo energético.

4.- DATOS PARA EL CÁLCULO DEL CONSUMO ENERGÉTICO

Se han tenido en cuenta las condiciones operacionales, los factores de conversión de energía final a energía primaria, así como las eficiencias señaladas por los fabricantes (junto con sus correspondientes ensayos) de los diferentes equipos intervinientes.

5.- PROCEDIMIENTOS DE CÁLCULO DEL CONSUMO ENERGÉTICO

El procedimiento de cálculo permite el desglose del consumo energético en función del vector energético utilizado.

HE1. LIMITACIÓN DE DEMANDA ENERGÉTICA

1.- GENERALIDADES

1.1.- ÁMBITO DE APLICACIÓN

Ámbito de aplicación	
X	Edificios de nueva construcción.
	Intervenciones en edificios existentes si se incrementa la superficie o el volumen construido, o si se reforma (llevándose a cabo cualquier trabajo distinto del que se lleve a cabo para el mantenimiento exclusivo del edificio).

Excepciones	
	Edificios y monumentos protegidos oficialmente por ser parte de un entorno declarado o en razón de su particular valor arquitectónico o histórico, cuando el cumplimiento de tales exigencias pudiese alterar de manera inaceptable su carácter o aspecto.
	Edificios utilizados como lugares de culto y para actividades religiosas.
	Construcciones provisionales con un plazo previsto de utilización igual o inferior a dos años.
	Instalaciones industriales, talleres y edificios agrícolas no residenciales.
	Edificios aislados con una superficie útil total inferior a 50 m ² .
	Las edificaciones o partes de las mismas que, por sus características de utilización, estén abiertas de forma permanente.
	Cambio del uso característico del edificio cuando éste no suponga una modificación de su perfil de uso.

El objeto del presente proyecto es la ejecución de un graderío y vestuarios.

Por lo tanto, será de aplicación la presente sección.

2.- CARACTERIZACIÓN Y CUANTIFICACIÓN DE LAS EXIGENCIAS

2.1.- CARACTERIZACIÓN DE LA EXIGENCIA

Demanda energética	
Norma	Proyecto
-La demanda energética de los edificios se limita en función del clima de la localidad en la que se ubican, según la zonificación climática establecida en el apartado 3.1.1, y de la carga interna en sus espacios según el apartado 3.1.2. -La demanda energética será inferior a la correspondiente a un edificio en el que los parámetros característicos de los cerramientos y particiones interiores que componen su envolvente térmica, sean los valores límites establecidos en las tablas 2.2. -Para evitar descompensaciones entre la calidad térmica de diferentes espacios, cada uno de los cerramientos y particiones interiores de la envolvente térmica tendrán una transmitancia no superior a los valores indicados en la tabla 2.1 en función de la zona climática en la que se ubique el edificio. -En edificios de viviendas, las particiones interiores que limitan las unidades de uso con sistema de calefacción previsto en el proyecto, con las zonas comunes del edificio no calefactadas, tendrán cada una de ellas una transmitancia no superior a 1,2 W/m²K.	-Los valores máximos de transmitancia térmica de la envolvente térmica serán inferiores a los establecidos en la tabla 2.1. -Los valores de los parámetros característicos medios de las diferentes categorías de paramentos que definen la envolvente térmica (ponderando las características de cada uno en función de su área en relación con el área total de la categoría a que pertenece), serán inferiores a los valores límite establecidos en la tabla 2.2.

Condensaciones	
Norma	Proyecto
1.-Las condensaciones superficiales en los cerramientos y particiones interiores que componen la envolvente térmica del edificio, se limitarán de forma que se evite la formación de mohos en su superficie interior. Para ello, en aquellas superficies interiores de los cerramientos que puedan absorber agua o susceptibles de degradarse y especialmente en los puentes térmicos de los mismos, la humedad relativa media mensual en dicha superficie será inferior al 80%. 2.-Las condensaciones intersticiales que se produzcan en los cerramientos y particiones interiores que componen la envolvente térmica del edificio serán tales que no produzcan una merma significativa en sus prestaciones térmicas o supongan un riesgo de degradación o pérdida de su vida útil. Además, la máxima condensación acumulada en cada periodo anual no será superior a la cantidad de evaporación posible en el mismo periodo.	1.-Es de entender que se cumplirán, para cerramientos y particiones interiores los valores de transmitancia máxima de la tabla 2.1, por lo que también se cumplirá automáticamente con las exigencias para evitar condensaciones superficiales. Así mismo, también cumplirán automáticamente con las exigencias para evitar condensaciones superficiales las particiones interiores que lindan con espacios no habitables de escasa producción de vapor de agua y cerramientos en contacto con el terreno. No obstante, se comprobarán expresamente los puentes térmicos. 2.-Todos los cerramientos (excepto el cerramiento en contacto con el terreno –suelo-) dispondrán de barrera paravapor en la cara caliente del cerramiento (adosado al aislamiento térmico), por lo que cumplirán automáticamente con las exigencias para evitar las condensaciones intersticiales. Así mismo, también cumplirá automáticamente con las exigencias para evitar las condensaciones intersticiales el cerramiento en contacto con el terreno -

Permeabilidad al aire	
Norma	Proyecto
-Las carpinterías de los huecos (ventanas y puertas) y lucernarios de los cerramientos se caracterizan por su permeabilidad al aire. -La permeabilidad de las carpinterías de los huecos y lucernarios de los cerramientos que limitan los espacios habitables de los edificios con el ambiente exterior se limita en función del clima de la localidad en la que se ubican, según la zonificación climática establecida en el apartado 3.1.1. -La permeabilidad al aire de las carpinterías, medida con una sobrepresión de 100 Pa, tendrá unos valores inferiores a los siguientes: a) Para las zonas climáticas A y B: 50 m³/h m². b) Para las zonas climáticas C, D y E: 27 m³/h m²	-Con independencia de la zona climática (que será D1), se colocarán carpinterías cuya permeabilidad al aire, con una sobrepresión de 100 Pa, sea <27 m³/h m²

Zona climática		
Localización	Desnivel respecto al mar	Zona térmica
Pamplona (Navarra)	456 m.	D1

3.- CÁLCULO Y DIMENSIONADO

Definición de la envolvente térmica del edificio y clasificación de sus componentes

La envolvente térmica del edificio, como muestra la figura 3.2, está compuesta por todos los cerramientos que limitan espacios habitables con el ambiente exterior (aire o terreno u otro edificio) y por todas las particiones interiores que limitan los espacios habitables con los espacios no habitables que a su vez estén en contacto con el ambiente exterior.

Los cerramientos y particiones interiores de los espacios habitables se clasifican según su situación en las siguientes categorías:

- a) **Cubiertas**, comprenden aquellos cerramientos superiores en contacto con el aire cuya inclinación sea inferior a 60° respecto a la horizontal.
- b) **Suelos**, comprenden aquellos cerramientos inferiores horizontales o ligeramente inclinados que estén en contacto con el aire, con el terreno, o con un espacio no habitable.
- c) **Fachadas**, comprenden los cerramientos exteriores en contacto con el aire cuya inclinación sea superior a 60° respecto a la horizontal. Se agrupan en 6 orientaciones según los sectores angulares contenidos en la figura 3.1. La orientación de una fachada se caracteriza mediante el ángulo α que es el formado por el norte geográfico y la normal exterior de la fachada, medido en sentido horario.
- d) **Medianerías**, comprenden aquellos cerramientos que lindan con otros edificios ya construidos o que se construyan a la vez y que conformen una división común. Si el edificio se construye con posterioridad el cerramiento se considerará, a efectos térmicos, una fachada.
- e) **Cerramientos en contacto con el terreno**, comprenden aquellos cerramientos distintos a los anteriores que están en contacto con el terreno.
- f) **Particiones interiores**, comprenden aquellos elementos constructivos horizontales o verticales que separan el interior del edificio en diferentes recintos.

Los cerramientos de los espacios habitables se clasifican según su diferente comportamiento térmico y cálculo de sus parámetros característicos en las siguientes categorías:

- a) **Cerramientos en contacto con el aire:**
 - i) Parte opaca, constituida por muros de fachada, cubiertas, suelos en contacto con el aire y los puentes térmicos integrados.
 - ii) Parte semitransparente, constituida por huecos (ventanas y puertas) de fachada y lucernarios de cubiertas.
- b) **Cerramientos en contacto con el terreno**, clasificados según los tipos siguientes:
 - i) Suelos en contacto con el terreno.
 - ii) Muros en contacto con el terreno.
 - iii) Cubiertas enterradas.
- c) **Particiones interiores en contacto con espacios no habitables**, clasificados según los tipos siguientes:
 - i) Particiones interiores en contacto con cualquier espacio no habitable (excepto cámaras sanitarias).
 - ii) Suelos en contacto con cámaras sanitarias.

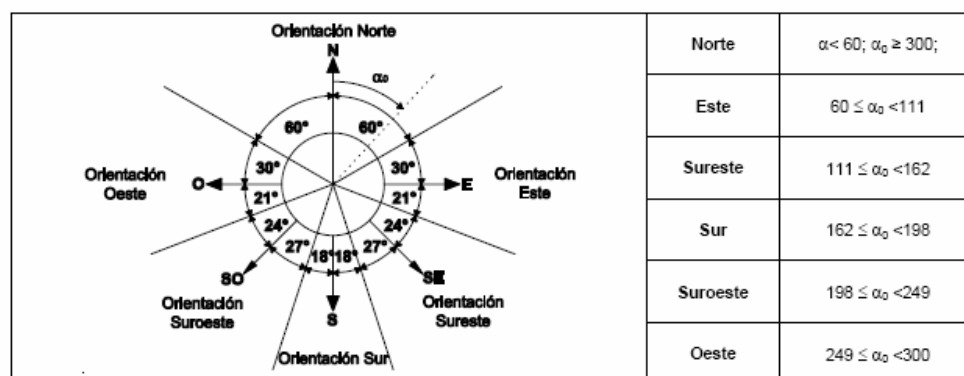
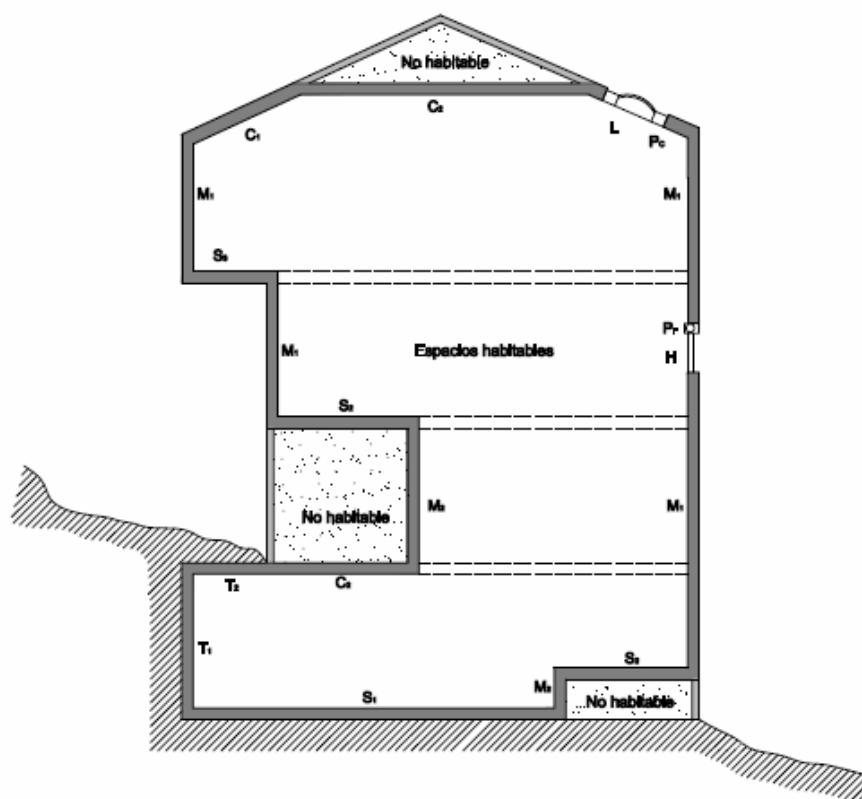


Figura 3.1. Orientaciones de las Fachadas

Figura 3.2 Esquema de *envolvente térmica* de un edificio

Elementos constructivos

1.- Fachadas

•M1.

Composición de cerramientos:

Lado Exterior del muro.

Limpiar la composición.

Nº	Material	Espesor
1	Caliza dureza media [1800 < d < 1990]	0.03
2	MW Lana mineral [0.031 W/[mK]]	0.1
3	Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido 1800 < d < 2000	0.02
4	1/2 pie LM métrico o catalán 40 mm < G < 50 mm	0.115
5	Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido 1800 < d < 2000	0.02
6	MW Lana mineral [0.031 W/[mK]]	0.07
7	Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	0.015
8	Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	0.015

Lado Interior del muro.

Espesor total del cerramiento: 0.385 metros.

Previsualización del cerramiento compuesto.



Resistencia térmica de la composición:

Transmitancia (U): 0.17 W/m2K.

2.- Cubiertas

•CI1.

Composición de cerramientos:

Cara Superior del cerramiento. Limpiar la composición.

Nº	Material	Espesor
1	Teja de arcilla cocida	0.02
2	XPS Expandido con dióxido de carbono CO2 [0.034 W/[mK]]	0.06
3	tejaPlast	0.04
4	MW Lana mineral [0.031 W/[mK]]	0.12
5	FU Entrevigado de hormigón -Canto 350 mm	0.35
6	Enlucido de yeso d < 1000	0.02
7	MW Lana mineral [0.031 W/[mK]]	0.06
8	Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	0.015

Cara Inferior del cerramiento. Espesor total del cerramiento: 0.685 metros.

Previsualización del cerramiento compuesto.



Resistencia térmica de la composición:

Transmitancia (U): **0.12** W/m2K.

3.- Suelos

•S1.

Composición de cerramientos:

Cara Superior del cerramiento. Limpiar la composición.

Nº	Material	Espesor
1	Azulejo cerámico	0.04
2	MORgt1600	0.05
3	XPS Expandido con dióxido de carbono CO3 [0.038 W/[mK]]	0.15
4	XPS Expandido con dióxido de carbono CO3 [0.038 W/[mK]]	0.04
5	Hormigón convencional d 2200	0.05
6	Cámara de aire ventilada	0.5
7	Hormigón convencional d 2200	0.1
8	Arena y grava [1700 < d < 2200]	0.4

Cara Inferior del cerramiento. Espesor total del cerramiento: 1.33 metros.

Previsualización del cerramiento compuesto.



Resistencia térmica de la composición:

Transmitancia (U): **0.18** W/m2K.

4.- Vidrios

CÁMARAS

Número de Cámaras

0 1 2

CÁMARA 1

Tipo de gas

ARGÓN

Esesor

15 mm

Emissividad Cara Exterior de Cámara

0.837

Vidrio Normal

Emissividad Cara Interior de Cámara

0.04

Vidrio Bajo Emisivo

CÁMARA 2

Tipo de gas

ARGÓN

Esesor

15 mm

Emissividad Cara Exterior de Cámara

0.837

Vidrio Normal

Emissividad Cara Interior de Cámara

0.04

Vidrio Bajo Emisivo

INCLINACIÓN

☒ Vertical ☐ Horizontal ☐ Especificar 90°

VIDRIOS

Número de Vidrios

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Esesor Vidrio 1

10 mm

Esesor Vidrio 2

4 mm

Esesor Vidrio 3

10 mm

INCLINACIÓN ⓘ

☒ Vertical ☐ Horizontal ☐ Especificar **90°**

LÁMINAS POLIMÉRICAS ⓘ

Número de Láminas

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Esesor Lámina 1 **0.38** mm

Esesor Lámina 2 **0.38** mm

RESULTADOS ⓘ

1.5075 m²K/W	0.0240 m²K/W	0.0032 m²K/W
esesor total 54.76 mm	U térmica 0.6 W/m²K ⓘ	
peso 60.0 kg/m²		

5.- Carpinterías



COR 70 INDUSTRIAL

RPT

EFICIENCIA ENERGÉTICA

Coeficiente de transmisión térmica

 U_w desde 0,9 (W/m²K)

Consultar tipología, dimensión y vidrio.

CTE- Apto para zonas climáticas*:

 α A B C D E

* En función de la transmitancia del vidrio.

AISLAMIENTO ACÚSTICO

Máximo acristalamiento: 55 mm.

Máximo aislamiento acústico: $R_w = 44$ dB.

CATEGORÍAS ALCANZADAS EN BANCO DE ENSAYOS

Protección frente a los agentes atmosféricos

Permeabilidad al aire (UNE-EN 12207:2000):

Clase 4

Estanqueidad al agua (UNE-EN 12208:2000):

Clase E1200

Resistencia al viento (UNE-EN 12210:2000):

Clase C5

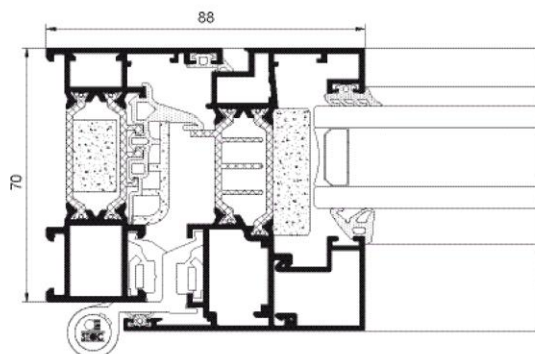
Ensayo de referencia ventana 1,23 x 1,48 m. 2 hojas.

Resistencia a la efracción (UNE-EN 1627:2011):

Grado RC2 (WK2)

Ensayo de referencia ventana 2,52 x 1,47 m. 1 hoja con herraje EVO SECURITY.

SECCIONES	Marco 70 mm Hoja 78 mm	ALEACIÓN DE EXTRUSIÓN	6063 T-5
ESPESOR PERFILERÍA	Ventana 1,5 mm Balconera 1,7 mm	LONGITUD VARILLA POLIAMIDA	Poliamida 6.6 reforzada con un 25% de fibra de vidrio: 32 a 35 mm
DIMENSIONES MÁXIMAS	Ancho (L) = 1.600 mm Alto (H) = 2.600 mm	JUNTAS	Triple junta de EPDM
PESO MÁXIMO/ HOJA	160 Kg.	ESPUMAS	Espuma de poliolefina perimetral en la zona del galce de vidrio
ACABADOS	Lacado colores (RAL, moteados, rugosos...) Según sello Qualicoat >60 micras Lacado imitación madera Según sello Qualideco Anodizado Según sello Ewwa Euras Standard Clase 15 Posibilidad Clase 20 y 25 Posibilidad bicolor	POSIBILIDADES DE APERTURA	INTERIOR Practicable, oscilo-batiente, plegable oscilo-paralela, abatible y pivotante de eje horizontal o vertical EXTERIOR Practicable y proyectante - deslizante
HERRAJE	Posibilidad bisagras ocultas Posibilidad herraje de seguridad		





PUERTA MILLENNIUM PLUS 70

RPT

EFICIENCIA ENERGÉTICA

Coeficiente de transmisión térmica

 U_w desde 0,9 (W/m²K)

Consultar tipología, dimensión y vidrio.

CTE- Apto para zonas climáticas*:

 α A B C D E

* En función de la transmitancia del vidrio.

AISLAMIENTO ACÚSTICO

Máximo acristalamiento: 54 mm.

Máximo aislamiento acústico: $R_w = 38$ dB.

CATEGORÍAS ALCANZADAS EN BANCO DE ENSAYOS

Protección frente a los agentes atmosféricos

Permeabilidad al aire (UNE-EN 12207:2000):

Clase 4

Estanqueidad al agua (UNE-EN 12208:2000):

Clase 6A

Resistencia al viento (UNE-EN 12210:2000):

Clase C4

Ensayo de referencia ventana 1,20 x 2,30 m. 1 hoja.

Resistencia al impacto de cuerpo blando

Clase 5 (máx)

(UNE-EN 13049:2003)

Ensayo de referencia puerta 1,80 x 2,20 m. 2 hojas. Vidrio laminar 3+3

Resistencia a aperturas y cierres repetidos

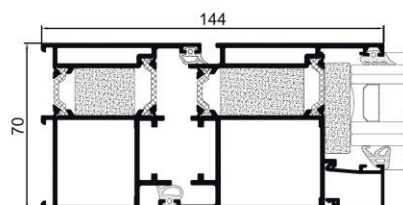
1.000.000 ciclos

(UNE-EN 1191:2000)

Ensayo de referencia puerta 2,10 x 2,10 m. 1 hoja

SECCIONES	Marco 70 mm Hoja 70 mm	ALEACIÓN DE EXTRUSIÓN	6063 T-5						
ESPESOR PERFERÍA	Puerta 2,0 mm	LONGITUD VARILLA POLIAMIDA	Poliamida 6.6 reforzada con un 25% de fibra de vidrio: 24 mm						
DIMENSIONES MÁXIMAS	Ancho (L) = 1.800 mm Alto (H) = 3.000 mm Puerta Ancho (L) = 1.500 mm Alto (H) = 2.700 mm Puerta bisagras ocultas	JUNTAS	Doble junta de EPDM						
PESO MÁXIMO/ HOJA	220 Kg. 120 Kg. (bisagras ocultas)	ESPUMAS	Espuma de poliolefina perimetral en la zona del galce de vidrio						
Consultar peso y dimensiones máximas según tipología.									
ACABADOS	Lacado colores (RAL, moteados, rugosos...) Según sello Qualicoat >60 micras Lacado imitación madera Según sello Qualideco Anodizado Según sello Ewwa Euras Standard Clase 15 Posibilidad Clase 20 y 25 Posibilidad bicolor	POSIBILIDADES DE APERTURA	<table><tr><td>INTERIOR</td><td>Practicable de 1 y 2 hojas</td></tr><tr><td>EXTERIOR</td><td>Practicable de 1 y 2 hojas</td></tr><tr><td>AUTOM.</td><td>Practicable interior y exterior de 1 hoja</td></tr></table>	INTERIOR	Practicable de 1 y 2 hojas	EXTERIOR	Practicable de 1 y 2 hojas	AUTOM.	Practicable interior y exterior de 1 hoja
INTERIOR	Practicable de 1 y 2 hojas								
EXTERIOR	Practicable de 1 y 2 hojas								
AUTOM.	Practicable interior y exterior de 1 hoja								

Consultar peso y dimensiones máximas según tipología.



Cálculo de la demanda energética del edificio

CALIFICACIÓN ENERGÉTICA OBTENIDA:

CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA NO RENOVABLE [kWh/m² año]		EMISIONES DE DIÓXIDO DE CARBONO [kgCO2/ m² año]	
	151.6 B		30.4 B

Cerramientos opacos

Nombre	Tipo	Superficie [m²]	Transmitancia [W/m²·K]	Modo de obtención
CUBIERTA P1	Cubierta	1615.7	0.26	Conocidas
CUBIERTA PB	Cubierta	758.64	0.26	Conocidas
CUBIERTA AUDITORIO	Cubierta	340.41	0.19	Conocidas
CUBIERTA VESTUARIOS	Cubierta	285.94	0.19	Conocidas
SOLERA PB	Suelo	2393.35	0.25	Estimadas
SOLERA AUDITORIO	Suelo	340.41	0.34	Estimadas
SOLERA VESTUARIOS	Suelo	285.94	0.68	Estimadas
S1	Fachada	335.04	0.19	Conocidas
S2	Fachada	146.8	0.19	Conocidas
S3	Fachada	305.29	0.19	Conocidas
S4	Fachada	59.26	0.36	Conocidas
N1	Fachada	120.51	0.19	Conocidas
N2	Fachada	113.17	0.19	Conocidas
N3	Fachada	243.97	0.19	Conocidas
N4	Fachada	83.75	0.36	Conocidas
O1	Fachada	610.53	0.19	Conocidas
O2	Fachada	119.01	0.36	Conocidas
E1	Fachada	552.51	0.19	Conocidas
E2	Fachada	83.39	0.36	Conocidas

Huecos y lucernarios

Nombre	Tipo	Superficie [m ²]	Transmitancia [W/m ² ·K]	Factor solar	Modo de obtención. Transmitancia	Modo de obtención. Factor solar
VENTANAS/PUERTAS_1 (S1)	Hueco	28.71	2.13	0.51	Conocido	Conocido
VENTANAS/PUERTAS_2 (S1)	Hueco	10.25	2.13	0.51	Conocido	Conocido
VENTANAS/PUERTAS_1 (S2)	Hueco	39	2.13	0.51	Conocido	Conocido
VENTANAS/PUERTAS_1 (S3)	Hueco	30.32	2.13	0.51	Conocido	Conocido
VENTANAS/PUERTAS_1 (S4)	Hueco	4.05	2.13	0.51	Conocido	Conocido
VENTANAS/PUERTAS_1 (N1)	Hueco	10.89	2.13	0.51	Conocido	Conocido
VENTANAS/PUERTAS_1 (N2)	Hueco	40.57	2.13	0.51	Conocido	Conocido
VENTANAS/PUERTAS_1 (N3)	Hueco	27	2.13	0.51	Conocido	Conocido
VENTANAS/PUERTAS_1 (N4)	Hueco	7.44	2.13	0.51	Conocido	Conocido
VENTANAS/PUERTAS_1 (O1)	Hueco	84.53	2.13	0.51	Conocido	Conocido
VENTANAS/PUERTAS_1 (O2)	Hueco	3.45	2.13	0.51	Conocido	Conocido
VENTANAS/PUERTAS_1 (E1)	Hueco	49.08	2.13	0.51	Conocido	Conocido

4.- PRODUCTOS DE CONSTRUCCIÓN

4.1.- CARACTERÍSTICAS EXIGIBLES A LOS PRODUCTOS

Se realizará según lo indicado en esta sección y en el Pliego General de Condiciones Técnicas y de Seguridad y Salud

4.2.- CARACTERÍSTICAS EXIGIBLES A LOS CERRAMIENTOS Y PARTICIONES INTERIORES DE LA ENVOLVENTE TÉRMICA

Se realizará según lo indicado en esta sección y en el Pliego General de Condiciones Técnicas y de Seguridad y Salud

4.3.- CONTROL EN RECEPCIÓN EN OBRAS DE PRODUCTOS

Se realizará según lo indicado en esta sección y en el Pliego General de Condiciones Técnicas y de Seguridad y Salud

5.- CONSTRUCCIÓN

5.1.- EJECUCIÓN

Se realizará según lo indicado en esta sección y en el Pliego General de Condiciones Técnicas y de Seguridad y Salud

5.2.- CONTROL DE LA EJECUCIÓN

Se realizará según lo indicado en esta sección y en el Pliego General de Condiciones Técnicas y de Seguridad y Salud

5.3.- CONTROL DE LA OBRA TERMINADA

Se realizará según lo indicado en esta sección y en el Pliego General de Condiciones Técnicas y de Seguridad y Salud

HE2. RENDIMIENTO DE LAS INSTALACIONES TERMICAS

Las instalaciones térmicas se realizarán según lo dispuesto por el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE) y por las Instrucciones Técnicas Complementarias (ITE), y será certificada por el instalador de la misma.

Esta parte se encuentra justificada en la separata de instalaciones correspondiente a climatización y ventilación.

HE3. EFICIENCIA ENERGÉTICA DE LAS INSTALACIONES DE ILUMINACIÓN

1.- GENERALIDADES

1.1.- ÁMBITO DE APLICACIÓN

Ámbito de aplicación	
☒	Edificios de nueva construcción.
☐	Rehabilitación de edificios existentes con una superficie útil superior a 1.000 m ² , donde se renueve más del 25% de la superficie iluminada.
☐	Reformas de locales comerciales y de edificios de uso administrativo en los que se renueve la instalación de iluminación.

Excepciones	
☐	Edificios y monumentos con valor histórico o arquitectónico reconocido, cuando el cumplimiento de las exigencias de esta sección pudiese alterar de manera inaceptable su carácter o aspecto.
☐	Construcciones provisionales con un plazo previsto de utilización igual o inferior a 2 años.
☐	Instalaciones industriales, talleres y edificios agrícolas no residenciales.
☐	Edificios independientes con una superficie útil total inferior a 50 m ² .
☐	Interiores de viviendas.
☐	Alumbrados de emergencia.

Esta parte se encuentra justificada en la separata de instalaciones correspondiente a electricidad.

HE4. CONTRIBUCIÓN SOLAR MÍNIMA DE AGUA CALIENTE SANITARIA

1.- GENERALIDADES

1.1.- ÁMBITO DE APLICACIÓN

Ámbito de aplicación	
X	Esta Sección es aplicable a los edificios de nueva construcción y rehabilitación de edificios existentes de cualquier uso en los que exista una demanda de agua caliente sanitaria y/o climatización de piscina cubierta.

Esta parte se encuentra justificada en la separata de instalaciones correspondiente a producción de A.C.S.

HE5. CONTRIBUCIÓN FOTOVOLTAICA MÍNIMA DE ENERGÍA ELÉCTRICA

1.- GENERALIDADES

1.1.- ÁMBITO DE APLICACIÓN

Ámbito de aplicación	
Tipo de uso	Límite de aplicación
Hipermercados	5.000 m2 contruidos
Multitienda y centros de ocio	3.000 m2 contruidos
Nave de almacenamiento	10.000 m2 contruidos
Administrativos	4.000 m2 contruidos
Hoteles y hostales	100 plazas
Hospitales y clínicas	100 camas
Pabellones de recintos feriales	10.000 m2 contruidos

El objeto del presente proyecto es la ejecución de un centro educativo en Gorraiz, que albergará desde infantil hasta bachillerato.

Por lo tanto, será de aplicación la presente sección.

HE6. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA PROVISIONAL

CALIFICACIÓN ENERGÉTICA PROVISIONAL B

ETIQUETA DE EFICIENCIA ENERGÉTICA



HE7. NOTA FINAL

Cualquier aclaración o duda respecto a los planos, memoria, anexos, presupuesto o pliego, así como cualquier modificación de sus determinaciones, se consultará previamente con la Dirección Facultativa.

Se considera que la documentación aportada describe suficientemente el proyecto. En cualquier caso, se queda a disposición de la propiedad, organismos competentes o empresa constructora para cualquier aclaración.

El presente documento es copia del original, del que JOSE Mª PRADA VELÁZQUEZ, arquitecto, es su autor. Su utilización total o parcial, así como cualquier reproducción o cesión a terceros, requerirá la previa y expresa autorización de su autor, quedando en todo caso **PROHIBIDA CUALQUIER MODIFICACIÓN UNILATERAL** del mismo.

en Barañain, a enero de 2023

prada arquitectura



Jose Mª Prada Velázquez
Arquitecto