_UN LUGAR PARA LA INFANCIA

_PFC_taller5

CAMARGO DOMÍNGUEZ, SAÚL

CAPÍTULO 0

_La Introducción

Esta memoria es el reflejo de mi proyecto arquitectónico llevado a cabo durante duros meses de trabajo y largas noches de sueño.

En definitiva, es el camino que he recorrido a lo largo de este último año, un camino de pendiente pronunciada que empieza con el lugar y acaba con las instalaciones y que, a lo largo de ese recorrido muestra el programa, el proyecto y la estructura.

En definitiva, esta memoria no es más que mi forma particular de proyectar en la generalidad de un lugar.

_Índice global

_CAPITULO 0

_Introducción

_CAPITULO 1

_El lugar

_CAPITULO 2

_El programa

_CAPITULO 3

_El proyecto

_CAPITULO 4

_La estructura

_CAPITULO 5

_Las instalaciones

CAPÍTULO 1

_El lugar: el pueblo de Benaguacil

_Índice

1_Propuestas de emplazamiento

2_Elección del lugar

3_Emplazamiento actual

3.1_Plano estado actual_1/1500
3.2_Plano estado atual_1/500

4_Emplazamiento nuevo/modificado

4.1_Plano estado nuevo/modificado_1/500

1_Propuestas de emplazamiento

Tras todos estos años de aprendizaje, me encuentro delante del enunciado de lo que va a ser mi Proyecto Final de Carrera, sin duda alguna el mayor y más exigente reto y ejercicio que se nos plantea durante nuestro paso por la Escuela de Arquitectura.

Llegado a este punto me planteo muchas preguntas y trato de descifrar que supone para mí este nuevo proyecto y cuestión más importante, que significa proyectar, porque lo hacemos y porque nos han enseñado a realizarlo. ¿Seré capaz de cumplir con este último objetivo antes de salir al mundo laboral?

Tras mucho tiempo tratando de descifrar cual es el significado de la palabra proyectar, llego a la conclusión de que proyectar significa mucho más de lo que creemos. Proyectar es un conjunto de preguntas y respuestas sobre la arquitectura, el lugar, la sociedad y tratar de responder de la forma más adecuada y coherente posible a todas y cada una de ellas.

Este paso supone en el punto en el que me encuentro, preguntarme sobre este proyecto que se me encomienda, sobre el lugar donde ubicarlo, su respuesta al entorno, a la sociedad que le rodea, pero todo ello sabiendo que no existe una respuesta única, pero cada uno debe elegir la suya propia.

Esa primera pregunta, trata de elegir el solar adecuado para implantar el proyecto. La elección de éste se realiza entre cinco posibilidades.

1_Universidad Laboral de Cheste
2_Sector 10, Chandigart
3_Benaguacil_solar intersección entre calle Utiel y Avenida Constitución
4_Benaguacil_parcela al final de la Av. de la VIrgen de Montiel
5_El no lugar

Cuando se realiza el estudio y visualización de cada una de las opciones y se produce la elección del lugar idóneo para implantar el proyecto, se empieza a dar respuesta a muchas incógnitas sobre las intenciones que se van a proponer para realizar el proyecto. Por tanto, todas éstas respuestas serán el mayor condicionante del ejercicio.

Cada una de las opciones que se nos plantean encierran en sí mismas la capacidad de responder a un lugar docente de manera acertada, pero para poder realizar un buen proyecto, creo que es fundamental, sentirme en completa sintonía con el lugar y extraer de él sus mejores cualidades.

2_Elección del lugar

Tras las primeras visualizaciones de los lugares vía internet, se producen las primeras visitas a los lugares más cercanos que nos permiten el primer contacto con el lugar que va a ocuparse durante el proyecto.
Sólo me hizo falta una visita al pueblo de Benaguacil para darme cuenta que estaba en el lugar idóneo para plasmar la idea que tenía de mi proyecto. Este lugar consiste en la parcela situada en la zona céntrica del pueblo. Es la parcela que con solo una primera mirada consigue atraparme y hacer imaginar allí mismo como sería la vida de ese lugar con la Escuela Infantil que pensaba proponer.

Se trata de una parcela cuyo enclave es muy particular y es sobre todo su condición de espacio público, como parque, repleto de esos enormes pinos y palmeras los que consiguen atraparme en su interior. Solo basta con pasar su puerta de acceso y nos muestra la sensación de un "mundo" totalmente apartado de la ciudad, donde los ruidos perturbadores de ésta quedan acallados por la naturaleza.
Es un enclave muy particular, muy característico, y en mi opinión, muy adecuado para realizar un ejercicio como el que se nos propone. Por tanto, con esa primera visita consigo encontrar el primer punto de partida para poder empezar un nuevo aprendizaje.
Ese va a ser el lugar donde nuestra materia prima más valiosa, los niños, comiencen su contacto con la vida en sociedad.

3_Emplazamiento actual

Tras un análisis bastante minucioso del lugar escogido, se trata de plasmar las ideas principales extraídas y tratar de dar respuesta a sus pros y contras de la manera más adecuada para conseguir un proyecto lo suficientemente coherente para dicho enclave.

El pueblo de Benaguacil se encuentra al margen izquierdo del río Turía, sobre las faldas del cerro de Montiel, con un clima y vegetación totalmente mediterráneo. Su orografía abrupta desciende en dirección al mar generando una extensión de tierras de cultivo. Presenta un casco antiguo consolidado sobre las antiguas murallas de los primeros asentamientos, actualmente casi inexistentes. La población se ha ido extendiendo por el este hacía la huerta, y por el norte y sur hacia las principales vías de comunicación que lo conectan con la ciudad de Valencia y con la población de Líria.

Los recorridos potenciales de la población se producen en el sentido transversal del pueblo acompañando a la pediente topográfica, generándose un recorrido lineal con gran vitalidad que una la iglesia de Nuestra Señora de la Asunción con la Ermita de Montiel.
Entre estos dos puntos de gran interés, cultural y social, se encuentran las piezas públicas más importantes de la vida del pueblo, y es en concreto donde se erige el centro de salud y centro cultural con el parque de la Av. de Montiel, se ubica nuestro proyecto.

_EMPLAZAMIENTO NUEVO_E:1_5000

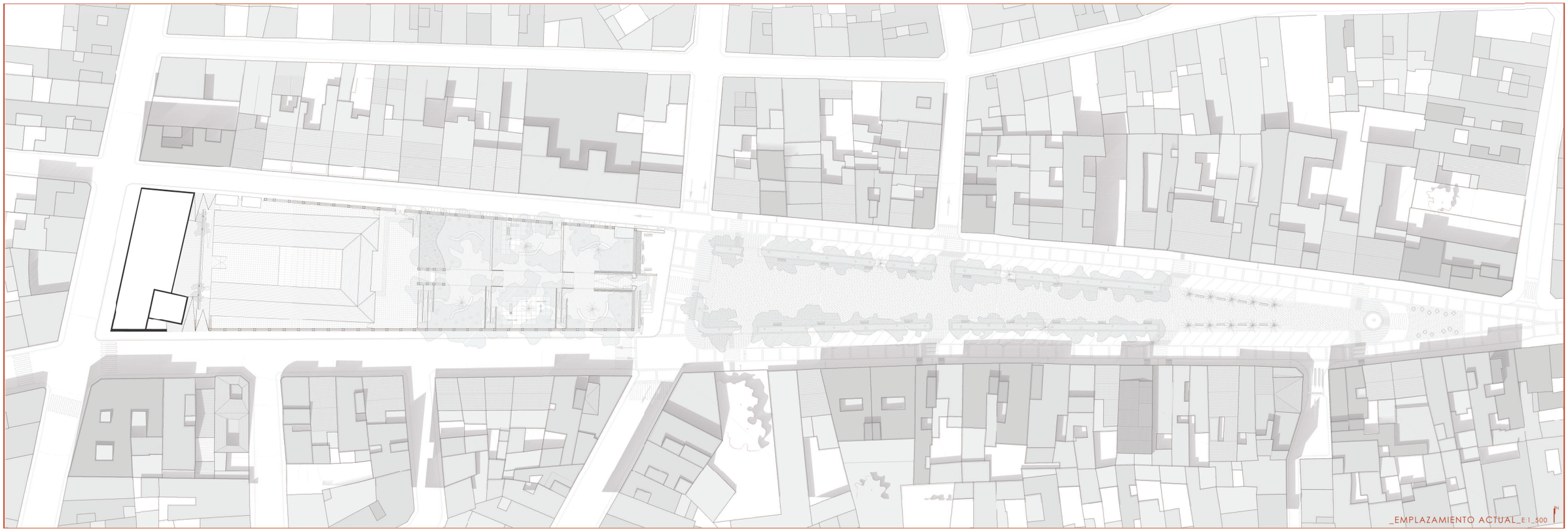
3.1_Plano estado actual_1/1500

Se observa que el enclave en el que se va a generar nuestro ejercicio forma parte de una gran tejido consolidado a nivel histórico y constructivo, ya que tal vez sea su ubicación entre la Plaza de la Iglesia y el Ayuntamiento junto con el recorrido que discurre a lo largo de la Av. d Montiel apoyado por esa plaza que precede al parque, el segmento más importante de la trama urbana de Benaguacil.

Digo importante, ya que a través de todo ese recorrido se produce gran parte de la vida pública del pueblo, de su gente y de sus comercios. Es un centro cultural y social vital del lugar. Se trata de un escenario cargado de simbolismo y grandes aptitudes para el pueblo.

_EMPLAZAMIENTO ACTUAL_E:1_1500

3.2_Plano estado actual_1/500



_EMPLAZAMIENTO ACTUAL_E 1_500

4_Emplazamiento nuevo/modificado

Debido a la singularidad del emplazamiento respecto al pueblo, me lleva a tomar ciertas decisiones que tal vez en un principio no había tenido en cuenta.

Es claro que el lugar es uno de los factores que más condicionan la propuesta, ya que tras todo el análisis y primeros bocetos e ideas, llego a la conclusión de que el programa inicial planteado debe adquirir nuevas funciones y sufrir ciertas modificaciones.

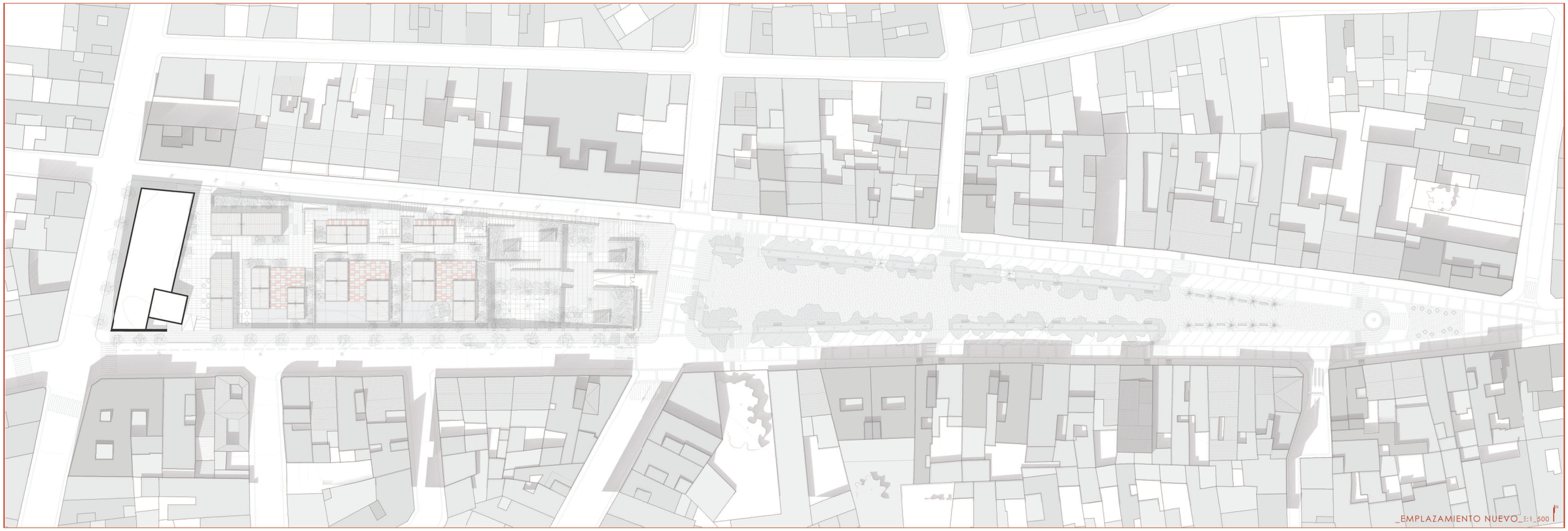
Esto es debido a que ocupar este lugar supone plantear un uso docente pero a la vez tratar de no quitar el uso que el mismo emplazamiento ya presenta, el uso público. Es por ello que trato de dar una vuelta al proyecto para intentar no desperdiciar la oportunidad de consolidar y darle mayor auge a la estructura urbana, incorporar el uso público.

Esta decisión supone plantear un proyecto de Escuela Infantil que pueda promover además su uso para formación del pueblo fuera de la docencia habitual y aportar una parte más a este lugar tan característico y vital para el municipio.

Planteo así unas aulas, que se definirán posteriormente durante el resto de memoria, y una zona de talleres que fuera del uso docente de ellos, puedan formar parte de la ciudad y con el objetivo de prolongar y conectar el paseo a lo largo de la plaza que precede el parque y este mismo con el espacio nuevo de la Escuela.

Los espacios tanto interiores como exteriores que se plantean en la Escuela, están proyectados de manera que den respuesta a la demanda de un edificio polivalente para el pueblo, y cuyo principal objetivo sea el de conseguir absorber la compleja pendiente existente en las dos direcciones de la parcela. Cabe destacar, que estos espacios docentes están planteados con el fin de generar un aprendizaje en total simbiosis con la naturaleza.

4.1_Plano estado nuevo/modificado_1/500


EMPLAZAMIENTO NUEVO E:1_500
N
0
50
100
150
200
250
300
350

CAPÍTULO 2

_El programa: un programa decidido

_Índice

1_Reflexiones sobre el programa

1.1_Espacio docente y espacio público
1.2_El espacio exterior
1.3_El espacio docente, aulas y talleres

2_El programa

_Un programa decidido

El objetivo final de este ejercicio es el de llegar a pensar, imaginar y proyectar un edificio para la infancia en un entorno particular decidido previamente por el alumno. La escuela se encuentra en la ciudad, en el interior de un espacio muy característico de la misma, en el interior de un interior."Un lugar dentro de un lugar"

Como premisa fundamental vale la pena nombrar el hecho de que hoy en día la educación está claramente asumida como una "segunda naturaleza" del ser humano y que, aunque impuesta, es inherente a nuestra condición, necesaria y definitiva. Así mismo, se puede poner de manifiesto la influencia que ejercen los primeros espacios en los que se vive es fundamental en la formación de la personalidad y de la sensibilidad del individuo. Por lo tanto, el diseño u la reflexión de los espacios que van a constituir el marco para el primer contacto con esta "segunda naturaleza" se antoja un acto de responsabilidad a la vez necesario e importante para cualquier arquitecto.

Durante este periodo, una de nuestras intenciones es la de invitar a pensar en este "lugar para la infancia" de una manera esencial y no convencional (en el sentido de entender y llegar a la esencia del mismo), propositiva y no acomodaticia, para lanzar una mirada hacia delante y no reproducir modelos impuestos son mayor reflexión. Partimos de la base de no querer asumir este espacio como un edificio en el que se imparten y se reciben lecciones, sino como un lugar en el que los niños se confrontan, casi por primera vez, con la necesidad de desenvolverse en una pequeña sociedad, como el lugar en el que deben asumir un posicionamiento con respecto a los otros, aprendiendo a convivir y a relacionarse. Estos espacios a su vez, también deben ser lugares para el descubrimiento y el desarrollo de las capacidades sensibles. Para los pequeños, el día a día es un constante descubrir en el que muchas situaciones se enfrentan a algo por primera vez, y es a partir de esta necesaria confrontación como el niño cada vez va ampliando el marco de su percepción de lo que lo rodea. Por lo tanto, es necesario que los espacios que se proyecten sean los suficientemente ricos y diversos para permitir que esto ocurra, teniendo en cuenta que el descubrimiento es un fenómeno eminentemente activo, que requiere que se abran puertas, que se propicien situaciones, más que se definan límites y se impongan restricciones.

Pensar un espacio con estas claves resulta un desafío complejo pero sin lugar a duda apasionante.

_Primera aproximación

Como primera aproximación, podríamos decir que los objetivos fundamentales a lograr en este tipo de edificios consisten en promover el desarrollo de un proceso de socialización armonioso, a la vez que despertar y potenciar el sentido de la responsabilidad y las sensibilizaciones particulares de cada uno de sus pequeños usuarios.

Como parte fundamental de ese proceso de relacionarse, tomar conciencia, descubrir y despertar, se podrían mencionar una serie de actividades que sin duda habrían de tener cabida en estos espacios como son:

_contacto con la lectura

_contacto con la materia

_desarrollo de la motricidad

_contacto con la naturaleza

_aprendizaje de las rutinas domésticas cotidianas

_hábito de las rutinas del aseo personal

_el reconocimiento de un espacio propio

Teniendo en cuenta lo enunciado anteriormente, se pretende que el alumno reflexione sobre cuáles deben ser las condiciones idóneas para estos espacios, abordando su concepción desde el planteamiento de partida y dando respuestas, entre otras muchas, a preguntas como:

_ ¿Qué debe ser un lugar para permitir el adecuado desarrollo en los niños a una edad temprana?

_ ¿Cuáles son las aptitudes y las sensibilidades que un niño a una edad temprana debe desarrollar y por lo tanto cuáles deben ser los espacios necesarios para dar cabida a ellas?

_ ¿En qué lugar se implanta el edificio y que interacción se establece con él?

_ ¿De qué manera la especificidad del lugar elegido ayuda a particularizar la aproximación al programa propuesto?

_Primeras imágenes del proyecto

Se entiende que la vocación y la responsabilidad de cara a la ciudad de los edificios públicos debe exceder de la simple asignación de metros cuadrados a diferentes actividades. Proyectar un edificio público, es entender su radio de influencia y por tanto es proyectar una porción de la ciudad.

... y si hay algo que la naturaleza nos regala allí, durante nuestras visitas, son aquellas imágenes mágicas que olvidamos en nuestro día a día.

¿Por qué no regalárselas a un niño todas las mañanas de su infancia? ¿Por qué no cultivar en él esa sensibilidad hacia lo que le rodea, hacia eso que le protege?

Estos elementos no están ahí al comenzar un proyecto, cuando intentamos hacernos una imagen del objetivo que estamos pensando. La mayor parte de las veces, la imagen es incompleta al comienzo del proceso de proyecto, de modo que nos esforzamos por volver a concebir y clarificar una y otra vez el tema de nuestro proyecto, a fin de que las partes que faltan encajen en nuestra imagen, o dicho de otro modo: proyectamos.

_Creando espacios

" Estamos sentados aquí, en este granero, con esta fila de vigas que, a su vez, están recubiertas por esto o lo otro... Este tipo de cosas producen un efecto sensorial en mí. En ellas encuentro el primer y más grande secreto de la arquitectura: reunir cosas y materiales del mundo para que, unidos, creen este espacio.

Para mí se trata de algo así como una anatomía. En realidad, al hablar de "cuerpo" lo hago en sentido literal de la palabra. Como nuestro cuerpo, con su anatomía y otras cosas que no se ven, una piel, etc., así entiendo yo la arquitectura y asi intento pensar en ella; como masa corpórea, como membrana, como material, como recubirmiento, tela, terciopelo, seda...,todo lo que me rodea. ¡El cuerpo! No la idea de cuerpo, ¡sino el cuerpo! Un cuerpo que puedo tocar. "

ATMÓSFERAS
PETER ZUMTHOR

1_Reflexiones sobre el programa

1.1_Espacio docente y espacio público

Estudiando el programa necesario para responder al proyecto demandado, junto con el estudio de las necesidades del lugar, se llega a establecer un programa que contiene dos usos. Por una parte, el uso docente, uso principal, establecido a partir de las aulas, talleres, la administración y el comedor, y por otra parte, el uso público ligado al uso de cafetería y los talleres que presentan la posibilidad de funcionar de formar independiente respecto de las aulas y formar parte del uso público para el pueblo cuando la escuela está cerrada.

El proyecto trata de responder al lugar de la forma más adecuada y coherente posible, por ello se organiza en función de unas plataformas que generan desniveles tanto en una dirección como en otra respondiendo al desnivel existente entre ambas calles. De este modo, las aulas se organizan en 3 plataformas que se proyectan en desnivel longitudinal respecto al lugar, desplazándose cada una de ellas respecto de la anterior 0,5 m, además con el hecho de seguir proyectando según la organización de plataformas que presenta el parque que precede. Por otra parte, los talleres se organizan en dos plataformas respondiendo a la calle norte para crear un acceso directo desde la misma y así hacer posible un acceso independiente para su uso público.

Cabe destacar que la primera plataforma de acceso a la escuela se encuentra a nivel de suelo respetando la cota del centro de salud para permitir el uso público de la cafetería sin necesidad de salvar desnivel alguno.

Respondiendo a las plataformas de las aulas, es importante decir que las aulas destinadas a los más pequeños se encuentran ubicadas en la primera plataforma por el mismo motivo que anteriormente, evitarles el tránsito a través de desniveles, ya que su motricidad se considera menos desarrollada, mientras que el resto de aulas se organizan de forma idéntica en las dos plataformas restantes.

De igual forma, los talleres responde mediante una escalera de acceso a las dos plataformas de aulas para salvar el desnivel de 1m entre ellas y crear la "unidad básica" de formación. Además los talleres como se ha indicado anteriormente responde a la calle superior norte para su posible uso público sin interferir en el espacio docente.

De esta forma, se trata de generar un proyecto dual. Durante el horario docente habitual se hace uso de los espacios docentes, aulas y talleres, mientras que fuera de ese horario y épocas vacacionales es posible el uso de los talleres respondiendo a las necesidades públicas del lugar y prolongando el espacio público que supone el parque para el emplazamiento.

1.2_El espacio exterior

El proyecto se concibe desde el inicio de sus ideas como una respuesta al lugar lo menos incisiva posible, tratando de generar un "lugar dentro de un lugar". Esto responde con la idea de proyectar un espacio docente disperso, los pabellones, y sea el espacio exterior entre ellos y alrededores de los mismos el que genere el resto del proyecto.

Por ello, es el espacio exterior gran protagonista y se trata de conseguir que adquiera gran importancia en el proyecto. Esta idea no se abandona en ningún momento y se va moldeando a lo largo de la evolución del mismo hasta conseguir el resultado que se expone en esta memoria, y que tal vez, considero el más adecuado, aunque no siempre definitivo, único y "perfecto".

Es el espacio exterior, cubierto o no, el que genera los accesos a los distintos pabellones, los patios de juegos, los espacios de actividades docentes exteriores, los recorridos, las transiciones entre plataformas y conexiones entre pabellones, la vegetación, incluso tratando de controlar mediante éstos las visuales que puede transmitir el proyecto en sí.

Es importante conocer que además todos esos espacios, al igual que los pabellones, quedan contenidos en el espacio que generan los dos grandes muros/límites que existen en la actualidad y que ayudan a controlar el ámbito y entender su entorno, con sus contras y sus aptitudes.

En resumen, el espacio generador trata de ser un causante principal del espacio y generar una continuación del parque existente haciendo que todo el espacio trabaje como un único lugar y no quede totalmente partido en dos espacios totalmente individuales y de los cuales no bebe uno del otro, sino todo lo contrario, por ello el espacio exterior, al igual que ocurre en un parque, debe ser transitorio y posible en todo lo que se genera.

1.3_El espacio docente, aulas y talleres

Tras un estudio pormenorizado de una gran cantidad de bibliografía, se extrae la conclusión de que un aula es algo más que un espacio delimitado por cuatro paredes y que contiene ciertas mesas y sillas. Un aula tiene una gran e importante función, es enseñar, educar y formar a niños. Para ello, los niños necesitan experimentar muchas cosas y tratar muchos aspectos ya que la escuela es su principal fuente de educación día a día. Tras ese pequeño estudio, se observa que las aulas deben contener espacios, organizarse en diversas zonas, donde los niños puedan experimentar diversas actividades. Estas actividades son muy diversas, desde leer, escribir, pintar, dibujar, pegar, cortar, tocar, y una infinidad de aspectos. Por ello es importante proyectar el aula con un núcleo principal que ordene el espacio general, dedicado en este caso al espacio de baño y aseo de los niños, y añadiendo un espacio de trabajo con mesas y zona de lectura y juegos. Además las aulas se proyectan como espacios más "privados", de una altura no muy excesiva, más bien controlando el espacio ya que las aulas son el lugar del que los pequeños harán suyo, su propio hogar.

Por otra parte, el resto de actividades de mayor motricidad o mayor uso de material, se destina al espacio que contiene los talleres, con un núcleo que abarca varias bancadas de trabajo y limpieza y el resto un espacio con mesas y sillas para realizar diversas actividades.

2_El programa

_aulas

_1 aula (niños 3 años)_52 m2. Cuenta con: rincón de trabajo, rincón de manualidades/juegos y rincón de lectura. Disponen de un núcleo central que contiene el baño y bancos de almacenamiento.

_2 aulas (niños 4 años)_52 m2. Cuenta con: rincón de trabajo, rincón de manualidades/juegos y rincón de lectura. Disponen de un núcleo central que contiene el baño y bancos de almacenamiento.

_2 aulas (niños 5 años)_52 m2. Cuenta con: rincón de trabajo, rincón de manualidades/juegos y rincón de lectura. Disponen de un núcleo central que contiene el baño y bancos de almacenamiento.

Cada conjunto de dos aulas cuentan con:

_1 espacio exterior cubierto polivalente_51 m2
_1 espacio exterior cubierto de acceso + posibilidad de "unión de ambas aulas"_24,5 m2
_1 espacio exterior de vegetación alrededor de dos de los cuatro laterales de las aulas_43,6 m2
_1 espacio exterior_patio_86,8 m2

_talleres

_1 taller (niños 3 años)_31 m2. Cuenta con: núcleo con bancadas de trabajo, limpieza y almacenamiento, zona de mesas, rincón de actividades de motricidad, rincón de manualidades.
_1 taller (niños 4 años)_40,5 m2. Cuenta con: núcleo con bancadas de trabajo, limpieza y almacenamiento, zona de mesas, rincón de actividades de motricidad, rincón de manualidades.
_1 taller (niños 4 años)_40,5 m2. Cuenta con: núcleo con bancadas de trabajo, limpieza y almacenamiento, zona de mesas, rincón de actividades de motricidad, rincón de manualidades.

Cada taller cuenta con:

_1 espacio exterior de vegetación_entre 18 m2 y 20m2
_1 espacio exterior polivalente_entre 15 m2 y 23 m2

* Cabe puntualizar que como se observa en esta clasificación, los más pequeños cuentan solo con una única aula, se ha proyectado así por el hecho de considerar que no deben realizar tanta transición entre aula-taller y por tanto siguiendo el mismo esquema de conjunto de dos aulas, crear un conjunto de aula + taller donde se produce la formación de los más pequeños.

_Espacio de administración

_1 espacio de 2/3 despachos con zona de reunión_79 m2
_1 cuarto de instalaciones_13,75 m2
_1 espacio exterior con vegetación_62,35 m2

_comedor/cafetería

* El espacio cafetería proyectado como espacio público y con el fin de dar respuesta a la plaza que precede al centro de salud, contiene doble uso en función del horario de demanda, es decir, se empleará como espacio de comedor para la escuela en el horario para ello, mientras que en el resto de tiempo se empleará como cafetería.

_1 comedor/cafetería_59,15m2
_1 cocina + 1 almacén + 1 espacio residuos_20,45 m2
_2 baños + espacio de instalaciones_12,15 m2
_1 espacio exterior de comedor_23,5 m2
_1 espacio exterior de cafetería_plaza de acceso_16,8 m2

_parque (existente)

_1 plataforma inferior de acceso con rampa y escaleras_2 pabellones + vegetación
_1 plataforma intermedia_con zona de juegos_columpios
_1 plataforma_intermedia superior_2 pabellones + vegetación + escalera de conexión con la zona de los talleres de la escuela

* Los pabellones que se han instaurado en las plataformas del parque, tratan de conformar espacios similares a los creados en la escuela y que además traten de seguir su propia idea haciendo del parque un mismo espacio con pabellones que le den uso y ordenen el lugar.

CAPÍTULO 3

_El proyecto: una escuela infantil

_Índice

1_Los espacios de la escuela

1.1_Planta general_1/200
1.2_Planta de cubierta_1/200
1.3_Secciones longitudinales_1/200
1.4_Sección longitudinal principal aulas_1/100
1.5_Secciones transversales_1/200
1.6_Secciones transversales aula-taller_1/100

2_El espacio de la unidad básica_conjunto aulas + taller

2.1_Planta_1/100
2.2_Secciones_1/100

3_Construcción y materialidad del aula

3.1_Planta_1/20
3.2_Sección/detalle constructivo transversal_1/20
3.3_Sección/detalle constrcutivo longitudinal_1/20

4_Construcción y materialidad

4.1_Detalles constructivos taller_1/20
4.2_Detalles constructivos aula_1/20
4.3_Detalles constructivos encuentro solera-muro sur_1/20
4.4_Detalles constructivos_axonometria_1/50

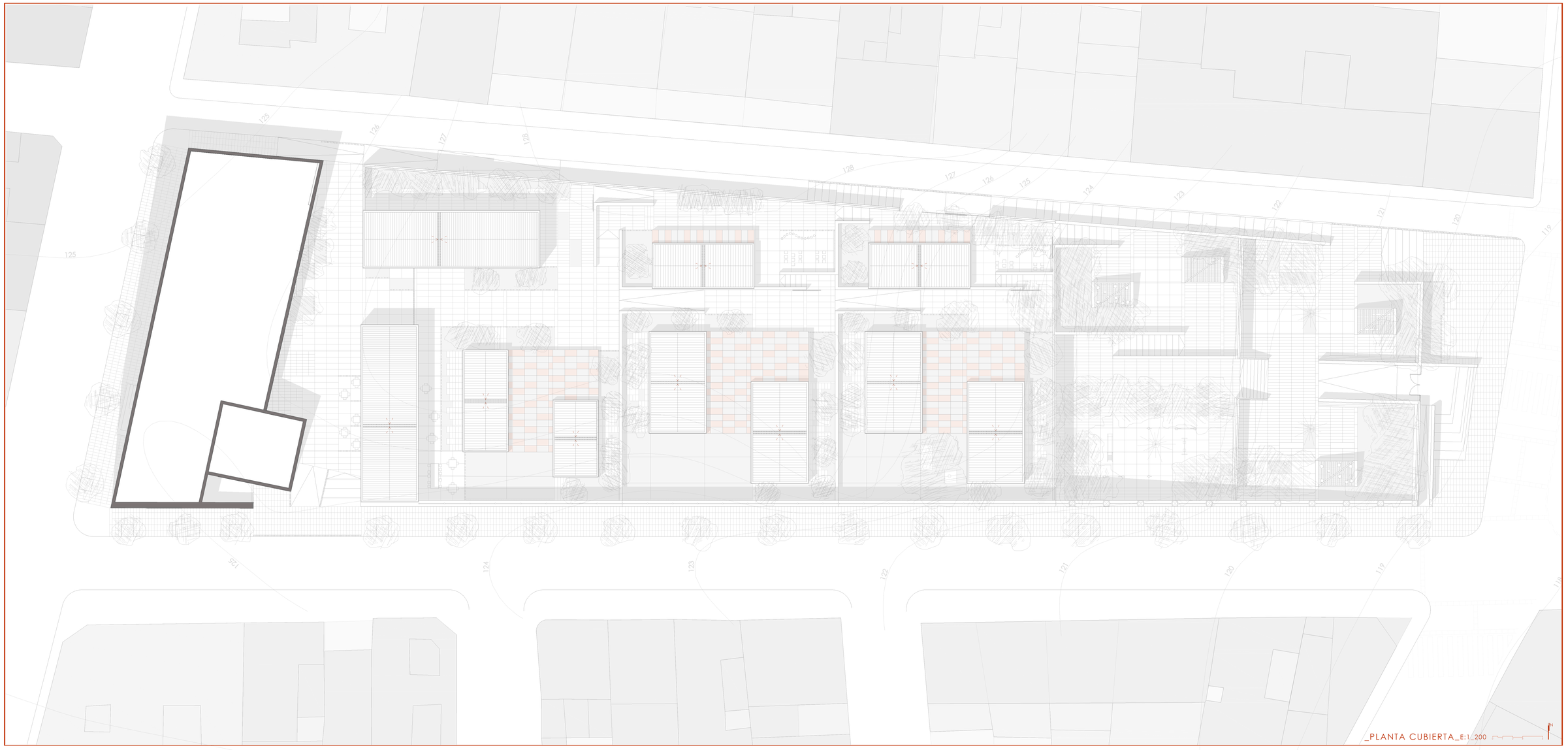
5_Alzados

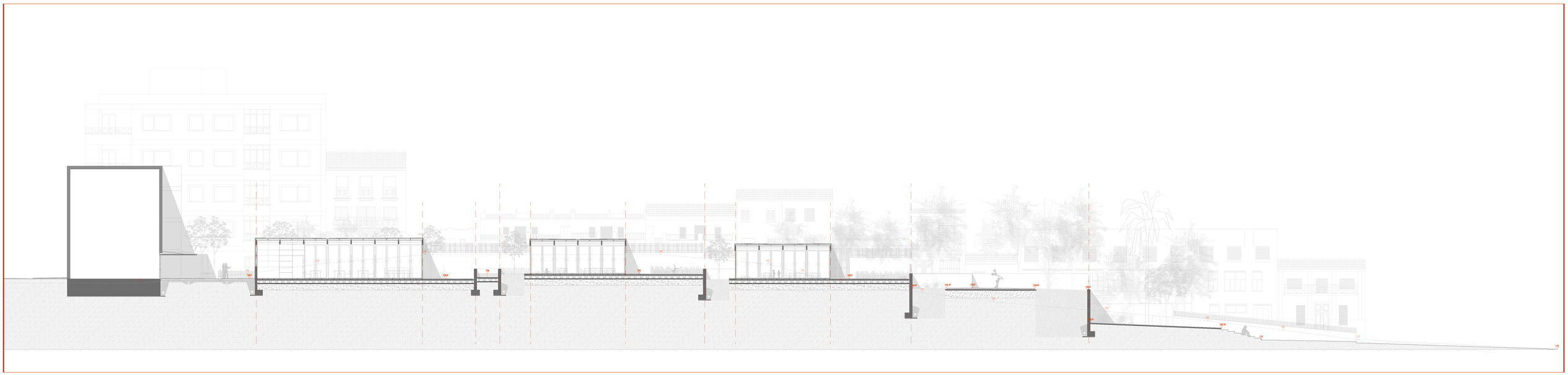
5.1_Alzado sur_1/200
5.2_Alzado norte_1/200

1_Los espacios de la escuela

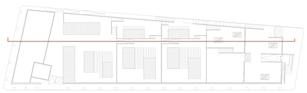
1.1_Planta general_1/200
1.2_Planta de cubierta_1/200
1.3_Secciones longitudinales_1/200
1.4_Sección longitudinal principal aulas_1/100
1.5_Secciones transversales_1/200
1.6_Secciones transversales aula-taller_1/100

_PLANTA GENERAL_E:1_200


125
126
127
128
128
127
126
125
124
123
122
121
120
119
125
124
123
122
121
120
119
118
_PLANTA CUBIERTA_E:1_200
N

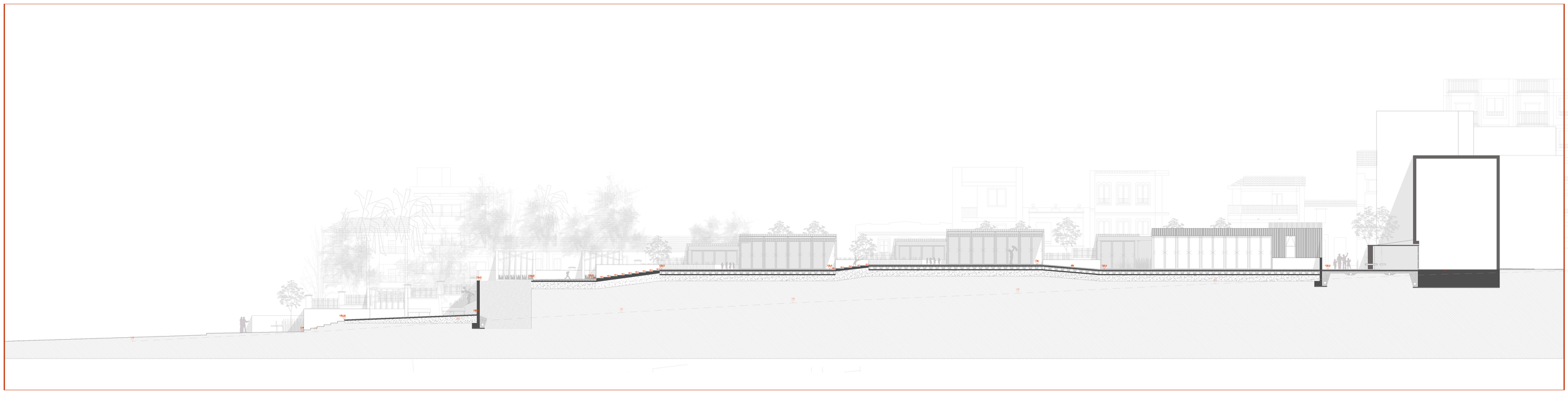


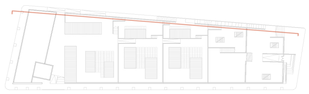
_SECCION LONGITUDINAL_E:1_200



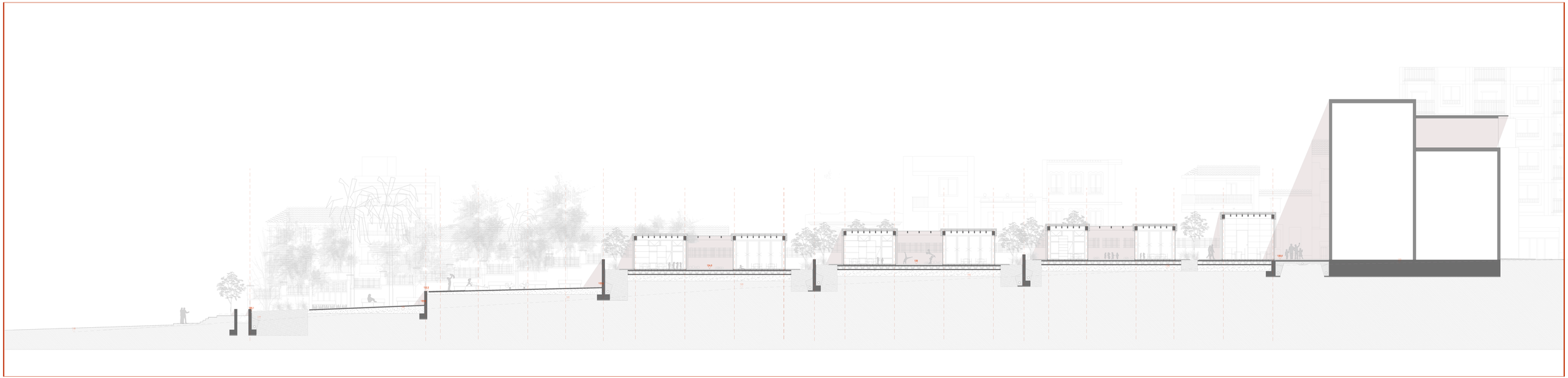
_SECCION LONGITUDINAL_E:1_200

_SECCION LONGITUDINAL_E:1_200



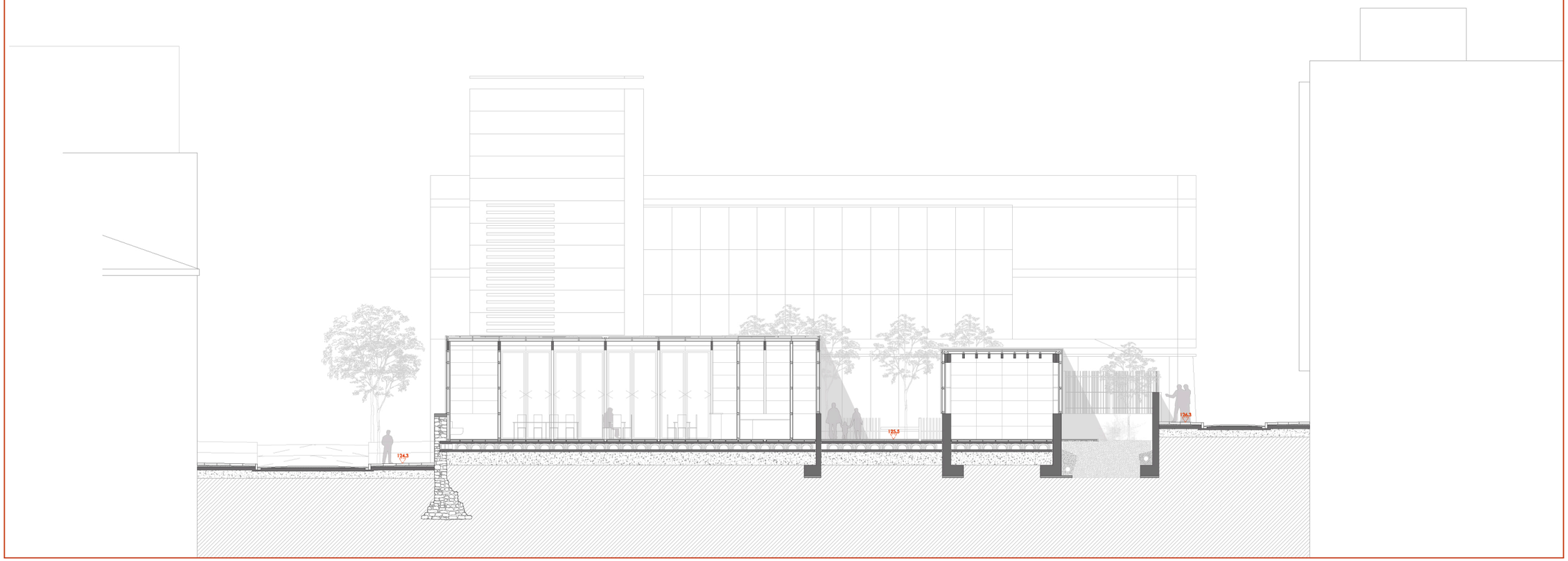


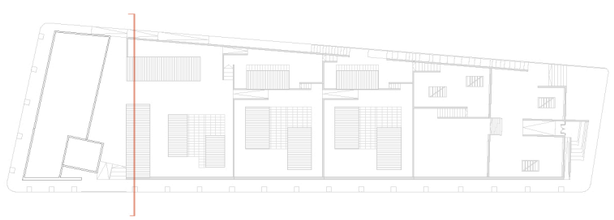
_SECCION LONGITUDINAL_E:1_200



_SECCION LONGITUDINAL_E:1_100

1.5_Secciones transversales_1/200

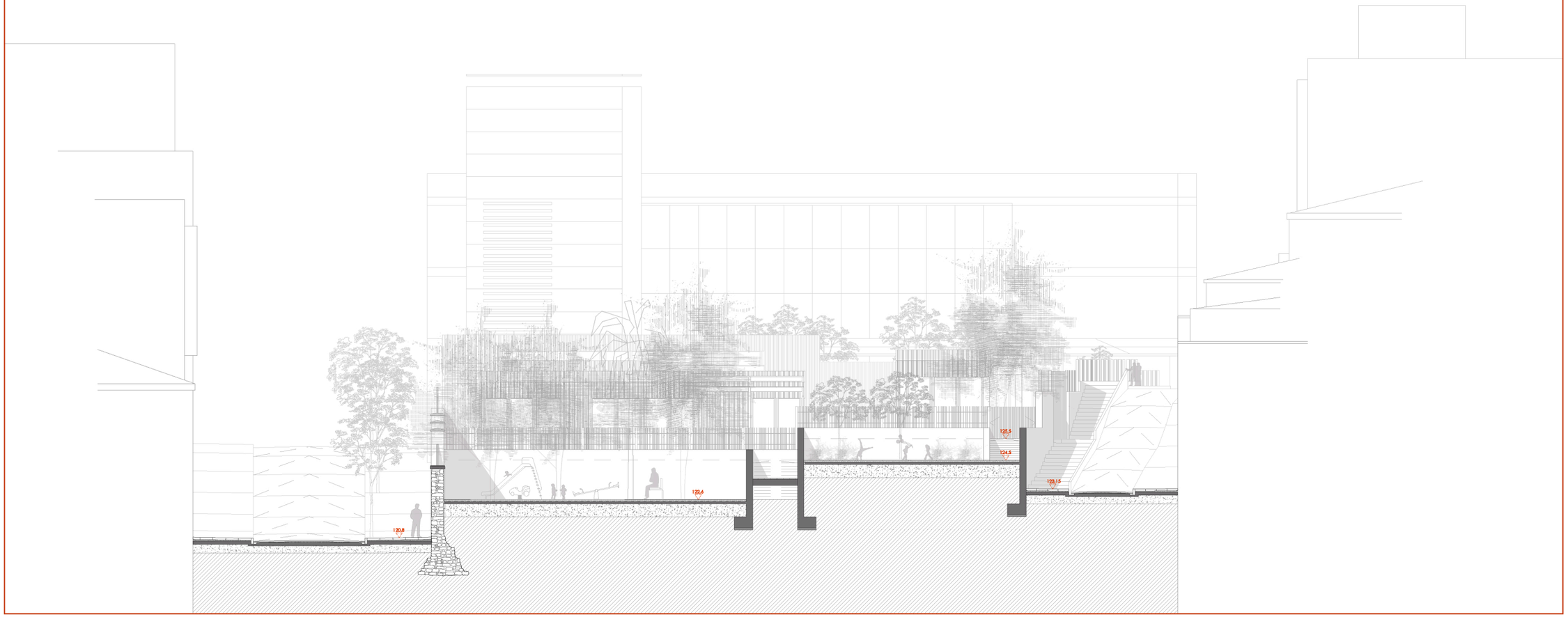




0 1 2 3 5

_SECCION TRANSVERSAL_E:1_200

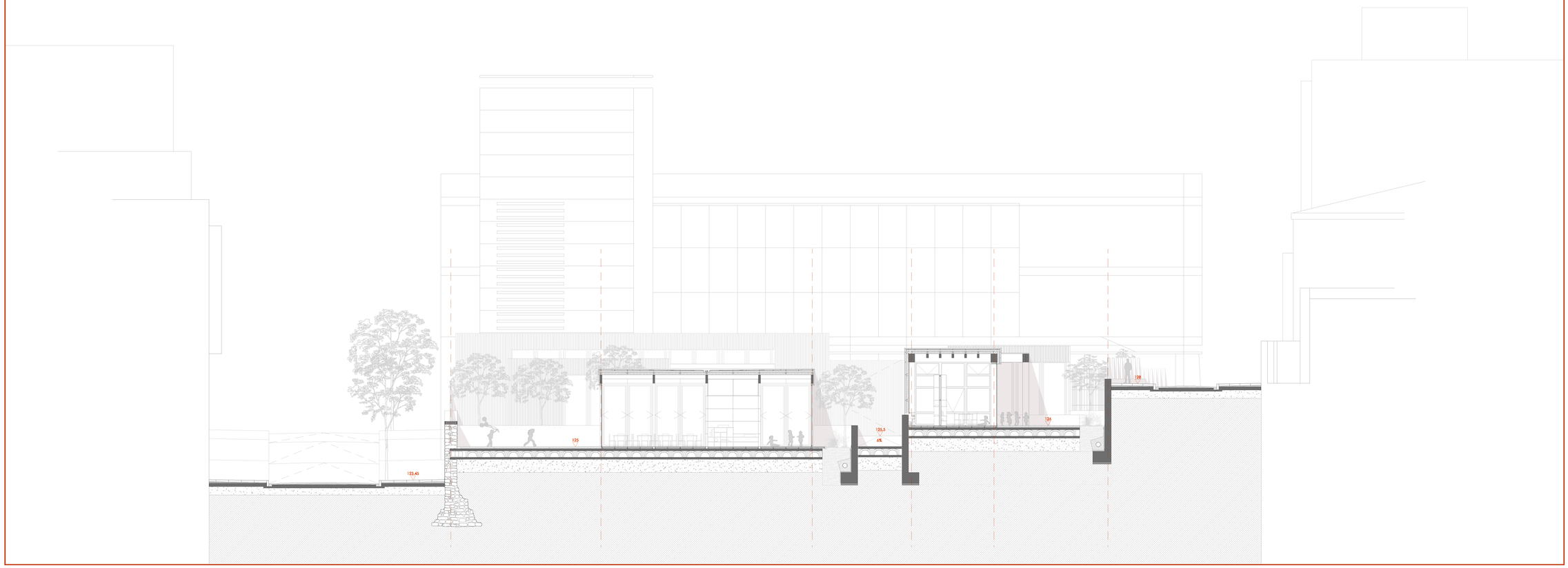
1.5_Secciones transversales_1/200



_SECCION TRANSVERSAL_E:1_200

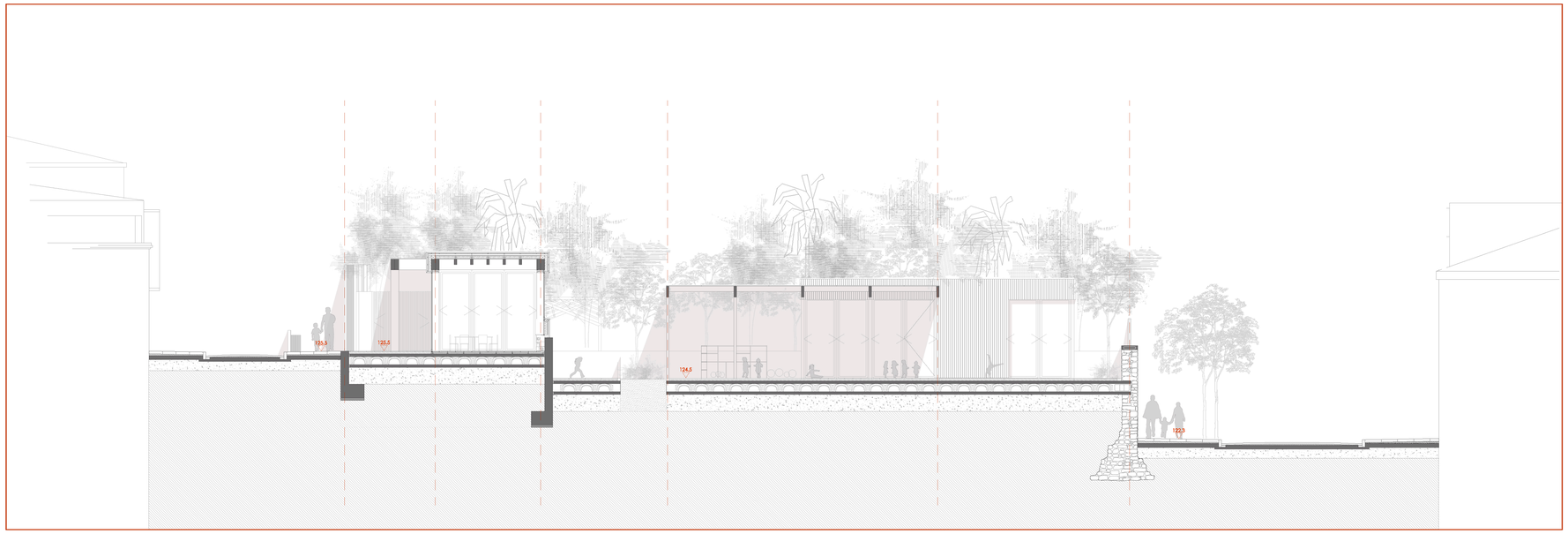
0 1 2 3 5

1.6_Secciones transversales aula-taller_1/100



_SECCION TRANSVERSAL_E:1_100

1.6_Secciones transversales aula-taller_1/100

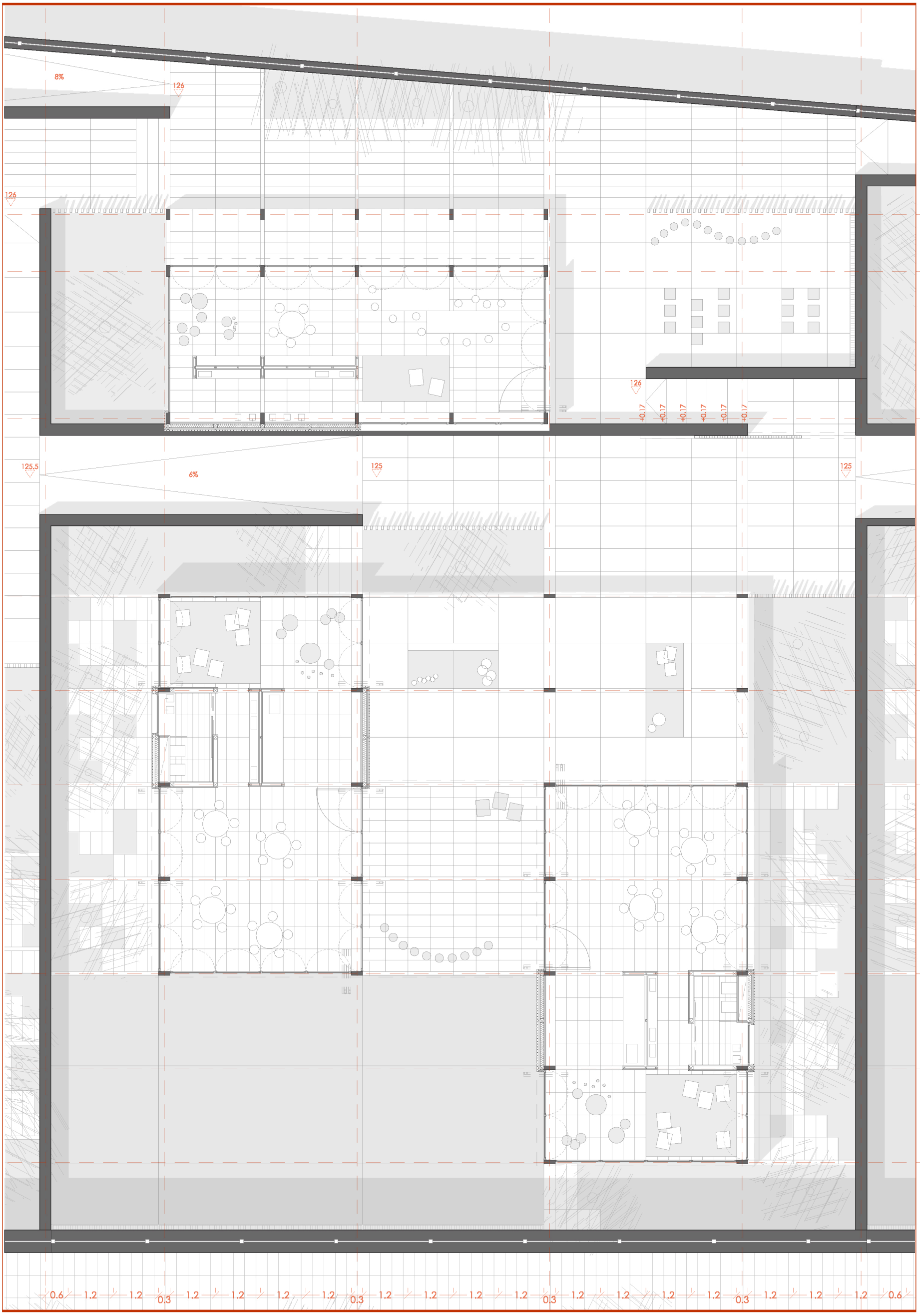


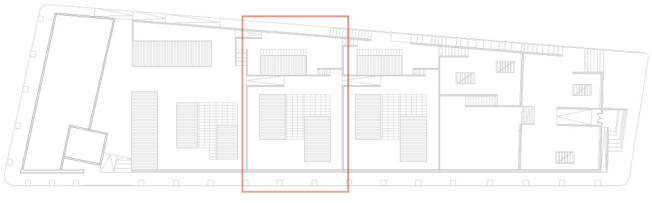
_SECCION TRANSVERSAL_E:1_100

2_El espacio de la unidad básica_conjunto aulas + taller

2.1_Planta_1/100
2.2_Secciones_1/100

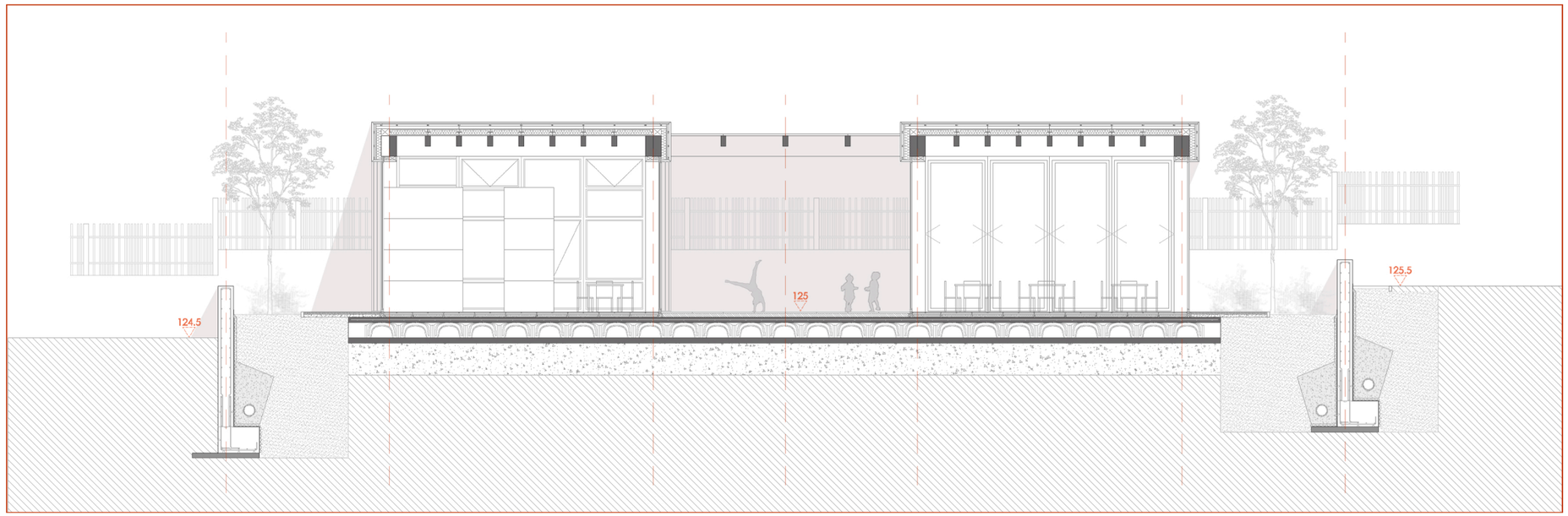
2.1_Planta_1/100

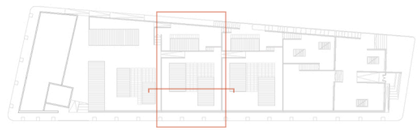




_UNIDAD BASICA_CONJUNTO AULAS + TALLER_PLANTA_E:1_100

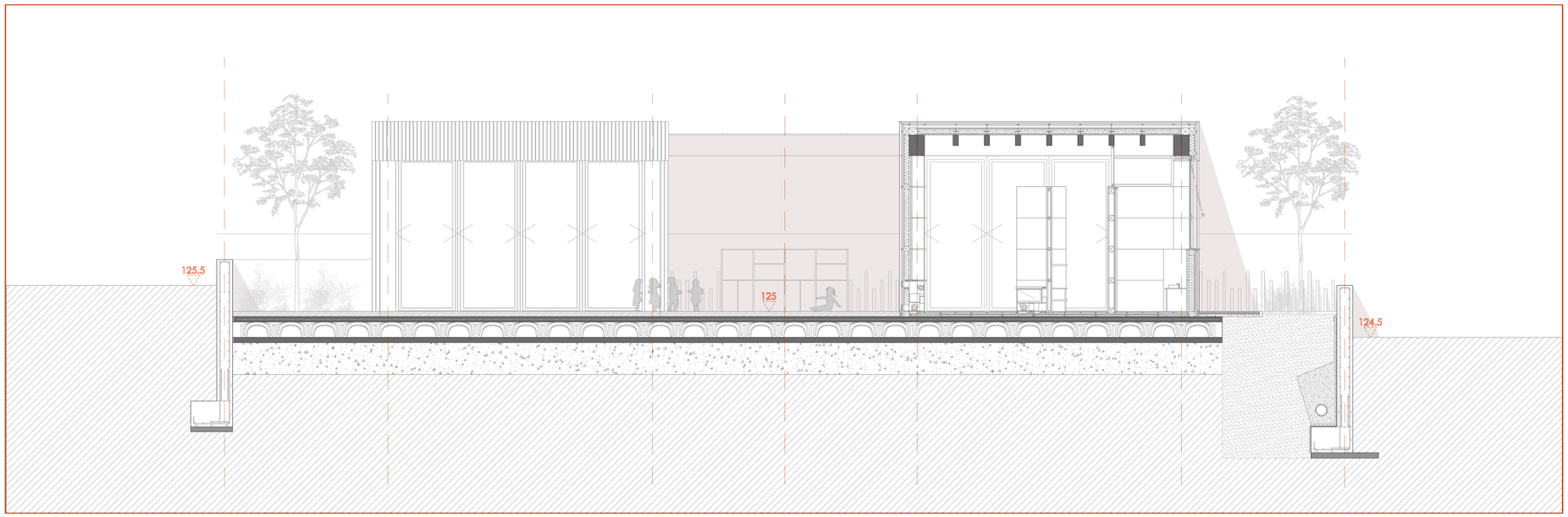
2.2_Secciones_1/100

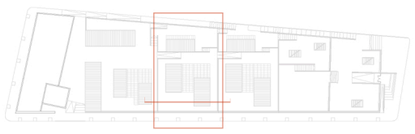




_UNIDAD BASICA_CONJUNTO AULAS + TALLER_SECCION_E:1_100

2.2_Secciones_1/100

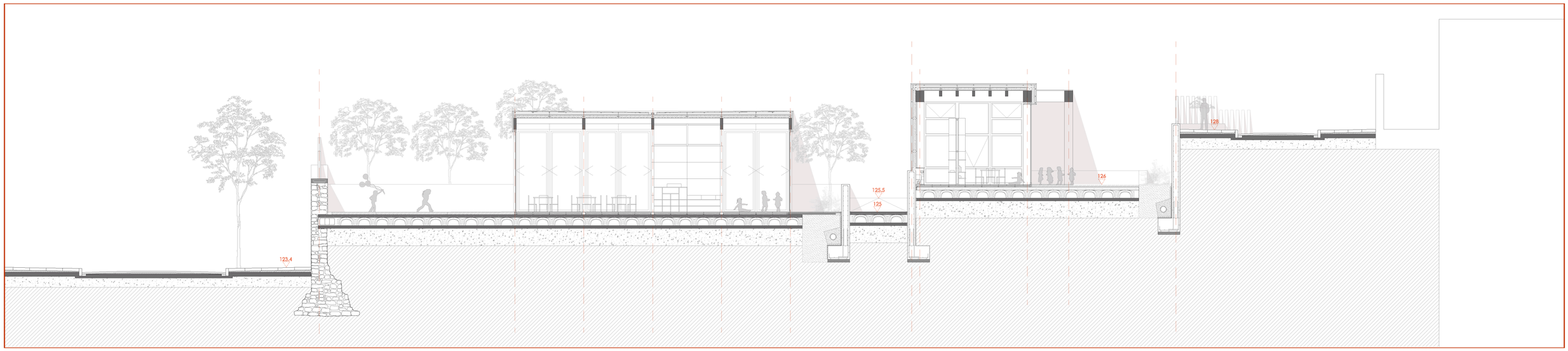


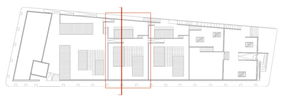


_UNIDAD BASICA_CONJUNTO AULAS + TALLER_SECCION_E:1_100

0 1 2 3 5

2.2_Secciones_1/100

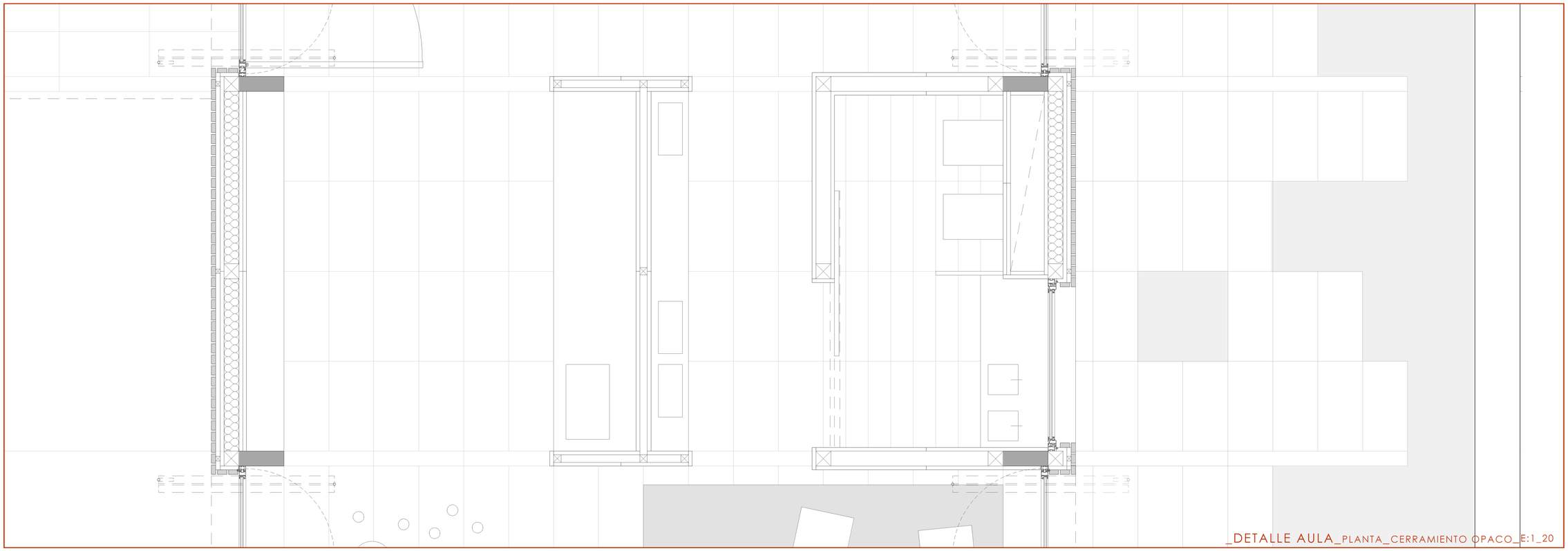




3_Construcción y materialidad del aula

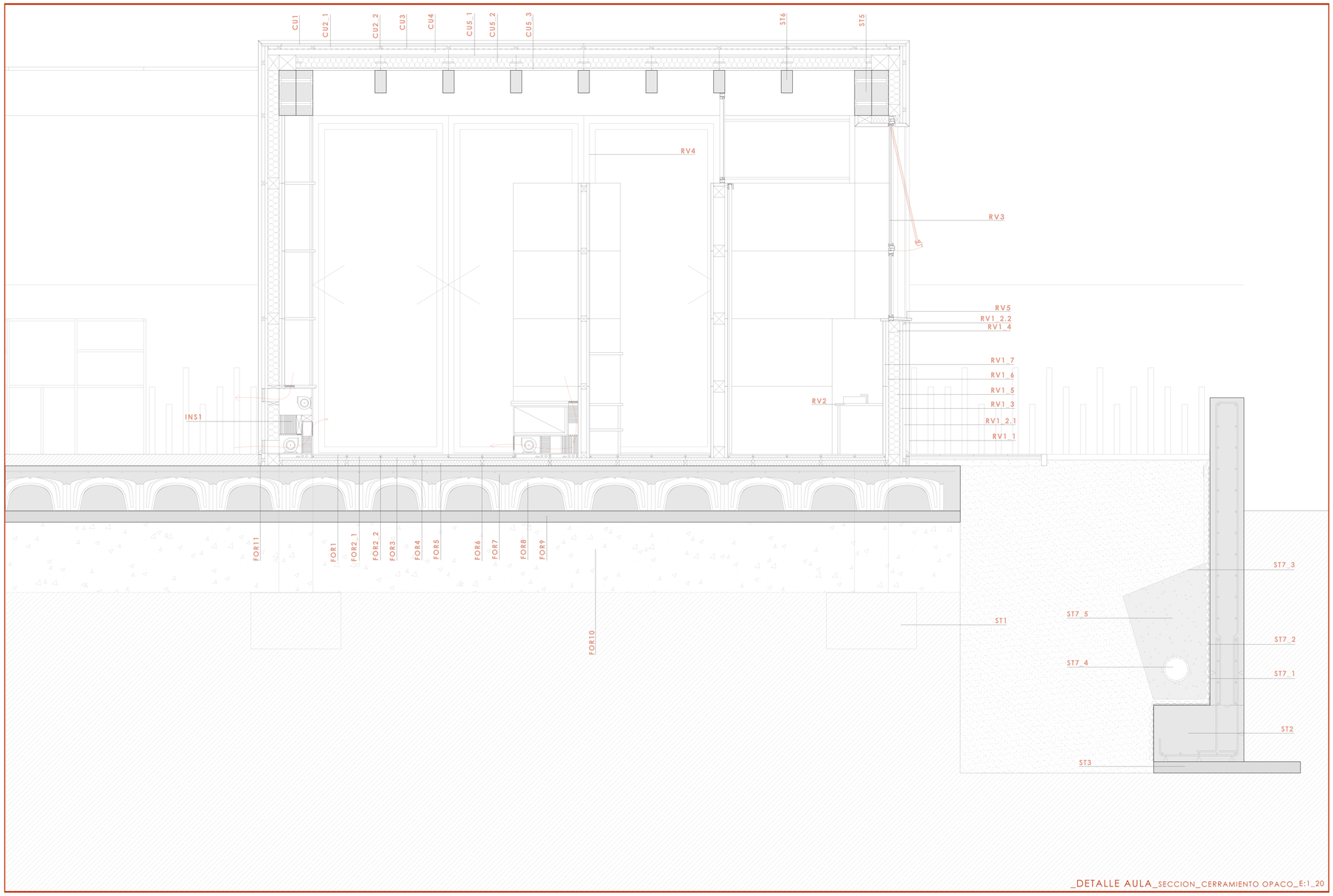
3.1_Planta_1/20
3.2_Sección/detalle constructivo transversal_1/20
3.3_Sección/detalle constrcutivo longitudinal_1/20

3.1_Planta_1/20



_DETALLE AULA_PLANTA_CERRAMIENTO OPACO_E:1_20

3.2_Sección/detalle constructivo transversal_1/20



_DETALLE AULA_SECCION_CERRAMIENTO OPACO_E:1_20

RV_REVESTIMIENTOS VERTICALES Y PARTICIONES

RV1_Cerramiento de fachada

RV1_1 ACABADO EXT Rastreles verticales en madera de pino, de 62 x 30 mm

RV1_2 Emparrillado

RV1_2.1 Rastrel horizontal en madera de pino, de 30 x 30 mm

RV1_2.2 Rastrel vertical en madera de pino, de 30 x 30 mm

RV1_3 Tablero (estructural) vertical aglomerado e hidrófugo, de 25 mm

RV1_4 Subestructura auxiliar en madera de pino, de 100 x 100 mm

RV1_5 Aislamiento compuesto por lana mineral, de 100 mm

RV1_6 Tablero (estructural) vertical aglomerado e hidrófugo, de 25 mm

RV1_7 ACABADO INT Tableros en madera de fresno, de 1200 x 600 mm y espesor de 25 mm

RV2_Estanteria/mesa de trabajo en madera de fresno, de 50mm

RV3_Carpinteria de aluminio de la marca comercial SOLARLUX con vidrio CLIMALIT 6+12+6 mm

RV4_Puerta exterior plegable de aluminio de la marca comercial SOLARLUX con vidrio CLIMALIT 6+12+6mm

RV5_Alfeizar formado por una pieza de madera de pino

FOR_FORJADO

FOR1_ACABADO INTERIOR Tablones en madera de fresno, de 15 mm

FOR2_Emparrillado

FOR2_1 Rastrel horizontal en madera de pino, de 30 x 30 mm

FOR2_2 Rastrel vertical en madera de pino, de 30 x 30 mm

FOR3_Barrera corta vapor

FOR4_Tablero aglomerado e hidrófugo, de 20 mm

FOR5_Aislamiento de lana mineral, de 50 mm

FOR6_Subestructura auxiliar de madera de pino, de 50 x 30 mm

FOR7_Solera de hormigón con mallazo diámetro 6 mm

FOR8_Sistema Cáviti para la ejecución de soleras ventiladas

FOR9_Hormigón de limpieza

FOR10_Capa de gravas y zahorras

FOR11_Material elastomérico para junta de dilatación

CU_CUBIERTA

CU1_ACABADO EXTERIOR Rastreles horizontales en madera de pino, de 62 x 30 mm

CU2_Emparrillado

CU2_1 Rastrel horizontal en madera de pino, de 30 x 30 mm

CU2_2 Rastrel vertical en madera de pino, de 30 x 30 mm

CU3_Lámina impermeable, de 5 mm

CU4_Tablero (estructural) vertical aglomerado, de 50 mm

CU5_Panel sándwich de la marca comercial THERMOCHIP, modelo ALPHA, de dimensiones 2400 x 600 mm y de espesor total 135 mm

CU5_1 Tablero aglomerado e hidrófugo, de 16 mm

CU5_2 Aislante de polietileno extruido (XPS), de 100 mm + Barrera corta vapor incluida en el panel, de 5 mm

CU5_3 ACABADO INTERIOR Tablero madera de fresno, de 19 mm

ST_ESTRUCTURA Y CIMENTACIÓN

ST1_Cimentación de hormigón armado (HA – 30/B/20/IIIa) mediante zapatas aisladas de 1000 x 800mm y 500 mm espesor

ST2_Muro de hormigón armado (HA – 30/B/20/IIIa)de 300 mm espesor con cimentación de zapata corrida de 800 mm anchura x 500 mm espesor

ST3_ Hormigón de limpieza, 100 mm

ST5_Viga de madera laminada GL32h, de 300 x 100mm

ST6_Entrevigado de madera laminada GL32h, de 200 x 100mm

ST7_Aislamiento/evacuación humedad en cimentación

ST7_ 1 Lámina impermeable

ST7_2 Lámina gofrada

ST7_3 Lámina lámina geotextil protectora

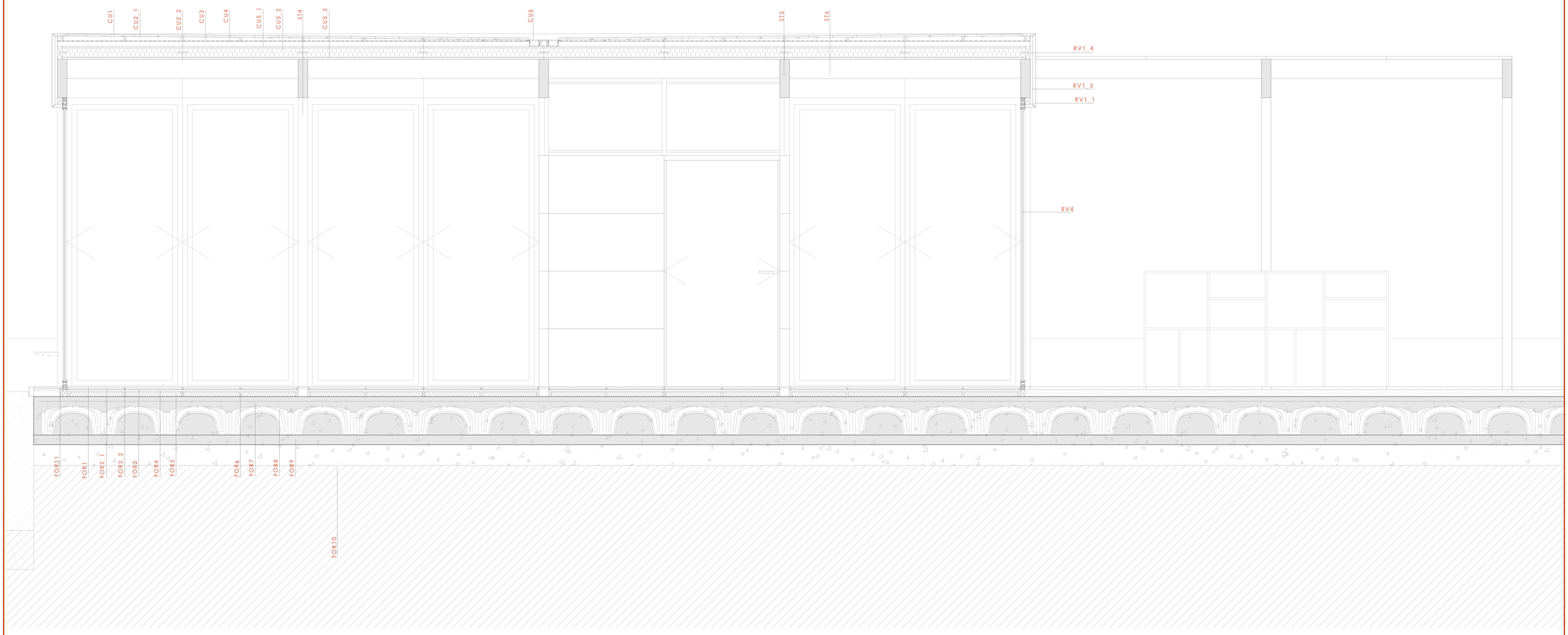
ST7_4 Tubo drenante

ST7_5 Gravas drenantes

INS_INSTALACIONES

INS1_Sistema de climatización y ventilación y calefacción, por medio de fancoils funcionando mediante agua. Casa comercial TROX, modelo SCHOOLAIR-B

3.3_Sección/detalle constructivo longitudinal_1/20



_DETALLE AULA_SECCION_CERRAMIENTO OPACO_E:1_20

RV_REVESTIMIENTOS VERTICALES Y PARTICIONES

RV1_Cerramiento de fachada

RV1_1 ACABADO EXT Rastreles verticales en madera de pino, de 62 x 30 mm

RV1_3 Tablero (estructural) vertical aglomerado e hidrófugo, de 25 mm

RV1_4 Subestructura auxiliar en madera de pino, de 100 x 100 mm

RV4_Puerta exterior plegable de aluminio de la marca comercial SOLARLUX con vidrio CLIMALIT 6+12+6mm

FOR_FORJADO

FOR1_ACABADO INTERIOR Tablones en madera de fresno, de 15 mm

FOR2_Emparrillado

FOR2_1 Rastrel horizontal en madera de pino, de 30 x 30 mm

FOR2_2 Rastrel vertical en madera de pino, de 30 x 30 mm

FOR3_Barrera corta vapor

FOR4_Tablero aglomerado e hidrófugo, de 20 mm

FOR5_Aislamiento de lana mineral, de 50 mm

FOR6_Subestructura auxiliar de madera de pino, de 50 x 30 mm

FOR7_Solera de hormigón con mallazo diámetro 6 mm

FOR8_Sistema Cáviti para la ejecución de soleras ventiladas

FOR9_Hormigón de limpieza

FOR10_Capa de gravas y zahorras

FOR11_Material elastomérico para junta de dilatación

CU_CUBIERTA

CU1_ACABADO EXTERIOR Rastreles horizontales en madera de pino, de 62 x 30 mm

CU2_Emparrillado

CU2_1 Rastrel horizontal en madera de pino, de 30 x 30 mm

CU2_2 Rastrel vertical en madera de pino, de 30 x 30 mm

CU3_Lámina impermeable, de 5 mm

CU4_Tablero (estructural) vertical aglomerado, de 50 mm

CU5_Panel sándwich de la marca comercial THERMOCHIP, modelo ALPHA, de dimensiones 2400 x 600 mm y de espesor total 135 mm

CU5_1 Tablero aglomerado e hidrófugo, de 16 mm

CU5_2 Aislante de polietileno extruido (XPS), de 100 mm + Barrera corta vapor incluida en el panel, de 5 mm

CU5_3 ACABADO INTERIOR Tablero madera de fresno, de 19 mm

CU6_Canalón horizontal, evacuación aguas pluviales

ST_ESTRUCTURA Y CIMENTACIÓN

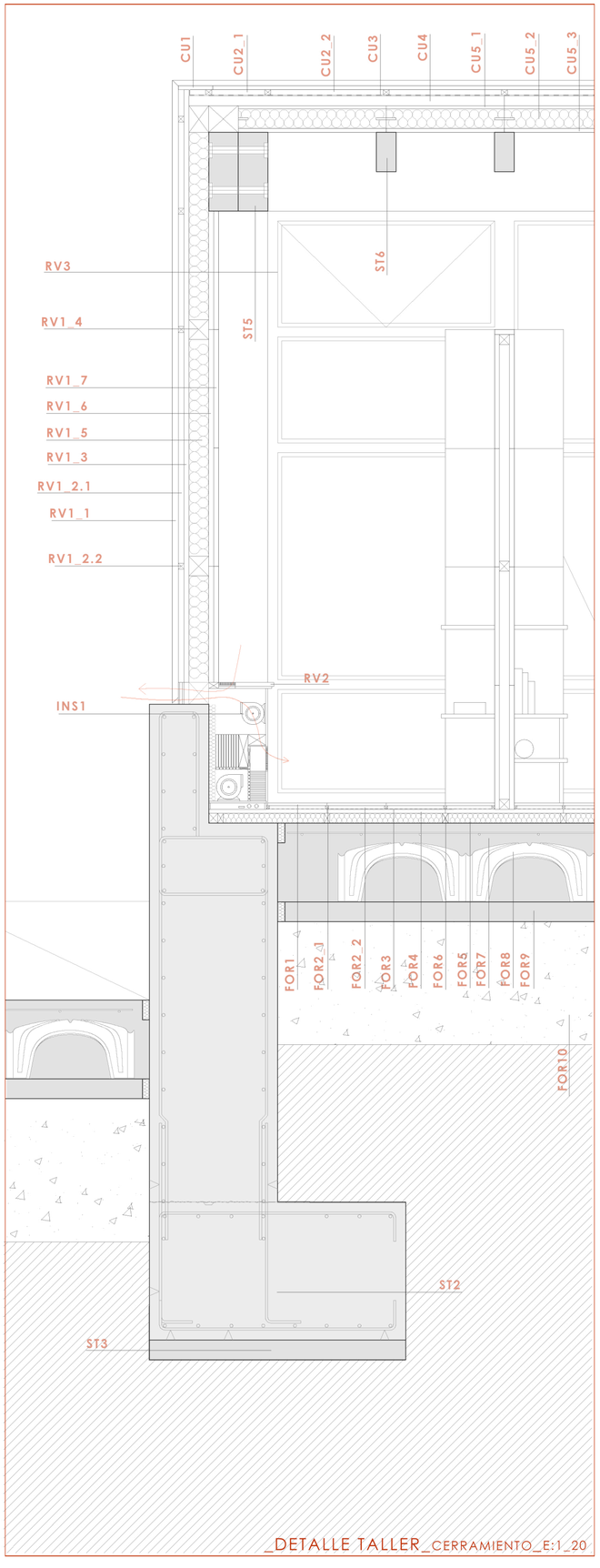
ST4_Pilar de madera laminada GL32h, de 300 x 100mm

ST5_Viga de madera laminada GL32h, de 300 x 100mm

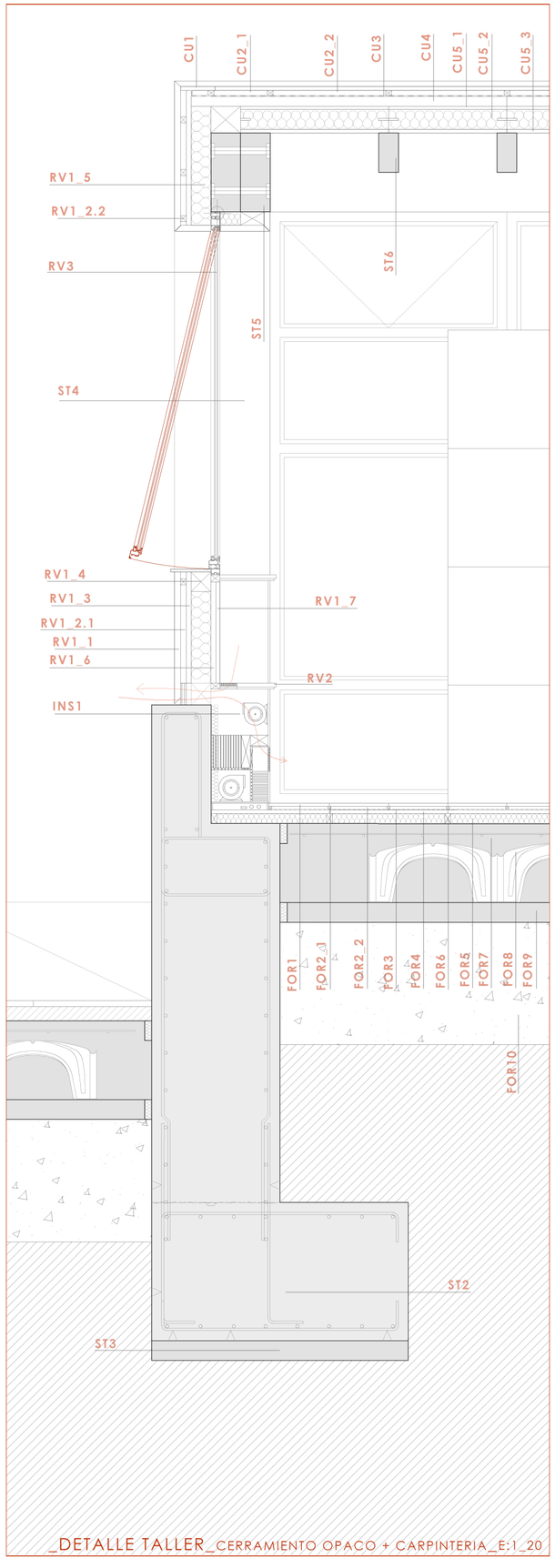
ST6_Entrevigado de madera laminada GL32h, de 200 x 100mm

4_Construcción y materialidad

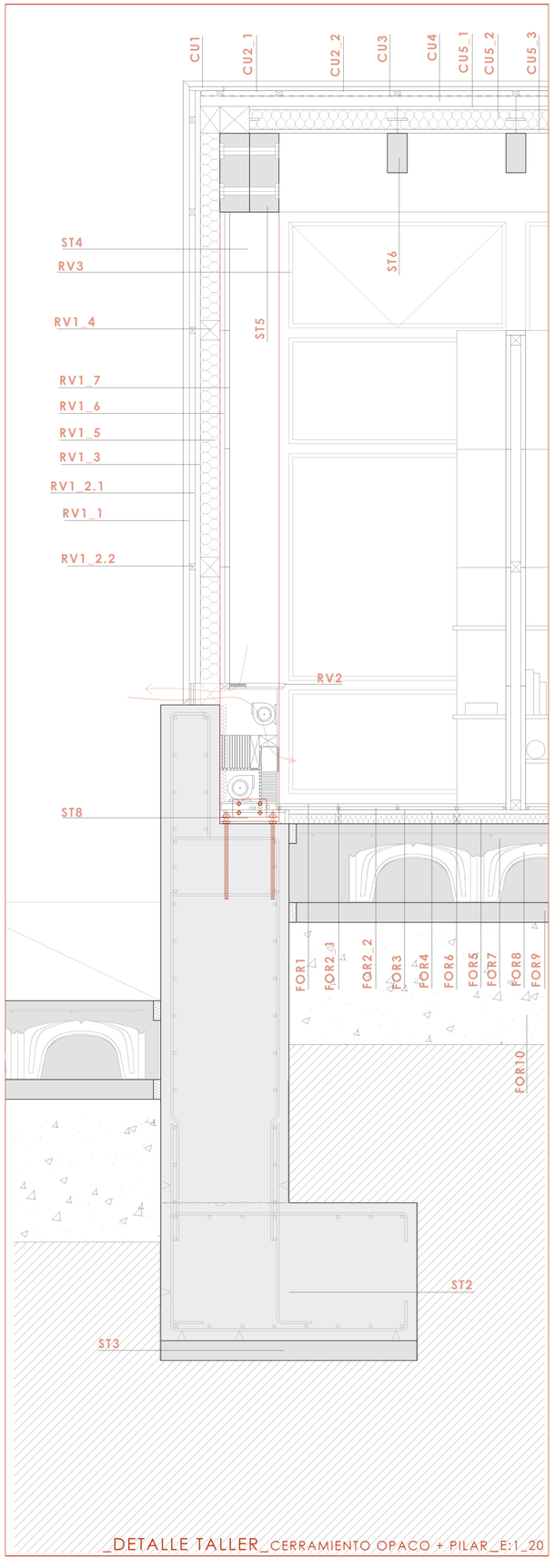
4.1_Detalles constructivos taller_1/20
4.2_Detalles constructivos aula_1/20
4.3_Detalles constructivos encuentro solera-muro sur_1/20
4.4_Detalles constructivos_axonomietría_1/50



_DETALLE TALLER_CERRAMIENTO_E:1_20



_DETALLE TALLER_CERRAMIENTO OPACO + CARPINTERIA_E:1_20



_DETALLE TALLER_CERRAMIENTO OPACO + PILAR_E:1_20

RV_REVESTIMIENTOS VERTICALES Y PARTICIONES

RV1_Cerramiento de fachada

RV1_1 ACABADO EXT Rastreles verticales en madera de pino, de 62 x 30 mm

RV1_2 Emparrillado

RV1_2.1 Rastrel horizontal en madera de pino, de 30 x 30 mm

RV1_2.2 Rastrel vertical en madera de pino, de 30 x 30 mm

RV1_3 Tablero (estructural) vertical aglomerado e hidrófugo, de 25 mm

RV1_4 Subestructura auxiliar en madera de pino, de 100 x 100 mm

RV1_5 Aislamiento compuesto por lana mineral, de 100 mm

RV1_6 Tablero (estructural) vertical aglomerado e hidrófugo, de 25 mm

RV1_7 ACABADO INT Tableros en madera de fresno, de 1200 x 600 mm y espesor de 25 mm

RV2_Estanteria/mesa de trabajo en madera de fresno, de 50mm

RV3_Carpinteria de aluminio de la marca comercial SOLARLUX con vidrio CLIMALIT 6+12+6 mm

FOR_FORJADO

FOR1_ACABADO INTERIOR Tablones en madera de fresno, de 15 mm

FOR2_Emparrillado

FOR2_1 Rastrel horizontal en madera de pino, de 30 x 30 mm

FOR2_2 Rastrel vertical en madera de pino, de 30 x 30 mm

FOR3_Barrera corta vapor

FOR4_Tablero aglomerado e hidrófugo, de 20 mm

FOR5_Aislamiento de lana mineral, de 50 mm

FOR6_Subestructura auxiliar de madera de pino, de 50 x 30 mm

FOR7_Solera de hormigón con mallazo diámetro 6 mm

FOR8_Sistema Cáviti para la ejecución de soleras ventiladas

FOR9_Hormigón de limpieza

FOR10_Capa de gravas y zahorras

CU_CUBIERTA

CU1_ACABADO EXTERIOR Rastreles horizontales en madera de pino, de 62 x 30 mm

CU2_Emparrillado

CU2_1 Rastrel horizontal en madera de pino, de 30 x 30 mm

CU2_2 Rastrel vertical en madera de pino, de 30 x 30 mm

CU3_Lámina impermeable, de 5 mm

CU4_Tablero (estructural) vertical aglomerado, de 50 mm

CU5_Panel sándwich de la marca comercial THERMOCHIP, modelo ALPHA, de dimensiones 2400 x 600 mm y de espesor total 135 mm

CU5_1 Tablero aglomerado e hidrófugo, de 16 mm

CU5_2 Aislante de polietileno extruido (XPS), de 100 mm + Barrera corta vapor incluida en el panel, de 5 mm

CU5_3 ACABADO INTERIOR Tablero madera de fresno, de 19 mm

ST_ESTRUCTURA Y CIMENTACIÓN

ST2_Muro de hormigón armado (HA – 30/B/20/IIIa)de 300 mm espesor con cimentación de zapata corrida de 800 mm anchura x 500 mm espesor

ST3_ Hormigón de limpieza, 100 mm

ST4_Pilar de madera laminada GL32h, de 300 x 100mm

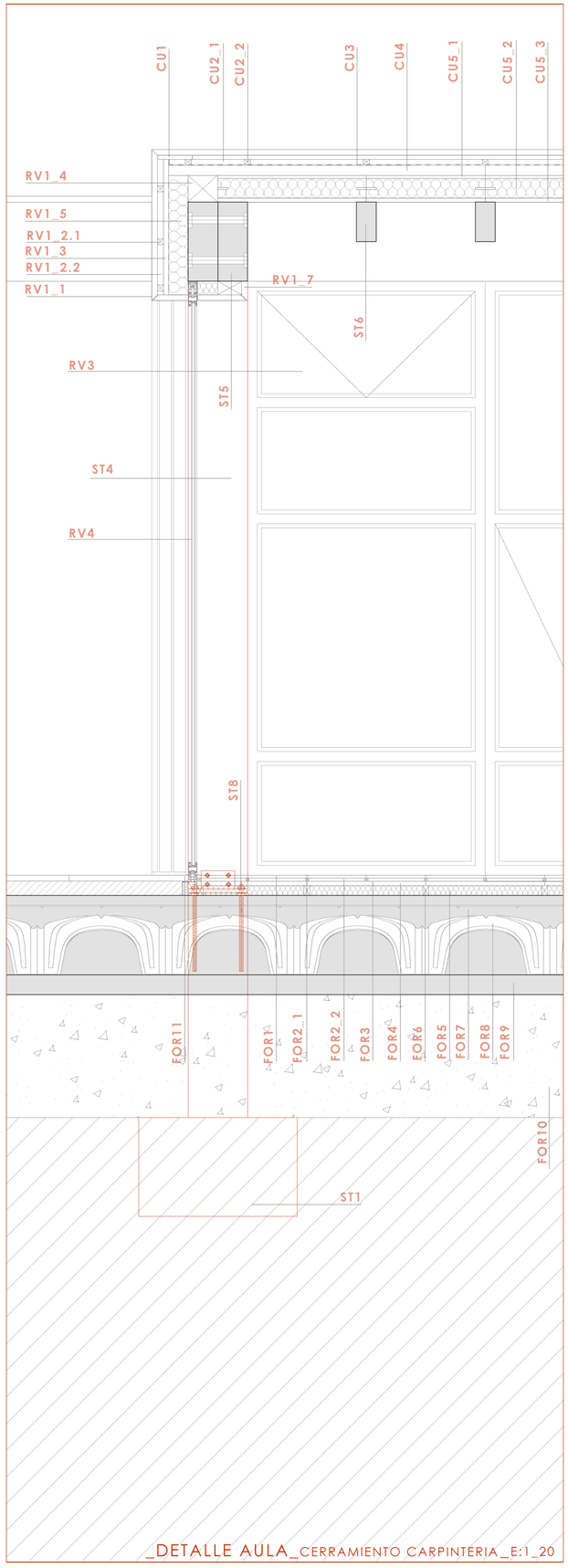
ST5_Viga de madera laminada GL32h, de 300 x 100mm

ST6_Entrevigado de madera laminada GL32h, de 200 x 100mm

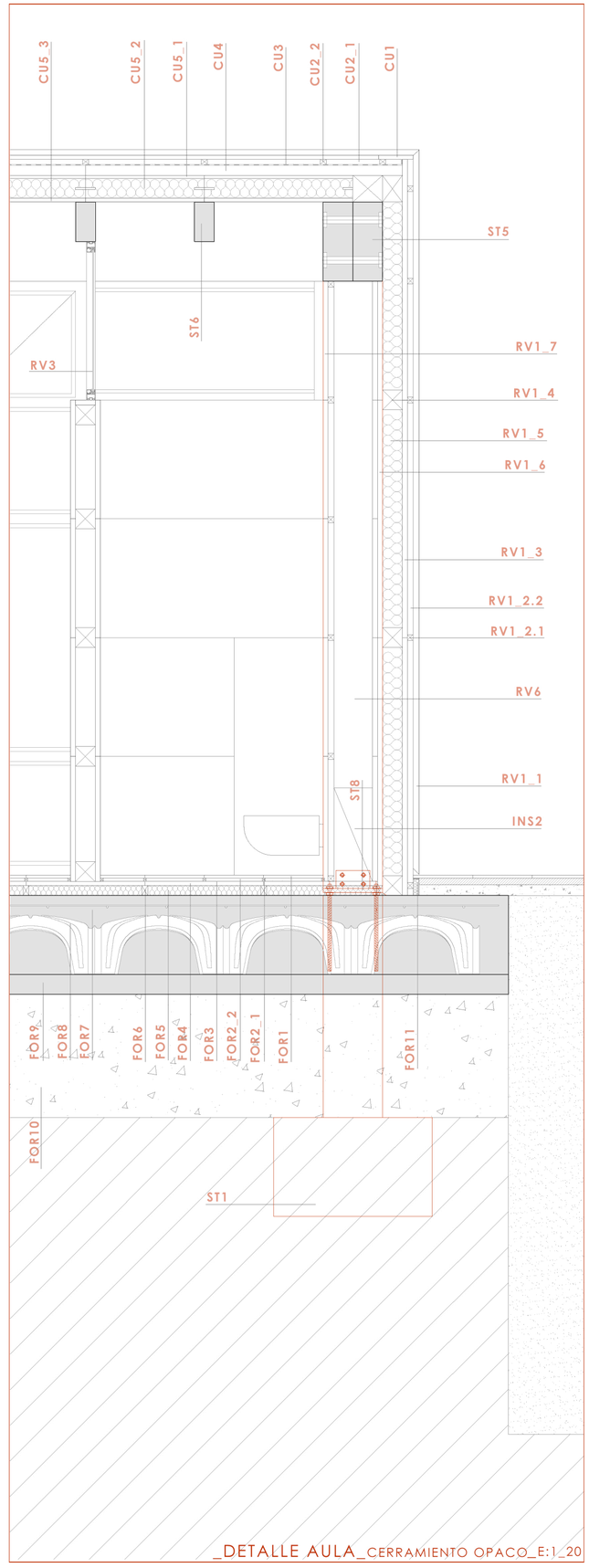
ST8_ Placa de anclaje del pilar a la cimentacioN + pernos de conexión

INS_INSTALACIONES

INS1_Sistema de climatización y ventilación y calefacción, por medio de fancoils funcionando mediante agua. Casa comercial TROX, modelo SCHOOLAIR-B



_DETALLE AULA_CERRAMIENTO CARPINTERIA_E:1_20



_DETALLE AULA_CERRAMIENTO OPACO_E:1_20

RV_REVESTIMIENTOS VERTICALES Y PARTICIONES

RV1_Cerramiento de fachada

RV1_1 ACABADO EXT Rastreles verticales en madera de pino, de 62 x 30 mm

RV1_2 Emparrillado

RV1_2.1 Rastrel horizontal en madera de pino, de 30 x 30 mm

RV1_2.2 Rastrel vertical en madera de pino, de 30 x 30 mm

RV1_3 Tablero (estructural) vertical aglomerado e hidrófugo, de 25 mm

RV1_4 Subestructura auxiliar en madera de pino, de 100 x 100 mm

RV1_5 Aislamiento compuesto por lana mineral, de 100 mm

RV1_6 Tablero (estructural) vertical aglomerado e hidrófugo, de 25 mm

RV1_7 ACABADO INT Tableros en madera de fresno, de 1200 x 600 mm y espesor de 25 mm

RV3_Carpinteria de aluminio de la marca comercial SOLARLUX con vidrio CLIMALIT 6+12+6 mm

RV4_Puerta exterior plegable de aluminio de la marca comercial SOLARLUX con vidrio CLIMALIT 6+12+6mm

RV5_Alfeizar formado por una pieza de madera de pino

RV6_Patinillo de instalaciones

FOR_FORJADO

FOR1_ACABADO INTERIOR Tablones en madera de fresno, de 15 mm

FOR2_Emparrillado

FOR2_1 Rastrel horizontal en madera de pino, de 30 x 30 mm

FOR2_2 Rastrel vertical en madera de pino, de 30 x 30 mm

FOR3_Barrera corta vapor

FOR4_Tablero aglomerado e hidrófugo, de 20 mm

FOR5_Aislamiento de lana mineral, de 50 mm

FOR6_Subestructura auxiliar de madera de pino, de 50 x 30 mm

FOR7_Solera de hormigón con mallazo diámetro 6 mm

FOR8_Sistema Cáviti para la ejecución de soleras ventiladas

FOR9_Hormigón de limpieza

FOR10_Capa de gravas y zahorras

FOR11_Material elastomérico para junta de dilatación

CU_CUBIERTA

CU1_ACABADO EXTERIOR Rastreles horizontales en madera de pino, de 62 x 30 mm

CU2_Emparrillado

CU2_1 Rastrel horizontal en madera de pino, de 30 x 30 mm

CU2_2 Rastrel vertical en madera de pino, de 30 x 30 mm

CU3_Lámina impermeable, de 5 mm

CU4_Tablero (estructural) vertical aglomerado, de 50 mm

CU5_Panel sándwich de la marca comercial THERMOCHIP, modelo ALPHA, de dimensiones 2400 x 600 mm y de espesor total 135 mm

CU5_1 Tablero aglomerado e hidrófugo, de 16 mm

CU5_2 Aislante de polietileno extruido (XPS), de 100 mm + Barrera corta vapor incluida en el panel, de 5 mm

CU5_3 ACABADO INTERIOR Tablero madera de fresno, de 19 mm

ST_ESTRUCTURA Y CIMENTACIÓN

ST1_Cimentación de hormigón armado (HA – 30/B/20/IIIa) mediante zapatas aisladas de 1000 x 800mm y 500 mm espesor

ST4_Pilar de madera laminada GL32h, de 300 x 100mm

ST5_Viga de madera laminada GL32h, de 300 x 100mm

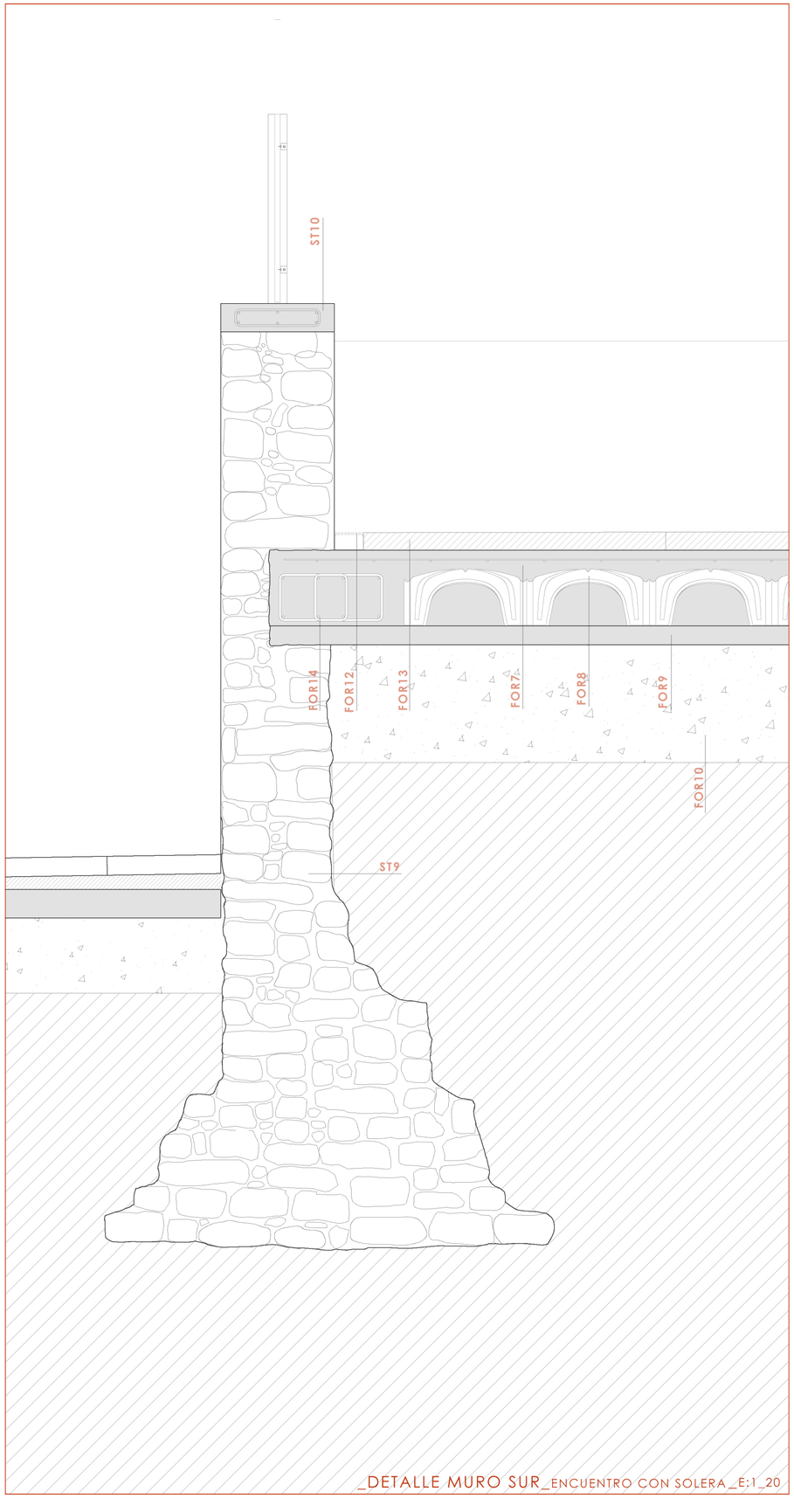
ST6_Entrevigado de madera laminada GL32h, de 200 x 100mm

ST8_ Placa de anclaje del pilar a la cimentacioN + pernos de conexión

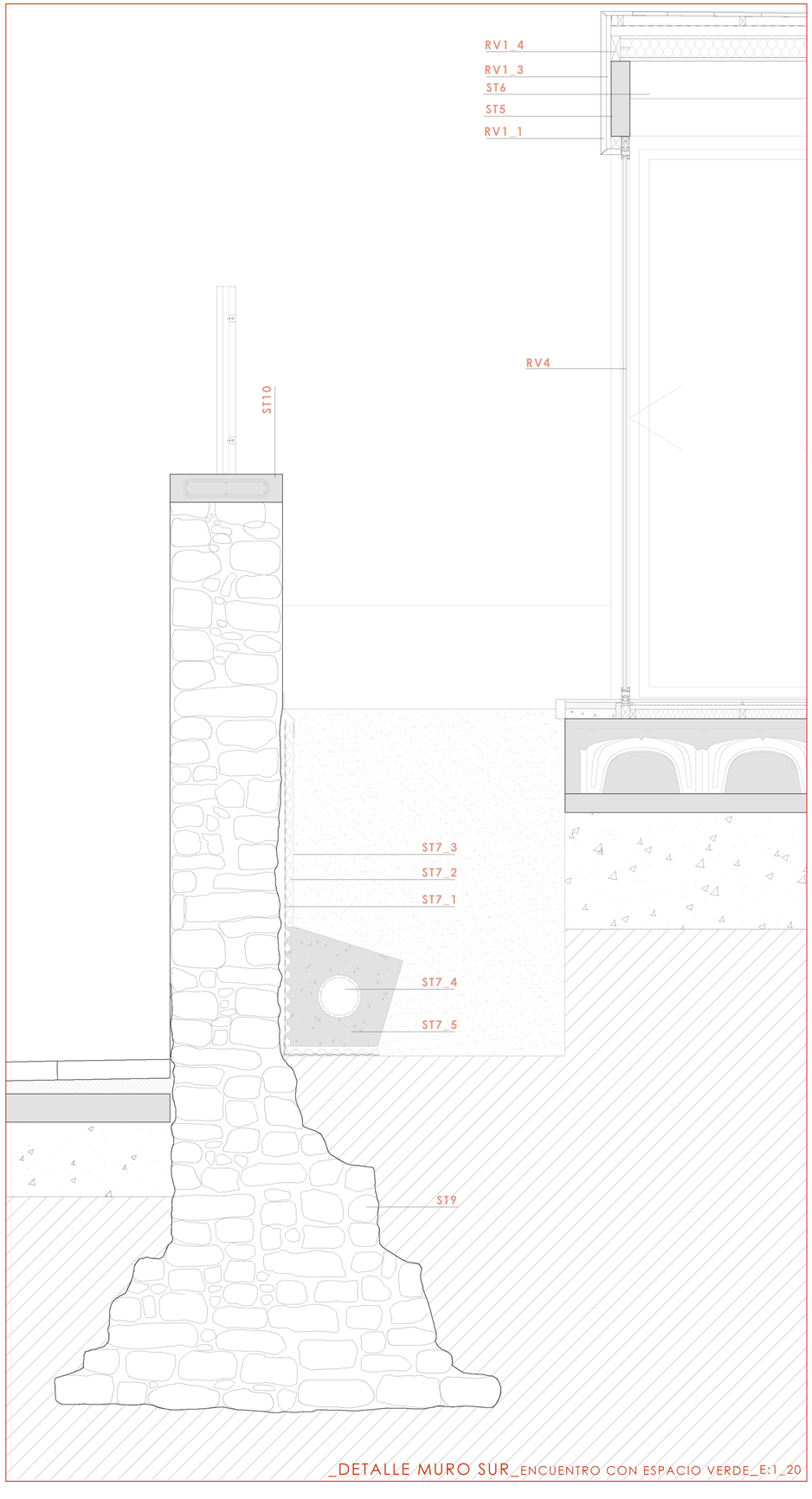
INST_INSTALACIONES

INS2_Instalación inodoro baños aula

4.3_Detalles constructivos encuentro solera-muro sur_1/20



_DETALLE MURO SUR_ENCUENTRO CON SOLERA_E:1_20



_DETALLE MURO SUR_ENCUENTRO CON ESPACIO VERDE_E:1_20

RV_REVESTIMIENTOS VERTICALES Y PARTICIONES

RV1_Cerramiento de fachada

RV1_1 ACABADO EXT Rastreles verticales en madera de pino, de 62 x 30 mm

RV1_3 Tablero (estructural) vertical aglomerado e hidrófugo, de 25 mm

RV1_4 Subestructura auxiliar en madera de pino, de 100 x 100 mm

RV4_Puerta exterior plegable de aluminio de la marca comercial SOLARLUX con vidrio CLIMALIT 6+12+6mm

FOR_FORJADO

FOR7_Solera de hormigón con mallazo diámetro 6 mm

FOR8_Sistema Cáviti para la ejecución de soleras ventiladas

FOR9_Hormigón de limpieza

FOR10_Capa de gravas y zahorras

FOR12_Canalón horizontal, evacuación aguas pluviales

FOR13_Acabado exterior, patio aulas

FOR14_Viga/nervio de hormigón armado, encuentro solera con muro mampostería

ST_ESTRUCTURA Y CIMENTACIÓN

ST5_Viga de madera laminada GL32h, de 300 x 100mm

ST6_Entrevigado de madera laminada GL32h, de 200 x 100mm

ST7_Aislamiento/evacuación humedad en cimentación

ST7_ 1 Lámina impermeable

ST7_2 Lámina gofrada

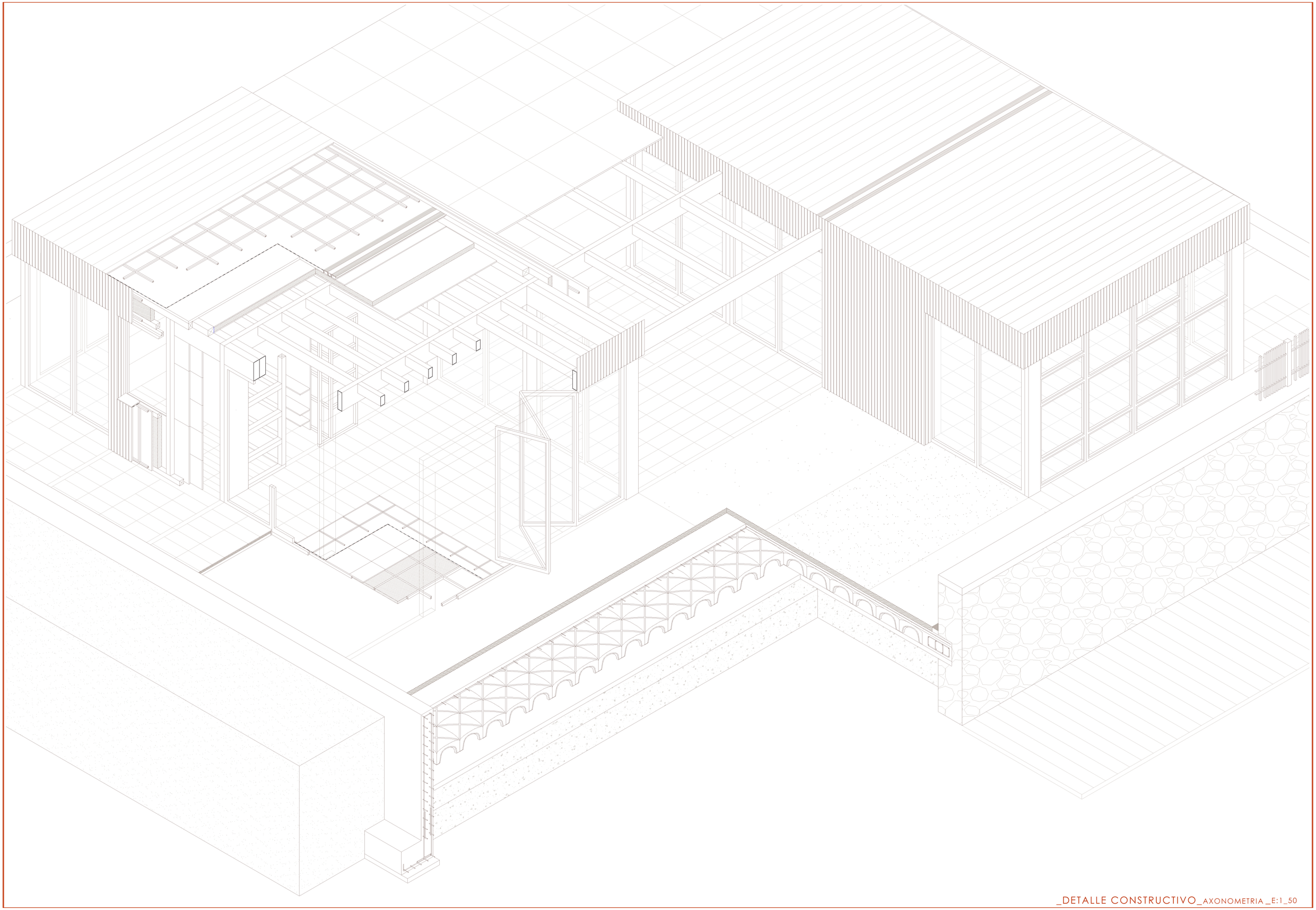
ST7_3 Lámina lámina geotextil protectora

ST7_4 Tubo drenante

ST7_5 Gravas drenantes

ST9_Muro de mampostería, 600 mm espesor

ST10_Remate de hormigón armad, 150 mm espesor

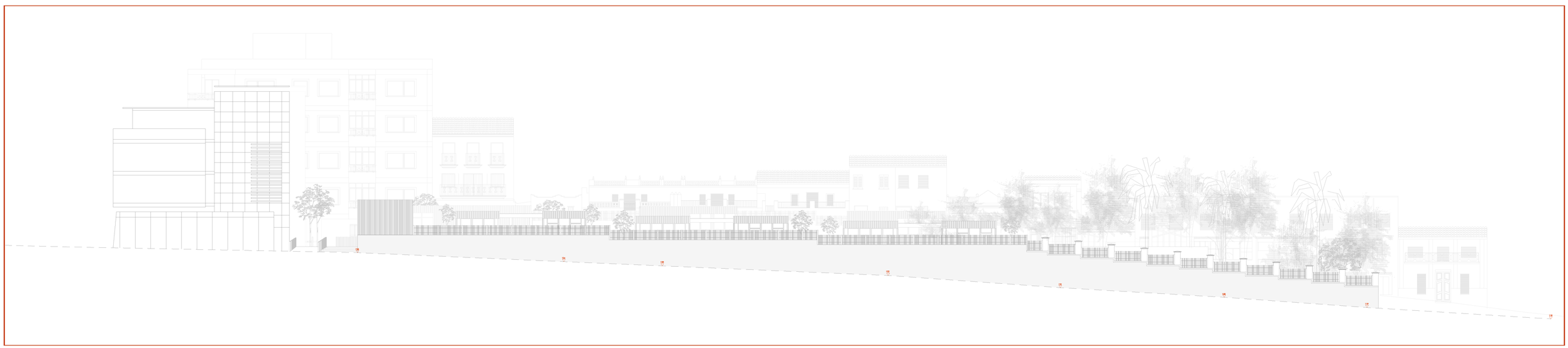


_DETALLE CONSTRUCTIVO_AXONOMETRIA _E:1_50

5_Alzados

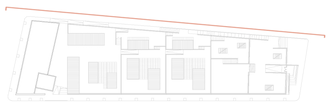
5.1_Alzado sur_1/200
5.2_Alzado norte_1/200

5.1_Alzado Sur_1/200



_ALZADO SUR E:1_200

5.2_Alzado Norte_1/200



_ALZADO NORTE E:1_200

CAPÍTULO 4

_La estructura: una construcción en madera

_Índice

1_Introducción

2_Justificación de la solución adoptada

3_Normativa empleada

4_Acciones permanentes

4.1_Peso propio
4.2_Cubierta
4.3_Cerramiento
4.4_Forjado

5_Acciones variables

5.1_Sobrecarga de uso
5.2_Sobrecarga de nieve
5.3_Sobrecarga de viento
5.3.1_Análisis global de la estructura
5.4 Acción térmica

6_Acciones accidentales

6.1_Sismo

7_Estados Límite

7.1_Estados Límite Últimos
7.2_Estados Límite de Servicio

8_Durabilidad

8.1_Protección de la madera
8.2_Recomendaciones constructivas

9_Combinación de acciones

9.1_Hipótesis de cálculo
9.2_E.L.U
9.3_E.L.S

10_Materiales

10.1_Materiales utilizados en cimentación
10.2_Materiales utilizados en estructura aérea
10.2.1_Pórticos en madera
10.2.2_Zunchos y correas en madera
10.2.3_Coeficientes de minoración
10.2.4_Ensayos a realizar

11_Cálculo de la estructura unidireccional (pórtico)

12_Cálculo de los elementos en madera

13_Resistencia al fuego en estructuras de madera

13.1_Método de la sección reducida

14_Comprobaciones E.L.S

14.1_Deformaciones verticales en la estructura horizontal FLECHAS
14.2_Deformaciones horizontales en la estructura DESPLOME

15_Resumen de las secciones

16_Conclusión

17_Información gráfica de la estructura

_La construcción

Otro de los aspectos fundamentales a la hora de concebir un edificio son las premisas que establecemos para su materialización. Desde el enunciado del ejercicio se plantea la necesidad de entender la construcción no sólo como la resolución de un problema técnico, sino como una disciplina que permite pensar la arquitectura, como un aspecto fundamental de la misma.

Intencionalmente se ha planteado resolver un edificio suficientemente pequeño para que todas las cuestiones técnicas puedan ser abordadas con solvencia. No obstante, se trata de aprovechar el bagaje del que se dispone, pero también de promover la investigación y la búsqueda en los ámbitos que resulten de interés para el proyecto.

Entendemos que construcción y espacio son temas que indefectiblemente van de la mano, por lo tanto para lograr unos determinados objetivos espaciales, será fundamental tomar ciertas decisiones de base con respecto a lo material incluyendo a la estructura, como a las instalaciones y a la materialidad. Es en este sentido donde se plantea la necesidad de establecer un compromiso con un determinado sistema constructivo desde los momentos iniciales del proyecto.

1_Introducción

En el siguiente apartado de la memoria se va a realizar la descripción y justificación de la solución estructural adoptada en el proyecto, así como el predimensionado de la estructura que conforma el pabellón tipo de las aulas del proyecto y que son extrapolables al resto de pabellones. Todo esto, por supuesto, en base a la normativa vigente.

2_Justificación de la solución adoptada

El diseño de la estructura se incorpora al proyecto desde el inicio, es más, este, es determinante a la hora de proyectar el espacio deseado.

El proyecto desarrolla un edificio compuesto por diversos pabellones, concretamente diez, con cubiertas planas y cuyos pabellones correspondientes a las aulas quedan desplazados entre sí para conformar dos espacios exteriores donde uno de ellos queda bajo cubierta.

Puesto que se trata de un edificio integrado en la naturaleza que nos muestra el parque existente, en contacto directo con todos los elementos que componen el medio, que transmite una sensación de calidez y confort a sus usuarios (niños + público), de ligereza y prefabricación de cada una de sus piezas sin la utilización de maquinaria pesada y apostando por la combinación del artesano y la industria; se opta por resolver la totalidad del edificio en madera, incluyendo su estructura y adoptando las medidas de seguridad necesarias frente a agentes externos (apartado de durabilidad).

El sistema estructural del pabellón resuelto presenta las siguientes características: pórticos unidireccionales cada 2,4 m (2 módulos de 1,2 m) arriostrados tanto en cubierta como en cerramientos, todo ello resuelto mediante madera laminada encolada. La modulación espacial de 1,20m que rige toda la intervención, permite facilitar el replanteo, la ejecución de la obra, el acopio de los diferentes materiales, la optimización del material, etc.

El empleo de elementos de arriostramiento como las correas en cubierta o los montantes y travesaños en los cerramientos, mejora el comportamiento estructural, permitiendo que las vigas y pilares de cada pórtico trabajen en conjunto como elementos rígidos frente a acciones horizontales y solidarizando todas las piezas principales de la estructura.

El encuentro entre la madera y el terreno es un punto clave a resolver y que se ha tratado de adoptar lo más posible a este tipo de solución. Por tanto, en un principio se planteó elevar el edificio sobre la rasante de las plataformas mediante unos enanos de cimentación de hormigón armado, pero posteriormente se decidió resolverlo mediante unas zapatas con unos pequeños enanos y una solera de hormigón que conforman la cota del suelo y mediante placas de anclaje conectar la estructura de madera a la cimentación.

3_Normativa empleada

Se han tenido en cuenta las siguientes normativas vigentes:

CTE DB SE	Seguridad estructural
CTE DB SE-AE	Seguridad estructural-Acciones en la edificación
CTE DB SE-M	Seguridad estructural-Madera
CTE DB SE-C	Seguridad estructural-Cimientos
CTE DB SI	Seguridad en caso de incendios
NCSE 02	Cálculo sismoresistente
UNE-ENV 1995	Eurocódigo 5: Estructuras de madera

4_Acciones permanentes

La construcción homogénea y modulada de todo el proyecto, permite establecer un orden claro en el cálculo de las acciones permanentes de cada parte.

*Notas:

"Para los técnicos y calculistas de estructuras que quieran proyectar con madera laminada, el aspecto más importante a considerar es la clase resistente de la madera, que lleva aparejada toda una serie de valores característicos de resistencia, densidades y módulos de elasticidad, que van a ser los que determinen finalmente el dimensionamiento de las piezas y de las uniones. Para madera laminada nos encontramos con 8 clases resistentes, pertenecientes a dos grandes grupos (GL24h, GL28h, GL32h, GL36h, GL24c, GL28c, GL32c y GL36c). Las dos letras iniciales (GL) indican que se trata de madera laminada encolada, el número indica la resistencia
de la pieza a flexión (en N/mm2) y la letra final indica si se trata de una composición homogénea de las láminas (h), es decir, que todas las láminas son de la misma clase resistente, o una composición combinada (c), con las láminas exteriores de una clase resistente superior".

"En España, lo más habitual es encontrar madera laminada de composición homogénea y, casi siempre, de la clase resistente GL24h. Si comparamos los valores característicos de la madera de composición homogénea y combinada, para una misma resistencia a flexión, nos damos cuenta de que la madera homogénea tiene valores característicos superiores en todo lo demás (tracción, compresión, cortante, módulo de elasticidad y módulo de cortante). Esto se debe a que la madera de composición combinada está pensada para optimizar su comportamiento a flexión, disponiendo láminas de calidad superior en los extremos, que son las zonas más eficaces (con mayor brazo de palanca) cuando la pieza trabaja a flexión, y penalizando el resto de valores característicos, en los que las láminas intermedias juegan un papel decisivo".

Arquitectura en madera. Cálculo de estructuras

4.1_Estructura_peso propio

Acciones permanentes - estructura				
Peso propio estructura		Dimensiones (m)	Peso específico KN/m^3	KN/m^2
	Clase			
Madera laminada vigas	GL32h	5,4 x 0,4 x 0,1	3,8	0,38
Madera laminada pilares	GL32h	3 x 0,3 x 0,1	3,8	0,38
Madera laminada zunchos	GL32h	2,4 x 0,4 x 0,1	3,8	0,38
Madera laminada viguetas	GL32h	2,4 x 0,2 x 0,1	3,8	0,38
			TOTAL	1,52

4.2_Cubierta_peso propio

Acciones permanentes - cubierta					
Tipo		Subtipo	Espesor (m)	KN/m^3	KN/m^2
Acabado Ext.		Madera de pino	0,03	6	0,2
Emparrillado		Rastreles horizontales y verticales de madera de pino	0,03	6	0,2
Tablero (estructural)		Contrachapado de madera	0,05	5	0,25
PANEL	Tablero	Madera aglomerado	0,016	5	0,08
	Aislante	XPS	0,1	0,02 cada 0,01m	0,2
	Tablero	Madera de fresno	0,019	4	0,08
	Acabado int.				
				TOTAL	1,01

4.3_Cerramiento_peso propio

Acciones permanentes - cerramiento				
Tipo	Subtipo	Espesor (m)	KN/m^3	KN/m^2
Acabado Ext.	Madera de pino	0,03	6	0,2
Emparrillado	Rastreles horizontales y verticales de madera de pino	0,03	6	0,2
Tablero (estructural)	Contrachapado de madera	0,025	5	0,12
Subestructura	Rastreles horizontales y verticales de madera de pino	0,1	6	0,6
Aislamiento	Lana mineral	0,1	0,02 cada 0,01m	0,2
Tablero (estructural)	Contrachapado de madera	0,025	5	0,12
Acabado Int.	Madera de fresno	0,025	4	0,1
			TOTAL	1,54

4.4_Forjado_peso propio

Acciones permanentes - forjado				
Tipo	Subtipo	Espesor (m)	KN/m^3	KN/m^2
Acabado Int.	Madera de fresno	0,015	4	0,06
Emparrillado	Rastreles horizontales y verticales de madera de pino	0,03	6	0,2
Tablero (estructural)	Contrachapado de madera	0,02	5	0,1
Aislamiento	Lana mineral	0,05	0,02 cada 0,01m	0,1
Subestructura	Rastreles horizontales y verticales de madera de pino	0,05	6	0,3
Solera	Hormigón aramado (ha30) con mallazo diámetro 6 mm	0,15	30	4,5
Sistema cavity		0,3	----------	1
			TOTAL	6,26

5_Acciones variables

5.1_Sobrecarga de uso

Sobrecarga de uso	
Tipo	**KN/m^2**
Cubierta accesible únicamente para conservación Subcategoría G1_cubierta con inclinación inferior a 20° (Tabla 3.1 SE-AE)	1
Zona de acceso al público con mesas y sillas_Clase C1 (Tabla 3.1 SE-AE)	3
TOTAL	4

5.2_Sobrecarga de nieve

Sobrecarga de nieve	
Tipo	**KN/m^2**
Carga de nieve ($qn = \mu \cdot s_k$)	0,2

*Datos:

- Coeficiente de forma:
***μ = 1** para cubiertas con inclinación < 30° (apart. 3.5.3 CTE DB SE-AE)*

- Sobrecarga de nieve sobre terreno horizontal:
***sk = 0,2 kN/m2** (Benaguacil, Tabla E.2 anejo E CTE DB SE-AE)*

5.3_Sobrecarga de viento

*Notas:

Al tratarse de una estructura unidireccional, construida siempre con los pórticos transversales a la dirección principal de cada pieza, pero teniendo en cuenta la distancia entre dichos pórticos y la geometría de la pieza, se analizará el viento en las dos direcciones principales.

“En naves y construcciones diáfanas, sin forjados que conecten las fachadas, la acción de viento debe individualizarse en cada elemento de superficie exterior” (CTE DB SE-AE 3.3.4 Coeficiente eólico global)

Se considerará que la fuerza del viento actúa de manera perjudicial a cada uno de los cerramientos verticales que se consideran en cálculo, apareciendo fuerzas de presión y succión.

En el modelo 3D de cálculo, se aplicarán las acciones del viento en forma de carga lineal al ámbito de carga que las tablas del Anejo D por cálculo determinen.

5.3_Sobrecarga de viento

*Notas:

Al tratarse de una estructura unidireccional, construida siempre con los pórticos transversales a la dirección principal de cada pieza, pero teniendo en cuenta la distancia entre dichos pórticos y la geometría de la pieza, se analizará el viento en las dos direcciones principales.

“En naves y construcciones diáfanas, sin forjados que conecten las fachadas, la acción de viento debe individualizarse en cada elemento de superficie exterior” (CTE DB SE-AE 3.3.4 Coeficiente eólico global)

Se considerará que la fuerza del viento actúa de manera perjudicial a cada uno de los cerramientos verticales que se consideran en cálculo, apareciendo fuerzas de presión y succión.

En el modelo 3D de cálculo, se aplicarán las acciones del viento en forma de carga lineal al ámbito de carga que las tablas del Anejo D por cálculo determinen.

_Análisis global de la estructura en su comportamiento frente a viento.

Qe = Qb x Ce Cp

*Datos:

_Presión dinámica del viento (Anejo D figura D.1 CTE DB SE-AE)
qb = 0,42 KN/m2 (Zona A, Valencia, Benaguacil)

_Coeficiente de exposición (Tabla 3.4 CTE DB SE-AE)

Ce = F (F + 7K) ; F = Kln (max (z,Z)/L)

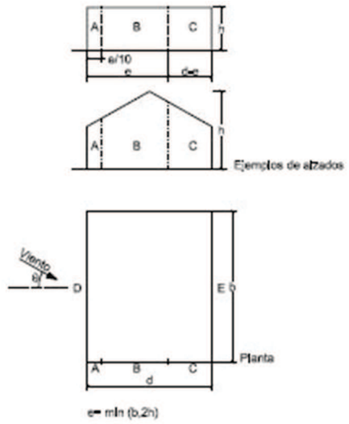
_Grado de aspereza del entorno: IV (zona urbana en general)_tabla D.2 CTE DB SE-AE

_ k = 0,24
_ L = 1
_ Z = 10

F = 0,24ln (10/1) = 0,5526
Ce = 0,5526(0,5526 + 7x0,24) = 1,23 ; (h=3,6 m)

_Coeficiente de presión (Tabla D.4 CTE DB SE-AE)

Tabla D.3 Paramentos verticales



A (m^2)	h/d	Zona (según figura), -45° < θ < 45°				
		A	B	C	D	E
≥ 10	5	-1,2	-0,8	-0,5	0,8	-0,7
	1	"	"	"	"	-0,5
	≤ 0,25	"	"		0,7	-0,3
5	5	-1,3	-0,9	-0,5	0,9	-0,7
	1	"	"	"	"	-0,5
	≤ 0,25	"	"	"	0,8	-0,3
2	5	-1,3	-1,0	-0,5	0,9	-0,7
	1	"	"	"	"	-0,5
	≤ 0,25	"	"	"	0,7	-0,3
≤ 1	5	-1,4	-1,1	-0,5	1,0	-0,7
	1	"	"	"	"	-0,5
	≤ 0,25	"	"	"	"	-0,3

* Datos:

_h = 3,6 m e = min(b,2h) = (10,2,2x3,6) = 7,2 m
_b = 10,2 m h/d = 0,63
_d = 5,7 m

Viento_paramentos verticales							
Tipo	Área (m^2)	h/d	A	B	C	D	E
	>10	0,63	-1,2	-0,8	--------	0,75	-0,31

ZONA A = Qv = 0.42 x 1.23 x (-1.2) x 10.2 m = - 6.32 Kn/m

ZONA B = Qv = 0.42 x 1.23 x (-0.8) x 10.2 m = - 4.21 Kn/m

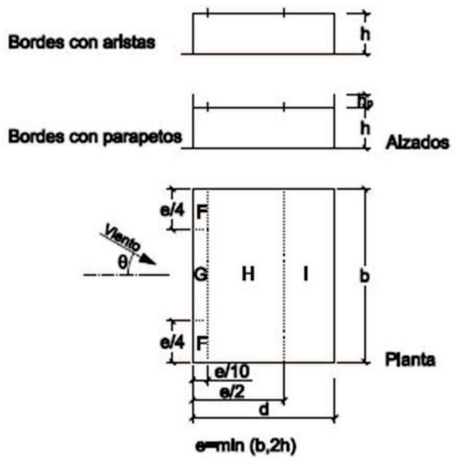
ZONA D = Qv = 0.42 x 1.23 x (0.75) x 10.2 m = 3.95 Kn/m

ZONA E = Qv = 0.42 x 1.23 x (-0.31) x 10.2 m = - 1.63 Kn/m

Para el posterior cálculo de las hipótesis se opta por coger:

_Carga de presión: Vpc = 3.95 Kn/m
_Carga de succión: Vsc = -6.32 Kn/m

Tabla D.4 Cubiertas planas



	h_p/h	A (m^2)	Zona (según figura), $-45° < \theta < 45°$ 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
Con parapetos	0,025	≥ 10	-1,6	-1,1	-0,7	0,2 -0,2
		≤ 1	-2,2	-1,8	-1,2	0,2 -0,2
	0,05	≥ 10	-1,4	-0,9	-0,7	0,2 -0,2
		≤ 1	-2,0	-1,6	-1,2	0,2 -0,2
	0,10	≥ 10	-1,2	-0,8	-0,7	0,2 -0,2
		≤ 1	-1,8	-1,4	-1,2	0,2 -0,2

* Datos:

_h = 3,6 m e = min(b,2h) = (10,2,2x3,6) = 7,2 m
_b = 10,2 m
_d = 5,7 m

Viento_cubiertas planas					
Tipo	Área (m^2)	F	G	H	I
Bordes con aristas	>10	-1,8	-1,2	-0,7	0,2 -0,2

ZONA G = Qv = 0.42 x 1.23 x (-1.2) x 10.2 m = - 6.32 Kn/m

ZONA H = Qv = 0.42 x 1.23 x (-0.7) x 10.2 m = - 3.68 Kn/m

ZONA I1 = Qv = 0.42 x 1.23 x (0.2) x 10.2 m = 1.05 Kn/m

ZONA I2 = Qv = 0.42 x 1.23 x (-0.2) x 10.2 m = - 1.05 Kn/m

Para el posterior cálculo de las hipótesis se opta por coger:
_Carga de presión: Vpcub = 1.05 Kn/m
_Carga de succión: defecto favorable en cubiertas, no se tienen en cuenta.

5.4_Acción térmica

Los edificios y sus elementos están sometidos a deformaciones y cambios geométricos debidos a las variaciones de la temperatura ambiente exterior. La magnitud de las mismas depende de las condiciones climáticas del lugar, la orientación y de la exposición del edificio, las características de los materiales constructivos y de los acabados y revestimientos, y del régimen de calefacción y ventilación interior, así como del aislamiento térmico.

Las variaciones de la temperatura en el edificio conducen a deformaciones de todos los elementos constructivos, en particular, los estructurales, que, en los casos en los que estén impedidas, producen tensiones en los elementos afectados. La disposición de juntas de dilatación puede contribuir a disminuir los efectos de las variaciones de la temperatura en edificios en los que existan elementos continuos de más de 40 m de longitud.

El proyecto se construye íntegramente en madera, excepto la cimentación, y al ser construido mediante pabellones no existen elementos de más de 40 m de longitud, además todos ellos están ligera y adecuadamente separados entre sí, siendo despreciables para el cálculo.

6_Acciones accidentales

6.1_Sismo

La Norma de Construcción Sismorresistente: NCSE-02, es de aplicación en el cálculo del presente proyecto. De acuerdo con dicha norma, se trata de una construcción de importancia normal.

En el término municipal de Benaguacil, la aceleración sísmica básica, ab , tiene un valor de 0,05•g; por tanto, siguiendo las indicaciones de la NCSE-02 es obligatoria la consideración de dichas acciones en el cálculo de la estructura.

Aceleración sísmica de cálculo	
Tipo	
Aceleración de cálculo (ac = S·ρ·ab)	0,064g

*Datos:

- Aceleración sísmica de cálculo:
ab = 0,05•g (Benaguacil, NCSE-02)

- Coeficiente de contribución:
k = 1 (Benaguacil, NCSE-02)

- Coeficiente adimensional de riesgo:
ρ = 1 (estructura de importancia normal, NCSE-02)

- Coeficiente de amplificación del terreno:
C = 1,6 (suelo granular de compacidad media, Tipo III, NCSE-02)

- Coeficiente amplificación del terreno:
S = 1,28 (S=C/1,25; ρ•ab ≤ 0,1•g, NCSE-02)

_Aún teniendo en cuenta la aceleración sísmica de cálculo, la mejor opción para el adecuado comportamiento del edificio es el correcto diseño de la estructura del mismo. Por ello se considera que el diseño es lo suficientemente adecuado para poder obviar la acción sísmica para el cálculo de la estructura.

7_Estados Límite

La estructura se ha analizado y dimensionado frente a los estados límite, que son aquellas situaciones en que, en caso de verse superadas, puede considerarse que el edificio no cumple alguno de los requisitos estructurales por los cuales ha sido concebido.

7.1_Estados Límite Últimos

La estructura se ha calculado frente a los Estados Límite Últimos, que son los que, en caso de ser superados, constituyen un riesgo para las personas por producirse un colapso total o parcial del edificio. En general se ha considerado:

A. Pérdida de equilibrio del edificio o de una parte de éste, considerándolo como cuerpo rígido.
B. Fallo por deformación excesiva, convirtiendo la estructura en un mecanismo.
C. Rotura de los elementos estructurales o de sus uniones.
D. Desgaste por efectos de la fatiga o la corrosión.

Se ha comprobado que hay suficiente resistencia de la estructura portante, de todos os elementos estructurales, secciones, puntos y uniones entre elementos, para que en todas las situaciones de dimensionado pertinentes se cumple la condición: Ed ≤ Rd, siendo Ed el valor de cálculo del efecto de acciones y Rd el valor de cálculo de la resistencia correspondiente.

Se ha comprobado que hay suficiente estabilidad del conjunto del edificio y todas las partes independientes del mismo, porque las situaciones de dimensionado pertinentes se cumple la condición: Ed, dst ≤ Ed, Stb, siendo Ed, dst el valor de cálculo del efecto de las acciones desestabilizadoras y Ed, Stb el valor de cálculo de las acciones estabilizadoras.

7.2_Estados Límite de Servicio

La estructura se ha calculado frente a los Estados Límite de servicio, que son los que en caso de ser superados afectan al confort y al bienestar de los usuarios o terceras personas, el correcto funcionamiento del edificio o la semejanza de la construcción.

Los E.L.S. pueden ser reversibles o irreversibles. La reversibilidad se refiere a las consecuencias que exceden los límites especificados como admisibles, una vez desaparecidas las acciones que las han producido. En general se han considerado las siguientes:

A. Las deformaciones (flechas, asientos o desplomes) que afecte a la semejanza de una obra, al confort de los usuarios o al funcionamiento de los equipos e instalaciones.
B. Las vibraciones que causan la falta de confort de las personas, o que afectan a la funcionalidad de la obra.
C. Los daños o el deterioro que pueden afectar desfavorablemente a la semejanza, la durabilidad o la funcionalidad de la obra.

Las verificaciones de E.L.S., que aseguran la aptitud al servicio de la estructura, han comprobado su comportamiento adecuado en relación con las deformaciones, las vibraciones y el deterioro, porque se cumple, por las situaciones de dimensionado pertinentes, que el efecto de las acciones no alcanza el valor límite establecido por dicho efecto en el DB-SE.

8_Durabilidad_DB SE-M

La durabilidad de los elementos estructurales de madera, viene condicionada por la acción derivada de agentes externos, bióticos y abióticos, durante su periodo de vida útil, además de sus características de durabilidad natural debido a los componentes situados en la albura y el duramen.

Los fenómenos de degradación, al igual que en el resto de materiales, originan en general modificaciones de las características y propiedades mecánicas de la madera, que se deben tener en cuenta.

Habitualmente se emplea la protección preventiva de la madera para evitar ataques relacionados con agentes bióticos, mientras que un correcto diseño constructivo, suele ser la mejor solución para evitar exposiciones de la madera frente a agentes agresivos, como por ejemplo, los meteorológicos.

El concepto de clase de uso está relacionado con la probabilidad de que un elemento estructural sufra ataques por agentes bióticos, y principalmente es función del grado de humedad que llegue a alcanzar durante su vida de servicio.

Clase de uso 2 (DB-SE-M): el elemento estructural está a cubierto y protegido de la intemperie pero, debido a las condiciones ambientales, se puede dar ocasionalmente un contenido de humedad de la madera mayor que el 20% en parte o en la totalidad del elemento estructural.

8.1_Protección de la madera

1_Elección del tipo de protección frente a agentes bióticos (Tabla 3.1 DB-SE-M)

Nivel de penetración NP (UNE EN 351-1):

El elemento de madera deberá recibir un tratamiento superficial en todas sus caras con un producto insecticida y fungicida. Para la protección de piezas de madera laminada encolada: En el caso de protección para la clase de uso 2, se realizará sobre la pieza terminada para evitar que trabajos mecánicos posteriores, como puede ser el cepillado o taladrado, puedan afectar al tratamiento de protección. Es necesario destacar que cada especie y zona (albura y duramen) tiene asociada una impregnabilidad, por lo que el tratamiento prescrito debe ser compatible con la especie a emplear.

2_Protección preventiva frente a agentes meteorológicos:

El mejor protector frente a los agentes meteorológicos es el diseño constructivo, y especialmente las medidas que evitan o minimizan la retención de agua. En elementos estructurales situados al exterior deben usarse productos que permitan el intercambio de humedad entre el ambiente y la madera. Se recomienda el empleo de protectores superficiales que no formen una capa rígida permitiendo el intercambio de vapor de agua entre la madera y el ambiente como lásures de poro abierto.

8.2_Recomendaciones constructivas

Un diseño adecuado requiere unos detalles correctos, que permitan mejorar la durabilidad de la estructura de madera. Es por ello, que las principales recomendaciones constructivas tienen como finalidad, reducir la humedad que puedan alcanzar los diferentes elementos que componen una estructura portante de madera.

A_Disponer materiales separadores, como láminas impermeables, entre las cimentaciones o muros de hormigón y los soportes o vigas de madera que se apoyan en los mismos.
B_Evitar o disminuir las humectaciones procedentes del suelo aislando, separando o protegiendo el arranque de la estructura desde el terreno.
C_Se deben evitar aquellas uniones en las que se pueda acumular agua, sobretodo en zonas expuestas.
D_Ventilar correctamente todos los elementos de madera para evitar humedades accidentales y la aparición de condensaciones.
E_Proteger la cara superior de los elemento de madera, expuestos directamente a la intemperie.

9_Combinación de acciones

9.1_Hipótesis de cálculo

Para el cálculo de los elementos estructurales se han considerado los siguientes supuestos:

Hipótesis de cálculo	
Descripción	**Abreviatura**
Peso propio (permanente, G_k)	**PP**
Sobrecarga de Uso (variable, Q_k)	**SU**
Sobrecarga de Nieve (variable, Q_k)	**N**
Viento succión cerramiento (variable, Q_k)	**Vsc**
Viento presión cerramiento (variable, Q_k)	**Vpc**
Viento presión cubierta (variable, Q_k)	**Vpcub**

Hipótesis de cálculo	
Descripción	**Abreviatura**
Valor característico de las acciones permanentes	G_k
Valor característico de las acciones variable permanentes	Q_{k1}
Valor característico de las acciones variables secundarias	Q_{ki}
Coef. de combinación acción variable	Ψ_{0i}
Coef. parcial de seguridad acciones permanentes	Y_G
Coef. parcial de seguridad acciones variables	Y_Q
Coef. valor frecuente acción variable	Ψ_{1i}
Coef. valor casi permanente acción variable	Ψ_{2i}

9.2_Estados Límite Últimos

Una vez implantadas estas abreviaturas, se procede a establecer todas las combinatorias respectivas a ELU y ELS. Se procede de forma simplificada en las siguientes tablas.

Situación persistente $\Sigma Y_G \cdot G_k + Y_{Q1} \cdot Q_{k1} + \Sigma Y_{Qi} \cdot \Psi_{0i} \cdot Q_{ki}$

ELU	$Y_G \cdot G_k$		$Y_{Q1} \cdot Q_{K1}$		$\Sigma Y_{Qi} \cdot \Psi_{0i} \cdot Q_{ki}$											
1	1,35	PP	1,5	SU	1,5	0,5	N	1,5	0,6	Vsc	1,5	0,6	Vpc	1,5	0,6	Vpcub
2	1,35	PP	1,5	N	1,5	0,7	SU	1,5	0,6	Vsc	1,5	0,6	Vpc	1,5	0,6	Vpcub
3	1,35	PP	1,5	Vsc	1,5	0,7	SU	1,5	5	N	1,5	0,6	Vpc	1,5	0,6	Vpcub
4	1,35	PP	1,5	Vpc	1,5	0,5	N	1,5	0,7	SU	1,5	0,6	Vsc	1,5	0,6	Vpcub
5	1,35	PP	1,5	Vpcub	1,5	0,7	SU	1,5	0,5	N	1,5	0,6	Vsc	1,5	0,6	Vpc

Situación extraordinaria $\Sigma Y_G \cdot G_k + Y_{Q1} \cdot \Psi_{1i} \cdot Q_{k1} + \Sigma Y_{Qi} \cdot \Psi_{2i} \cdot Q_{ki}$

ELU	$Y_G \cdot G_k$		$Y_{Q1} \cdot \Psi_{1i} \cdot Q_{K1}$			$\Sigma Y_{Qi} \cdot \Psi_{2i} \cdot Q_{ki}$										
1	1,35	PP	1,5	0,7	SU	1,5	0	N	1,5	0	Vsc	1,5	0	Vpc	1,5	0	Vpcub
2	1,35	PP	1,5	0,5	Vsc	1,5	0,6	SU	1,5	0	N	1,5	0	Vpc	1,5	0	Vpcub
3	1,35	PP	1,5	0,2	N	1,5	0,6	SU	1,5	0	Vsc	1,5	0	Vpc	1,5	0	Vpcub
4	1,35	PP	1,5	0,5	Vpc	1,5	0	N	1,5	0,6	SU	1,5	0	Vsc	1,5	0	Vpcub
5	1,35	PP	1,5	0,5	Vpcub	1,5	0,6	SU	1,5	0	N	1,5	0	Vsc	1,5	0	Vpc

9_Combinación de acciones

9.3_Estados Límite de Servicio

:

Situación de corta duración irreversible $\Sigma G_k + Q_{k1} + \Sigma \Psi_{0i} \cdot Q_{ki}$										
ELU	G_k	Q_{k1}	$\Sigma \Psi_{0i} \cdot Q_{ki}$							
1	PP	SU	0,5	N	0,6	Vsc	0,6	Vpc	0,6	Vpcub
2	PP	Vsc	0,7	SU	0,5	N	0,6	Vpc	0,6	Vpcub
3	PP	N	0,7	SU	0,6	Vsc	0,6	Vpc	0,6	Vpcub
4	PP	Vpc	0,5	N	0,7	SU	0,6	Vsc	0,6	Vpcub
5	PP	Vpcub	0,7	SU	0,5	N	0,6	Vsc	0,6	Vpc

Situación de corta duración reversible $\Sigma G_k + \Psi_{1i} Q_{ki} + \Sigma \Psi_{2i} \cdot Q_{ki}$										
ELU	G_k	$\Psi_{1i} \cdot Q_{k1}$		$\Sigma \Psi_{2i} \cdot Q_{ki}$						
1	PP	0,7	SU	0	N	0	Vsc	0	Vpc	0	Vpcub
2	PP	0,2	N	0,6	SU	0	Vsc	0	Vpc	0	Vpcub
3	PP	0,5	Vsc	0,6	SU	0	N	0	Vpc	0	Vpcub
4	PP	0,5	Vpc	0,6	SU	0	N	0	Vsc	0	Vpcub
5	PP	0,5	Vpcub	0,6	SU	0	N	0	Vsc	0	Vpc

Situación de larga duración $\Sigma G_k + \Sigma \Psi_{2i} \cdot Q_{ki}$										
ELU	G_k	$\Sigma \Psi_{2i} \cdot Q_{ki}$								
1	PP	0,6	SU	0	N	0	Vsc	0	Vpc	0	Vpcub

Una vez establecidas todas las combinatorias, obtenemos el valor de cada una de ellas.

_Acciones

Acciones	Kn/m^2
PP	10,3
SU	4
N	0,2
Vsc	6,32
Vpc	3,95
Vpcub	1,05

_Combinatorias ELU

Hipótesis	Kn/m^2
1	30,24
2	28,6
3	32,3
4	30,81
5	29,07

Hipótesis	Kn/m^2
1	18,1
2	22,25
3	17,56
4	20,46
5	18,3

_Combinatorias ELS
:

Hipótesis	Kn/m^2
1	21,2
2	22,5
3	20,1
4	21,57
5	20,41

Hipótesis	Kn/m^2
1	13,1
2	12,74
3	15,86
4	14,67
5	13,2

Hipótesis	Kn/m^2
1	12,4

10_Materiales

10.1_Materiales utilizados en cimentación:

Hormigón - in situ	
Descripción	**Datos**
Designación	HA - 30/B/20/IIIa
Clase general de exposición	IIIa
Cemento	CEM II/A-S 42,5 R MR
Máxima relación A/C	0,5
Mínimo cemento	300 kg/m^3
Resistencia carácterística del hormigón	30N/mm^2
Recubrimiento mínimo nominal	40 mm
Módulo de elasticidad a los 28 días	28.600 N/mm^2
Consistencia	Blanda
Diámetro máximo de árido	20 mm

Acero armaduras	
Descripción	**Datos**
Designación	B-500S
Límite Elástico	500 N/mm2
Módulo de Poisson	0,3 (v)
Módulo de Elasticidad	200.000 N/mm2

10.2_Materiales utilizados en estructura aérea (madera):

Madera laminada	
Descripción	**Datos**
Designación	GL32h
Denominación	*Pino pinaster*
Calidad (SE-M Tabla C.1)	ME-1
Resistencia característica a flexión (SE-M Tabla E.1)	24N/mm^2
Resistencia característica a compresión paralela (SE-M Tabla E.1)	24N/mm^2
Módulo de elasticidad (SE-M Tabla E.1)	11.600 N/mm^2

10_Materiales

10.2.1_Pórticos de madera

Madera laminada	
Descripción	**Datos**
Designación	GL32h
Denominación	*Pino pinaster*
Calidad (SE-M Tabla C.1)	ME-1
Resistencia característica a flexión (SE-M Tabla E.1)	24N/mm^2
Resistencia característica a compresión paralela (SE-M Tabla E.1)	24N/mm^2
Módulo de elasticidad (SE-M Tabla E.1)	11.600 N/mm^2

10.2.2_Zunchos y correas de madera

Madera laminada	
Descripción	**Datos**
Designación	GL32h
Denominación	*Pino pinaster*
Calidad (SE-M Tabla C.1)	ME-1
Resistencia característica a flexión (SE-M Tabla E.1)	24N/mm^2
Resistencia característica a compresión paralela (SE-M Tabla E.1)	24N/mm^2
Módulo de elasticidad (SE-M Tabla E.1)	11.600 N/mm^2

10.2.3_Coeficientes de minoración de los materiales estructurales

Hormigón	**1,5 (yc)**
Acero armaduras	**1,25 (ys)**
Madera	**1,25 (ym)**

10.2.4_Ensayos a realizar

Se realizarán los ensayos pertinentes en función del grado de control de la obra, de acuerdo con:

_EHE-08 hormigón
_CTE DB SE-A acero
_CTE DB SE-M madera

11_Cálculo de la estructura unidireccional (pórticos)

La aproximación al cálculo estructural empieza desde el planteamiento unidireccional de la totalidad de la estructura.
Se resuelve mediante un sistema de pórticos arriostrados en una de sus direcciones. A través de un pre-dimensionado inicial de la estructura, se calcula en base a las cargas permanentes y variables una solución que cumpla todas las exigencias establecidas por el CTE.

1_Se realiza la simplificación de calcular el pórtico "tipo" que conforma las aulas y asumir los resultados para la construcción del resto de pórticos de la estructura. De esta manera se consigue una homogenización en la construcción y clarificación de los elementos que conforman la estructura, quedando siempre del lado de la seguridad.

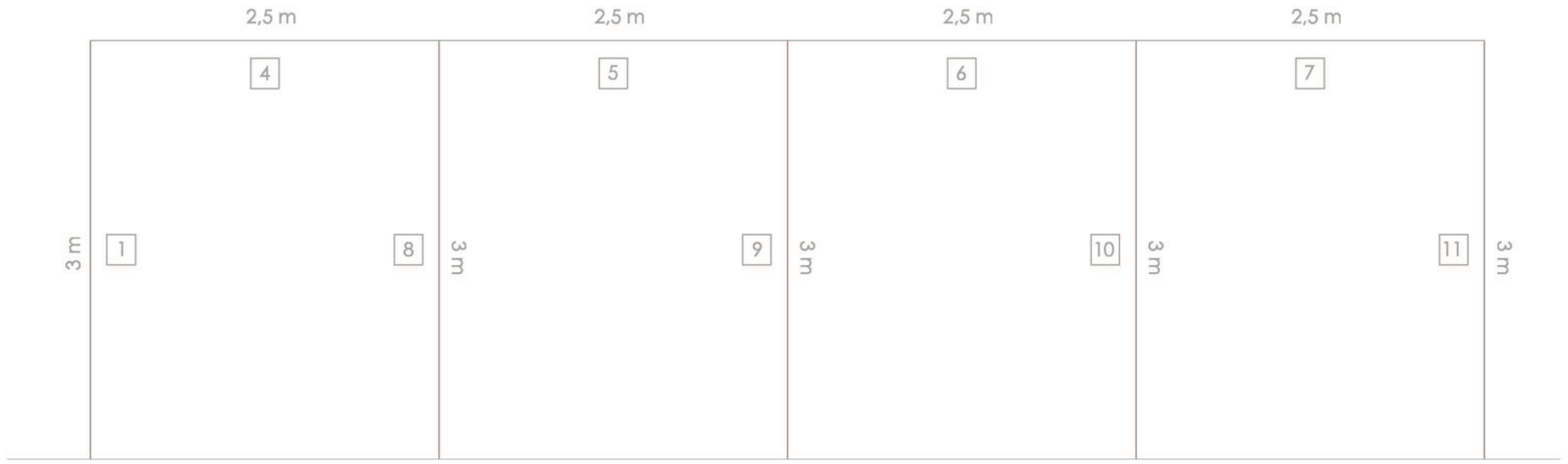
2_Se modeliza la estructura del pórtico-aula de la siguiente forma:

PILARES: MADERA LAMINADA GL32h
Dimensiones: 100 x 300 mm

VIGAS: MADERA LAMINADA GL32h
Dimensiones: 100 x 400 mm

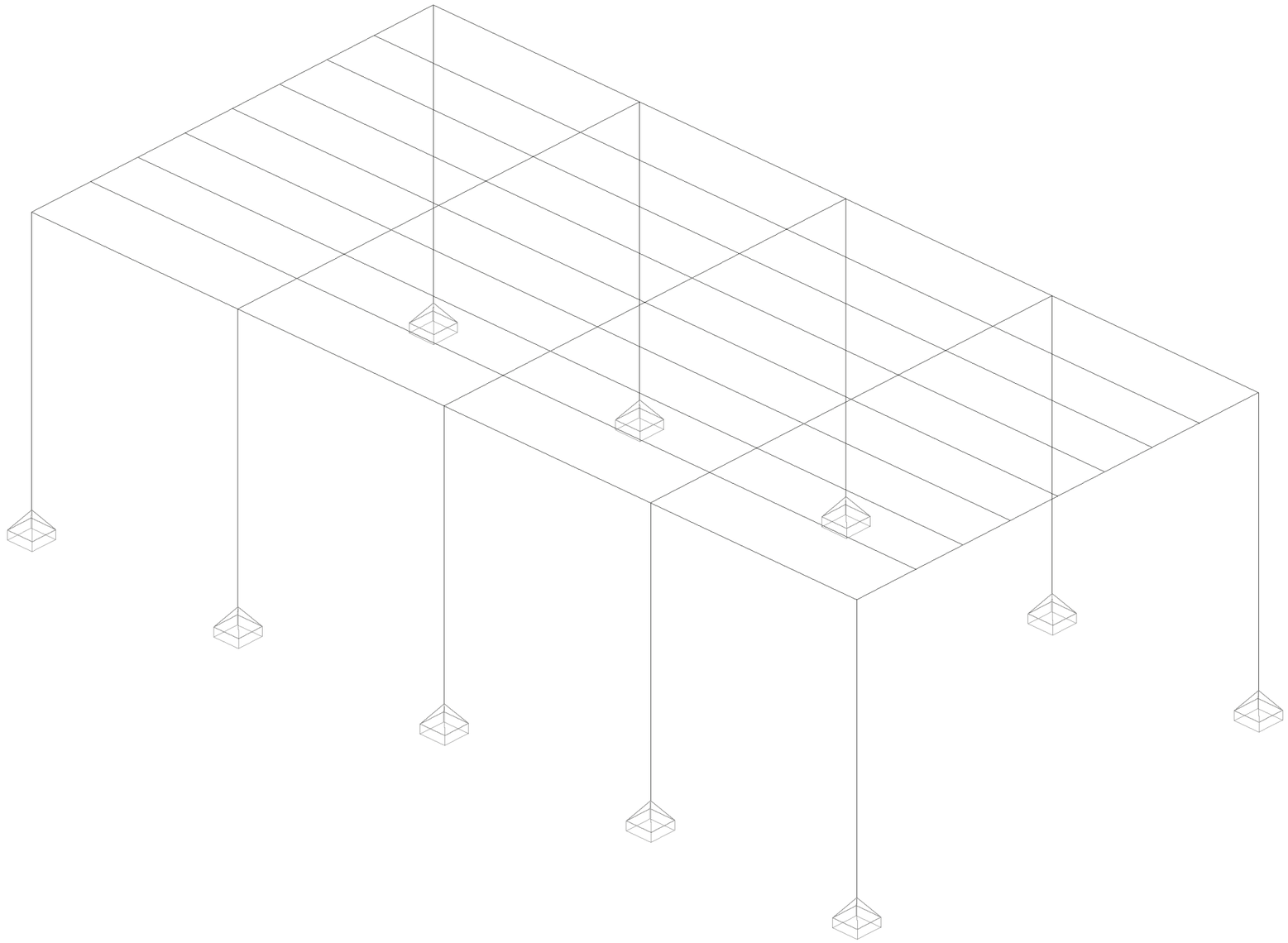
ENTREVIGADO: MADERA LAMINADA GL32h
Dimensiones: 100 x 200 mm

ZUNCHOS ATADO SUPERIOR:
MADERA LAMINADA GL32QH
Dimensiones: 2 x 100 x 400 mm



3_Mediante el programa de cálculo ARCHITRAVE, se lleva a cabo el cálculo de las solicitaciones que están actuando y con ello, la totalidad de la estructura teniendo en cuenta la modelización y la suposición inicial (pórtico más desfavorable).

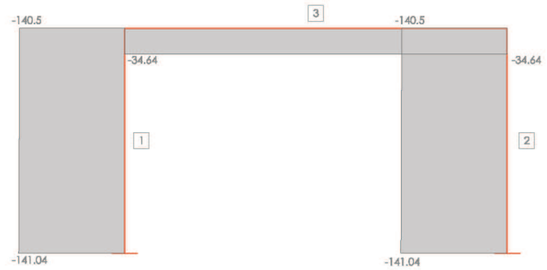
Una vez realizado el cálculo mediante Architrave, se obtienen los diagramas de solicitaciones. Estos se expresan a continuación para la situación más desfavorable.



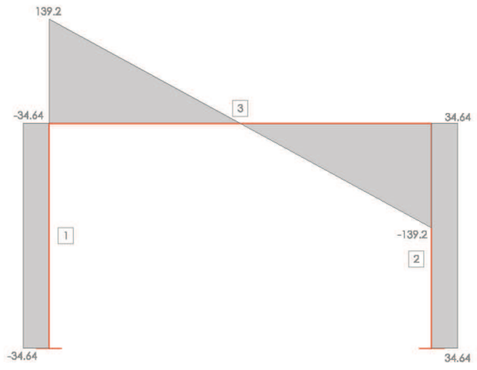
_Solicitaciones E.L.U_pórtico central pabellón aula_pilares 1y 2, viga, 3

A continuación se detallan los valores extraídos de las solicitaciones para realizar el posterior cálculo y dimensionamiento de la estructura respecto a los Estados Límites Últmos -

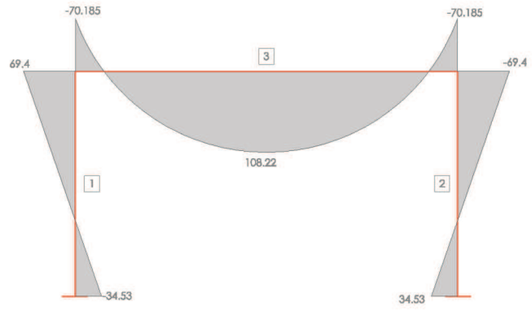
_Axiles (Nx)



_Cortantes (Vy)



_Momentos (My)



SOLICITACIONES E.L.U				
Barra	**Datos**	**Luz (m)**	**N_x (kN)**	**M_y (kN ·m)**
1	GL32h (100mm x 300mm)	3 m	-141,04	69,4
2	GL32h (100mm x 300mm)	3 m	-141,04	-69,4
3	GL32h (100mm x 4000mm)	5,1 m	-34,64	108,22

12_Cálculo de los elementos de madera

Obtenidos los datos anteriores, hemos de considerar los factores que afectan al comportamiento estructural de la madera. Estos vienen recogidos en Tabla 2.2.2 CTE DB SE-M.

Se debe tener en cuenta una clase de duración corta (Tabla 2.2 CTE DB SE-M) ya que en nuestra hipótesis de cálculo se ha tenido en cuenta la acción del viento (como acción de más corta duración).

Se elige una Clase de Servicio 1, debido a la ubicación del edificio en Benaguacil donde la humedad relativa sólo execeda el 65% unas pocos semanas al año (Tabla 2.2.2.2 CTE DB SE-M)

Tomando como coeficiente de seguridad el siguiente: (Tabla 2.3 CTE DB SE-M)

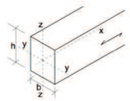
_Madera laminada encolada: γm = 1,25

Con esta serie de datos, se puede entrar en las tablas de cálculo proporcionadas por la Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Valencia, Estructuras de madera – CTE DB SE-M.

El cálculo respecto a los Estados Límites Últimos se realiza respecto a la Resistencia y Estabilidad de las barras del pórtico establecido. De esta forma se obtienen los siguientes resultados de acuerdo a las secciones adoptadas iniciales.

_BARRAS 1 Y 2_PILARES_RESISTENCIA

Madera	b (mm)	h (mm)	A (mm2)	Wy (mm4)	Wz (mm4)
GL36h	150	350	52500	3062500	1312500



duracion carga	clase de servicio	Kmod	γm
corta	1	0,9	1,25

Las solicitaciones se han de meter en las casillas en valor absoluto.

Nxd (+) (N)	Nxd (-) (N)	Myd (Nmm)	Mzd (Nmm)	Tzd (N)	Tyd (N)	Nxd (-) OBLICUA	α°
0	141.000	69.400.000	0	0	0	0	0
σt,0,d N/mm2	σc,0,d N/mm2	σm,y,d N/mm2	σm,z,d N/mm2	Tzd N/mm2	Tyd N/mm2	σc,α,d N/mm2	
0,00	2,69	22,66	0,00	0,00	0,00	0,00	
ft,0,k (N/mm2)	fc,0,k (N/mm2)	fm,y,k (N/mm2)	fm,z,k (N/mm2)	fv,z,k (N/mm2)	fv,y,k (N/mm2)	fc,90,k (N/mm2)	
26	31	36	36	4,3	4,3	3,6	
ft,0,d (N/mm2)	fc,0,d (N/mm2)	fm,y,d (N/mm2)	fm,z,d (N/mm2)	fv,z,d (N/mm2)	fv,y,d (N/mm2)	fc,α,d (N/mm2)	
18,72	22,32	25,92	25,92	3,10	3,10	2,59	
-	-	-	-	-	-	-	
0 %	12 %	87 %	0 %	0 %	0 %	0 %	

Myd, Mzd	Myd, Mzd, Nx(+)	Myd, Mzd, Nx(-)
-	-	cumple

$$\frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \le 1 \qquad 0\,\%$$
$$k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \le 1 \qquad 0\,\%$$

$$\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \le 1 \qquad 0\,\%$$
$$\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \le 1 \qquad 0\,\%$$

$$\left(\frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}}\right)^2 + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \le 1 \qquad 89\,\%$$
$$\left(\frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}}\right)^2 + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \le 1 \qquad 63\,\%$$

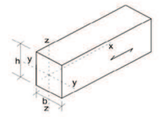
_BARRAS 1 Y 2_PILARES_ESTABILIDAD

Madera	b (mm)	h (mm)	L barra (mm)	A (mm2)	iy (mm4)
GL36h	150	350	3.000	52.500	101
	Wy (mm3)	Wz (mm3)	Iz (mm4)	Itor (mm4)	iz (mm4)
	3.062.500	1.312.500	98.437.500	287.437.500	43

duración carga	clase servicio	Kmod	γm
corta	1	0,9	1,25

Las solicitaciones se han de meter en las casillas en valor absoluto.

Nxd (-) (N)	Myd (Nmm)	Mzd (Nmm)
141.000	69.400.000	
σc,0,d (N/mm2)	σm,y,d (N/mm2)	σm,z,d N/mm2
2,69	22,66	0,00
fc,0,k (N/mm2)	fm,y,k (N/mm2)	fm,z,k (N/mm2)
31	36	36
fc,0,d (N/mm2)	fm,y,d (N/mm2)	fm,z,d (N/mm2)
22,32	25,92	25,92
12 % resistencia	87 % resistencia	0 % resistencia



$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{\chi_{c,y} f_{c,0,d}} \le 1$$
$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{\chi_{c,z} f_{c,0,d}} \le 1$$

PANDEO FLEXIONAL _causa Nxd(-)

Nxd (-)	Nxd (-), Myd y/o Mzd
-	cumple
0 %	100 %
0 %	78 %

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{\chi_{c,y} f_{c,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \le 1$$
$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{\chi_{c,z} f_{c,0,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \le 1$$

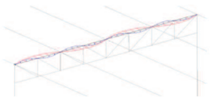
$$\sigma_{m,d} \le k_{crit} \cdot f_{m,d}$$

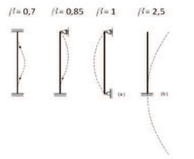
PANDEO TORSIONAL_causa Myd

Myd	Myd, Nxd (-)
-	cumple
0 %	93 %

$$\left(\frac{\sigma_{m,d}}{k_{crit} f_{m,d}}\right)^2 + \frac{\sigma_{c,0,d}}{\chi_{c,z} f_{c,0,d}} \le 1$$

PANDEO FLEXIONAL	
flexión en Y (eje fuerte)	flexión en Z (eje débil)
nº apoyos intermedios	nº apoyos intermedios
0	0
βy	βz
0,9	0,9
λy	λz
25,24	58,89
σc,crit,y (N/mm2)	σc,crit,z (N/mm2)
184,38	33,87
λrel,y	λrel,z
0,41	0,96
Ky	Kz
0,60	1,02
Xy	Xz
0,97	0,72
PANDEO TORSIONAL	
BETAv	
0,95	-
σm,crit (N/mm2)	
199,24	
λrel,m	
0,43	
Kcrit	
1,00	

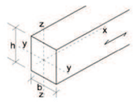




_BARRA 3_VIGA_RESISTENCIA

Madera	b (mm)	h (mm)	A (mm2)	Wy (mm4)	Wz (mm4)
GL36h	150	420	63000	4410000	1575000

duracion carga	clase de servicio	Kmod	γm
corta	1	0,9	1,25



Las solicitaciones se han de meter en las casillas en valor absoluto.

Nxd (+) (N)	Nxd (-) (N)	Myd (Nmm)	Mzd (Nmm)	Tzd (N)	Tyd (N)	Nxd (-) (N) OBLICUA	α°
0	34.640	108.220.000	0	0	0	0	0
σt,0,d N/mm2	σc,0,d N/mm2	σm,y,d N/mm2	σm,z,d N/mm2	Tzd N/mm2	Tyd N/mm2	σc,α,d N/mm2	
0,00	0,55	24,54	0,00	0,00	0,00	0,00	
ft,0,k (N/mm2)	fc,0,k (N/mm2)	fm,y,k (N/mm2)	fm,z,k (N/mm2)	fv,z,k (N/mm2)	fv,y,k (N/mm2)	fc,90,k (N/mm2)	
26	31	36	36	4,3	4,3	3,6	
ft,0,d (N/mm2)	fc,0,d (N/mm2)	fm,y,d (N/mm2)	fm,z,d (N/mm2)	fv,z,d (N/mm2)	fv,y,d (N/mm2)	fc,α,d (N/mm2)	
18,72	22,32	25,92	25,92	3,10	3,10	2,59	
-	-	-	-	-	-	-	
0 %	2 %	95 %	0 %	0 %	0 %	0 %	

Myd, Mzd	Myd, Mzd, Nx(+)	Myd, Mzd, Nx(-)
-	-	cumple

$$\frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \le 1 \qquad 0\,\%$$
$$k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \le 1 \qquad 0\,\%$$

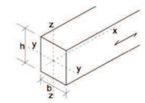
$$\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \le 1 \qquad 0\,\%$$
$$\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \le 1 \qquad 0\,\%$$

$$\left(\frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}}\right)^2 + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \le 1 \qquad 95\,\%$$
$$\left(\frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}}\right)^2 + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \le 1 \qquad 66\,\%$$

_ZUNCHOS ATADO_RESISTENCIA

Madera	b (mm)	h (mm)	A (mm2)	Wy (mm4)	Wz (mm4)
GL32h	150	400	60000	4000000	1500000

duracion carga	clase de servicio	Kmod	γm
corta	1	0,9	1,25



Las solicitaciones se han de meter en las casillas en valor absoluto.

Nxd (+) (N)	Nxd (-) (N)	Myd (Nmm)	Mzd (Nmm)	Tzd (N)	Tyd (N)	Nxd (-) (N) OBLICUA	α°
0	166	650.000		0	0	0	0
σt,0,d N/mm2	σc,0,d N/mm2	σm,y,d N/mm2	σm,z,d N/mm2	Tzd N/mm2	Tyd N/mm2	σc,α,d N/mm2	
0,00	0,00	0,16	0,00	0,00	0,00	0,00	
ft,0,k (N/mm2)	fc,0,k (N/mm2)	fm,y,k (N/mm2)	fm,z,k (N/mm2)	fv,z,k (N/mm2)	fv,y,k (N/mm2)	fc,90,k (N/mm2)	
22,5	29	32	32	3,8	3,8	3,3	
ft,0,d (N/mm2)	fc,0,d (N/mm2)	fm,y,d (N/mm2)	fm,z,d (N/mm2)	fv,z,d (N/mm2)	fv,y,d (N/mm2)	fc,α,d (N/mm2)	
16,20	20,88	23,04	23,04	2,74	2,74	2,38	
-	-	-	-	-	-	-	
0 %	0 %	1 %	0 %	0 %	0 %	0 %	

Myd, Mzd	Myd, Mzd, Nx(+)	Myd, Mzd, Nx(-)
-	-	cumple

$$\frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \le 1 \qquad 0\,\%$$
$$k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \le 1 \qquad 0\,\%$$

$$\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \le 1 \qquad 0\,\%$$
$$\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \le 1 \qquad 0\,\%$$

$$\left(\frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}}\right)^2 + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \le 1 \qquad 1\,\%$$
$$\left(\frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}}\right)^2 + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \le 1 \qquad 0\,\%$$

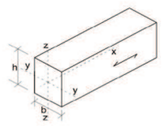
_BARRAS 3_VIGA_ESTABILIDAD

Madera	b (mm)	h (mm)	L barra (mm)	A (mm2)	iy (mm4)
GL36h	150	420	5.100	63.000	121
	Wy (mm3)	Wz (mm3)	Iz (mm4)	Itor (mm4)	iz (mm4)
	4.410.000	1.575.000	118.125.000	366.187.500	43

duración carga	clase servicio	Kmod	γm
corta	1	0,9	1,25

Las solicitaciones se han de meter en las casillas en valor absoluto.

Nxd (-) (N)	Myd (Nmm)	Mzd (Nmm)
34.640	108.220.000	
σc,0,d (N/mm2)	σm,y,d (N/mm2)	σm,z,d N/mm2
0,55	24,54	0,00
fc,0,k (N/mm2)	fm,y,k (N/mm2)	fm,z,k (N/mm2)
31	36	36
fc,0,d (N/mm2)	fm,y,d (N/mm2)	fm,z,d (N/mm2)
22,32	25,92	25,92
2 % resistencia	95 % resistencia	0 % resistencia



PANDEO FLEXIONAL	
flexión en Y (eje fuerte)	flexión en Z (eje débil)
nº apoyos intermedios	nº apoyos intermedios
0	0
βy	βz
0,9	0,9
λy	λz
35,75	100,11
σc,crit,y (N/mm2)	σc,crit,z (N/mm2)
91,87	11,72
λrel,y	λrel,z
0,58	1,63
Ky	Kz
0,70	1,96
Xy	Xz
0,92	0,33
PANDEO TORSIONAL	
BETAv	
0,95	-
σm,crit (N/mm2)	
100,63	
λrel,m	
0,60	
Kcrit	
1,00	

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{\chi_{c,y} f_{c,0,d}} \le 1 \qquad \frac{\sigma_{c,0,d}}{\chi_{c,z} f_{c,0,d}} \le 1$$

PANDEO FLEXIONAL _causa Nxd(-)

Nxd (-)	Nxd (-), Myd y/o Mzd
-	cumple
0 %	97 %
0 %	74 %

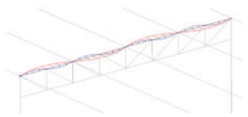
$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{\chi_{c,y} f_{c,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \le 1$$
$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{\chi_{c,z} f_{c,0,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \le 1$$

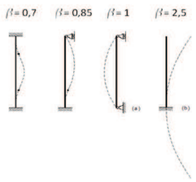
PANDEO TORSIONAL_causa Myd

$$\sigma_{m,d} \le k_{crit} \cdot f_{m,d}$$

Myd	Myd, Nxd (-)
-	cumple
0 %	97 %

$$\left(\frac{\sigma_{m,d}}{k_{crit} \cdot f_{m,d}}\right)^2 + \frac{\sigma_{c,0,d}}{\chi_{c,z} \cdot f_{c,0,d}} \le 1$$





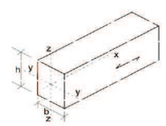
_ZUNCHOS ATADO_ESTABILIDAD

Madera	b (mm)	h (mm)	L barra (mm)	A (mm2)	iy (mm4)
GL32h	150	400	2.500	60.000	115
	Wy (mm3)	Wz (mm3)	Iz (mm4)	Itor (mm4)	iz (mm4)
	4.000.000	1.500.000	112.500.000	343.687.500	43

duración carga	clase servicio	Kmod	γm
corta	1	0,9	1,25

Las solicitaciones se han de meter en las casillas en valor absoluto.

Nxd (-) (N)	Myd (Nmm)	Mzd (Nmm)
166	650.000	
σc,0,d (N/mm2)	σm,y,d (N/mm2)	σm,z,d N/mm2
0,00	0,16	0,00
fc,0,k (N/mm2)	fm,y,k (N/mm2)	fm,z,k (N/mm2)
29	32	32
fc,0,d (N/mm2)	fm,y,d (N/mm2)	fm,z,d (N/mm2)
20,88	23,04	23,04
0 % resistencia	1 % resistencia	0 % resistencia



PANDEO FLEXIONAL	
flexión en Y (eje fuerte)	flexión en Z (eje débil)
nº apoyos intermedios	nº apoyos intermedios
0	0
βy	βz
0,9	0,9
λy	λz
18,40	49,07
σc,crit,y (N/mm2)	σc,crit,z (N/mm2)
323,49	45,43
λrel,y	λrel,z
0,30	0,80
Ky	Kz
0,74	0,54
Xy	Xz
1,00	0,90
PANDEO TORSIONAL	
BETAv	
0,95	-
σm,crit (N/mm2)	
199,74	
λrel,m	
0,40	
Kcrit	
1,00	

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{\chi_{c,y} f_{c,0,d}} \le 1 \qquad \frac{\sigma_{c,0,d}}{\chi_{c,z} f_{c,0,d}} \le 1$$

PANDEO FLEXIONAL _causa Nxd(-)

Nxd (-)	Nxd (-), Myd y/o Mzd
-	cumple
0 %	1 %
0 %	1 %

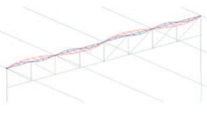
$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{\chi_{c,y} f_{c,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \le 1$$
$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{\chi_{c,z} f_{c,0,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \le 1$$

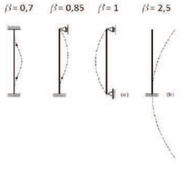
PANDEO TORSIONAL_causa Myd

$$\sigma_{m,d} \le k_{crit} \cdot f_{m,d}$$

Myd	Myd, Nxd (-)
-	cumple
0 %	0 %

$$\left(\frac{\sigma_{m,d}}{k_{crit} \cdot f_{m,d}}\right)^2 + \frac{\sigma_{c,0,d}}{\chi_{c,z} \cdot f_{c,0,d}} \le 1$$

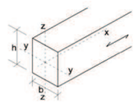




_CORREAS ENTRE PÓRTICOS_RESISTENCIA

Madera	b (mm)	h (mm)	A (mm2)	Wy (mm4)	Wz (mm4)
GL32h	100	200	20000	666666,6667	333333,3333

duracion carga	clase de servicio	Kmod	γm
corta	1	0,9	1,25



Las solicitaciones se han de meter en las casillas en valor absoluto.

Nxd (+) (N)	Nxd (-) (N)	Myd (Nmm)	Mzd (Nmm)	Tzd (N)	Tyd (N)	Nxd (-) (N) OBLICUA	α°
0	29	2.029.000		0	0	0	0
σt,0,d N/mm2	σc,0,d N/mm2	σm,y,d N/mm2	σm,z,d N/mm2	Tzd N/mm2	Tyd N/mm2	σc,α,d N/mm2	
0,00	0,00	3,04	0,00	0,00	0,00	0,00	
ft,0,k (N/mm2)	fc,0,k (N/mm2)	fm,y,k (N/mm2)	fm,z,k (N/mm2)	fv,z,k (N/mm2)	fv,y,k (N/mm2)	fc,90,k (N/mm2)	
22,5	29	32	32	3,8	3,8	3,3	
ft,0,d (N/mm2)	fc,0,d (N/mm2)	fm,y,d (N/mm2)	fm,z,d (N/mm2)	fv,z,d (N/mm2)	fv,y,d (N/mm2)	fc,α,d (N/mm2)	
16,20	20,88	23,04	23,04	2,74	2,74	2,38	
-	-	-	-	-	-	-	
0 %	0 %	13 %	0 %	0 %	0 %	0 %	

Myd, Mzd
-

$$\frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \le 1 \qquad 0\ \%$$

$$k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \le 1 \qquad 0\ \%$$

Myd, Mzd, Nx(+)
-

$$\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \le 1 \qquad 0\ \%$$

$$\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \le 1 \qquad 0\ \%$$

Myd, Mzd, Nx(-)
cumple

$$\left(\frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}}\right)^2 + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \le 1 \qquad 13\ \%$$

$$\left(\frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}}\right)^2 + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \le 1 \qquad 9\ \%$$

_CORREAS ENTRE PÓRTICO_ESTABILIDAD

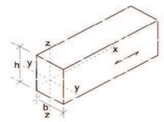
Madera	b (mm)	h (mm)	L barra (mm)	A (mm2)	Iy (mm4)
GL32h	100	200	2.500	20.000	58

Wy (mm3)	Wz (mm3)	Iz (mm4)	Itor (mm4)	Iz (mm4)
666.667	333.333	16.666.667	45.666.667	29

duración carga	clase servicio	Kmod	γm
corta	1	0,9	1,25

Las solicitaciones se han de meter en las casillas en valor absoluto

Nxd (-) (N)	Myd (Nmm)	Mzd (Nmm)
0	2.029.000	
σc,0,d (N/mm2)	σm,y,d (N/mm2)	σm,z,d N/mm2
0,00	3,04	0,00
fc,0,k (N/mm2)	fm,y,k (N/mm2)	fm,z,k (N/mm2)
29	32	32
fc,0,d (N/mm2)	fm,y,d (N/mm2)	fm,z,d (N/mm2)
20,88	23,04	23,04
0 % resistencia	13 % resistencia	0 % resistencia



$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{\chi_{c,y}\, f_{c,0,d}} \le 1$$

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{\chi_{c,z}\, f_{c,0,d}} \le 1$$

PANDEO FLEXIONAL _causa Nxd(-)

Nxd (-)
-
0 %
0 %

Nxd (-), Myd y/o Mzd
cumple
13 %
9 %

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{\chi_{c,y}\, f_{c,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \le 1$$

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{\chi_{c,z}\, f_{c,0,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \le 1$$

PANDEO TORSIONAL_causa Myd

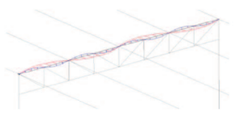
$$\sigma_{m,d} \le k_{crit} \cdot f_{m,d}$$

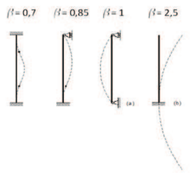
Myd
cumple
13 %

Myd, Nxd (-)
-
0 %

$$\left(\frac{\sigma_{m,d}}{k_{crit} \cdot f_{m,d}}\right)^2 + \frac{\sigma_{c,0,d}}{\chi_{c,z} \cdot f_{c,0,d}} \le 1$$

PANDEO FLEXIONAL	
flexión en Y (eje fuerte)	flexión en Z (eje debil)
nº apoyos intermedios	nº apoyos intermedios
0	0
βy	βz
1.0	1.0
λy	λz
43,30	86,60
σc,crit,y (N/mm2)	σc,crit,z (N/mm2)
58,43	14,61
λrel,y	λrel,z
0,70	1,41
Ky	Kz
0,77	1,55
Xy	Xz
0,93	0,46
PANDEO TORSIONAL	
BETAv	
0,95	-
σm,crit (N/mm2)	
168,14	
λrel,m	
0,44	
Kcrit	
1,00	





_Conclusiones cálculo E.Lu.

Una vez obtenidos los resultados del dimensionamiento de las secciones, se puede observar que tanto en los pilares como en las vigas las seciones iniciales de proyecto no eran suficientes para el adecuado cumplimiento de los Estados Límites Últimos. Tanto sus secciones de 100x300 en pilaes y de 100x400 en vigas, como la clase de madera GL32h no eran suficientes. Por ello los resultados finales son.

SECCIONES			
Barra	Clase madera	Dimensiones (mm)	Luz (m)
1_pilar	GL36h	150x350	3 m
2_pilar	GL36h	150x350	3 m
3_viga	GL36h	150x420	5,1 m
Zunchos	GL32h	150x400	2,5 m
Correas	GL32h	100x200	2,5 m

13_Resistencia al fuego en estructuras de madera (DB-SI)

Al tratarse de:

_un edificio de uso docente
_una distancia de evacuación inferior a 15m según (Tabla 3.1 DB-SI), la resistencia al fuego de la estructura debe ser superior o igual a R60.

La sección resistente se dimensiona para la situación extraordinaria con carga de fuego. En esta situación los coeficientes de mayoración de cargas para las acciones desfavorables serán γ = 1 y los coeficientes de simultaneidad se considerarán más bajos que para la situación persistente o transitoria, por tanto:

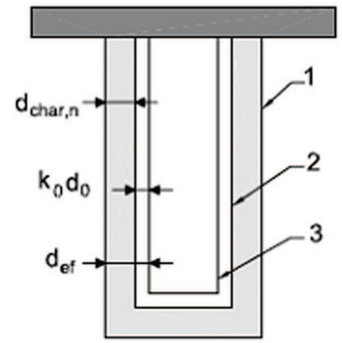
SOLICITACIONES E.L.U				
Barra	**Datos**	**Luz (m)**	**N_x (kN)**	**M_y (kN ·m)**
1	GL32h (100mm x 300mm)	3 m	-141,04	69,4
2	GL32h (100mm x 300mm)	3 m	-141,04	-69,4
3	GL32h (100mm x 4000mm)	5,1 m	-34,64	108,22

13.1_Método de la sección reducida (CTE DB SI-ANEJO E)

La comprobación de la capacidad portante de un elemento estructural de madera se realiza por los métodos establecidos en CTE DB SE-M, teniendo en cuenta las reglas simplificadas para el análisis de elementos establecidos en el anejo E.3, y considerando una sección reducida de madera, obtenida eliminando de la sección inicial la profundidad eficaz de carbonización, def, en las caras expuestas, alcanzada durante el periodo de tiempo considerado:

def = dchar,n + k0 • d0

siendo:
dchar,n _profundidad carbonizada nominal de cálculo, se determinará de acuerdo con el apartado E.2.2.
d0 _de valor igual a 7 mm
k0 _de valor igual a 1 para un tiempo, t, mayor o igual a 20 minutos y t/20 para tiempos inferiores, en el caso de superficies no protegidas o superficies protegidas cuyo tiempo de inicio de la carbonización, tch, sea menor o igual que 20 minutos. Para superficies protegidas cuyo tiempo del inicio de la carbonización, tch, sea mayor que 20 minutos se considerará que k0 varía linealmente desde cero hasta uno durante el intervalo de tiempo comprendido entre cero y tch, siendo constante e igual a uno a partir de dicho punto.



1 Superficie inicial del elemento
2 Límite de la sección residual
3 Límite de la sección eficaz

En el pórtico que se analiza todos los elementos estructurales poseen una capa de protección frente al fuego (tablero de madera de contrachapado-solo a una cara), por este motivo la velocidad de carbonización nominal de cálculo varía durante el tiempo de exposición al fuego.

Debido a la notable disminución de la sección eficaz de los elementos estructurales utilizando únicamente la protección anterior, es necesario aplicar un barniz intumescente para estructuras de madera "Barniz Protec W15" que proporciona un aislamiento térmico por acción intumescente y una resistencia al fuego adicional de hasta 31 minutos. (Norma UNE 1363-1:2000)

*Datos: (Anejo E CTE DB SI)

def = dchar,n + k0 • d0

_Tiempo de inicio de la carbonización del elemento protegido:
tch = hp/β0 ; considerando β0 = 1 (mm/min) (tabla E.3) y hp = 30 mm, tenemos que:

tch = 30/1 = 30 min

_Profundidad carbonizada nominal de cálculo:
dchar = βn• t

_d0 = 7mm

_Coeficientes de tiempo k0

_Profundidad eficaz de carbonización, def

Como las secciones resistentes no se ven afectadas debido a las protecciones en un tiempo de 60 min, no es necesario recalcular ningún elemento.

14_Comprobación a E.L.S

14.1_Deformaciones verticales de la estructura horizontal. FLECHAS

El cálculo a través del programa Architrave nos permite obtener facilmente la flecha que se produce en calquier barra del pórtico que se calcula. De esta forma, se obtienen las siguientes flechas.

_BARRA 3_VIGA

Flecha = 0.05 cm

_CORREAS ENTRE PÓRTICOS

Flecha = 0.08 cm

_ZUNCHOS DE ATADO

Flecha = 0.cm

14.2_Deformaciones horizontales de la estructura. DESPLOME

_BARRAS 1 y 2_PILARES

Flecha = 0.46 cm

15_Resumen de las secciones del pórtico

Una vez realizadas las comprobaciones a ELU y ELS, se obtienen las siguientes secciones definitivas para cada barra del pórtico.

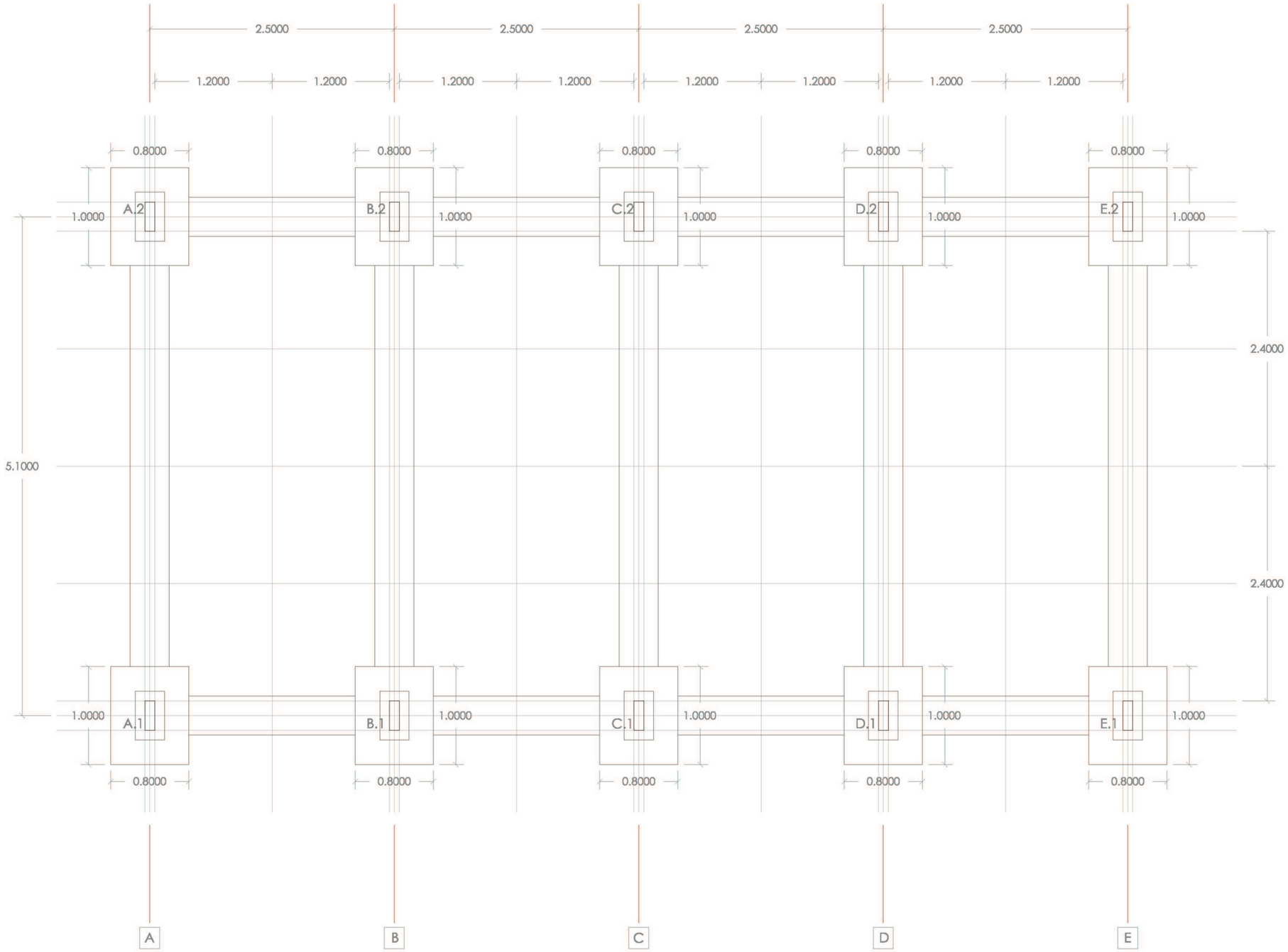
SECCIONES			
Barra	**Clase madera**	**Dimensiones (mm)**	**Luz (m)**
1_pilar	GL36h	150x350	3 m
2_pilar	GL36h	150x350	3 m
3_viga	GL36h	150x420	5,1 m
Zunchos	GL32h	150x400	2,5 m
Correas	GL32h	100x200	2,5 m

16_Conclusión

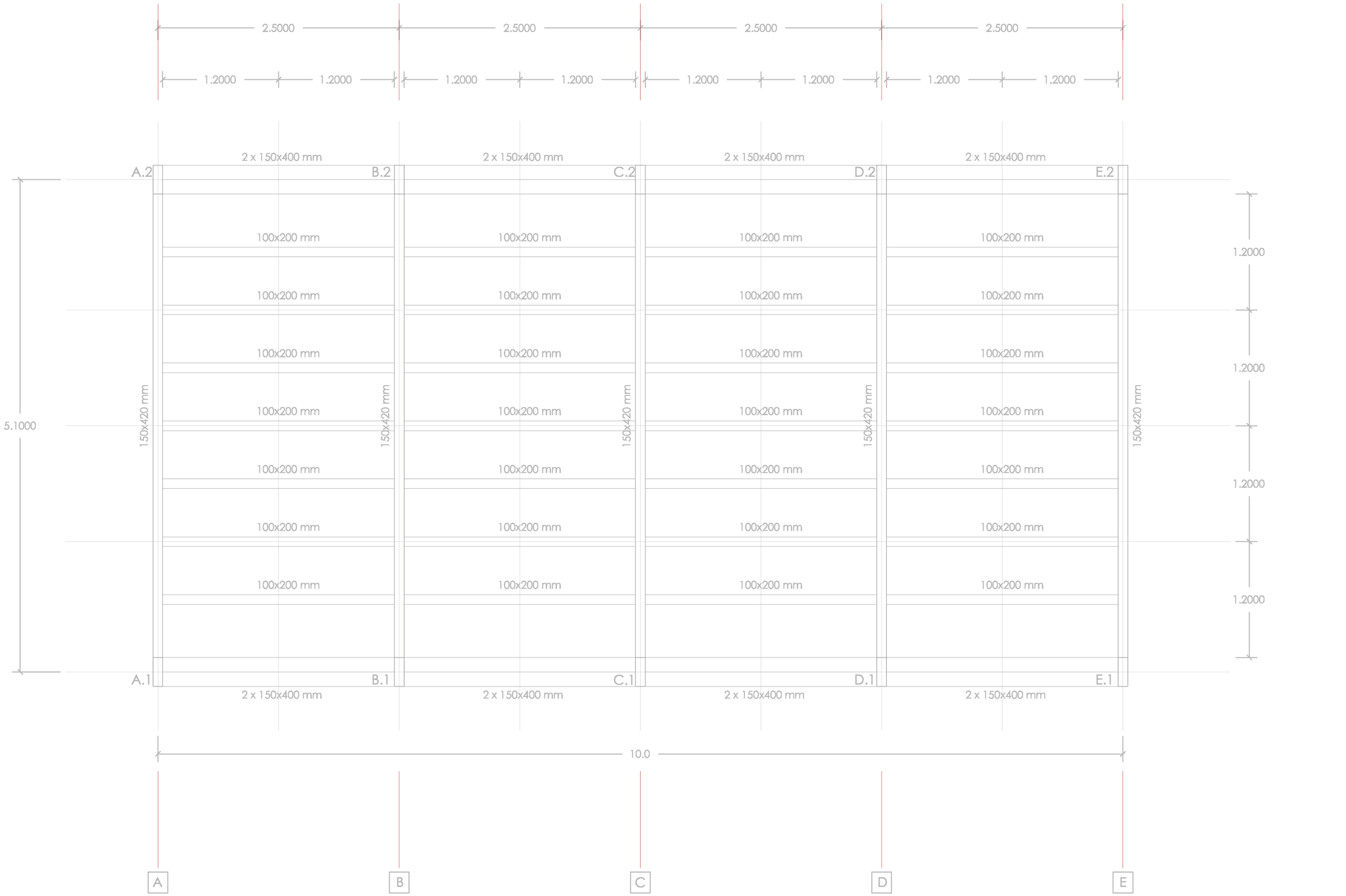
En el cálculo de la estructura general, se ha obtenido la solución más coherente en cuanto al conjunto global del proyecto, teniendo en cuenta tanto los cálculos a resistencia, estabilidad y deformaciones, como a incendio o respecto a la elección de los detalles constructivos: uniones entre elementos verticales y horizontales , siendo esta solución la más apropiada y óptima para el objeto de proyecto planteado.

Pasando a ser la estructura, una de las partes más importantes y significativa del proyecto, dándole carácter en cuanto a materialidad, secuencia y forma.

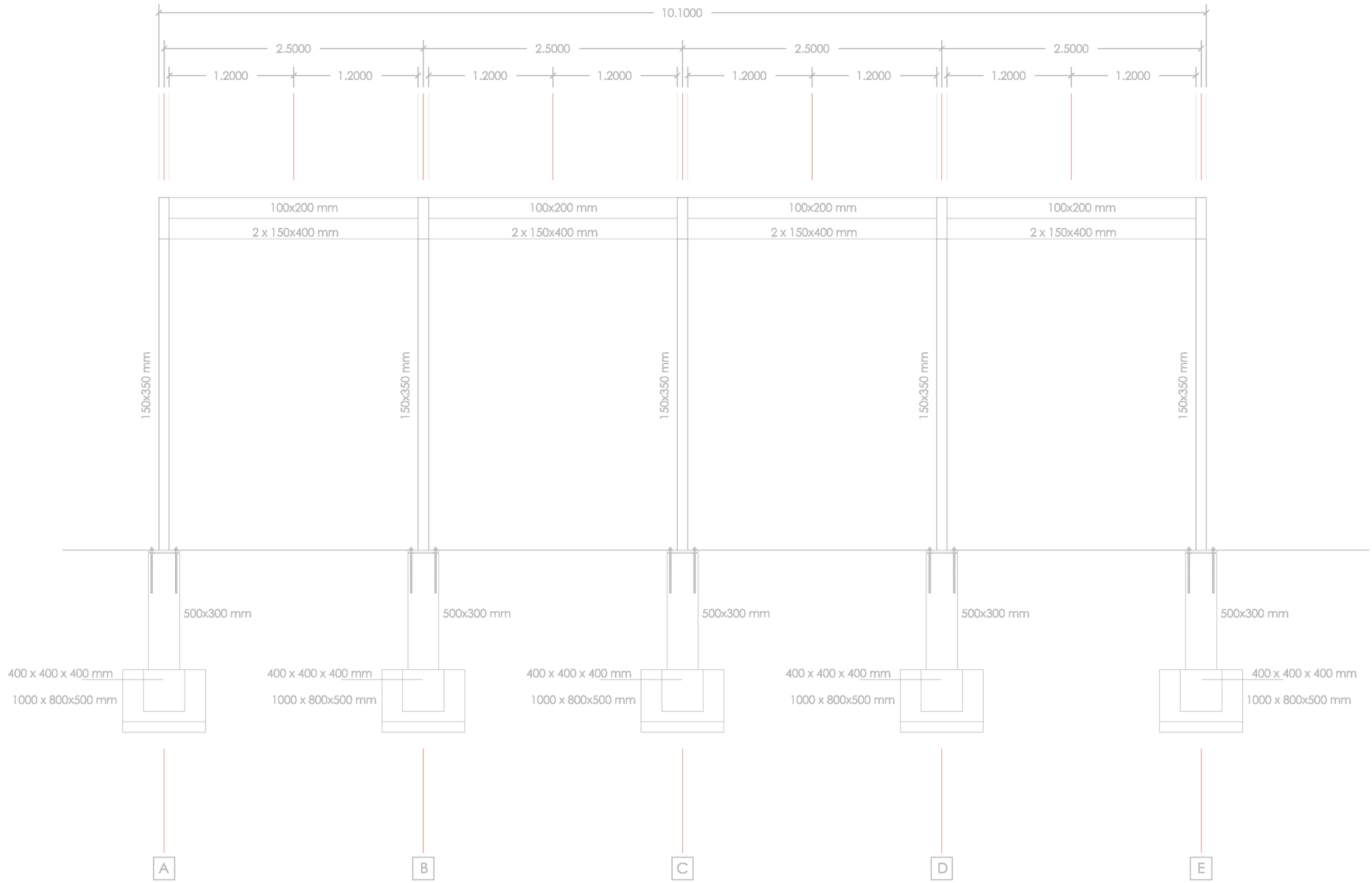
17_Información gráfica de la estructura



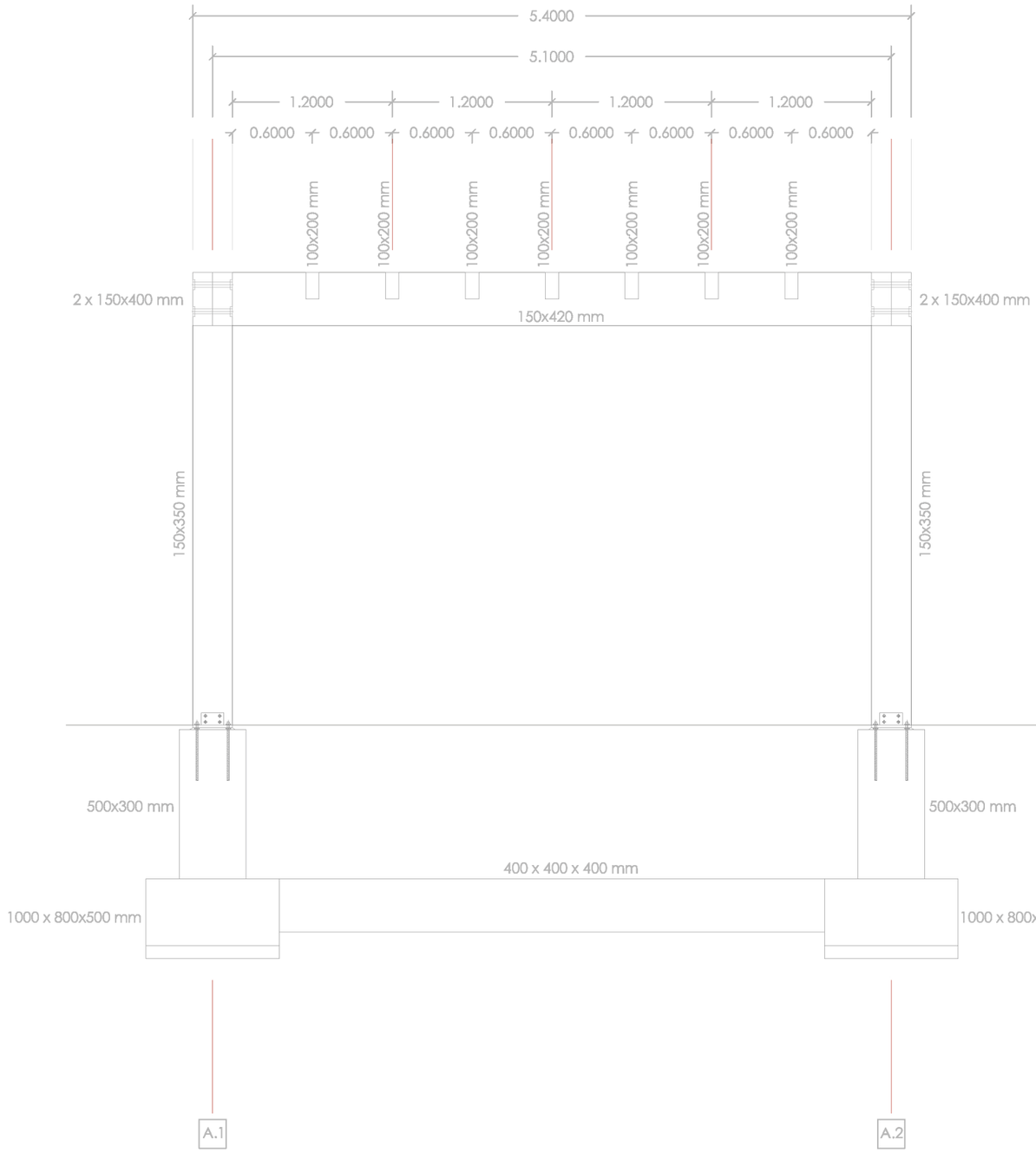
_PLANTA CIMENTACIÓN_E:1_200



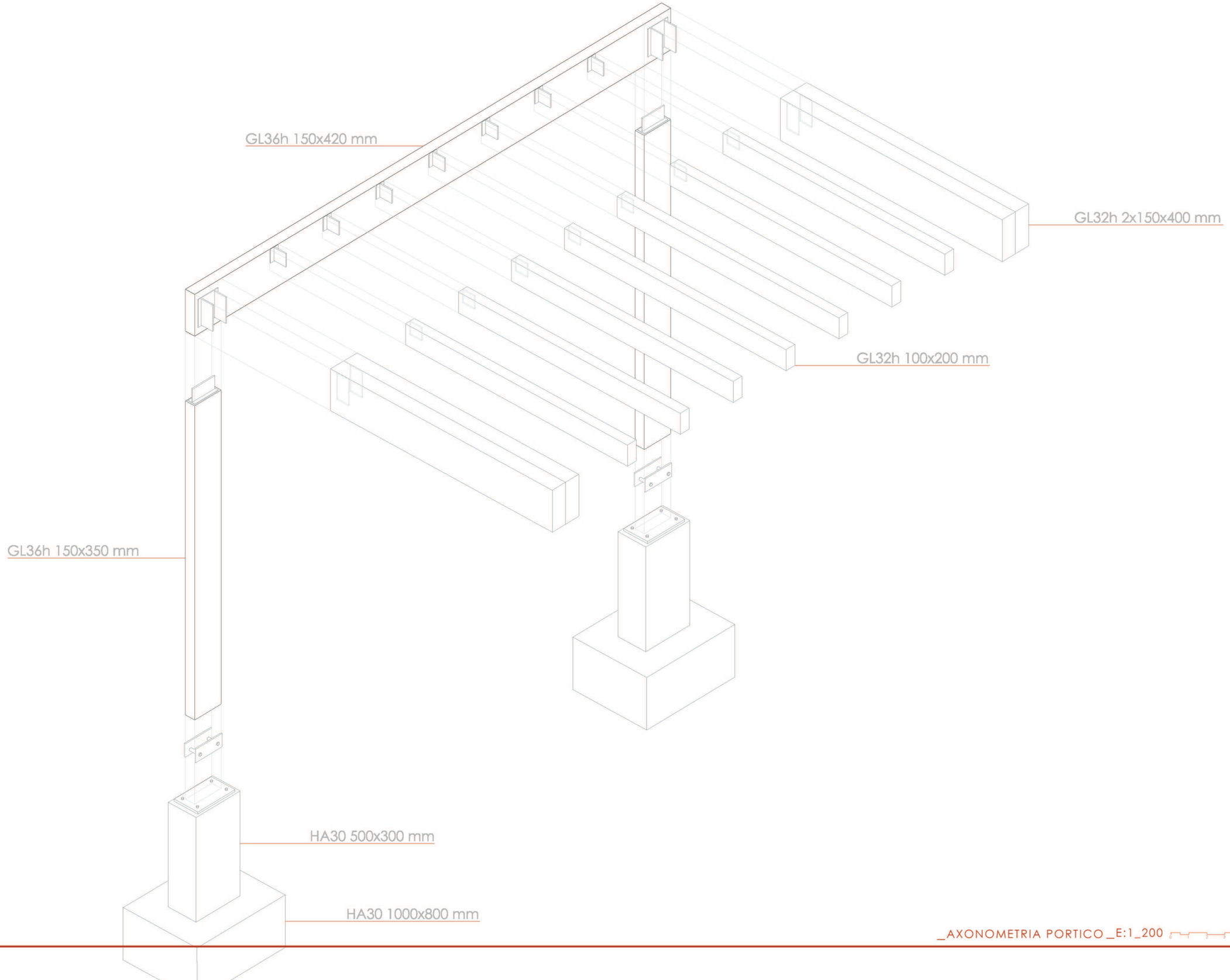
_PLANTA CUBIERTA _E:1_200



_SECCION LONGITUDINAL_E:1_200



_SECCION TRANSVERSAL_E:1_200



_AXONOMETRIA PORTICO_E:1_200

CAPÍTULO 5

_Las instalaciones

_Índice

1_Introducción

2_Normativa empleada

3_Saneamiento

  3.1_Descripción general del sistema
  3.2_Aguas Residuales
  3.3_Aguas Pluviales

4_Suministro de Agua Fría y Agua Caliente Sanitaria

  4.1_Descripción de los elementos de la instalación de Agua Fría
  4.2_Descripción de los elementos de la instalación de Agua Caliente Sanitaria
  4.3_Esquema General de A.F y A.C.S

5_Climatización y Ventilación

  5.1_Cumplimiento de la norma
  5.2_ Conclusión
  5.3_Elección del sistema adoptado
  5.4_Elementos que componen el sistema
  5.5_Esquema general de climatización y ventilación

6_Electrotécnia y Telecomunicaciones

  6.1_Descripción de los elementos de la instalación
  6.2_Sobrecarga de nieve
  6.3_Sobrecarga de viento
    6.3.1_Análisis global de la estructura
    6.3.2_Análisis del forjado de planta cota 0.00m (succión)

  6.4_Acción térmica

7_Luminotecnia

  7.1_Descripción general
  7.2_Ejemplos de las luminarias escogidas

8_Seguridad en caso de incendio

  8.1_SECCIÓN SI 1: Propagación Interior

    8.1.1_Compartimentación en sectores de incendio
    8.1.2_Locales y zonas de riesgo especial
    8.1.3_Paso de instalaciones a través de elementos de compartimentación de incendios

  8.2_SECCIÓN SI 2: Propagación Exterior

    8.2.1_Medianeras y fachadas

  8.3_SECCIÓN SI 3: Evacuación de los ocupantes
    8.3.1_Compatibilidad de los elementos de evacuación
    8.3.2_Cálculo de la ocupación
    8.3.3_Número de salidas y longitud de recorridos
    8.3.4_Dimensionado de los medios de evacuación (Tabla 4.1 DB-SI)
    8.3.5_Protección de las escaleras (Tabla 5.1 DB-SI)
    8.3.6_Puertas situadas en recorridos de evacuación
    8.3.7_Señalización de los medios de evacuación
    8.3.8_Control del humo de incendio

  8.4_SECCIÓN SI 4: Instalaciones de protección contra incendios

    8.4.1_Dotación de instalaciones de protección contra incendios
    8.4.1_Señalización de las instalaciones manuales de protección contra incendios

  8.5_SECCIÓN SI 5: Intervención de los bomberos

  8.6_SECCIÓN SI 6: Resistencia al fuego de la estructura

1_Introducción

En resumen, las instalaciones del proyecto circulan de una forma lineal alojadas entre la solera que genera la cota de suelo y los espacios, que albergan en las aulas y demás pabellones, entre la estructura de madera. EL agua caliente sanitaria y agua para calefacción se resuelve con caldera eléctrica y colectores solares en la cubierta del pabellón de administración y para el aire acondicionado con bomba de calor eléctrica. El aire se calienta y se enfría con unidades en espacios perimetrales de los pabellones, que además resuelven la ventilación. Las bajantes se llevan en su gran mayoría por los espacios dedicados expresamente para las instalaciones en el interior de los pabellones. Las luminarias quedan en su mayoría, a la vista, colgadas del techo.

2_Normativa empleada

Se han tenido en cuenta las siguientes normativas vigentes:

_CTE DB-HS Salubridad
_CTE DB-HS3 Calidad de aire interior
_CTE DB-HS4 Suministro de agua
_RITE Reglamento de Instalaciones Térmicas en lo Edificios
_Introducción Térmica IT.1 Diseño y dimensionado
_Norma UNE-EN 13779
_ITC-BT
_CTE DB SI Seguridad en caso de incendios

3_Saneamiento

Evacuación de Aguas Pluviales y Residuales

3.1_Descripción general del sistema

Se proyecta un sistema de saneamiento separativo constituida por dos redes independientes para la evacuación de aguas residuales y pluviales. Esta división permite una mejor adecuación a un posterior proceso de depuración y la posibilidad de un dimensionamiento estricto de cada una de las conducciones y además, evita las sobrepresiones en las bajantes de residuales para intensidades de lluvia mayores a las previstas.

En última instancia las aguas se vierten al sistema de saneamiento que se supondrá enterrado.

3.2_Aguas Residuales

La red de saneamiento estará formada por:

1_Los desagües y derivaciones de los aparatos sanitarios existentes en baños y cocina. El trazado tendrá una pendiente superior al 2% y la distancia máxima desde el bote sifónico hasta el colector horizontal será de 4m, el desagüe de los inodoros hacia el colector horizontal se realizará a través de un manguetón de acometida de longitud ≤ 1m.

2_Red de colectores horizontales con pendiente mayor al 2%, situados la solera que da lugar al plano de suelo.

3_Bajantes verticales a las que acometen las anteriores derivaciones.

4_Sistema de ventilación: por tratarse de una zona del edificio únicamente con planta baja y planta primera, se considera excesivo prolongar las bajantes en 2 metros por encima de la cubierta. Para resolver el problema de la ventilación se prolongan las bajantes hasta la cubierta, sin sobrepasarla, y se colocan válvulas de aireación tanto para ventilación primaria como secundaria, que se encargan de dejar pasar aire a las bajantes cuando se produce una subpresión, evitando que se vacíen los sifones de los aparatos sanitarios y por tanto los malos olores.

5_Arqueta general

6_Albañal o tramo general (con pendiente)

7_Conexión con la red de alcantarillado público existente, a través de un pozo de registro y acometida

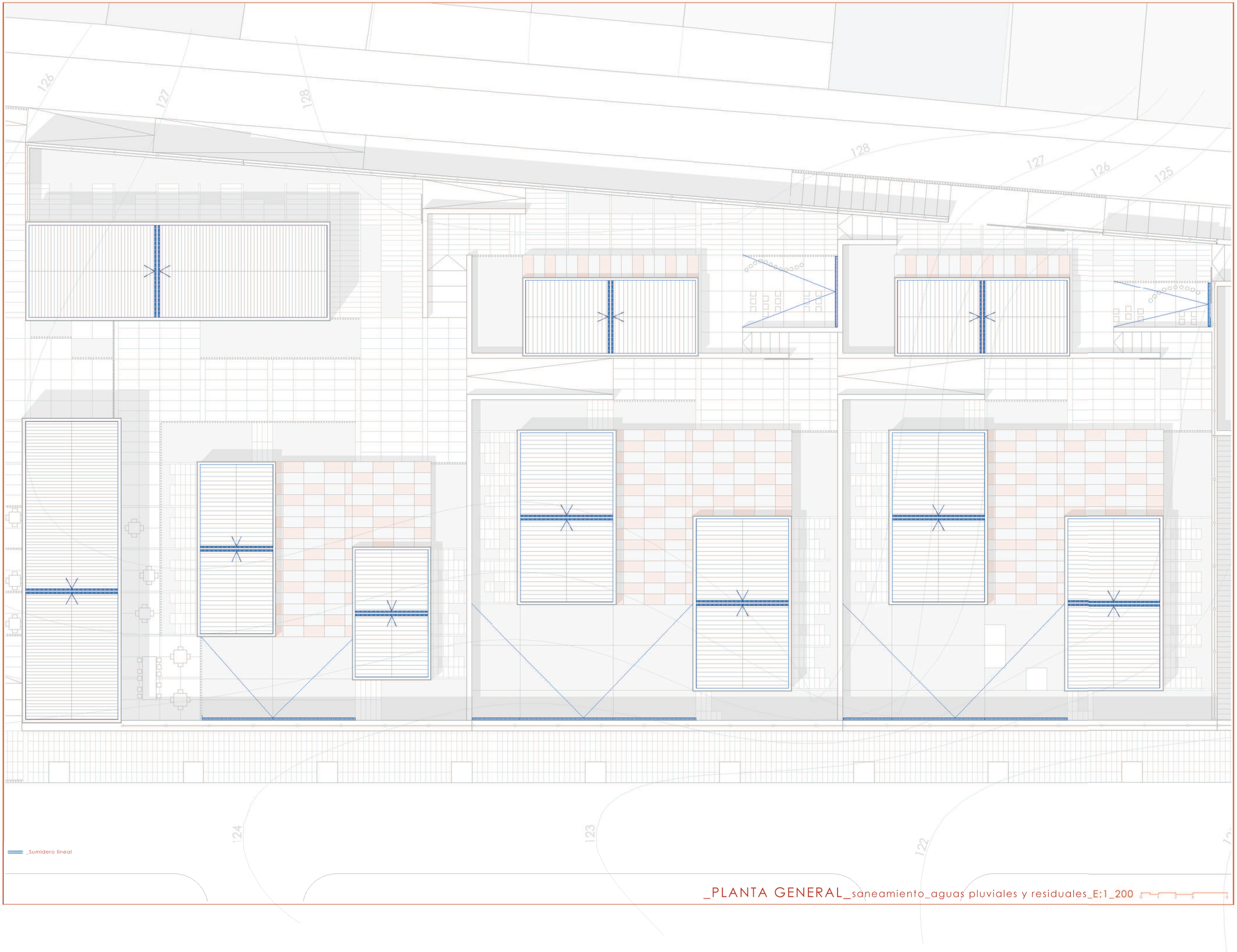
3.3_Aguas Pluviales

Las cubiertas inclinadas cuentan con un sistema de canalón para la recogida de aguas pluviales escondido entre en el propio cerramiento, entre el pórtico interior y el revestimiento en fachada de lamas verticales de madera, que recorre parte del perímetro de las dos naves. El agua recogida mediantes estos canalones se conduce y se deja caer libremente al terreno natural de bosque.

Las cubiertas planas de los pabellones cuentan con un sistema de recogida de aguas pluviales mediante sumideros lineales que resuelven con una ligera pendiente de entre 1-2% por debajo del acabado exterior de madera. Las pendientes se resuelven a través del sentido longitudinal de los pabellones, de forma que la cubierta de las aulas y talleres quedan divididas en 2 zonas que recogen las aguas en los sumideros lineales ubicados en la zona central y estos a su vez canalizan el agua hasta las bajantes ubicadas en los espacios proyectados para contener las instalaciones en las aulas, siempre en el espacio reconocible como cerramiento opaco de las mismas y en los baños.

_Colector_aguas pluviales
_Sumidero lineal
_Bajante_aguas pluviales
_Colector_aguas residuales
_Bajante_aguas residuales
_Manguetón de conexión_aguas residuales

_PLANTA GENERAL_saneamiento_aguas pluviales y residuales_E:1_200



_PLANTA GENERAL_saneamiento_aguas pluviales y residuales_E:1_200

4_Suministro de Agua Fría y Agua Caliente Sanitaria

CTE DB-HS4

4.1_Descripción de los elementos de la instalación de Agua Fría

El esquema de la instalación es una red con un único contador general, y está compuesto por las siguientes partes:

1_Acometida:

Enlaza la red de suministro exterior con la red general de distribución de la escuela infantil. Se requiere únicamente una llave de toma sobre la tubería de red de suministro exterior, permitiendo el corte con anterioridad.

2_Instalación interior general

El contador se aloja dentro de un armario en la zona reservada a instalaciones al interior de la escuela. Está dotado de iluminación eléctrica y desagüe. Se dispone también:
_Llave de corte general
_Válvula de retención, que impide que el agua pueda
retornar desde la escuela a la red general
_Llave de comprobación o de prueba
_Llave de salida, que da paso al tubo de alimentación
Se toma como referencia para la presión de suministro un valor de 3,5 kp/cm2, estando éste dentro de los límites de garantía de calidad, presión y caudal.

3_Derivaciones interiores

Las derivaciones particulares, discurren horizontalmente entre los elementos de madera de los perímetros de cada pabellón establecidos para ello, desde el armario de contador hasta los distintos núcleos de aseos y cocina. En cada local húmedo se dispone una llave de corte que reúna a todos los aparatos. Permite el corte de suministro de agua en caso de avería o mantenimiento.

4.2_Descripción de los elementos de la instalación de Agua Caliente Sanitaria

El CTE indica que todos los edificios de nueva planta están obligados a cubrir parte de la demanda de agua caliente sanitaria (hasta un 60% en Valencia) a través de captadores solares y otros sistemas que garanticen el uso de energías renovables. Se utilizan colectores solares, junto con un sistema de apoyo. La instalación de producción de ACS contiene:

1_Circuito primario

Los captadores solares se colocan sobre la cubierta de la administración, encima del cuarto de instalaciones por cercanía al mismo. Se aprovecha tanto la orientación sur, como la inclinación de la cubierta para una mejor instalación de los colectores que quedan enrasados con los rastreles verticales de madera que forman la fachada de la escuela. La bomba de recirculación de agua se instala junto a los colectores en cubierta, además de las respectivas llaves de corte en ambos lados y una válvula de retención para evitar que el agua pase por la bomba en sentido contrario, así como un grifo de vaciado en el depósito.

2_Circuito secundario o de intercambio

La construcción de un sistema secundario no es necesaria, pero es recomendable porque ayuda a reducir la temperatura del agua que llevan las tuberías, disminuyendo las pérdidas de calor en el trayecto, y además nos permite que el circuito primario sea completamente independiente, facilitando enormemente su mantenimiento. En el supuesto caso de que se instalará, los elementos que lo componen son:

_Intercambiador de placas con sistema primario, como se ha explicado en el punto anterior.

_Conductos desde cubierta hasta la sala de caldera en planta.

_Bomba de recirculación en el cuarto de la caldera, que se enciende únicamente cuando la temperatura en el acumulador no es suficiente. La bomba estará conectada y sincronizada con la del circuito primario, para que se pongan a trabajar al mismo tiempo.

_Acumulador con serpentín.

3_Sistema de acumulación y apoyo

Consta de un acumulador con un serpentín por el que pasa AF y se precalienta (gracias al calor aportado por los captadores) antes de dirigirse a la caldera de apoyo. La presión del AF es la de red, y utilizando un acumulador de serpentín se evita acumular gran cantidad de agua a presión en un acumulador con membrana, de forma que no se pierden las propiedades sanitarias del fluido.

Caldera eléctrica de apoyo, que además también se encarga de calentar el agua para la instalación de calefacción. La caldera tiene entrada de agua fría y válvulas de tres vías, para asegurar siempre una temperatura de salida del agua adecuada.

4_Derivaciones interiores

Conjunto de conductos verticales y horizontales que abastecen a las tomas de agua, discurriendo siempre por los espacios (patinillos) proyectados para su uso.

Existe un montante vertical de AF, que discurre verticalmente a través del cerramiento que forma parte del sistema primario de intercambio (captadores solares).

Derivaciones particulares, que discurren horizontalmente por el perímetro de la escuela y de los pabellones, desde el contador (en el cuarto de instalaciones) hasta los distintos puntos de aseos y cocina.

Derivaciones propias de los aparatos.

4.3_Esquema General de Agua Fría y Agua Caliente Sanitaria

_Acometida
_Llave de paso
_Válvula de retención
_Contador
_Conducto agua fría
_Conducto agua caliente
_Montante agua fría
_Acumulador térmico solar
_Caldera ACS
_Montante agua caliente
_Montante circuito captación solar
_Toma agua fría
_Toma agua caliente

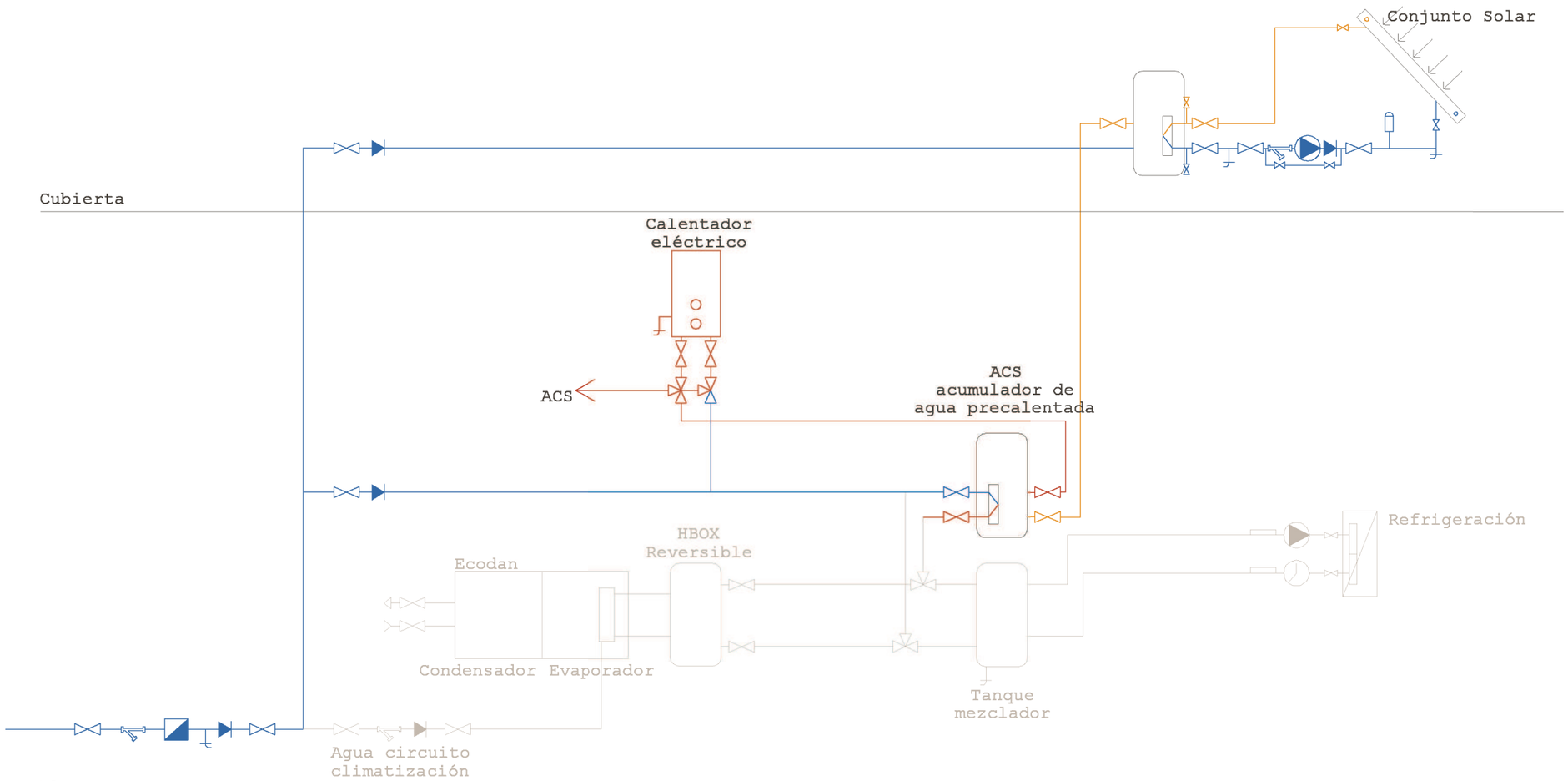
_PLANTA GENERAL_suministro agua fria y agua caliente sanitaria_E:1_200

_Montante circuito colectores solares

_Colector solar

_Conducto de agua caliente

_PLANTA CUBIERTA_ACS_COLECTORES SOLARES_E:1_200



- Llave de paso
- Contador
- Filtro
- Válvula antiretorno
- Bomba de recirculación
- Conducto de Agua Fría
- Conducto de Agua Caliente
- Conducto de Agua Precalentada

_ESQUEMA_suministro agua fria y agua caliente sanitaria

5_Climatización y Ventilación

CTE DB-HE y CTE DB-HS3

5.1_Introducción

Antes de describir el sistema, se dan las claves para explicar su elección. Nos enfrentamos no solo a la necesidad de caldear o refrigerar el ambiente para mantener una temperatura de confort, sino también a la necesaria ventilación de los espacios para garantizar la calidad del aire interior. Se podría pensar que la ventilación se resuelve abriendo las ventanas, pero la realidad es que la ventilación natural, debido a las nuevas normativas, ha dejado de ser una opción viable a la hora de construir edificios no residenciales (docentes, comerciales, administrativos, públicos...)

"Para locales de cualquier otro tipo se considera que se cumplen las exigencias básicas si se observan las condiciones establecidas en el RITE".

Según lo expuesto en el RITE, hay que cumplir necesariamente lo indicado en el vigente reglamento, y en concreto, la norma UNE-EN 13779.

"IT 1.1.4.2 Exigencia de calidad del aire interior"

El resto de edificios dispondrá de un sistema de ventilación para el aporte del suficiente caudal de aire exterior que evite, en los distintos locales en los que se realice alguna actividad humana, la formación de elevadas concentraciones de contaminantes, de acuerdo con lo que se establece en el apartado 1.4.2.2 y siguientes. A los efectos de cumplimiento de este apartado se considera válido lo establecido en el procedimiento de la UNE-EN 13779.

"IT 1.1.4.2.2 Categorías de la calidad del aire interior en función del uso de los edificios"

En función del uso del edificio o local, la categoría de calidad del aire interior (IDA) que se deberá alcanzar será, como mínimo la siguiente: IDA 1 (aire de óptima calidad): hospitales, clínicas, laboratorios y guarderías.

"IT 1.1.4.2.4 Filtración del aire exterior mínimo de ventilación"

1. El aire exterior de ventilación, se introducirá debidamente filtrado en el edificio.

2. Las clases de filtración mínimas a emplear, en función de la calidad del aire exterior (ODA) y de la calidad del aire interior requerida (IDA), serán las que se indican en la tabla 1.4.2.5.

"IT 1.1.4.2.4 Filtración del aire exterior mínimo de ventilación"

1. El aire exterior de ventilación, se introducirá debidamente filtrado en el edificio.

2. Las clases de filtración mínimas a emplear, en función de la calidad del aire exterior (ODA) y de la calidad del aire interior requerida (IDA), serán las que se indican en la tabla 1.4.2.5.

Tabla 1.4.2.5 Clases de filtración

	IDA 1	IDA 2	IDA 3	IDA 4
ODA 1	F9	F8	F7	F6
ODA 2	F7/F9	F8	F7	F6
ODA 3	F7/F9	F6/F8	F6/F7	G4/F6
ODA 4	F7/F9	F6/F8	F6/F7	G4/F6
ODA 5	F6/GF/F9 (*)	F6/GF/F9 (*)	F6/F7	G4/F6

Según lo expuesto en el nuevo R.I.T.E., en edificios no residenciales, no es de aplicación lo expuesto en el código técnico de la edificación. Por el contrario, hay que cumplir necesariamente lo indicado en el vigente reglamento, y en concreto, la norma UNEEN
13779.

Con las condiciones impuestas al respecto de calidad de aire interior por el nuevo reglamento, la filtración del aire exterior aportado, y la recuperación de energía del aire extraído, la ventilación natural ha dejado de ser una opción, puesto que no existe ningún sistema "natural" capaz de asegurar el aporte de caudal mínimo prescriptivo de manera controlada, con los niveles de filtración exigidos, a la vez de recuperar energía del aire que se escapa del centro.

Otro impedimento para la realización de la ventilación natural es que el vigente reglamento obliga por un lado a mantener las condiciones de temperatura en toda la zona ocupada, y a que la velocidad del aire en dicha zona esté dentro de los parámetros y márgenes reglamentarios.

Tabla 1.4.1.1 Condiciones interiores de diseño

Estación	Temperatura operativa °C	Humedad relativa %
Verano	23...25	45...60
Invierno	21...23	40...50

IT 1.1.4.1.3 Velocidad media del aire

1. La velocidad del aire en la zona ocupada se mantendrá dentro de los límites de bienestar, teniendo en cuenta la actividad de las personas y su vestimenta, así como la temperatura del aire y la intensidad de la turbulencia.

2. La velocidad media admisible del aire en la zona ocupada (V), se calculará de la forma siguiente:

Para valores de la temperatura seca t del aire dentro de los márgenes de 20 °C a 27 °C, se calculará con las siguientes ecuaciones:

a) Con difusión por mezcla, intensidad de la turbulencia del 40% y PPD por corrientes de aire del 15%:

$$V = \frac{t}{100} - 0{,}07 \ \ m/s$$

Si se opta por una ventilación natural, como por ejemplo, poniendo una rejilla bajo la ventana, no podemos controlar la dirección del flujo, la velocidad de paso, el caudal aportado, y la velocidad de la corriente de aire en la zona ocupada.

Asimismo, el aire introducido no está tratado térmicamente. Si se introduce aire por exceso, con un sistema de calefacción dimensionado para tratar una determinada cantidad de aire exterior, la temperatura del local no podría controlarse adecuadamente.

Como se ha mencionado antes, el aire no puede introducirse directamente a cada local, sino que tiene que ser "filtrado" previamente antes de entrar.

Tabla 1.4.2.5 Clases de filtración

	IDA 1	IDA 2	IDA 3	IDA 4
ODA 1	F9	F8	F7	F6
ODA 2	F7/F9	F8	F7	F6
ODA 3	F7/F9	F6/F8	F6/F7	G4/F6
ODA 4	F7/F9	F6/F8	F6/F7	G4/F6
ODA 5	F6/GF/F9 (*)	F6/GF/F9 (*)	F6/F7	G4/F6

(*) Se deberá prever la instalación de un filtro de gas o un filtro químico (GF) situado entre las dos etapas de filtración.

Los filtros prescriptivos según el tipo de aire exterior (grado de contaminación) y la calidad del aire en el interior (IDA2 y ODA 1) deben tener una eficacia F8, y éstos ofrecen una resistencia al paso del aire de entorno a 130 Pa (pérdida de carga). Es solo una estimación, puesto que dependen de la velocidad de paso. La conclusión es que no habría manera de que pasara el aire a través del mismo de manera natural; únicamente se podría realizar mediante un ventilador con suficiente presión disponible para vencer esa resistencia.

La norma UNE-EN 13799 además marca los niveles presión requeridos según se muestra en la figura.

5.4 Condiciones de presión en el recinto

Con el fin de controlar la dirección del flujo y la distribución de las emisiones entre las zonas del edificio y/o con el exterior, se crean unas condiciones de presión por medio de los diferentes flujos de aire de impulsión y de extracción. En la tabla 16 se dan las posibles categorías para las condiciones de presión.

Tabla 16
Condiciones de presión en el recinto

Categoría	Descripción (situación sin viento y sin efecto de tiro)
PC 1	Subpresión (≤ -6 Pa)
PC 2	Ligera subpresión (-2 Pa a -6 Pa)
PC 3	Equilibrio (-2 Pa a +2 Pa) = situación por defecto
PC 4	Ligera sobrepresión (2 Pa a 6 Pa)
PC 5	Sobrepresión (> 6 Pa)

La elección del nivel de presión depende de la aplicación específica. En algunos casos se requiere más de un nivel de subpresión o sobrepresión para el control del flujo de aire entre todas las zonas del edificio. Cuando los niveles de presión requeridos se consigues con viento, la envolvente del edificio debe ser estanca al aire de acuerdo con el capítulo A.9. Normalmente se especifican las direcciones de flujo propuestas en condiciones de no perturbación, pero no los niveles de presión definidos. En climas fríos la sobrepresión en el edificio puede causar daños a la estructura.

Cuando no se declara nada, debe adoptarse la categoría PC 3.

Como se puede observar, la depresión que habría que realizar para que el aire entrara de manera natural sería a todas luces excesiva, y únicamente podría realizarse mediante un extractor de aire. La ventilación natural por tanto, tampoco es una solución según este punto.

Una vez expuestos los distintos puntos normativos aplicables, y justificado el por qué no puede adoptarse la ventilación natural, el punto de recuperación de energía de aire extraído no viene si no a confirmar todo lo anterior. Como hay que extraer aire necesariamente para poder introducir el caudal exterior mínimo de ventilación y tener una situación de presión interior en equilibrio, es necesario también recuperar la energía del aire saliente.

IT 1.2.4.5.2 Recuperación de calor del aire de extracción

1. En los sistemas de climatización de los edificios en los que el caudal de aire expulsado al exterior, por medios mecánicos, sea superior a 0,5 m^3/s, se recuperará la energía del aire expulsado.

2. Sobre el lado del aire de extracción se instalará un aparato de enfriamiento adiabático.

3. Las eficiencias mínimas en calor sensible sobre el aire exterior (%) y las pérdidas de presión máximas (Pa) en función del caudal de aire exterior (m^3/s) y de las horas anuales de funcionamiento del sistema deben ser como mínimo las indicadas en la tabla 2.4.5.1

Tabla 2.4.5.1 Eficiencia de la recuperación

Horas anuales de funcionamiento	Caudal de aire exterior (m^3/s)									
	> 0,5...1,5		> 1,5...3,0		> 3,0...6,0		> 6,0...12		> 12	
	%	Pa	%	Pa	%	Pa	%	Pa	%	Pa
≤ 2.000	40	100	44	120	47	140	55	160	60	180
> 2.000...4.000	44	140	47	160	52	180	58	200	64	220
> 4.000...6.000	47	160	50	180	55	200	64	220	70	240
> 6.000	50	180	55	200	60	220	70	240	75	260

En resumen, si se observa todo lo anterior en conjunto, el nuevo Reglamento si bien específicamente no dice en ningún punto que la ventilación haya que realizarla mecánicamente, fija todas las condiciones de tal manera que no sea posible realizar la ventilación natural de ninguna manera:

1_Hay que asegurar las condiciones de temperatura y humedad (la ventilación natural no introduce un caudal fijo, y el aire introducido no está tratada, luego no se puede asegurar)

2_Hay que respetar la velocidad de diseño en toda la "zona ocupada" (el flujo de aire
introducido de manera natural, no puede asegurar que el paso de aire entre a mayor o menor velocidad)

3_Hay que filtrar el aire exterior introducido (no es posible hacerlo debido a la gran pérdida de carga que generan los filtros)

4_Hay que diseñar el sistema dentro de los niveles de presión exigidos (para poder introducir el aire, hay que realizar excesiva depresión)

5_Hay que recuperar la energía del aire saliente (eso es imposible con ventilación natural)

5.2_Conclusión

Cumpliendo lo expuesto en la normativa, hay que realizar la ventilación del centro con medios mecánicos, tratar el aire térmicamente antes de ser introducido, filtrarlo adecuadamente, y recuperar la energía del flujo extraído.

5.3_ Elección del sistema adoptado

Es necesario por tanto un sistema de ventilación mecánica, y además un sistema de calefacción que asegure una temperatura adecuada interior. Parece que estos dos sistemas se podrían resolver de manera independiente, por ejemplo, un suelo radiante para la calefacción y un sistema de ventilación por conductos. Desde el principio esta idea me parece excesiva y acaba siendo rechazada.

En la búsqueda de un **SISTEMA DE VENTILACIÓN DESCENTRALIZADA**, que además pudiera resolver al mismo tiempo la climatización de los espacios, encontré unas unidades de la marca **TROX**, que además están especialmente diseñadas para centros educativos, y que colocadas en perímetros y cerca de espacios exteriores son capaces de tomar aire exterior, expulsar aire interior recuperando parte de su energía, filtrar y calentar o enfriar el aire, e impulsarlo al interior de los espacios.

Este sistema evita la construcción de conductos de aire y su mantenimiento, así como la disposición de una gran unidad de tratamiento de aire, disponiendo unidades de diseño modular que “cogen” el aire de lugares cercanos y además permite regular la temperatura independientemente en todos los lugares de la escuela de una manera muy sencilla. Tiene muchas otras ventajas, relacionadas con la facilidad de instalación y con el aire trabajando a una menor temperatura porque no tiene que recorrer distancias tan largas.

La elección de este sistema, es una de las razones que me llevan a construir un perímetro opaco en los pabellones, que además siempre viene matizado por antepechos, es decir, el mobiliario interior en esos espacios adquiere en unos 120 cm de altura para ubicar dicho sistema y crear siempre el mismo esquema modulado y adecuadamente resuelto. Se evitan los conductos puesto que hasta las unidades solo hay que llevar electricidad y un fluido caliente o frío.

Resuelve la ventilación, la calefacción y la refrigeración, en un mismo lugar, el perímetro, espacio en el que también se trata de resolver el suministro de agua fría, el de agua caliente, el de gas, y el de electricidad.

5.4_Elementos que componen el sistema

_Producción de frío
_Producción de calor
_Conductos de frío y calor
_Unidades de ventilación descentralizada + climatización (intercambio)

5.4.1_Sistema de producción de frío

El producto final del sistema de producción de frío es el fluido refrigerante R-410A a baja temperatura. Para ello, se dispone una unidad de producción de frío por compresión formada por una bomba de calor con entrada de aire exterior en el condensador y el líquido refrigerante que va hasta las distintas unidades que actúan de evaporador.

La bomba de calor tiene alimentación eléctrica trifásica. Además, se disponen unas bombas de recirculación en la misma sala, para mover el fluido refrigerante por el circuito.

5.4.2_Sistema de producción de calor

Para generar el fluido caliente, que es agua, se utiliza la caldera para producción de ACS, con otro circuito distinto por tratarse de agua sin necesidad de tratamientos. El agua se calienta en la caldera y discurre por los conductos hasta cada una de las unidades finales. Este circuito está también conectado a un acumulador de inercia que recoge energía del sistema primario de colectores solares situado en la cubierta.

Los elementos son por tanto un acumulador con serpentín para intercambio con el circuito secundario; y la caldera de apoyo que se encarga de calentar el agua hasta la temperatura adecuada. Además es necesario un grupo de hidropresión para la recirculación del circuito de calefacción.

5.4.3_Conductos de frío y calor

El sistema de conductos se realiza por los muros del perímetro de la escuela mediante un esquema con retorno bitubular invertido, de forma que se equilibra hidráulicamente el sistema en los dos casos (frío y calor), garantizando que todas las unidades estén correctamente abastecidas. Hay un montante de agua caliente y otro de fluido refrigerante, y se abastecen tanto las unidades en los "mobiliarios de antepechos" de los pabellones.

5.4.4_Unidades interiores

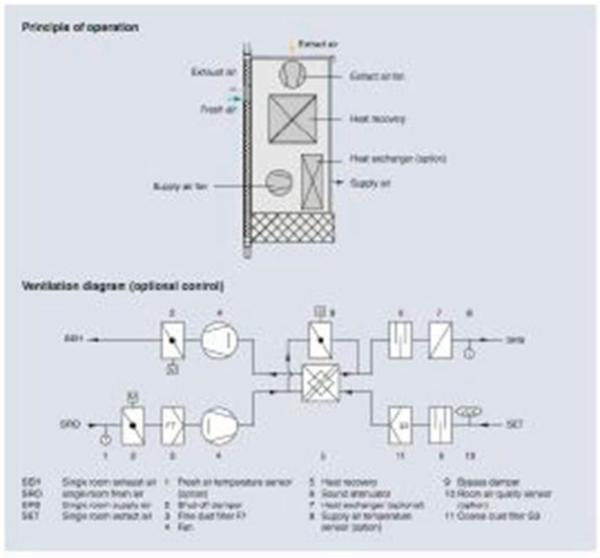
Nos encontramos aquí con dos tipos de unidades:

_Unidades de la marca TROX para ventilación descentralizada, que resuelven ventilación, calefacción y refrigeración al mismo tiempo.

Se utilizan dos tipos tal y como están grafiados en los detalles de fachada:

Unidades de antepecho de la marca TROX para ventilación descentralizada, que se sitúan bajo mobiliario de madera**SCHOOLAIR B** (1200x600x300cm)

Unidades de suelo (underfloor units) que se sitúan bajo mobiliario de madera de menos dimensión**FSL-U-ZAB** (1200x600x200cm)



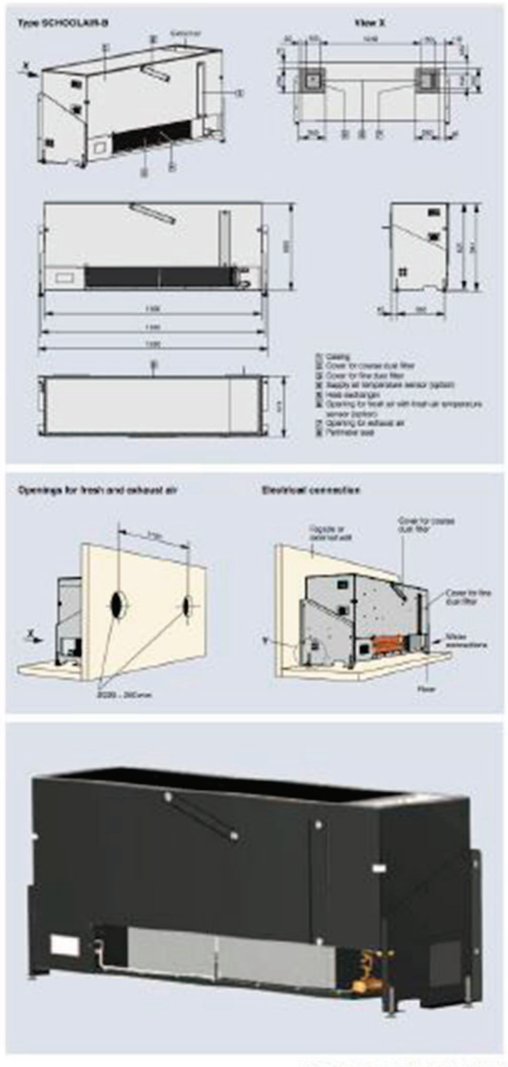
Ventilation units SCHOOLAIR-B maintain a high air quality in class rooms by supplying conditioned fresh air to the room and extracting stale air.

Supply air
The supply air fan provides fresh air, which flows through a shut-off damper and a fine dust filter. In case the unit is switched off, a shut-off damper prevents uncontrolled air flow. The Class F7 fine dust filter corresponds to the hygiene requirements of VDI 6022.
For the thermal conditioning of the fresh air a heat exchanger for heat recovery and as an option a heat exchanger for heating and / or cooling. The heat recovery takes place recuperatively using a plate heat exchanger. A part of the heat in the extract air is transferred to the fresh air. In cases of sensible heating, a bypass damper opens the heat recovery bypass during the transitional period and to prevent freezing.
The supply air is discharged into the room as a displacement flow.

Heat exchanger (option)
The thermal loads of the room are dealt with by heat exchanger for heating and, if chilled water available, cooling. In the heat exchanger, the temperature of the air increases up to approx. 22 °C (static heating system exists) or with adequate hot water flow temperature up to approx. 40 °C, to cover the façade heat loss (normally no static heating system necessary).

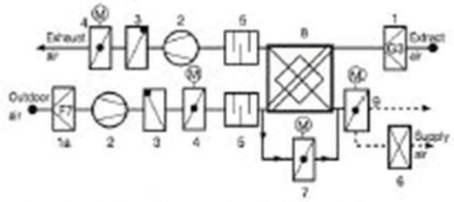
Extract air
The exhaust air fan removes the air from the room near the sill and discharges it through the heat exchanger for heat recovery and the shut-off damper to outside. A coarse dust filter protects the fan and the heat exchanger for heat recovery from contamination.

Unidad TROX tipo SCHOOLAIR B



Unidad TROX tipo SCHOOLAIR B

Ventilation diagram FSL-U-ZAB



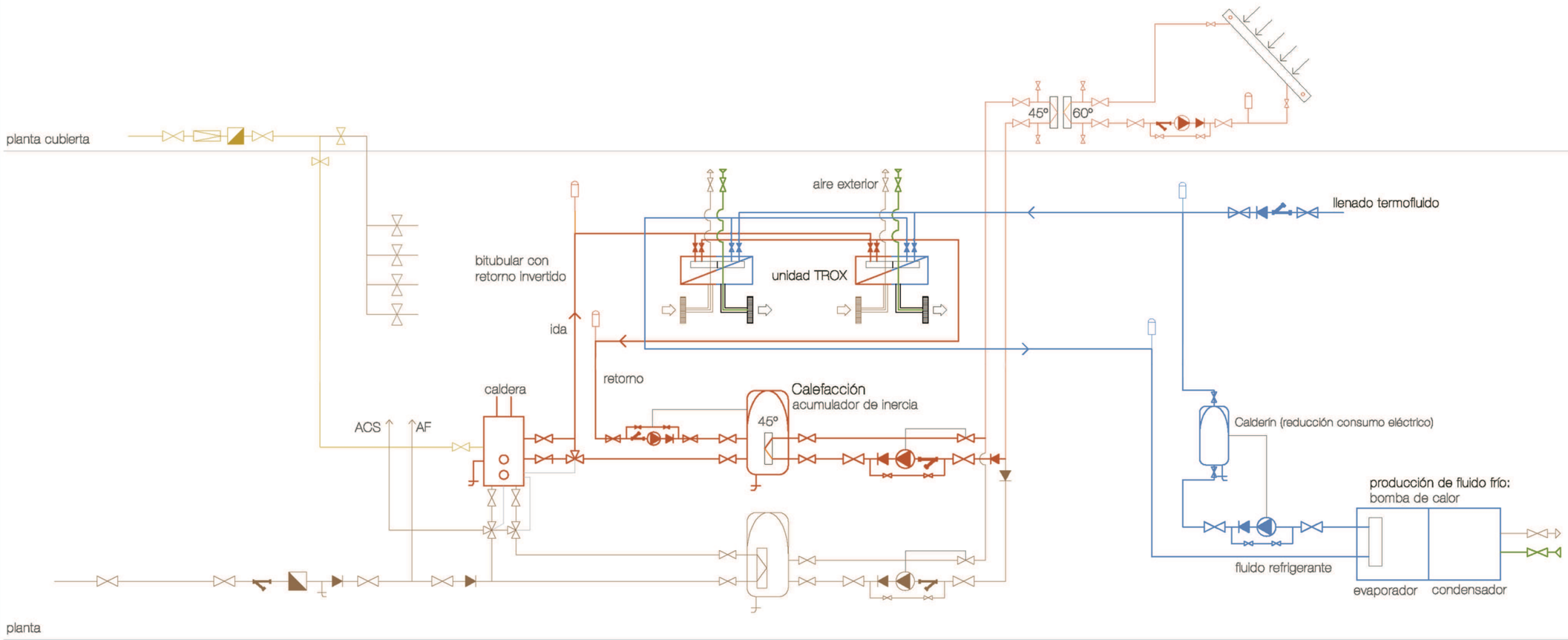
1 Coarse dust filter G3
1a Fine dust filter F7
2 Fan
3 Non-return damper
4 Shut-off damper with actuator
5 Sound attenuator
6 Heat exchanger
7 Bypass damper with actuator
8 Heat recovery
9 Thermal switch

Dimensions		
Height	200	mm
Depth	500	mm
Width	1200	mm

Technical data		
Supply air flow rate	60 – 120	m³/h
Cooling capacity, total	280 – 560	W
Heating capacity, total	400 – 800	W
Sound power level	39 – 49	dB(A)
Filter (outdoor air)	F7	

_Conducto agua fria
_Contacto agua caliente
_Toma aire exterior
_Expulsión aire interior
_Caldera ACS
_Unidad TROX
_Unidad producción frio

_PLANTA GENERAL_climatización, calefacción y ventilación_E:1_200


planta cubierta
45º
60º
aire exterior
llenado termofluido
bitubular con
retorno invertido
unidad TROX
ida
retorno
caldera
Calefacción
acumulador de inercia
45º
ACS
AF
Calderín (reducción consumo eléctrico)
producción de fluido frío:
bomba de calor
fluido refrigerante
evaporador
condensador
planta

6_Electrotécnia y Telecomunicaciones

ITC-BT

6.1_Descripción de los elementos de la instalación

1_Acometida
Se realiza enterrada hacia la escuela hasta la Caja de Protección y Medida situado en el cuarto de instalaciones.

2_CGP + Contador
Dado que solo se necesita un contador, por tratarse de un único usuario, en vez de una Caja General de Protección se opta por colocar una Caja de Protección y Medida, que lleva incorporado directamente el contador, ahorrando el tramo de LGA (línea general de alimentación). Se sitúa en un armario dentro del cuarto de instalaciones, con acceso para mantenimiento y medida.

Tendrá una tensión nominal de 400kW entre fases y de 230kW entre fase y neutro con una frecuencia de 50Hz. El sistema de conexión entre neutro y masas será en esquema TT, existiendo una instalación de puesta a tierra independiente de la misma para la conexión de las masas. La protección frente a contactos indirectos se realizará mediante interruptores de protección de corriente diferencial.

3_Cuadro general de baja tensión (CGBT)
Cuadro general de distribución que reúne a todos los distintos sub-cuadros generales de la escuela y sus circuitos. Está compuesto por interruptores generales y de protección. Situado en el cuarto de instalaciones.

4_Grupo electrógeno complementario
Que entrará en funcionamiento ante un fallo en el suministro normal. Ambos suministros no podrán ser acoplados, existiendo un enclavamiento que impida esta posibilidad.

5_Derivaciones individuales
A cada uno de los sub-cuadros de distribución en las distintas zonas de la escuela.

6_Sub-cuadros de distribución de cada sección
Existen un total de 5 sub-cuadros de distribución:
_Zona de aulas y talleres
_Zona de comedor
_Zona de administración
_Zona de cocina, por tratarse de una zona con mucha potencia eléctrica instalada

Desde cada uno de estos sub-cuadros se distribuyen varios circuitos, incluyendo siempre el de:
_Iluminación
_Alumbrado de emergencia
_Tomas de corriente

6.2_Materiales y consideraciones constructivas

Las líneas de distribución discurrirán verticalmente por patinillos y horizontalmente sobre bandejas metálicas por el "perímetro", y estarán constituidas por conductos unipolares en el interior de tubos de PVC.

Cualquier parte de la instalación eléctrica mantendrá una separación mínima de 5cm respecto de las canalizaciones de agua y saneamiento, y siempre colocadas en una cota mayor.

Se utilizan conductores de cobre de 1,5mm2 de sección para circuitos de alumbrado, y de 2,5mm2 de sección para circuitos de otros usos. Para el resto de circuitos que alimenten a sub-cuadros o receptores individuales se dimensionará la sección de los conductores de cobre según su potencia nominal.

6.3_Telecomunicaciones

Los recintos RITI y RITS... El cableado para uso telefónico, conexión a internet, sistema audiovisual de voz y datos discurre junto al resto de conductores eléctricos.

6.4_Sistemas de protección

Los sistemas de protección contra sobretensiones, cortocircuitos, etc, se han intentado dibujar, de manera general, en el esquema unifilar, siempre teniendo en cuenta que no se ha realizado el cálculo pormenorizado de los interruptores de control de potencia (fusibles modernos), ni el del sistema de protección de tierra, que también existirá.

_Línea de distribución (tomas de corriente, luz,datos,etc)
por paredes y suelo

_Línea alumbrado por techo

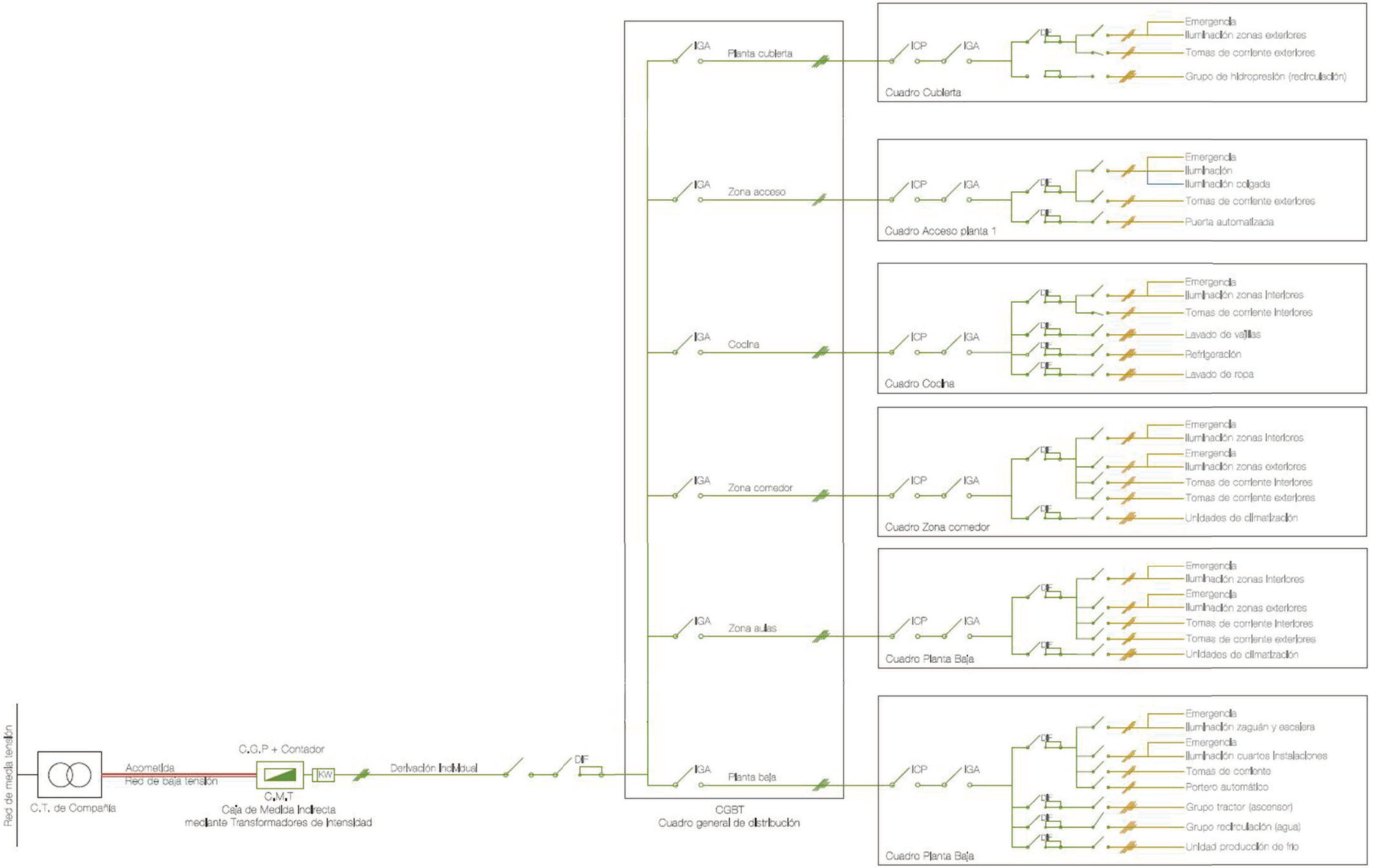
_Caja general de distribución

_Cuadro de distribución de cada sección

_Contador

_Cuadro general de baja tensión

_PLANTA GENERAL_electrotécnia y telecomunicaciones_E:1_200


Red de media tensión
C.T. de Compañía
Acometida
Red de baja tensión
C.G.P + Contador
C.M.T
Caja de Medida Indirecta
mediante Transformadores de Intensidad
KW
Derivación Individual
DIF
CGBT
Cuadro general de distribución
IGA
Planta cubierta
ICP
IGA
DIF
Emergencia
Iluminación zonas exteriores
Tomas de corriente exteriores
Grupo de hidropresión (recirculación)
Cuadro Cubierta
IGA
Zona acceso
ICP
IGA
DIF
Emergencia
Iluminación
Iluminación colgada
Tomas de corriente exteriores
Puerta automatizada
Cuadro Acceso planta 1
IGA
Cocina
ICP
IGA
DIF
Emergencia
Iluminación zonas interiores
Tomas de corriente interiores
Lavado de vajillas
Refrigeración
Lavado de ropa
Cuadro Cocina
IGA
Zona comedor
ICP
IGA
DIF
Emergencia
Iluminación zonas interiores
Emergencia
Iluminación zonas exteriores
Tomas de corriente interiores
Tomas de corriente exteriores
Unidades de climatización
Cuadro Zona comedor
IGA
Zona aulas
ICP
IGA
DIF
Emergencia
Iluminación zonas interiores
Emergencia
Iluminación zonas exteriores
Tomas de corriente interiores
Tomas de corriente exteriores
Unidades de climatización
Cuadro Planta Baja
IGA
Planta baja
ICP
IGA
DIF
Emergencia
Iluminación zaguán y escalera
Emergencia
Iluminación cuartos instalaciones
Tomas de corriente
Portero automático
Grupo tractor (ascensor)
Grupo recirculación (agua)
Unidad producción de frío
Cuadro Planta Baja

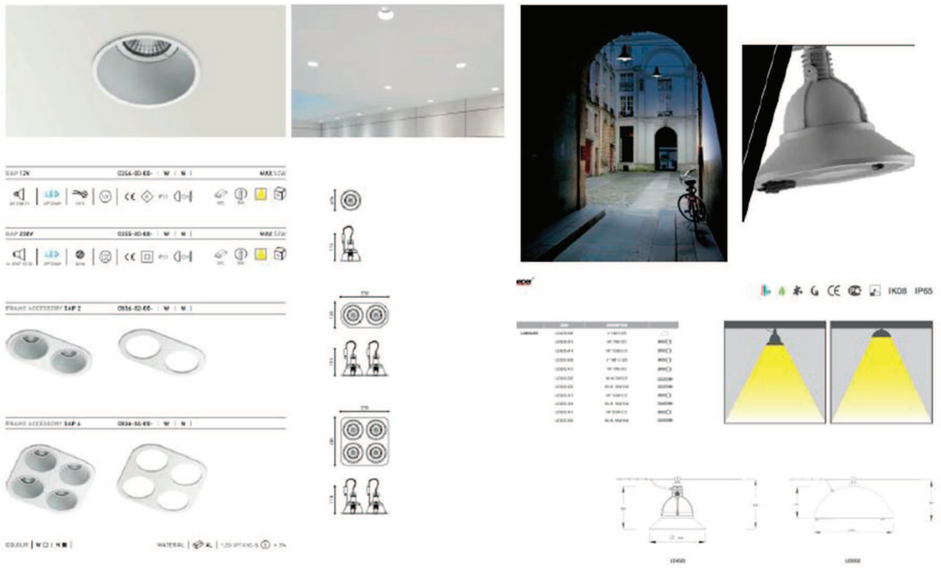
7_Luminotecnia

7.1_Descripción general

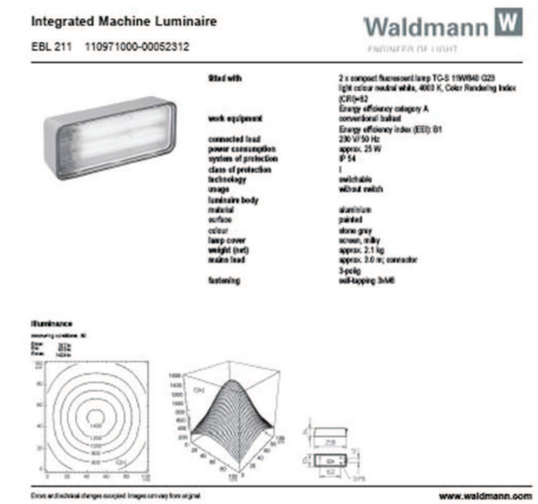
La iluminación que se proyecta es en su totalidad vista, colocada o colgada directamente del techo de madera, formando parte en la observación y aprendizaje del niño. Por lo que se ha considerado importante su ordenación, evitando una excesiva presencia dentro del espacio al que dan servicio.

No se usan las mismas luminarias en las zonas propias de aprendizaje como en las zonas de lectura, descanso o motricidad. Ni son las mismas en los espacios acotados a una baja altura, que los proyectados a mayores alturas. Por tanto en este aspecto, el proyecto también intenta adaptar sus características al espacio creado.

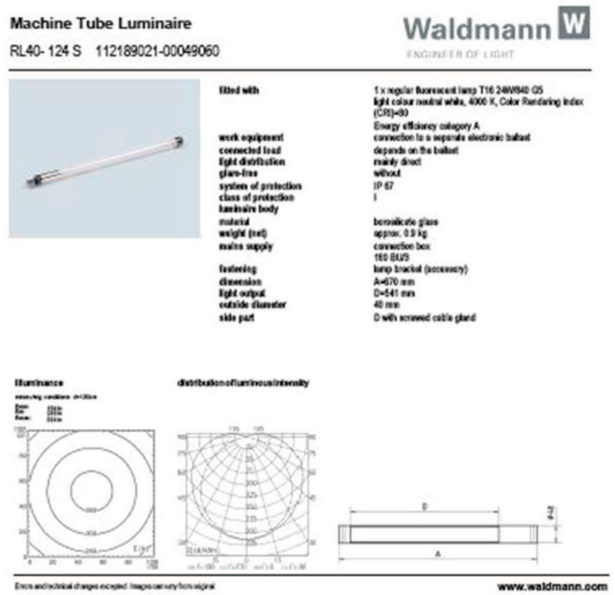
7.2_Ejemplos de las luminarias escogidas



_Luminaria interior, dowlight y luminaia sobre catenaria

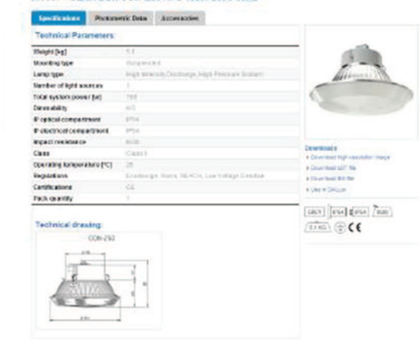


_Luminaria exterior de apoyo



_Luminaria lineal vista

_Luminaria lineal vista



_Luminaria puntual para exteriores

_Luminaria puntual colgada
_Luminaria puntual
_Luminaria lineal suspendida

_PLANTA GENERAL_luminotecnia _E:1_200

8_Seguridad en caso de incendio

CTE DB-SI

8.1_SECCIÓN SI 1: Propagación Interior

8.1.1_Compartimentación en sectores de incendio

La escuela se sitúa en su totalidad en pabellones de una única planta.

*Datos:
Edificio de uso docente: "Si el edificio tiene más de una planta, la superficie construida de cada sector de incendio no debe exceder de 4.000 m2. Cuando tenga una única planta, no es preciso que esté compartimentada en sectores de incendio".

Se diferenciarían así varios sectores de incendio según la normativa (Tabla 1.1, DB-SI), para edificios de uso docente cuya superficie construida de cada sector de incendio no será mayor de 4000 m2.

Debido a que la escuela que se proyecto consta de pabellones totalmente aislados e individuales y rodeados de espacio exterior de salida, no es necesaria la compartimentación en diversos sectores de incendio.

El resto de espacios de la escuela son exteriores y por sus dimensiones y situación son considerados:

_Porche de acceso: Sector de riesgo mínimo, con conexión directa a espacio exterior abierto en su totalidad.

La resistencia al fuego de las paredes, techos y puertas que delimitan sectores de incendio, para nuestra altura de evacuación igual a 3 m (h ≤ 15 m), será EI-60 para los supuestos sectores de incendio, y EI-120 para la separación de los sectores de riesgo mínimo (porche de acceso) con el resto de sectores del edificio. (Tabla 1.2, DB SI)

8.1.2_Locales y zonas de riesgo especial

Se consideran locales de riesgo especial bajo, los siguientes: (Tabla 2.1 DB-SI)

_Sala de contadores eléctricos y grupo electrógeno en planta baja
_Salas de máquinas de instalaciones de climatización (según Reglamento de Instalaciones Térmicas en los edificios, RITE, aprobado por RD 1027/2007, de 20 de julio, BOE 2007/08/29)
_Almacén de despensa, con máquinas frigoríficas de potencia ≤ 400 kW
_Almacén de residuos, en la zona de cocina con superficie: 5<S≤15 m2

Se consideran locales de riesgo especial medio, los siguientes: (Tabla 2.1 DB-SI)

_Cocina, con potencia instalada: 30<P≤50 kW
_Sala de calderas, con potencia instalada: 200<P≤600 kW

Estos locales cumplirán las siguientes condiciones: (Tabla 2.2 DB-SI)

Característica	Riesgo bajo	Riesgo medio
Resistencia al fuego de la estructura portante[2]	R 90	R 120
Resistencia al fuego de las paredes y techos[3] que separan la zona del resto del edificio[2][4]	EI 90	EI 120
Vestíbulo de independencia en cada comunicación de la zona con el resto del edificio	-	Sí
Puertas de comunicación con el resto del edificio	EI_2 45-C5	2 x EI_2 30 -C5
Máximo recorrido hasta alguna salida del local[5]	≤ 25 m[6]	≤ 25 m[6]

Según el apartado de "Resistencia al fuego de la estructura de madera" del bloque de estructura, la resistencia de la estructura portante del proyecto sería ≥ R60, por lo que adoptaremos la característica de R90 y R120 en estructura portante.

8.1.3_Paso de instalaciones a través de elementos de compartimentación de incendios

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

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

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

8.2_SECCIÓN SI 2: Propagación Exterior

8.2.1_Medianeras y fachadas

No existe propagación vertical puesto que el proyecto constituido por pabellones cuenta con una única planta de estos y por tanto única.

La propagación horizontal por medianerías tampoco existe debido a las mismas causas y características que anteriormente.

8.2.2_Cubierta

Tampoco existe riesgo de propagación, por ser una cubierta aislada de los edificios del entorno.

8.3_SECCIÓN SI 3: Evacuación de los ocupantes

8.3.1_Compatibilidad de los elementos de evacuación

Según lo establecido en la Normativa, tenemos que:

Los establecimientos de uso Comercial o Pública Concurrencia de cualquier superficie y los de uso Docente, Hospitalario, Residencial Público o Administrativo cuya superficie construida sea mayor que 1.500 m2, si están integrados en un edificio cuyo uso previsto principal sea distinto del suyo, deben cumplir las siguientes condiciones:

a) sus salidas de uso habitual y los recorridos hasta el espacio exterior seguro estarán situados en elementos independientes de las zonas comunes del edificio y compartimentados respecto de éste de igual forma que deba estarlo el establecimiento en cuestión, según lo establecido en el capítulo 1 de la Sección 1 de este DB. No obstante, dichos elementos podrán servir como salida de emergencia de otras zonas del edificio,

b) sus salidas de emergencia podrán comunicar con un elemento común de evacuación del edificio a través de un vestíbulo de independencia, siempre que dicho elemento de evacuación esté dimensionado teniendo en cuenta dicha circunstancia.

Los elementos de evacuación de la escuela son totalmente independientes unas zonas de otras, es decir, son pabellones independientes entre sí. Por tanto, no existe problema alguno respecto a este aspecto.

8.3.2_Cálculo de la ocupación

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

A efectos de determinar la ocupación, se debe tener en cuenta el carácter simultáneo o alternativo de las diferentes zonas de un edificio, considerando el régimen de actividad y de uso previsto para el mismo.

Tabla 2.1. Densidades de ocupación (1)

Uso previsto	Zona, tipo de actividad	Ocupación (m^2/persona)
Cualquiera	Zonas de ocupación ocasional y accesibles únicamente a efectos de mantenimiento: salas de máquinas, locales para material de limpieza, etc.	*Ocupación nula*
	Aseos de planta	3
Docente	Conjunto de la planta o del edificio	10
	Locales diferentes de aulas, como laboratorios, talleres, gimnasios, salas de dibujo, etc.	5
	Aulas (excepto de escuelas infantiles)	1,5
	Aulas de escuelas infantiles y salas de lectura de bibliotecas	2
Pública concurrencia	Zonas destinadas a espectadores sentados:	
	con asientos definidos en el proyecto	1pers/asiento
	sin asientos definidos en el proyecto	0,5
	Salones de uso múltiple en edificios para congresos, hoteles, etc.	1
	Zonas de público en restaurantes de "comida rápida", (p. ej: hamburgueserías, pizzerías...)	1,2
	Zonas de público sentado en bares, cafeterías, restaurantes, etc.	1,5
	Salas de espera, salas de lectura en bibliotecas, zonas de uso público en museos, galerías de arte, ferias y exposiciones, etc.	2

Debido a que no existe partición ninguna del proyecto en distintos sectores de incendio por las causas anteriormente expuestas, pabellones totalmente aislados e independientes entre sí, no es necesario realizar el cálculo de ocupación de sectores de incendio.

8.3.3_Número de salidas y longitud de recorridos de evacuación

Según (Tabla 3.1 CTE DB-SI), para uso docente cuando el nº de alumnos ≥ 50 es necesario disponer en cada sector dos salidas de planta o de recinto. Además, la longitud de los recorridos de evacuación hasta alguna de ellas no debe exceder los 35 m en escuelas infantiles, y la longitud de los recorridos de evacuación desde su origen hasta algún punto desde el cual existan al menos dos recorridos alternativos no debe exceder de 25 m.

Debido a que cada pabellón cuenta en todos sus lados con espacio exterior, se considera espacio exterior seguro y por tanto no es necesario considerar como anteriormente sectores de incendio ni puertas de salida de cada uno de los supuestos.

8.3.4_Dimensionado de los medios de evacuación (Tabla 4.1 CTE DB-SI)

No es de aplicación al proyecto ya que, como se ha explicado anteriormente, no existe partición en sectores del proyecto.

8.3.5_Protección de las escaleras (Tabla 5.1 CTE DB-SI)

Las escaleras que existen en el proyecto son totalmente exteriores, por lo que no es de aplicación este punto.

8.3.6_Puertas situadas en recorridos de evacuación

Según la normativa, las puertas previstas como salida de planta o de edificio y las previstas para la evacuación de más de 50 personas serán abatibles con eje de giro vertical y su sistema de cierre, o bien no actuará mientras haya actividad en las zonas a evacuar, o bien consistirá en un dispositivo de fácil y rápida apertura desde el lado del cual provenga dicha evacuación, sin tener que utilizar una llave y sin tener que actuar sobre más de un mecanismo. Las anteriores condiciones no son aplicables cuando se trate de puertas automáticas.

Aplicándolo al proyecto en concreto, todas las puertas de los pabellones son de apertura abatible con eje de giro vertical y el acceso al edificio también se produce de la misma manera.

8.3.7_Señalización de los medios de evacuación

Se utilizarán las señales de evacuación definidas en la norma UNE23034:1988, conforme a los siguientes criterios:

a) Las salidas de recinto , planta o edificio tendrán una señal con el rótulo "SALIDA".

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

c) Deben disponerse señales indicativas de dirección de los recorridos, visibles desde todo origen de evacuación desde el que no se perciban directamente las salidas o sus señales indicativas y, en particular, frente a toda salida de un recinto con ocupación mayor que 100 personas que acceda lateralmente a un pasillo.

8.3.8_Control del humo de incendio

No se aplica

8.4_SECCIÓN SI 4: Instalaciones de protección contra incendios

8.4.1_Dotación de instalaciones de protección contra incendios

Según la Tabla 1.1 CTE DB-SI, sobre los equipos e instalaciones de protección contra incendios, se aplican:

_Extintores portátiles (uno de eficacia 21A -113B)

Cada 15 m de recorrido en planta desde todo origen de evacuación.
En cualquier zona con una superficie mayor a 50 m2.
En cualquier zona con una ocupación > 1 persona cada 5 m2.

_Sistema de detección de incendio

Por tratarse de un edificio de uso docente cuya superficie construida excede de 1000 m2.

_Si se considerara la zona del comedor como uso público sería necesario equiparla con una boca de incendio si la superficie construida excede de 500m2. Como esta es inferior, pasaremos por alto este requerimiento.

8.4.2_Señalización de las instalaciones manuales de protección contra incendios

Los medios de protección contra incendios de utilización manual (extintores, bocas de incendio, hidrantes exteriores, pulsadores manuales de alarma y dispositivos de disparo de sistemas de extinción) se deben señalizar mediante señales definidas en la norma UNE 23033-1 cuyo tamaño sea:

a) 210 x 210 mm cuando la distancia de observación de la señal no exceda de 10 m;
b)420 x 420 mm cuando la distancia de observación esté comprendida entre 10 y 20 m;
c) 594 x 594 mm cuando la distancia de observación esté comprendida entre 20 y 30 m.

Las señales deben ser visibles incluso en caso de fallo en el suministro al alumbrado normal. Cuando sean fotoluminiscentes, deben cumplir lo establecido en las normas UNE 23035-1:2003, UNE 51 23035-2:2003 y UNE 23035-4:2003 y su mantenimiento se realizará conforme a lo establecido en la norma UNE 23035-3:2003.

8.6_SECCIÓN SI 6: Resistencia al fuego de la estructura

Según la Tabla 3.1 DB-SI, por tratarse de un edificio de Uso Docente con alturas de evacuación ≤ 15 m, se requiere una resistencia al fuego R60.

_Recorrido de evacuación
_Distancia de emergencia
_Local de riesgo especial_EI_120
_Extintor portátil
_Luz de emergencia
_Sistema de alarma
_Salida de emergencia

_PLANTA GENERAL_seguridad en caso de incendio_E:1_200

CAPÍTULO 6

_La conclusión

Una vez llegado el final, y estando a punto de rozar mi meta, echo la vista atrás y me doy cuenta que este proyecto no es más que el resultado de un largo proceso de aprendizaje. Una enseñanza que empezó hace ya unos años en unas pequeñas aulas llenas de juegos y que a día de hoy he podido plasmar en mi proyecto.

Todo ello supone el fin de un ciclo, resulta curioso acabar proyectando lo que para mí fueron los principios. Sin duda, la educación es un proceso que no termina nunca.