

Proyecto de escuela infantil de 6 unidades en Valencia

Contenido

A.- Memoria Descriptiva
B.- Memoria Constructiva
C.- Cumplimiento del Código Técnico de la Edificación

Anejo 1.- Estudio geotécnico
Anejo 2.- Cálculo de la estructura
Anejo 3.- Instalación de suministro de agua según DB-HS 4
Anejo 4.- Evacuación de aguas residuales según DB-HS- 5
Anejo 5.- Instalación de calefacción y producción de ACS
Anejo 6.- Instalación eléctrica de baja tensión
Anejo 7.- Instalación de iluminación

D.- Documentación gráfica

A.- Memoria descriptiva

Índice

1.- Introducción	2
2.- Información previa	3
2.1.- Emplazamiento	3
2.2 Soleamiento	4
3.- Descripción del proyecto.....	5
3.1.- Descripción de la intervención.....	5
3.2.- Descripción general del edificio.....	7
3.3.- Programa de necesidades.....	10
3.4.- Uso característico del edificio.....	10
3.5.- Otros usos previstos	10
3.6.- Cuadro de superficies	10
3.7.- Descripción general de los sistemas y de los parámetros que determinan las previsiones técnicas a considerar en el proyecto.....	10
3.7.1.- Sistema de cimentación y estructural.....	10
3.7.2.- Sistema envolvente.....	10
3.7.3.- Sistema de Compartimentación	10
3.7.4.- Sistema de Acabados	10
3.7.5.- Sistema de acondicionamiento ambiental y servicios.....	11
3.8.- Exigencias	11
3.8.1.- Exigencias básicas de seguridad	11
3.8.2.- Exigencias básicas de habitabilidad	11
4.- Prestaciones del edificio.....	12
4.1.- Requisitos básicos de seguridad.....	12
4.2.- Requisitos básicos de habitabilidad	12



1.- Introducción

Se plantea como tema para este Proyecto Final de Carrera una escuela infantil de seis unidades (2 unidades de 3-4 años, 2 unidades de 4-5 años, y 2 unidades de 5-6 años), para un total de 120 niños, ubicada en el interior de una manzana del primer ensanche de Valencia.

2.- Información previa

2.1.- Emplazamiento

El proyecto está ubicado en el interior de la manzana de tipo ensanche de geometría poligonal delimitada por las calles Ruzafa, General San Martín, Xátiva, Castellón, y Alicante.

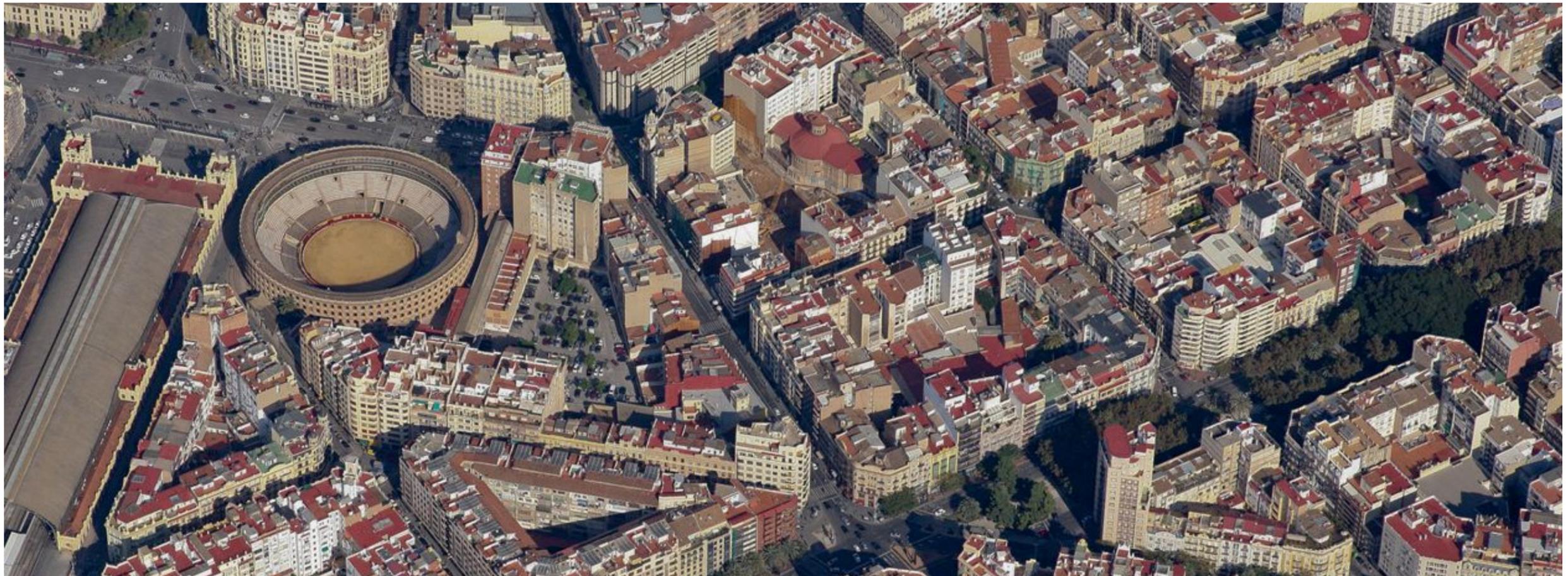
Esta manzana se ve atravesada de Norte a Sur por el pasaje Doctor Serra, teniendo un acceso bajo en un edificio de la calle Xátiva y el acceso opuesto en la calle General San Martín. A diferencia de otros pasajes del centro de Valencia, su recorrido no se realiza bajo edificación, quedando únicamente cubierto en un tramo Norte por una cubierta a dos aguas, realizada con una cercha de perfiles metálicos y paneles translúcidos, que genera un espacio de escala iluminación debido al mal estado de conservación en que se encuentra.

El pasaje deja a su lado izquierdo la plaza de toros de Valencia con sus dependencias, quedando parcialmente oculta por el museo taurino y una tapia. En el lado derecho del pasaje se ubica a lo largo de XXm una pieza comercial de escasa acogida, quedando un tramo a continuación sin edificar, contiguo a un solar, anteriormente destinado a aparcamiento, donde se ha desarrollado el proyecto.

Entre las posibilidades de acceso al solar se encuentran por una parte, el tramo ya mencionado del pasaje junto a la pieza comercial; el actual acceso rodado al parking bajo edificación, realizado desde la calle General San Martín nº13; un local en planta baja de la calle General San Martín nº5 que permitía el anterior acceso rodado al parking, así como el acceso peatonal a éste, y el acceso a un gimnasio en planta sótano; y un solar no edificado en la calle Ruzafa nº16.

Este solar sin edificar de la calle Ruzafa queda parcialmente alineado con la calle Cirilo Amorós, calle que cuenta con mayor importancia comercial conforme se acerca al Mercado de Colón. Este mercado, reformado recientemente, está ubicado en la esquina entre la calle Cirilo Amorós e Isabel la Católica y supone un foco de atracción comercial y turístico.

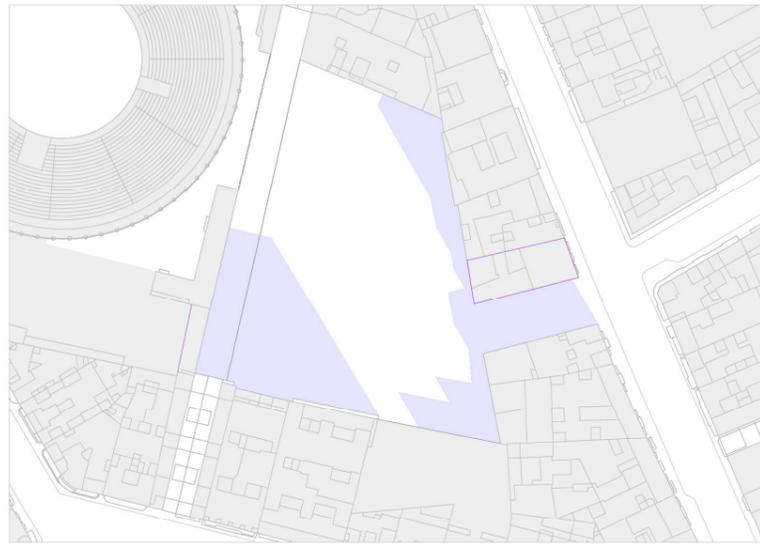
El lado Este de la manzana, delimitado por la calle Ruzafa, cuenta con el mayor número de locales comerciales actualmente en uso del perímetro de la manzana, ya que tanto en la calle General San Martín como, sobretodo, en la pieza comercial del pasaje es habitual la presencia de locales vacíos.



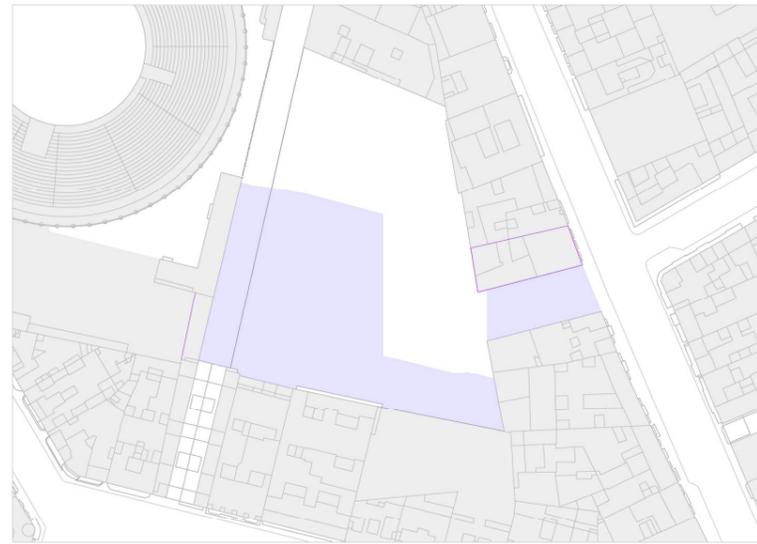
2.2 Soleamiento

Mediante una carta solar se calculan las sombras proyectadas por la edificación que rodea el solar para los meses con el día más corto y más largo respectivamente, a fin de buscar la mejor ubicación para las unidades docentes y el patio.

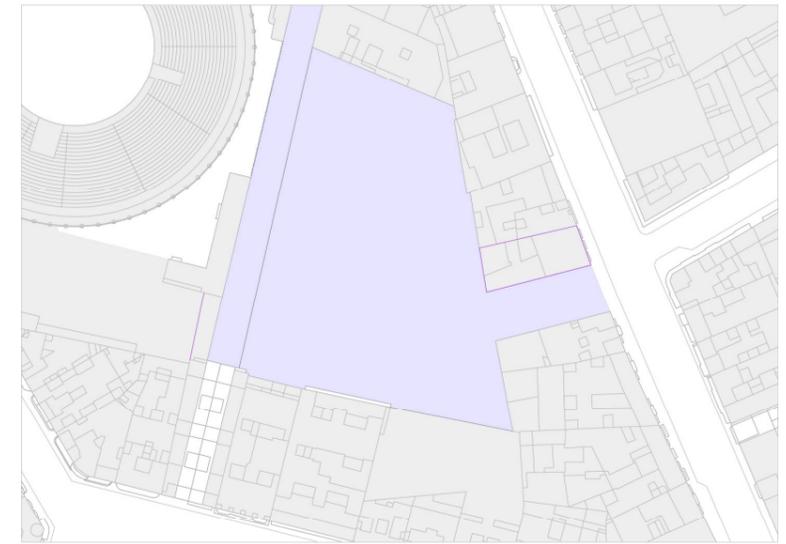
Se han calculado las sombras proyectadas para tres momentos del día, a las 9h, 12h y 16h. De esta manera se conoce el recorrido de estas sombras sobre el solar.



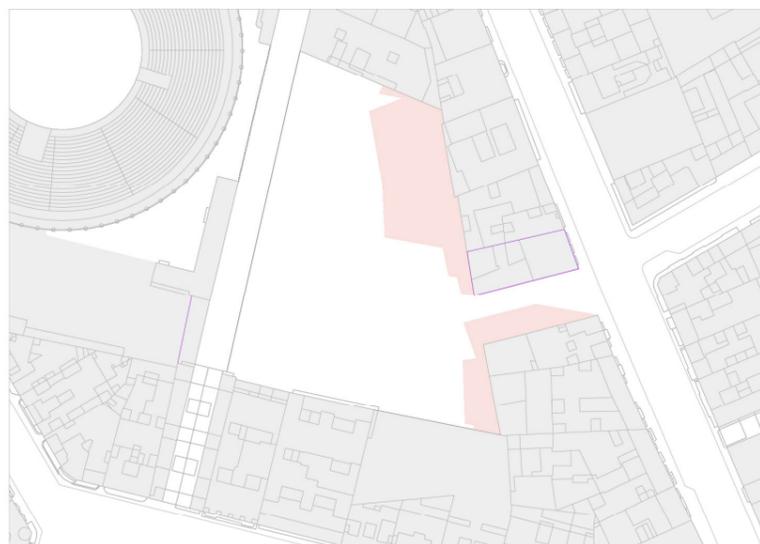
Diciembre 9h



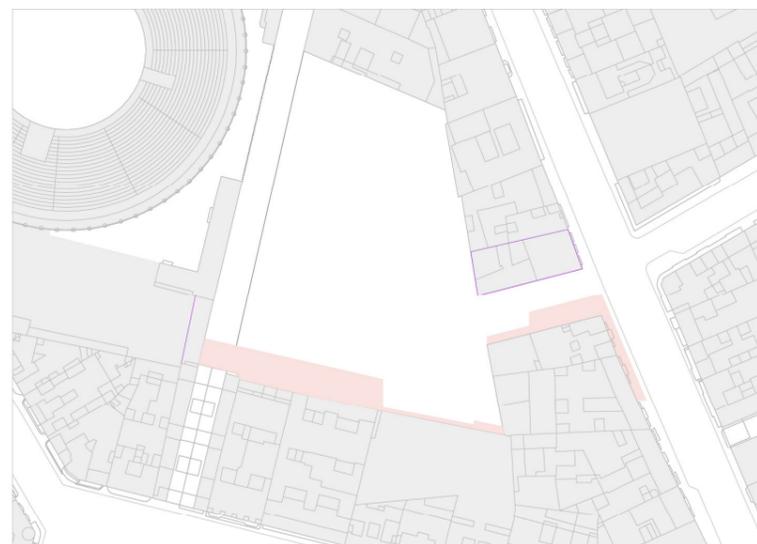
Diciembre 12h



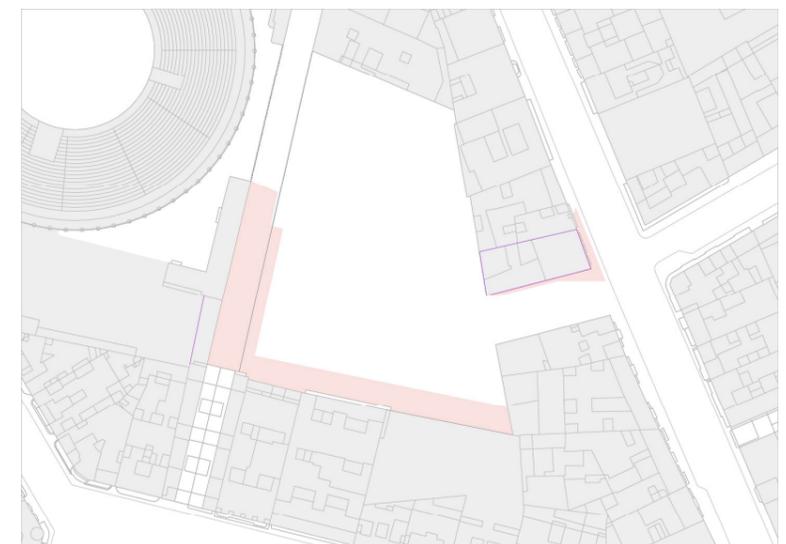
Diciembre 16h



Junio 9h



Junio 12h



Junio 16h

3.- Descripción del proyecto

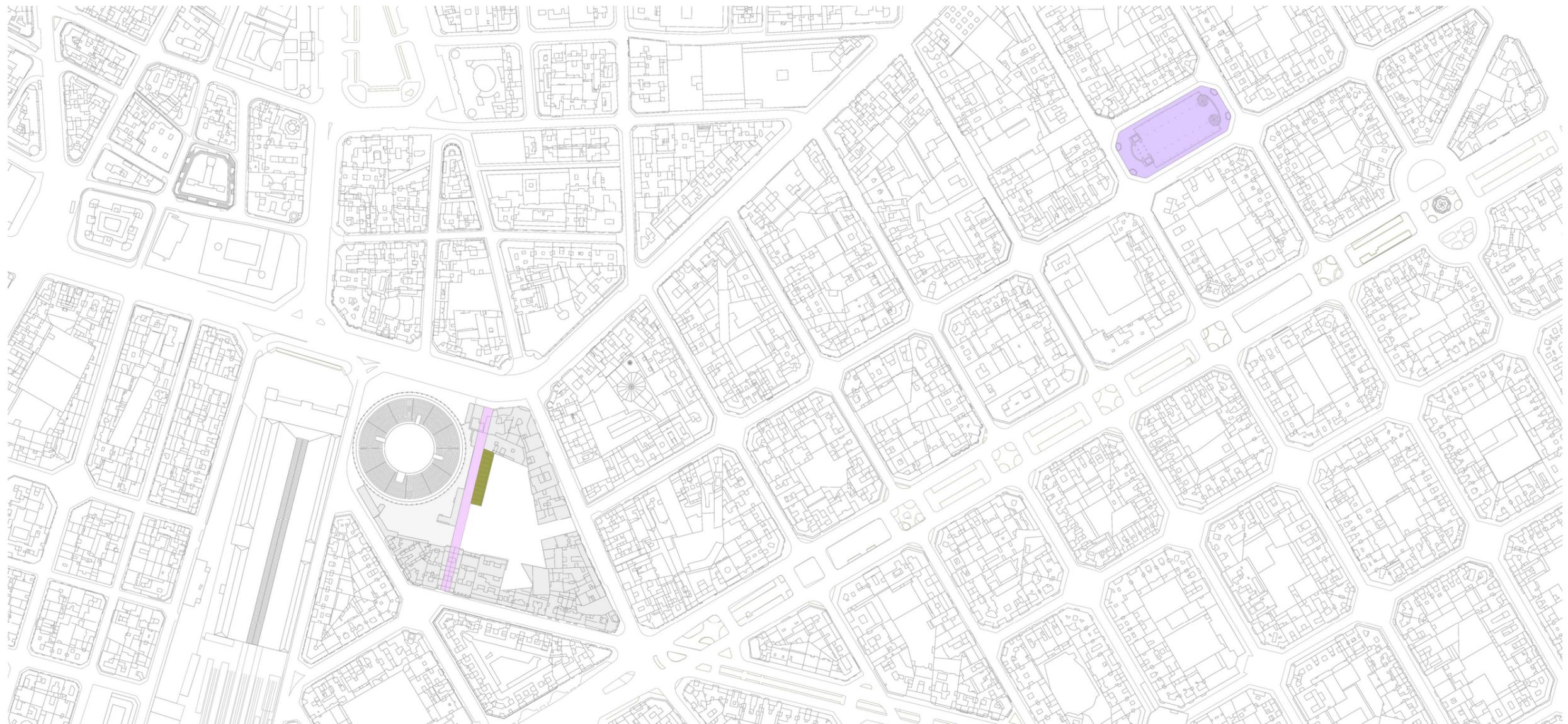
3.1.- Descripción de la intervención

Partiendo de la información recopilada, se propone, además del proyecto de la escuela infantil, una intervención urbana que mejore las condiciones de la manzana de manera que aporte beneficios al barrio.

Esta intervención consiste en la creación de un nuevo foco de atracción, como el que supone el Mercado de Colón, de manera que estando situado en el extremo opuesto de la calle Cirilo Amorós potencie el comercio en la zona y el tránsito de gente. Para ello, además de desarrollar el proyecto de la Escuela Infantil de manera acorde con este propósito, se lleva a cabo una actuación sobre las preexistencias de la manzana.

Esta actuación sobre las preexistencias consiste, por una parte, en suprimir la cubierta y la pieza comercial adosada al pasaje, pero trasladando su uso a otra ubicación dentro de la parcela. Aprovechando la existencia de un solar junto al perímetro sur de la manzana, junto con locales pasantes desde la Calle General San Martín, se proyecta un nuevo espacio comercial, con posibilidad de uso en planta baja y sótano (reutilizando los espacios abandonados del antiguo cine y gimnasio), volcando hacia el interior de la manzana y permitiendo su acceso, de manera que los actuales comercios de la calle Ruzafa también puedan abrir frentes comerciales, o constituirse como locales pasantes.

Para potenciar más este foco comercial, se decide que el actual solar de la calle Ruzafa quede sin edificar, de manera que permita el acceso peatonal desde la calle Cirilo Amorós, dando posibilidad a los locales contiguos a este solar de dar continuidad a su frente comercial.



La parte complementaria para la creación del foco de atracción se lleva a cabo mediante el propio edificio de la escuela infantil y los espacios libres vinculados a él. Teniendo en cuenta que el horario de funcionamiento de la escuela será principalmente por las mañanas o hasta primera hora de la tarde, se propone que el edificio disponga de espacios que permitan su uso tanto por sus usuarios como por los externos a ella.

Partiendo de las condiciones de soleamiento del solar, se reserva para la escuela infantil la superficie correspondiente a la parte Norte, de manera que siempre vayan a tener la mayor incidencia solar posible; y asignando a la superficie restante inferior el cometido de espacio libre público principal, cómo plaza, lugar de reunión, juego, de espera, y de acceso al comercio, que gracias a la configuración que resulta de mantener sin edificar el solar de la calle Ruzafa, tiene un fácil acceso a la vez que permite la existencia de espacios protegidos por la geometría edificada.

El espacio multiuso de la escuela se diseña como el elemento puente entre el propio edificio y este espacio público de la parte Sur del interior de la manzana, de manera que sea un límite difuso.

A parte de este espacio público de mayor importancia y teniendo en cuenta que el pasaje se usa principalmente para cruzar la manzana, se crea una zona ajardinada, ubicado aproximadamente en la huella de la antigua pieza comercial, de manera que sirva de colchón entre la escuela y este recorrido de gente. Se busca así también proporcionar también un lugar de ambiente diferenciado dentro del interior de la manzana, permitiendo realizar una pausa en un lugar al que ir al usar el pasaje, lejos de quedar relegado únicamente al tránsito rápido de peatones.

Para mejorar este espacio se decide retirar la tapia que daba continuidad a la fachada de ladrillo del museo taurino y sustituyéndola por una cancela del mismo tipo que la usada para cerrar los accesos al público en el resto de su perímetro; de manera que la plaza de toros ya no quede oculta, y pueda contemplarse como monumento.



3.2.- Descripción general del edificio

Desde el principio del proyecto está presente la idea de que los pequeños usuarios de las unidades docentes las identificasen con su casa del aprendizaje, de manera que se han desarrollado como edificaciones independientes, disponiendo cada una de manera completa de todos los espacios necesarios para su funcionamiento. Esta separación también les permite disponer de mayores huecos para iluminación y ventilación, así como espacios entre ellas para realizar actividades.

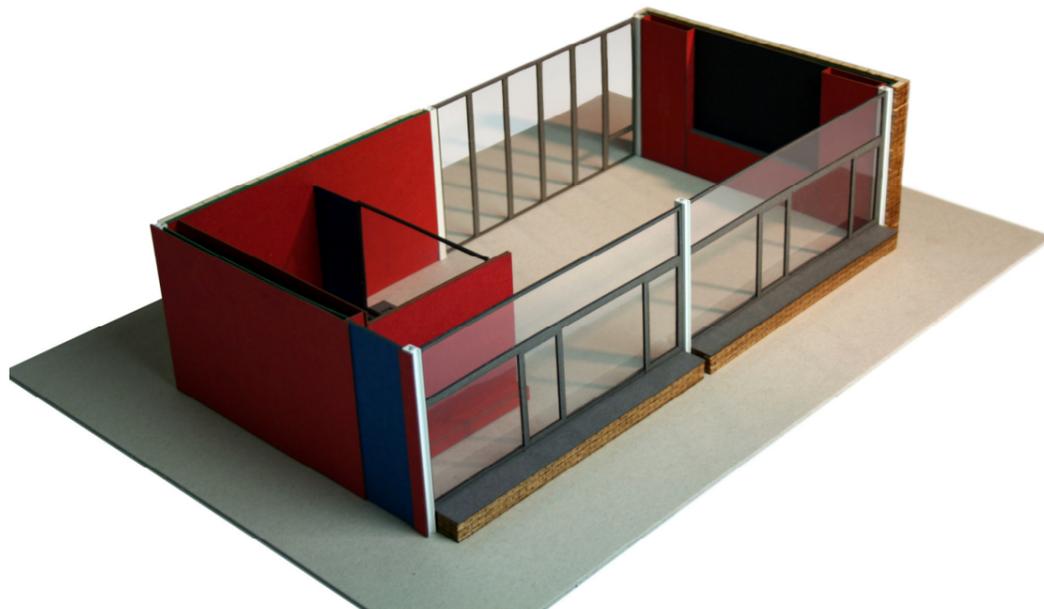
Estas piezas se desarrollan con una dimensión de 4x8 módulos de 1'2m (entre estructura) con sus lados largos dando a Norte y Sur aproximadamente. En el lado Sur se dispone un mobiliario de almacenamiento corrido para poder guardar los libros y juegos de clase, y sobre éste cierra la fachada un paño acristalado de ventanas practicables.

Junto al acceso un pequeño elemento de mobiliario permite a los niños dejar su mochila y colgar su abrigo; girando después para convertirse en una bancada con grifos para poder lavarse, y bajo ésta otro almacenamiento para sus pinturas, pinceles y materiales más húmedos, siendo registrable por su parte trasera donde se ubica el sistema de suelo radiante. Este elemento en "L" junto con el paramento opaco del lado norte cierra el espacio que reúne los inodoros, permitiendo que el maestro tenga visuales desde y hacia la zona de trabajo del aula a través de un elemento acristalado.

En el lado corto del aula se dispone la pizarra junto con unos armarios anchos a cada lado que permiten el almacenamiento de colchonetas y esterillas.

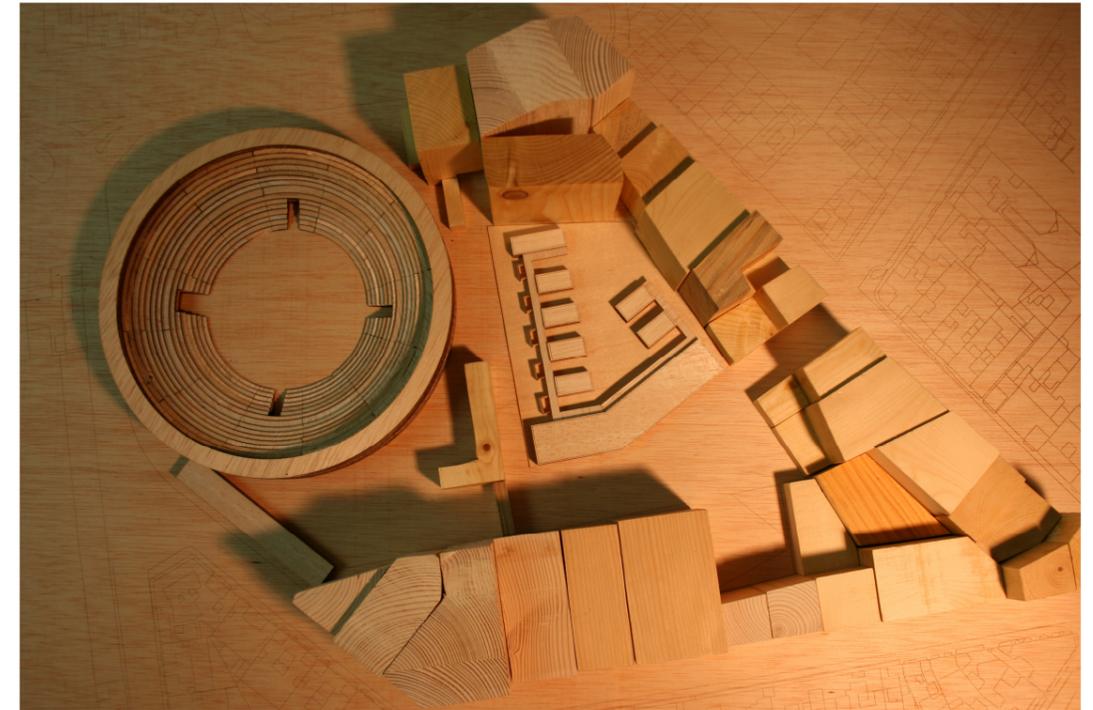
Por último el lado norte cuenta con un paño acristalado de suelo a techo, resuelto con una carpintería plegable que permite ampliar el espacio de la unidad docente más allá de su superficie cubierta, donde se ubica su espacio de juego exterior privado que permite a los niños jugar en un espacio acotado más fácil de controlar por el maestro, estando delimitado un pequeño banco corrido en el extremo junto al patio principal, y en el otro extremo por una pieza descubierta y cerrada en tres de sus lados, destinada a actividades con agua y tierra.

Estas piezas de ladrillo con forma de "C" constituyen junto con el vallado que se coloca entre ellas el cerramiento del solar en su lado Oeste, formando una banda de 2'4m (2 módulos). Este vallado de perfiles metálicos tubulares permite observar desde el exterior la fachada Oeste del aula, materializada por paneles de resinas termoendurecibles, donde los usuarios de cada unidad docente pueden colocar sus dibujos a modo de panel de exposición.



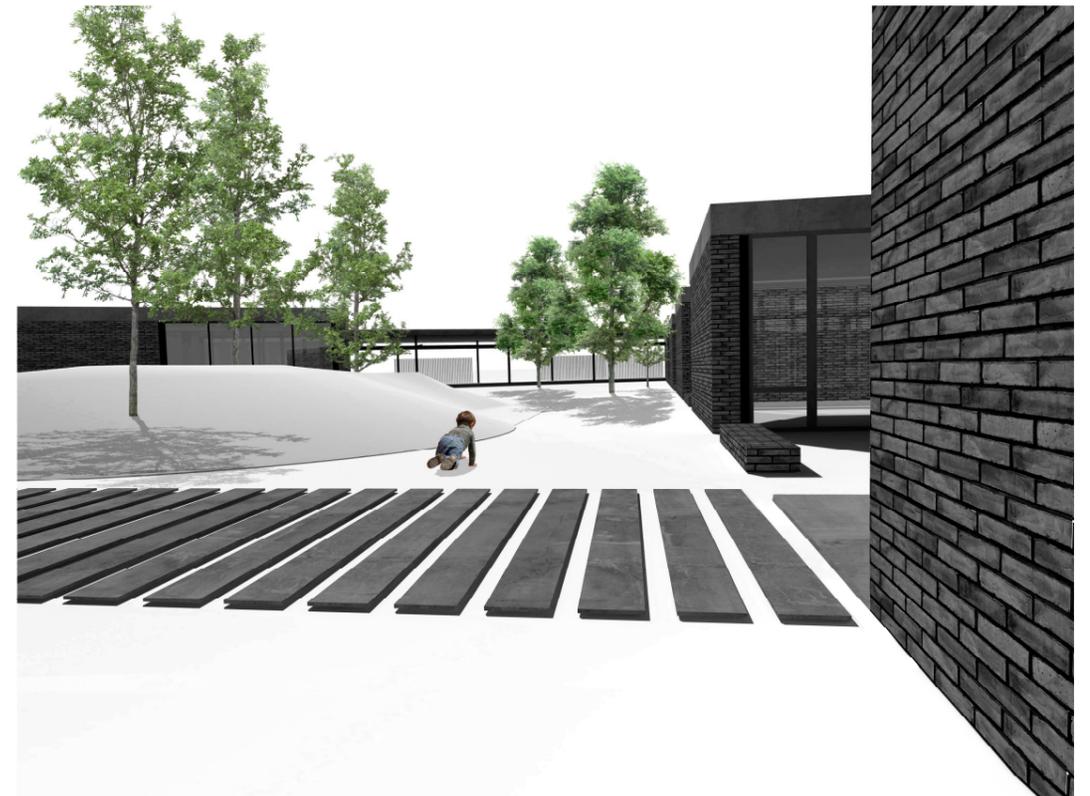
El resto del programa se desarrolla igualmente mediante piezas exentas, quedando todas conectadas mediante una marquesina de circulación exterior, en una única planta, de manera que se facilite la accesibilidad a todo el programa y se generen las mínimas sombras sobre el patio.

De este modo, se ubica en el extremo norte de la escuela un volumen donde se traslada el centro de transformación existente previamente en el solar, un espacio de almacenamiento, y los aseos del personal. En el extremo Sur de la escuela se coloca la pieza quebrada que reúne el resto de servicios necesarios, a la vez que proporciona el acceso a través de un umbral que busca la permeabilidad interior-exterior de la escuela con el espacio público.



Esta pieza "umbral" dispone los usos permanentes en sus dos extremos: Por una parte el comedor, cocina y vestuario del personal de cocina; por otra la administración, sala de profesores y cuarto de instalaciones. El espacio entre ambos extremos genera un espacio de juego y de actividades, que puede mantenerse abierto o cerrarse mediante un sistema modular de mamparas móviles acristaladas, de manera que se pueda configurar el espacio necesario para cada ocasión.

Durante el desarrollo del proyecto se ha buscado adaptar la distribución de los volúmenes y la construcción particular de cada uno de ellos, a una estructura modulada que optimizase el rendimiento de los materiales principales: acero, ladrillo y paneles prefabricados. Por ello se han utilizado módulos de 1'20m (5 pies), medidos siempre desde la cara del soporte



3.3.- Programa de necesidades

El programa de necesidades consiste en una escuela infantil de seis unidades: 2 unidades de 3-4 años, 2 unidades de 4-5 años, y 2 unidades de 5-6 años, para un total de 120 niños.

Para su funcionamiento requiere un aula para cada unidad, con sus correspondientes cuartos de baño, un patio de juegos, una zona de dirección, wc para minusválidos, sala de usos múltiples, cocina con despensa y zona de basuras, comedor y vestuario.

3.4.- Uso característico del edificio

El uso característico del edificio es docente.

3.5.- Otros usos previstos

Se prevé un uso alternativo como equipamiento deportivo o cultural para el espacio multiuso, ya sea estando compartimentado o como espacio exterior cubierto.

3.6.- Cuadro de superficies

- Zona de administración	44'4 m2
- Sala de profesores y reunión	43'8 m2
- Unidades docentes niños 3-4 años	(47'8x2) 95'6 m2
- Unidades docentes niños 4-5 años	(47'8x2) 95'6 m2
- Unidades docentes niños 5-6 años	(47'8x2) 95'6 m2
- Cocina	47'8 m2
- Comedor	132'3 m2
- Almacén de limpieza y material	23 m2
- Cuarto de instalaciones	31'5 m2
- Vestuarios	16'9 m2
- Aseos	23 m2
- Espacio multiuso (cerrado)	104 m2
- Reserva para centro de transformación	23'3 m2

SUPERFICIE ÚTIL ESCUELA INFANTIL 776'8 m2

Espacios exteriores:

- Espacio multiuso (abierto)	294 m2
- Patio descubierto	1.416 m2
- Corredor cubierto	300'2 m2

3.7.- Descripción general de los sistemas y de los parámetros que determinan las previsiones técnicas a considerar en el proyecto.

3.7.1.- Sistema de cimentación y estructural

Dadas las características del terreno, la cimentación del edificio se realizará mediante zapatas aisladas, unidas entre sí mediante vigas de atado. La estructura portante del edificio se resuelve mediante una losa maciza de hormigón y pilares de acero de sección tubular. Los aspectos básicos que se han tenido en cuenta a la hora de adoptar el sistema estructural son principalmente la resistencia mecánica y la estabilidad, la seguridad, la facilidad constructiva y la modulación.

3.7.2.- Sistema envolvente

Cubierta: Se utilizará un sistema de cubierta plana invertida no transitable con acabado de grava y la formación de pendiente se realizará mediante hormigón aligerado. Se utiliza este sistema por tener un buen comportamiento térmico, a la vez que se protege la integridad de la lámina asfáltica.

Fachadas: El cerramiento principal de las edificaciones será hoja de medio pie de ladrillo, cámara de aire de 4cm, placa de cemento de 12'5mm, plancha de aislamiento de poliestireno extruido de 5cm y panel de resinas de 20mm en el interior.

Carpintería exterior: La carpintería exterior será de aluminio, con acristalamiento doble de seguridad. Se disponen lamas horizontales como protección solar en las fachadas Sur de las aulas.

3.7.3.- Sistema de Compartimentación

Particiones interiores: Se realizarán mediante paneles de resinas termoendurecibles atornillados a subestructura de aluminio, con aislante acústico de 8cm en su interior.

Carpintería interior: Será en general de paneles de resinas termoendurecibles, con puertas de paso lisas.

3.7.4.- Sistema de Acabados

Los acabados se han escogido siguiendo criterios de confort y durabilidad. Los pavimentos serán de linóleo en las aulas. Gres antideslizante 40x40cm en la zona de cocina y aseos. Para el resto de espacios interiores, y el espacio multiuso cubierto y el corredor se elige un pavimento continuo de microcemento, que no necesita juntas.

Los revestimientos verticales se resuelven con los paneles de resinas termoendurecibles en todas las estancias. El revestimiento exterior del edificio se ha resuelto mediante ladrillo caravista o con paneles de resinas para exterior, cumpliendo las condiciones del CTE-DB-HS-1.

3.7.5.- Sistema de acondicionamiento ambiental y servicios

Ventilación: El edificio cuenta con una instalación de ventilación que proporcionará renovación de aire y reuniendo los requisitos demandados por el CTE-DB-HS-3 y el RITE. Mediante un sistema de renovación de aire que incluye un intercambiador de calor, el aire introducido desde el exterior mecánicamente se calienta o enfría mediante el intercambio de temperatura con el flujo de aire que se extrae, favoreciendo el confort climático de las aulas mientras se mantiene el caudal de renovación de aire requerido.

ACS: El edificio dispondrá de un sistema de energía geotérmica para cubrir parte de la demanda energética para la producción de agua caliente sanitaria. Esta instalación se calcula y diseña en función de la demanda del edificio, cumpliendo los requisitos descritos en el CTE-DB-HE-4 de contribución de energía renovable mínima de agua caliente sanitaria.

Energía eléctrica: El edificio contará con suministro de energía eléctrica en Baja Tensión, proporcionado por la red de la compañía suministradora. La instalación eléctrica se diseña en función de las cargas para las que está previsto el edificio.

Alumbrado: Contará igualmente con una instalación de alumbrado que proporcione las condiciones adecuadas de iluminación en los distintos locales. Se eligen lámparas y luminarias con un alto rendimiento para proporcionar el mayor ahorro energético posible.

Suministro de agua: El edificio recibe suministro de agua potable de la red municipal de abastecimiento. La instalación de fontanería se diseña y dimensiona de manera que proporcione agua con la presión y el caudal adecuados a todos los locales húmedos del edificio. La instalación se diseña cumpliendo los requisitos del CTE-DB-HS-4.

Evacuación de aguas: El edificio cuenta con red mixta de alcantarillado. La instalación se diseña para cumplir las determinaciones del CTE-DB-HS-5.

Protección contra incendios: La instalación se diseña con los elementos necesarios en cumplimiento de lo estipulado por el CTE-DB-SI-4.

3.8.- Exigencias

3.8.1.- Exigencias básicas de seguridad

Seguridad estructural (SE):

Resistencia y estabilidad / Aptitud del servicio	
SE AE – Acciones en la edificación	Aplica
SE C – Cimientos	Aplica
SE A – Acero	Aplica
SE F – Fábrica	No aplica
SE M – Madera	No aplica

Seguridad en caso de incendio (SI):

Cumplimiento según DB SI – Seguridad en caso de incendio

SI 1 – Propagación interior	Aplica
SI 2 – Propagación exterior	Aplica
SI 3 – Evacuación de ocupantes	Aplica
SI 4 – Detección, control y extinción del incendio	Aplica
SI 5 – Intervención de los bomberos	Aplica
SI 6 – Resistencia al fuego de la estructura	Aplica

Seguridad de utilización (SU):

Cumplimiento según DB SU – Seguridad de utilización

SU 1 – Seguridad frente al riesgo de caídas	Aplica
SU 2 – Seguridad frente al riesgo de impacto o atrapamiento	Aplica
SU 3 – Seguridad frente al riesgo de aprisionamiento	Aplica
SU 4 – Seguridad frente al riesgo por iluminación Inadecuada	Aplica
SU 5 – Seguridad frente al riesgo causado por situaciones con alta ocupación	Aplica
SU 6 – Seguridad frente al riesgo de ahogamiento	Aplica
SU 7 – Seguridad frente al riesgo causado por vehículos en movimiento	No aplica
SU 8 – Seguridad frente al riesgo causado por la acción del rayo	Aplica

3.8.2.- Exigencias básicas de habitabilidad

Salubridad (HS):

Cumplimiento según DB HS - Salubridad

HS 1 – Protección frente a la humedad	Aplica
HS 2 – Recogida y evacuación de residuos	Aplica
HS 3 – Calidad del aire interior	Aplica
HS 4 – Suministro de agua	Aplica
HS 5 – Evacuación de aguas	Aplica

Protección frente al ruido (HR):

Cumplimiento según DB-HR

Ahorro de energía (HE):

Cumplimiento según DB-HE – Ahorro de energía

HE 1- Limitación de demanda energética	Aplica
HE 2 – Rendimiento de las instalaciones térmicas	Aplica
HE 3 – Eficiencia energética de las instalaciones de iluminación	Aplica
HE 4 – Contribución solar mínima de agua caliente sanitaria	Aplica
HE 5 – Contribución fotovoltaica mínima de energía eléctrica	Aplica

4.- Prestaciones del edificio

Por requisitos básicos y en relación con las exigencias básicas del CTE.

4.1.- Requisitos básicos de seguridad

Según CTE: SE – Seguridad estructura

En proyecto: DB SE

Prestaciones según el CTE en proyecto: Asegurar un comportamiento estructural adecuado del edificio frente a las acciones e influencias previsibles a las que pueda estar sometido durante su construcción y uso previsto, de tal forma que no se produzcan en el edificio daños que afecten a la cimentación, soportes, forjados u otros elementos estructurales, y que comprometan directamente la resistencia mecánica y la estabilidad del edificio.

Según CTE: SI – Seguridad en caso de incendio

En proyecto: DB SI

Prestaciones según el CTE en proyecto: Reducir a límites aceptables el riesgo de que los usuarios sufran daños derivados de un incendio de origen accidental, de tal forma que los ocupantes puedan desalojar el edificio en condiciones seguras, se pueda limitar la extensión del incendio dentro del propio edificio y de los colindantes y se permita la actuación de los equipos de extinción y rescate.

Según CTE: SU – Seguridad de utilización

En proyecto: DB SU

Prestaciones según el CTE en proyecto: Reducir a límites aceptables el riesgo de que los usuarios sufran daños inmediatos durante el uso previsto del edificio, de tal forma que el uso normal de este no suponga riesgo de accidente para las personas.

4.2.- Requisitos básicos de habitabilidad

Según CTE: HS – Salubridad

En proyecto: DB HS

Prestaciones según el CTE en proyecto: Reducir a límites aceptables el riesgo de que los usuarios, dentro del edificio y en condiciones normales de utilización, padezcan molestias o enfermedades, así como el riesgo de que el edificio se deteriore y de que deteriore el medio ambiente en su entorno inmediato, garantizando una adecuada gestión de toda clase de residuos.

Según CTE: HR – Protección frente al ruido

En proyecto: DB HR

Prestaciones según el CTE en proyecto: Limitar dentro del edificio, y en condiciones normales de utilización, el riesgo de molestias o enfermedades que el ruido pueda producir a los usuarios, de tal forma que el ruido percibido

no ponga en peligro la salud de las personas y les permita realizar satisfactoriamente sus actividades.

Según CTE: HE – Ahorro de energía y aislamiento térmico

En proyecto: DB HE

Prestaciones según el CTE en proyecto: Conseguir un uso racional de la energía necesaria para la utilización del edificio, reduciendo a límites sostenibles su consumo y conseguir asimismo que una parte de este consumo proceda de fuentes de energía renovable.

B.- Memoria constructiva

Índice

1.- Sustentación del edificio	2
2.- Sistema estructural.....	2
2.1.- Cimentación.....	2
2.2.- Estructura portante	2
2.3.- Estructura horizontal	2
3.- Sistema envolvente	3
3.1.- Fachadas	3
3.2.- Huecos de fachada	3
3.3.- Cubiertas.....	3
3.4.- Suelos	3
3.5.- Particiones separadoras de espacios habitables y no habitables	4
4.- Sistema de compartimentación	4
4.1.- Compartimentación vertical	4
5.- Sistema de acabados.....	4
5.1.- Revestimientos exteriores.....	4
5.2.- Revestimientos interiores	4
5.3.- Solados	4
5.4.- Techos.....	4
6.- Sistemas de acondicionamiento e instalaciones	4
6.1.- Redes de instalaciones	4
6.2.- Sanitarios y grifería	5
6.3.- Sistema de iluminación	5
7.- Espacios exteriores a la edificación.....	5

1.- Sustentación del edificio

Según la información geotécnica disponible, al apoyar las zapatas de 1x1x0'5m a una cota de -1'7m sobre rasante de calle, podemos transmitir al terreno tensiones inferiores a 494'6 kN/m². Este valor se ha obtenido en el apartado de la cimentación del anejo de cálculo de la estructura.

2.- Sistema estructural

Se establecen los datos y las hipótesis de partida, el programa de necesidades, las bases de cálculo y procedimientos o métodos empleados para todo el sistema estructural, así como las características de los materiales que intervienen.

2.1.- Cimentación

Datos e hipótesis de partida

El terreno de apoyo de la cimentación está formado por limos arenosos. Nivel freático a -9m, por lo que la cimentación no se ve afectada. Edificación situada en zona sísmica de aceleración sísmica básica de 0'06g.

Programa de necesidades

Edificación sin sótano. No se proyectan sistemas de contención

Descripción constructiva

Dadas las características del terreno, el tipo de edificio proyectado, así como la cuantía de cargas a transmitir, se opta una cimentación de tipo superficial. La cimentación se proyecta mediante zapatas aisladas de hormigón armado según se define en los planos correspondientes. Las zapatas se arriostran convenientemente mediante vigas riostras y centradoras, conforme a lo especificado en el Plano de Cimentación. Se determina la profundidad del firme de la cimentación a la cota -1'7m.

Se harán las excavaciones hasta las cotas apropiadas, realizando una base de hormigón de limpieza en el fondo de las zanjas y zapatas de 10cm de espesor.

Características de los materiales

El hormigón a emplear será HA-25 de $F_{ck}=25\text{N/mm}^2$ a los 28 días.

El acero será B-400 S de $F_{yk} = 400\text{N/mm}^2$ de límite elástico.

El acero de los mallazos electrosoldados será B-400 S de $F_{yk}=347'83\text{N/mm}^2$

2.2.- Estructura portante

Datos e hipótesis de partida

El diseño de la estructura ha estado condicionado por el programa funcional a desarrollar, buscando conseguir una modulación estructural estricta.

La estructura portante se realiza mediante pilares tubulares de acero S275 de sección cuadrada de dimensión 120mm y espesor según los esfuerzos a soportar.

La edificación se encuentra situada en zona sísmica con una aceleración sísmica básica de 0'06g.

Programa de necesidades

Edificación de pequeñas dimensiones, sin juntas estructurales

Descripción constructiva

El sistema estructural se conforma con pilares aislados de acero, que transmiten las cargas a cimentación, y a la vez – junto con los forjados de losa maciza – dan rigidez a la estructura frente a esfuerzos horizontales.

Características de los materiales

Acero S275 en los perfiles metálicos.

2.3.- Estructura horizontal

Datos e hipótesis de partida

El diseño de la estructura ha estado condicionado por el programa funcional a desarrollar, buscando conseguir una modulación estructural estricta.

La edificación se encuentra situada en zona sísmica con una aceleración sísmica básica de 0'06g.

Programa de necesidades

Edificación de pequeñas dimensiones, sin juntas estructurales. Con objeto de minimizar las deformaciones, la elección del canto del forjado viene dada por las máximas luces a salvar.

Descripción constructiva

La estructura horizontal de cubierta se resuelve mediante forjados de losa maciza sin aligerar, de 20 ó 25cm de canto según las luces a salvar.

El forjado sanitario se resuelve mediante elementos tipo "caviti" sobre los que se conforma una solera.

Características de los materiales

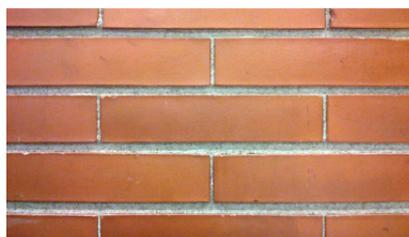
Hormigón armado HA-25, acero B400S para barras corrugadas y acero B400 para mallas electrosoldadas.

3.- Sistema envolvente

3.1.- Fachadas

La fachada de las edificaciones se resuelve en unos casos mediante hoja de ladrillo caravista de medio pie, cámara de aire, panel impermeable, aislamiento térmico y panel de resinas termoendurecibles; Para los ladrillos se escoge un ladrillo caravista tipo Malpesa, de dimensiones 235x113x49mm, colocados con llagas de 5mm y tendeles de 10mm, de manera que se enfatice la horizontalidad de los paños, a la vez que se mantiene la modulación constructiva del proyecto, 1 módulo = 1'2m ó 5 pies.

En otros casos la fachada está resuelta por panel de resinas termoendurecibles para exterior, cámara de aire, panel impermeable, aislamiento térmico y panel decorativo de resinas termoendurecibles para interior.



3.2.- Huecos de fachada

En todos los espacios existen hojas practicables que hacen que sea más sencilla y directa la relación de los espacios con el exterior, y en el caso de las unidades docentes, el sistema de ventanas replegables permite la ampliación del espacio al exterior.

Los huecos de fachada se resuelven mediante montantes y hojas de perfiles extruidos de aluminio con rotura de puente térmico de la casa Schüco modelo AWS65, el sistema de ventana AWS 70 WF.HI en el caso de composición de varios elementos para cubrir un hueco ó la ventana replegable ASS 70 FD.



En la pieza quebrada, correspondiendo a los espacios de administración, sala de profesores, comedor y cocina se utiliza también el sistema de ventana Hervent de la casa Gravent, permitiendo abrir huecos de ventilación desde el suelo.

3.3.- Cubiertas

Cubierta invertida no transitable constituida por una lámina cortavapor de polietileno, hormigón ligero para la formación de pendientes, lámina impermeable, aislante de poliestireno extruido, geotextil y acabado de gravas.

3.4.- Suelos

El suelo de planta baja es un forjado sanitario, realizado mediante un sistema de encofrado perdido tipo caviti.

3.5.- Particiones separadoras de espacios habitables y no habitables

Las particiones entre espacios habitables y no habitables se resuelven mediante tabiques realizados con placas decorativas de resinas termoendurecibles de 20mm de espesor y acabado en color sólido, dispuestas sobre montantes de acero galvanizado colocados cada 600mm, con un espesor total de 120mm. Según las indicaciones del fabricante para la puesta en obra de este sistema, cada placa estará atornillada a tres montantes, con un punto de anclaje fijo y los otros dos que permitan el deslizamiento debido a las variaciones dimensionales que se pueden producir por la humedad.

4.- Sistema de compartimentación

4.1.- Compartimentación vertical

PVERT_1 Tabiquería: Tabique sencillo de 20+80+20mm de espesor, realizado con placas de resinas termoendurecibles dispuestas sobre montantes de acero galvanizado colocados cada 60cm, con una junta vertical entre placas de 2mm.

PVERT_2 Carpintería de acceso: Puerta de entrada de carpintería de acero y hojas de vidrio de seguridad.

PVERT_3 Carpintería interior: Puertas interiores de panel de resinas termoendurecibles con hojas lisas, sobre premarco de acero. Los frentes de los armarios y cajones serán de panel de resinas termoendurecibles.

5.- Sistema de acabados

5.1.- Revestimientos exteriores

REXT_1 Fachadas: Ladrillo caravista 235x113x49mm con llagas de 5mm de espesor y tendeles de 10mm.

REXT_2 Fachadas: Placa decorativa de resinas termoendurecibles para exteriores, colocada sobre perfilaría de acero galvanizado.

5.2.- Revestimientos interiores

RINT_1 Interiores: Placa decorativa de resinas termoendurecibles con acabado de color sólido.



5.3.- Solados

SOL_1 Unidades docentes: Con el fin de dar un acabado sencillo ya la vez resistente a los pavimentos de las unidades docentes, se ha elegido un pavimento continuo de linóleo de 2'5mm de espesor, de color sólido y acabado liso, con protección PUR para facilitar la limpieza y aumentar la resistencia al desgaste. Estará fijado con adhesivo de contacto a la capa de soporte, constituida por el mortero del suelo radiante.

SOL_2 Cocina y aseos: Gres antideslizante 40x40cm tomado con mortero cola.

SOL_3 Resto de espacios cubiertos: Pavimento continuo de microcemento.

5.4.- Techos

TE_1 La voluntad del proyecto es que los techos queden constituidos por las propias losas macizas de hormigón visto. Se recurre únicamente al uso de falsos techos en los aseos, cocina y vestuario, de manera que pueda emplearse ese espacio para la ubicación de la maquinaria de renovación de aire. Estos falsos techos se resuelven en todos los casos mediante paneles de resinas termoendurecibles, con fijaciones mecánicas que permiten su registro.

6.- Sistemas de acondicionamiento e instalaciones

6.1.- Redes de instalaciones

Para la distribución de las instalaciones se ha hecho la previsión de una galería de hormigón bajo el corredor exterior, conectando todas las piezas

edificadas. Por esta galería discurren mediante un sistema de bandejas las diferentes instalaciones necesarias, para el abastecimiento de agua potable, ACS para los sanitarios y el sistema de suelo radiante, saneamiento y electricidad.

6.2.- Sanitarios y grifería

Se escogen aparatos sanitarios de porcelana con dimensiones aptas para niños en las unidades docentes, equipados con fluxor oculto por el sistema de entramado autoportante de placas de resinas termoendurecibles. Para la grifería y lavabos se utilizarán modelos de acero inoxidable.

6.3.- Sistema de iluminación

Para la iluminación de los espacios se colocan elementos lineales con lámparas fluorescentes. En el caso de espacios sin falso techo, el cableado queda visto sobre la superficie del hormigón mediante pequeños conductos.

7.- Espacios exteriores a la edificación

Vallado de parcela

En el vallado del perímetro Sur se resuelve mediante la disposición de elementos de cerramiento a base de perfiles tubulares de acero, mientras que en el perímetro Oeste se utiliza este vallado alternándose con muros de fábrica de ladrillo caravista de un pie de espesor formando una banda de 2'4m con ajardinamiento.

C.- Cumplimiento del CTE

Índice

1.- Seguridad estructural.....	2	4.- Salubridad.....	10
1.1.- Prescripciones aplicables conjuntamente con DB-SE.....	2	4.1.- Protección frente a la humedad (HS 1)	10
1.2.- Seguridad Estructural (SE)	2	4.1.1.- Suelos	10
1.3.- Acciones en la edificación (SE-AE)	3	4.1.2.- Fachadas.....	11
1.4.- Cimentaciones (SE-C)	4	4.1.3.- Cubiertas	12
1.5.- Acción sísmica (NCSR-02).....	5	4.2.- Recogida y evacuación de residuos (HS 2)	13
1.6.- Cumplimiento de la EHE	5	4.3.- Calidad del aire interior (HS 3)	13
1.7.- Características de los forjados.....	6	4.3.1.- Descripción de la instalación	13
1.8.- Estructuras de acero (SE-A)	6	4.3.2.- Criterios de diseño de la instalación (cumplimiento del RITE)	13
2.- Seguridad en caso de incendio.....	7	4.3.3.- Sección de los conductos	14
2.1.- Propagación interior.....	7	4.4.- Suministro de agua (HS 4)	14
2.2.- Propagación exterior	7	4.5.- Evacuación de aguas residuales (HS 5)	14
2.3.- Evacuación de ocupantes	7	5.- Protección frente al ruido.....	14
2.4.- Instalaciones de protección contra incendios	7	6.- Exigencias básicas de ahorro de energía	16
2.5.- Intervención de los bomberos	7	6.1.- Limitación de la demanda energética.....	16
2.6.- Resistencia al fuego de la estructura	7	6.1.1.- Coeficientes de transmisión térmica.....	16
3.- Seguridad de utilización	8	6.1.2.- Aplicación de la opción simplificada del CTE en fachadas.....	17
3.1.- Seguridad frente al riesgo de caídas (DB SU-1)	8	6.2.- Rendimiento de las instalaciones térmicas.....	20
3.2.- Seguridad frente al riesgo de impacto o atrapamiento (DB SU-2)	8	6.3.- Eficiencia energética de las instalaciones de iluminación	20
3.3.- Seguridad frente al riesgo de aprisionamiento (DB SU-3)	9	6.3.1.- Unidades docentes.....	20
3.4.- Seguridad frente al riesgo causado por la acción del rayo (DB SU-8)	9	6.4.- Contribución solar mínima de agua caliente sanitaria	21
		6.4.1.- Cuantificación de las exigencias.....	21
		6.5.- Contribución fotovoltaica mínima de energía eléctrica	22

1.- Seguridad estructural

1.1.- Prescripciones aplicables conjuntamente con DB-SE

El DB-SE constituye la base para los Documentos Básicos siguientes y se utilizará conjuntamente con ellos:

	apartado		Procede	No procede
DB-SE	3.1.1	Seguridad estructural:	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
DB-SE-AE	3.1.2.	Acciones en la edificación	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
DB-SE-C	3.1.3.	Cimentaciones	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
DB-SE-A	3.1.7.	Estructuras de acero	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
DB-SE-F	3.1.8.	Estructuras de fábrica	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
DB-SE-M	3.1.9.	Estructuras de madera	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

Deberán tenerse en cuenta, además, las especificaciones de la normativa siguiente:

	apartado		Procede	No procede
NCSE	3.1.4.	Norma de construcción sismorresistente	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
EHE	3.1.5.	Instrucción de hormigón estructural	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
EFHE	3.1.6	Instrucción para el proyecto y la ejecución de forjados unidireccionales de hormigón estructural realizados con elementos prefabricados	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

REAL DECRETO 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación. (BOE núm. 74, Martes 28 marzo 2006)

Artículo 10. Exigencias básicas de seguridad estructural (SE).

1.- El objetivo del requisito básico «Seguridad estructural» consiste en asegurar que el edificio tiene un comportamiento estructural adecuado frente a las acciones e influencias previsibles a las que pueda estar sometido durante su construcción y uso previsto.

2.- Para satisfacer este objetivo, los edificios se proyectarán, fabricarán, construirán y mantendrán de forma que cumplan con una fiabilidad adecuada las exigencias básicas que se establecen en los apartados siguientes.

3.- Los Documentos Básicos «DB SE Seguridad Estructural», «DB-SE-AE Acciones en la edificación», «DBSE-C Cimientos», «DB-SE-A Acero», «DB-SE-F Fábrica» y «DB-SE-M Madera», especifican parámetros objetivos y

procedimientos cuyo cumplimiento asegura la satisfacción de las exigencias básicas y la superación de los niveles mínimos de calidad propios del requisito básico de seguridad estructural.

4.- Las estructuras de hormigón están reguladas por la Instrucción de Hormigón Estructural vigente.

10.1 Exigencia básica SE 1: Resistencia y estabilidad:

La resistencia y la estabilidad serán las adecuadas para que no se generen riesgos indebidos, de forma que se mantenga la resistencia y la estabilidad frente a las acciones e influencias previsibles durante las fases de construcción y usos previstos de los edificios, y que un evento extraordinario no produzca consecuencias desproporcionadas respecto a la causa original y se facilite el mantenimiento previsto.

10.2 Exigencia básica SE 2: Aptitud al servicio

La aptitud al servicio será conforme con el uso previsto del edificio, de forma que no se produzcan deformaciones inadmisibles, se limite a un nivel aceptable la probabilidad de un comportamiento dinámico inadmisibles y no se produzcan degradaciones o anomalías inadmisibles.

1.2.- Seguridad Estructural (SE)

Análisis estructural y dimensionado

Proceso	<p>El proceso seguido para el cálculo estructural es el siguiente:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1.- Determinación de situaciones de dimensionado 2.- Establecimiento de las acciones 3.- Análisis estructural 4.- Dimensionado <p>Los métodos de comprobación utilizados son el de Estado Límite Último para la resistencia y estabilidad, y el de Estado Límite de Servicio para la aptitud de servicio.</p>
---------	---

Situaciones de dimensionado	PERSISTENTES	Condiciones normales de uso
	TRANSITORIAS	Condiciones aplicables durante un tiempo limitado.
	EXTRAORDINARIAS	Condiciones excepcionales en las que se puede encontrar o estar expuesto el edificio.

Período de servicio	50 Años
---------------------	---------

Método de comprobación	Estados límites
------------------------	-----------------

Definición estado límite	Situaciones que de ser superadas, puede considerarse que el edificio no cumple con alguno de los requisitos estructurales para los que ha sido concebido
--------------------------	--

Resistencia y estabilidad

ESTADO LIMITE ÚLTIMO:

Situación que de ser superada, existe un riesgo para las personas, ya sea por una puesta fuera de servicio o por colapso parcial o total de la estructura:

- Pérdida de equilibrio
- Deformación excesiva
- Transformación estructura en mecanismo
- Rotura de elementos estructurales o sus uniones
- Inestabilidad de elementos estructurales

Aptitud de servicio

ESTADO LIMITE DE SERVICIO

Situación que de ser superada se afecta::

- el nivel de confort y bienestar de los usuarios
- correcto funcionamiento del edificio
- apariencia de la construcción

Acciones

Clasificación de las acciones	PERMANENTES	Aquellas que actúan en todo instante, con posición constante y valor constante (pesos propios) o con variación despreciable: acciones reológicas.
	VARIABLES	Aquellas que pueden actuar o no sobre el edificio: uso y acciones climáticas.
	ACCIDENTALES	Aquellas cuya probabilidad de ocurrencia es pequeña pero de gran importancia: sismo, incendio, impacto o explosión.
Valores característicos de las acciones	Los valores de las acciones se recogerán en la justificación del cumplimiento del DB SE-AE	
Datos geométricos de la estructura	La definición geométrica de la estructura esta indicada en los planos de proyecto	
Características de los materiales	Los valores característicos de las propiedades de los materiales se detallarán en la justificación del DB correspondiente o bien en la justificación de la EHE.	
Modelo de análisis estructural	Se realiza un cálculo espacial en tres dimensiones por métodos matriciales de rigidez, formando las barras los elementos que definen la estructura: pilares,. Se establece la compatibilidad de deformación en todos los nudos considerando seis grados de libertad y se crea la hipótesis de indeformabilidad del plano de cada planta, para simular el comportamiento del forjado, impidiendo los desplazamientos relativos entre nudos del mismo. A los efectos de obtención de solicitaciones y desplazamientos, para todos los estados de carga se realiza un cálculo estático y se supone un comportamiento lineal de los materiales, por tanto, un cálculo en primer orden.	

Verificación de la estabilidad

$Ed,dst \leq Ed,stab$

Ed,dst: valor de cálculo del efecto de las acciones desestabilizadoras
Ed,stab: valor de cálculo del efecto de las acciones estabilizadoras

Verificación de la resistencia de la estructura

$Ed \leq Rd$

Ed : valor de calculo del efecto de las acciones
Rd: valor de cálculo de la resistencia correspondiente

Combinación de acciones

El valor de calculo de las acciones correspondientes a una situación persistente o transitoria y los correspondientes coeficientes de seguridad se han obtenido de la formula 4.3 y de las tablas 4.1 y 4.2 del presente DB.

El valor de calculo de las acciones correspondientes a una situación extraordinaria se ha obtenido de la expresión 4.4 del presente DB y los valores de calculo de las acciones se ha considerado 0 o 1 si su acción es favorable o desfavorable respectivamente.

Verificación de la aptitud de servicio

Se considera un comportamiento adecuado en relación con las deformaciones, las vibraciones o el deterioro si se cumple que el efecto de las acciones no alcanza el valor límite admisible establecido para dicho efecto.

Flechas	La limitación de flecha activa establecida en general es de 1/500 de la luz
Desplazamientos horizontales	El desplome total limite es 1/500 de la altura total

1.3.- Acciones en la edificación (SE-AE)

Acciones Permanentes (G):	Peso Propio de la estructura:	Corresponde generalmente a los elementos de hormigón armado, calculados a partir de su sección bruta y multiplicados por 25 kN/m ³ (peso específico del hormigón armado)..
	Cargas Muertas:	Se estiman uniformemente repartidas en la planta. En este caso, al ser edificaciones de una única planta, las cargas muertas serán las de los elementos que componen la cubierta y las instalaciones que en su caso cuelguen del forjado de ésta.

Acciones Variables (Q):	La sobrecarga de uso:	Se adoptarán los valores de la tabla 3.1.
	Las acciones climáticas:	<p>El viento: Los coeficientes de presión exterior e interior se encuentran en el Anejo D. De forma simplificada se puede tomar para cualquier punto del territorio español un valor de $q_b=0'5\text{kN/m}^2$, correspondiente a un periodo de retorno de 50 años.</p> <p>La nieve: La carga de nieve se determina a partir del Art. 3.5.1. del DB-SE-AE. Para Valencia, localidad de altitud inferior a 1.000m se toma como valor $0'2\text{kN/m}^2$.</p>
	Acciones accidentales (A):	<p>Los impactos, el sismo, el fuego y las explosiones. Sólo se ha considerado sismo e impactos, y además las imperfecciones. Las acciones debidas al sismo están definidas en la Norma de Construcción Sismorresistente NCSE-02.</p> <p>En este documento básico solamente se recogen los impactos de los vehículos en los edificios, por lo que sólo representan las acciones sobre las estructuras portantes. Los valores de cálculo de las fuerzas estáticas equivalentes al impacto de vehículos están reflejados en el Art. 4.3.1 DB-SE-AE.</p> <p>La carga de imperfecciones tiene en cuenta la falta de verticalidad de los soportes. Es una carga puntual que se coloca en la cabeza de los soportes y su valor es función de las cargas verticales.</p>

Valores de las cargas consideradas

Conforme a lo establecido en el DB-SE-AE en la tabla 3.1, las acciones gravitatorias, así como las sobrecargas de uso, viento y nieve que se han considerado para el cálculo de la estructura de este edificio son las siguientes:

Acciones Permanentes (G):	Peso Propio de la estructura:	Elementos de hormigón armado	25,0 kN/m ³
	Cargas Muertas:	Cubierta con protección de grava Instalaciones colgadas	2,5 kN/m ² 0,5 kN/m ²

Acciones Variables (Q):	Sobrecarga de uso:	Cubiertas con acceso sólo conservación			1 kN/m ²			
	Acciones climáticas:	Viento	Pilar testero	Esfuerzo paralelo	Empuje Succión	Según edificio, detallado en el Anejo 2		
				Esfuerzo perpendicular	Empuje Succión			
			Pilar central		Esfuerzo paralelo		Empuje Succión	
				Esfuerzo perpendicular	Empuje Succión			
			Nieve				0,2 kN/m ²	
			Acciones accidentales	Sismo	Pilar testero Pórtico central		Según edificio, en el Anejo 2	
	Impacto	Esfuerzo perpendicular		50 kN				
		Esfuerzo paralelo		25 kN				
	Imperfecciones				NO hay que considerarla			

1.4.- Cimentaciones (SE-C)

Bases de cálculo

Método de cálculo:

Verificaciones:

Acciones:

El dimensionado de secciones se realiza según la Teoría de los Estados Límites Últimos (apartado 3.2.1 DB-SE) y los Estados Límites de Servicio (apartado 3.2.2 DB-SE). El comportamiento de la cimentación debe comprobarse frente a la capacidad portante (resistencia y estabilidad) y la aptitud de servicio.
Las verificaciones de los Estados Límites están basadas en el uso de un modelo adecuado para el sistema de cimentación elegido y el terreno de apoyo de la misma.
Se ha considerado las acciones que actúan sobre el edificio soportado según el documento DB-SE-AE y las acciones geotécnicas que transmiten o generan a través del terreno en que se apoya según el documento DB-SE en los apartados (4.3 - 4.4 - 4.5).

Estudio geotécnico

Generalidades:

Datos estimados:

Tipo de reconocimiento:

El análisis y dimensionamiento de la cimentación exige el conocimiento previo de las características del terreno de apoyo, la tipología del edificio previsto y el entorno donde se ubica la construcción.	
<p>El perfil litológico que se espera encontrar es el siguiente:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Aprox. de 0 a 1'5 m: Rellenos. - Aprox. de 1'5 a 4'5 m: Limos arenosos. - Aprox. de 4'5 a 11 m: Gravas arenosas. - Aprox. de 11 a 21 m: Arcillas limosas. - Aprox. De 9 m en adelante presencia del nivel freático. 	
Se ha realizado un reconocimiento visual del terreno donde se pretende ubicar esta edificación, basándonos en la experiencia obtenida de otras edificaciones realizadas en un entorno suficientemente cercano, así como de otros Estudios Geotécnicos realizados para otras obras de la misma población.	
Los parámetros geotécnicos que se han supuesto para el cálculo de la cimentación y que a continuación se indican son provisionales. Al realizar la excavación la dirección facultativa adoptará las medidas que estime oportunas, incluido el recálculo de la cimentación o la reconsideración de la propia tipología de cimentación.	
Cota de cimentación	- 1'7 m
Estrato previsto para cimentar	Limos arenosos
Nivel freático.	-9,00 m
Tensión admisible considerada	Carga de hundimiento según tensiones transmitidas. Anejo 2
Peso específico del terreno	18 kN/m ³
Angulo de rozamiento interno del terreno	0°, suelo cohesivo
Coefficiente de empuje en reposo	-
Valor de empuje al reposo	-
Coefficiente de Balasto	-

Parámetros geotécnicos estimados:

Cimentación:

<p>Datos e hipótesis de partida</p>	<p>Los parámetros geotécnicos empleados son los definidos en el apartado anterior: Estudio geotécnico.</p> <p>Tipología de cimentación: A partir de las citadas características del terreno, se comprueba la viabilidad de la cimentación mediante zapatas aisladas superficiales bajo pilares. Las zapatas quedarán arriostradas mediante vigas riostra.</p> <p>Acciones sobre las zapatas: 1. Cargas puntuales: Axiles más desfavorables, transmitidos por los soportes. 2. Cargas superficiales: Peso propio de las zapatas</p> <p>Coefficientes de seguridad. Los coeficientes de seguridad empleados para el dimensionamiento de las armaduras son los especificados por la norma EHE para un control normal: Coeficiente de mayoración de acciones permanentes $\gamma_f = 1.50$ Coeficiente de mayoración de acciones variables $\gamma_f = 1.60$ Coeficiente de minoración de la resistencia del hormigón $\gamma_c = 1.50$ Coeficiente de minoración de la resistencia del acero $\gamma_s = 1.15$</p> <p>El coeficiente de mayoración de acciones no afecta a las solicitaciones sobre el terreno, pues ya se ha tenido en cuenta el correspondiente coeficiente de minoración de la resistencia del suelo. Sí afecta, sin embargo, en la mayoración de las reacciones del terreno sobre las zapatas para el dimensionado de las armaduras de ésta.</p>
<p>Características de los materiales que intervienen</p>	<p>El hormigón empleado en las zapatas, riostras y solera será: HA-25/B/24/IIa Cemento Clase CEM I Consistencia Blanda : Asiento cono de Abrams 6-9 cm Relación Agua/Cemento < 0,60 Tamaño máximo de árido 24mm Recubrimiento mínimo 45mm</p> <p>Las barras corrugadas utilizadas serán de acero B400S con límite elástico no inferior a 400 N/mm².</p>
<p>Procedimientos o métodos empleados para todo el sistema estructural</p>	<p>El cálculo se ha realizado con el programa SAP2000.</p> <p>Método de cálculo de los esfuerzos</p> <p>El cálculo de las deformaciones de la estructura sometida a un sistema de acciones externas, y los esfuerzos que solicitan a los elementos estructurales, se realiza por el método matricial de las rigideces para el caso de cálculo estático y la superposición modal para el cálculo dinámico.</p> <p>La descripción exhaustiva del proceso de cálculo de esfuerzos, dimensionamiento y comprobación de elementos y verificación de deformaciones se realiza en el Anejo 2 "Cálculo de la estructura".</p>

1.5.- Acción sísmica (NCSR-02)

RD 997/2002 , de 27 de Septiembre, por el que se aprueba la Norma de construcción sismorresistente: parte general y edificación (NCSR-02).

<p>Clasificación de la construcción:</p>	<p>Edificio docente (Construcción de normal importancia)</p>
<p>Tipo de Estructura:</p>	<p>Pilares de acero y losa maciza de hormigón</p>
<p>Aceleración Sísmica Básica (ab):</p>	<p>ab=0.06 g, (siendo g la aceleración de la gravedad)</p>
<p>Coefficiente de contribución (K):</p>	<p>K=1</p>
<p>Coefficiente adimensional de riesgo (p):</p>	<p>p=1, (en construcciones de normal importancia)</p>
<p>Coefficiente amplificación del terreno (S):</p>	<p>S=1</p>
<p>Coefficiente de tipo de terreno (C):</p>	<p>C=1'6</p>
<p>Aceleración sísmica de cálculo (ac):</p>	<p>ac=0'588 m/s²</p>
<p>Método de cálculo adoptado:</p>	<p>Método simplificado NCSE-08</p>
<p>Coefficiente respuesta del terreno:</p>	<p>$\beta=0'55$</p>
<p>Periodo de vibración de la estructura:</p>	<p>Tf=0'11</p>
<p>Número de modos de vibración considerados:</p>	<p>N=1</p>
<p>Fracción cuasi-permanente de sobrecarga</p>	<p>Pk=8kN/m²</p>
<p>Coefficiente de comportamiento por ductilidad</p>	<p>$\mu=2$</p>
<p>Efectos de segundo orden (pΔ):</p>	<p>No se ha considerado, al no ser obligatoria su consideración en cálculo.</p>
<p>Medidas constructivas consideradas:</p>	<p>Arriostramiento de la cimentación mediante un anillo perimetral con vigas riostras.</p>

1.6.- Cumplimiento de la EHE

Cuadro de características adecuado a la instrucción "EHE" para elementos estructurales de hormigón armado:

Hormigón

Elementos estructurales	Tipo de hormigón	Nivel de control	Recubrimiento nominal (mm)			Coeficientes parciales de seguridad (γ_c)
			Lateral	Superior	inferior	
Cimentación	HA-25	Estadístico	50	50	70	Situación Persistente 1,5
Forjados	HA-25	Estadístico	40	40	40	Situación Accidental 1,30

Acero

Elementos estructurales	Tipo de acero	Nivel de control	El acero a emplear en las armaduras deberá estar certificado	Coeficientes parciales de seguridad (γ_s)
				Situación Persistente 1,15
Cimentación	B400S	Normal		Situación Accidental 1
Forjados	B400S	Normal		

Ejecución

Elementos estructurales	Coeficientes parciales de seguridad de las acciones para la comprobación de E.L.U.				
Nivel de control de la ejecución	Tipo de acción	Situación permanente o transitoria		Situación accidental	
Normal	Variable	Efecto favorable	Efecto desfavorable	Efecto favorable	Efecto desfavorable
		$\gamma_Q = 0,00$	$\gamma_Q = 1,60$	$\gamma_Q = 0,00$	$\gamma_Q = 1,00$
	Permanente	$\gamma_G = 1,50$		$\gamma_G = 1,00$	

Observaciones:

El cálculo de las deformaciones se ha realizado para condiciones de servicio, con coeficientes parciales de seguridad de valor 1 para las acciones desfavorables (o favorables permanentes), y de valor nulo para acciones favorables variables.

Para el cálculo de las deformaciones verticales (flechas) de los elementos sometidos a flexión, se ha tenido en cuenta tanto las deformaciones instantáneas como las diferidas, considerando los momentos de inercia equivalentes de las secciones fisuradas.

En canto de los forjados no es en ningún caso superior al mínimo establecido en la instrucción EHE (50.2.2.1) para las condiciones de diseño, materiales y carga que les corresponden. Por ello ha sido necesario realizar comprobaciones de flecha para este tipo de elementos.

1.7.- Características de los forjados

Descripción del forjado:

Forjados de losa maciza de 20 ó 25cm de canto, según luces a salvar.

Sistema de unidades adoptado:

Se indican en los planos de los forjados de las losas macizas de hormigón armado los detalles de la sección del forjado, indicando el espesor total, y la cuantía y separación de las armaduras.

Dimensiones y armado:

Canto total	Peso propio total	Hormigón "in situ"	Acero base y refuerzos
20cm	5 kN/m ²	HA-25	B400S
25cm	6'25 kN/m ²	HA-25	B400S

Observaciones:

En lo que respecta al estudio de la deformabilidad de los forjados de losas macizas de hormigón armado, que son elementos estructurales solicitados a flexión, se ha aplicado el método simplificado descrito en el artículo 50.2.2 de la instrucción EHE, donde se establece que no será necesaria la comprobación de flechas cuando la relación luz/canto útil del elemento estudiado sea igual o inferior a los valores indicados en la tabla 50.2.2.1

Los límites de deformación vertical de los forjados de losas macizas, establecidos para asegurar la compatibilidad de deformaciones de los distintos elementos estructurales y constructivos, son los que se señalan a continuación, según lo establecido en el artículo 50 de la EHE:

Límite de la flecha total a plazo infinito:	flecha \leq L/250
Límite relativo de la flecha activa:	flecha \leq L/400
Límite absoluto de la flecha activa:	flecha \leq 1cm

1.8.- Estructuras de acero (SE-A)

ELEMENTOS ESTRUCTURALES DE ACERO CUADRO DE CARACTERÍSTICAS ADECUADO AL DOCUMENTO BÁSICO "DB SE-A"					
Situación del elemento	Toda la obra	Soportes	Jácenas	Correas	Otros
ELEMENTOS DE ACERO LAMINADO					
Perfiles	Designación	S275			
Chapas	Designación	S275			
ELEMENTOS HUECOS DE ACERO					
Perfiles	Designación	S275			
ELEMENTOS DE ACERO CONFORMADO					
Perfiles	Designación	-			
Placas y paneles	Designación	-			
UNIONES ENTRE ELEMENTOS					
Sistemas de unión	Soldaduras	Las características mecánicas de los materiales de aportación serán en todos los casos superiores a las del material base, y su calidad se ajustará a la especificada en la norma UNE-EN ISO 14555:1999.			
	Tornillos (Clase)	-			
COEFICIENTES PARCIALES DE SEGURIDAD DEL MATERIAL					
Plastificación del material y fenómenos de inestabilidad	Resistencia última del material y de los medios de unión		Resistencia al deslizamiento en uniones con tornillos pretensados		
			E.L.S.	E.L.U.	Agujeros rasgados
γ_{M0} y $\gamma_{M1} = 1,05$	$\gamma_{M1} = 1,25$		$\gamma_{M0} = 1,10$	$\gamma_{M0} = 1,25$	$\gamma_{M0} = 1,40$
TRATAMIENTOS DE PROTECCIÓN DE LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES					
En elementos vistos (pilares) se aplica una pintura especial de protección ante el fuego					

2.- Seguridad en caso de incendio

El CTE exige unas medidas de seguridad en caso de incendio, de tal forma que los ocupantes puedan desalojar el edificio en condiciones seguras, se pueda limitar la extensión del incendio dentro del propio edificio y se permita la actuación de los equipos de extinción y rescate.

2.1.- Propagación interior

Compartimentación en sectores de incendio: Según el DB-SI para uso docente de una única planta, no es preciso compartimentar el edificio en sectores de incendio.

2.2.- Propagación exterior

No existen edificaciones contiguas susceptibles de verse afectadas en caso de incendio.

2.3.- Evacuación de ocupantes

Cálculo de ocupación, número de salidas, longitud de recorridos de evacuación y dimensionado de los medios de evacuación

Recinto, planta, sector	Uso previsto	Sup. Útil (m2)	Densidad ocupación (m2/pers.)	Ocupación (P)	Número de salidas		Recorridos de evacuación (m)		Anchura de puertas y pasos (m)	
					Norma	Proy.	Norma	Proy.	Norma	Proy.
Sector 1 (pieza cocina)	Docente	197	1'5	132	1	2	25	≤25	0'80	1'1
Sector 2 (pieza admin.)	Admin.	88'2	10 en resto edificio	14	1	2	25	≤25	0'80	1'1
Sector 3 (Aula 1)	Docente	47'8	2 en aulas	23	1	2	25	≤25	0'80	0'90
Sector 4 (Aula 2)	Docente	47'8	2 en aulas	23	1	2	25	≤25	0'80	0'90
Sector 5 (Aula 3)	Docente	47'8	2 en aulas	23	1	2	25	≤25	0'80	0'90
Sector 6 (Aula 4)	Docente	47'8	2 en aulas	23	1	2	25	≤25	0'80	0'90
Sector 7 (Aula 5)	Docente	47'8	2 en aulas	23	1	2	25	≤25	0'80	0'90
Sector 8 (Aula 6)	Docente	47'8	2 en aulas	23	1	2	25	≤25	0'80	0'90
Sala inst.	Inst.	31'5	3	12	1	1	25	≤25	0'80	2'40
Almacén	Almacén	23	40	1	1	1	25	≤25	0'80	2'40
Aseos	Aseos	23'3	3	8	1	1	25	≤25	0'80	1'1
Espacio abierto usos múltiples	Pública conc.	294	1	294	2	2	50	≤50	1'00	5'9

Sobre todas las salidas de los recintos se colocará una señal con el rótulo "SALIDA".

2.4.- Instalaciones de protección contra incendios

Dotación de instalaciones de protección contra incendios:

Al no exceder la superficie construida de 1.000m² no es necesaria la aparición de detectores de humo conectados a un sistema de alarma del edificio.

Se dispondrán extintores portátiles en cada uno de los locales de eficacia 21^a-113B, y deberán estar situados como máximo a 15m de todo origen de evacuación, siendo esta distancia mayor que la máxima longitud de todos los espacios, excepto en el caso del comedor.

Señalización de las instalaciones manuales de protección contra incendios

Los medios de protección contra incendios de utilización manual (extintores, pulsadores manuales de alarma) se deben señalar mediante señales definidas en la norma UNE-23033-1 cuyo tamaño sea:

- 210x210mm cuando la distancia de observación de la señal no exceda de 10m, siendo el caso todos los espacios excepto el comedor.
- 420x420mm cuando la distancia de observación esté comprendida entre 10 y 20m, siendo el caso del comedor.
- 594x594mm cuando la distancia de observación esté comprendida entre 20 y 30m, siendo el caso de señalización de extintores ubicados en el patio.

Estas señales serán de características fotoluminiscentes, para poder ser visibles en caso de fallo del suministro eléctrico.

2.5.- Intervención de los bomberos

Aproximación al edificio

Dado que la altura de evacuación del edificio es inferior a 9m, no son de aplicación las exigencias de este apartado.

2.6.- Resistencia al fuego de la estructura

Se considera que la resistencia al fuego de un elemento estructural principal del edificio (incluidos forjados y soportes), es suficiente si alcanza la clase exigida, que representa el tiempo en minutos de resistencia ante la acción representada por la curva normalizada tiempo-temperatura.

Sector o local de riesgo especial	Uso del recinto inferior al forjado considerado	Material estructural considerado			Estabilidad al fuego de los elementos estructurales	
		Soportes	Vigas	Forjado	Norma	Proyecto
Sector único	Docente	Acero	-	Hormigón	R 60	R 60

3.- Seguridad de utilización

3.1.- Seguridad frente al riesgo de caídas (DB SU-1)

En el proyecto se ha limitado el riesgo de que los usuarios sufran caídas, para lo cual los suelos proyectados son adecuados para favorecer que las personas no resbalen, tropiecen o se dificulte la movilidad.

Para ello, se han utilizado pavimentos de linóleo en interior y microcemento en interior y exterior, cumpliendo ambos la exigencia clase 1.

SU. Sección 1.1- Resbaladidad de los suelos

(Clasificación del suelo en función de su grado de deslizamiento UNE ENV 12633:2003)	Clase	
	NORMA	PROYECTO
Zonas interiores secas con pendiente < 6%	1	1
Zonas interiores secas con pendiente ≥ 6% y escaleras	2	-
Zonas interiores húmedas (entrada al edificio, terrazas cubiertas, vestuarios, baños, aseos, cocinas, etc.) con pendiente < 6% (excepto uso restringido)	2	1
Zonas interiores húmedas (entrada al edificio, terrazas cubiertas, vestuarios, baños, aseos, cocinas, etc.) con pendiente ≥ 6% y escaleras (excepto uso restringido)	3	-
Zonas exteriores, piscinas (profundidad <1,50) y duchas	3	-

SU. Sección 1.2- Discontinuidades en el pavimento (excepto uso restringido o exteriores)

	NORMA	PROYECTO
No tendrá juntas que presenten un resalto de más de 4 mm	≤ 4mm	0mm
Los elementos salientes del nivel del pavimento, puntuales y de pequeña dimensión (por ejemplo, los cerraderos de puertas) no deben sobresalir del pavimento más de 12 mm	≤ 12mm	-
El saliente que exceda de 6 mm en sus caras enfrentadas al sentido de circulación de las personas no debe formar un ángulo con el pavimento que exceda de 45°.	≤ 6mm	-
Pendiente máxima del 25% para desniveles ≤ 50 mm.		-
Perforaciones o huecos en suelos de zonas de circulación	∅ ≤ 15 mm	-
Altura de barreras para la delimitación de zonas de circulación	≥ 800 mm	-
Nº de escalones mínimo en zonas de circulación		-
Excepto en los casos siguientes: En zonas de uso restringido. En las zonas comunes de los edificios de uso Residencial Vivienda. En los accesos y en las salidas de los edificios. En el acceso a un estrado o escenario.	3	-

Las condiciones exigidas deben cumplirse con el fin de limitar el riesgo de caídas como consecuencia de traspies o tropiezos.

El pavimento de microcemento es un material continuo se coloca sin juntas; mientras que el linóleo se coloca en rollo, pero soldando sus juntas, de manera que no presenta huecos o resaltos.

Con los materiales seleccionados colocados adecuadamente, permiten cumplir las exigencias del CTE.

SU. Sección 1.3- Desniveles

No existen desniveles, por lo que este punto no es de aplicación.

SU. Sección 1.4- Escaleras y rampas

No existen escaleras ni rampas, por lo que este punto no es de aplicación.

SU. Sección 1.5- Limpieza de los acristalamientos exteriores

No es exigible en uso docente.

3.2.- Seguridad frente al riesgo de impacto o atrapamiento (DB SU-2)

SU. Sección 2.1- Impacto

Con elementos fijos	NORMA	PROYECTO
La altura libre de paso en zonas de circulación será, como mínimo, 2100 mm en zonas de uso restringido		2.600mm
La altura libre de paso en el resto de zonas será, como mínimo, 2200 mm		2.600mm
En los umbrales de las puertas la altura libre será 2000 mm, como mínimo.		2.200mm
Los elementos fijos que sobresalgan de las fachadas y que estén situados sobre zonas de circulación estarán a una altura de 2200 mm, como mínimo.		2.600mm
En zonas de circulación, las paredes carecerán de elementos salientes que no arranquen del suelo, que vuelen más de 150 mm en la zona de altura comprendida entre 150 mm y 2200 mm 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 2000 mm, tales como mesetas o tramos de escalera, de rampas, etc., disponiendo elementos fijos que restrinjan el acceso hasta ellos.		-

Con elementos practicables	NORMA	PROYECTO
En pasillos cuya anchura exceda de 2,50 m, el barrido de las hojas de las puertas no debe invadir la anchura determinada en las condiciones de evacuación. (Apartado 4 de la sección SI 3 del DB SI)	Las puertas abren hacia el interior	-
En puertas de vaivén se dispondrá de uno o varios paneles que permitan percibir la aproximación de las personas entre 0,70 m y 1,50 m mínimo	No existen puertas de vaivén	-

Identificación de áreas con riesgo de impacto	NORMA	PROYECTO
Superficies acristaladas situadas en áreas con riesgo de impacto con barrera de protección	No existen	-

Superficies acristaladas situadas en áreas con riesgo de impacto sin barrera de protección

	NORMA	PROYECTO
Diferencia de cota a ambos lados de la superficie acristalada > 12 m		-
Diferencia de cota a ambos lados de la superficie acristalada 0,55 < X < 12 m		-
Menor que 0,55 m	Resistirá sin romper, un impacto de nivel 3 o tendrá una rotura de forma segura	

Duchas y bañeras:

Partes vidriadas de puertas y cerramientos	No existen partes de vidrio	-
--	-----------------------------	---

Áreas con riesgo de impacto

Con el fin de limitar el riesgo de corte sobre el usuario producido por la rotura del vidrio, cualquier vidrio susceptible de sufrir un impacto por una determinada cara debe tener para ella la clasificación establecida según el documento básico SUA 2-1.3, ya que no se dispone ninguna barrera de protección.

Los vidrios de las puertas plegables no están excluidos del riesgo de impacto por ninguna de las dos caras.

Los vidrios que deben cumplir la exigencia son los indicados en la figura.

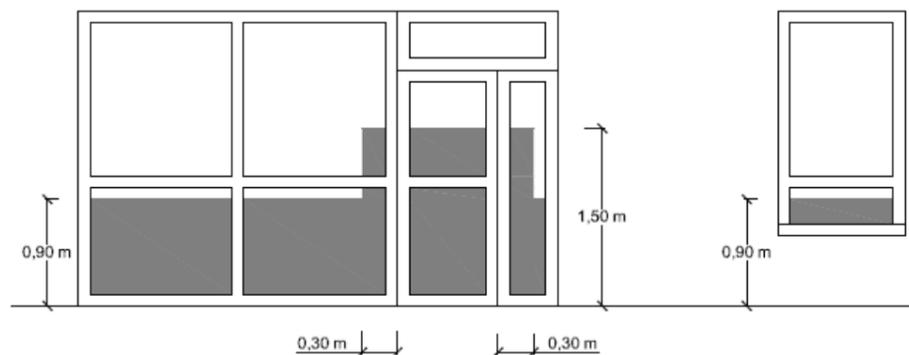


Figura 1.2 Identificación de áreas con riesgo de impacto

Impacto con elementos insuficientemente perceptibles

Grandes superficies acristaladas y puertas de vidrio que no dispongan de elementos que permitan identificarlas (excluye el interior de las viviendas)

Señalización:	Altura inferior	850<h<1100m m	h=900mm
	Altura superior	1500<h<1700 mm	h=1.600mm
Travesaño situado a la altura inferior			-
Montantes separados a ≥ 600 mm			-

Para evitar el impacto de las personas con los acristalamientos de gran dimensión, como es el caso en acristalamientos fijos y practicables de las distintas unidades de la escuela, se colocan vinilos decorativos a una altura de 0'9m y 1'6m, de manera que sean perceptibles por los usuarios. No será necesaria en el caso de huecos cerrados mediante carpinterías tipo Hervent, ya que disponen de travesaños.

SU. Sección 2.2- Atrapamiento

	NORMA	PROYECTO
Puerta corredera de accionamiento manual (d= distancia hasta objeto fijo más próximo)	d ≥ 200 mm	> 200 mm
Los elementos de apertura y cierre automáticos dispondrán de dispositivos de protección adecuados al tipo de accionamiento y cumplirán con las especificaciones técnicas propias.		-

La entrada de la escuela dispone de dos puertas correderas de 6m de longitud, que se recogen sobre un tramo de vallado fijo continuo, de manera que no se puede producir el atrapamiento al abrirse la puerta entre ésta y un elemento fijo.

3.3.- Seguridad frente al riesgo de aprisionamiento (DB SU-3)

Exigencia básica: Se limitará el riesgo de que los usuarios puedan quedar accidentalmente aprisionados en recintos.

Todas las puertas de la escuela contarán con posibilidad de bloqueo y desbloqueo tanto desde el interior como del exterior, de manera que puedan abrirse las puertas en caso de que accidentalmente hubiesen quedado personas atrapadas en el interior del recinto.

3.4.- Seguridad frente al riesgo causado por la acción del rayo (DB SU-8)

SU. Sección 8- Acción del rayo

Procedimiento de verificación

	Instalación de sistema de protección contra el rayo
Ne (frecuencia esperada de impactos) > Na (riesgo admisible)	SI
Ne (frecuencia esperada de impactos) ≤ Na (riesgo admisible)	NO

Determinación de Ne

Ng [nº impactos/año, km2]	Ae [m2]	C1	Ne Ne = NgAeC110 ⁻⁶
Densidad de impactos sobre el terreno	superficie de captura equivalente del edificio aislado en m², que es la delimitada por una línea trazada a una distancia 3H de cada uno de los puntos del perímetro del edificio, siendo H la altura del edificio en el punto del perímetro considerado	Coeficiente relacionado con el entorno	
		Situación del edificio	C1

2,00 (Valencia)	4.918'5 m2	Próximo a otros edificios o árboles de la misma altura o más altos	0,5
-----------------	-------------------	--	-----

$$N_e = 4'92 \cdot 10^{-3}$$

Determinación de Na

C ₂ coeficiente en función del tipo de construcción	C ₃ contenido del edificio			C ₄ uso del edificio	C ₅ necesidad de continuidad en las activ. que se desarrollan en el edificio	Na	$N_a = \frac{5,5}{C_2 C_3 C_4 C_5} 10^{-3}$
	Cubierta metálica	Cubierta de hormigón	Cubierta de madera				
Estructura metálica	0,5	1	2	1	3	1	Na = 1'83 · 10 ⁻³

Tipo de instalación exigido

Na = 1'83 · 10 ⁻³	Ne = 4'92 · 10 ⁻³	$E = 1 - \frac{N_a}{N_e} = 0'62$	Nivel de protección	4
-	-	-	E ≥ 0,98	1
-	-	-	0,95 ≤ E < 0,98	2
-	-	-	0,80 ≤ E < 0,95	3
-	-	-	0 ≤ E < 0,80	4

El sistema de protección estará formado por una punta Franklin (dispositivo captador) y un conductor de bajada.

4.- Salubridad

4.1.- Protección frente a la humedad (HS 1)

La exigencia básica consiste en limitar el riesgo previsible de presencia inadecuada de agua o humedad en el interior de los edificios y en sus cerramientos como consecuencia del agua procedente de precipitaciones atmosféricas, de escorrentías, del terreno o de condensaciones, disponiendo medios que impidan su penetración, o en su caso permitan su evacuación sin producir daños.

Esta sección se aplica a los suelos que están en contacto con el terreno y a los cerramientos que están en contacto con el aire exterior (fachadas y cubiertas).

4.1.1.- Suelos

El grado de impermeabilidad mínimo exigido a los suelos que están en contacto con el terreno se obtiene de la tabla 2.3 en función de la presencia de agua:

Tabla 2.3 Grado de impermeabilidad mínimo exigido a los suelos

Presencia de agua	Coeficiente de permeabilidad del terreno	
	Ks > 10 ⁻⁵ cm/s	Ks ≤ 10 ⁻⁵ cm/s
Alta	5	4
Media	4	3
Baja	2	1

La presencia de agua a considerar sería "Baja" al estar la cara inferior de la cimentación por encima de la cota del nivel freático. Al no conocer el coeficiente de permeabilidad del terreno se toma el valor más desfavorable, 2 como grado de impermeabilidad.

Las condiciones exigidas en función del tipo de suelo se obtienen en la tabla 2.4.

Tabla 2.4 Condiciones de las soluciones de suelo

Grado de impermeabilidad	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	C2		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	I2+S1+S3+V1+D3+D4	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+I1+I2+D1+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+I1+I2+D1+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+I1+I2+D1+D2+P1+P2+S1+S2+S3		C2+C3+D1+D2+I2+P2+S1+S2+S3	C2+C3+I1+I2+D1+D2+P1+P2+S1+S2+S3	C1+C2+C3+I1+I2+D1+D2+D3+D4+P1+P2+S1+S2+S3

La solución exigida es C2+C3+D1, donde:

- C2: El suelo deberá realizarse con 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.
- Debe disponerse una capa drenante y una capa filtrante sobre el terreno situado bajo el suelo.

4.1.2.- Fachadas

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:

a) Zonas eólicas, según la figura 2.5

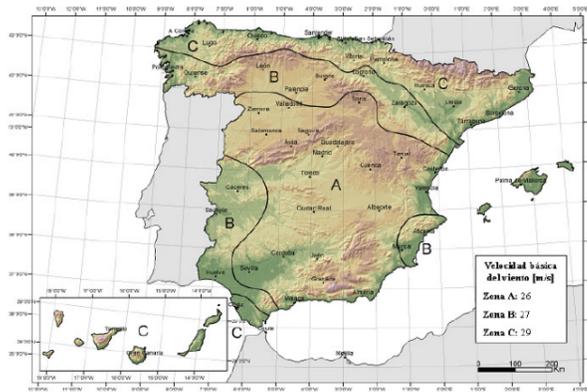


Figura 2.5 Zonas eólicas

Correspondiendo a Valencia la zona A.

b) el grado de exposición al viento, obtenido de la tabla 2.6:

		Clase del entorno del edificio					
		E1			E0		
		Zona eólica			Zona eólica		
Altura del edificio en m	≤ 15	V3	V3	V3	V2	V2	V2
	16 - 40	V3	V2	V2	V2	V2	V1
	41 - 100 ⁽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.

c) la zona pluviométrica de promedios según la figura 2.4

		Zona pluviométrica de promedios				
		I	II	III	IV	V
Grado de exposición al viento	V1	5	5	4	3	2
	V2	5	4	3	3	2
	V3	5	4	3	2	1

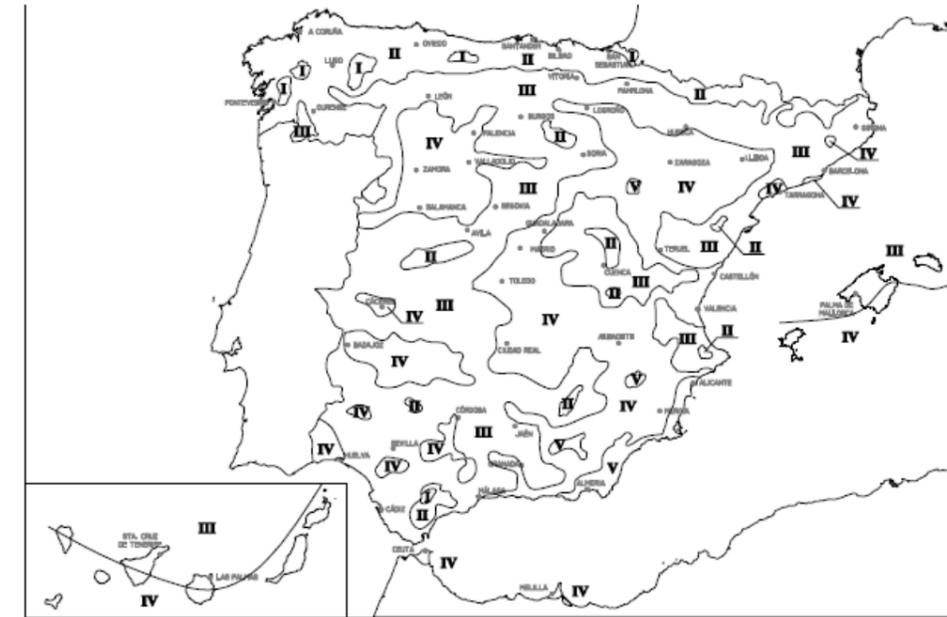


Figura 2.4 Zonas pluviométricas de promedios en función del índice pluviométrico anual

Se obtiene para la localidad de Valencia, con zona pluviométrica III y el grado de exposición al viento V3, un grado de impermeabilidad mínimo para las fachadas de 3.

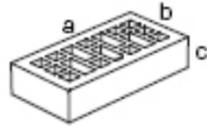
Grado de impermeabilidad	Con revestimiento exterior				Sin revestimiento exterior			
	R1	B1	C1	N1	R2	B2	C2	N2
≤ 1	R1+C1 ⁽¹⁾				C1 ⁽¹⁾ +J1+N1			
≤ 2					B1+C1+J1+N1	C2+H1+J1+N1	C2+J2+N2	C1 ⁽¹⁾ +H1+J2+N2
≤ 3	R1+B1+C1	R1+C2	R1+C1 ⁽¹⁾		B2+C1+J1+N1	B1+C2+H1+J1+N1	B1+C2+J2+N2	B1+C1+H1+J2+N2
≤ 4	R1+B2+C1	R1+B1+C2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

De entre las soluciones exigidas posibles, se elige B1+C1+H1+J2+N2, donde:

- B1: Debe disponerse al menos una barrera de resistencia media a la filtración, que se soluciona mediante una cámara de aire sin ventilado.

- C1: Debe utilizarse al menos una hoja principal de espesor medio, condición que cumple la fábrica cogida con mortero de 1/2 pie de ladrillo cerámico caravista.
- H1: La higroscopicidad del material componente de la hoja principal debe ser baja, concretamente en el caso de ladrillo cerámico debe ser de succión inferior a 4'5 kg/m². Los ladrillos elegidos para el proyecto cumplen de sobra esta limitación, siendo de valores muy inferiores.



	Soga (a)	Tizón (b)	Grosor (c)
Medidas:	23.5 cm.	11.3 cm.	5.0 cm.
Acabado:	Liso		
Peso aproximado:	1,80 Kg.		

Absorción de agua:	≤ 6 %
Succión, Kg / (m ² -min)	≤ 0,6
Rest. carac. norm. a compresión:	≥ 40,0 N/mm ²
Durabilidad (Heladicidad)	F2
Propiedades térmicas (λeq)	0,35 W/mK
Expansión por humedad	≤ 0,50 mm/m
Reacción al fuego	Clase A1

- J2: Referida a la resistencia frente a la filtración de las juntas entre las piezas que componen la hoja principal. En este caso deben cumplir una resistencia alta, eligiendo la solución de juntas de mortero con adición de un producto hidrófugo, sin interrupción y juntas horizontales llagueadas.
- N2: La resistencia a la filtración del revestimiento intermedio en la cara interior de la hoja principal debe ser de alta resistencia a la filtración, pudiendo considerar como tal un material adherido, continuo, sin juntas e impermeable de 15mm de espesor como mínimo, condición que se cumple mediante el empleo conjunto de un panel tipo "Aquapanel" junto con un aislamiento hidrófugo, en el interior de la fachada.

Juntas

Deben disponerse juntas de dilatación de la hoja principal a distancias no mayores que las indicadas en la tabla 2.1 del DB-SE-F:

Tabla 2.1 Distancia máxima entre juntas de movimiento de fábricas sustentadas

Tipo de fábrica	Distancia entre las juntas (m)		
de piedra natural	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 expandida)	20		
de piezas de hormigón ligerode piedra pómez o arcilla expandida	15		
de ladrillo cerámico ⁽¹⁾	Retracción final del mortero (mm/m)	Expansión final por humedad de la pieza cerámica (mm/m)	
	≤ 0,15	≤ 0,15	30
	≤ 0,20	≤ 0,30	20
	≤ 0,20	≤ 0,50	15
	≤ 0,20	≤ 0,75	12
	≤ 0,20	≤ 1,00	8

⁽¹⁾ Puede interpolarse linealmente

Siendo para el material elegido, con expansión por humedad inferior a 0'5mm/m, una distancia máxima entre juntas de 15m superior a la longitud máxima de las fachadas de ladrillo, por lo que no es necesario incorporar juntas.

4.1.3.- Cubiertas

El grado de impermeabilidad exigido a las cubiertas es único e independiente de factores climáticos. Cualquier solución constructiva se considera que alcanza este grado de impermeabilidad siempre que se cumpla la condición de disponer los siguientes elementos:

- Un sistema de formación de pendiente por ser una cubierta plana, materializado por un hormigón ligero.
- Una barrera contra el vapor colocada bajo el aislante térmico.
- Un aislante térmico, materializado por Poliestireno extruido.
- Una capa de impermeabilización por ser una cubierta plana.
- Una capa de protección por ser una cubierta plana, materializada por una capa de gravas como material de acabado.
- Un sistema de evacuación de aguas, compuesto por sumideros.

Pendiente

El sistema de formación de pendientes en cubiertas planas debe tener una pendiente hacia los sumideros dentro de los intervalos que figuran en la tabla 2.9:

Tabla 2.9 Pendientes de cubiertas planas

Uso	Protección	Pendiente en %	
Transitables	Peatones	1-5 ⁽¹⁾	
	Vehículos	Solado fijo	1-5
		Solado flotante Capa de rodadura	1-5 ⁽¹⁾
No transitables	Grava	1-5	
Ajardinadas	Lámina autoprottegida	1-15	
	Tierra vegetal	1-5	

4.2.- Recogida y evacuación de residuos (HS 2)

El edificio de este proyecto dispone de espacios y medios para extraer los residuos ordinarios generados en ellos de forma acorde con el sistema público de recogida, de tal forma que se facilite la adecuada separación en origen de dichos residuos, la recogida selectiva de los mismos y su posterior gestión.

Al estar situado el edificio en una zona con recogida centralizada con contenedores de calle no es necesaria la existencia de un almacén dentro del edificio para los residuos, pero sí se ha previsto la existencia de un espacio de reserva, como establece el CTE, para los residuos generados en la cocina.

El recorrido existente entre el espacio de reserva y el punto de recogida exterior cumple con la prescripción de anchura mínima libre de 1'20m, carece de escalones, tiene una pendiente menor al 12% y todas las puertas existentes en el mismo son de apertura manual y abren en el sentido de salida.

4.3.- Calidad del aire interior (HS 3)

4.3.1.- Descripción de la instalación

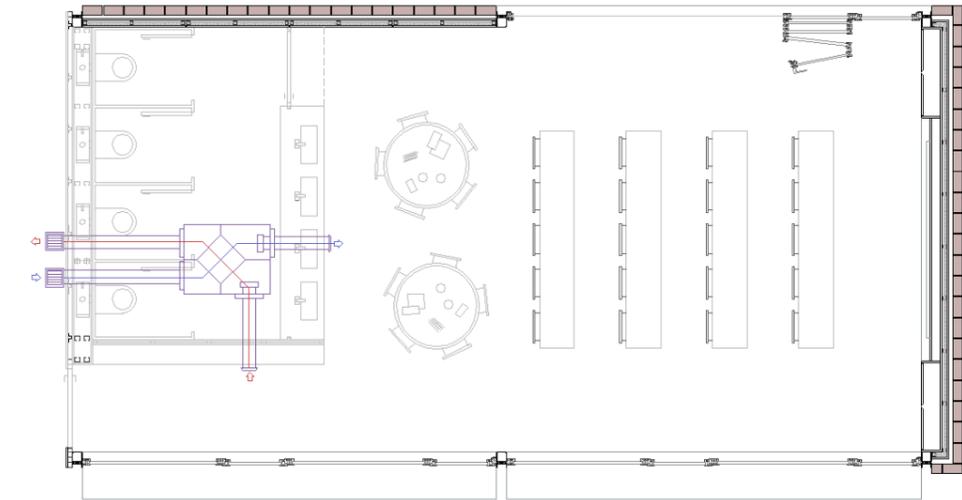
Según la exigencia básica, los edificios dispondrán de medios para que sus recintos puedan ventilar adecuadamente, eliminando los contaminantes que se produzcan de forma habitual durante el uso normal de los edificios, de forma que se aporte un caudal suficiente de aire exterior y se garantice la extracción y expulsión del aire viciado por los contaminantes.

Debido a que el CTE solo establece los criterios de diseño para edificios de viviendas, se recurre al RITE para poder calcular la instalación de esta escuela infantil, según el apartado 1.1.4.2 "Exigencia de Calidad del Aire Interior".

Se contempla la instalación de aporte de aire fresco exterior a cada uno de los locales y la extracción del aire viciado, todo ello de forma mecánica. El aire exterior se introduce previo filtrado y paso por un recuperador de calor entálpico, que mejora la temperatura del aire introducido al interior del local. Las cargas térmicas introducidas serán compensadas con el calor disipado por el sistema de calefacción ambiental.

Los ventiladores y filtros forman parte del contenedor del recuperador entálpico, con ventiladores centrífugos que dispongan de posibilidad de regulación de velocidad.

Esquema de la instalación de ventilación en las unidades docentes:



4.3.2.- Criterios de diseño de la instalación (cumplimiento del RITE)

Se ha de prever un sistema que garantice el aporte suficiente de caudal de aire exterior que evite, en los distintos locales en los que se realice alguna actividad humana, la formación de elevadas concentraciones de contaminante.

Caudal de aire interior

Dado el uso del edificio proyectado, la categoría de calidad del aire interior será como mínimo:

- IDA 2, en Aulas y Despachos
- IDA 3, en Comedor y Cocina

Caudal mínimo de aire exterior de ventilación

El caudal mínimo necesario para alcanzar las categorías indicadas se ha calculado de acuerdo con el "Método indirecto de caudal de aire exterior por persona" que establece el RITE, de tal modo que resultan los siguientes caudales mínimos:

- IDA 2: 12'5 dm³/s por persona
- IDA 3: 8 dm³/s por persona

Estancia	Ocupación	IDA	Dm ³ /s/persona	Caudal dm ³ /s	Caudal m ³ /s
Comedor y cocina	132	IDA 3	8 dm ³ /s	1056 dm ³ /s	1'056 m ³ /s
Sala de profesores y administración	14	IDA 2	12'5 dm ³ /s	175 dm ³ /s	0'175 m ³ /s
Aula 1	22	IDA 2	12'5 dm ³ /s	275 dm ³ /s	0'275 m ³ /s
Aula 2	22	IDA 2	12'5 dm ³ /s	275 dm ³ /s	0'275 m ³ /s
Aula 3	22	IDA 2	12'5 dm ³ /s	275 dm ³ /s	0'275 m ³ /s
Aula 4	22	IDA 2	12'5 dm ³ /s	275 dm ³ /s	0'275 m ³ /s

Aula 5	22	IDA 2	12'5 dm3/s	275 dm3/s	0'275 m3/s
Aula 6	22	IDA 2	12'5 dm3/s	275 dm3/s	0'275 m3/s
Total					2'881 m3/s

El total de aire de extracción para el edificio es de 2'9 m3/s, valor superior al máximo que permite el RITE, 0'5 m3/s, por lo que es necesaria la instalación de recuperadores entálpicos para recuperar energía del aire impulsado. Esta instalación ya se había previsto en el diseño del proyecto, por lo que no implica ningún cambio en la instalación de ventilación.

La distribución del aire de impulsión y retorno de cada estancia se realiza mediante conductos aislados de 25mm de espesor, conforme a la tabla 1.2.4.2.1 del RITE, para conductos que transportan fluidos por el interior, según la temperatura máxima que van a soportar.

4.3.3.- Sección de los conductos

Para el cálculo de la sección de los conductos de renovación de aire se utiliza la fórmula 4.1 de CTE DB-HS 3:

$$S \geq 2'5 \cdot q_{vt}$$

Siendo q_{vt} el caudal de aire en el conducto en l/s.

Para el caso del aula, con un caudal de 275 l/s, sería necesaria una sección de conducto de:

$$S \geq 2'5 \cdot 275 = 687'5 \text{ cm}^2$$

Se elige un conducto de 20x35cm, con una sección de 750cm².

Para el caso del comedor, con un caudal 1076 l/s, sería necesaria una sección de 2690cm², demasiado grande para un único conducto, por lo que se instalan 4 conductos de 20x35cm.

4.4.- Suministro de agua (HS 4)

Este punto se desarrolla detalladamente en el Anejo 3 "Instalación de suministro de agua".

4.5.- Evacuación de aguas residuales (HS 5)

Este punto se desarrolla detalladamente en el Anejo 4 "Evacuación de aguas residuales".

5.- Protección frente al ruido

Se comprueba que los espacios de la escuela cumplan las condiciones mínimas exigidas por el CTE DB HR, de protección frente al ruido, que implican unas condiciones de aislamiento según sean recintos habitables o recintos protegidos.

Según el CTE DB HR, son recintos habitables los que están destinados al uso de personas con una ocupación y tiempo de estancia que exijan unas condiciones acústicas adecuadas.

Se incluirían en este apartado las aulas, despachos, sala de reuniones, cocina, comedor, y aseos. No estaría considerado como recinto habitable la sala de calderas ni el almacén, y tampoco se ha considerado como tal la sala de usos múltiples.

Por otra parte, tienen consideración de recintos protegidos aquellos recintos habitables que deban tener mejores características acústicas. El CTE DB HR incluye en este caso únicamente los siguientes espacios de la escuela: aulas, despachos y sala de reuniones. No tendrían esta consideración la cocina ni los aseos.

Las exigencias de aislamiento acústico entre recintos deben cumplirse entre:

- Una unidad de uso y cualquier recinto del edificio que no pertenezca a dicha unidad de uso. Se ha considerado que cada espacio de la escuela es una unidad de uso independiente.
- Entre recintos protegidos o habitables y recintos de instalaciones o recintos de actividad o ruidosos.

Las exigencias de aislamiento acústico entre un recinto y el exterior se aplican únicamente a los recintos protegidos del edificio.

En los recintos protegidos debe cumplirse una protección frente a ruido aéreo de 50 dBA en las separaciones con otras unidades de uso habitables, y de 55 dBA en el caso de separaciones con recintos de instalaciones. La protección frente al ruido exterior, para el uso docente, se establece en 30 dBA.

En los recintos habitables debe cumplirse un aislamiento frente a ruido aéreo de 45 dBA en las separaciones con otro recinto habitable o protegido, y de 45 dBA en las separaciones con recintos de instalaciones.

Los cerramientos correspondientes a medianeras con otros edificios deberán tener un aislamiento acústico de 40 dBA, no existiendo este caso en el proyecto.

No será necesaria ninguna comprobación de aislamiento acústico frente a ruido de impactos dado que es un edificio de una única planta y es una exigencia propia de los elementos constructivos de separación horizontal.

Recinto Receptor	Recinto emisor	Requisito CTE DB-HR
Recinto protegido	Recinto no perteneciente a la misma unidad de uso	50 dBA
	Recinto de instalaciones	55 dBA
	Exterior	30 dBA
Recinto habitable	Recinto no perteneciente a la misma unidad de uso	45 dBA
	Recinto de instalaciones	45 dBA

Para la comprobación de la protección frente a ruido se ha seguido el método simplificado del CTE, consistente en adoptar soluciones del catálogo de elementos constructivos que cumplan las limitaciones.

Soluciones constructivas

Cubierta: Se utiliza la solución C 5.8 del catálogo de soluciones constructivas del CTE, consistente en una capa de formación de pendiente con arcilla expandida u hormigón ligero, barrera contra el vapor, material aislante térmico de poliestireno extruido, lámina impermeable, geotextil y capa de protección de grava.

Código	Sección	Soporte resistente SR	HE ⁽³⁾		HR	
			U (W/m ² K)	m (kg/m ²)	R _A (dBA)	R _{Atr} (dBA)
C 5.1		FU	BP	1/(1,05+R _{AT})	(4)	(4)
C 5.2			BC	1/(0,53+R _{AT})	(4)	(4)
C 5.3			BH	1/(0,44+R _{AT})	(4)	(4)
C 5.4		FR	CP	1/(0,45+R _{AT})	(4)	(4)
C 5.5			CC	1/(0,40+R _{AT})	(4)	(4)
C 5.6			CH	1/(0,38+R _{AT})	(4)	(4)
C 5.7			SC	1/(0,31+R _{AT})	(4)	(4)
C 5.8			L	1/(0,33+R _{AT})	(4)	(4)

⁽⁴⁾ Para obtener los valores de m, R_A y R_{Atr} de cubiertas, se utilizarán los valores de m, R_A y R_{Atr} de forjados y losas del apartado 3.18. Cuando la cubierta tenga una capa de formación de pendientes de hormigón con áridos ligeros, el valor de los índices R_A y R_{Atr} del forjado se incrementará 2 dBA.

Esta solución aporta 2dBA al tipo de forjado que da soporte a la cubierta, siendo en este caso una losa maciza de 25cm:

Losas macizas de hormigón armado									
Descripción	HE						HR ⁽¹⁾		
	Tipo	canto mm	m kg/m ²	ρ kg / m ³	R m ² ·K/ W	c _p J / kg·K	μ	R _A dBA	R _{Atr} dBA
hormigón de ρ = 2500 kg/m ³	200	500	2500	0,08	1000	80	60	55	70
	250	625	2500	0,10	1000	80	64	59	66
	300	750	2500	0,12	1000	80	67	62	63
	350	875	2500	0,14	1000	80	69	64	61
	400	1000	2500	0,16	1000	80	71	66	59
	500	1250	2500	0,20	1000	80	75	70	56

Dando un total de 64+2=66dBA, siendo superior al mínimo exigido por el CTE para el aislamiento acústico frente a ruido exterior de 30dbA.

Fachada tipo 1: Hoja de ladrillo caravista de medio pie, cámara de aire, panel impermeable tipo "Aquapanel", aislamiento térmico y panel de resinas termoendurecibles. Corresponde a una solución similar a la F.1.4 del catálogo de soluciones constructivas del CTE:

Codigo	Sección (mm)	Datos entrada			HS ⁽¹⁾	HE ⁽²⁾	HR ⁽³⁾		
		HP	RM	GI			U (W/m ² K)	R _A ⁽⁵⁾ (dBA)	R _{Atr} ⁽⁵⁾ (dBA)
F 1.4 ⁽⁸⁾		J1	N1	3	1/(0,57+R _{AT})	60 [60]	55 [55]	184 [200]	
		J2	N2	4 ⁽²⁾					
		-	B3	5					

Esta solución proporcionaría 60 dBA, cumpliendo la limitación de 30 dBA exigida para el aislamiento a ruido exterior.

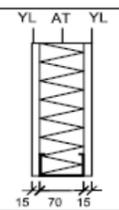
Fachada tipo 2: Panel de resinas termoendurecibles para exterior, cámara de aire ventilada, panel impermeable tipo "Aquapanel", aislamiento térmico y panel de resinas termoendurecibles. Corresponde a una solución similar a la F.10.1 de fachada ligera del catálogo de soluciones constructivas del CTE:

Código	Sección	Datos entrada			HS	HE	HR		
		RE	HI	GI ⁽⁴⁾			U (W/m ² K)	R _A (dBA)	R _{Atr} (dBA)
F.10.1 ⁽⁷⁾		B3'	C1'	3	1/(0,38+R _{AT})	43 ⁽²⁾	38 ⁽²⁾	48 ⁽²⁾	
						48 ⁽²⁾	40 ⁽²⁾	56 ⁽²⁾	

Esta solución proporciona 43 dBA, siendo superior a la limitación de 30 dBA exigida para el aislamiento a ruido exterior.

Particiones interiores: Entramado autoportante de placas de resinas termoendurecibles fijadas a subestructura metálica con aislamiento en el

interior. Siendo similar, pero de mayores dimensiones, a la solución P4.3 del catálogo de soluciones constructivas del CTE:

Código	Sección	HE	HR	
		U (W/m ² K)	R _A (dBA)	m ⁽¹⁾ (kg/m ²)
P4.3		1/(0,38+R _{AT})	47	26

Esta solución proporcionaría un valor superior a 47dBA, siendo superior a los 45dBA exigidos para los recintos habitables.

En el caso de la sala de profesores, al ser considerado un recinto protegido, el aislamiento debe cumplir 55dBA en su separación con el cuarto de instalaciones, pero en dicha separación, además de este entramado, se construye un armario, de manera que se ha considerado que el conjunto cumpliría la limitación de los 55dBA.

6.- Exigencias básicas de ahorro de energía

6.1.- Limitación de la demanda energética

6.1.1.- Coeficientes de transmisión térmica

El código técnico exige que los edificios dispongan de una envolvente de características tales que se limite adecuadamente la demanda energética necesaria para que en su interior se alcance un bienestar térmico aceptable para el clima de la localidad, al mismo tiempo que se reduzca el riesgo de aparición de humedades intersticiales y por condensación superficial, y se traten adecuadamente los puentes térmicos.

La comprobación del cumplimiento de estos requisitos se ha llevado a cabo por el método simplificado, que consiste en comprobar que los valores de transmitancia térmica obtenidos de cálculo para la envolvente del edificio sean inferiores a los máximos que establece el CTE, según la tabla 2.1 del DB HE-1

Tabla 2.1 Transmitancia térmica máxima de cerramientos y particiones interiores de la envolvente térmica U en W/m²K

Cerramientos y particiones interiores	ZONAS A	ZONAS B	ZONAS C	ZONAS D	ZONAS E
Muros de fachada, particiones interiores en contacto con espacios no habitables, primer metro del perímetro de suelos apoyados sobre el terreno ⁽¹⁾ y primer metro de muros en contacto con el terreno	1,22	1,07	0,95	0,86	0,74
Suelos ⁽²⁾	0,69	0,68	0,65	0,64	0,62
Cubiertas ⁽³⁾	0,65	0,59	0,53	0,49	0,46
Vidrios y marcos	5,70	5,70	4,40	3,50	3,10
Medianerías	1,22	1,07	1,00	1,00	1,00

⁽¹⁾ Se incluyen las losas o soleras enterradas a una profundidad no mayor de 0,5 m

⁽²⁾ Las particiones interiores en contacto con espacios no habitables, como en el caso de cámaras sanitarias, se consideran como suelos

⁽³⁾ Las particiones interiores en contacto con espacios no habitables, como en el caso de desvanes no habitables, se consideran como cubiertas

El proyecto está situado en Valencia, correspondiéndole la zona B3.

Fachada de ladrillo caravista

Elemento	Espesor	λ	R
Resistencia superficial exterior R _{se}			0'04 m ² K/W
Ladrillo caravista	120mm	0'694 W/mK	
Cámara de aire no ventilada	50mm		0'18 m ² K/W
Placa tipo "aquapanel"	12'5mm	0'36 W/mK	
Poliestireno extruido	50mm	0'038 W/mK	
Placa de resinas termoendurecibles	20mm	0'3 W/mK	
Resistencia superficial interior R _{si}			0'13 m ² K/W

$$U = \frac{1}{0'04 + \frac{0'12}{0'694} + 0'18 + \frac{0'0125}{0'36} + \frac{0'05}{0'038} + \frac{0'02}{0'3} + 0'13} = \frac{1}{1'94} = 0'515 \text{ W / m}^2\text{K}$$

$$U_{\text{fachada}} = 0'52 \text{ W / m}^2\text{K} < 1'07 \text{ W / m}^2\text{K}$$

Por lo que se estaría cumpliendo la exigencia del CTE.

Fachada de placa de resinas termoendurecibles

Elemento	Espesor	λ	R
Resistencia superficial exterior R _{se}			0'04 m ² K/W
Placa de resinas termoendurecibles	20mm	0'3 W/mK	
Cámara de aire ventilada	50mm		0'09 m ² K/W
Placa tipo "aquapanel"	12'5mm	0'36 W/mK	
Cámara de aire no ventilada			0'18 m ² K/W
Poliestireno extruido	50mm	0'038 W/mK	
Placa de resinas termoendurecibles	20mm	0'3 W/mK	
Resistencia superficial interior R _{si}			0'13 m ² K/W

$$U = \frac{1}{0'04 + \frac{0'02}{0'3} + 0'09 + \frac{0'0125}{0'36} + 0'18 + \frac{0'05}{0'038} + \frac{0'02}{0'3} + 0'13} = \frac{1}{1'923} = 0'52 \text{ W / m}^2\text{K}$$

$$U_{\text{fachada}} = 0'52 \text{ W / m}^2\text{K} < 1'07 \text{ W / m}^2\text{K}$$

Por lo que se estaría cumpliendo la exigencia del CTE.

Cubierta invertida con acabado de grava

Flujo de calor ascendente

Elemento	Espesor	λ	R
Resistencia superficial exterior Rse			0'04 m2K/W
Gravas	10mm	2 W/mK	
Geotextil	1mm	0'23 W/mK	
Aislante de poliestireno extruido	40mm	0'029 W/mK	
Lámina impermeabilizante	5mm	0'23 W/mK	
Arcilla expandida	50mm	0'148 W/mK	
Lámina cortavapor de polietileno	1mm	0'33 W/mK	
Hormigón armado	200mm	2'3 W/mK	
Resistencia superficial interior Rsi			0'10 m2K/W

$$U = \frac{1}{0'04 + \frac{0'01}{2} + \frac{0'001}{0'23} + \frac{0'04}{0'029} + \frac{0'005}{0'23} + \frac{0'05}{0'148} + \frac{0'001}{0'33} + \frac{0'2}{2'3} + 0'1} = \frac{1}{1'97} = 0'506 \text{ W / m}^2\text{K}$$

$$U_{\text{cubierta}} = 0'506 \text{ W / m}^2\text{K} < 0'59 \text{ W / m}^2\text{K}$$

Por lo que se estaría cumpliendo la exigencia del CTE.

Suelo en contacto con el terreno

Flujo de calor descendente

Elemento	Espesor	λ	R
Resistencia superficial interior Rsi			0'17 m2K/W
Linóleo	2mm	0'17 W/mK	
Formación de suelo radiante	80 mm	0'44 W/mK	
Poliestireno extruido	30mm	0'029 W/mK	
Solera	100 mm	2'3 W/mK	
Cámara de aire	100mm		0'09

$$U = \frac{1}{0'17 + \frac{0'002}{0'17} + \frac{0'08}{0'44} + \frac{0'03}{0'029} + \frac{0'1}{2'3} + 0'09} = \frac{1}{1'53} = 0'65 \text{ W / m}^2\text{K}$$

$$U_{\text{suelo}} = 0'65 \text{ W / m}^2\text{K} < 0'68 \text{ W / m}^2\text{K}$$

Por lo que se estaría cumpliendo la exigencia del CTE.

Pilares

Elemento	Espesor	λ	R
Resistencia superficial exterior Rse			0'04 m2K/W
UPN	7mm	50 W/mK	
Poliestireno extruido	10mm	0'038 W/mK	
Cara exterior del perfil tubular	4mm	50 W/mK	
Cámara de aire interior	112mm		0'18 m2K/W
Cara interior del perfil tubular	4mm	50 W/mK	
Resistencia superficial interior Rsi			0'13 m2K/W

$$U = \frac{1}{0'04 + \frac{0'007}{50} + \frac{0'01}{0'038} + \frac{0'004}{50} + 0'18 + \frac{0'004}{50} + 0'13} = \frac{1}{0'614} = 1'63 \text{ W / m}^2\text{K}$$

$$U_{\text{pilar}} = 1'63 \text{ W / m}^2\text{K}$$

En este caso, se va a considerar el pilar como un puente térmico, por lo que no sería necesario cumplir la exigencia del CTE.

Carpintería exterior de aluminio



Las carpinterías exteriores de aluminio son de la casa Schüco, modelos AWS65, con un valor $U=2'2 \text{ W/m}^2\text{K}$ para un ancho de vista de 117mm.

$$U_{\text{ventana}} = 2'2 \text{ W / m}^2\text{K} < 5'7 \text{ W / m}^2\text{K}$$

Cumpliendo por tanto la exigencia del CTE.

6.1.2.- Aplicación de la opción simplificada del CTE en fachadas

6.1.2.1.- Fachada Sur de las unidades docentes

El cerramiento de fachada sur de las aulas se compone principalmente de huecos de ventana, con un elemento inferior de hoja de ladrillo. Las carpinterías de la fachada sur están compuestas, en cada módulo de 4'80m entre pilares, de un fijo superior de 2'40x0'80m con lamas horizontales, un fijo inferior de 1'60x1'40m y una ventana practicable de 0'80x1'40m, para un hueco total de 4'80x2'20m a una cota de +0'40m (sobre el elemento opaco horizontal que constituye el mobiliario de almacenamiento).

Debido a que el fijo superior contiene un elemento de protección de sombra, se tratará como un elemento independiente de los otros dos elementos de ventana.

Área de marco de ventanas (2 unidades de 4'80x2'20m):

$$A_{\text{fijo sup}} = 2 \cdot [11'7 \cdot 240 \cdot 2 + 11'7 \cdot (80 - 2 \cdot 11'7) \cdot 2] = 2 \cdot [6940'44] = 13880'88 \text{ cm}^2$$

$$A_{\text{fijo inf}} = 2 \cdot [11'7 \cdot 160 \cdot 2 + 11'7 \cdot (140 - 2 \cdot 11'7) \cdot 2] = 2 \cdot [6472'44] = 12944'88 \text{ cm}^2$$

$$A_{\text{practicable}} = 2 \cdot [11'7 \cdot 80 \cdot 2 + 11'7 \cdot (140 - 2 \cdot 11'7) \cdot 2] = 2 \cdot [4600'44] = 9200'88 \text{ cm}^2$$

Área de ventanas (2 unidades):

$$A_{\text{ventana sup}} = 2 \cdot [480 \cdot 80] = 2 \cdot [38400] = 76800 \text{ cm}^2$$

$$A_{\text{ventana inf}} = 2 \cdot [480 \cdot 140] = 2 \cdot [67200] = 134400 \text{ cm}^2$$

Porcentajes de marco y vidrio:

Elemento de ventana superior (con lamas)

$$\%_{\text{marco}} = \frac{13880'88}{76800} = 18'07\%$$

$$\%_{\text{vidrio}} = 100\% - 18'07 = 81'93\%$$

Elemento de ventana inferior

$$\%_{\text{marco}} = \frac{(12944'88 + 9200'88)}{134400} = 16'48\%$$

$$\%_{\text{vidrio}} = 100\% - 16'48 = 83'52\%$$

Cálculo del factor solar modificado de los huecos:

Hueco (ventana):	$U_{\text{ventana}} = 2'2 \text{ W / m}^2\text{K}$
Fachada opaca:	$U_{\text{fachada}} = 0'44 \text{ W / m}^2\text{K}$
Área total de ventana:	$A_{\text{ventana}} = 21'12 \text{ m}^2$
Área total de fachada sur:	$A_{\text{fachada}} = 10'4 \cdot 2'6 = 27'04 \text{ m}^2$
Área total cerramiento opaco:	$A_{\text{opaco}} = 27'04 - 21'12 = 5'92 \text{ m}^2$

El factor solar modificado de los huecos se calcula con la expresión:

$$F = F_s \cdot [(1 - F_M) \cdot g_{\perp} + F_M \cdot 0'04 \cdot U_m \cdot \alpha]$$

siendo

$$F_M = 17'06\%$$

$g_{\perp} = 0'88$ el factor solar de la parte semitransparente del hueco, para un vidrio claro

$$U_{\text{ventana}} = 2'2 \text{ W / m}^2\text{K}$$

$\alpha = 0'40$ de absortividad del marco de aluminio de color gris claro, según la tabla E.10 del CTE DB HE-1.

$F_s = 0'49$ factor de sombra de los huecos para la ventaja fija superior con orientación sur, según la tabla E.13 del CTE DB HE-1.

$F_s = 1$ factor de sombra de los huecos inferiores sin protección solar.

Para la ventana con lamas:

$$F = F_s \cdot [(1 - F_M) \cdot g_{\perp} + F_M \cdot 0'04 \cdot U_m \cdot \alpha]$$

$$F_{\text{v. lamas}} = 0'49 \cdot [(1 - 0'1807) \cdot 0'88 + 0'1807 \cdot 0'04 \cdot 2'2 \cdot 0'4] = 0'356$$

Para el resto de ventanas sin protección solar:

$$F_{\text{v. no prot}} = 1 \cdot [(1 - 0'1648) \cdot 0'88 + 0'1648 \cdot 0'04 \cdot 2'2 \cdot 0'4] = 0'741$$

Cálculo de los parámetros característicos medios de la fachada sur:

A.- Transmitancia media de los muros de la fachada sur, incluyendo en el promedio los puentes térmicos de los pilares.

$$U_{\text{pilar}} = 1'63 \text{ W / m}^2\text{K}$$

$$A_{\text{pilar}} = 3 \cdot 0'12 \cdot 2'6 = 0'936 \text{ m}^2$$

$$U_{\text{macizo}} = 0'44 \text{ W / m}^2\text{K}$$

$$A_{\text{macizo}} = 2 \cdot 4'8 \cdot 0'4 + 0'24 \cdot 2'6 = 4'464 \text{ m}^2$$

$$U_{\text{Mm}} = \frac{\sum A_{\text{macizo}} \cdot U_{\text{macizo}} + \sum A_{\text{pilar}} \cdot U_{\text{pilar}}}{\sum A_{\text{macizo}} + \sum A_{\text{pilar}}} = \frac{4'464 \cdot 0'44 + 0'936 \cdot 1'63}{4'464 + 0'936} = 0'646$$

Para la zona climática B3, a la que pertenece Valencia, se deben cumplir las exigencias recogidas en las tablas 2.2 "Valores de los parámetros característicos medios".

ZONA CLIMÁTICA B3

Transmitancia límite de muros de fachada y cerramientos en contacto con el terreno	$U_{\text{Mlim}}: 0,82 \text{ W/m}^2\text{K}$
Transmitancia límite de suelos	$U_{\text{Slim}}: 0,52 \text{ W/m}^2\text{K}$
Transmitancia límite de cubiertas	$U_{\text{Clim}}: 0,45 \text{ W/m}^2\text{K}$
Factor solar modificado límite de lucernarios	$F_{\text{Llim}}: 0,30$

$$U_{\text{Mm}} = 0'646 \text{ W / m}^2\text{K} < 0'82 \text{ W / m}^2\text{K}$$

Cumpléndose la exigencia de muros de fachada.

B.- Cálculo de la transmitancia media de huecos de fachada para orientación sur:

$$U_{Hm} = \frac{A_H \cdot U_H}{A_H} = \frac{2 \cdot (2'2 \cdot 2'4) \cdot 2'2}{2 \cdot (2'2 \cdot 2'4)} = 2'2 \text{ W / m}^2\text{K}$$

% de superficie de huecos	Transmitancia límite de huecos ⁽¹⁾ U _{Hlim} W/m ² K				Factor solar modificado límite de huecos F _{Hlim}					
	N	E/O	S	SE/SO	Carga interna baja			Carga interna alta		
					E/O	S	SE/SO	E/O	S	SE/SO
de 0 a 10	5,4 (5,7)	5,7	5,7	5,7	-	-	-	-	-	-
de 11 a 20	3,8 (4,7)	4,9 (5,7)	5,7	5,7	-	-	-	-	-	-
de 21 a 30	3,3 (3,8)	4,3 (4,7)	5,7	5,7	-	-	-	0,57	-	-
de 31 a 40	3,0 (3,3)	4,0 (4,2)	5,6 (5,7)	5,6 (5,7)	-	-	-	0,45	-	0,50
de 41 a 50	2,8 (3,0)	3,7 (3,9)	5,4 (5,5)	5,4 (5,5)	0,53	-	0,59	0,38	0,57	0,43
de 51 a 60	2,7 (2,8)	3,6 (3,7)	5,2 (5,3)	5,2 (5,3)	0,46	-	0,52	0,33	0,51	0,38

En este caso, el código técnico no da valores para un porcentaje de huecos mayor al 60%, pero al ser el valor de 2'2 W/m²K muy inferior a los de referencia para la orientación sur con un porcentaje de huecos del 60% (5'2 W/m²K) se ha considerado aceptable.

C.- Factor solar modificado medio de huecos de fachada para la orientación sur:

$$F_{Hm} = \frac{\sum A_{Hm} \cdot F}{\sum A_H} = \frac{[2 \cdot (2'40 \cdot 0'80) \cdot 0'356] + [2 \cdot (2'40 \cdot 1'4) \cdot 0'741]}{2 \cdot (2'40 \cdot 0'80) + 2 \cdot (2'40 \cdot 1'4)} = \frac{6'34656}{10'56} = 0'601$$

% de superficie de huecos	Transmitancia límite de huecos ⁽¹⁾ U _{Hlim} W/m ² K				Factor solar modificado límite de huecos F _{Hlim}					
	N	E/O	S	SE/SO	Carga interna baja			Carga interna alta		
					E/O	S	SE/SO	E/O	S	SE/SO
de 0 a 10	5,4 (5,7)	5,7	5,7	5,7	-	-	-	-	-	-
de 11 a 20	3,8 (4,7)	4,9 (5,7)	5,7	5,7	-	-	-	-	-	-
de 21 a 30	3,3 (3,8)	4,3 (4,7)	5,7	5,7	-	-	-	0,57	-	-
de 31 a 40	3,0 (3,3)	4,0 (4,2)	5,6 (5,7)	5,6 (5,7)	-	-	-	0,45	-	0,50
de 41 a 50	2,8 (3,0)	3,7 (3,9)	5,4 (5,5)	5,4 (5,5)	0,53	-	0,59	0,38	0,57	0,43
de 51 a 60	2,7 (2,8)	3,6 (3,7)	5,2 (5,3)	5,2 (5,3)	0,46	-	0,52	0,33	0,51	0,38

Para fachada sur y baja carga interna (no hay producción excesiva de calor en el interior) no hay ninguna exigencia, por lo que el valor cumple.

6.1.2.2.- Fachada Norte de las unidades docentes

El cerramiento de fachada Norte de las aulas se compone por una parte de un paño ciego de ladrillo de suelo a techo entre pilares (2'6x4'8m) junto con un paño acristalado también de suelo a techo y de cara de pilar a pilar, de ventana replegable, con un fijo y una parte practicable (2'6x4'8m).

Área de marco de ventana:

$$A_{\text{marco}} = 11'7 \cdot 6 \cdot 2 \cdot 260 + 11'7 \cdot 2 \cdot (480 - 11'7 \cdot 6 \cdot 2) = 44450'64 \text{ cm}^2$$

Área de ventana:

$$A_{\text{ventana}} = 260 \cdot 480 = 124800 \text{ cm}^2$$

Porcentajes de marco y vidrio:

$$\%_{\text{marco}} = \frac{(44450'64)}{124800} = 35'62\%$$

$$\%_{\text{vidrio}} = 100\% - 35'62 = 64'38\%$$

Cálculo de los parámetros característicos medios de la fachada norte:

A.- Transmitancia media de los muros de la fachada norte, incluyendo en el promedio los puentes térmicos de los pilares.

$$U_{\text{pilar}} = 1'63 \text{ W / m}^2\text{K}$$

$$A_{\text{pilar}} = 3 \cdot 0'12 \cdot 2'6 = 0'936 \text{ m}^2$$

$$U_{\text{macizo}} = 0'44 \text{ W / m}^2\text{K}$$

$$A_{\text{macizo}} = 4'8 \cdot 2'6 = 12'48 \text{ m}^2$$

$$U_{Mm} = \frac{\sum A_{\text{macizo}} \cdot U_{\text{macizo}} + \sum A_{\text{pilar}} \cdot U_{\text{pilar}}}{\sum A_{\text{macizo}} + \sum A_{\text{pilar}}} = \frac{12'48 \cdot 0'44 + 0'936 \cdot 1'63}{12'48 + 0'936} = 0'523$$

Para la zona climática B3, a la que pertenece Valencia, se deben cumplir las exigencias recogidas en las tablas 2.2 "Valores de los parámetros característicos medios".

ZONA CLIMÁTICA B3

Transmitancia límite de muros de fachada y cerramientos en contacto con el terreno	U _{Mlim} : 0,82 W/m ² K
Transmitancia límite de suelos	U _{Slim} : 0,52 W/m ² K
Transmitancia límite de cubiertas	U _{Clim} : 0,45 W/m ² K
Factor solar modificado límite de lucernarios	F _{Llim} : 0,30

$$U_{Mm} = 0'523 \text{ W / m}^2\text{K} < 0'82 \text{ W / m}^2\text{K}$$

Cumpléndose la exigencia de muros de fachada.

B.- Cálculo de la transmitancia media de huecos de fachada para orientación norte:

$$U_{Hm} = \frac{A_H \cdot U_H}{A_H} = \frac{4'8 \cdot 2'6 \cdot 2'2}{4'8 \cdot 2'6} = 2'2 \text{ W / m}^2\text{K}$$

% de superficie de huecos	Transmitancia límite de huecos ⁽¹⁾ U _{Hlim} W/m ² K				Factor solar modificado límite de huecos F _{Hlim}					
	N	E/O	S	SE/SO	Carga interna baja			Carga interna alta		
					E/O	S	SE/SO	E/O	S	SE/SO
de 0 a 10	5,4 (5,7)	5,7	5,7	5,7	-	-	-	-	-	-
de 11 a 20	3,8 (4,7)	4,9 (5,7)	5,7	5,7	-	-	-	-	-	-
de 21 a 30	3,3 (3,8)	4,3 (4,7)	5,7	5,7	-	-	-	0,57	-	-
de 31 a 40	3,0 (3,3)	4,0 (4,2)	5,6 (5,7)	5,6 (5,7)	-	-	-	0,45	-	0,50
de 41 a 50	2,8 (3,0)	3,7 (3,9)	5,4 (5,5)	5,4 (5,5)	0,53	-	0,59	0,38	0,57	0,43
de 51 a 60	2,7 (2,8)	3,6 (3,7)	5,2 (5,3)	5,2 (5,3)	0,46	-	0,52	0,33	0,51	0,38

$$U_{Mm} = 2'2 \text{ W / m}^2\text{K} < 2'8 \text{ W / m}^2\text{K}$$

Para un porcentaje de huecos del 50% se cumple la limitación.

6.1.2.3.- Fachadas Este y Oeste de las unidades docentes

Las fachadas de las unidades docentes se resuelve en unos casos mediante hoja de ladrillo caravista de medio pie, cámara de aire, panel impermeable, aislamiento térmico y panel de resinas termoendurecibles; y en otros mediante panel de resinas termoendurecibles para exterior, cámara de aire, panel impermeable, aislamiento térmico y panel decorativo de resinas termoendurecibles para interior; no disponiendo de huecos acristalados en ninguna ocasión.

Al no haber huecos y ser cada fachada de un mismo material, es suficiente con comparar los valores de transmitancia con el límite para la zona climática:

$$U_{\text{fachada ladrillo}} = 0'515 \text{ W / m}^2\text{K} < 0'82 \text{ W / m}^2\text{K}$$

$$U_{\text{fachada resinas}} = 0'52 \text{ W / m}^2\text{K} < 0'82 \text{ W / m}^2\text{K}$$

6.2.- Rendimiento de las instalaciones térmicas

El edificio dispone de las instalaciones térmicas apropiadas destinadas a proporcionar el bienestar térmico de sus ocupantes, regulando el rendimiento de las mismas y de sus equipos. El cumplimiento de esta exigencia queda justificado en el resto de apartados, en función de lo dispuesto en el RITE.

6.3.- Eficiencia energética de las instalaciones de iluminación

Se debe verificar que la instalación proyectada cumpla los valores de eficiencia energética de la instalación (VEEI) para cada zona, verificando que no se superen los valores límite establecidos en la tabla 2.1 del CTE DB HE-3.

De los dos grupos de zonas que establece el DB HE-3 en la tabla 2.1, se ha tomado la zona 2, por considerar que el criterio de diseño, imagen y estado anímico que se quiere transmitir a los usuarios con la iluminación, son preponderantes frente a los criterios de eficiencia energética.

2 zonas de representación	administrativo en general	6
	estaciones de transporte (6)	6
	supermercados, hipermercados y grandes almacenes	6
	bibliotecas, museos y galerías de arte	6
	zonas comunes en edificios residenciales	7,5
	centros comerciales (excluidas tiendas) (9)	8
	hostelería y restauración (8)	10
	recintos interiores asimilables a grupo 2 no descritos en la lista anterior	10
	religioso en general	10
	salones de actos, auditorios y salas de usos múltiples y convenciones, salas de ocio o espectáculo, salas de reuniones y salas de conferencias (7)	10
	tiendas y pequeño comercio	10
	zonas comunes (1)	10
	habitaciones de hoteles, hostales, etc.	12

6.3.1.- Unidades docentes

Según los resultados del cálculo obtenidos en su correspondiente anejo, la iluminación del espacio de trabajo de las unidades docentes se realiza mediante 4 luminarias superficiales modelo "3724" de la casa comercial Iguzzini, cada una con 2 tubos fluorescentes de 124W y lamas transversales para evitar el deslumbramiento.

Dimensión del espacio de trabajo de la unidad docente: 6x4'8m

$$S = 6 \cdot 4'8 = 28'8 \text{ m}^2$$

$$E_m = 536 \text{ lx} > 500 \text{ lx}$$

$$P = 8 \cdot 54 \text{ W} = 432 \text{ W}$$

$$VEEI_{\text{trabajo}} = \frac{P \cdot 100}{S \cdot E_m} = \frac{432 \cdot 100}{28'8 \cdot 536} = 2'8$$

Para el espacio de trabajo de la unidad docente se ha tomado de referencia el valor de la tabla 2.1 correspondiente al uso de biblioteca:

$$VEEI_{\text{trabajo}} = 2'8 < 6$$

Por lo que se cumple el requisito de eficiencia energética para esta zona.

Para la zona correspondiente al aseo de la unidad docente, la iluminación se lleva a cabo mediante 2 luminarias de halogenuros metálicos tipo downlight, modelo "Quintessence" de la casa Erco, cada una con una lámpara de 20W.

Dimensión del espacio de aseo de la unidad docente: 2'2x3'6m

$$S = 2'2 \cdot 3'6 = 7'92 \text{ m}^2$$

$$E_m = 202'36 \text{ lx} > 200 \text{ lx}$$

$$P = 2 \cdot 20 \text{ W} = 40 \text{ W}$$

$$VEEI_{\text{trabajo}} = \frac{P \cdot 100}{S \cdot E_m} = \frac{40 \cdot 100}{7'92 \cdot 202'36} = 2'5$$

Dado que este valor de eficiencia energética es menor que cualquiera de los listados en la tabla 2.1 se considera que cumple el requisito, independientemente de que no aparezca una zona correspondiente a "aseo".

Para la zona correspondiente a la entrada y almacenaje de la unidad docente, la iluminación se lleva a cabo mediante 2 luminarias de halógenos metálicos tipo downlight, modelo "Quintessence" de la casa Erco, cada una con una lámpara de 20W.

Dimensión del espacio de entrada y almacenaje: 1'25x2'8m

$$S = 1'25 \cdot 2'8 = 3.5 \text{ m}^2$$

$$E_m = 457'92 \text{ lx} > 200 \text{ lx}$$

$$P = 2 \cdot 20 \text{ W} = 40 \text{ W}$$

$$VEEI_{\text{trabajo}} = \frac{P \cdot 100}{S \cdot E_m} = \frac{40 \cdot 100}{3'5 \cdot 457'92} = 2'5$$

Dado que este valor de eficiencia energética es menor que cualquiera de los listados en la tabla 2.1 se considera que cumple el requisito.

6.4.- Contribución solar mínima de agua caliente sanitaria

El documento del DB HE-4 es de aplicación en todos los edificios de nueva construcción de cualquier uso en los que exista una demanda de agua caliente sanitaria, que es el caso de este proyecto, por lo que un porcentaje de la producción de agua caliente debería llevarse a cabo mediante el uso de una instalación de captación solar.

Sin embargo señala la posibilidad de reducir, justificadamente, esta contribución solar mínima mediante el uso, entre otros, de sistemas de aprovechamiento de energías renovables que cubran ese aporte energético.

En el presente proyecto se realiza una instalación geotérmica, que utiliza la energía que se encuentra en el subsuelo, la cual, mediante el uso de una bomba de calor geotérmica, se transfiere al interior del edificio.

6.4.1.- Cuantificación de las exigencias

El DB HE-4 recoge en la tabla 3.1 la demanda de referencia a 60°C según el uso al que está destinado el edificio, en este caso docente.

Tabla 3.1. Demanda de referencia a 60°C (1)

Criterio de demanda	Litros ACS/día a 60° C	
Viviendas unifamiliares	30	por persona
Viviendas multifamiliares	22	por persona
Hospitales y clínicas	55	por cama
Hotel ****	70	por cama
Hotel ***	55	por cama
Hotel/Hostal **	40	por cama
Camping	40	por emplazamiento
Hostal/Pensión *	35	por cama
Residencia (ancianos, estudiantes, etc)	55	por cama
Vestuarios/Duchas colectivas	15	por servicio
Escuelas	3	por alumno
Cuarteles	20	por persona
Fábricas y talleres	15	por persona
Administrativos	3	por persona
Gimnasios	20 a 25	por usuario
Lavanderías	3 a 5	por kilo de ropa
Restaurantes	5 a 10	por comida
Cafeterías	1	por almuerzo

Establece una demanda mínima de 3 litros de ACS al día por cada 3 alumnos, dando un total, en esta escuela de 120 alumnos, de 360 litros de ACS al día.

De esta demanda mínima, se establece la contribución mínima del sistema de energía renovable según la zona climática donde está ubicado el edificio, Valencia, siendo zona IV.

Suponiendo un sistema de apoyo mediante gasóleo, propano, gas natural

Tabla 2.1. Contribución solar mínima en %. Caso general

Demanda total de ACS del edificio (l/d)	Zona climática				
	I	II	III	IV	V
50-5.000	30	30	50	60	70
5.000-6.000	30	30	55	65	70
6.000-7.000	30	35	61	70	70
7.000-8.000	30	45	63	70	70
8.000-9.000	30	52	65	70	70
9.000-10.000	30	55	70	70	70
10.000-12.500	30	65	70	70	70
12.500-15.000	30	70	70	70	70
15.000-17.500	35	70	70	70	70
17.500-20.000	45	70	70	70	70
> 20.000	52	70	70	70	70

la contribución mínima del sistema de energía renovable sería del 60%.

Suponiendo que la fuente energética de apoyo sea eléctrica:

Tabla 2.2. Contribución solar mínima en %. Caso Efecto Joule

Demanda total de ACS del edificio (l/d)	Zona climática				
	I	II	III	IV	V
50-1.000	50	60	70	70	70
1.000-2.000	50	63	70	70	70
2.000-3.000	50	66	70	70	70
3.000-4.000	51	69	70	70	70
4.000-5.000	58	70	70	70	70
5.000-6.000	62	70	70	70	70
> 6.000	70	70	70	70	70

La contribución mínima del sistema de energía renovable sería del 70%.

Para conocer las necesidades energéticas para calentar la demanda (360 l/día) a 60°C, se necesita la temperatura mínima media del agua fría de red en Valencia, para ello se consulta el "Pliego de Prescripciones Técnicas del IDAE", tabla 4 del Anexo 4, con un valor de 12'3°C. La energía requerida es:

$$E = \rho \cdot \text{Vol} \cdot C_p \cdot (T_{\text{ACS}} - T_{\text{red}})$$

Siendo

- ρ la densidad del agua, $\rho=1000 \text{ kg/m}^3$
- Vol: el caudal de agua caliente, Vol = 360 l/día = 0'36 m³/día
- CP: calor específico del agua a presión constante, CP=1'16·10⁻³ kWh/kg/K

$$E = 1000 \cdot 0'36 \cdot 1'16 \cdot 10^{-3} \cdot (60 - 12'3) = 19'9 \text{ kWh / día}$$

$$E = 19'9 \text{ kWh / día} \cdot 365 \text{ días} = 7.270'6 \text{ kWh / año}$$

$$E_{\text{renovable}} = 70\% \cdot 7.270'6 = 5.089'4 \text{ kWh / año}$$

6.5.- Contribución fotovoltaica mínima de energía eléctrica

Según el CTE DB HE-5, deben incorporar un sistema de captación y transformación de energía solar por procedimientos fotovoltaicos los siguientes usos recogidos en la tabla 1.1:

Tabla 1.1 Ámbito de aplicación

Tipo de uso	Límite de aplicación
Hipermercado	5.000 m ² construidos
Multitienda y centros de ocio	3.000 m ² construidos
Nave de almacenamiento	10.000 m ² construidos
Administrativos	4.000 m ² construidos
Hoteles y hostales	100 plazas
Hospitales y clínicas	100 camas
Pabellones de recintos feriales	10.000 m ² construidos

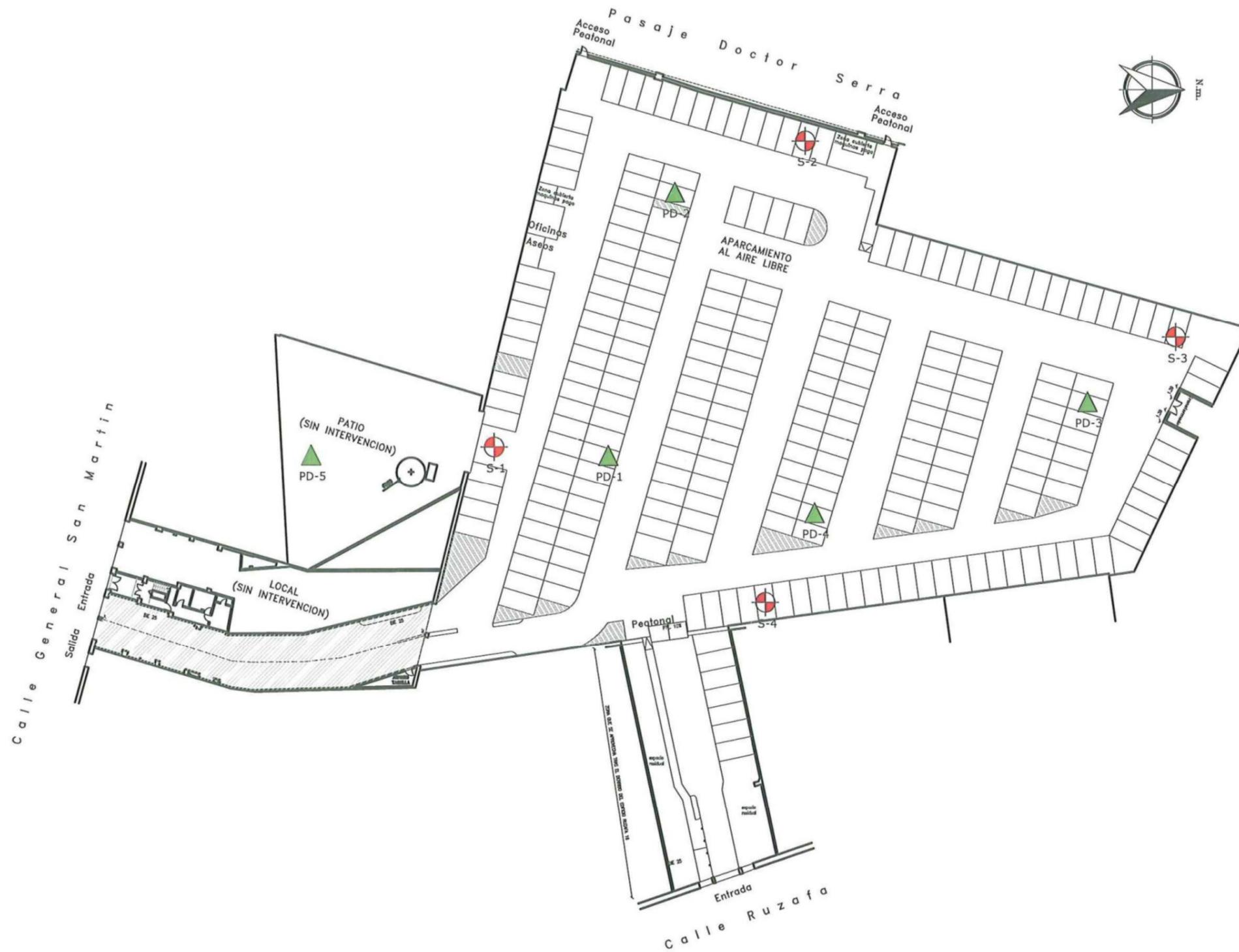
No estando entre ellos el caso del proyecto, uso docente, por lo que no es de aplicación este apartado.

Anejo 1.- Estudio geotécnico

Índice

1.- Ubicación de las prospecciones.....	2
2.- Sondeos.....	3
3.- Penetraciones dinámicas.....	7
4.- Corte estratigráfico	8
5.- Resumen de propiedades.....	8

1.- Ubicación de las prospecciones



2.- Sondeos

Sondeo 1

PROFUNDIDAD (m)	TIPO DE PERFORACION	DIAMETRO DE PERFORACION	REVESTIMIENTO	NIVEL FREATICO	RECUPERACION %	COLUMNA ESTRATIGRAFICA	DESCRIPCION DEL TERRENO	MUESTRA					% PASA TAMIZ		LIMITES DE ATTERBERG			CLASIFICACION CASAGRANDE	DENSIDAD APARENTE (g/cm ³)	DENSIDAD SECA (g/cm ³)	COMPRESION SIMPLE (Kg/cm ²)	CORTE DIRECTO		EDOMETRO					ENSAYOS QUIMICOS (%)		ENSAYOS "IN SITU"							
								TIPO	COTA	SISTEMA GRANULOMETRICO (normalizado)					0,08	5	L.L.					L.P.	I.P.	TIPO	COHESION N (Kg/cm ²)	φ	Cc	Cr	Pp	Cv	MO (%)	SULFATOS		K=Permeabilidad "Lefranc" (cm/s)				
										0,4	0,6	0,75	1,5	2,0																		Nº SPT	SO3 (mg/Kg)		ANHIDRATA (%)			
1							0 - 2,5 m: RELLENOS a base de escombros arcillas y limos de color marrón.																															
2																																						
3			113				2,5 - 4,5 m: LIMO ARENOSO - ARENA LIMOSA de color marrón, contiene indicios de gravas.	SPT	3,00		5	5	5	5	10																							
4																																						
5							4,5 - 10 m: GRAVAS con matriz arenosa de color marrón %E/M= 50/50. Distribución irregular de tamaños. Tmax. 5cm, Tamaño medio 2-3cm. Gravas de naturaleza caliza, redondeadas.	SPT	6,00		50				50R																							
6																																						
7																																						
8																																						
9				9,03				MA	8,30																													
10								SPT	9,00		11	13	17	17	30																							
11	101						10 - 22 m: ARCILLA LIMOSA / limos arcillosos con concreciones calcáreas. Tonalidad marrón rojizo. Consistencia media y baja plasticidad. Cor algunas vetas arenosas.																															
12								MI	12,40		5	9	11	11																								
13								SPT	13,00		5	5	5	9	10	75	90	22,8	16,9	6	ML-CL		0,75	CD	0,00	34												
14																																						
15																																						
16								MI	16,50		6	8	13	14	28	99	-	-	N.P.	SM		0,21																
17								SPT	17,10		8	11	13	13	24																							
18																																						
19								MI	19,50		9	28	22	32	16,0	84	96	25,6	17,4	8,2	CL		2,2	1,9	CD	0,16	30											
20									20,10																													

Sondeo 2

PROFUNDIDAD (m)	TIPO DE PERFORACION	DIAMETRO DE PERFORACION	REVESTIMIENTO	NIVEL FREATICO	RECUPERACION %	COLUMNA ESTRATIGRAFICA	DESCRIPCION DEL TERRENO	MUESTRA		Sonda granular (consistencia)					% PASA TAMIZ		LIMITES DE ATTERBERG			CLASIFICACION CASAGRANDE	DENSIDAD APARENTE (g/cm3)	DENSIDAD SECA (g/cm3)	COMPRESION SIMPLE (Kg/cm2)	CORTE DIRECTO			EDOMETRO				ENSAYOS QUIMICOS (%)											
								TIPO	COTA	Golpeo					0,08	5	L.L.	L.P.	I.P.					TIPO	COHESIO N (kg/cm2)	φ	Cc	Cr	Pp (kg/cm2)	Cv (cm2hg)	MO (%)	SULFATOS										
										15	30	45	60	N30																		SO3 (mg/Kg)	ANHIDRI TA (%)									
1							0 - 1,5 m: RELLENOS compuestos por gravas arcillas y limos.																																			
2							1,5 - 4,5 m: LIMO ARENOSO - ARENA LIMOSA de color marrón, contiene indicios de gravas.																																			
3								MI	3,00																																	
3								SPT	3,60	5	10	14	16	15,1	52	68	46,3	25,6	20,7	CL	2,2	1,9																		237		
4								SPT	4,20	5	6	8	7																													
5							4,5 - 6,8 m: GRAVAS con abundante matriz arenosa %E/M= 30/70 redondeadas calizas. Matriz de color amarillento palido.																																			
6								SPT	6,00																																	
6								SPT	6,60	5	3	3	3	6																												
7							6,8 - 8,8 m: ARCILLA LIMOSA / limos arcillosos con concreciones calcáreas. Tonalidad marrón rojizo. Consistencia media y baja plasticidad. Cor algunas vetas arenosas.																																			
8								SPT	9,00																																	
9							8,8 - 11,3 m: GRAVAS con matriz arenosa de tamaño medio 2-3cm %E/m= 50/50 Redondeadas.																																			
9								SPT	9,60	12	10	9	13	19																												
10							11,3 - 20,9 m: ARCILLA LIMOSA / limos arcillosos con concreciones calcáreas. Tonalidad marrón rojizo. Consistencia media y baja plasticidad. Cor algunas vetas arenosas.																																			
12								MI	12,00																																	
12								SPT	12,60	5	8	8	13	20,3	78	91	-	-	N.P.	ML	2,1	1,8																				
13								SPT	13,20	5	7	8	10																													
16								MI	16,00																																	
16								SPT	16,60	4	7	10	7	86	98	33,8	18,8	15	CL		1,32																					
17								SPT	17,20	4	6	6	8																													
18								MI	18,80																																	
19								SPT	19,40	11	18	18	27	78	91	29,6	18,7	10,9	CL		1,07																					
20								SPT	20,00	7	13	12	13	25																												



Sondeo 3

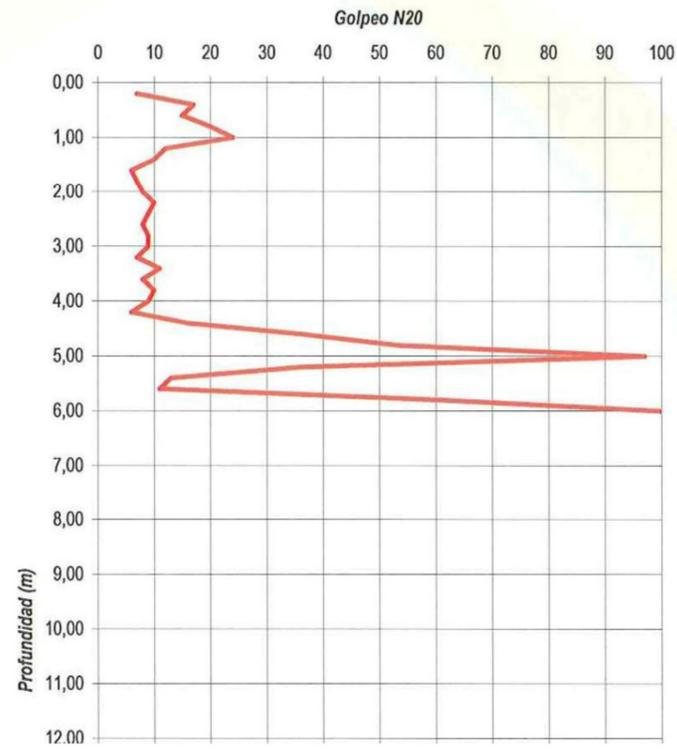
PROFUNDIDAD (m)	TIPO DE PERFORACION	DIAMETRO DE PERFORACION	REVESTIMIENTO	NIVEL FREATICO	RECUPERACION %	COLUMNA ESTRATIGRAFICA	DESCRIPCION DEL TERRENO	MUESTRA		HUMEDAD (%)	% PASA TAMIZ		LIMITES DE ATTERBERG			CLASIFICACION CASAGRANDE	DENSIDAD APARENTE (g/cm³)	DENSIDAD SECA (g/cm³)	COMPRESION SIMPLE (Kg/cm²)	CORTE DIRECTO					
								TIPO	COTA		0,075	0,425	L.L.	L.P.	I.P.					TIPO	COHESION N Kg/cm²	φ			
1							0 - 0,1m: AGLOMERADO.																		
2							0,1 - 0,4m: RELLENOS a base de gravas arenas, escombros y aglomerado.																		
3							0,4 - 5,1m: LIMO ARENOSO - ARENA LIMOSA de color marrón, contiene indicios de gravas.																		
3,10								MI	3,70	15	101	11	12	20,6	57	59	55,9	31,8	24,2	MH	2,3	1,9			
4																									
5																									
6							5,1 - 6,6 m: ARENA con pocos finos de color marrón claro.	SPT	6,00	16	39	38	32	77											
6,6																									
7							6,6 - 10,55 m: GRAVAS con matriz arenosa de color marrón de tamaño medio 2-3cm %E/m=80/20. Contiene alguna trama decimetrica cor matriz limosa.																		
9				9,00																					
9,50								SPT	10,10	8	19	16	30	35											
10																									
11							10,55 - 14 m: ARCILLA LIMOSA ARENOSA de color marrón claro de consistencia media - firme con algunos nódulos carbonatados duros de tamaño <1cm de diametro (<10%).	MI	12,00	8	10	12	14	14,6	71	77	27,3	17	10,3	CL	2,2	1,9			
12																									
13																									
14							14 - 14,6 m: GRAVAS con matriz arenosa de color marrón con escasa matriz %E/m= 90/10.	MI	15,10	5	5	9	12	72	98	29,2	16,4	12,9	CL		0,50				
15							14,6 - 18,6 m: ARCILLA LIMOSA / limos arcillosos con concreciones calcáreas. Tonalidad marrón rojizo. Consistencia media y baja plasticidad. Cor algunas vetas arenosas.		15,70																
16																									
17																									
18								MI	18,00	12	15	15	18	12	85	-	-	N.P.	SM		0,15				
18,60									18,60																
19							18,6 - 24,8m: GRAVAS con matriz arenosa y algunas pasadas con matriz limosa Redondeadas a caliza de T.medio 1-2cm T.max 3cm de diametro %E/m= 70/30.																		
20																									

Sondeo 4

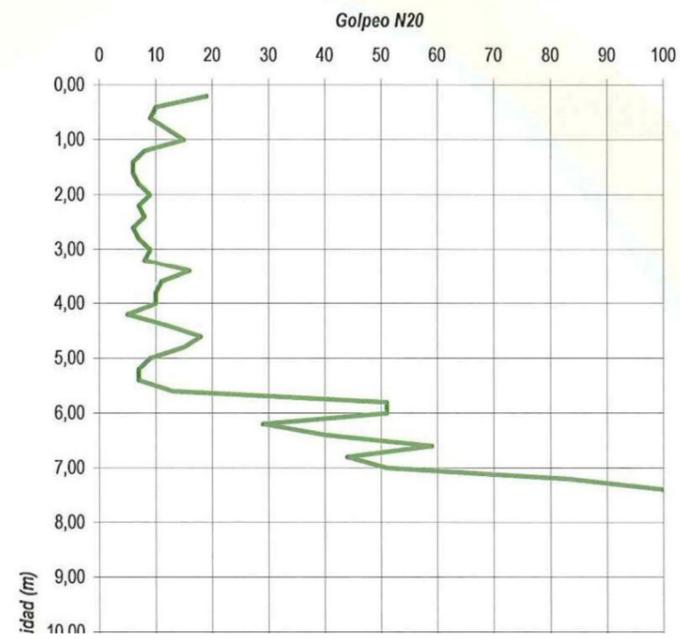
PROFUNDIDAD (m)	TIPO DE PERFORACION	DIAMETRO DE PERFORACION	REVESTIMIENTO	NIVEL FREATICO	RECUPERACION %	COLUMNA ESTRATIGRAFICA	DESCRIPCION DEL TERRENO	MUESTRA		Sondeo granulométrico (consistencia)		HUMEDAD (%)	% PASA TAMIZ		LIMITES DE ATTERBERG			CLASIFICACION CASAGRANDE	DENSIDAD APARENTE (g/cm³)	DENSIDAD SECA (g/cm³)	COMPRESION SIMPLE (kg/cm²)	CORTE DIRECTO		EDOMETRO				ENSAYOS QUIMICOS (%)									
								TIPO	COTA	Blanda	Medio		Firme	Muy firme	Extra	0,08	5					L.L.	L.P.	I.P.	TIPO	COHESION N Kg/cm²	φ	Cc	Cr	Pp	Cv	MO (%)	SO3 (mg/Kg)	ANHIDRI TA (%)			
1							0 - 2 m: RELLENOS a base de escombros arenas y gravas.																														
2							2 - 3 m: Antiguo TERRENO VEGETAL a base de limos arcillosos de color marrón oscuro.	SPT	3,00																												
3							3 - 6 m: GRAVAS de matriz arenosa de color marrón. Tamaño medio 2-3cm. Tamaño máximo 4cm Ø. E/m= 70/30. Distribución irregular de tamaños.																														
4																																					
5																																					
6							6 - 10,5 m: ARCILLA LIMOSA / limos arcillosos con concreciones calcáreas. Tonalidad marrón rojizo. Consistencia media y baja plasticidad. Cor algunas vetas arenosas.	MI	6,00	6	7	9	10	76	89	25,1	17,2	7,9	CL		0,73	CD	0,00	42										788			
7								SPT	6,60	4	2	2	5	4																							
8																																					
9								SPT	7,20	4	2	2	5	4																							
10	ROTACION	101																																			
11							10,5 - 11,5 m: GRAVAS con matriz arenosa Color marrón claro. Tamaño máximo 4cm Ø. Tamaño medio 2-3cm Ø.																														
12							11,5 - 12 m: ARCILLA LIMOSA de color marrón																														
13							12 - 15,3 m: GRAVAS con matriz arenosa. E/m= 30/70. Tamaño medio 2-3cm Ø.																														
14																																					
15																																					
16							15,3 - 22 m: ARCILLA LIMOSA / limos arcillosos con concreciones calcáreas. Tonalidad marrón rojizo. Consistencia media y baja plasticidad. Cor algunas vetas arenosas.	MA	16,00					82	96	29,1	18,2	10,8	CL																		
17																																					
18																																					
19								MI	19,00	6	8	8	14	56	88	20,2	13,7	6,5	ML-CL		0,06																
20								SPT	19,60	5	5	7	9	12																							
									20,20	5	5	7	9	12																							

3.- Penetraciones dinámicas

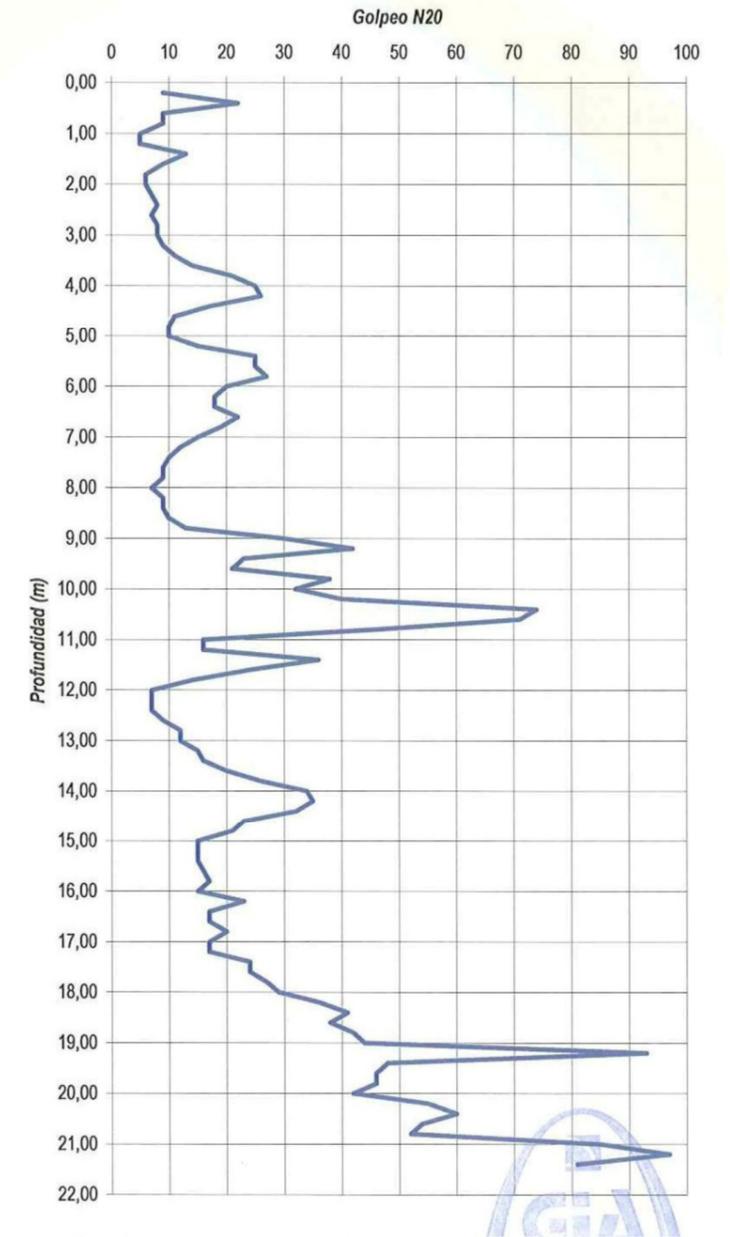
PENETRACION DINÁMICA 1



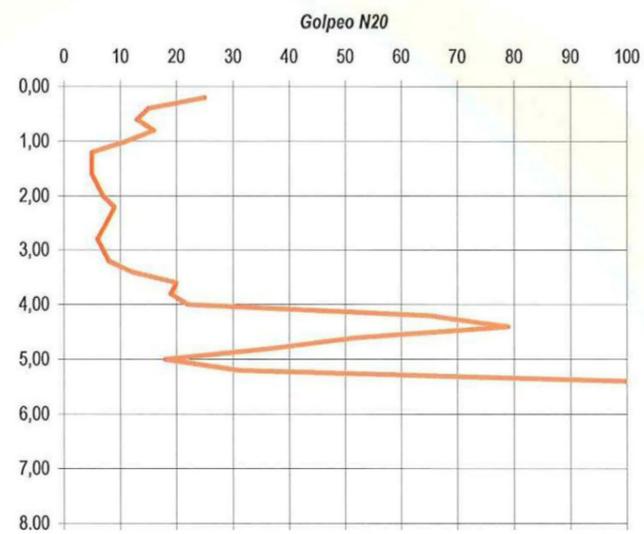
PENETRACION DINÁMICA 3



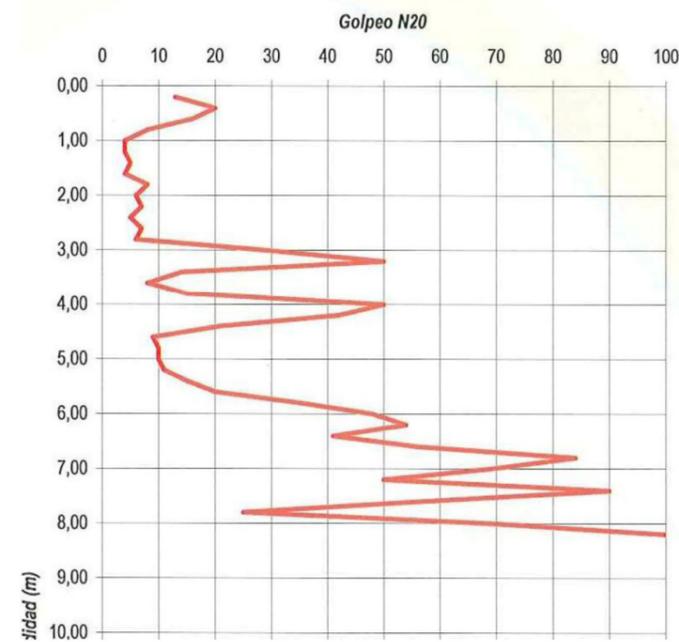
PENETRACION DINÁMICA 4



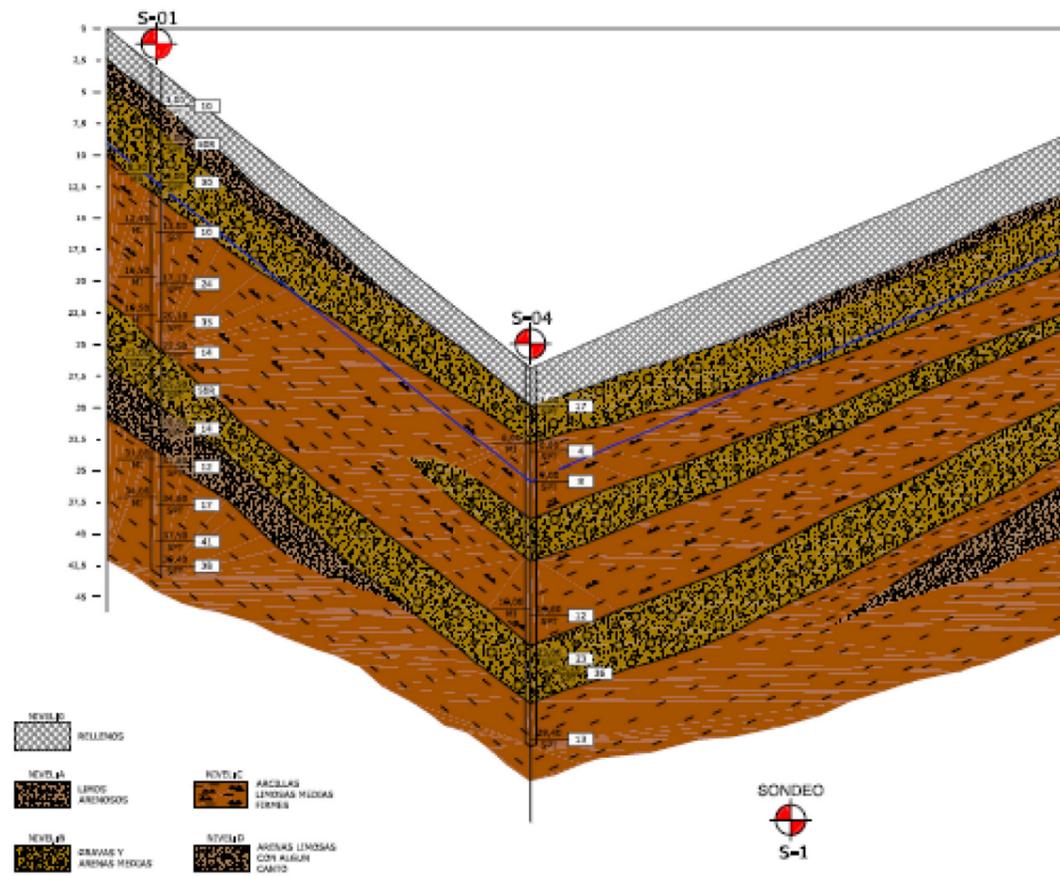
PENETRACION DINÁMICA 2



PENETRACION DINÁMICA 5



4.- Corte estratigráfico



5.- Resumen de propiedades

		Nm	Φ (°)	E MPa	Cu KPa
0.00-1.50	Rellenos				
1.50-4.50	Limos arenoso	12		10	75
4.50-11.00	Gravas arenosas	32	40	30	
11.00-21.00	Arcillas limosas	17		12	100

Anejo 2.- Cálculo de la estructura

Índice

1.- Introducción de datos	2	3.- Documentación de Proyecto	12
1.0.- Programa de cálculo utilizado.	2	3.1.- Cálculo de pilares de la unidad docente	12
1.1.- Solución estructural adoptada	2	3.1.1.- Predimensionado a Resistencia de los pilares	12
1.2.- Materiales utilizados.....	2	3.1.2.- Predimensionado a Pandeo de los pilares.....	12
1.3.- Condiciones de sustentación	2	3.1.3.- Comprobación a resistencia del perfil de los pilares.....	13
1.4.- Evaluación de cargas	2	3.1.4.- Comprobación a pandeo del perfil de los pilares.....	13
1.4.1- Cargas permanentes	2	3.2.- Cálculo de forjados.....	14
1.4.2- Cargas variables	3	3.2.1.- Losa maciza de 20cm	14
1.4.2.1 Sobrecarga de nieve.....	3	3.3.2.- Comprobación de flechas	15
1.4.2.2 Sobrecarga de uso	3	3.3.- Nudos.....	15
1.4.2.3 Sobrecarga de viento	3	3.4.- Resistencia frente al fuego	16
1.4.3.- Cargas accidentales.....	5	3.4.1.- Tiempo de evacuación.....	16
1.4.3.1.- Carga debida a las imperfecciones.....	5	3.4.2.- Losa maciza de cubierta	16
1.4.3.2.- Carga accidental de impacto	5	3.4.3.- Soportes de acero	16
1.4.3.3.- Carga de sismo	5	3.5.- Cimentación.....	18
1.5.- Hipótesis de carga.....	8	3.5.1.- Solución adoptada.....	18
1.6.- Combinaciones de carga.....	8	3.5.2.- Determinación de la carga de hundimiento	18
1.6.1.- Exigencia de capacidad portante	8	3.5.3.- Determinación de la máxima tensión transmitida al terreno.....	19
1.6.2.- Exigencia de aptitud al servicio.....	9	3.5.4.- Armado de las zapatas.....	20
2.- Extracción de resultados	10	3.5.2.- Vigas riostras.....	22
2.1.- Solicitaciones	10	3.6.- Marquesina	22
2.2.- Deformaciones.....	12	3.6.1.- Descripción	22
		3.6.2.- Dimensionado.....	23

1.- Introducción de datos

1.0.- Programa de cálculo utilizado.

El proceso de cálculo empleado es el de los "Estados Límite", que trata de reducir a un valor suficientemente bajo la probabilidad de que se alcancen aquellas situaciones que, de ser superadas, el edificio incumpliría alguno de los requisitos para los que ha sido concebido.

Se han analizado los estados límite últimos y los estados límite de servicio que se establecen en el CTE.

La verificación de los distintos estados límite se ha llevado a cabo comparando los efectos de las acciones con las respuestas de la estructura, obteniendo los efectos de cálculo de las acciones a partir de multiplicar sus valores característicos por los distintos coeficientes parciales que les corresponden según su naturaleza; y obteniendo las resistencias de cálculo de los materiales dividiendo sus valores característicos por los coeficientes de seguridad.

Las comprobaciones efectuadas para garantizar la seguridad estructural de acuerdo con este proceso, se han realizado para situaciones persistentes, transitorias y accidentales.

El cálculo de la estructura se ha realizado con la ayuda del programa SAP2000, versión 14.1. Se ha realizado un cálculo espacial en tres dimensiones por métodos matriciales de rigidez, formando las barras los elementos lineales que definen la estructura, pilares, y superficies de elementos finitos los elementos superficiales de hormigón, losa de cubierta.

Se ha establecido la compatibilidad de deformación en todos los nudos considerando seis grados de libertad y se crea la hipótesis de indeformabilidad del plano de planta, para simular el comportamiento del forjado, impidiendo los desplazamientos relativos entre nudos del mismo.

A los efectos de obtención de solicitaciones y desplazamientos, para todos los estados de carga se ha realizado un cálculo estático y se supone un comportamiento lineal de los materiales, por tanto, un cálculo en primer orden.

1.1.- Solución estructural adoptada

La estructura se proyecta para una escuela infantil de nueva planta ubicada en una parcela poligonal. La escuela cuenta con varios volúmenes en la cota de rasante, con una única planta edificada y sin sótanos.

El forjado de cubierta se realiza mediante losa maciza de 20 ó 25cm de canto, dependiendo de las luces, que apoya sobre soportes metálicos. Estos soportes metálicos serán perfiles tubulares cuadrados de acero S275.

Observaciones:

El cálculo de las deformaciones se ha realizado para condiciones de servicio, con coeficientes parciales de seguridad de valor 1 para las acciones

desfavorables (o favorables permanentes), y de valor nulo para acciones favorables variables.

Para el cálculo de las deformaciones verticales (flechas) de los elementos sometidos a flexión, se ha tenido en cuenta tanto las deformaciones instantáneas como las diferidas, considerando los momentos de inercia equivalentes de las secciones fisuradas.

1.2.- Materiales utilizados

- El hormigón a emplear será HA-25 de $F_{ck}=25 \text{ N/mm}^2$ a los 28 días.
- El acero será B-400 S de $F_{yk} = 400 \text{ N/mm}^2$ de límite elástico.
- El acero de los mallazos electrosoldados será B-400 S de $F_{yk}=400 \text{ N/mm}^2$
- Los perfiles metálicos serán de acero S275

1.3.- Condiciones de sustentación

Se opta por una cimentación superficial mediante zapatas aisladas a la profundidad reflejada en los planos. Bajo todos los elementos de cimentación se dispondrá una solera de hormigón de limpieza de 10cm, de manera que se cree una superficie plana y horizontal de apoyo para las zapatas al mismo tiempo que se evita que penetre la lechada de hormigón estructural en el terreno provocando deficiencias en el recubrimiento de los áridos de la parte inferior de la zapata.

En el apartado "3.4.- Justificación de la cimentación" se detallan en profundidad estos aspectos.

1.4.- Evaluación de cargas

Las acciones consideradas son conformes con el Documento Básico Seguridad Estructural – Acciones en la Edificación. Tanto las hipótesis de carga como los coeficientes de seguridad, correspondientes al nivel de control normal, adoptados en el cálculo están en concordancia con el Documento Básico Seguridad Estructural.

1.4.1- Cargas permanentes

Acciones Permanentes (G):	Peso Propio de la estructura:	Elementos de hormigón armado	25,0 kN/m ³
	Cargas Muertas:	Cubierta plana con grava Instalaciones distribuidas uniformemente en todo el forjado	2'5 kN/m ² 0'5 kN/m ²

1.4.2- Cargas variables

1.4.2.1 Sobrecarga de nieve

Según el CTE DB SE-AE, para el valor de carga de nieve por unidad de superficie en proyección horizontal en cubiertas planas de edificios de pisos situados en localidades de altitud inferior a 1.000 m, es suficiente considerar una carga de nieve de 0'2 kN/m².

1.4.2.2 Sobrecarga de uso

Los valores de las sobrecargas de uso se toman de la tabla 3.1 del apartado 3.1 del DB-SE-AE.

Dependiendo del forjado considerado, la sobrecarga de uso varía:

- Cubiertas accesibles únicamente para conservación, con inclinación inferior a 20°: 1 kN/m²

Tabla 3.1. Valores característicos de las sobrecargas de uso

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

1.4.2.3 Sobrecarga de viento

La acción del viento, o presión estática q_v , puede expresarse como:

$$q_v = q_b \cdot c_e \cdot c_p$$

Siendo:

- q_b , la presión dinámica del viento. De forma simplificada, como valor en cualquier punto del territorio español, puede adoptarse 0,5 kN/m². Por tanto:

$$q_b = 0,50 \text{ kN/m}^2$$

- c_e , el coeficiente de exposición, variable con la altura del punto considerado, en función del grado de aspereza del entorno. Se determina de acuerdo con lo establecido en 3.3.3.

El edificio se compone de varias unidades de distinta altura, por lo que tendremos que calcular valores independientes para cada uno de ellos. Por una parte, con menor altura las unidades que corresponde al uso docente, y por otra parte las unidades que engloban los usos de administración, cocina, comedor, sala multiusos,...

D.2 Coeficiente de exposición

- 1 El coeficiente de exposición c_e para alturas sobre el terreno, z , no mayores de 200 m, puede determinarse con la expresión:

$$c_e = F \cdot (F + 7k) \quad (D.2)$$

$$F = k \ln(\max(z, Z) / L) \quad (D.3)$$

siendo k , L , Z parámetros característicos de cada tipo de entorno, según la tabla D.2

Tabla D.2 Coeficientes para tipo de entorno

	Grado de aspereza del entorno	Parámetro		
		k	L (m)	Z (m)
I	Borde del mar o de un lago, con una superficie de agua en la dirección del viento de al menos 5 km de longitud	0,15	0,003	1,0
II	Terreno rural llano sin obstáculos ni arbolado de importancia	0,17	0,01	1,0
III	Zona rural accidentada o llana con algunos obstáculos aislados, como árboles o construcciones pequeñas	0,19	0,05	2,0
IV	Zona urbana en general, industrial o forestal	0,22	0,3	5,0
V	Centro de negocios de grandes ciudades, con profusión de edificios en altura	0,24	1,0	10,0

Unidades docentes

Altura, z , de 3 metros.

$$F = k \cdot \ln(\max(z, Z) / L)$$

$$F = 0'22 \cdot \ln(\max(3, 5) / 0'3)$$

$$F = 0'22 \cdot \ln(5 / 0'3) = 0,619$$

$$c_e = F \cdot (F + 7k)$$

$$c_e = 0'619 \cdot (0'619 + 7 \cdot 0,22)$$

$$c_e = 1,34$$

Resto de unidades

Altura, z, de 4 metros.

$$F = k \cdot \ln(\max(z, Z) / L)$$

$$F = 0'22 \cdot \ln(\max(4, 5) / 0'3)$$

$$F = 0'22 \cdot \ln(5 / 0'3) = 0'619$$

$$c_e = F \cdot (F + 7k)$$

$$c_e = 0'619 \cdot (0'619 + 7 \cdot 0'22)$$

$$c_e = 1,34$$

- c_p , coeficiente eólico o de presión, dependiente de la forma y orientación, en función de la orientación de las superficies respecto al viento, y en su caso, de la situación del punto respecto a los bordes de esta superficie; un valor negativo indica succión. Su valor se establece en el punto 3.3.4.

Según los valores de la tabla 3.5 se aplica la acción del viento, en dos direcciones perpendiculares entre si, en la superficie de proyección del volumen del edificio del plano ortogonal a la dirección del viento considerada.

Tabla 3.5. Coeficiente eólico en edificios de pisos

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

Se ha tomado una esbeltez global para todo el conjunto edificado, teniendo en cuenta la esbeltez más desfavorable, tal que los coeficientes son:

$$C_p = +0'8$$

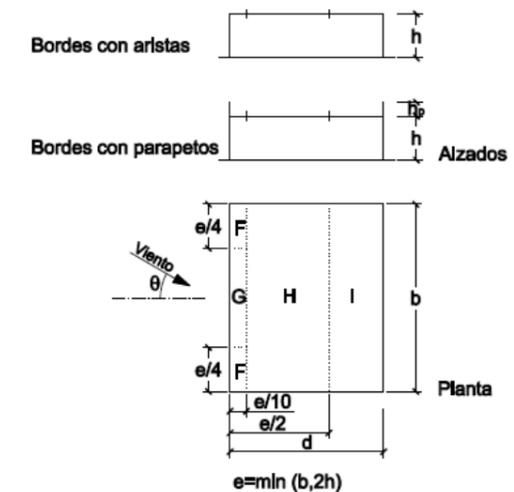
$$C_s = -0'4$$

Estos valores globales se han considerado para los paramentos verticales. Para la cubierta se ha utilizado la alternativa descrita en el punto 3.3.4 utilizando el Anejo D.3:

D.3 Coeficientes de presión exterior

- 1 Los coeficientes de presión exterior o eólico, c_p , dependen de la dirección relativa del viento, de la forma del edificio, de la posición de elemento considerado y de su área de influencia.
- 2 En las tablas D.3 a D.13 se dan valores de coeficientes de presión para diversas formas simples de construcciones, obtenidos como el pésimo de entre los del abanico de direcciones de viento definidas en cada caso. En todas ellas la variable A se refiere al área de influencia del elemento o punto considerado. El signo “+” indica que el valor es idéntico al de la casilla superior. Cuando se aportan dos valores de distinto signo separados, significa que la acción de viento en la zona considerada puede variar de presión a succión, y que deben considerarse las dos posibilidades. En todas las tablas puede interpolarse linealmente para valores intermedios de las variables. Los valores nulos se ofrecen para poder interpolar.
- 3 Para comprobaciones locales de elementos de fachada o cubierta, el área de influencia será la del propio elemento. Para comprobaciones de elementos estructurales subyacentes, el área de asignación de carga. Si la zona tributaria del elemento se desarrolla en dos o más zonas de las establecidas en las tablas, como es el caso de análisis de elementos estructurales generales, el uso de los coeficientes tabulados opera del lado de la seguridad, toda vez que no representan valores simultáneos de la acción de viento.
- 4 Para elementos con área de influencia A, entre 1 m² y 10 m², el coeficiente de presión exterior se puede obtener mediante la siguiente expresión:

Tabla D.4 Cubiertas planas



h_p/h	A (m ²)	Zona (según figura), $-45^\circ < \theta < 45^\circ$			
		F	G	H	I
Bordes con aristas	≥ 10	-1,8	-1,2	-0,7	0,2 -0,2
	≤ 1	-2,5	-2,0	-1,2	0,2 -0,2

Por lo tanto, para la cubierta se toma un valor de presión

$$C_p = +0'2$$

No se ha tenido en cuenta en la cubierta el valor de succión, correspondiente a los ámbitos “G” y “H”, ya que sería favorable para la estructura, y se ha aplicado el valor de presión sobre toda su superficie, quedando del lado de la seguridad, no únicamente sobre la superficie correspondiente al ámbito “I”.

1.4.3.- Cargas accidentales

1.4.3.1.- Carga debida a las imperfecciones

Esta carga tiene en cuenta la falta de verticalidad de los soportes. Es una carga puntual que se coloca en la cabeza de los soportes y su valor es función de las cargas verticales.

Para cada una de ellas se calcula la resultante de las acciones verticales y horizontales en el pilar con el objeto de evaluar si es necesario considerar las fuerzas horizontales equivalentes a las imperfecciones.

Sin embargo, el efecto de cargas puede despreciarse en caso de:

$$H_{E,d} \geq 0,15 \cdot V_{E,d}$$

$H_{E,d}$, valor de cálculo de la resultante de acciones horizontales sobre el pilar

$V_{E,d}$, valor de cálculo de la resultante de las acciones verticales sobre el pilar

Se ha comprobado que no es necesario tener en cuenta la acción de estas cargas.

1.4.3.2.- Carga accidental de impacto

Debido a la naturaleza del edificio, debemos tener en cuenta la posibilidad de impactos en las zonas de circulación exterior. Según el CTE-DB-SE-AE, la carga de impacto la podemos considerar:

- En la dirección paralela a la vía: $Q_{\text{impacto1}} = 50 \text{ kN}$
- En la dirección perpendicular a la vía: $Q_{\text{impacto2}} = 25 \text{ kN}$

Estas cargas no actúan simultáneamente y se aplican a una altura de 0,6 metros.

1.4.3.3.- Carga de sismo

La carga de sismo se calcula según el método simplificado de la norma de Construcción Sismorresistente NCSE-08. Las condiciones para aplicar este método las determina la norma en el punto **3.5.1 Condiciones para aplicar el método simplificado de cálculo**:

- El número de plantas sobre rasante es inferior a veinte.
- La altura del edificio sobre rasante es inferior a sesenta metros.
- Existe regularidad geométrica en planta y en alzado, sin entrantes ni salientes importantes.

- Dispone de soportes continuos hasta cimentación, uniformemente distribuidos en planta y sin cambios bruscos en su rigidez.
- Dispone de regularidad mecánica en la distribución de rigideces, resistencias y masas, de modo que los centros de gravedad y de torsión de todas las plantas estén situados, aproximadamente, en la misma vertical.
- La excentricidad del centro de las masas que intervienen en el cálculo sísmico respecto al de torsión es inferior al 10% de la dimensión en planta del edificio en cada una de las direcciones principales.

Según el artículo 1.2.3 Criterios de aplicación de la Norma, esta Norma es de obligada aplicación en edificación de nueva planta excepto en los siguientes casos:

- En las construcciones de importancia moderada
- En las edificaciones de importancia normal o especial cuando la aceleración sísmica básica ab sea inferior a 0,04 g, siendo g la aceleración de la gravedad.
- En las construcciones de importancia normal con pórticos bien arriostrados entre sí en todas las direcciones cuando la aceleración sísmica básica ab (art. 2.1) sea inferior a 0,08 g.

La escuela infantil no cumple ninguna de las excepciones anteriores por lo que se debe aplicar la Norma.

El proceso de cálculo de la carga de sismo es el siguiente:

La **fuerza sísmica estática equivalente** F_{ik} , correspondiente a la planta k y al modo de vibración i, viene dada por:

$$F_{ik} = s_{ik} \cdot P_k$$

Donde:

- P_k , es el peso correspondiente a la masa m, de la planta k, definida en el apartado 3.2, en kN/m²

A los efectos de los cálculos de las sollicitaciones debidas al sismo se considerarán las masas correspondientes a la propia estructura, las masas permanentes, y una fracción de las restantes masas, siempre que tengan un efecto desfavorable sobre la estructura.

La norma describe la aplicación de las cargas para pórticos, por lo que, debido ser una estructura de losa maciza sobre pilares aislados, se ha considerado la existencia de pórticos según el plano transversal de las edificaciones.

En el plano del "pórtico", la carga se aplicará en la cabeza de uno de los soportes extremos, y en el plano perpendicular, en el centro de gravedad con una excentricidad de 1/20.

- s_{ik} : coeficiente sísmico adimensional correspondiente a la planta k en el modo i, de valor:

$$s_{ik} = \frac{a_c}{g} \cdot \alpha_i \cdot \beta \cdot \eta_{ik}$$

Donde:

- a_c : aceleración sísmica de cálculo expresada en m/s²

La aceleración sísmica de cálculo se define como:

$$a_c = S \cdot \rho \cdot a_b$$

- a_b es la aceleración sísmica básica, que tomamos de la lista del Anejo 1 de la norma. Para la ciudad de Valencia, obtenemos:

$$a_b = 0,06g$$

- ρ es el coeficiente adimensional de riesgo, función de la probabilidad aceptable de que se exceda a_c en el periodo de vida para el que se proyecta la construcción.

En nuestro caso, la construcción es de importancia normal, al tratarse de una escuela infantil. (Son de importancia normal aquellas construcciones cuya destrucción por 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), por lo que:

$$\rho = 1,0$$

- S es el coeficiente de amplificación del terreno y se obtiene, para una $a_b = 0,06g$ mediante:

$$a_b = 0'6 g > 0'4 g \Rightarrow S = 1'0$$

Ya podemos obtener la aceleración sísmica de cálculo:

$$a_c = S \cdot \rho \cdot a_b = 1'0 \cdot 1'0 \cdot 0'06g = 0,588 m/s^2$$

- β : el coeficiente de respuesta del terreno, en función del tipo de estructura, de la compartimentación de las plantas, del amortiguamiento y del coeficiente de comportamiento por ductilidad.

Tomamos un coeficiente de comportamiento por ductilidad $\mu = 2$ de, ductilidad baja, ya que se trata de una estructura de soportes de acero con forjado de losa maciza, sin elementos especiales para resistir acciones horizontales como núcleos rígidos o cruces de san Andrés.

Tabla 3.1.
VALORES DEL COEFICIENTE DE RESPUESTA β

TIPO DE ESTRUCTURA	COMPARTIMENTACIÓN DE LAS PLANTAS	Ω (%)	COEFICIENTE DE COMPORTAMIENTO POR DUCTILIDAD			SIN DUCTILIDAD ($\mu = 1$)
			$\mu = 4$	$\mu = 3$	$\mu = 2$	
HORMIGÓN ARMADO O ACERO LAMINADO	Diáfana	4	0,27	0,36	0,55	1,09
	Compartimentada	5	0,25	0,33	0,50	1,00

$$\beta = 0'55$$

- η , el factor de distribución correspondiente a la planta k en el modo de vibración i.

$$\eta_{ik} = \frac{\phi_{ik} \cdot m_k}{\sum_{k=1}^n m_k \cdot \phi_{ik}^2}$$

$$\text{Siendo: } \phi_{ik} = \text{sen} \left[(2i-1) \pi \cdot \frac{h_k}{2H} \right]$$

En el caso de nuestro edificio, sólo tenemos una planta sobre rasante, por lo que:

$$n = 1 \Rightarrow \phi = \text{sen} \left[\frac{\pi h}{2h} \right] = \text{sen} \frac{\pi}{2} = 1 \Rightarrow \eta = 1$$

- α_{ik} : espectro normalizado de respuesta elástica. Tiene un valor:

$$T_i < T_A \rightarrow \alpha_i = 1 + 1,5 \cdot \frac{T_i}{T_A}$$

$$T_A \leq T_i \leq T_B \rightarrow \alpha_i = 2,5$$

$$T_i > T_B \rightarrow \alpha_i = K \cdot \frac{C}{T_i}$$

Siendo:

$K = 1,0$, coeficiente de contribución, obtenido de la lista de municipios del Anejo 1

$C = 1,6$, coeficiente que depende del tipo de terreno, tipo III en nuestro caso queda:

$$T_A = K \frac{C}{10} = 1 \cdot \frac{1,6}{10} = 0,16$$

$$T_B = K \frac{C}{2,5} = 1 \cdot \frac{1,6}{2,5} = 0,64$$

Teniendo en cuenta el método simplificado, se considera que los periodos del modo i se calculan:

$$T_i = \frac{T_F}{(2i-1)}$$

En nuestro caso, sólo tenemos una planta, por lo que $n = 1$. El periodo fundamental de los edificios se calcula:

$$T_F = 0,11 \cdot n = 0,11 \cdot 1 = 0,11$$

Para un único modo de vibración:

$$T_i = \frac{T_F}{(2i-1)} = \frac{0,11}{(2-1)} = 0,11$$

$$T_i = 0,11 < T_A = 0,16 \rightarrow \alpha_i = 1 + (2,5\beta - 1) \cdot \frac{T}{T_A} = 1 + (2,5 \cdot 1,09 - 1) \cdot \frac{0,11}{0,16} = 2,186$$

Ya hemos obtenido todos los coeficientes necesarios para hallar el coeficiente sísmico adimensional. Sustituyendo:

$$s_{ik} = \frac{a_c}{g} \cdot \alpha_i \cdot \beta \cdot \eta_{ik} = \frac{0'588}{9'8} \cdot 2'306 \cdot 0'55 \cdot 2 = 0'0761$$

Siendo P_k :

A los efectos de los cálculos de las solicitaciones debidas al sismo se considerarán las masas correspondientes a la propia estructura, las masas permanentes, y una fracción de las restantes masas, siempre que tengan un efecto desfavorable sobre la estructura.

Se van a tener en cuenta las siguientes cargas:

Unidades docentes:

- Peso propio de las cubiertas: 8 kN/m²

El ámbito de un "pórtico" interior es:

- Anchura: 5 metros
- Longitud: 5 metros

El ámbito de un pórtico testero es:

- Anchura: 2'5 metros
- Longitud: 5 metros

Por tanto, tenemos cargas de sismo distintas para cada uno de los pórticos:

- Para los pórticos interiores:

$$P_k = (8 \text{ kN/m}^2 \cdot 5 \text{ m} \cdot 5 \text{ m}) = 200 \text{ kN}$$

La fuerza sísmica estática equivalente F_{ik} :

$$F_{ik} = s_{ik} \cdot P_k = 0'0761 \cdot 200 = 15'22 \text{ kN}$$

- Para los "pórticos" testeros:

$$P_k = (8 \text{ kN/m}^2 \cdot 2'5 \text{ m} \cdot 5 \text{ m}) = 100 \text{ kN}$$

La fuerza sísmica estática equivalente F_{ik} :

$$F_{ik} = s_{ik} \cdot P_k = 0'0761 \cdot 100 = 7'61 \text{ kN}$$

Edificio de uso administrativo y comedor:

- Peso propio de las cubiertas: 8 kN/m²

El ámbito de un "pórtico" interior es:

- Anchura: 5 metros
- Longitud: 7 metros

El ámbito de un pórtico testero es:

- Anchura: 2'5 metros
- Longitud: 7 metros
-

Por tanto, tenemos cargas de sismo distintas para cada uno de los pórticos:

- Para los pórticos interiores:

$$P_k = (8 \text{ kN/m}^2 \cdot 5 \text{ m} \cdot 7 \text{ m}) = 280 \text{ kN}$$

La fuerza sísmica estática equivalente F_{ik} :

$$F_{ik} = s_{ik} \cdot P_k = 0'0761 \cdot 280 = 21'308 \text{ kN}$$

- Para los "pórticos" testeros:

$$P_k = (8 \text{ kN/m}^2 \cdot 2'5 \text{ m} \cdot 8 \text{ m}) = 140 \text{ kN}$$

La fuerza sísmica estática equivalente F_{ik} :

$$F_{ik} = s_{ik} \cdot P_k = 0'0761 \cdot 140 = 10'654 \text{ kN}$$

1.5.- Hipótesis de carga

HIPÓTESIS DE CARGA

HIP 01	G	Peso propio
HIP 02	U	Sobrecarga de uso
HIP 03	N	Sobrecarga de nieve
HIP 04	Vlong	Viento paralelo a los pórticos
HIP 05	Vtrans	Viento perpendicular a los pórticos
HIP 06	S	Sismo
HIP 07	I	Impacto

1.6.- Combinaciones de carga

La combinación de acciones para el cálculo se realiza conforme al punto 4.2.2 Combinación de acciones, del DB-SE.

1.6.1.- Exigencia de capacidad portante

El valor de cálculo de los efectos de las acciones correspondiente a una situación persistente o transitoria, se determina mediante combinaciones de acciones a partir de la expresión:

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} \cdot G_{K,j} + \gamma_P \cdot P + \gamma_{Q,1} \cdot Q_{k,1} + \sum_{i \geq 2} \gamma_{Q,i} \cdot \psi_{0,i} \cdot Q_{K,i}$$

El valor de cálculo de los efectos de las acciones correspondiente a una situación extraordinaria, se determina mediante combinaciones de acciones a partir de la expresión:

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} \cdot G_{K,j} + \gamma_P \cdot P + A_d + \gamma_{Q,1} \cdot \psi_{1,1} \cdot Q_{k,1} + \sum_{i \geq 2} \gamma_{Q,i} \cdot \psi_{2,i} \cdot Q_{K,i}$$

En los casos en los que la acción accidental sea la acción sísmica, todas las acciones variables concomitantes se tendrán en cuenta con su valor casi permanente, según la expresión:

$$\sum_{j \geq 1} G_{K,j} + P + A_d + \sum_{i \geq 1} \psi_{2,i} \cdot Q_{K,i}$$

Los valores de los coeficientes parciales de seguridad para las acciones y de los coeficientes de simultaneidad los obtenemos de las tablas 4.1 y 4.2 del DB-SE:

Tabla 4.2 Coeficientes de simultaneidad (ψ)

	ψ_0	ψ_1	ψ_2
Sobrecarga superficial de uso (Categorías según DB-SE-AE)			
• Zonas residenciales (Categoría A)	0,7	0,5	0,3
• Zonas administrativas (Categoría B)	0,7	0,5	0,3
• Zonas destinadas al público (Categoría C)	0,7	0,7	0,6
• Zonas comerciales (Categoría D)	0,7	0,7	0,6
• Zonas de tráfico y de aparcamiento de vehículos ligeros con un peso total inferior a 30 kN (Categoría E)	0,7	0,7	0,6
• Cubiertas transitables (Categoría F)		(1)	
• Cubiertas accesibles únicamente para mantenimiento (Categoría G)	0	0	0
Nieve			
• para altitudes > 1000 m	0,7	0,5	0,2
• para altitudes ≤ 1000 m	0,5	0,2	0
Viento	0,6	0,5	0
Temperatura	0,6	0,5	0
Acciones variables del terreno	0,7	0,7	0,7

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

Tabla 4.1 Coeficientes parciales de seguridad (γ) para las acciones

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

(1) Los coeficientes correspondientes a la verificación de la resistencia del terreno se establecen en el DB-SE-C

COMBINACIÓN DE ACCIONES ELU

G	Peso propio
U	Sobrecarga de uso
Vlong	Viento paralelo a los pórticos
Vtrans	Viento perpendicular a los pórticos
N	Sobrecarga de nieve
S	Sismo
I	Impacto

Situaciones persistentes o transitorias

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} \cdot G_{K,j} + \gamma_P \cdot P + \gamma_{Q,1} \cdot Q_{k,1} + \sum_{i \geq 1} \gamma_{Q,i} \cdot \psi_{0,i} \cdot Q_{K,i}$$

COMB1	(1,35 x G) + (1,5 x U) + (1,5 x 0,6 x Vlong + 1,5 x 0,5 x N)
COMB2	(1,35 x G) + (1,5 x U) + (1,5 x 0,6 x Vtrans + 1,5 x 0,5 x N)
COMB3	(1,35 x G) + (1,5 x Vlong) + (1,5 x 0,7 x U + 1,5 x 0,5 x N)
COMB4	(1,35 x G) + (1,5 x Vtrans) + (1,5 x 0,7 x U + 1,5 x 0,5 x N)
COMB5	(1,35 x G) + (1,5 x N) + (1,5 x 0,6 x Vlong + 1,5 x 0,7 x U)
COMB6	(1,35 x G) + (1,5 x N) + (1,5 x 0,6 x Vtrans + 1,5 x 0,7 x U)

Carga accidental sismo

$$\sum_{j \geq 1} G_{K,j} + P + A_d + \sum_{i \geq 1} \psi_{2,i} \cdot Q_{K,i}$$

COMB7	G + S + (0,6 x U)
-------	-------------------

Situaciones extraordinarias

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} \cdot G_{K,j} + \gamma_P \cdot P + A_d + \gamma_{Q,1} \cdot \psi_{1,1} \cdot Q_{k,1} + \sum_{i \geq 1} \gamma_{Q,i} \cdot \psi_{2,i} \cdot Q_{K,i}$$

COMB8	(1,35 x G) + I + (1,5 x 0,5 x Vlong + 1,5 x 0,3 x U)
COMB9	(1,35 x G) + I + (1,5 x 0,5 x Vtrans + 1,5 x 0,3 x U)

1.6.2.- Exigencia de aptitud al servicio

En este caso, las expresiones que se utilizan para la combinación de acciones son:

Los efectos debidos a las acciones de corta duración que pueden resultar irreversibles, se determinan mediante combinaciones de acciones, del tipo denominado característica, a partir de la expresión:

$$\sum_{j \geq 1} G_{K,j} + P + Q_{k,1} + \sum_{i \geq 1} \psi_{0,i} \cdot Q_{K,i}$$

Los efectos debidos a las acciones de corta duración que pueden resultar reversibles, se determinan mediante combinaciones de acciones, del tipo denominado frecuente, a partir de la expresión:

$$\sum_{j \geq 1} G_{K,j} + P + \psi_{1,1} \cdot Q_{k,1} + \sum_{i \geq 1} \psi_{2,i} \cdot Q_{K,i}$$

Los efectos debidos a las acciones de larga duración, se determinan mediante combinaciones de acciones, del tipo denominado casi permanente, a partir de la expresión:

$$\sum_{j \geq 1} G_{K,j} + P + \sum_{i \geq 1} \psi_{2,i} \cdot Q_{K,i}$$

COMBINACIÓN DE ACCIONES ELS

G	Peso propio
U	Sobrecarga de uso
Vlong	Viento paralelo a los pórticos
Vtrans	Viento perpendicular a los pórticos
N	Sobrecarga de nieve

Combinación característica

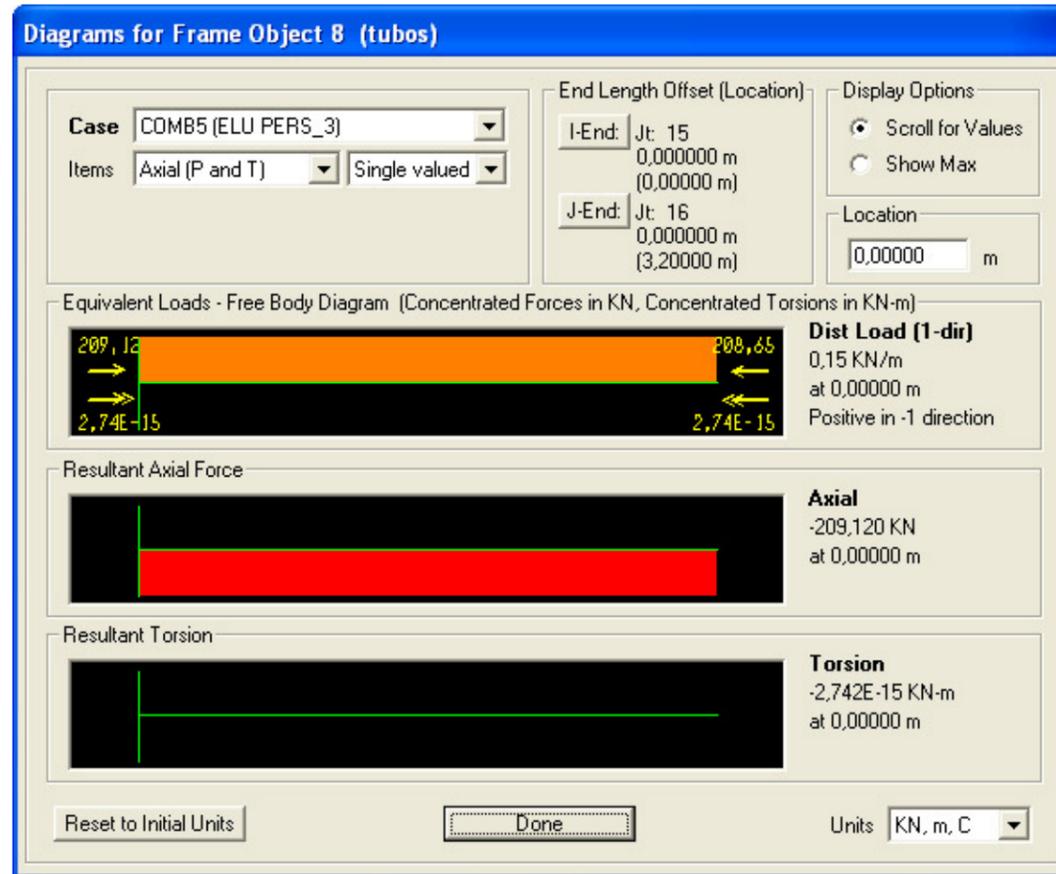
$$\sum_{j \geq 1} G_{K,j} + P + Q_{k,1} + \sum_{i \geq 1} \psi_{0,i} \cdot Q_{K,i}$$

COMB1	G + U + (0,6 x Vlong + 0,5 x N)
COMB2	G + U + (0,6 x Vtrans + 0,5 x N)
COMB3	G + Vlong + (0,7 x U + 0,5 x N)
COMB4	G + Vtrans + (0,7 x U + 0,5 x N)
COMB5	G + N + (0,6 x Vlong + 0,7 x U)
COMB6	G + N + (0,6 x Vtrans + 0,7 x U)

2.- Extracción de resultados

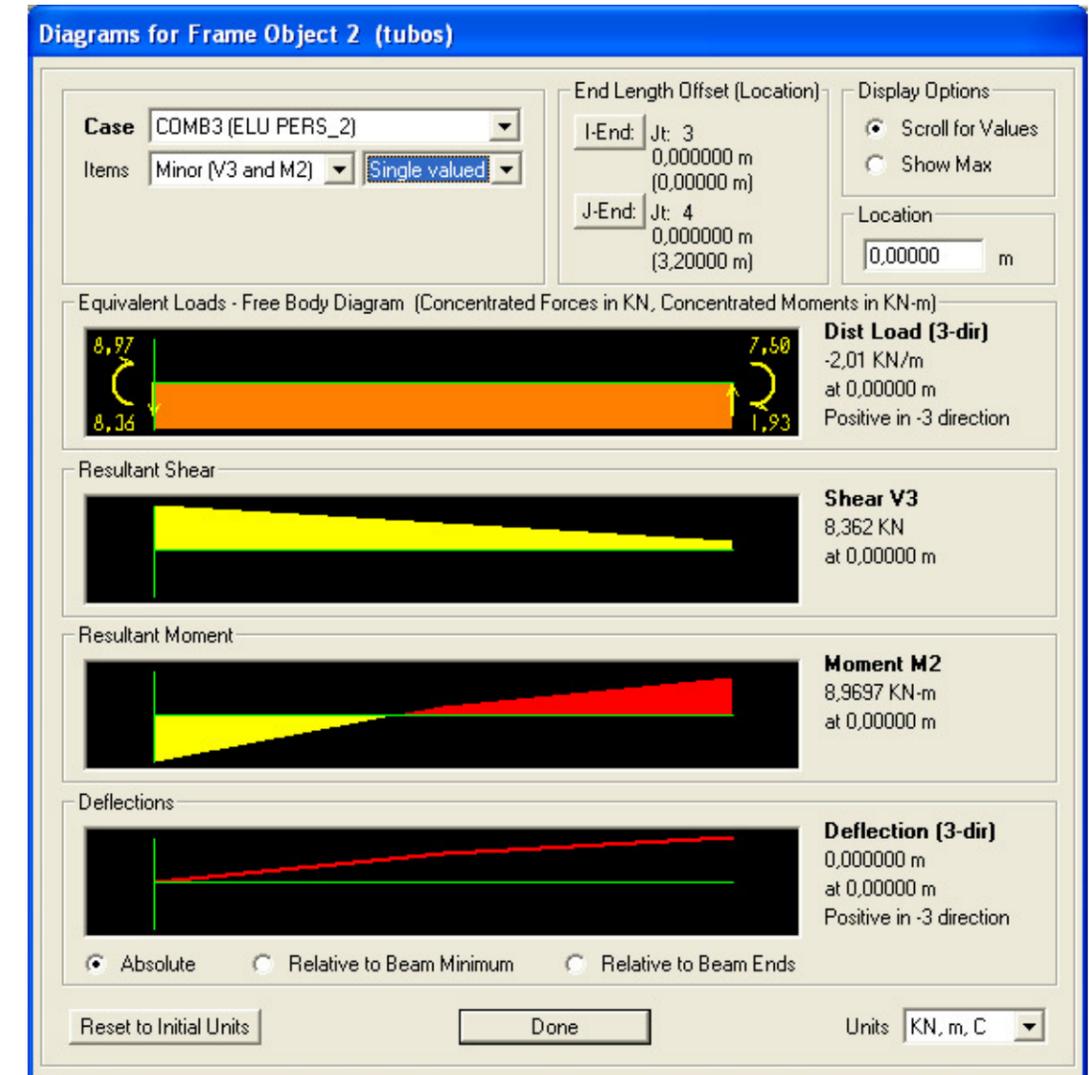
2.1.- Solicitaciones

Axil en los soportes



El esfuerzo axial máximo se da para la combinación 5, con un valor de $N_x = -209'12$ kN.

Cortante y Momento flector en los soportes

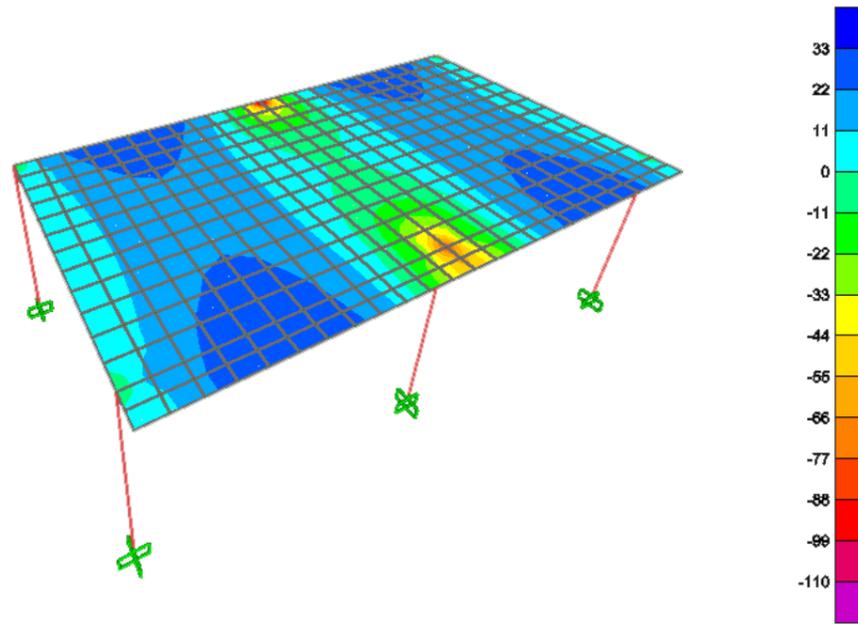


El esfuerzo cortante máximo se da para la combinación 3, con un valor de $V_y = 8'36$ kN.

El esfuerzo flector máximo se da para esa combinación, con un valor de $M_z = 8'97$ kNm.

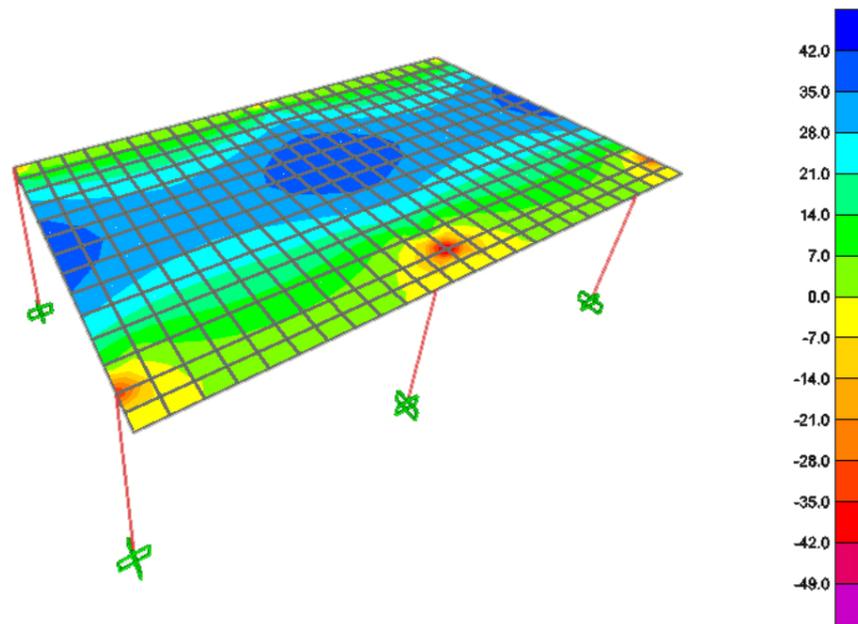
Momentos flectores de la losa de cubierta (ELU)

Los esfuerzos de la losa maciza de hormigón, para el armado en dirección perpendicular a los "pórticos" se dan para la combinación 5:



Con esfuerzos de mayor flexión positiva en centro de vano $M_{11}=+30'5\text{kNm}$ y una flexión negativa, fuera de la cabeza de los soportes, de $M_{11}=-56\text{kNm}$.

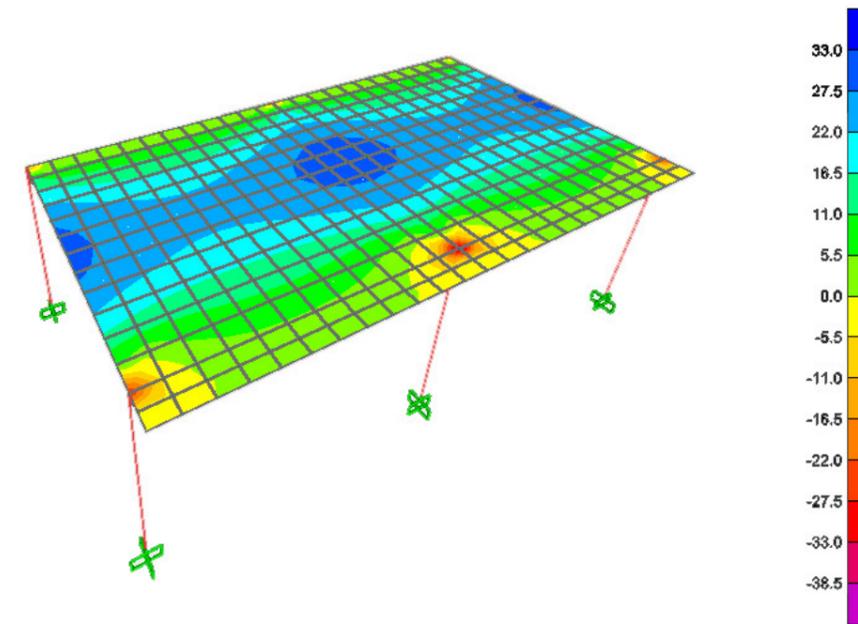
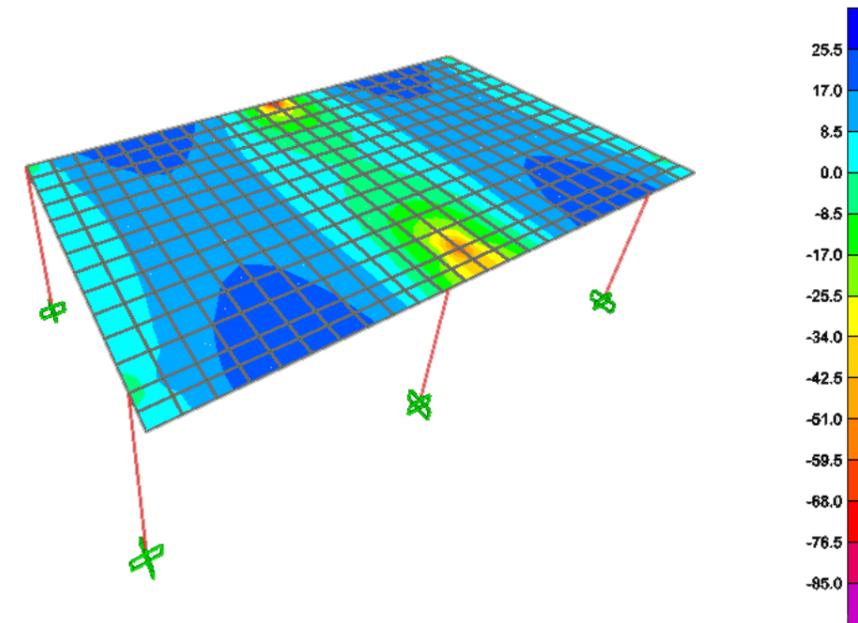
Los esfuerzos para el armado en dirección paralela a los "pórticos" se dan para la combinación 5:



Con esfuerzos de mayor flexión positiva en centro de vano de $M_{22}=+39'6\text{kNm}$ y una flexión negativa, fuera de la cabeza de los soportes, de $M_{22}=-34'2\text{kNm}$.

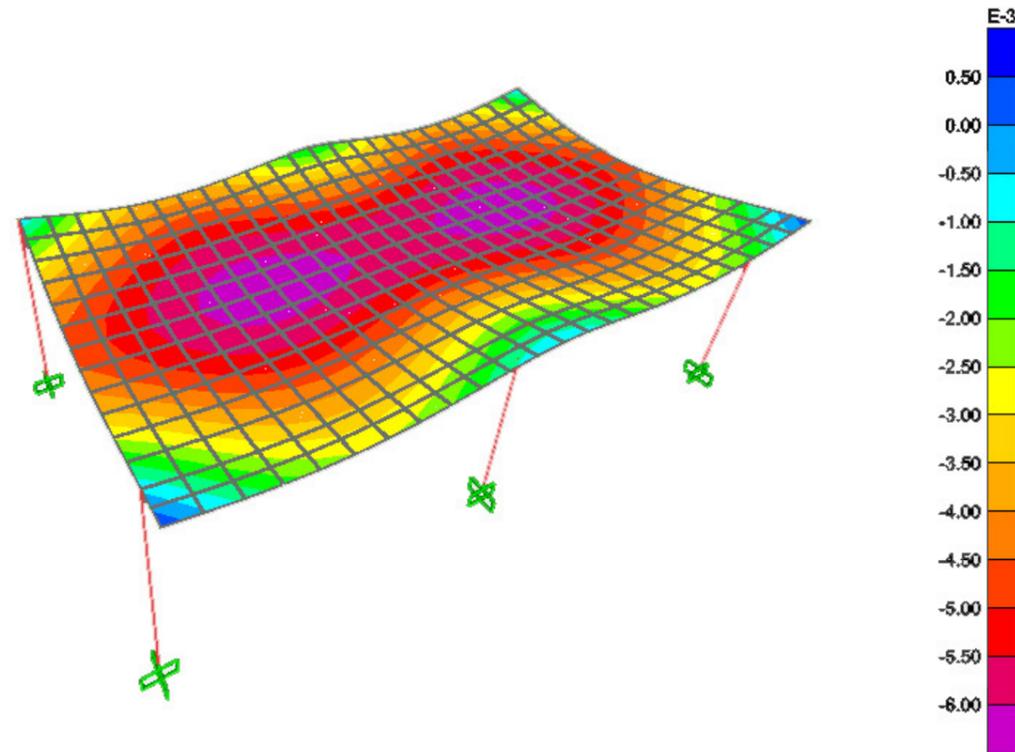
Momentos flectores de la losa de cubierta (ELS)

Los esfuerzos de la losa maciza de hormigón, para la comprobación de flecha se dan para la combinación 1:



El esfuerzo de flexión para la mayor flecha en centro de vano (no el mayor esfuerzo en cualquier punto de la losa) se da para la dirección de los "pórticos" con un valor $M_{22}= 23'15\text{kNm}$. Con este valor se comprobará que la flecha máxima de la losa cumpla la exigida por el CTE.

2.2.- Deformaciones



El gráfico mostrado representa los desplazamientos en mm de la losa. Para la sección bruta de hormigón se obtiene una flecha instantánea, en la Combinación 1 de ELS, de 6'3mm.

3.- Documentación de Proyecto

3.1.- Cálculo de pilares de la unidad docente

Se dimensionan los pilares para los esfuerzos obtenidos a través del cálculo del modelo informático:

$$\begin{aligned} N_{Ed} &= 187'95 \text{ kN} \\ V_{Ed} &= 8'36 \text{ kN} \\ M_{Ed} &= 8'97 \text{ kN} \cdot \text{m} \end{aligned}$$

3.1.1.- Predimensionado a Resistencia de los pilares

Al ser una barra solicitada a flexión es necesario que el perfil tenga un W tal que:

$$\sigma_{\max} = \frac{M_{y,Ed}}{W} \leq \frac{f_y}{\gamma_{M0}}$$

Se utiliza el valor del flector de la combinación 3 al ser el mayor:

$$\frac{8'97 \cdot 10^6}{W} \leq \frac{275}{1'05}; \quad W \geq \frac{8'97 \cdot 10^6 \cdot 1'05}{275} = 34249'1 \text{ mm}^3$$

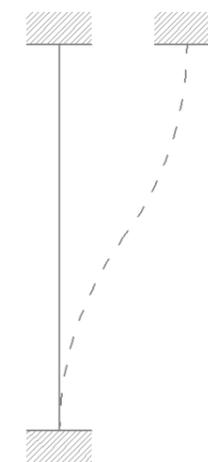
Se elige un perfil tubular cuadrado 120.4 de características:

$$\begin{aligned} A &= 1830 \text{ mm}^2 \\ i &= 47'6 \text{ mm} \\ W_{pl} &= 80700 \text{ mm}^3 \end{aligned}$$

3.1.2.- Predimensionado a Pandeo de los pilares

Los pilares de las unidades docentes tienen una longitud desde la cara superior de la zapata hasta la cara inferior del forjado de 3'80m (la cota de cimentación es a -1'70m), sin embargo, al existir una solera con pavimento a cota de rasante que coarta el pandeo en ese punto, la longitud susceptible de pandeo se ve reducida a 2'60m, coincidiendo con la altura libre entre la cota de acabado y la cara inferior de la losa de cubierta.

Las longitudes de pandeo de los pilares son iguales en sus dos ejes al ser un perfil simétrico, y todos cuentan con las mismas condiciones de enlace en sus nudos inferiores y superiores, empotramiento, pero sin disponer ningún elemento de arriostramiento que impida el desplazamiento de la losa de cubierta, por lo que estaría impedido el giro en la cabeza del pilar pero no su desplazamiento.



Siendo la longitud de pandeo

$$L_k = \beta \cdot L$$

Se ha tomado un coeficiente $\beta=1$ correspondiente al tipo de enlace para una barra biempotrada con desplazamiento transversal en sus extremos.

$$\begin{aligned} \beta &= 1 \\ L_k &= 1 \cdot 2'6 \text{ m} = 2600 \text{ mm} \end{aligned}$$

Se limita la esbeltez reducida a $\bar{\lambda} \leq 2$

$$\bar{\lambda} \leq 2 = \frac{\lambda}{86,8} \rightarrow \lambda \leq 173 \rightarrow \lambda = \frac{2600}{i} \leq 173$$

$$i \geq \frac{2600}{173} = 15 \text{ mm}$$

Por lo que se mantiene el perfil obtenido en el predimensionado a resistencia.

3.1.3.- Comprobación a resistencia del perfil de los pilares

Clase de sección

Un perfil tubular es clase 1 si se cumple

$$\frac{c}{t} \leq 33\epsilon$$

Siendo

c: distancia entre caras interiores del perfil

t: espesor de las chapas del perfil

$$\frac{120 - 2 \cdot 4}{4} \leq 33 \cdot \sqrt{\frac{235}{275}} \rightarrow 28 \leq 30,5$$

Comprobación a resistencia en flexocompresión

En ausencia de esfuerzo cortante, las secciones deben satisfacer la condición:

$$\frac{N_{Ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{pl,Rd,y}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rd,z}} \leq 1$$

En el caso del pilar con mayor sollicitación a esfuerzo axial y flector, pilar central, no existe Mz, ya que las losas macizas de hormigón son simétricas a ambos lados del soporte.

$$\frac{187'95 \cdot 10^3}{1830 \cdot 262} + \frac{8'97 \cdot 10^6}{80700 \cdot 262} = 0'39 + 0'42 = 0'81 \leq 1$$

El perfil cumple a resistencia.

Interacción flector-cortante

En la sección de empotramiento se alcanzan los máximos valores del momento y el cortante. No se tendrá en cuenta la interacción flector-cortante si:

$$V_{Ed} \leq 50\% \cdot V_{pl,Rd}$$

Se compara con el máximo cortante, que corresponde a la combinación 3:

$$50\% \cdot \frac{A_v \cdot f_y / \sqrt{3}}{\gamma_{M0}} = 0'5 \cdot \frac{915 \cdot 275 / \sqrt{3}}{1'05} = 69'18 \text{ kN} > 8'36 \text{ kN}$$

no siendo necesario considerar la interacción.

3.1.4.- Comprobación a pandeo del perfil de los pilares

Para la comprobación a pandeo en flexocompresión se utiliza la expresión correspondiente a las secciones Clase 1:

$$\frac{N_{Ed}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yd}} + k_y \cdot \frac{C_{m,y} \cdot M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + 0'6 \cdot k_z \cdot \frac{C_{m,z} \cdot M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1$$

Además, al no ser susceptible la sección de pandeo a torsión, por ser sección cerrada, se comprueba la relación

$$\frac{N_{Ed}}{\chi_z \cdot A \cdot f_y} + 0'6 \cdot k_y \cdot \frac{C_{m,y} \cdot M_{y,Ed}}{W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + k_z \cdot \frac{C_{m,z} \cdot M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1$$

El perfil considerado está sometido a esfuerzos N y Mz, no tiene My.

$$\frac{N_{Ed}}{\chi_y \cdot A \cdot f_y} + 0'6 \cdot k_z \cdot \frac{C_{m,z} \cdot M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1$$

$$\frac{N_{Ed}}{\chi_z \cdot A \cdot f_y} + k_z \cdot \frac{C_{m,z} \cdot M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1$$

Determinación de los coeficientes X

Longitud de pandeo

$$\beta = 1$$

$$L_{Kz} = 1 \cdot 2'6 \text{ m} = 2600 \text{ mm}$$

Curva de pandeo, para acero s275 \rightarrow b

$$\bar{\lambda} \leq 2 = \frac{\lambda}{86,8} \rightarrow \lambda \leq 173$$

$$\lambda = \frac{2600}{47'6} = 54'62 \rightarrow \bar{\lambda} = \frac{54'62}{86'6} = 0'63 \rightarrow a \rightarrow \chi_{\min} = 0'85$$

Coefficiente de momento equivalente

Debido a la diversidad de diagramas de momentos posibles entre las diferentes combinaciones de acciones se toma, quedando del lado de la seguridad, un coeficiente $C_m=1$.

Coefficientes k

En secciones huecas delgadas, el coeficiente k_z toma la siguiente expresión:

$$k_z = 1 + (\bar{\lambda}_z - 0'2) \cdot \frac{N_{Ed}}{\chi_z \cdot A \cdot f_{yd}} = 1 + (0'63 - 0'2) \cdot \frac{187950}{0'85 \cdot 1830 \cdot \frac{275}{1'05}} = 0'46$$

Sustituyendo en la expresión

$$\frac{N_{Ed}}{\chi_y \cdot A \cdot f_y} + 0'6 \cdot k_z \cdot \frac{C_{m,z} \cdot M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1$$

$$\frac{187950}{0'85 \cdot 1830 \cdot \frac{275}{1'05}} + 0'6 \cdot 0'46 \cdot \frac{1 \cdot 8'97 \cdot 10^6}{80'7 \cdot 10^3 \cdot \frac{275}{1'05}} = 0'46 + 0'12 = 0'58 < 1$$

$$\frac{N_{Ed}}{\chi_z \cdot A \cdot f_y} + k_z \cdot \frac{C_{m,z} \cdot M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1$$

$$\frac{187950}{0'85 \cdot 1830 \cdot \frac{275}{1'05}} + 0'46 \cdot \frac{1 \cdot 8'97 \cdot 10^6}{80'7 \cdot 10^3 \cdot \frac{275}{1'05}} = 0'46 + 0'19 = 0'65 < 1$$

El perfil tubular 120.4 es admisible.

3.2.- Cálculo de forjados

Para el cálculo de los forjados se utilizan las solicitaciones obtenidas del programa SAP2000, mostradas en el punto 2.1.

En la estructura de proyecto hay 2 tipos de forjados: Forjado de losa maciza de 20cm (unidades docentes) y losa maciza de 25cm (unidades de uso complementario) dependiendo de las luces.

Para el armado de las losas macizas de 20cm y 25cm se utiliza la fórmula

$$M_{lim} \cdot 0'85 \cdot f_{cd} \cdot b \cdot y (d - 0'5y) + f_{yd} \cdot A_s \cdot d' = M_d$$

para calcular el área necesaria de armadura de tracción necesaria para el momento sollicitación actuante por metro de forjado.

3.2.1.- Losa maciza de 20cm

Datos de partida		
Fck	25	N/mm2
Gc	1.50	
Fcd	16.67	N/mm2
Fyk	400	N/mm2
Gc	1.15	
Fyd	347.83	N/mm2
Canto Losa Maciza	20	cm
Recubrimiento Neto	4	cm

Se parte de un armado base de barras de diámetro 16mm de acero B400S cada 20cm:

Armado de losa maciza		
Armadura de base		
Diámetro de base	16	mm
Distancia entre barras de base	20	cm
Usd base	349.67	kN / m.a.
Canto Útil	152	mm
w base	0.138029	
m base	0.126314	
M ult base	48.64	kNm / m.a.

Obteniendo que el Momento último máximo que podría soportar la losa con este armado sería de 48'64 kN · m/m.

Se calcula también el cortante V que sería capaz de soportar la losa con el armado base, sin una armadura específica para estos esfuerzos:

Cortante resistido sin armadura específica	
Epsilon	2.147079
Cuantía geométrica	0.006614
Vu2 (base)	99.77 kN/m.a.

3.3.2.- Comprobación de flechas

Se calcula la flecha diferida y total según el momento actuante y el armado de la sección para un descimbrado de 4 semanas, y se compara con las flechas máximas admisibles según el CTE.

Comprobación de flecha en vano		
Momento actuante en servicio	23.15	kNm
Resistencia a flexotracción	3.16	N/mm ²
Inercia bruta	666 666 666.67	mm ⁴
Módulo resistente unitario	6 666 666.67	mm ³
Momento de fisuración	21.09	kNm
Mfisuración / Mactuante	0.911002	
Módulo deformación del hormigón	27 264.04	N/mm ²
Módulo de deformación del acero	200 000.00	N/mm ²
Factor n = Es/Ec	7.335670	
Recubrimiento mecánico superior	48.00	mm
Cuantía geométrica superior en vano	0.006614	
Cuantía geométrica inferior en vano	0.006614	
Profundidad de la fibra neutra fisurada	41.53	mm
Inercia fisurada	112 562 912.64	mm ⁴
Inercia equivalente	531 500 684.74	mm ⁴
Flecha instantánea elástica	6.30	mm
Edad descimbrado	4	semanas
Epsilon por edad	1.30	
Factor lambda	0.976934	
Flecha instantánea fisurada	7.90	mm
Flecha diferida	6.86	mm
Flecha total	14.76	mm

Límite de flecha por integridad constructiva

Teniendo en cuenta que la flecha máxima se da en centro de vano, donde en caso de existir particiones son de materiales no frágiles, la flecha máxima admisible de la losa de 20cm con separación entre pilares de 5m, según el CTE es:

$$f_{\text{máx}} = \frac{L}{300} = \frac{5000}{300} = 16'6 \text{ mm}$$

La flecha obtenida en el SAP2000 de 6'3mm corresponde a la flecha instantánea elástica de la sección bruta de hormigón de 20cm, pero la

comprobación de la flecha debe hacerse con la flecha máxima diferida, ya que los elementos a los que afecta se construyen después del descimbrado.

Para la flecha instantánea elástica obtenida y el armado de la sección de hormigón, se obtiene una flecha diferida:

$$f_d = 7'83 \text{ mm} < 16'6 \text{ mm}$$

Siendo por tanto admisible

Límite de flecha por confort de los usuarios

Esta limitación tiene en cuenta las vibraciones producidas por los usuarios sobre el forjado, por lo que se compara la flecha correspondiente a la sobrecarga de uso producida por los usuarios (en este caso 1kN/m² para mantenimiento de la cubierta) con la máxima admisible por el CTE.

En este caso la sobrecarga de uso de 1kN/m² correspondiente a la sobrecarga de uso de mantenimiento de la cubierta produce una flecha instantánea elástica de 0'7mm.

$$f_{\text{máx}} = \frac{L}{300} = \frac{5000}{300} = 16'6 \text{ mm} > 7 \text{ mm}$$

Por lo que se cumple la limitación.

Límite de flecha por apariencia de la obra

En este caso se compara la flecha total de la losa con la flecha máxima admisible por el CTE:

$$f_{\text{máx}} = \frac{L}{300} = \frac{5000}{300} = 16'6 \text{ mm}$$

$$f_t = 14'76 \text{ mm} > 16'66 \text{ mm}$$

Cumpléndose la limitación de la flecha.

3.3.- Nudos

El nudo entre la cabeza de los soportes y la losa maciza de hormigón se diseña como un empotramiento realizado mediante perfiles IPE ortogonales entre sí sobre una chapa de acero, dispuesto el conjunto sobre la cabeza del pilar.

Los nudos están formados por 3 perfiles IPE en el caso de pilares centrales y 2 perfiles IPE en el caso de pilares de esquina.

El esfuerzo a transmitir es:

- 187'95 kN en los pilares centrales de la unidad docente, con un diseño del nudo de 3 perfiles IPE, transmitiendo cada uno 62'65 kN.

- 68'32 kN en los pilares de esquina de la unidad docente, con un diseño del nudo de 2 perfiles IPE, transmitiendo cada uno 34'16 kN.

Estos esfuerzos se transmiten de la losa a los perfiles por cortante, de modo que los perfiles deben tener un área efectiva a cortante que cumpla la expresión:

$$V_{pl,Rd} = A_v \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$$

Para un perfil IPE 80 con un área efectiva a cortante de 357'74mm² el esfuerzo máximo resistido sería:

$$V_{pl,Rd} = A_v \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}} = 357'74 \cdot \frac{262}{\sqrt{3}} = 54'11 \text{ kN}$$

Los perfiles IPE 80 serían válidos para los nudos de los pilares de esquina, pero no para los nudos de los pilares centrales. Para los perfiles IPE 100 con un área efectiva a cortante de 508'57mm² el esfuerzo máximo resistido sería:

$$V_{pl,Rd} = A_v \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}} = 508'57 \cdot \frac{262}{\sqrt{3}} = 76'92 \text{ kN}$$

Siendo en este caso válidos para los nudos de los pilares centrales.

La longitud de estos perfiles debe prolongarse más allá del punto donde la resistencia a cortante de la losa es capaz de resistir el cortante actuante. La resistencia a cortante de la losa, calculada en el punto 3.3.1. es de 99'77 kN.

Mediante el programa SAP2000 utilizado para modelizar la estructura se establece un límite mínimo y máximo de los valores de cortante mostrados para la losa de -99'77 y 99'77kN, de manera que las áreas no cubiertas en este rango son las que quedarían fuera de la capacidad resistente de la losa, siendo por tanto necesario prolongar los perfiles IPE hasta ese límite como mínimo. El diseño de los nudos queda establecido en los planos.

3.4.- Resistencia frente al fuego

La elevación de la temperatura que se produce como consecuencia de un incendio en un edificio afecta a su estructura de dos formas diferentes. Por un lado, los materiales ven afectadas sus propiedades, modificándose de forma importante su capacidad mecánica. Por otra parte, aparecen acciones indirectas como consecuencia de las deformaciones de los elementos, que generalmente dan lugar a tensiones que se suman a las debidas a otras acciones.

Se considera que la resistencia al fuego de un elemento estructural principal del edificio (forjados y soportes), es suficiente si se alcanza la clase indicada en la tabla 3.1 que representa el tiempo en minutos de resistencia ante la acción.

3.4.1.- Tiempo de evacuación

El CTE DB-SI establece el tiempo de resistencia al fuego de la estructura en función del uso y de la cota de evacuación:

Tabla 3.1 Resistencia al fuego suficiente de los elementos estructurales

Uso del sector de incendio considerado ⁽¹⁾	Plantas de sótano	Plantas sobre rasante altura de evacuación del edificio		
		≤15 m	≤28 m	>28 m
Vivienda unifamiliar ⁽²⁾	R 30	R 30	-	-
Residencial Vivienda, Residencial Público, Docente, Administrativo	R 120	R 60	R 90	R 120
Comercial, Pública Concurrencia, Hospitalario	R 120 ⁽³⁾	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 ⁽⁴⁾		

Siendo en este caso, para uso docente y evacuación desde cota rasante, necesaria una resistencia al fuego R60.

3.4.2.- Losa maciza de cubierta

El CTE DB-SI establece unas distancias mínimas de recubrimiento de las armaduras inferiores traccionadas según la REI que deba resistir la estructura, pero dado que las losas de proyecto no deben cumplir una función de compartimentación de incendios (REI) sino que únicamente se requiere una función resistente (R), basta con que el espesor sea el necesario para cumplir con los requisitos del proyecto a temperatura ambiente, por lo que no es necesario realizar ninguna comprobación adicional.

3.4.3.- Soportes de acero

Para la comprobación de la resistencia al fuego de los soportes vistos de acero se determina el tiempo que tardaría la estructura en colapsar en función de su temperatura crítica del acero $\theta_{a,cr}$ (temperatura de colapso del acero) y del factor de forma del perfil del soporte.

La temperatura crítica del acero $\theta_{a,cr}$ depende del grado de utilización:

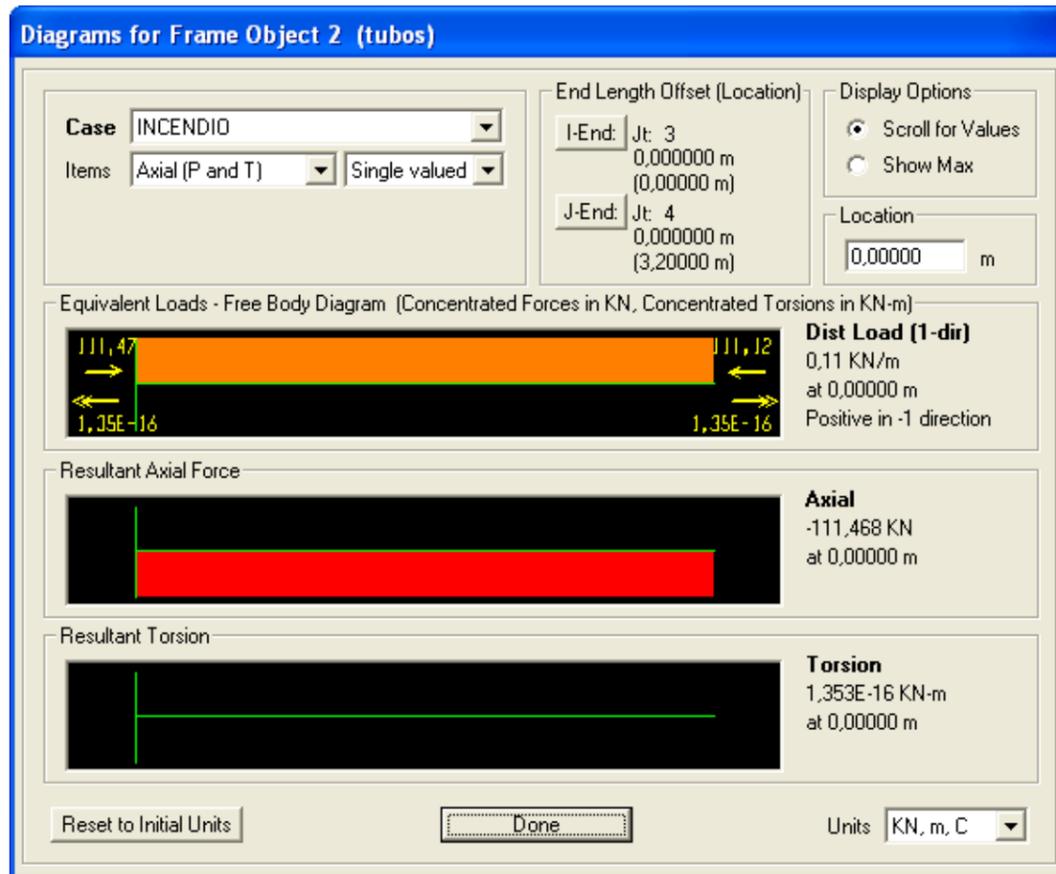
$$\mu_0 = \frac{E_{fi,d}}{R_{fi,d,0}}$$

Siendo $E_{fi,d}$ el efecto de cálculo de las acciones para la situación de incendio

$$E_{fi,d} = \sum_j G_{k,j} + \sum_i \Psi_{2,i} Q_{k,i}$$

Para este cálculo de las acciones en caso de incendio, en el que la losa de cubierta es de acceso únicamente para conservación, el coeficiente Ψ_2

toma un valor de 0. Para esta combinación de acciones, el valor de axil del pilar más solicitado es 111'47 kN.



$$\mu_0 = \frac{E_{fi,d}}{R_{fi,d,0}} = \frac{111'47 \cdot 10^3}{1814'8 \cdot \frac{275}{1'05}} = 0'234$$

El valor de la temperatura crítica del acero según el Eurocódigo 3 parte 1-2 se obtiene de la expresión:

$$\theta_{a,cr} = 39'19 \cdot \ln \left[\frac{1}{0'9674 \cdot \mu^{3'833}} - 1 \right] + 482 = 39'19 \cdot \ln \left[\frac{1}{0'9674 \cdot 0'234^{3'833}} - 1 \right] + 482 = 701'3 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Ésta sería la temperatura a la que colapsaría la estructura.

El valor correspondiente al factor de forma se obtiene en función de la sección del perfil, sus caras expuestas y su protección:

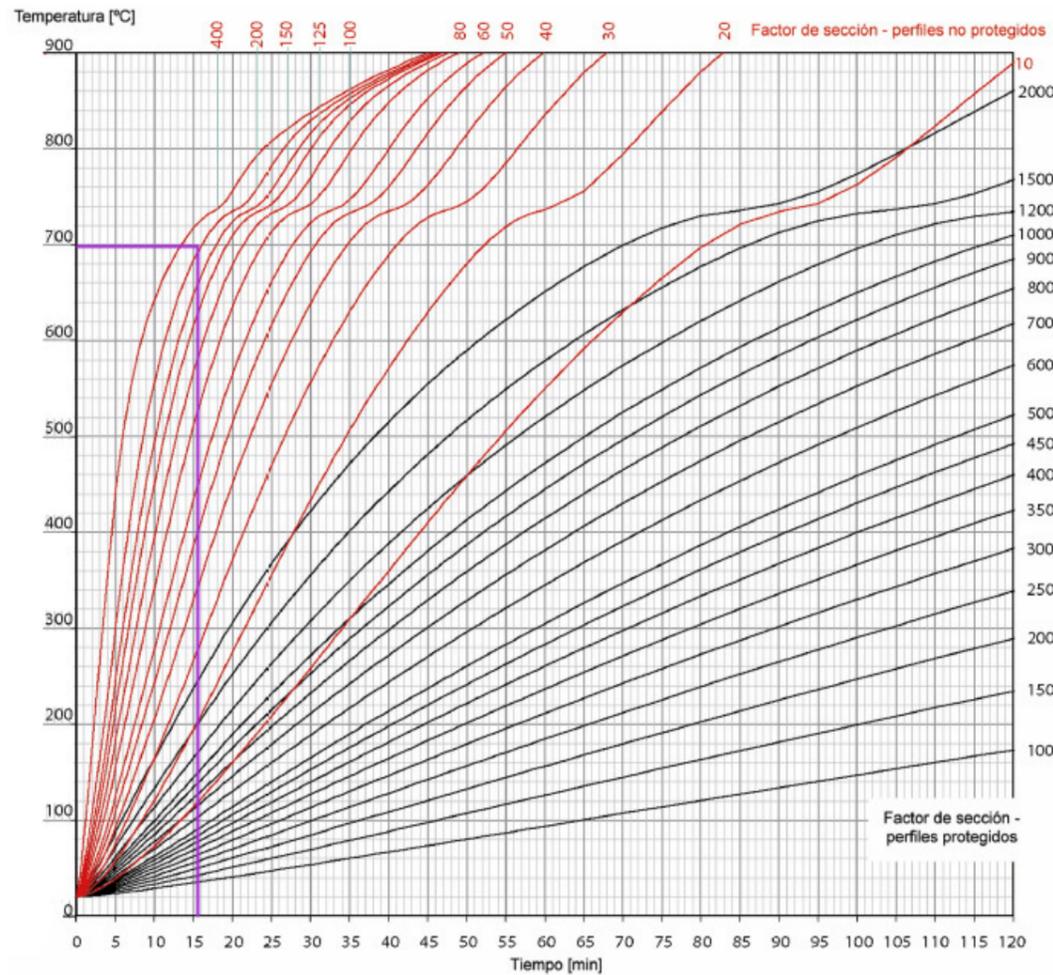
<p>Perfil en I no protegido y expuesto en todas sus caras</p>	<p>Perfil en I protegido y expuesto en todas sus caras: protección rectangular</p>	<p>Perfil en I protegido y expuesto en todas sus caras: protección siguiendo el contorno</p>
$P = 0,9 \cdot A/V = 0,9 \cdot (2 \cdot b + 2 \cdot h)/V$	$P = A/V = (2 \cdot b + 2 \cdot h)/V$	$P = A/V$
<p>Perfil en I no protegido y expuesto en 3 caras</p>	<p>Perfil en I protegido y expuesto en 3 caras: protección rectangular</p>	<p>Perfil en I protegido y expuesto en 3 caras: protección siguiendo el contorno</p>
$P = 0,9 \cdot A/V = 0,9 \cdot (b + 2 \cdot h)/V$	$P = A/V = (b + 2 \cdot h)/V$	$P = (A - b)/V$
<p>Perfil en L no protegido y expuesto en todas sus caras</p>	<p>Perfil tubular hueco no protegido y expuesto en todas sus caras</p>	<p>Perfil macizo no protegido y expuesto en todas sus caras</p>
$P = A/V \approx 2/t$	$P = A/V \approx 1/t$	$P = A/V = 4/d$

En el caso del perfil tubular rectangular bastaría con dividir su perímetro por el área.

Para un perfil tubular 120.4 tendríamos:

$$P = \frac{0'4663 \text{ m}}{1814'8 \text{ mm}^2 \cdot 10^{-6}} = 257 \text{ m}^{-1}$$

Con el valor de la temperatura crítica se entra en la tabla hasta cortar la curva correspondiente al factor de forma de perfiles no protegidos, obteniendo el tiempo en minutos que se tardaría en alcanzar esa temperatura:



Para este perfil sin proteger se que se tardaría 16 minutos en alcanzar la temperatura de colapso de la estructura, siendo muy inferior al tiempo de evacuación exigido del edificio (60 minutos), por tanto es necesario aplicar alguna medida de protección a los soportes.

Como medida de protección para prolongar la resistencia al fuego se propone el uso de pinturas intumescentes. La protección de estas pinturas viene en función del espesor aplicado y de la transmisividad térmica del material, λ , el cual al ser característico del producto ofrecido por cada casa comercial no se establece en ninguna norma un valor de referencia para el cálculo del espesor de aplicación, siendo por tanto necesario su cálculo una vez se ha contactado con un proveedor.

3.5.- Cimentación

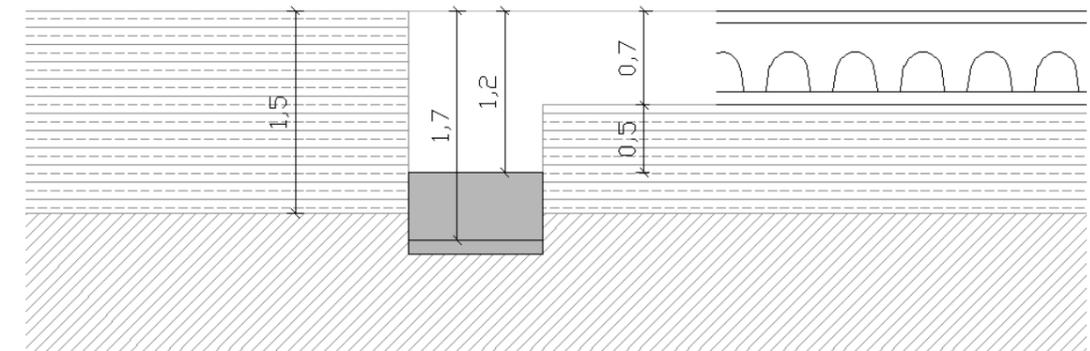
3.5.1.- Solución adoptada

La solución de cimentación propuesta para el edificio deriva de los datos geotécnicos proporcionados. El corte estratigráfico del terreno revela:

- De 0 a 1'5m de profundidad: Rellenos
- De 1'5 a 4'5m de profundidad: Limos arenosos
- De 4'5 a 11m de profundidad: Gravas arenosas
- De 11 a 21m de profundidad: Arcillas limosas
- Nivel freático a 9m de profundidad

Se plantea una cimentación de zapatas aisladas, arriostradas en todo su perímetro, como indican los planos de cimentación. Se plantean zapatas rígidas (según EHE $v < 2h$), y partiendo de unas dimensiones de 1x1m y 0'5m de canto se comprueba que la tensión transmitida al terreno no sea superior a la carga de hundimiento para dicha dimensión de zapata, pudiendo considerar tal tensión transmitida por la cimentación como admisible.

La cota posible de apoyo para la cimentación se da a partir de 1'5m de profundidad, en el estrato de limos arenosos, empotrando la cimentación 0'2m en dicho estrato, por lo que la cota de cimentación será a 1'7m de profundidad.



Se ha procurado mantener un criterio de unificación dimensional, de forma que no se obtengan zapatas diferentes para los soportes de una misma unidad, agrupándolas por niveles de sollicitación similares, de manera que se simplifique la ejecución y la revisión de obra.

Aunque Valencia no presenta un riesgo sísmico considerable ($a_c = 0'06g$), es una buena práctica arriostrar toda la cimentación al menos en su perímetro. Las vigas riostras tienen una sección de 0'3x0'3m.

3.5.2.- Determinación de la carga de hundimiento

El estrato de cimentación es una capa de limos arenosos, que es un suelo cohesivo, pudiendo tener la menor carga de hundimiento a corto (condiciones no drenadas) o a largo plazo (condiciones drenadas) Al estar el nivel freático por debajo de la cota de cimentación (9m frente a 1'7m) se considera que no es necesario calcular la carga de hundimiento con condiciones no drenadas. Se calcula por tanto la carga de hundimiento para condiciones drenadas, que son las que presenta el terreno.

Características del terreno, según estudio geotécnico

$C_u = 75 \text{ kPa} = 75 \text{ kN/m}^2$
 $N_m = 12$ (media del SPT)
 $\phi = 0^\circ$ (suelo cohesivo)
 $\phi' = 30^\circ$
 $c' = 0$
 $\gamma = 18 \text{ kN/m}^3$
 $\gamma' = \gamma - \gamma_w = 18 - 10 = 8 \text{ kN/m}^3$
 $E = 10 \text{ MPa}$

$$N_q = \text{tg}^2 \left(45 + \frac{\phi}{2} \right) \cdot e^{\pi \cdot \text{tg} \phi} = 18'4$$

$$N_\gamma = 1'5 \cdot (N_q - 1) \cdot \text{tg} \phi = 15'07$$

Zapatas de 1x1x0'5m

$$q' = 1'7 \text{ m} \cdot 8 \text{ kN/m}^3 = 13'6 \text{ kN/m}^2$$

$$S_q = 1 + 1'5 \cdot \frac{B^*}{L^*} \cdot \text{tg} \phi = 1 + 1'5 \cdot \frac{1}{1} \cdot \text{tg} 30 = 1'87$$

$$S_\gamma = 1 - 0'3 \cdot \frac{B^*}{L^*} = 1 - 0'3 \cdot \frac{1}{1} = 0'7$$

$$q'_h = (q' \cdot N_q \cdot S_q) + \left(\frac{1}{2} \cdot \gamma \cdot B \cdot N_\gamma \cdot S_\gamma \right)$$

$$q'_h = (13'6 \cdot 18'4 \cdot 1'87) + \left(\frac{1}{2} \cdot 8 \cdot 1 \cdot 15'07 \cdot 0'7 \right) = 468 + 42'2 = 510'2 \text{ kN/m}^2$$

$$|q'_{h \text{ neta}} = q'_h - 1'7 \text{ m} \cdot 8 \text{ kN/m}^3 = 510'2 - 13'6 = 496'6 \text{ kN/m}^2|$$

Ésta sería la carga de hundimiento a comparar con la máxima tensión bajo la superficie de la zapata.

3.5.3.- Determinación de la máxima tensión transmitida al terreno

Se calcula la máxima tensión transmitida por la cimentación a partir de las solicitaciones en la base de los soportes, junto con el peso propio de la zapata y la carga del terreno y solera que está sobre ella. Estando la cota de cimentación de la zapata a 1'7m, con un canto de zapata de 0'5m, y forjado sanitario con sistema caviti de 0'5m sobre una solera de 10cm de HM, existe una capa de terreno de 0'5m sobre la zapata.

La carga del terreno se determina a partir de su densidad y la altura de relleno sobre la zapata:

$$q_{\text{terreno}} = h \cdot \gamma = 0'5 \text{ m} \cdot 8 \text{ kN/m}^3 = 0'4 \text{ kN/m}^2$$

La carga transmitida por el forjado sanitario se calcula a partir del volumen de hormigón vertido en dicho forjado, más la sobrecarga de uso, que pasa una zona de sillas y mesas tiene un valor de 3 kN/m². En el forjado sanitario con sistema cáviti, según la documentación técnica del fabricante, para piezas de canto 0'45m se vierte un volumen de 68 litros/m² de hormigón, y sobre estas piezas iría una capa de compresión de 0'05m; por otra parte, este sistema se construye sobre una solera de hormigón de 0'1m.

$$q_{\text{solera}} = (68 \text{ dm}^3/\text{m}^2 \cdot 10^{-3} + 0'05 \text{ m} + 0'1 \text{ m}) \cdot 25 \text{ kN/m}^3 = 5'45 \text{ kN/m}^2$$

La carga a sumar a la transmitida bajo el pilar será la propia de la zapata más la correspondiente a las cargas que gravitan sobre su superficie :

$$q_{\text{ciment}} = (1 \text{ m} \cdot 1 \text{ m} \cdot 0'5 \text{ m}) \cdot 25 \text{ kN/m}^3 + (1 \text{ m} \cdot 1 \text{ m}) \cdot (0'4 \text{ kN/m}^2 + 5'45 \text{ kN/m}^2)$$

$$q_{\text{ciment}} = 18'35 \text{ kN}$$

La comprobación geotécnica es una comprobación en servicio, con las cargas sin mayorar. Las solicitaciones en la base de los soportes de la unidad docente para la combinación más desfavorable, sin mayorar, son las siguientes:

Cimentación - Solicitaciones en la base del soporte sin mayorar

Pilar	Nx	Vy	Mz	Vz	My
Pilar 1 #120x120mm	54.357 kN	0.954 kN	1.99 kNm	0.77 kN	1.66 kNm
Pilar 2 #120x120mm	156.64 kN	1.09 kN	2.28 kNm	0 kN	0 kNm
Pilar 3 #120x120mm	54.357 kN	0.954 kN	1.99 kNm	0.77 kN	1.66 kNm
Pilar 4 #120x120mm	47.785 kN	0.893 kN	1.97 kNm	0.83 kN	1.78 kNm
Pilar 5 #120x120mm	125.146 kN	1.21 kN	2.65 kNm	0 kN	0 kNm
Pilar 6 #120x120mm	47.785 kN	0.893 kN	1.97 kNm	0.83 kN	1.78 kNm

La tensión máxima transmitida al terreno es:

$$\sigma_{\text{máx}} = \frac{N + C}{A} + \frac{M_z}{W_z} + \frac{M_y}{W_y}$$

Zapata	Cim	Área	Canto	I	W	σ
Zapata 1 1x1m	18.35 kN	1 m ²	0.5 m	0.083 m ⁴	0.167 m ³	94.607 kN/m ²
Zapata 2 1x1m	18.35 kN	1 m ²	0.5 m	0.083 m ⁴	0.167 m ³	188.67 kN/m ²
Zapata 3 1x1m	18.35 kN	1 m ²	0.5 m	0.083 m ⁴	0.167 m ³	94.607 kN/m ²
Zapata 4 1x1m	18.35 kN	1 m ²	0.5 m	0.083 m ⁴	0.167 m ³	88.635 kN/m ²
Zapata 5 1x1m	18.35 kN	1 m ²	0.5 m	0.083 m ⁴	0.167 m ³	159.396 kN/m ²
Zapata 6 1x1m	18.35 kN	1 m ²	0.5 m	0.083 m ⁴	0.167 m ³	88.635 kN/m ²

Estas tensiones se consideran admisibles cuando al dividir la carga de hundimiento se obtenga un coeficiente de seguridad de 1'25:

$$\frac{q'_h \text{ neta}}{\sigma_{\text{máx}}} \geq 1'25$$

$$\frac{496'6 \text{ kN/m}^2}{188'67 \text{ kN/m}^2} = 2'63 \geq 1'25 \rightarrow \text{admisible}$$

3.5.4.- Armado de las zapatas

Se ha optado por realizar dos tipos de armados diferentes para las zapatas de 1x1m, por una parte las zapatas de los soportes centrados en la fachada (soportes 2 y 5) que no presentan My; y por otra parte las zapatas correspondientes a los soportes de esquina (soportes 1,3,4 y 6).

En el caso de las zapatas de esquina, al aparecer tanto momentos como cortantes en ambos ejes, se analiza por separado la flexión en cada dirección. Para el cálculo del armado se utilizan las sollicitaciones de las combinaciones ELU, combinación 5. En las siguientes tablas aparece la comprobación estructural junto con el armado correspondiente.

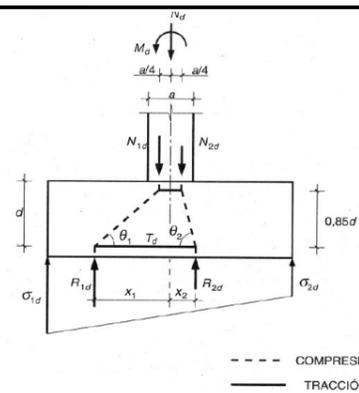
Combinación ELU 5					
Pilar	Nx	Vy	Mz	Vz	My
Pilar 1 #120x120mm	72.57 kN	1.27 kN	2.65 kNm	1.03 kN	2.21 kNm
Pilar 2 #120x120mm	209.12 kN	1.46 kN	3.04 kNm	0 kN	0 kNm
Pilar 3 #120x120mm	72.57 kN	1.27 kN	2.65 kNm	1.03 kN	2.21 kNm
Pilar 4 #120x120mm	61.13 kN	1.19 kN	2.63 kNm	1.11 kN	2.37 kNm
Pilar 5 #120x120mm	167.1 kN	1.62 kN	3.54 kNm kNm	0 kN	0 kNm
Pilar 6 #120x120mm	61.13 kN	1.19 kN	2.63 kNm	1.1 kN	2.37 kNm

COMPROBACIÓN ESTRUCTURAL - Zapata del soporte 1 de la unidad docente

Dimensionamiento a flexión

Solicitaciones de cálculo	
Nd	72.57 kN
Mzd	2.65 kNm
Myd	2.21 kNm
Vyd	1.27 kN
Vzd	1.03 kN

Tensiones de cálculo	
En la dirección del "pórtico"	
Tensión máxima	T1 88.47 kN/m ²
Tensión mínima	T2 56.67 kN/m ²
Tensión media	Tmed 72.57 kN/m ²
En la dirección perpendicular al "pórtico"	
Tensión máxima	T1 85.83 kN/m ²
Tensión mínima	T2 59.31 kN/m ²
Tensión media	Tmed 72.57 kN/m ²



Flexión en la dirección del pórtico			Flexión en la dirección perpendicular al pórtico		
Distancias al eje del soporte			Distancias al eje del soporte		
	x1	0.26 m		x1	0.26 m
	x2	0.24 m		x2	0.24 m
Resultantes			Resultantes		
	R1d	120.78 kN		R1d	118.8 kN
	R2d	96.93 kN		R2d	98.91 kN
Capacidad mecánica de cálculo			Capacidad mecánica de cálculo		
Armando con barras del 16			Armando con barras del 16		
Recubrimiento mecánico	r mec	0.059 m	Recubrimiento mecánico	r mec	0.059 m
Canto útil	d	0.441 m	Canto útil	d	0.441 m
Fuerza de tracción a absorber	Td	42.92717 kN	Fuerza de tracción a absorber	Td	41.83 kN
	Us cal	42.93 kN		Us cal	41.83 kN
Limitación geométrica			Limitación geométrica		
	Us geom	313.0435 kN		Us geom	313.0435 kN
Limitación mecánica			Limitación mecánica		
	Us mec	333.3333 kN		Us mec	333.3333 kN
Debemos tener en cuenta la limitación más restrictiva, la geométrica			Debemos tener en cuenta la limitación más restrictiva, la geométrica		
Capacidad mecánica necesaria	Us neces	333.3333 kN	Capacidad mecánica necesaria	Us neces	333.3333 kN
Disposición de las armaduras			Disposición de las armaduras		
Capacidad mecánica barras Ø16	Us 16	80.4 kN	Capacidad mecánica barras Ø16	Us 16	80.4 kN
Número de barras necesarias		4.145937 ud	Número de barras necesarias		4.145937 ud
		5 ud			5 ud
Separación entre barras			Separación entre barras		
Recubrimiento neto lateral horm. Contra terreno		70 mm	Recubrimiento neto lateral horm. Contra terreno		70 mm
Separación entre barras		214.60 mm	Separación entre barras		214.60 mm

Dimensionamiento a cortante

En zapatas rígidas no es necesaria la comprobación de cortante

Dimensionamiento a punzonamiento

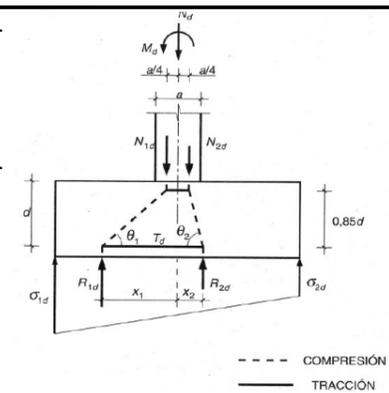
En zapatas rígidas, el borde de éstas queda dentro del perímetro crítico, por lo que no es necesaria esta comprobación

COMPROBACIÓN ESTRUCTURAL - Zapata del soporte 2 de la unidad docente

Dimensionamiento a flexión

Solicitaciones de cálculo	
Nd	209.12 kN
Mzd	3.04 kNm
Myd	0 kNm
Vyd	1.46 kN
Vzd	0 kN

Tensiones de cálculo	
En la dirección del "pórtico"	
Tensión máxima	T1 227.36 kN/m ²
Tensión mínima	T2 190.88 kN/m ²
Tensión media	Tmed 209.12 kN/m ²
En la dirección perpendicular al "pórtico"	
Tensión máxima	T1 209.12 kN/m ²
Tensión mínima	T2 209.12 kN/m ²
Tensión media	Tmed 209.12 kN/m ²



Flexión en la dirección del pórtico			Flexión en la dirección perpendicular al pórtico		
Distancias al eje del soporte			Distancias al eje del soporte		
	x1	0.25 m		x1	0.25 m
	x2	0.25 m		x2	0.25 m
Resultantes			Resultantes		
	R1d	327.36 kN		R1d	313.68 kN
	R2d	300 kN		R2d	313.68 kN
Capacidad mecánica de cálculo			Capacidad mecánica de cálculo		
Armando con barras del 16			Armando con barras del 16		
Recubrimiento mecánico	r mec	0.059 m	Recubrimiento mecánico	r mec	0.059 m
Canto útil	d	0.441 m	Canto útil	d	0.441 m
Fuerza de tracción a absorber	Td	112.2049 kN	Fuerza de tracción a absorber	Td	104.60 kN
	Us cal	112.20 kN		Us cal	104.60 kN
Limitación geométrica			Limitación geométrica		
	Us geom	313.0435 kN		Us geom	313.0435 kN
Limitación mecánica			Limitación mecánica		
	Us mec	333.3333 kN		Us mec	333.3333 kN
Debemos tener en cuenta la limitación más restrictiva, la geométrica			Debemos tener en cuenta la limitación más restrictiva, la geométrica		
Capacidad mecánica necesaria	Us neces	333.3333 kN	Capacidad mecánica necesaria	Us neces	333.3333 kN
Disposición de las armaduras			Disposición de las armaduras		
Capacidad mecánica barras Ø16	Us 16	80.4 kN	Capacidad mecánica barras Ø16	Us 16	80.4 kN
Número de barras necesarias		4.145937 ud	Número de barras necesarias		4.145937 ud
		5 ud			5 ud
Separación entre barras			Separación entre barras		
Recubrimiento neto lateral horm. Contra terreno		70 mm	Recubrimiento neto lateral horm. Contra terreno		70 mm
Separación entre barras		214.60 mm	Separación entre barras		214.60 mm

Dimensionamiento a cortante

En zapatas rígidas no es necesaria la comprobación de cortante

Dimensionamiento a punzonamiento

En zapatas rígidas, el borde de éstas queda dentro del perímetro crítico, por lo que no es necesaria esta comprobación

Para todas las zapatas, la condición más restrictiva de armado es la limitación mecánica, por lo que al ser zapatas de las mismas dimensiones su armado es el mismo para todos los soportes de la unidad docente, 5Ø16 B400.

3.5.2.- Vigas riostras

Las vigas de atado se diseñan con sección cuadrada (b=h) y armado simétrico. Su dimensionado se realiza respetando las siguientes limitaciones:

Dimensiones

$$b \geq \begin{cases} \frac{\text{longitud}}{20} = \frac{492}{20} = 24'6 \text{ cm} \\ 25 \text{ cm} \end{cases}$$

$$h \geq \begin{cases} \frac{\text{longitud}}{20} = \frac{492}{20} = 24'6 \text{ cm} \\ 25 \text{ cm} \end{cases}$$

En el caso de las unidades docentes, con una distancia entre ejes de soportes de 4'92m, las vigas riostras deben tener unas dimensiones mínimas de 25x25cm.

Armadura longitudinal

$$A_s f_{yd} \geq a_c N_d$$

Siendo N_d el mayor de los esfuerzos axiales actuantes en los extremos de la viga.

En el caso de las unidades docentes:

$$A_s f_{yd} \geq 0'588 \cdot 209'12 = 122'96$$

Armando las vigas riostras con 2 barras de $\varnothing 16$ B400 se obtiene una capacidad mecánica de 139'9 kN.

Armadura transversal

Se disponen barras transversales de $\varnothing 12$ mm. Se deben colocar estribos mínimos respetando las siguientes limitaciones:

$$s \leq 0'85 \cdot b = 0'85 \cdot 25 = 21'25$$

$$s \leq 0'85 \cdot h = 0'85 \cdot 25 = 21'25$$

$$s \leq 30 \text{ cm}$$

$$s \leq 15 \cdot \varnothing = 15 \cdot 1'2 = 18$$

Anclaje

Se anclará con la longitud básica l_b a partir de los ejes de los pilares.

Considerando que las barras de la riostra están en posición desfavorable respecto al hormigonado por formar con la vertical un ángulo inferior a 45° , la longitud básica es:

$$l_{bII} = 1'14 \cdot m \cdot \varnothing^2 \geq \frac{f_{yk}}{14} \varnothing$$

Siendo \varnothing el diámetro de la barra en cm, y m dependiente de la resistencia del hormigón y del tipo de acero:

f_{ck} (Mpa)	m	
	B 400	B 500
25	12	15
30	10	13
35	9	12
40	8	11
45	7	10
≥ 50	7	10

$$l_{bII} = 1'4 \cdot 12 \cdot 1'6^2 = 43'008 \geq \frac{f_{yk}}{14} \varnothing = 45'714$$

Las armaduras longitudinales de las vigas riostras se anclarán 46cm a partir de los ejes de los pilares.

3.6.- Marquesina

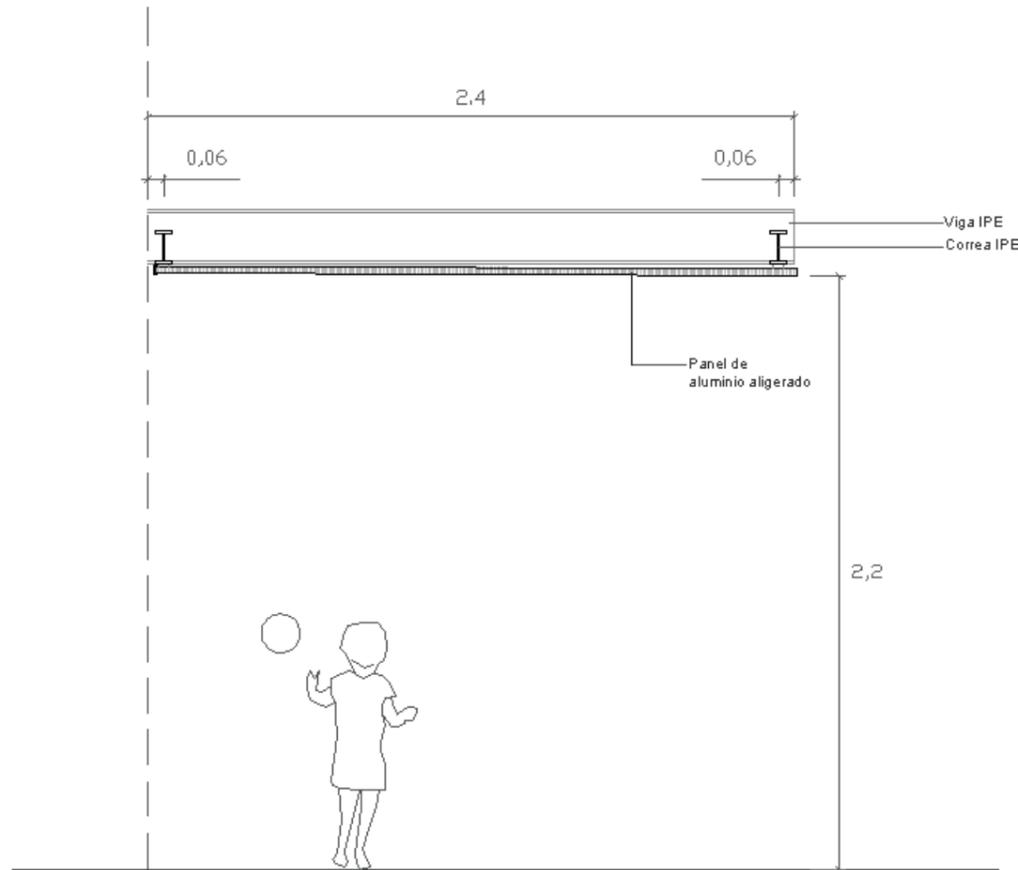
3.6.1.- Descripción constructiva

La marquesina que conecta todas las unidades de la escuela se resuelve mediante paneles de aluminio aligerado, tipo "Alucore" de 25mm de espesor, suspendidos de una estructura metálica de manera que ofrezca una superficie continua al circular bajo ella.

Los paneles de aluminio aligerado elegidos se comercializan con un ancho máximo de 1250mm, por lo que se podría colocar dos paneles longitudinalmente para cubrir la circulación bajo la marquesina, pero para evitar problemas con la evacuación de aguas se opta por disponer los paneles transversalmente a la marquesina, de manera que las juntas entre paneles sigan la dirección de la pendiente de evacuación de agua hacia el patio.

La estructura que soporta los paneles la componen unos perfiles IPE en voladizo desde los soportes contiguos a la marquesina, con luces entre soportes de 4'92m (correspondientes a los soportes de las unidades docentes), 6'12m (correspondientes a los soportes de la pieza de comedor y administración) o 7'32m (correspondientes a la separación entre las unidades docentes y la pieza anterior).

La dirección de los perfiles principales coincide con la dirección de colocación de los paneles aligerados de aluminio, por lo que son necesarios elementos secundarios, dispuestos de forma transversal, que puedan soportar estos paneles. Se colocan, por tanto, dos líneas de perfiles IPE empotrados en los perfiles principales y con sus caras inferiores enrasadas, de manera que se pueda anclar a ellos cada extremo del panel.



$$q_b = 0,50 \text{ kN/m}^2$$

- c_e , el coeficiente de exposición, variable con la altura del punto considerado, en función del grado de aspereza del entorno. Se determina de acuerdo con lo establecido en 3.3.3.

D.2 Coeficiente de exposición

- 1 El coeficiente de exposición c_e para alturas sobre el terreno, z , no mayores de 200 m, puede determinarse con la expresión:

$$c_e = F \cdot (F + 7k) \quad (D.2)$$

$$F = k \ln(\max(z, Z) / L) \quad (D.3)$$

siendo k , L , Z parámetros característicos de cada tipo de entorno, según la tabla D.2

Tabla D.2 Coeficientes para tipo de entorno

Grado de aspereza del entorno	Parámetro		
	k	L (m)	Z (m)
I Borde del mar o de un lago, con una superficie de agua en la dirección del viento de al menos 5 km de longitud	0,15	0,003	1,0
II Terreno rural llano sin obstáculos ni arbolado de importancia	0,17	0,01	1,0
III Zona rural accidentada o llana con algunos obstáculos aislados, como árboles o construcciones pequeñas	0,19	0,05	2,0
IV Zona urbana en general, industrial o forestal	0,22	0,3	5,0
V Centro de negocios de grandes ciudades, con profusión de edificios en altura	0,24	1,0	10,0

Altura, z , de 2'2 metros.

$$F = k \cdot \ln(\max(z, Z) / L)$$

$$F = 0'22 \cdot \ln(\max(2'2, 5) / 0'3)$$

$$F = 0'22 \cdot \ln(5 / 0'3) = 0,619$$

$$c_e = F \cdot (F + 7k)$$

$$c_e = 0'619 \cdot (0'619 + 7 \cdot 0,22)$$

$$c_e = 1,34$$

- c_p , coeficiente eólico o de presión, dependiente de la forma y orientación, en función de la orientación de las superficies respecto al viento, y en su caso, de la situación del punto respecto a los bordes de esta superficie; un valor negativo indica succión. Su valor se establece en la tabla D.10 del anejo del DB-SE-AE:

3.6.2.- Dimensionado

Todos los perfiles de la estructura están sometidos a esfuerzos de flexión simple debidos principalmente a la acción del viento. Se considerando que toda la marquesina va a tener la misma carga superficial debida a esta presión/succión del viento.

Para determinar la presión de viento se ha procedido de la misma forma que para el cálculo de las acciones sobre la edificación de la escuela.

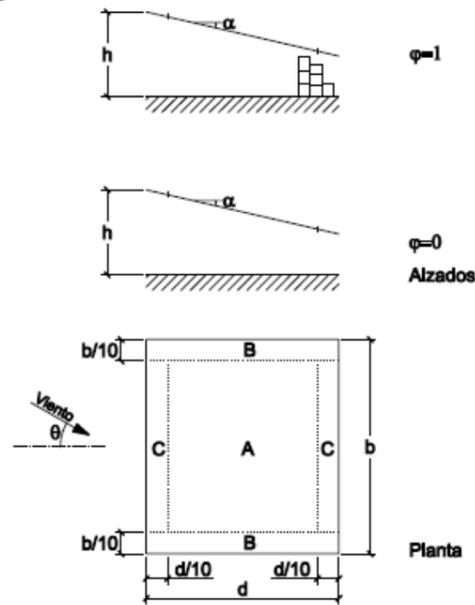
La acción del viento, o presión estática q_v , puede expresarse como:

$$q_v = q_b \cdot c_e \cdot c_p$$

Siendo:

- q_b , la presión dinámica del viento. De forma simplificada, como valor en cualquier punto del territorio español, puede adoptarse 0,5 kN/m². Por tanto:

Tabla D.10 Marquesinas a un agua



Pendiente de la cubierta α	Efecto del viento hacia	Factor de obstrucción φ	Coeficientes de presión exterior		
			C _{p,10}		
			Zona (según figura)		
			A	B	C
0°	Abajo	0 ≤ φ ≤ 1	0,5	1,8	1,1
	Arriba	0	-0,6	-1,3	-1,4
	Arriba	1	-1,5	-1,8	-2,2
5°	Abajo	0 ≤ φ ≤ 1	0,8	2,1	1,3
	Arriba	0	-1,1	-1,7	-1,8
	Arriba	1	-1,6	-2,2	-2,5

Para una pendiente del 1% el ángulo de inclinación es de 1°, pero se toman los valores correspondientes a una inclinación de 5° quedando del lado de la seguridad. Respecto al factor de obstrucción, dado que la marquesina se encuentra alternadamente con y sin obstrucción, se ha tomado el valor más desfavorable.

Al ser una marquesina continua se ha considerado que no existe la zona de los extremos "B". Para un ancho de marquesina de 2'4m:

$$C = \frac{2'4}{10} = 0'24 \text{ m} \rightarrow c_p = 2'5 \Rightarrow q_v = q_b \cdot c_e \cdot c_p = 0'5 \cdot 1'34 \cdot 2'5 = 1'68 \text{ kN/m}^2$$

$$A = 2'4 - 2 \cdot 0'24 \text{ m} = 1'92 \text{ m} \rightarrow c_p = 1'6 \Rightarrow q_v = 0'5 \cdot 1'34 \cdot 1'6 = 1'07 \text{ kN/m}^2$$

La carga lineal correspondiente al viento sobre cada uno de los elementos estructurales secundarios, constituidos un perfil IPE será:

$$q_{lv} = \frac{2 \cdot 0'24 \text{ m} \cdot 1'68 \text{ kN/m}^2 + 1'92 \text{ m} \cdot 1'07 \text{ kN/m}^2}{2} = \frac{2'86 \text{ kN/m}}{2} = 1'43 \text{ kN/m}$$

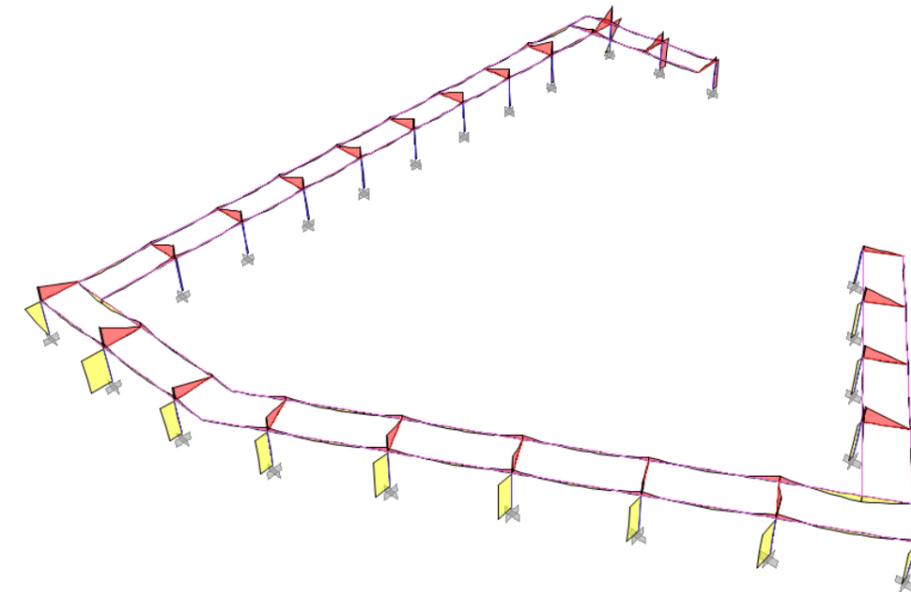
Según el fabricante, los paneles "Alucore" de 25mm tienen un peso de 0'073 kN/m². La carga lineal sobre los elementos estructurales secundarios sería:

$$q_{lp} = \frac{2'4 \text{ m} \cdot 0'073 \text{ kN/m}^2}{2} = \frac{0'1752 \text{ kN/m}}{2} = 0'0876 \text{ kN/m}$$

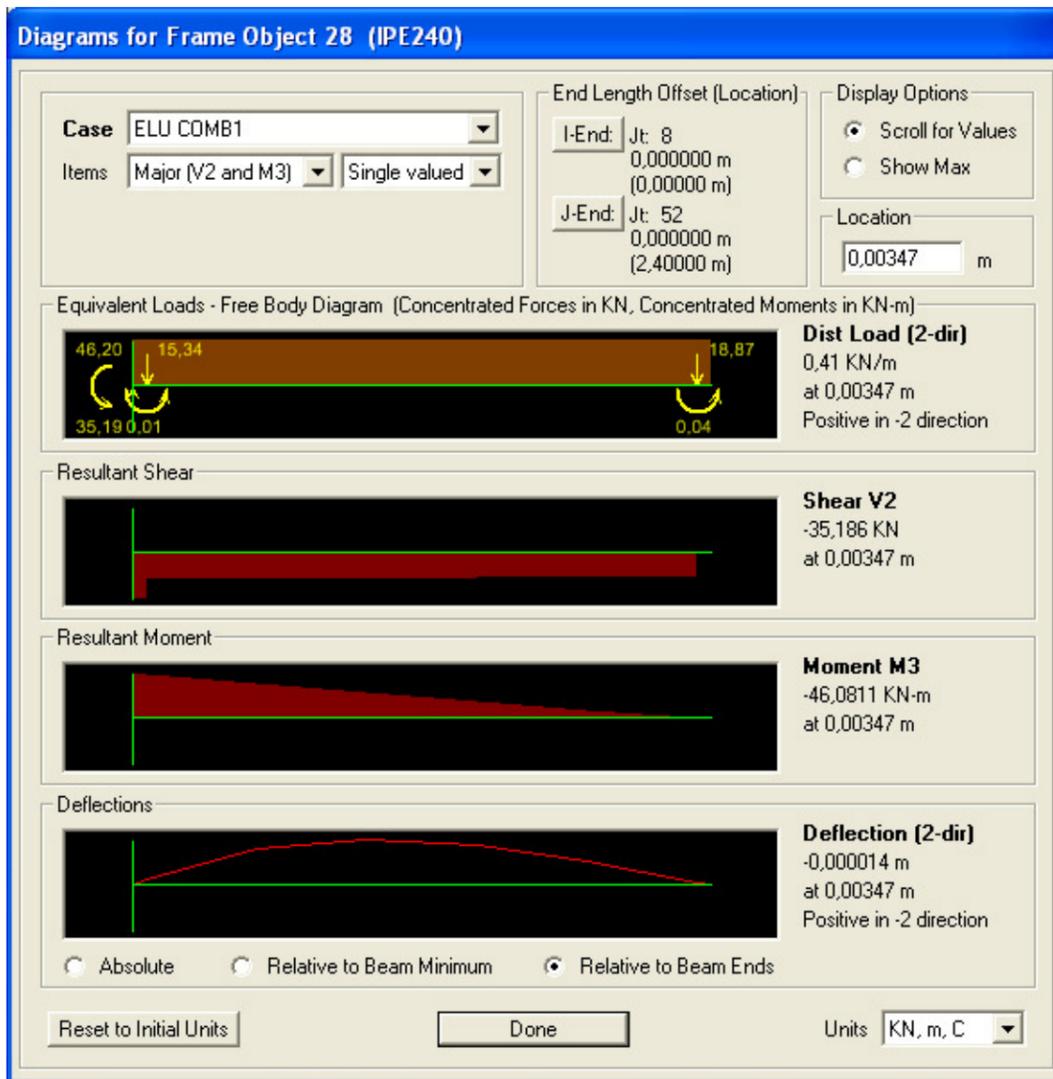
Se establece una única combinación de acciones ELU, con la carga variable principal correspondiente al viento y la secundaria a la sobrecarga de nieve.

$$\text{Comb 1} = 1'35xG + 1'5xV + 1'5x0'5xN$$

Diagrama de esfuerzos flectores sobre la estructura de la marquesina:



Solicitaciones de la viga



La mayor sollicitación de esfuerzo cortante tiene un valor de $V_y=25'186\text{kN}$, y el mayor esfuerzo flector un valor de $M_z=46'08\text{kN}$.

Dimensionado a resistencia

Al ser una barra solicitada a flexión es necesario que el perfil tenga un W tal que:

$$\sigma_{\max} = \frac{M_{y,Ed}}{W} \leq \frac{f_y}{\gamma_{M0}}$$

$$\frac{46'08 \cdot 10^6}{W} \leq \frac{275}{1'05}; \quad W \geq \frac{46'08 \cdot 10^6 \cdot 1'05}{275} = 175941'82 \text{ mm}^3$$

Se elige un perfil IPE200 de características, con valor $W=220640 \text{ mm}^3$.

Interacción flector-cortante

En la sección de empotramiento se alcanzan los máximos valores del momento y el cortante. No se tendrá en cuenta la interacción flector-cortante si:

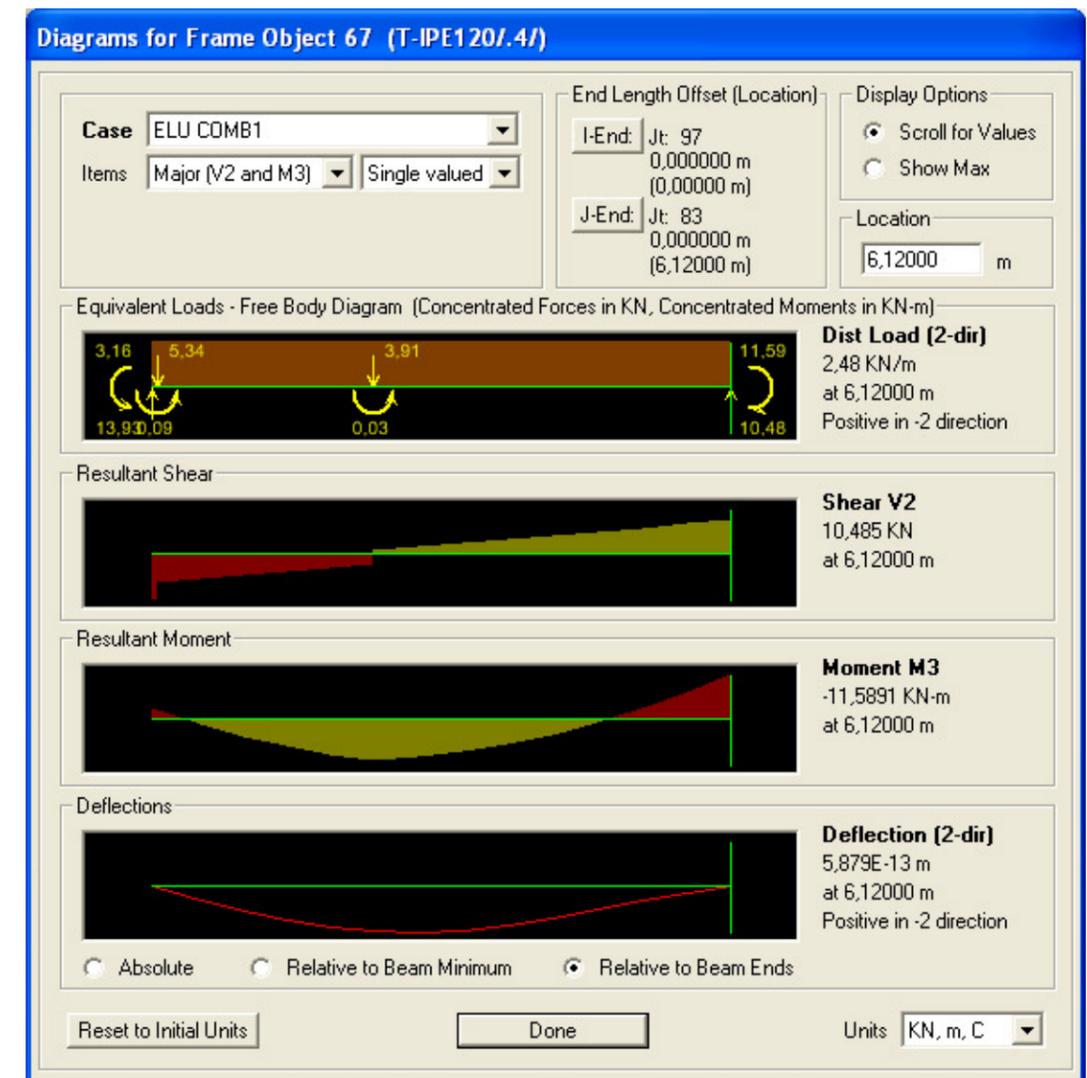
$$V_{Ed} \leq 50\% \cdot V_{pl,Rd}$$

El perfil IPE200 tiene un área efectiva a cortante $A_v=1400'24\text{mm}^2$

$$50\% \cdot \frac{A_v \cdot f_y}{\gamma_{M0}} = 0'5 \cdot \frac{1400 \cdot 275}{1'05} = 105'847 \text{ kN} > 25'186 \text{ kN}$$

no siendo necesario considerar la interacción.

Solicitaciones de la correa



La mayor sollicitación de esfuerzo cortante tiene un valor de $V_y=10'485\text{kN}$, y el mayor esfuerzo flector un valor de $M_z=11'59\text{kN}$.

Dimensionado a resistencia

Al ser una barra solicitada a flexión es necesario que el perfil tenga un W tal que:

$$\sigma_{\max} = \frac{M_{y,Ed}}{W} \leq \frac{f_y}{\gamma_{M0}}$$

$$\frac{11'59 \cdot 10^6}{W} \leq \frac{275}{1'05}; \quad W \geq \frac{11'59 \cdot 10^6 \cdot 1'05}{275} = 44252'72 \text{ mm}^3$$

Se elige un perfil IPE120 de características, con valor $W=60800 \text{ mm}^3$.

Interacción flector-cortante

En la sección de empotramiento se alcanzan los máximos valores del momento y el cortante. No se tendrá en cuenta la interacción flector-cortante si:

$$V_{Ed} \leq 50\% \cdot V_{pl,Rd}$$

El perfil IPE120 tiene un área efectiva a cortante $A_v=630\text{mm}^2$

$$50\% \cdot \frac{A_v \cdot f_y}{\gamma_{M0} \sqrt{3}} = 0'5 \cdot \frac{630 \cdot 275}{1'05 \sqrt{3}} = 47'631'4 \text{ kN} > 10'485 \text{ kN}$$

no siendo necesario considerar la interacción.

Anejo 3.- Instalación de suministro de agua (DB-HS 4)

Índice

1.- Producción de ACS.....	2
2.- Calefacción	2
3.- Condiciones mínimas de suministro	2
4.- Diseño de la instalación.....	2
5.- Dimensionado de la red de AF	3
6.- Dimensionado de la red de ACS	5

1.- Producción de ACS

Se plantea un sistema de producción de ACS con aporte de energía geotérmica y calentamiento auxiliar mediante calderas eléctrica, que será la misma que se empleará para el sistema de calefacción del edificio.

El depósito interacumulador estará dotado de serpentines de intercambio térmico. El agua de consumo entrará en el depósito donde se efectuará su calentamiento hasta 60°C, mediante agua procedente de la caldera. El depósito estará dotado de termostato con acción sobre el sistema de producción de energía convencional (caldera eléctrica).

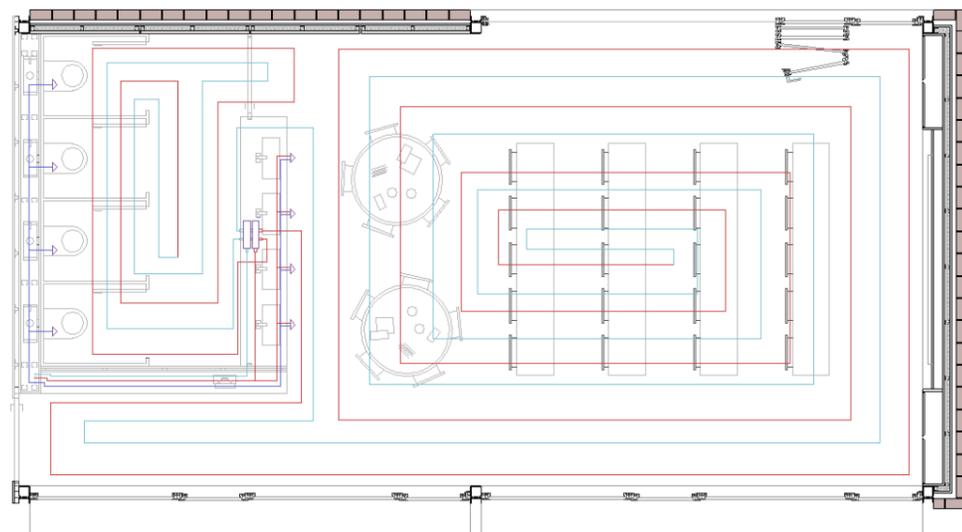
Las tuberías para calentamiento del depósito, procedentes de la caldera, serán de acero de 36mm de diámetro interior, DN32.

La distribución de agua caliente se realiza a lo largo de la galería de instalaciones subterránea, mediante tubería termoplástica de polipropileno con aislamiento de 40mm, y diámetros según caudal. A través de esta tubería de distribución de agua caliente se proporciona conexión a cada unidad, tanto para ACS como para el sistema de calefacción por suelo radiante.

2.- Calefacción

Se ha optado por la instalación de un sistema de calefacción por suelo radiante "hidráulico", es decir, formado por circuitos por los que circula agua, montados sobre paneles aislantes dotados de barrera de vapor. Cada zona estará controlada por un termostato, conteniendo uno o varios circuitos, y dispondrá de una válvula motorizada electrotérmica y un regulador-medidor de caudal. El termostato conectará o desconectará la electroválvulas que corresponde al circuito en cuestión.

Esquema de la instalación de suelo radiante en las unidades docentes:



3.- Condiciones mínimas de suministro

Caudal instantáneo mínimo para cada tipo de aparato

Tipo de aparato	Caudal instantáneo mínimo de agua fría (dm ³ /s)	Caudal instantáneo mínimo de ACS (dm ³ /s)
Lavamanos	0'05	0'03
Lavabo	0'10	0'065
Ducha	0'20	0'10
Inodoro con cisterna	0'10	-
Inodoro con fluxor	1'25	-
Fregadero no doméstico	0'30	0'20
Lavavajillas industrial (20 servicios)	0'25	0'20
Lavadora doméstica	0'20	0'15
Grifo aislado	0'15	0'10

Presión mínima

En los puntos de consumo la presión mínima ha de ser:

- 100 kPa para grifos comunes.
- 150 kPa para fluxores y calentadores.

4.- Diseño de la instalación

En función de los parámetros de suministro de caudal y presión correspondientes al municipio, localidad y barrio, donde va situado el edificio se elige el siguiente esquema:

- Edificio de un solo titular
- Abastecimiento directo (suministro público y presión suficientes)

El esquema general de la instalación es el siguiente: Red con contador general único, (según el esquema 3.1 del CTE), y compuesta por la acometida, la instalación general que contiene un armario con el contador general, un tubo de alimentación y un distribuidor principal, y las derivaciones colectivas.

La instalación común del edificio empieza con la llave del edificio, que se sitúa dentro de la propiedad. A continuación y en el cuarto de instalaciones se coloca el filtro, que evitará que se acumule la cal en los elementos singulares, como llaves y contadores. El siguiente elemento que se instala es el contador general, que contabiliza el caudal consumido por la totalidad del edificio.

A la salida del cuarto de instalaciones, la instalación se bifurca en dos ramales, uno a la derecha para las unidades docentes 5 y 6; y otro a la izquierda para la cocina, comedor, vestuario y las unidades docentes 1 a 4.

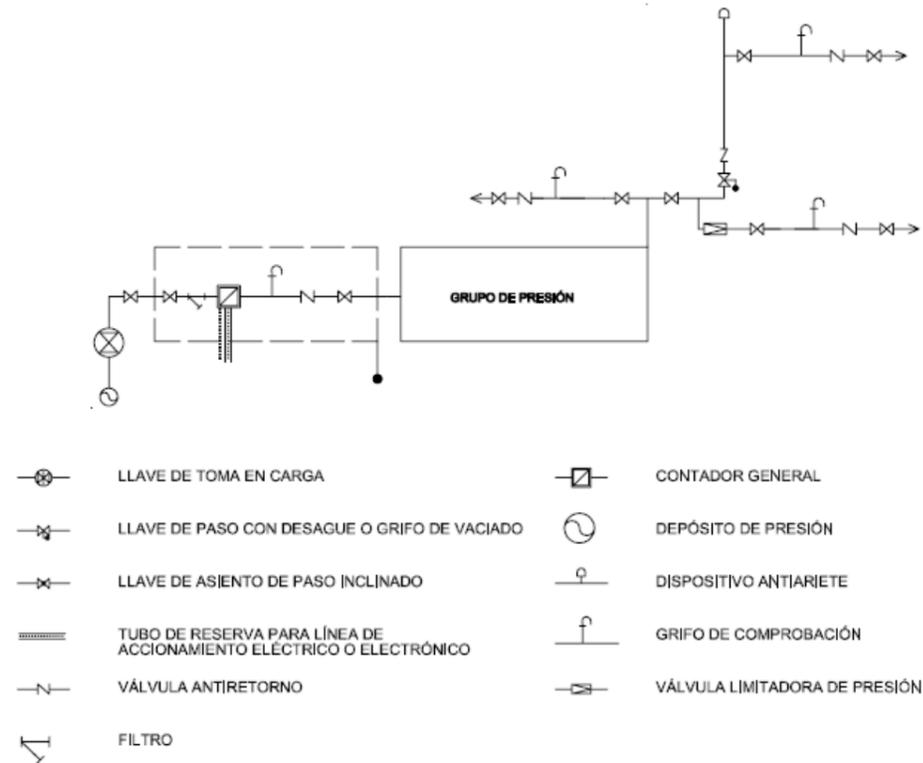


Figura 3.1 Esquema de red con contador general

5.- Dimensionado de la red de AF

Dimensionado mediante el CTE DB HS 4.

Caudal de cada uno de los tramos de la instalación

Para el caso de las unidades docentes independientes, dotadas con 4 lavabos (0'40 l/s) y 4 inodoros con fluxor (5 l/s), se considera que pueden usarse todos los lavabos simultáneamente al tratarse de aulas para niños pequeños en las que se van a realizar manualidades y actividades que requieran el uso de agua. Por lo tanto se utiliza un coeficiente de simultaneidad para minorar únicamente el caudal necesario para los inodoros

Por tanto el caudal correspondiente a la unidad docente es:

$$k_A = \frac{1}{\sqrt{n-1}} = \frac{1}{\sqrt{4-1}} = 0'58$$

$$Q_A = k_A \cdot Q_{instA} = 0'58 \cdot 5 + 0'40 = 3'3 \text{ l/s}$$

Para el caso del comedor, dotado con 2 unidades de 4 lavabos (0'40 l/s), se utiliza un coeficiente de simultaneidad para cada unidad

$$k_A = \frac{1}{\sqrt{n-1}} = \frac{1}{\sqrt{4-1}} = 0'58$$

$$Q_A = 2 \cdot [k_A \cdot Q_{instA} = 0'58 \cdot 0'40] = 2 \cdot [0'232] = 0'47 \text{ l/s}$$

Para los lavabos de exterior, dotados con 2 lavabos (0'20 l/s), se considera que ambos pueden funcionar al mismo tiempo.

$$Q_A = k_A \cdot Q_{instA} = 1 \cdot 0'20 = 0'20 \text{ l/s}$$

Para la cocina, dotada con fregadero no doméstico (0'30 l/s) y lavavajillas industrial (0'25 l/s), no se minor el caudal, ya que es razonable su uso simultáneo. Por lo tanto el caudal a considerar es:

$$Q_A = k_A \cdot Q_{instA} = 1 \cdot 0'55 = 0'55 \text{ l/s}$$

Para los vestuarios del personal de cocina, dotados con 1 lavabo (0'20 l/s), 1 inodoro con fluxor (1'25 l/s), y una ducha (0'20 l/s), se utiliza un coeficiente de simultaneidad

$$k_A = \frac{1}{\sqrt{n-1}} = \frac{1}{\sqrt{3-1}} = 0'71$$

$$Q_A = k_A \cdot Q_{instA} = 0'71 \cdot 1'65 = 1'17 \text{ l/s}$$

Para los vestuarios del centro, dotados con 4 inodoros con fluxor (5 l/s), y 3 lavabos (0'30 l/s), se utiliza un coeficiente de minoración, resultando un caudal de:

$$k_A = \frac{1}{\sqrt{n-1}} = \frac{1}{\sqrt{7-1}} = 0'41$$

$$Q_A = k_A \cdot Q_{instA} = 0'41 \cdot 5'30 = 2'17 \text{ l/s}$$

Se calcula el coeficiente de simultaneidad, k, para todo el edificio, que depende del número de "unidades", N, consideradas
El número de unidades, N, a considerar son:

- 6 unidades docentes
- 6 unidades de lavabos de exterior
- 2 unidades de lavabos en el comedor
- 1 unidad de cocina
- 1 unidad de vestuario del personal de cocina
- 1 unidad de vestuarios

En total 17 unidades

$$k_{edif} = \frac{19+N}{10 \cdot (N+1)} = \frac{19+17}{10 \cdot (17+1)} = 0'2$$

Resultando el caudal de la red general de distribución hasta la llave de entrada del edificio, que equivale al caudal de todo el edificio

$$Q_{edif} = k_{edif} \cdot \sum Q_{edif}^{punta} = 0,2 \cdot (6 \cdot 3'3 + 0'7 + 0'55 + 1'17 + 5'80) = 6'73 \text{ l/s}$$

Para dicho caudal, se calcula el diámetro de la acometida, es decir, desde la red general hasta la entrada del edificio

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot Q}{V \cdot \pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 6730}{1 \cdot \pi}} = 0'0926 \text{ m} = 92'6 \text{ mm}$$

Se considera que la acometida es de polietileno de alta densidad banda azul PE 100, por tanto es necesario un diámetro nominal 110mm exterior cuyo diámetro interior es de 96'8mm.

El tramo común a partir de la llave del edificio será de acero galvanizado, necesitando un diámetro nominal de 4".

Dimensionado de la válvula de retención general y del contador general

Se calcula de la misma manera que los tramos de tubería anteriores. Se utiliza el caudal de la totalidad del edificio:

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot Q}{V \cdot \pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 6730}{1 \cdot \pi}} = 0'0926 \text{ m} = 92'6 \text{ mm}$$

El diámetro comercial para la válvula de retención y para el contador general es de 125mm.

Pérdidas de carga en los elementos singulares de la instalación

Para el filtro se consideran unas pérdidas, según UNE 149201, de:

$$h_{FILTRO} = 2mca$$

Válvula de retención general. Se calculan las pérdidas den la válvula teniendo en cuenta el diámetro obtenido en el dimensionado anterior:

$$Q = V \frac{\pi \cdot D^2}{4} \Rightarrow V = \frac{4 \cdot 0,00673}{\pi \cdot 0,10^2} = 0'86 \text{ m/s}$$

$$h_{VRG} = k \frac{V^2}{2 \cdot g} = 4'4 \frac{0,86^2}{2 \cdot g} = 0,17 \text{ mca}$$

Contador general. Al tener el mismo diámetro y el mismo coeficiente de pérdidas, k, que la válvula de retención, las pérdidas en el contador general son las mismas:

$$h_{contgen} = 0,17mca$$

Posibilidad de suministro de agua en directo

Se comprueba que en la unidad más alejada de la acometida (el aseo del extremo norte de la escuela) se garantice una presión mínima de 15 mca. Puesto que las instalaciones discurren siempre por debajo de los forjados de planta baja para luego ascender hasta el punto de instalación del aparato, se comprueba la presión para una cota de 0'8m, considerándose que los lavabos y fluxores de los inodoros tendrían una conexión por debajo de esta altura.

A la hora de desarrollar este proyecto no se cuenta con la información de la presión de red de agua potable, pero según el Reglamento del Servicio de Abastecimiento de Agua Potable de la Ciudad de Valencia, la Entidad Suministradora está obligada a mantener una presión mínima de 25mca y máxima de 50mca. Se ha elegido de manera conservadora un valor de presión de RGD de 30mca, y como altura de acometida una cota Z de -1m.

Las pérdidas locales son las calculadas anteriormente.
Las pérdidas por fricción son las siguientes:

$$h_f = (\Delta Z + L_H) \cdot j \cdot 1,2$$

Donde "j" corresponde a la pendiente hidráulica expresada en metros de columna de agua. Se ha tomado un valor de j:

$$j = 30mmca / m = 0,03mca / m$$

Correspondiendo 1'2 al incremento de longitud del 20% para tener en cuenta de manera aproximada las pérdidas en los accesorios.

Siendo las pérdidas por fricción las resultantes de la expresión:

$$h_f = (\Delta Z + L_H) \cdot j \cdot 1,2$$

Quedando por tanto:

$$h_f = [\Delta Z + L_H] \cdot j \cdot 1,2 = [1'3 + 99] \cdot 0'03 \cdot 1'2 = 3'61 \text{ mca}$$

Para la comprobación se aplica la fórmula de Bernouilli entre la RGD y la unidad docente más desfavorable:

$$\frac{P}{\gamma}(RGD) + Z(RGD) \geq \frac{P}{\gamma}(\text{aparato}) + Z(\text{conexión aparatos}) + h_f + \sum h_{\text{locales}}$$

$$30 \text{ mca} + (-1 \text{ m}) \geq 15 \text{ mca} + 0'8 \text{ m} + 3'61 \text{ mca} + [2 + 0'17 + 0'17 + 4] \text{ mca}$$

$$29 \text{ mca} \geq 25'75 \text{ mca}$$

Por tanto es suficiente la presión de red considerada para abastecer toda la planta, por lo que no sería necesaria la instalación de un grupo de bombeo, estando la presión necesaria muy cerca del mínimo al que está obligada a proporcionar la empresa suministradora (25 mca).

Diámetro de cada uno de los tramos comunes de la instalación

Teniendo en cuenta los caudales a suministrar a cada unidad, se calcula el diámetro de la tubería de distribución de agua, que circula por la galería subterránea, mediante la expresión:

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot Q}{V \cdot \pi}}$$

Se asignan para el agua fría diámetros de tuberías de polietileno de alta densidad PE100.

Cálculo de diámetros de la tubería de distribución de AFCH

Unidad de conexión	Q unidad (l/s)	Tramo	Longitud (m)	Q instalado tramo (l/s)	k simult.	Q cálculo (l/s)	Q corregido (l/s)	V diseño (m/s)	D teórico (mm)	DN (mm) PE100	D interior (mm)
Cocina, vest...	1.72	00-01	9.13	24.89	0.20	4.98	4.98	0.8	89.01	110	96.8
U. Docente 1	3.30	01-02	33.96	17.89	0.23	4.09	4.53	0.8	84.89	110	96.8
Lavabo ext. 1	0.20	03-04	8.09	12.87	0.30	3.86	4.12	0.8	80.95	110	96.8
U. Docente 2	3.30	04-05	1.75	12.67	0.33	4.12	4.12	0.8	80.95	110	96.8
Lavabo ext. 2	0.20	05-06	8.09	9.37	0.36	3.35	3.67	0.8	76.41	90	79.2
U. Docente 3	3.30	06-07	1.75	9.17	0.40	3.67	3.67	0.8	76.41	90	79.2
Lavabo ext. 3	0.20	07-08	8.09	5.87	0.46	2.70	3.12	0.8	70.45	90	79.2
U. Docente 4	3.30	08-09	1.75	5.67	0.55	3.12	3.12	0.8	70.45	90	79.2
Lavabo ext. 4	0.20	09-10	8.09	2.37	0.70	1.66	2.17	0.8	58.77	75	66.0
Aseos	2.17	10-11	9.18	2.17	1.00	2.17	2.17	0.8	58.77	75	66.0
U. Docente 5	3.30	01-12	13.98	7.00	0.46	3.22	3.22	0.8	71.59	90	79.2
Lavabo ext. 5	0.20	12-13	0.50	3.70	0.55	2.04	2.45	0.8	62.44	75	66.0
U. Docente 6	3.30	13-14	9.35	3.50	0.70	2.45	2.45	0.8	62.44	75	66.0
Lavabo ext. 6	0.20	14-15	0.50	0.20	1.00	0.20	0.20	0.8	17.84	25	21.0

6.- Dimensionado de la red de ACS

Dimensionado mediante el CTE DB HS 4.

Caudal de cada uno de los tramos de la instalación

Para el caso de las unidades docentes independientes, dotadas con 4 lavabos (0'26 l/s) se considera que pueden usarse todos los lavabos simultáneamente al tratarse de aulas para niños pequeños en las que se van a

realizar manualidades y actividades que requieran el uso de agua. Por lo que no se utiliza ningún coeficiente de simultaneidad.

Por tanto el caudal correspondiente a la unidad docente es:

$$Q_A = k_A \cdot Q_{\text{inst}A} = 1 \cdot 0'40 = 0'26 \text{ l/s}$$

Para el caso del comedor, dotado con 2 unidades de 4 lavabos (0'26 l/s), se utiliza un coeficiente de simultaneidad para cada unidad

$$k_A = \frac{1}{\sqrt{n-1}} = \frac{1}{\sqrt{4-1}} = 0'58$$

$$Q_A = 2 \cdot [k_A \cdot Q_{\text{inst}A} = 0'58 \cdot 0'26] = 2 \cdot [0'1508] = 0'30 \text{ l/s}$$

Para la cocina, dotada con fregadero no doméstico (0'20 l/s) y lavavajillas industrial (0'20 l/s), no se minora el caudal, ya que es razonable su uso simultáneo. Por lo tanto el caudal a considerar es:

$$Q_A = k_A \cdot Q_{\text{inst}A} = 1 \cdot 0'40 = 0'40 \text{ l/s}$$

Para los vestuarios del personal de cocina, dotados con 1 lavabo (0'065 l/s) y una unidad de lavabo (0'065 l/s) con una ducha (0'10 l/s), se utiliza un coeficiente de simultaneidad únicamente para los dos últimos, ya que no parece razonable que se puedan utilizar con simultaneidad

$$k_A = \frac{1}{\sqrt{n-1}} = \frac{1}{\sqrt{2-1}} = 1$$

$$Q_A = k_A \cdot Q_{\text{inst}A} = 1 \cdot 0'165 + 1 \cdot 0'065 = 0'23 \text{ l/s}$$

Para los vestuarios del centro, dotados con 3 lavabos (0'195 l/s), se utiliza un coeficiente de minoración, resultando un caudal de:

$$k_A = \frac{1}{\sqrt{7-1}} = \frac{1}{\sqrt{3-1}} = 0'71$$

$$Q_A = k_A \cdot Q_{\text{inst}A} = 0'71 \cdot 5'30 = 0'139 \text{ l/s}$$

Se calcula el coeficiente de simultaneidad, k, para todo el edificio, que depende del número de "unidades", N, consideradas

El número de unidades, N, a considerar son:

- 6 unidades docentes
- 2 unidades de lavabos en el comedor
- 1 unidad de cocina
- 1 unidad de vestuario del personal de cocina
- 1 unidad de vestuarios

En total 11 unidades

$$k_{edif} = \frac{19+N}{10 \cdot (N+1)} = \frac{19+11}{10 \cdot (11+1)} = 0'25$$

Resultando el caudal de ACS general de distribución desde la caldera de:

$$Q_{edif} = k_{edif} \cdot \sum Q_{edif}^{punta} = 0,25 \cdot (6 \cdot 0'26 + 0'3 + 0'4 + 0'23 + 0'14) = 0'66 \text{ l/s}$$

Este caudal corresponde únicamente al agua caliente de ACS, a la que habrá que sumarle el correspondiente a la instalación de calefacción, calculada en el Anejo 5.

Para los caudales de agua caliente para calefacción no se ha aplicado ningún coeficiente de minoración, ya que con el uso normal del edificio estarían calefactadas todas las unidades.

Unidad	Caudal ACS	Caudal calefacción	Caudal total en la unidad l/s
Comedor, cocina y vestuario	0'93 l/s	0'20 l/s	1'13 l/s
Sala de profesores y admin.	0 l/s	0'56 l/s	0'56 l/s
Aula 1	0'26 l/s	0'065 l/s	0'325 l/s
Aula 2	0'26 l/s	0'065 l/s	0'325 l/s
Aula 3	0'26 l/s	0'065 l/s	0'325 l/s
Aula 4	0'26 l/s	0'065 l/s	0'325 l/s
Aula 5	0'26 l/s	0'065 l/s	0'325 l/s
Aula 6	0'26 l/s	0'065 l/s	0'325 l/s
Aseo	0'14 l/s	0'03 l/s	0'325 l/s
Total	0'66 l/s	1'18 l/s	1'84 l/s

Diámetro de cada uno de los tramos comunes de la instalación

A la hora de seleccionar el material de las tuberías se ha tenido en cuenta que aunque el ACS no se beba sí está en contacto con las personas, por lo que se considera como agua de consumo humano como indica expresamente el DB-HS4.

Un aspecto importante de las tuberías de ACS es su aislamiento térmico ya que pueden presentar importantes pérdidas de calor. Se han tenido en cuenta los espesores mínimos de aislamiento de tuberías que se dan en la instrucción técnica 1.2.4.2.1.2 del RITE.

Se seleccionan tuberías termoplásticas de polipropileno PPR de clase 1 y serie 3.2, cuya velocidad de diseño es de 2m/s. Mediante las tablas de la guía del Ministerio de industria se escoge un tipo de tubería en función del caudal que es capaz de suministrar.

Velocidad (m/s)	Caudales (l/s y l/h) en función de la velocidad (m/s)										
	Tubería:				Termoplásticos UNE-EN ISO				Serie 3.2		
	P12	P16	P20	P25	P32	P40	P50	P63	P75	P90	P110
	8,8	11,6	14,6	18,2	23,4	29,2	36,4	46,0	54,8	65,6	80,2
0,75	0,05 164	0,08 285	0,13 452	0,20 702	0,32 1.161	0,50 1.808	0,78 2.810	1,25 4.487	1,77 6.368	2,53 9.126	3,79 13.640
0,88	0,05 192	0,09 333	0,15 527	0,23 819	0,38 1.355	0,59 2.109	0,91 3.278	1,45 5.235	2,06 7.430	2,96 10.647	4,42 15.913
1,00	0,06 219	0,11 380	0,17 603	0,26 937	0,43 1.548	0,67 2.411	1,04 3.746	1,66 5.983	2,36 8.491	3,38 12.167	5,05 18.186
1,13	0,07 246	0,12 428	0,19 678	0,29 1.054	0,48 1.742	0,75 2.712	1,17 4.215	1,87 6.731	2,65 9.552	3,80 13.688	5,68 20.459
1,25	0,08 274	0,13 476	0,21 753	0,33 1.171	0,54 1.935	0,84 3.013	1,30 4.683	2,08 7.479	2,95 10.614	4,22 15.209	6,31 22.733
1,38	0,08 301	0,15 523	0,23 829	0,36 1.288	0,59 2.129	0,92 3.315	1,43 5.151	2,29 8.226	3,24 11.675	4,65 16.730	6,95 25.006
1,50	0,09 328	0,16 571	0,25 904	0,39 1.405	0,65 2.322	1,00 3.616	1,56 5.619	2,49 8.974	3,54 12.736	5,07 18.251	7,58 27.279
1,63	0,10 356	0,17 618	0,27 979	0,42 1.522	0,70 2.516	1,09 3.918	1,69 6.088	2,70 9.722	3,83 13.798	5,49 19.772	8,21 29.553
1,75	0,11 383	0,18 666	0,29 1.055	0,46 1.639	0,75 2.709	1,17 4.219	1,82 6.556	2,91 10.470	4,13 14.859	5,91 21.293	8,84 31.826
1,88	0,11 411	0,20 713	0,31 1.130	0,49 1.756	0,81 2.903	1,26 4.520	1,95 7.024	3,12 11.218	4,42 15.920	6,34 22.814	9,47 34.099
2,00	0,12 438	0,21 761	0,33 1.205	0,52 1.873	0,86 3.096	1,34 4.822	2,08 7.492	3,32 11.966	4,72 16.982	6,76 24.335	10,10 36.372
2,13	0,13 465	0,22 808	0,36 1.281	0,55 1.990	0,91 3.290	1,42 5.123	2,21 7.961	3,53 12.714	5,01 18.043	7,18 25.856	10,73 38.646
2,25	0,14 493	0,24 856	0,38 1.356	0,59 2.107	0,97 3.483	1,51 5.424	2,34 8.429	3,74 13.461	5,31 19.105	7,60 27.377	11,37 40.919

Se indica a continuación la tabla resumen de los caudales de cada tramo de la tubería de distribución de agua caliente para ACS y calefacción, junto con su diámetro correspondiente para una tubería de polipropileno y el espesor de aislamiento correspondiente según el RITE:

Unidad de conexión	Q ACS unidad (l/s)	Q calefacción unidad (l/s)	Tramo	Longitud del tramo (m)	Q ACS instalado o tramo simult.	k	Q ACS cálculo (l/s)	Q calefacción tramo (l/s)	Q total en tramo (l/s)	V diseño (m/s)	D interior PP (mm)	D exterior PP (mm)	Aislamiento (mm)
Cocina, vest...	0.93	0.200	01-02	33.96	2.11	0.25	0.66	0.62	1.28	2	29.2	40	40.0
U. Docente 1	0.26	0.065	02-03	7.39	1.18	0.40	0.47	0.29	0.76	2	23.4	32	40.0
U. Docente 2	0.26	0.065	03-04	9.84	0.92	0.46	0.42	0.23	0.65	2	23.4	32	40.0
U. Docente 3	0.26	0.065	04-05	9.84	0.66	0.55	0.36	0.16	0.52	2	18.2	25	40.0
U. Docente 4	0.26	0.065	05-06	9.84	0.40	0.70	0.28	0.10	0.38	2	18.2	25	40.0
Aseos	0.14	0.030	06-07	17.27	0.14	1.00	0.14	0.03	0.17	2	11.6	16	40.0
Administración		0.560	01-08	4.78				0.56	0.56	2	23.4	32	40.0
U. Docente 5	0.26	0.065	08-09	8.78	0.52	0.70	0.36	0.13	0.49	2	18.2	25	40.0
U. Docente 6	0.26	0.065	09-10	9.84	0.26	1.00	0.26	0.07	0.33	2	14.6	20	40.0

Anejo 4.- Evacuación de aguas residuales (DB-HS 5)

Índice

1.- Características de la red de evacuación de aguas	2
2.- Dimensionado de la red de evacuación pluvial.....	2
3.- Dimensionado de la red de evacuación residual.....	3

1.- Características de la red de evacuación de aguas

En la vía pública, enfrente del edificio existe una red de alcantarillado público. Los colectores del edificio se proyectan de manera que puedan desaguar por gravedad en la 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.

Las aguas procedentes del edificio que verterán a la red serán las pluviales y las residuales procedentes de la cocina y aseos, producidos por los usuarios del edificio, sin que necesiten un tratamiento previo a su conexión a la red general.

La red de alcantarillado existente en la zona en la que se ubica el edificio es de tipo mixto, por lo que el sistema de evacuación del edificio será mixto hasta la salida del edificio.

El cálculo de la red de saneamiento comienza una vez elegido el sistema de evacuación y diseñado el trazado de las conducciones desde los desagües hasta el punto de vertido.

El sistema adoptado por el CTE para el dimensionamiento de las redes de saneamiento se basa en la valoración de Unidades de Desagüe, UD, y representa el peso que un aparato sanitario tiene en la evacuación de los diámetros de la red de evacuación. A cada aparato instalado se le adjudica un número de UD.

En función de las UD o las superficies de cubierta que vierten agua por cada tramo, se fijarán los diámetros de las tuberías de la red.

Características del alcantarillado de acometida:	<input checked="" type="checkbox"/>	Público.
	<input type="checkbox"/>	Privado. (en caso de urbanización en el interior de la parcela).
	<input checked="" type="checkbox"/>	Unitario / Mixto
	<input type="checkbox"/>	Separativo

Cotas y Capacidad de la Red:	<input type="checkbox"/>	Cota alcantarillado > Cota de evacuación
	<input checked="" type="checkbox"/>	Cota alcantarillado < Cota de evacuación

Características de la Red de Evacuación del Edificio:	El vertido del conjunto de las aguas de pluviales y sucias producidas en el edificio se realizará a un único pozo de saneamiento público situado aproximadamente frente al punto medio de la fachada.	
	<input type="checkbox"/>	Separativa total.
	<input type="checkbox"/>	Separativa hasta salida del edificio.
	<input checked="" type="checkbox"/>	Mixta
	<input type="checkbox"/>	Red enterrada.
	<input checked="" type="checkbox"/>	Red colgada.

2.- Dimensionado de la red de evacuación pluvial

Para el dimensionado de la red de aguas pluviales se toma el procedimiento del CTE DB HS 5.

En primer lugar es necesario obtener el "índice de intensidad pluviométrica, i", en la figura 8.1 del anexo B.

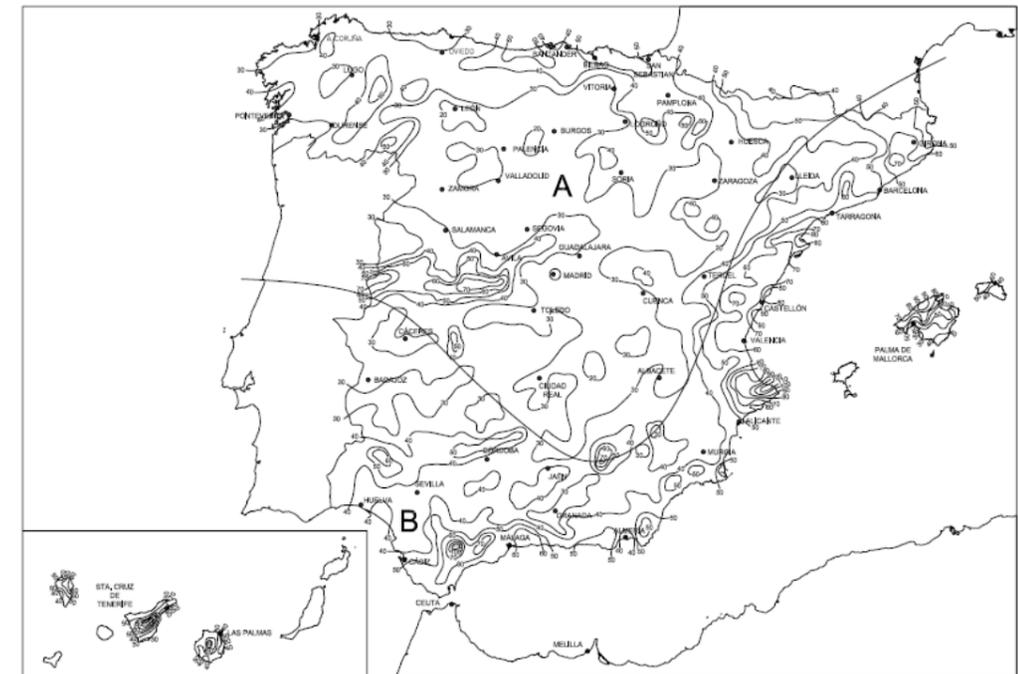


Figura B.1 Mapa de isoyetas y zonas pluviométricas

Dado que el edificio se sitúa en Valencia, perteneciente a la zona B, con una isoyeta de 60, su intensidad pluviométrica, i, es de 135 mm/h.

Como el índice de intensidad pluviométrico es distinto de 100 mm/h, se aplicará un factor de corrección f a la superficie de cubierta.

$$f = \frac{i}{100} = \frac{135}{100} = 1'35$$

Este factor de corrección, f, se multiplica por la superficie de cubierta para obtener la superficie de cubierta corregida.

Edificio	Superficie de cubierta	Sup. cubierta corregida
Unidad docente	48'4 m ²	65'34 m ²
Edificio comedor y admin.	662'38 m ²	894'2 m ²
Almacén y aseo	82'68 m ²	111.62 m ²

El número de sumideros que se deben disponer está en función de la superficie proyectada horizontalmente de cubierta corregida, y se indica en la tabla 4.6 del CTE DB HS 5.

Superficie de cubierta (m2)	Número de sumideros
S < 100	2
100 ≤ S ≤ 200	3
200 ≤ S ≤ 500	4
S > 500	1 cada 150 m2

Dado que todas las cubiertas son planas, desaguarán a través de los sumideros sifónicos conectados a bajantes. En la tabla 4.8 del CTE HS 5 se indica el diámetro de la bajante de cada sumidero para la superficie de cubierta servida para un régimen pluviométrico de 100 mm/h, debiendo corregirse con el factor f calculado previamente, por lo que se utilizará la superficie de cubierta corregida.

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

Si alguna bajante resulta ser de diámetro menor a 75mm, se adoptará éste, por ser el mínimo diámetro que se puede utilizar para bajantes de aguas pluviales.

Cuadro resumen de la instalación de pluviales

Edificio	Superficie corregida	Nº de sumideros	Nº de bajantes	Superficie servida/bajante	Ø de bajante
Unidad docente	65'34 m2	2	1	65'34 m2	75 (63)
Edificio comedor y admin.	894'2 m2	8	4	Variable 100>s<250 m2	75, 90
Almacén	111.62 m2	3	1	111.62 m2	75 (63)

3.- Dimensionado de la red de evacuación residual

Las unidades de desagüe adjudicadas a cada tipo de aparato (UDs) y los diámetros mínimos de los sifones y derivaciones individuales son las establecidas en la tabla 4.1 del CTE DB SH 5. Se toman de la tabla los valores para uso público.

TIPO DE APARATO SANITARIO	UD		Ø mínimo sifón y derivación individual [mm]	
	Uso privado	Uso público	Uso privado	Uso público
Lavabo	1	2	32	40
Bidé	2	3	32	40
Ducha	2	3	40	50
Bañera (con o sin ducha)	3	4	40	50
Inodoros	Con cisterna	4	5	100
	Con fluxómetro	8	10	100
Urinario	Pedestal	-	4	-
	Suspendido	-	2	-
	En batería	-	3.5	-
Fregadero	De cocina	3	6	40
	De laboratorio, restaurante,...	-	2	-
Lavavajillas	3	6	40	50
Lavadero	3	-	40	-
Vertedero	-	8	-	100
Fuente para beber	-	0.5	-	25
Sumidero sifónico	1	3	40	50
Lavadora	3	6	40	50
Cuarto de aseo (lavabo, inodoro con fluxor y ducha)	8	-	100	-

Para el dimensionado de los ramales colectores entre los aparatos sanitarios y la bajante se utiliza la tabla 4.3 del CTE DB HS 5., en función del número de Unidades de Desagüe obtenidas. Se toman los valores para una pendiente del 2%.

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

Para el dimensionado de los tramos verticales, bajantes, se utiliza la tabla 4.4 del CTE DB HS 5, tomando el mayor valor entre el correspondiente según el número de UD en tramos de bajante y en cada ramal.

Máximo número de UD, para una altura de bajante de:		Máximo número de UD, en cada ramal para una altura de bajante de:		Diámetro (mm)
Hasta 3 plantas	Más de 3 plantas	Hasta 3 plantas	Más de 3 plantas	
0	25	6	6	50
19	38	11	9	63
27	53	21	13	75
135	280	70	53	90
360	740	181	134	110
540	1.100	280	200	125
1.208	2.240	1.120	400	150
2.200	3.600	1.680	600	200
3.600	5.600	2.500	1.000	250
6.000	9.240	4.320	1.650	315

El dimensionado de los colectores horizontales para un sistema mixto se obtiene transformando las unidades de desagüe correspondientes a las aguas residuales en superficies equivalentes de recogida de aguas pluviales, sumándolas después a las superficies correspondientes de recogida de aguas pluviales de las cubiertas.

Para un número de UD menor o igual que 250, se toma una superficie equivalente de 90m². Para un número mayor que 250, la superficie equivalente es de 0'36 x n° UD x f.

El diámetro de los colectores se obtiene de la tabla 4.9 del CTE DB-HS 5, en función de la pendiente (1%) y de la superficie servida.

Superficie proyectada (m ²)			Diámetro (mm)
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

Cuadro resumen de la instalación de evacuación de aguas residuales

Unidad de conexión	m ² pluvial	Cálculo de diámetros de la tubería de evacuación de aguas residuales		tramo	Ud acumulad.	m ² pluv. Equivalentes	m ² acumulad.	Ø colector
		Ø bajante pluvial	Ud desagüe residual					
Cocina, vest,...		3x90mm	43	16-17	401	194.886	698.55	200mm
U. Docente 1	65.34	1x63mm	48	90mm 09-10	297	144.342	517.32	160mm
Lavabo ext. 1			4	50mm 08-09	254	123.444	496.42	160mm
U. Docente 2	65.34	1x63mm	48	90mm 07-08	206	121.5	429.14	160mm
Lavabo ext. 2			4	50mm 06-07	202	121.5	429.14	160mm
U. Docente 3	65.34	1x63mm	48	90mm 05-06	154	121.5	363.80	160mm
Lavabo ext. 3			4	50mm 04-05	150	121.5	363.80	160mm
U. Docente 4	65.34	1x63mm	48	90mm 03-04	102	121.5	298.46	125mm
Lavabo ext. 4			4	50mm 02-03	98	121.5	298.46	125mm
Aseos	111.62	1x63mm	46	90mm 01-02	50	121.5	233.12	125mm
Administración		2x90mm	0	50mm 15-16	46	121.5	233.12	125mm
U. Docente 5	65.34	1x63mm	48	90mm 14-15	104	121.5	252.18	125mm
Lavabo ext. 5			4	50mm 13-14	104	121.5	252.18	125mm
U. Docente 6	65.34	1x63mm	48	90mm 12-13	56	121.5	186.84	110mm
Lavabo ext. 6			4	50mm 11-12	52	121.5	186.84	110mm
					4	121.5	121.50	90mm

Anejo 5.- Instalación de calefacción y producción de ACS

Índice

1.- Cálculo de las pérdidas de calor	2
2.- Cálculo de la instalación de suelo radiante	3
2.1.- Caudales.....	3
2.2.- Potencia de caldera	4

1.- Cálculo de las pérdidas de calor

Las pérdidas de calor se calculan mediante la expresión:

$$Q = (Q_T + Q_I) \cdot (1 + F)$$

Siendo

Q: calor total en kcal/h

Q_T: calor perdido por transmisión en kcal/h

Q_I: calor perdido por infiltraciones en kcal/h

F: factor por suplementos

Obteniéndose el factor por suplementos como la suma de los valores correspondientes por orientación, uso y número de fachadas según la tabla:

CONCEPTO DE SUPLEMENTO	VALOR
Por orientación norte	0,05 ÷ 0,07
Por intermitencia: reducción nocturna	0,05
Por intermitencia: de 8 a 9 horas parada	0,1
Por intermitencia: más de 10 horas parada	0,2 ÷ 0,25
Más de 2 paredes al exterior	0,05
Últimas plantas edificios de gran altura	0,02 / metro

$$F = 0'06 + 0'2 + 0'05 = 0'31$$

Pérdidas por transmisión

Se calculan mediante la expresión:

$$Q_T = K \cdot S \cdot \Delta T$$

Siendo

K: el coeficiente de transmisión de calor en kcal/°Cm²h

S: la superficie en m²

ΔT: la diferencia de temperatura interior y exterior

Los coeficientes de transmisión térmica se han calculado en el apartado 6.1.1 del cumplimiento del CTE de esta memoria:

Fachada de ladrillo caravista: $U_{fachada} = 0'515 \text{ W / m}^2\text{K} = 0'443 \text{ kcal / hm}^2\text{°C}$

Fachada de placas de resinas: $U_{fachada} = 0'52 \text{ W / m}^2\text{K} = 0'447 \text{ kcal / hm}^2\text{°C}$

Cubierta invertida con grava: $U_{cubierta} = 0'506 \text{ W / m}^2\text{K} = 0'435 \text{ kcal / hm}^2\text{°C}$

Suelo sobre el terreno: $U_{suelo} = 0'65 \text{ W / m}^2\text{K} = 0'559 \text{ kcal / hm}^2\text{°C}$

Pilares: $U_{pilar} = 1'63 \text{ W / m}^2\text{K} = 1'402 \text{ kcal / hm}^2\text{°C}$

Carpinterías de aluminio: $U_{ventana} = 2'2 \text{ W / m}^2\text{K} = 1'893 \text{ kcal / hm}^2\text{°C}$

El incremento de temperatura, ΔT, se determina como la diferencia entre la temperatura de proyecto interior, 20°C, y la exterior, según la tabla de la norma UNE 100-001-85:

Localidad	Te	Tt	Localidad	Te	Tt	Localidad	Te	Tt
Albacete	-4	5	Guadalajara	-3	6	Pamplona	-3	6
Algeciras	0	8	Huelva	3	8	Pontevedra	2	8
Alicante	2	8	Huesca	-5	6	Salamanca	-5	5
Almería	6	8	Ibiza	4	8	San Sebastián	-1	8
Avila	-5	5	Jaén	1	8	Santa Cruz de Tenerife	9	12
Badajoz	-2	7	La Coruña	3	8	Santander	3	8
Barcelona	2	8	Las Palmas	8	12	Santiago	0	8
Bilbao	0	8	León	-5	5	Segovia	-4	5
Burqos	-6	5	Lérida	-2	6	Sevilla	2	8
Cáceres	1	7	Logroño	-1	7	Soria	-6	5
Cádiz	6	8	Lugo	-4	7	Tarragona	2	8
Castellón	3	8	Madrid	-3	6	Teruel	-6	5
Ceuta	0	8	Málaga	3	8	Toledo	-2	7
Ciudad Real	-4	6	Melilla	2	8	Valencia	3	8
Córdoba	-1	7	Murcia	2	8	Valladolid	-5	6
Cuenca	-5	5	Orense	-3	7	Vigo	3	8
Gerona	-3	7	Oviedo	-1	7	Vitoria	-3	6
Gijón	3	8	Palencia	-2	6	Zamora	-5	6
Granada	-1	6	Palma Mallorca	0	8	Zaragoza	-3	7

Para la localidad de Valencia se toma una temperatura de proyecto exterior de 3°C, siendo por tanto

$$\Delta T = 20 - 3 = 17^\circ\text{C}$$

Pérdidas por infiltraciones

Las pérdidas producidas por las infiltraciones o por el aire de renovación del sistema de ventilación se calculan mediante la expresión:

$$Q_T = V \cdot C_e \cdot P_e \cdot \eta \cdot \Delta T$$

Siendo

V: el volumen en m³

C_e: el calor específico del aire, 0'24 kcal/kgC

P_e: el peso específico del aire, 1'205 kg/m³

η: el número de renovaciones por hora

ΔT: la diferencia de temperatura interior y exterior

A continuación se indica el número de renovaciones de cada estancia según el caudal de aire exterior a introducir, obtenido en los cálculos realizados en el punto 4.3.2 del cumplimiento del CTE de esta memoria para el cumplimiento del RITE:

Unidad	Ocupación	IDA	Caudal m3/s	Caudal m3/h	Volumen	μ
Comedor y cocina	132	IDA 3	1'056 m3/s	3801'6 m3/h	605'88	6.3
Sala de profesores y administración	14	IDA 2	0'175 m3/s	630 m3/h	403'92	1.6
Aulas	22	IDA 2	0'275 m3/s	22 m3/h	130	0'16

Para la diferencia de temperatura entre el interior y el exterior a la hora de calcular las pérdidas por infiltraciones de aire, se ha tenido en cuenta la aportación del intercambiador de calor entálpico suponiendo una eficiencia del 50%:

$$\Delta T = 20 - \left(\frac{20 - 3}{2} + 3 \right) = 20 - 11'5 = 8'5^\circ\text{C}$$

Pérdidas de calor totales

A continuación se detallan las pérdidas totales para cada estancia:

Unidades docentes

CÁLCULO DE PÉRDIDAS DE CALOR				
Unidad Docente		Tª exterior = 3		Tª interior = 20
Por transmisión: $Q_T = K \cdot S \cdot \Delta T$				
Elemento	K (kcal/°Cm2h)	Sup (m2)	ΔT (°C)	QT (kcal/h)
Fachada de ladrillo caravista	0.443	28.8	17	217.0
Fachada de panel de resinas	0.447	12.48	17	94.9
Cubierta invertida con grava	0.435	46.656	17	345.3
Suelo	0.559	46.656	13	339.2
Pilares	1.402	1.872	17	44.6
Ventanas	1.893	21.12	17	679.6
TOTAL PERDIDAS DE CALOR POR TRANSMISIÓN: ΣQT				1720.7
Por infiltración: $Q_I = V \cdot C_e \cdot P_e \cdot \eta \cdot \Delta T$				
V (m3)	Ce (kcal/kg°C)	Pe (kg/m3)	η (nº renovaciones)	ΔT (°C)
130	0.24	1.205	0.16	8.5
TOTAL PERDIDAS DE CALOR POR INFILTRACIÓN: ΣQi				51.13
Suplementos:				
Por orientación (F1) = 0.06		Por uso (F2) = 0.2		Por nº fachadas (F3) = 0.05
TOTAL AUMENTO POR SUPLEMENTOS: ΣF				0.31
PERDIDAS DE CALOR TOTAL: ΣQ = (QT+Qi)·(1+F)				2321.07

Unidad de comedor y cocina

CÁLCULO DE PÉRDIDAS DE CALOR				
Unidad comedor y cocina		Tª exterior = 3		Tª interior = 20
Por transmisión: $Q_T = K \cdot S \cdot \Delta T$				
Elemento	K (kcal/°Cm2h)	Sup (m2)	ΔT (°C)	QT (kcal/h)
Fachada de ladrillo caravista	0.443	110.4	17	831.6
Cubierta invertida con grava	0.435	201.96	17	1494.8
Suelo	0.559	201.96	13	1468.4
Pilares	1.402	2.88	17	68.7
Ventanas	1.893	64.8	17	2085.3
TOTAL PERDIDAS DE CALOR POR TRANSMISIÓN: ΣQT				5948.7
Por infiltración: $Q_I = V \cdot C_e \cdot P_e \cdot \eta \cdot \Delta T$				
V (m3)	Ce (kcal/kg°C)	Pe (kg/m3)	η (nº renovaciones)	ΔT (°C)
605.88	0.24	1.205	6.3	8.5
TOTAL PERDIDAS DE CALOR POR INFILTRACIÓN: ΣQi				9383.06
Suplementos:				
Por orientación (F1) = 0.06		Por uso (F2) = 0.2		Por nº fachadas (F3) = 0.05
TOTAL AUMENTO POR SUPLEMENTOS: ΣF				0.31
PERDIDAS DE CALOR TOTAL: ΣQ = (QT+Qi)·(1+F)				20084.60

Unidad de uso administrativo y sala de profesores

CÁLCULO DE PÉRDIDAS DE CALOR				
Unidad de administración		Tª exterior = 3		Tª interior = 20
Por transmisión: $Q_T = K \cdot S \cdot \Delta T$				
Elemento	K (kcal/°Cm2h)	Sup (m2)	ΔT (°C)	QT (kcal/h)
Fachada de ladrillo caravista	0.443	36.81	17	277.3
Fachada de panel de resinas	0.447	18	17	136.9
Separación sala de instalaciones	0.447	39.3	8	140.7
Cubierta invertida con grava	0.435	134.64	17	996.5
Suelo	0.559	134.64	13	978.9
Pilares	1.402	2.88	17	68.7
Ventanas	1.893	43.2	17	1390.2
TOTAL PERDIDAS DE CALOR POR TRANSMISIÓN: ΣQT				3989.1
Por infiltración: $Q_I = V \cdot C_e \cdot P_e \cdot \eta \cdot \Delta T$				
V (m3)	Ce (kcal/kg°C)	Pe (kg/m3)	η (nº renovaciones)	ΔT (°C)
403.92	0.24	1.205	1.6	8.5
TOTAL PERDIDAS DE CALOR POR INFILTRACIÓN: ΣQi				1588.67
Suplementos:				
Por orientación (F1) = 0.06		Por uso (F2) = 0.2		Por nº fachadas (F3) = 0.05
TOTAL AUMENTO POR SUPLEMENTOS: ΣF				0.31
PERDIDAS DE CALOR TOTAL: ΣQ = (QT+Qi)·(1+F)				7306.91

Unidad de aseo

CÁLCULO DE PÉRDIDAS DE CALOR				
Aseo		Tª exterior = 3		Tª interior = 20
Por transmisión: $Q_T = K \cdot S \cdot \Delta T$				
Elemento	K (kcal/°Cm2h)	Sup (m2)	ΔT (°C)	QT (kcal/h)
Fachada de ladrillo caravista	0.443	28.08	17	211.5
Separación con almacén	0.447	14.4	8	51.5
Cubierta invertida con grava	0.435	23.04	17	170.5
Suelo	0.559	23.04	13	167.5
Pilares	1.402	1.248	17	29.8
Ventanas	1.893	6.24	17	200.8
TOTAL PERDIDAS DE CALOR POR TRANSMISIÓN: ΣQT				831.7
Por infiltración: $Q_I = V \cdot C_e \cdot P_e \cdot \eta \cdot \Delta T$				
V (m3)	Ce (kcal/kg°C)	Pe (kg/m3)	η (nº renovaciones)	ΔT (°C)
59.904	0.24	1.205	0	8.5
TOTAL PERDIDAS DE CALOR POR INFILTRACIÓN: ΣQi				0.00
Suplementos:				
Por orientación (F1) = 0.06		Por uso (F2) = 0.2		Por nº fachadas (F3) = 0.05
TOTAL AUMENTO POR SUPLEMENTOS: ΣF				0.31
PERDIDAS DE CALOR TOTAL: ΣQ = (QT+Qi)·(1+F)				1089.48

2.- Cálculo de la instalación de suelo radiante

2.1.- Caudales

Se calculan los caudales necesarios de agua caliente, en l/s, necesarios para abastecer los circuitos de suelo radiante de cada unidad mediante la expresión:

$$C = \frac{Q}{C_e \cdot \Delta T}$$

Siendo

Q: las pérdidas de calor totales en la unidad considerada
 Ce: el calor específico del agua, 1kcal/kg°C
 ΔT: el salto térmico de la instalación proyectada, 10°C

Unidad	Calor Q a aportar	Caudal necesario en l/s
Comedor y cocina	7306'91 kcal/h	0'20 l/s
Sala de profesores y admin.	20084'6 kcal/h	0'56 l/s
Aula 1	2321'07 kcal/h	0'065 l/s
Aula 2	2321'07 kcal/h	0'065 l/s
Aula 3	2321'07 kcal/h	0'065 l/s
Aula 4	2321'07 kcal/h	0'065 l/s
Aula 5	2321'07 kcal/h	0'065 l/s
Aula 6	2321'07 kcal/h	0'065 l/s
Aseo	1089'48 kcal/h	0'03 l/s
Total	42407'41 kcal/h	1'18 l/s

Estos caudales de agua caliente para el abastecimiento de los circuitos de suelo radiante se añadirán a los caudales necesarios de ACS para cada unidad.

2.2.- Potencia de caldera

Se calcula la potencia de caldera capaz de suministrar el agua caliente para el sistema de suelo radiante junto con el ACS.

La potencia necesaria para el sistema de suelo radiante se calcula a partir del calor Q a aportar:

$$P_{\text{calefacción}} = \frac{Q \cdot 3600}{4187} = \frac{42407'41 \cdot 3600}{4187} = 36462'07 \text{ W}$$

A este valor hay que añadir las pérdidas de calor en las tuberías, en función de su diámetro y de la longitud del tramo. A partir de la instalación de distribución calculada en el Anejo 3, se determinan las pérdidas lineales en W:

Unidad de conexión	Tramo	Q total en tramo (l/s)	D interior PP (mm)	D exterior PP (mm)	Aislamiento (mm)	pérdidas de calor (W/m)	pérdidas de calor en el tramo (W)
	00-01	1.28	29.2	40	40.0	4.10	37.43
Cocina, vest,..	01-02	1.08	29.2	40	40.0	4.10	139.24
U. Docente 1	02-03	0.76	23.4	32	40.0	3.60	26.60
U. Docente 2	03-04	0.65	23.4	32	40.0	3.60	35.42
U. Docente 3	04-05	0.52	18.2	25	40.0	3.20	31.49
U. Docente 4	05-06	0.38	18.2	25	40.0	3.20	31.49
Aseos	06-07	0.17	11.6	16	40.0	2.50	43.18
Administración	01-08	0.56	23.4	32	40.0	3.60	17.21
U. Docente 5	08-09	0.49	18.2	25	40.0	3.20	28.10
U. Docente 6	09-10	0.33	14.6	20	40.0	2.80	27.55
Total							417.70

La potencia necesaria para ACS se calcula en función del caudal a suministrar mediante la expresión:

$$P_{\text{ACS}} = C \cdot 3600 \cdot (T_{\text{ACS}} - T_{\text{AFCH}}) \cdot 1'16$$

Siendo

P: la potencia en W
 C: el caudal de ACS punta del edificio, 0'66 l/s según Anejo 3
 T_{ACS}: temperatura a la que se calienta el agua
 T_{AFCH}: temperatura de entrada del agua desde la acometida

La temperatura del AFCH para la ciudad de Valencia se toma en el mes de Enero, siendo la temperatura más baja de todos los meses, con un valor de 10°C según la tabla 7 de la "Guía técnica de agua caliente sanitaria" del Ministerio de Industria.

$$P_{\text{ACS}} = 0'66 \cdot 3600 \cdot (60 - 10) \cdot 1'16 = 137808 \text{ W}$$

Siendo la potencia total necesaria para la caldera la suma de las potencias necesarias para calefacción y ACS:

$$P = 36462'07 + 417'7 + 137808 = 174687'77 \text{ W}$$

Anejo 6.- Instalación eléctrica de baja tensión

Índice

1.- Descripción de la instalación	2
1.1.- Acometida.....	2
1.2.- Centro de transformación.....	2
1.3.- Caja general de protección (CGP).....	2
1.4.- Línea General de Alimentación (LGA)	2
1.5.- Centralización de contadores (CC)	3
1.6.- Derivaciones individuales	3
1.7.- Instalación en el interior de las unidades docentes.....	3
2.- Cálculos de la instalación	3
2.1.- Potencia total de la escuela.....	3
2.2.- Sección de la LGA.....	4
2.3.- Sección de las derivaciones individuales	4

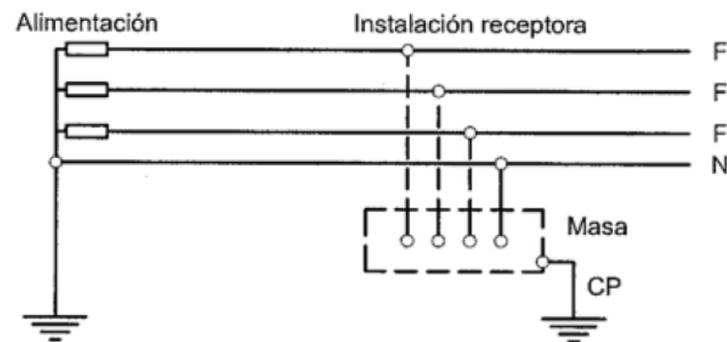
1.- Descripción de la instalación

1.1.- Acometida

La ITC-BT-8 "Sistemas de conexión del neutro y de las masas en redes de distribución de energía eléctrica", establece los tipos de esquemas de distribución de la instalación.

Estos esquemas se establecen en función de las conexiones a tierra de la red de distribución o de la alimentación, por un lado, y de las masas de la instalación receptora, por otro. El esquema de distribución de la instalación de este edificio es tipo TT:

- La primera letra hace referencia a la situación de la alimentación con respecto a tierra. "T" significa conexión directa de un punto de la alimentación a tierra.
- La segunda letra se refiere a la situación de las masas de la instalación receptora con respecto a tierra. "T" significa masas conectadas directamente a tierra, independientemente de la eventual puesta a tierra de la alimentación.



El esquema TT tiene un punto de alimentación, generalmente el neutro, conectado directamente a tierra. Las masas de la instalación receptora están conectadas a una toma de tierra separada de la toma de tierra de la alimentación.

Se adopta este esquema porque, según el punto 1.4 de la citada ITC, en instalaciones receptoras alimentadas directamente de una red de distribución pública de baja tensión se adopta el esquema TT.

1.2.- Centro de transformación

Ante la preexistencia de un centro de transformación en el extremo norte de la parcela, se decide mantenerlo, trasladando su posición hasta el volumen edificado más próximo del edificio, de manera que quede integrado en el conjunto de la edificación.

El local destinado a Centro de Transformación está ventilado de forma natural, con dimensiones interiores de 4'8x4'8m y 2'6m de altura.

1.3.- Caja general de protección (CGP)

Se dispone 1 CGP, la cual aloja los elementos de protección de la línea general de alimentación. Se instala siguiendo las directrices de la ITC-BT-13 "Cajas generales de protección".

La CGP se instala sobre el muro de ladrillo exterior de la parte Norte del conjunto edificado. Al tener acometida subterránea, se instala en un nicho en la pared, cerrado con una puerta metálica con cerradura, para acceso de la empresa suministradora. La parte inferior de la puerta se encontrará a un mínimo de 30 cm del suelo.

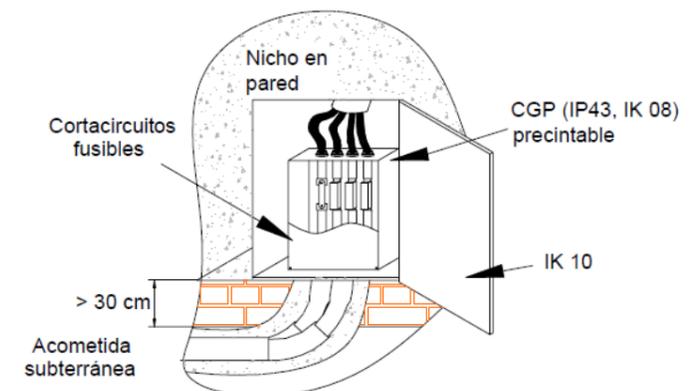


Figura A: Ejemplo de caja general de protección (CGP) con acometida subterránea.

1.4.- Línea General de Alimentación (LGA)

Es la línea que enlaza la CGP con el contador de la escuela. Está regulada por la ITC-BT-14 "Línea general de alimentación".

Esta línea general de alimentación está constituida por dos conductores aislados en el interior de un tubo metálico, discurriendo desde la fachada exterior de ladrillo de la edificación del extremo Norte de la escuela, hasta el cuarto de contadores ubicado en el interior, en el local contiguo al que contiene en centro de transformación.

Está constituida por tres conductores de fase, un neutro y un conductor de protección, para lo cual se utilizan conductores unipolares de cobre de 0'6/1kV.

1.5.- Centralización de contadores (CC)

La escuela infantil dispone de un único contador junto con el cuadro general de mando y protección. La LGA se conecta con el embarrado de protección del local de contadores.

El local cumple las condiciones de protección contra incendios que establece el CTE-DB SI para los locales de riesgo especial bajo:

- Se sitúa en planta baja, próximo a la entrada del edificio y a al patinillo de las derivaciones individuales. Es de fácil y libre acceso y no contiene otros servicios (cuarto de calderas, contadores de agua, gas, telecomunicaciones...)
- El local está ventilado de forma natural y tiene una iluminancia de 100 lux.
- Se dispone un sumidero de desagüe para que en el caso de avería, descuido o rotura de tuberías de agua, no puedan producirse inundaciones en el local.
- Las puertas de acceso abren hacia el exterior y miden más de 0.7 metros de anchura, están equipadas con cerradura.
- Está construido con materiales no inflamables y no se encuentra junto a locales que presenten riesgo de incendio.

1.6.- Derivaciones individuales

La instalación eléctrica de baja tensión de la escuela se diseña de manera que cada "unidad" tenga su propia derivación individual. Estas líneas parten de la centralización de contadores.

Se trata de un suministro trifásico y el código de colores utilizado es el siguiente: los conductores de fase se identificarán con los colores marrón, negro y gris, el de neutro con el color azul claro y el de protección con el color amarillo-verde.

Las DI están constituidas, de acuerdo con la ITC-BT-15 "Derivaciones individuales", por conductores de cobre unipolares y aislados de tensión asignada 0'6/1 kV, no propagadores de la llama y con emisión de humos y opacidad reducida.

Las derivaciones individuales van desde el local de contadores discurriendo sobre una bandeja metálica por el interior de la galería de instalaciones que recorre la escuela, dando conexión a cada "unidad".

1.7.- Instalación en el interior de las unidades docentes

La instalación interior de cada unidad docente se compone de un cuadro general de distribución, circuitos interiores, receptores y puesta a tierra.

Los dispositivos generales de mando y protección, se sitúan en el punto de entrada de la derivación individual en la unidad docente (junto a la puerta de entrada).

Contiene una caja para el interruptor de control de potencia, (inmediatamente antes de los demás dispositivos en compartimento independiente y precintable) y los dispositivos individuales de mando y protección de cada uno de los circuitos. Se coloca un interruptor diferencial para los tres circuitos instalados en la unidad docente:

- C1: circuito de distribución interna destinado a alimentar los puntos de iluminación.
- C2: circuito de distribución interna destinado a tomas de corriente de uso general.
- C3: circuito de distribución interna destinado a alimentar el intercambiador de calor entálpico y la bomba del suelo radiante.

Los conductores empleados son de cobre y su aislamiento tiene una tensión asignada de 0'6/1 kV. Se instalan en el interior de tubos protectores.

Los interruptores diferenciales son de intensidad superior o igual a la del interruptor general, destinado a la protección contra contactos indirectos de todos los circuitos (según ITC-BT-24).

2.- Cálculos de la instalación

2.1.- Potencia total de la escuela

Para el cálculo de la instalación eléctrica es necesario conocer la potencia a instalar, multiplicándolo por su coeficiente de simultaneidad, que por ser una escuela infantil en la que todos sus servicios funcionarán simultáneamente, se ha tomado un valor de 1.

Para determinar la potencia requerida se ha seguido lo dispuesto en la ITC-BT-10 "Previsión de cargas para suministros en baja tensión", asignando una potencia a cada "unidad" de la escuela de 100W/m².

Unidad	Superficie	Potencia
Unidad docente 1	47.8	4780 W
Unidad docente 2	47.8	4780 W
Unidad docente 3	47.8	4780 W
Unidad docente 4	47.8	4780 W
Unidad docente 5	47.8	4780 W
Unidad docente 6	47.8	4780 W
Cocina, comedor,..	197	19700 W
Administración,...	88.2	8820 W
Almacén y aseo	46	4600 W
Cuarto instalaciones	31.5	3150 W
		64950 W

La potencia total requerida es de 64'95 kW

2.2.- Sección de la LGA

Para dimensionar las LGA utilizamos la potencia asignada a su CGP. Se utilizan conductores de cobre, y circuitos trifásicos.

La longitud desde la CGP hasta el IGM es de 3m.

$$I_b = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0.9}$$

$$I_b \text{ (CGP)} = \frac{64950}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0.9} = 104.16 \text{ A}$$

Para las LGA se permite un máximo de 0.5% de caída de tensión, por lo que:

$$\Delta_u = 0.5\% \cdot 400 = 2V$$

Para determinar la sección de los conductores procedemos según tres criterios, dimensionando por la potencia necesaria, limitando la caída de tensión y acomodando la sección al fusible elegido.

Criterio 1

Se establece la sección en función de la potencia requerida:

$$LGA \rightarrow 64.95 \text{ kW} \rightarrow 70 \text{ mm}^2$$

Criterio 2

Se calcula la sección S_c necesaria para limitar la caída de tensión al 0.5%:

$$S_c = \frac{P \cdot L \cdot \rho}{\Delta_u \cdot u}$$

$$\rho = \frac{1.28}{9} = 0.1422$$

$$S_c \text{ (LGA1)} = \frac{64950 \cdot 3 \cdot 0.1422}{2 \cdot 400} = 34.63 \text{ mm}^2$$

La sección comercial asignada a la LGA es de 70mm², (140A)

Criterio 3

Debemos elegir un fusible para la LGA que tenga una intensidad I_N entre la I_b y la I_z del cable elegido:

$$LGA \rightarrow \left\{ \begin{array}{l} I_b = 104.16 \text{ A} \\ I_z = 140 \text{ A} \end{array} \right\} \rightarrow I_N = 125 \text{ A}$$

Además se debe cumplir la siguiente condición:

$$1.6 \cdot I_N < 1.45 \cdot I_z$$

$$LGA1 \rightarrow 1.6 \cdot 125 = 200 < 1.45 \cdot 140 = 203 \rightarrow \text{ok}$$

Los cables cumplen la condición, por lo que quedan con las secciones obtenidas según el criterio 2 (que cumplen el criterio 3).

La sección del Neutro se asigna mediante tabla según la sección de los conductores, siendo de 70mm.

Para la toma de tierra la sección debe ser al menos la mitad de la sección de los conductores, 70mm².

2.3.- Sección de las derivaciones individuales

El procedimiento de cálculo de las DI es similar al de las LGA, con la potencia necesaria para cada "unidad". Las secciones de los conductores se obtienen mediante tres criterios: caída de tensión, intensidad necesaria para el circuito e intensidad nominal de fusibles comerciales. Se admite una caída de tensión máxima del 1% para el tramo contadores – unidad.

En la tabla adjunta se encuentra el dimensionado de los conductores de las derivaciones individuales.

Elemento	P	I _b	Longitud	Au	u	Sección (mm ²)										Sección definitiva	Caída Tensión Real						
						Criterio 1		Criterio 2		Criterio 3				Neutro	Tierra			Tubo	unipolar 0'6/1 kV				
						Sección (mm ²)	I _z	S _c	S _n	I _z	Fusible IN	1'6 IN fus	1'45 I _z	1'6INfus<1'45I _z	S _n	Sección	S _n	Diámetro	Aislamiento	Conductor	ρ		
U. D. 1	4.8 kW	13.743 A	1%	47.42	4	400	1.5	17.5	40.29646	50	133 A	25	40	192.85	OK	50	50	25	110 XLPE	Cu	0.14222222	50	3.223716978
U. D. 2	4.8 kW	13.743 A	1%	37.58	4	400	1.5	17.5	31.93465	35	110 A	25	40	159.5	OK	35	35	16	90 XLPE	Cu	0.14222222	35	3.649674159
U. D. 3	4.8 kW	13.743 A	1%	27.74	4	400	1.5	17.5	23.57284	25	88 A	25	40	127.6	OK	25	25	16	90 XLPE	Cu	0.14222222	25	3.771653689
U. D. 4	4.8 kW	13.743 A	1%	17.9	4	400	1.5	17.5	15.21102	16	70 A	25	40	101.5	OK	16	16	16	63 XLPE	Cu	0.14222222	16	3.802755556
U. D. 5	4.8 kW	13.743 A	1%	106.72	4	400	1.5	17.5	90.68828	95	307 A	25	40	445.15	OK	95	95	50	125 XLPE	Cu	0.14222222	95	3.818454082
U. D. 6	4.8 kW	13.743 A	1%	116.56	4	400	1.5	17.5	99.0501	120	240 A	25	40	348	OK	120	120	70	140 XLPE	Cu	0.14222222	120	3.301669926
Cocina, comedor,...	20 kW	56.638 A	1%	57.22	4	400	10	17.5	200.3972	240	374 A	25	40	542.3	OK	240	240	120	200 XLPE	Cu	0.14222222	240	3.339952593
Administración,...	8.8 kW	25.358 A	1%	96	4	400	2.5	17.5	150.528	195	317 A	25	40	459.65	OK	195	195	120	180 XLPE	Cu	0.14222222	195	3.087753846
Almacén y aseo	4.6 kW	13.225 A	1%	12.8	4	400	1.5	17.5	10.46756	16	70 A	25	40	101.5	OK	16	16	16	63 XLPE	Cu	0.14222222	16	2.616888889
Cuarto instalaciones	3.2 kW	9.0563 A	1%	92	4	400	10	17.5	51.52	70	171 A	25	40	247.95	OK	70	70	35	125 XLPE	Cu	0.14222222	70	2.944

Anejo 7.- Instalación de iluminación

Índice

1.- Descripción de la instalación	2
2.- Resultados del programa Dialux	3

1.- Descripción de la instalación

Para las unidades docentes se plantea una instalación de iluminación formada por luminarias de tubos fluorescentes para las zonas de trabajo, y downlights para la zona de aseo.

El número de luminarias a colocar está condicionado por el número mínimo de luxes que se deben cumplir para poder desarrollar correctamente las actividades correspondientes al tipo de local. El número de luxes que se deben cumplir en la zona de trabajo de la unidad docente viene indicado en la tabla de la "Norma Europea UNE-EN 12464-1:2003 – iluminación de los lugares de trabajo":

Tareas y clases de local	Iluminancia media en servicio (lux)		
	Mínimo	Recomendado	Óptimo
Zonas generales de edificios			
Zonas de circulación, pasillos	50	100	150
Escaleras, escaleras móviles, roperos, lavabos, almacenes y archivos	100	150	200
Centros docentes			
Aulas, laboratorios	300	400	500
Bibliotecas, salas de estudio	300	500	750
Oficinas			
Oficinas normales, mecanografiado, salas de proceso de datos, salas de conferencias	450	500	750
Grandes oficinas, salas de delineación, CAD/CAM/CAE	500	750	1000
Comercios			
Comercio tradicional	300	500	750
Grandes superficies, supermercados, salones de muestras	500	750	1000
Industria (en general)			
Trabajos con requerimientos visuales limitados	200	300	500
Trabajos con requerimientos visuales normales	500	750	1000

Correspondiendo al caso de la zona de trabajo de la unidad docente, con una iluminación óptima, un valor de 500 luxes.

Para proporcionar este nivel de iluminación se elige la luminaria de Iguzzini modelo "3724 reglette t16", con dos tubos fluorescentes de 54W.

Para la comprobación de la iluminación se ha utilizado el programa "DiaLux", cargando la base de datos correspondiente a la marca Iguzzini, y seleccionando el modelo correspondiente de luminaria.

La zona de trabajo considerada tiene una dimensión de 4'8m (lado corto de la unidad docente) x 6m (desde la pizarra hasta las mesas redondas), dando una superficie de 28'8m².

Los paramentos que envuelven la zona de trabajo son:

- La pizarra y armarios con revestimiento de paneles de resinas
- La ventana replegable de suelo a techo
- El paño acristalado sobre el banco del lado Sur
- El paño acristalado de separación con la zona de aseo
- El techo de hormigón visto
- El suelo con pavimento de linóleo

Estos materiales se asignan en el programa de manera que se puedan calcular los coeficientes de reflexión, de manera que se pueda aproximar con mayor certeza el valor real de luxes a conseguir.

El programa realiza el cálculo del flujo luminoso mediante la expresión

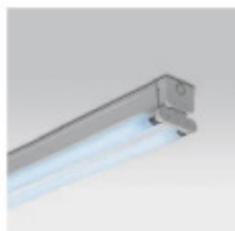
$$\phi_T = \frac{E_m \cdot S}{C_u \cdot C_m}$$

Extrayendo los resultados en forma de líneas isolux envolviendo las luminarias. A continuación se muestran los resultados obtenidos para la disposición de 4 luminarias de 2 tubos fluorescentes de 54W:

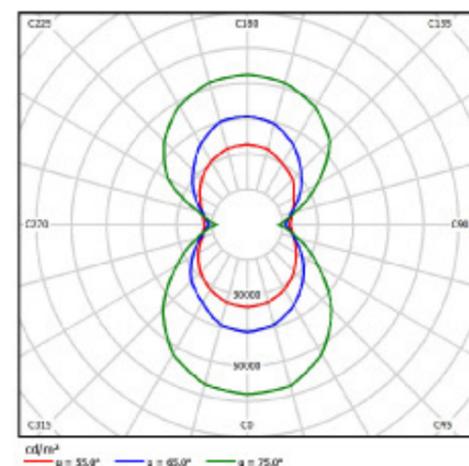
2.- Resultados del programa Dialux

Proyecto elaborado por Alberto Fernández Castilla
Teléfono
Fax
e-Mail

iGuzzini 3724 Regleta T16 124W / Hoja de datos de luminarias



Emisión de luz 1:



Clasificación luminarias según CIE: 70
Código CIE Flux: 35 63 86 70 95

Luminaria para iluminación general de rendimiento elevado destinada al uso de lámparas fluorescentes T16. Estructura y cárter de cobertura realizados en chapa de acero estampada (espesor 0,4 mm) pintado blanco, con tratamiento interno anti-oxidante. Tapas de cierre en policarbonato autoextinguible predispuestas para el tránsito del cable en caso de cableado pasante. Operaciones de instalación y mantenimiento simplificadas y seguras gracias al sistema de enganche rápido del cárter de cobertura provisto de cable de anclaje anti-caída. Posibilidad de mejorar las prestaciones mediante reflector y rejilla antideslumbrante en chapa de acero (espesor 0,5 mm) pintado blanco, disponibles como accesorios e instalados sin el uso de herramienta.

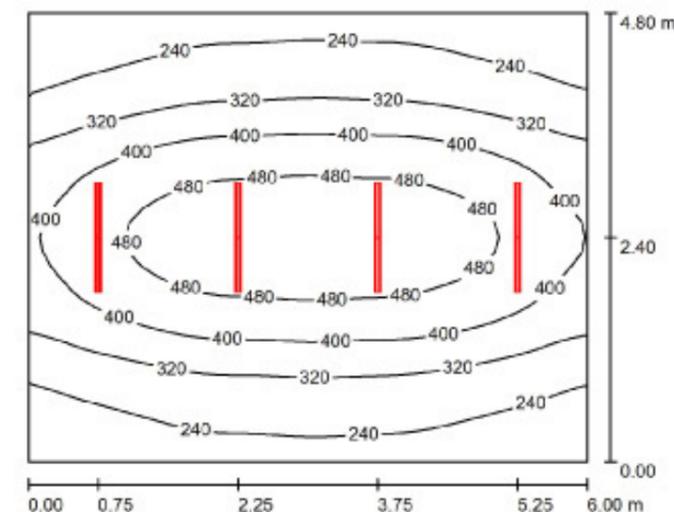
3724 001 - Regleta T16 - Blanco
L092 - Lámpara Fluorescente lineal 54W G5 6500 K

Para esta luminaria no puede presentarse ninguna tabla UGR porque carece de atributos de simetría.

Existencias:
•2 x

Proyecto elaborado por Alberto Fernández Castilla
Teléfono
Fax
e-Mail

Aula docente / Resumen



Altura del local: 2.600 m, Altura de montaje: 2.600 m, Factor mantenimiento: 0.67

Valores en Lux, Escala 1:62

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	352	176	536	0.501
Suelo	23	315	187	441	0.594
Techo	27	321	78	5796	0.243
Paredes (4)	50	245	119	1132	/

Plano útil:

Altura: 0.450 m
Trama: 32 x 32 Puntos
Zona marginal: 0.000 m

Porcentaje de puntos con menos de 400 lx (para IEQ-7): 62.79%.

Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	4	iGuzzini 3724 Regleta T16 124W (1.000)	7682	8100	124.0
Total:			30729	32400	496.0

Valor de eficiencia energética: $17.22 \text{ W/m}^2 = 4.89 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 28.80 m^2)

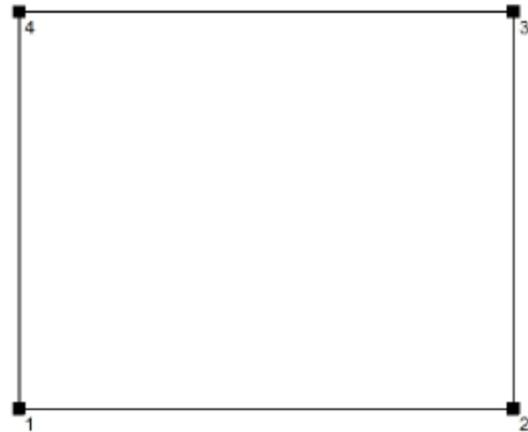
En el plano de trabajo se obtienen 536 luxes, superando el mínimo a proporcionar de 500 luxes.

Aula docente / Protocolo de entrada

Altura del plano útil: 0.450 m
Zona marginal: 0.000 m

Factor mantenimiento: 0.67

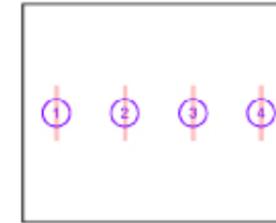
Altura del local: 2.600 m
Base: 28.80 m²



Superficie	Rho [%]	desde ([m] [m])	hacia ([m] [m])	Longitud [m]
Suelo	23	/	/	/
Techo	27	/	/	/
Pared 1	50	(0.000 0.000)	(6.000 0.000)	6.000
Pared 2	50	(6.000 0.000)	(6.000 4.800)	4.800
Pared 3	50	(6.000 4.800)	(0.000 4.800)	6.000
Pared 4	50	(0.000 4.800)	(0.000 0.000)	4.800

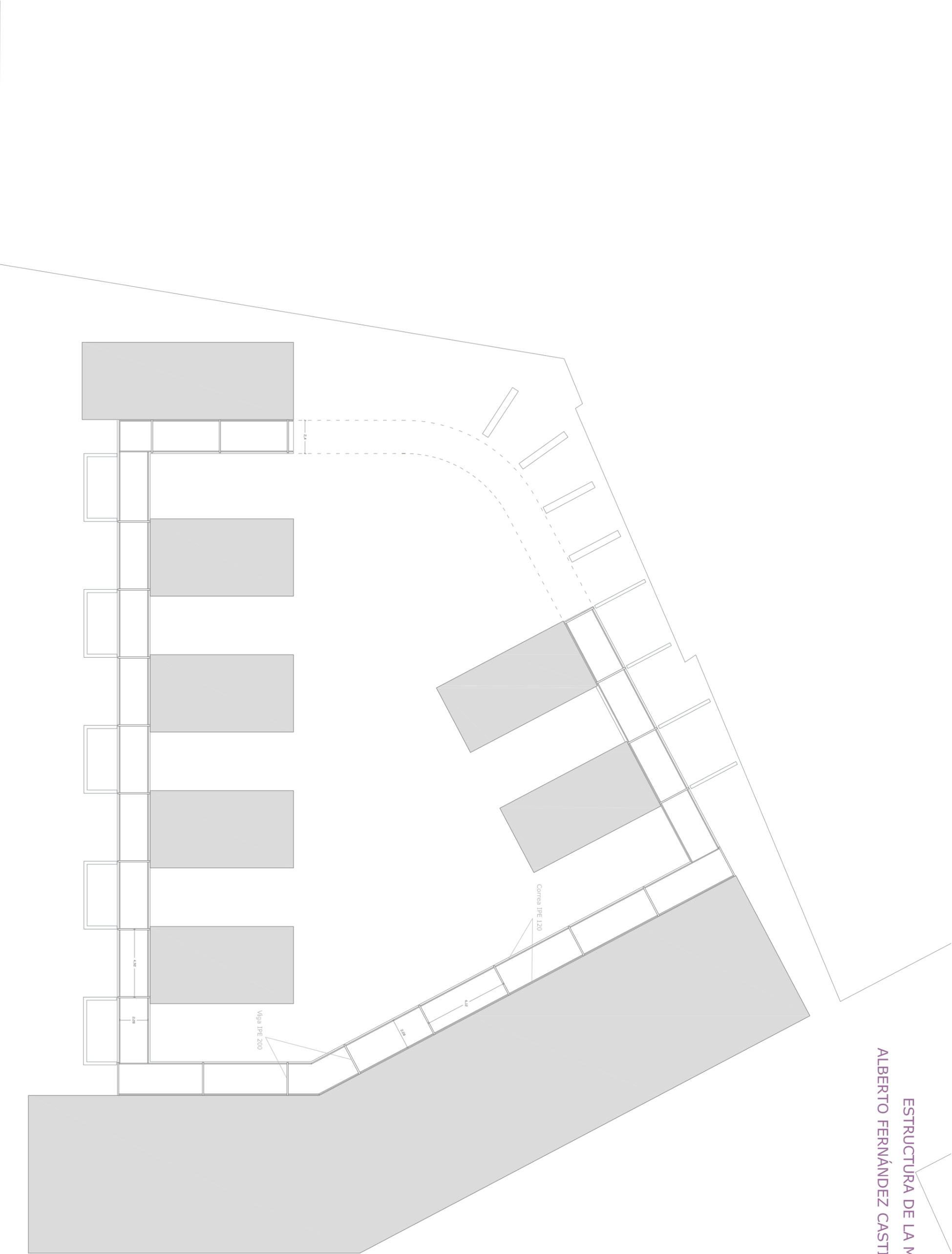
Aula docente / Luminarias (lista de coordenadas)

iGuzzini 3724 Regleta T16 124W
7682 lm, 124.0 W, 1 x 2 x L092 (Factor de corrección 1.000).



Nº	Posición [m]			Rotación [°]		
	X	Y	Z	X	Y	Z
1	0.750	2.400	2.600	0.0	0.0	0.0
2	2.250	2.400	2.600	0.0	0.0	0.0
3	3.750	2.400	2.600	0.0	0.0	0.0
4	5.250	2.400	2.600	0.0	0.0	0.0

D.- Documentación gráfica





- Derivación Individual
- Línea General de Alimentación (LGA)
- Caja General de Protección (CGP)
- Cuadro general de mando y protección



⊕
Luminaria Iguzzini 3724 reglette t16 2x54W
Downlight Ercol Quintessence 20W

