

escuela proyecto final de carrera  
infantil t a l l e r 5  
el saler jose l. gonzález jiménez

---

la cueva y la cabaña  
l u z g r a v e d a d

Mi recorrido a lo largo de la carrera, me ha dado las claves para saber cómo proyectar una buena arquitectura, pero lo cierto es que todavía no consigo sintetizar todos los conceptos para pensar los edificios tal como a mí me gustaría. Esto podría llegar a ser frustrante, pero de momento, me enfrento a cada proyecto como un entrenamiento, y en este PFC no ha sido diferente. No busco un ejercicio perfecto, sino un ejercicio que me permita aprender cuanto más mejor.



Aprender en la ciudad histórica



Aprender en la cubierta



Aprender en la ciudad abierta



Aprender en el paisaje



Aprender en el paisaje

## I. CINCO LUGARES PARA LA INFANCIA.

El Proyecto Final de Carrera del Taller 5 para los años 2013 y 2014 escondía en su enunciado una pregunta muy directa, **¿dónde construir una escuela infantil?**

Visitar, fotografiar y esbozar la amalgama de emplazamientos propuestos hizo que comenzaran a dibujarse en mi cabeza, las primeras posibilidades de lo que podía ser ese mundo para los niños. Pero entonces recordé la anécdota escrita por Alfonso Muñoz Cosme en su libro 'El proyecto de arquitectura'.

*...Cuentan que un estudiante de arquitectura, mientras cursaba los últimos años de la carrera, se puso a trabajar en el estudio de Secundino Zuazo que de entrada le dio los datos de una vivienda unifamiliar y le dijo que se pusiera a trabajar en ello. Lleno de ganas de quedar bien, se puso inmediatamente a dibujar. Al cabo de un rato estaba emocionado por todo lo que había avanzado. Cuando vuelve Zuazo, al ver el tablero cuajado de plantas, alzados y perspectivas le dice '¿Pero que haces insensato? ¿Cómo puedes dibujar sin haberte estudiado antes el programa, haber ido al terreno e incluso conocer a la familia?...*

Por lo tanto era el momento de **volver atrás por un instante**, puesto que antes de responder a la pregunta que escondía el enunciado había que atender otras cuestiones.

## 0. ¿QUÉ?

Si conocemos la actividad concreta que se va a desarrollar podemos enfocar el análisis de los lugares no a una idea vaga sobre educación sino a cosas más tangibles.

Para responder a esta pregunta fue mas fácil empezar diciendo lo que no es el aprendizaje del niño. No es el espacio en que se quedan los niños mientras los padres van a trabajar, no existe la figura autoritaria y disciplinaria del maestro, no se trabaja el conocimiento mediante la memorización o el esfuerzo repetitivo, no se fomenta la competitividad..

Por el contrario, si se incentivan los intereses del alumno y la participación. El niño va a aprender a través de la **interacción con su entorno** próximo, y el maestro va a ser un simple acompañante y colaborador. El objetivo es formar a los pequeños y esto solo se consigue con la observación y la experimentación.

Estos conceptos aparentemente actuales ya fueron antes a lo largo de la historia, pero tienen completa vigencia en la actualidad puesto que la educación de un niño no es moderna ni antigua, es simplemente la educación de un niño.

Era un periodo de tiempo destinado a conocer a Aristóteles y los filósofos presocráticos, María Montessori, Walt Disney, Rodari, Hertzberg, Pestalozzi, Kahn... Desde diferentes perspectivas como la filosofía, la pedagogía, el cine o la arquitectura ya se habían planteado antes las preguntas que yo debía responder sobre la educación de un niño.

Muchas de las reflexiones que pude extraer de su conocimiento se basaban en la **pedagogía naturalista** del filósofo **Jacques Rousseau**. En su libro '*Emile ou de l'éducation*', considerado el primer tratado sobre educación en occidente, se podían encontrar ideas que daban continuidad a lo expresado en las primeras líneas sobre lo que debía ser el aprendizaje infantil.

Todo lo aprendido ponía especial atención al conocimiento a través del **juego y los sentidos** ya que el entorno a través de la interacción directa, es quien va a permitir al niño obtener un desarrollo pleno. Por tanto, el objetivo se convirtió en encontrar un lugar donde el niño pudiera moverse **libremente y con seguridad** y en el que tener a su alcance materiales que despertaran su interés.



Ilustración del libro 'Con ojos de niño'  
Francesco Tonucci.

- Papá, ¿falta mucho?

- No tranquilo, ya estamos llegando.

A medida que esas palabras se mezclaban con el ruido del tráfico, mis pies continuaban andando mucho más apresurados de lo que me gustaría. La calle estaba vacía y ausente a pesar de todas aquellas personas que la poblaban. Los mayores se cruzaban en la acera sin parar, pero solo intercambiaban sus miradas. Avanzar corriendo, que hasta hacia poco se sucedía por todas partes, ahora estaba imposibilitado por aquella mano familiar de exageradas dimensiones. El verde de los árboles tenía aquí un extraño color grisáceo y el aroma que desprendían, jamás podría ocultar el olor a gasoil. El paseo matinal entre zapatos y piernas impedía disfrutar del sol de primavera, pero por fin encontramos a aquella señora.

- Emilio, este va a ser tu nuevo cole y esta chica tan simpática tu profe. Toma tu mochila, lo pasarás bien ya verás.

- Si, yo voy a ser tu maestra, bienvenido a nuestro colegio, ahora nos presentaremos y nos conoceremos mejor, pero rápido llegamos tarde a la lección.

Sin tiempo para contestar ya estaba caminando hacia el interior del edificio. En el pasillo, grandes mochilas me golpeaban desorientándome, pero eso no evitó ver como de aquella habitación salían todos los alumnos con un portalápices de pinzas para su madre. Llegamos al aula, el resto de niños en la clase esperaban sentados y en silencio, como un batallón aguarda la llegada de su general.

- Buenos días, tenemos un nuevo alumno, ahora guapo, cuéntales a todos tus compañeros quien eres.

- Me llamo Emilio Cucart, soy hijo único. Mi padre se llama Javier y es pintor. No tengo mamá pero nací normalmente y he tenido el sarampión. Me gustan los niños y la sombra de los arboles. He estado un año en otro cole y me lo pasé muy bien, pero no me gustaba el arroz blanco. Veo cuentos y juego con mis coches. Un día me hice pis en la cama. Cuando sea mayor quiero ser biólogo marino.

- Muy bien, ahora siéntate allí detrás y atiende a la pizarra.

Los libros, los colores, los juguetes o los disfraces que antes se amontonaban por todas partes de la habitación ya no estaban. A cambio una voz seria nos contaba lo afortunados que éramos por pertenecer a ese colegio mientras nos obligaba a unir bolas en aquellos hilos una y otra vez. El pasado se acercaba a mi mente tímido y silencioso hasta que el mismo ruido del timbre metálico de siempre, me recordó que era el momento de salir al sol, de jugar con la arena o de saltar entre las piedras. Aquí el patio estaba un poco más lejos, tan lejos que no se veía. Primero nos agarramos de la mano en parejas y recorrimos otra vez el eterno pasillo de la entrada. Cuando llegamos al exterior, no había rocas, no había agua, no había arena y el sol reflejaba en aquel suelo áspero de manera aplastante. El abrumador alboroto de los niños que jugaban en los toboganes me sacó precipitadamente de aquellos pensamientos, como lo haces al despertar de un mareo. Algo desconcertado y tremendamente decepcionado, me dirigí a aquel esquelético y solitario árbol de la esquina. Bajo su sombra apoyé la cabeza entre los sucios barrotes de la valla buscando el horizonte con la mirada. Todo aquello hacía no mucho tiempo estuvo mejor. Un hombre vendiendo pañuelos en el semáforo o la impaciencia del claxon sustituían ahora las vistas sobre el bosque y el cantar de los pájaros. Pero antes de que pudiera darme cuenta una voz aguda exclamó:

- A mí también me gustan los niños y quiero aprender a escribir ya, pero la maestra dice que no puedo porque soy muy pequeña. He estado en la guardería y tengo dos hermanos. Veo muchas películas de dibujos y como golosinas. Me llamo Ana, ¿quieres ser mi amigo?

- Vale, pero aquí no podemos jugar porque estamos encerrados. Tampoco podemos escondernos porque no hay árboles. Si estuviéramos en mi cole de antes... allí mezclábamos la arena con el agua y construíamos túneles y cuevas, un día fuimos a representar un cuento en la playa y también plantamos arboles en el bosque...

Los ojos de aquella niña se clavaron rápidamente en los míos, impaciente por saber más y más cosas de mi antigua escuela. Con todas sus preguntas los recuerdos se habían reordenado misteriosamente, casi podía oler el mar, escuchar el viento entre las hojas o sentir la irregularidad del suelo. Una sonrisa se me dibujó en los labios justo antes de que las palabras brotaran inocentes hacia los oídos de Ana.



Juego de niños  
Fotografía de Ignacio Antoñana.



Parque natural de l'Albufera de Valencia

## II. ¿DÓNDE?

Prácticamente sin darme cuenta, ya me había postulado respecto a qué tipo de experiencias deberían rodear a los niños en su proceso de aprendizaje. Los enclaves naturales de **El Saler**, potencialmente podrían dar mejor respuesta a cuestiones como el contacto con la naturaleza, el ambiente, la libertad o la interacción con el entorno.

La antigua venta de toros y el casal d'Esplai se encuentran inmersos en la Devesa. Se trata de un sector de la restinga que cerró el antiguo golfo de Valencia separando físicamente el mar Mediterráneo de la Albufera.

Se conjugan aquí una serie de factores climáticos que dan lugar a la existencia de una flora, fauna y paisaje con un alto valor ambiental. Se trata de un paisaje constituido por franjas longitudinales en el que podemos distinguir diferentes ambientes.

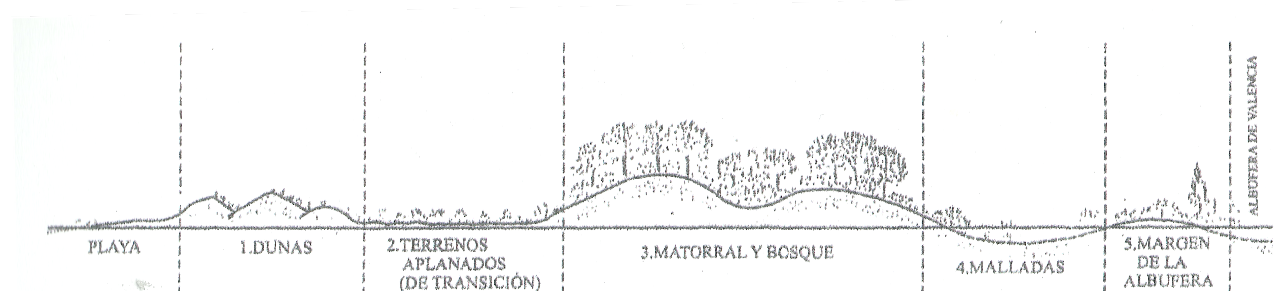
En contacto con el **mar** se desarrolla **la playa**. Constituye un sistema formado por 3 subunidades muy interrelacionadas entre sí, la playa sumergida, la playa húmeda y la playa seca.

A continuación el **conjunto dunar exterior**, compuesto por dunas móviles soporta duras condiciones ambientales como la fuerte insolación, el constante azote del viento de levante y la movilidad de partículas de arena.

El **conjunto dunar interior** esta formado por las dunas más antiguas en las que la cobertura vegetal es mas densa. En las zonas fuertemente influenciadas todavía por el viento marino, se instala el jaguarzal, caracterizado por la presencia de abundantes claros arenosos y puntuales zonas de vegetación arbórea y arbustiva. En las zonas mas alejadas donde la influencia del viento es menor, se instala la *maquia litoral mediterránea*, caracterizada por su gran densidad en la cobertura vegetal arbórea y arbustiva.

Entre las dos alineaciones dunares, aparecen una serie de depresiones conocidas con el nombre de **mallades**. Están formadas por suelos impermeables que se encharcan en los periodos de lluvia fruto de las subidas del nivel freático. Cuando éste agua se evapora, se forman en su superficie costras de sal. La vegetación compuesta fundamentalmente por juncales, se instala en función del grado de salinidad. Se trata de un ambiente frecuentado por aves migratorias.

En el extremo mas occidental de la restinga se sitúa **l'Albufera**. Se trata de una laguna de agua dulce utilizada como arrozal, de tal modo que dependiendo de la época del año y coincidiendo con los ciclos de crecida del agua, se experimentan grandes cambios en su paisaje respondiendo a los periodos de siembra y recogida del arroz.







PGOU del monte de la Devesa. 1963.



Regeneración dunar en el sector norte de la Devesa



#### HACER, DESHACER Y REHACER.

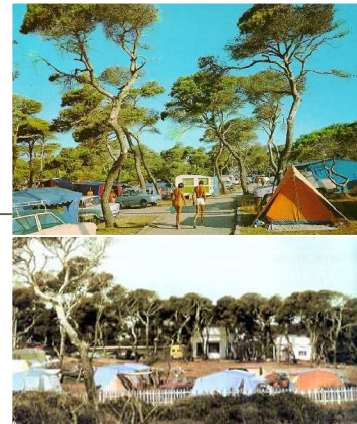
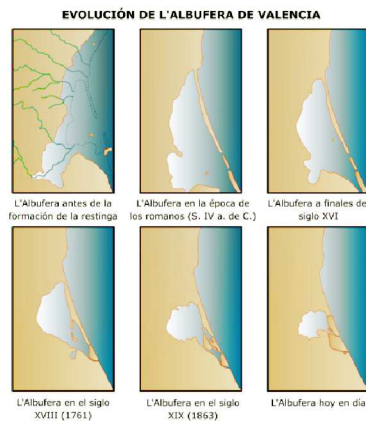
Con el 'boom' turístico español, se inició un **proceso de urbanización** que alteró gravemente todos estos ecosistemas. El conjunto dunar exterior fue arrasado casi en su totalidad para la construcción de un paseo marítimo, aparcamientos, viales y viviendas. Las mallades fueron rellenas con la arena procedente de esta actuación y repobladas de eucaliptos. El conjunto dunar interior quedaba fragmentado por la presencia de infraestructuras. La obtusa mano del hombre había generado cambios profundos en el paisaje.

Pero poco después, la **conciencia ecológica** se asentará en la sociedad y los humedales pasan de ser vistos como zonas insalubres a ser apreciados como reservas de diversidad natural. A partir de ese momento se iniciaron una serie de medidas encaminadas a **conservar** las zonas menos degradadas y a **recuperar** las más alteradas.

El resultado a día de hoy es un **paisaje heterogéneo**, donde los restos de las antiguas urbanizaciones conviven con la naturaleza, que finalmente ha acabado imponiendo su propio orden sobre el territorio.

Es importante destacar que el grado de afección de la urbanización fue diferente entre los sectores norte y sur. Actualmente el tramo sur es el mejor conservado y goza de un mayor grado de protección.





**CRONOLOGÍA DE UN DESASTRE**

**- 1.8 M años.**

Origen de la formación del lago como resultado del cierre del golfo. Los sedimentos arrastrados por las corrientes marinas desde la desembocadura del río Turia configuran la restinga.

**1238.**

La Albufera pasa a ser propiedad del Rey Jaume I, convirtiéndose en Coto Real de Caza. Este hecho hizo posible la conservación absoluta del paisaje hasta fechas relativamente recientes.

**1865.**

La Albufera es cedida al ayuntamiento de Valencia.

**1966.**

Se inaugura el Camping del Saler, una de las primeras intervenciones en la Devesa.

**1962.**

El Ayuntamiento cede terrenos al Ministerio para la construcción de un campo de golf, un parador de turismo y un puerto deportivo.

**1963.**

Se aprueba el Plan General de Ordenación Urbana de El Saler.

**1965.**

Aterramiento y repoblación con especies invasivas, de las numerosas malladas. Construcción de un paseo marítimo en detrimento del primer cordón dunar, con el daño que conlleva a los ecosistemas interiores. Tendido de las infraestructuras.

**1974.**

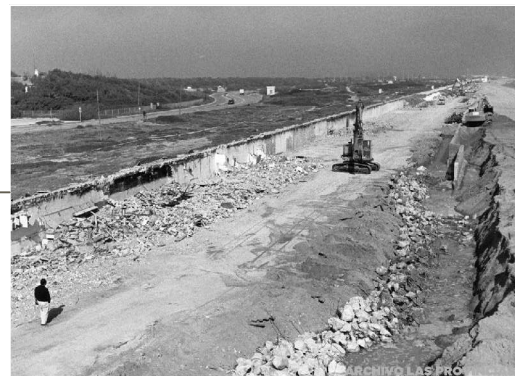
El diario Las provincias y las firmas de los usuarios de la Devesa alcanzan la paralización del plan.

**1980.**

Se produce un grave incendio provocado. Para recuperar las especies autóctonas se utiliza el Vivero Municipal.

**1984.**

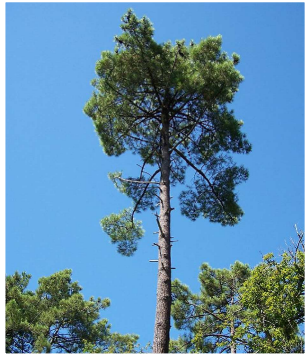
Comienzan las labores de regeneración del frente dunar todavía hoy incompletas en algunos puntos.



Vegetación arbórea



Pinus pinea



Pinus pinaster

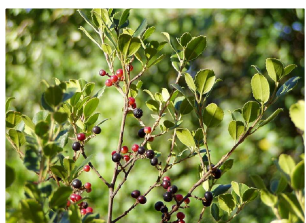


Pinus halepensis

Vegetación arbustiva



Linocera Caprifolium L



Rhamnus alaternus



Schoenus nigricans



Cistus salvifolius



Malcomia littorea



Charnaerops humilis



Anthyllis cytisoides



Thymus vulgaris



Coronilla juncea



Myrtus communis



Asparagus acutifolius

Vegetación de saladar



Anthrocneumon fruticosum



Juncus maritimus



Spergularia media



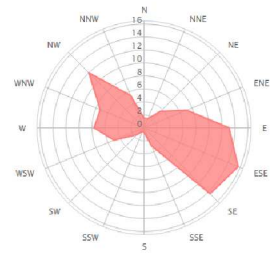
Phragmites communis

VEGETACIÓN.

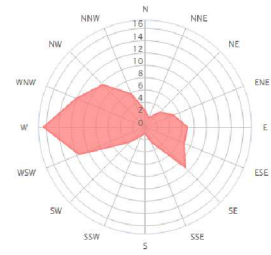
El *pinus halepensis* o pino carrasco constituye, salvo puntuales excepciones, la única especie arbórea de la Devesa. Se caracteriza por generar con su copa un espacio en sombra liviana que protege del tibio sol del verano mediterráneo. La necesidad de esta sombra y la posibilidad de ampliarla, matizarla, o especializarla con la arquitectura es el objetivo fundamental del proyecto.

Las especies arbustivas y trepadoras complementan la vegetación arbórea e introducen una serie de olores, colores, texturas y por que no decirlo, también sonidos que conforman un entorno proximo del que la escuela infantil quiere formar parte.

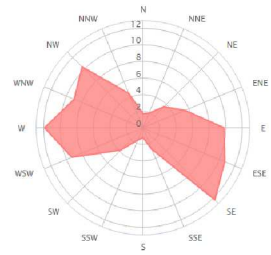
La vegetación de saladar completa este paisaje, revelando aquellos puntos donde la presencia del nivel freático esta mas cerca y permitiendo visuales de horizonte lejano.



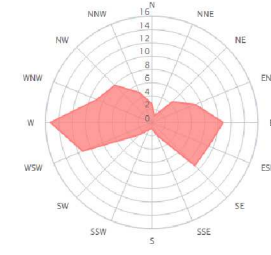
Septiembre



Febrero

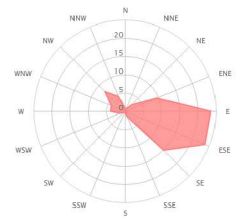


Octubre

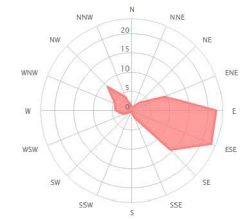


Marzo

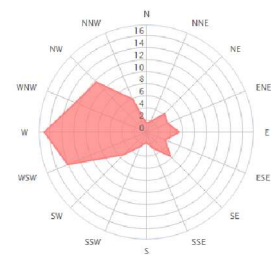
Verano



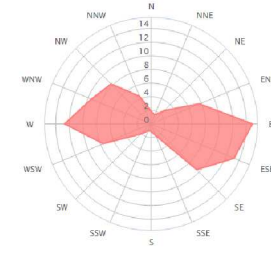
Julio



Agosto

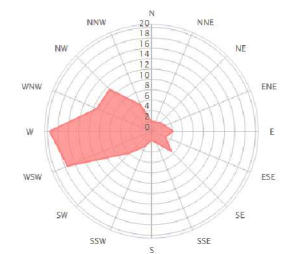
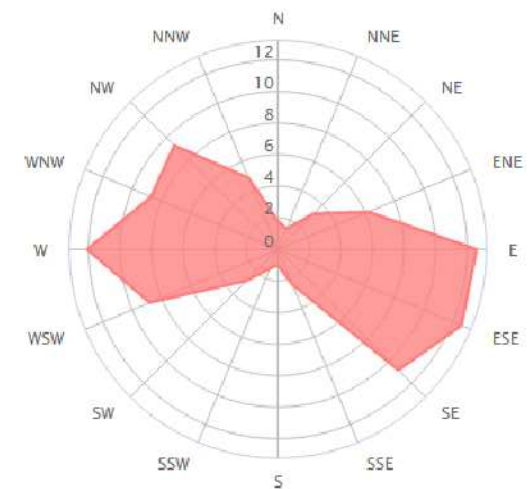


Noviembre

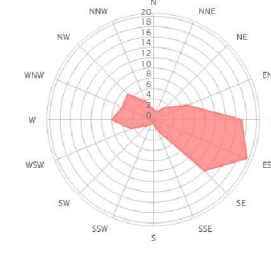


Abril

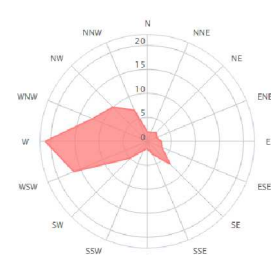
Media anual



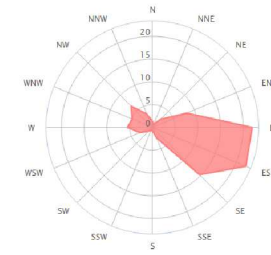
Diciembre



Mayo



Enero



Junio

fuelle: windfinder

### VIENTOS DOMINANTES

La brisa marina y el viento de poniente, salvo anecdóticas excepciones, constituyen los vientos dominantes en la Devesa. La primera se manifiesta durante los meses de verano mientras que a medida que avanza el invierno se imponen los vientos desde el oeste.

Una constante a lo largo de todo el proceso de proyecto es la necesidad de aprovechar ese viento, para refrescarse en época estival y la necesidad de protegerse de él en época invernal. Pero del mismo modo también le podíamos pedir que traiga los ecos del paisaje lejano o la energía para generar una arquitectura autosuficiente.

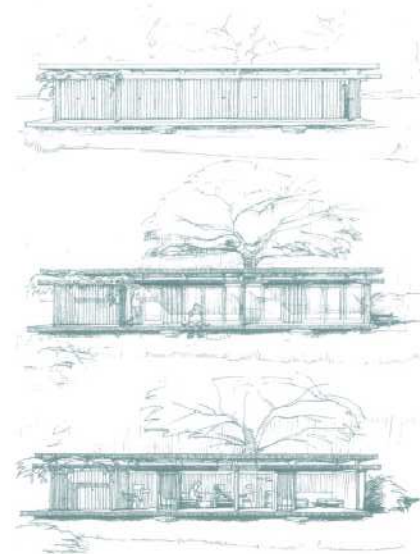


#### UTILIZAR LA NATURALEZA.

Entender la manera en la que los usuarios realizan las diferentes actividades resulta necesario para plantear cualquier tipo de intervención en este paisaje. Así transformar el lugar para albergar el programa de la escuela infantil, no trastornará las condiciones de uso que ya contiene este territorio. Por lo tanto el proyecto no busca resolverse a sí mismo sino formar parte su entorno.



Claude le Lorrain, Paisaje clasico italiano.



Wilhelm Wohlert, Niels Bohr Pavillion.

## ¿POR QUÉ MODIFICAR ESTE LUGAR?

En este punto del proceso, conocidos los posibles efectos de la construcción, se revisa el sentido que podría tener plantear cualquier proyecto en la devesa de El Saler. Pero precisamente esta atmosfera y no otra es la que da origen al ser humano, donde aprendió todo lo que es, donde siempre tiende y a la que nunca olvida.

Existen numerosos ejemplos en los que desde una actitud respetuosa, arquitectura y naturaleza forman un binomio perfecto. Incluso es la arquitectura la que de manera sencilla y sin imponerse, logra sacar algunas palabras a estos vastos espacios naturales.

Es como esos paisajes representados por los artistas del pintoresquismo en los que una arquitectura del s.XVIII da sentido a toda una composición que tiene la naturaleza como protagonista. O esas otras arquitecturas del movimiento moderno que subrayan un entorno bello en si mismo sin modificar su armonia.

## SIMBIOSIS MUTUALISTA

*Es una forma de interacción biológica que hace referencia a la relación estrecha y persistente entre organismos de distintas especies. Las relaciones simbióticas mutualistas permiten que todos los simbioses salgan beneficiados.*

Por un lado, las características de la Devesa permitían unas condiciones muy beneficiosas para el desarrollo del aprendizaje infantil en las que no abundaré. Pero de igual modo, el respeto y la concienciación hacia un entorno natural que evitarían cometer errores como los del pasado, únicamente se pueden conseguir a través de la educación.

Citando a Rodriguez de la Fuente '*conocer la naturaleza es el primer paso para protegerla*'. De este modo, lugar y programa habían encontrado un punto de enlace común, era necesario construir una escuela infantil en la Devesa de El Saler.





Sector norte de la Devesa, El Saler.

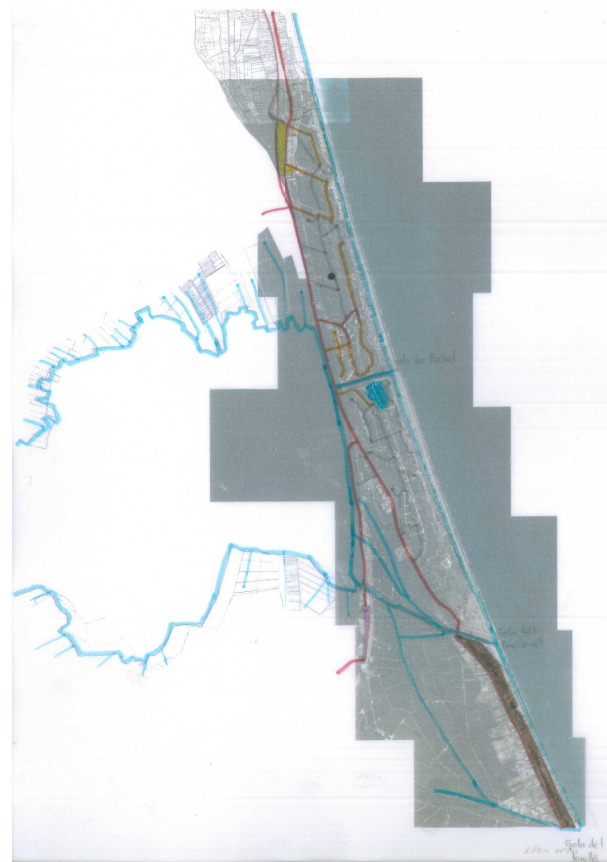
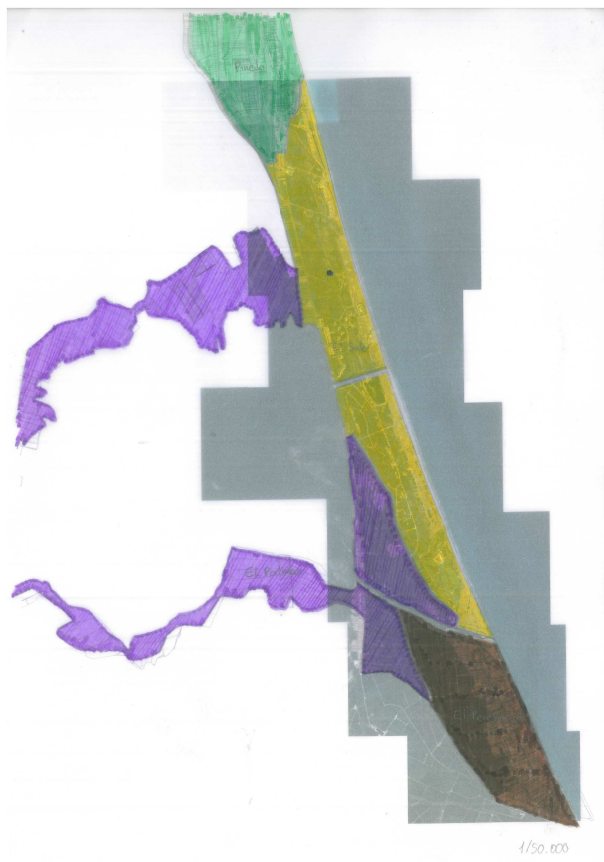
#### ACUPUNTURA EN EL LITORAL

*'Siempre tuve la ilusión y la esperanza de que con un pinchazo de aguja sería posible curar las enfermedades. El principio de recuperar la energía de un punto enfermo o cansado por medio de un simple pinchazo tiene que ver con la revitalización de ese punto y del área que hay a su alrededor. (...) Es necesario intervenir para revitalizar, hacer que el organismo trabaje de otro modo'.*

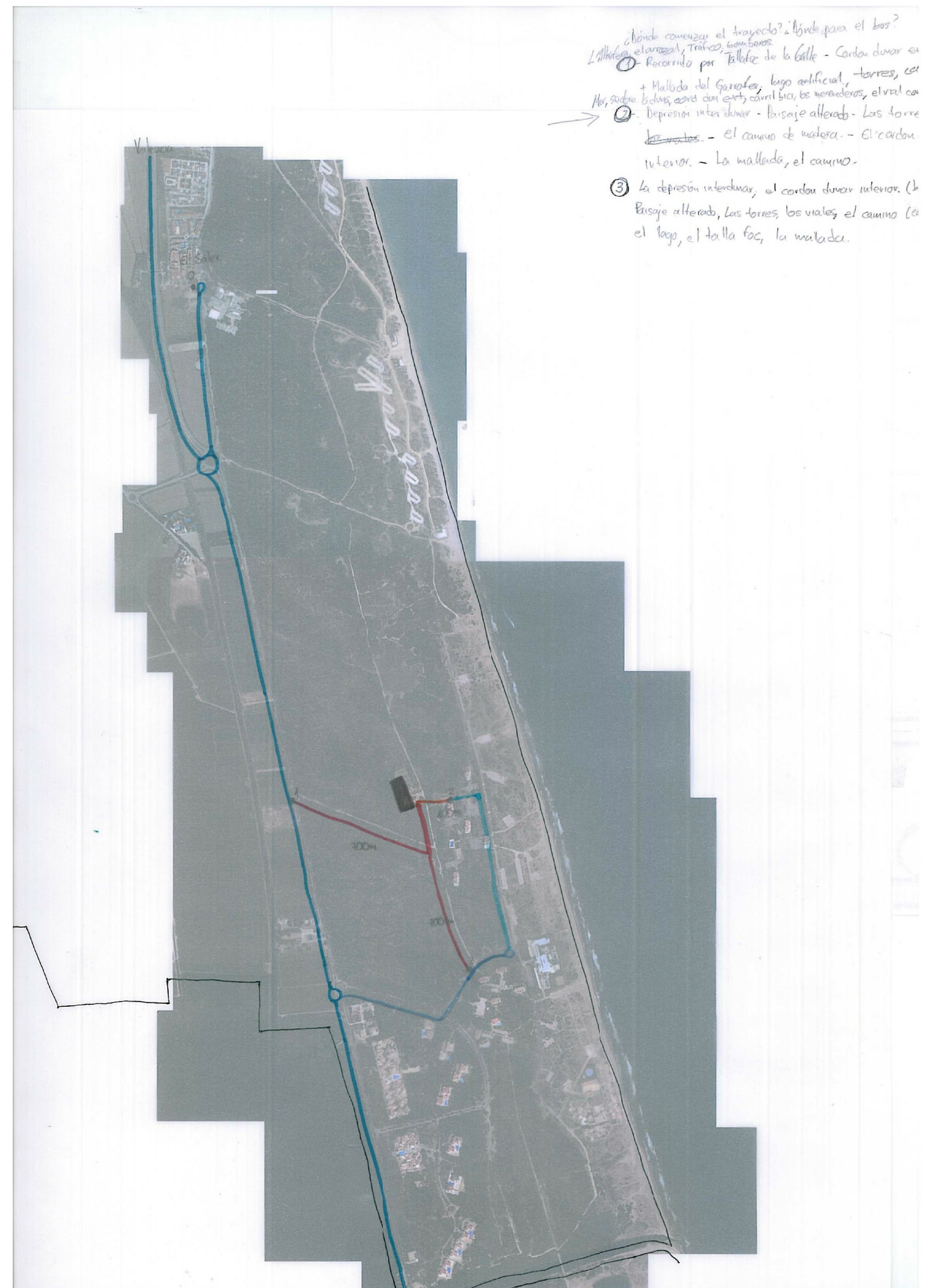
*Jaime Lerner, Acupuntura Urbana.*

La **capacidad de regeneración** que puede tener un edificio público en éste paisaje y las **mejores condiciones de protección** respecto a los fenómenos naturales que acontecen en la Devesa, (fundamentalmente el soleamiento estival y el azote del viento) hicieron que el **sector norte** fuera el entorno seleccionado para la ubicación de la escuela infantil.

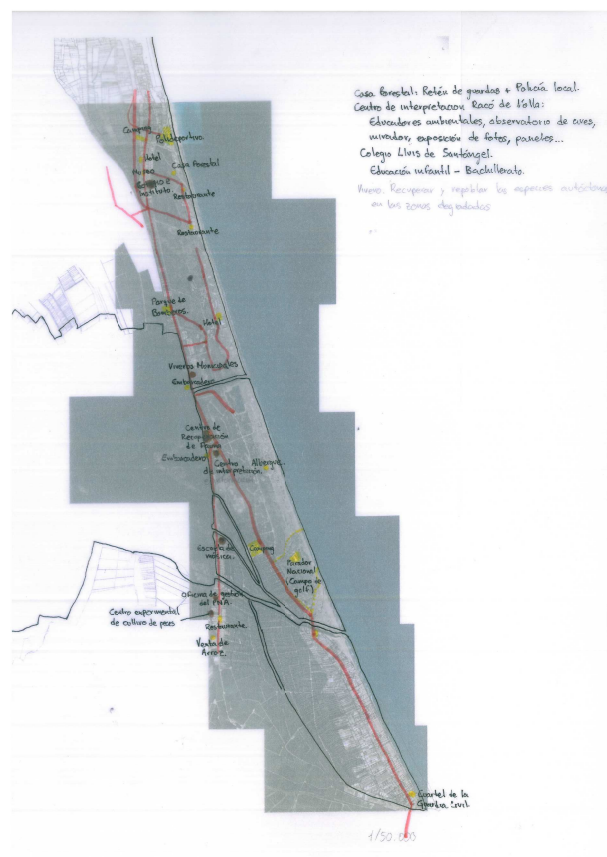
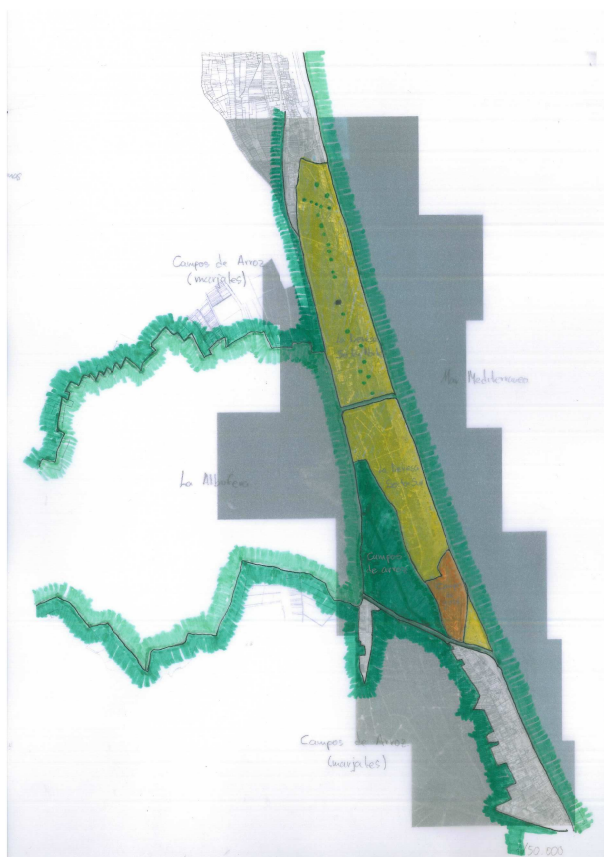
LA DEVESA. PEDANÍAS Y CANALES



SECTOR NORTE. ACCESIBILIDAD



LA DEVESA. SECTORES Y RED VIARIA









## OPORTUNIDADES Y DEBILIDADES

Sólo cuando se da el salto a la escala del niño, donde se pisa la arena y se huelen los pinos podemos apreciar la fuerza, el orden y la jerarquía de este paisaje.

Los ejemplares de *pinus halepensis* conforman junto con la *smilax aspera* unos volúmenes impenetrables. Los troncos son muy recios y las ramas están en ocasiones cerca del suelo.

Observando donde crecen los juncales y pastizales sabemos dónde se encuentra el nivel superior de la capa freática. Observando donde crecen los arbustos, las trepadoras y los pinos sabemos que hemos salvado la presencia del agua.

La fauna de la Devesa revela que los ecotonos o zonas de transición entre las depresiones inundables y las dunas son puntos muy interesantes. En ocasiones no hay desarrollo de ecotono y las dos comunidades ecológicas conviven separadas por una línea. En otras ocasiones la acción del viento permite el avance de una comunidad respecto la otra y se forman los jaguarzales.

La brisa refrescante entra por el este en las mañanas de verano y por la tarde el viento cálido entra desde poniente. Durante el invierno los vientos dominantes llegan del oeste.

Largos periodos de sequía se intercalan con lluvias torrenciales y racheadas, esto junto con el espesor de los estratos que conforman el suelo, hace que las hojas y las ramas se ahúsen en los extremos provocando sombras translúcidas casi luminosas. Es bonito observar como la luz se filtra hasta el suelo revelando la estructura arbórea.

La escuela infantil pasaba ineludiblemente por comprender estos detalles. Estaría en el lugar donde se pudieran aprovechar las sombras existentes, y así, proteger a los niños del tibio sol de los meses calurosos.

Estaría en el lugar donde la vegetación convirtiera al viento en cómplice de la arquitectura y no en su azote.

Y por último estaría en el lugar donde las oscilaciones del nivel freático permitiesen a la arquitectura entrar en contacto con el plano horizontal de tierra, tan importante en este paisaje y en el desarrollo infantil.

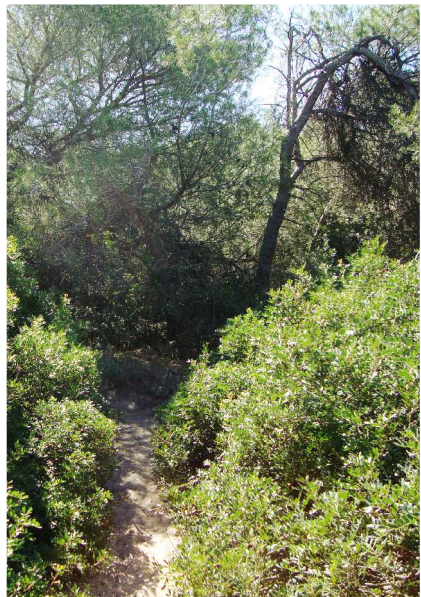
En definitiva la arquitectura tenía que **complementar la sombra** de los arboles, **aprovechar las brisas** del mar y **protegerse de las humedades** del terreno para dar cabida al aprendizaje de los niños.



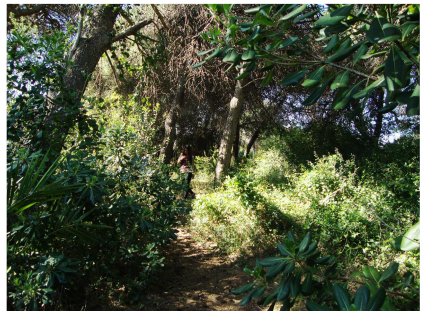
1



2



3



4



5



6



El emplazamiento definitivo responde a la entidad paisajística de **jaguarzal**. En esta zona de abundantes claros arenosos provocados por la acción del viento se encuentran diferentes razones que permiten al proyecto anclarse de manera irreversible al lugar.

En el desarrollo cognitivo de los niños es muy importante el plano horizontal según lo aprendido con Tonucci y otros pedagogos. Por lo que en un paisaje como el de la Devesa, ceder su protagonismo al propio **plano de tierra** parece necesario. Esta zona permite a la arquitectura entrar en contacto con el suelo lejos de los encharcamientos en épocas de lluvia.

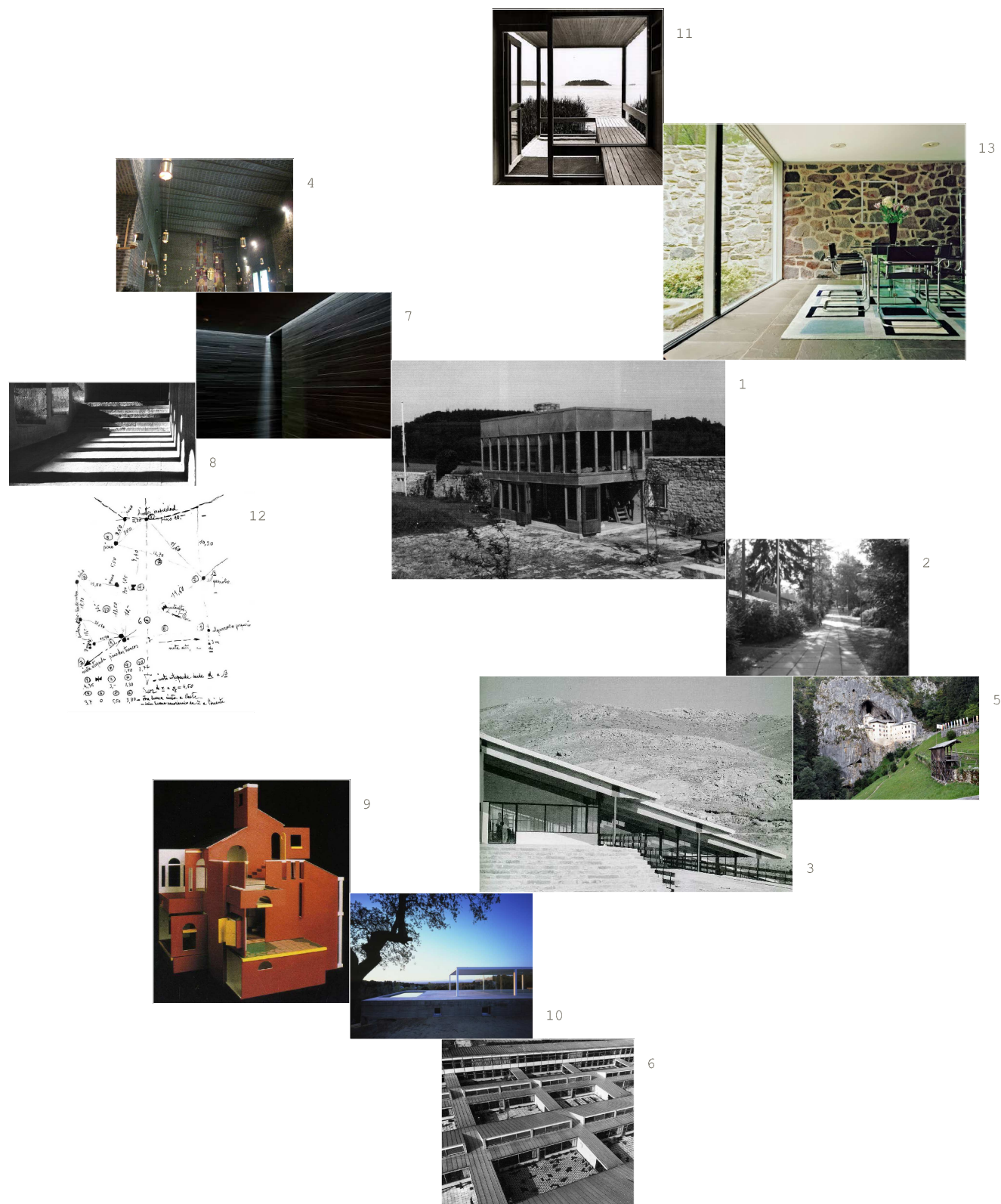
La presencia del **patio de arboles** abierto hacia el este permite la entrada de los vientos dominantes del verano, mientras que la **maquia litoral** dispuesta hacia el oeste, protege de los vientos dominantes del invierno.

Por último se puede apreciar la presencia de un sendero que llega desde la playa. Al recorrer este paisaje de bandas longitudinales en sentido transversal, permite reconocer claramente los ecosistemas que componen la restinga. En primer lugar muestra como se abren las dunas para permitir ver la playa y el mar (1). Luego transcurre por la franja interdunar (2) hasta que aparecen los primeros árboles en el conjunto dunar interior (3-4). Detrás de esta vegetación encontramos la mallada (5) y por último el jaguarzal y la escuela infantil (6). Esta **secuencia de espacios naturales** constituye un hecho educativo en sí mismo y debería dar las claves para el acercamiento al edificio.

Puede parecer anecdótico, pero es seguro tranquilizador que la última palabra a la hora de establecerse en este paisaje la tuviera el jaguarzal, uno de esos elementos que definen y hacen tan especial la Devesa. Allí, en el bosque, junto al claro, recogiendo el viento y cobijándose entre los árboles, sobre la tierra, oyendo el ruido del mar, allí estaría la escuela.







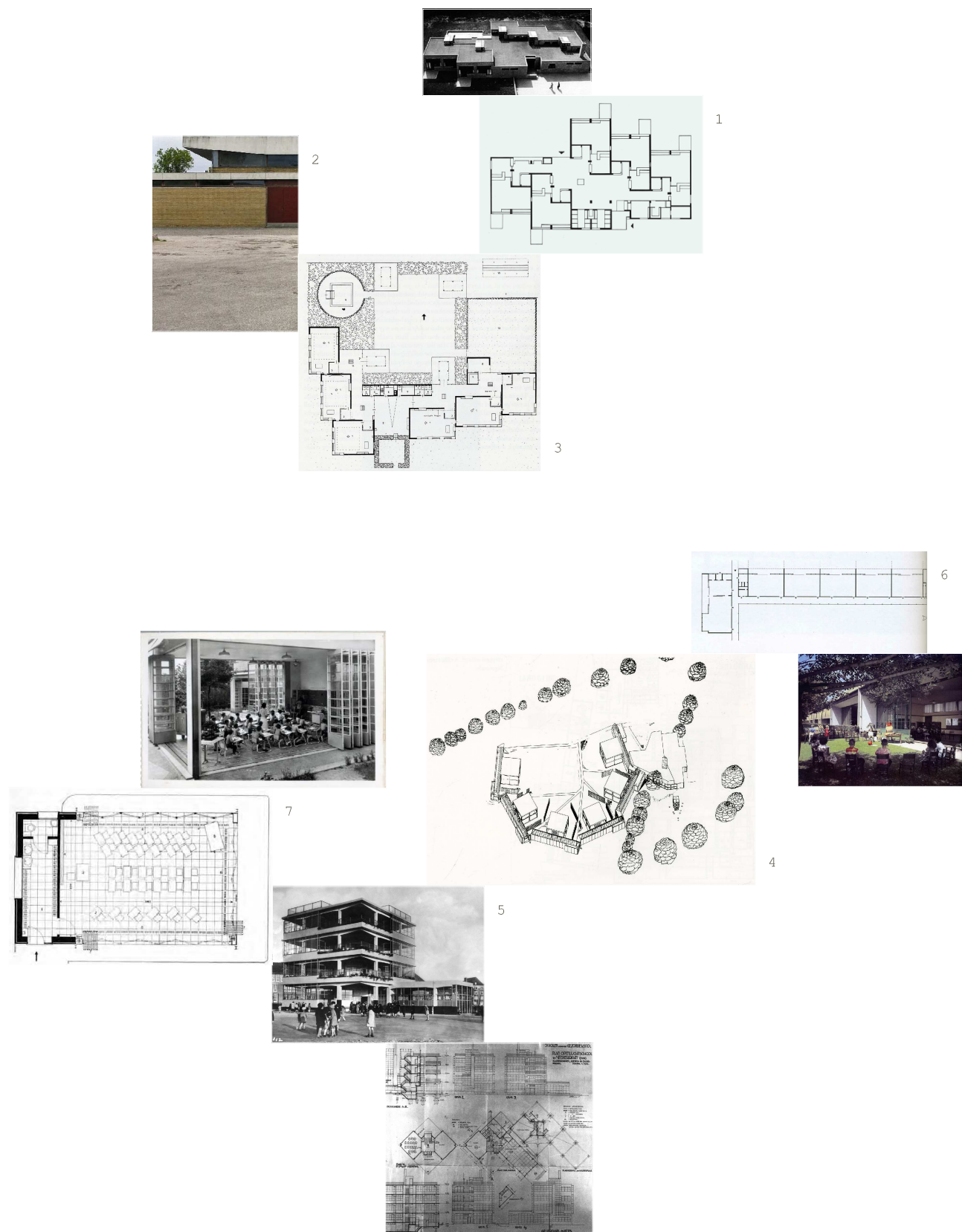
1. Pabellón de Upper Lawn, Alison y Peter Smithson
2. Recorrido Tapionraitti (Tapiola, Finlandia)
3. Residencia Miraflores, Sota & Corrales & Molezún
4. Klippan church, Sigurund Lewerentz
5. Castillo de Predjama (Postojna, Eslovenia)
6. Escuela Munkegards, Arne Jacobsen
7. Termas de Vals, Peter Zumthor

8. Abadía de Thoronet (Le Thoronet, Francia)
9. Casa de muñecas, M.J. Long & Colin St. John Wilson
10. Casa de Blas, Alberto Campo Baeza
11. Sauna prefabricada Marimekko, Aarno Ruusuvuori
12. Croquis de la casa Ugalde, Jose Antonio Coderch
13. Hooper House, Marcel Breuer.

### III. ¿CÓMO?

Vigotsky a través de su texto *'La imaginación y el arte en la infancia'* se había encargado de recordarme algo que ya conocía. Se había encargado de recordar que la capacidad creadora del ser humano está directamente relacionada con los recuerdos y las inquietudes de cada uno. Es decir, que cualquier escuela infantil en el Saler que pudiera proyectar, tenía su origen en mis referencias, y de algunas de ellas era todavía inconsciente.

Los proyectos de arquitectura, y lugares que se recogen aquí son sólo una muestra de esas **referencias inconscientes** que han aparecido en las diferentes fases del proceso.



Cada vez que se inicia un nuevo proyecto, comienza también una oportunidad para ampliar el catálogo de referencias que quien sabe si algún día se convertirán en inconscientes. Aunque aquí aparece en tercer lugar, en una fase incipiente del ejercicio se acometió una investigación sobre espacios educativos.

La tipología de trama se basa en la **repetición de un módulo** que contiene una o dos aulas. El módulo puede disponerse en una retícula combinado con patios y otras piezas que no se ajustan a la regla. En otros casos puede girarse o desplazarse.

Las escuelas open air se caracterizan por una fuerte relación con el entorno. **Duplican en el exterior el espacio interior, haciendo equivalente la actividad docente dentro y fuera.** El aula queda circundada por el exterior en al menos tres lados.

Escuchada la voz del lugar, la investigación se centró en las escuelas de aire libre. Aparecen en los primeros años del siglo XX como establecimientos donde se cuidan conjuntamente la educación y la salud de los niños. Al estar situadas siempre en un entorno natural, estas escuelas favorecen la introducción de los estudios de la naturaleza y los contenidos de ciencias en sus programas, desde una concepción innovadora de la enseñanza.

Provocan una ruptura con la enseñanza tradicional impartida en escuelas cuyo sistema de organización procede del modelo del convento o la cárcel. El pasillo desde el que se accede a las aulas se sustituye por un medio natural.

Del mismo modo, la escuela se aleja de la contaminación de la ciudad y se sitúa en la naturaleza, en **contacto con la tierra**, los árboles y el aire puro. Ponen en valor la existencia del espacio exterior y su continuidad con el interior. Grandes ventanales abatibles o correderos, garantizan la ventilación de unas aulas orientadas cuidadosamente. Un mobiliario ligero y transportable facilita la enseñanza que tiene lugar la mayor parte del tiempo al exterior.

El sentido del estudio de este movimiento y estos proyectos guía no está en la aplicación directa de las soluciones, sino en comprender sus mecanismos y aplicarlos en unas circunstancias contextuales totalmente distintas.

#### TIPOLOGIAS DE TRAMA

1. Escuela Montessori, Herman Hertzberguer
2. Escuela Nyager, Arne Jacobsen.
3. Escuela en Nagele, Aldo van Eyck

#### ESCUELAS DE AIRE LIBRE

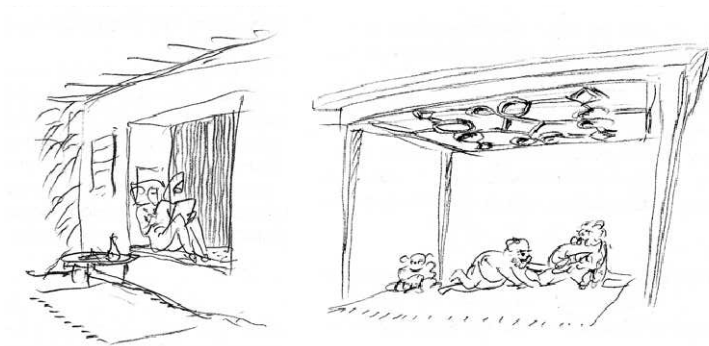
4. Wokingham school, Alison y Peter Smithson
5. Open Air School, Jan Duiker
6. Corona School, Richard Neutra
7. École de Plein Air. Beaudoin & Loods



Imágenes de la exposición de Paul Ritter, 'The Children Eye View'



John Fitzgerald Kennedy junior jugando bajo la mesa de su padre



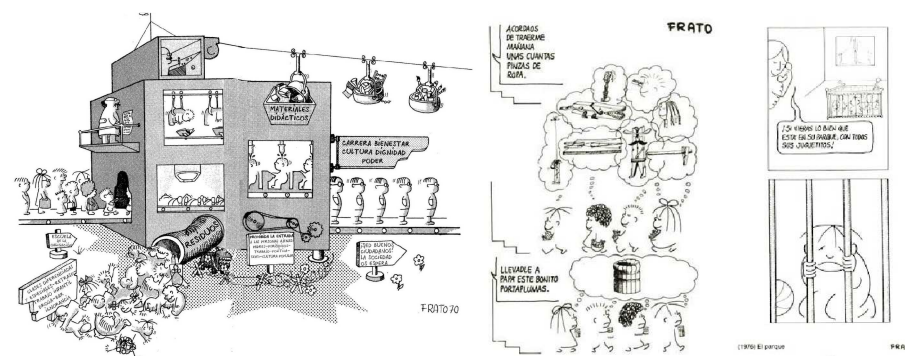
'Asiento en la pared' y 'Niños jugando bajo una mesa', dibujos de X. Monteys.

#### IV. ¿QUIÉN?

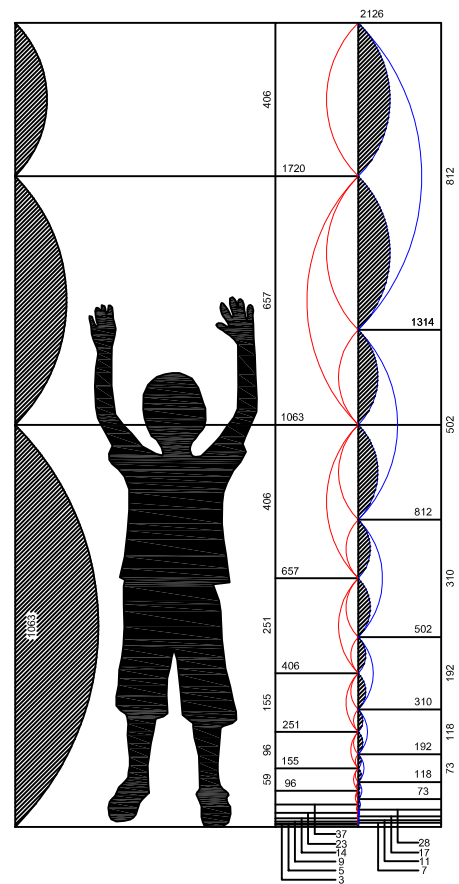
De manera especial, las reflexiones de Tonucci en su texto 'Educar y orientar con ojos de niño' y los dibujos que lo complementan permiten sensibilizarse con el pequeño usuario.

Pero también Xavier Monteys y Pere Fuentes a través de los capítulos 'los niños y la casa', 'el juego de la casa' y sobre todo 'dentro de la pared' del libro *Casa Collage* permiten darse cuenta de que la escala del niño adquiere una importancia fundamental.

Había que hacer un esfuerzo en recordar cómo se perciben los espacios desde un metro de altura y sobre todo desde el plano del suelo. Había que recordar lo divertido que es jugar debajo de la escalera o de la mesa. Había que recordar la sensación de recogimiento que se vivía en la jamba de la ventana, dónde reconocías el espesor del cerramiento por estar dentro de él...



Ilustraciones del libro 'Educar y orientar con ojos de niño', Francesco Tonucci.



Niños

3 años - 100.1 cm

4 años - 106.4 cm

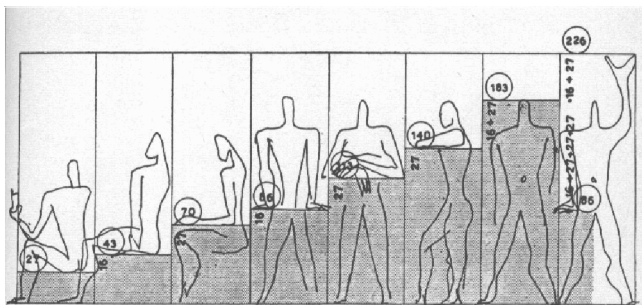
5 años - 112.8 cm

Niñas

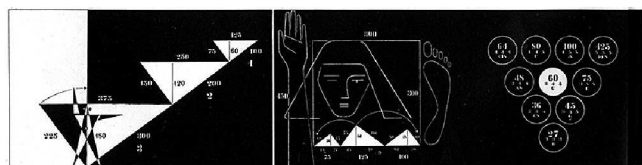
3 años - 99.2 cm

4 años - 105.9 cm

5 años - 112.3 cm



Le Corbusier, Modulor.



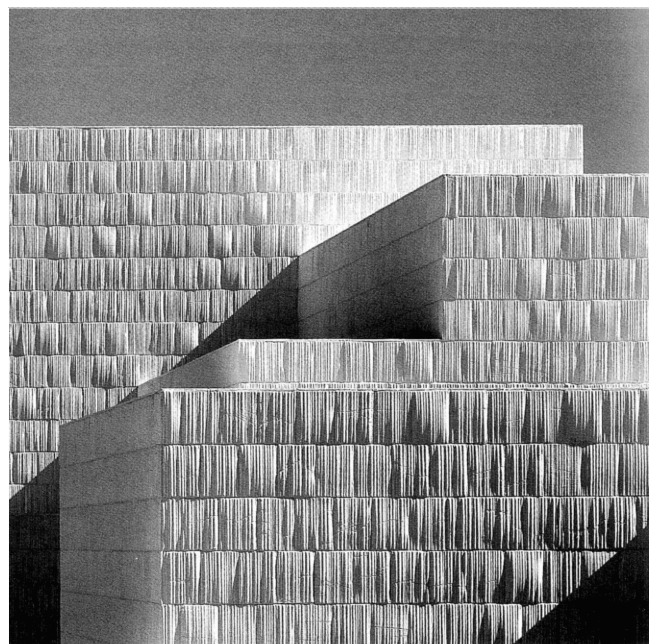
Aulis Blomstedt. Perspecta 8.

A lo largo de la carrera había entrado en contacto con estudios sobre la morfología del ser humano, como los dibujos de *El Modulor* de Le Corbusier o el *Canon 60* de Aulis Blomstedt, pero no conocía nada parecido sobre la morfología del niño.

El proyecto demanda saber cuánto mide sentado, hasta donde alcanza su brazo o su zancada... por lo que se ajustó la escala para las dimensiones preestablecidas por Le Corbusier.

Una vez escuchada la voz del usuario y quizá influenciado por las escuelas infantiles de tipología en trama, el proyecto busca el control geométrico a través de un **modulo compositivo de 1.1m** que procede directamente de la altura media de niños y niñas.





Miguel Fisac, Centro Cultural,  
Castilblanco de los Arroyos.

## I. ¿CUÁNDO?

*'Fíjate en las formas en las que construye el campesino. Pues son de la sustancia acumulada de la sabiduría de los antepasados. Pero busca el porqué de la forma. Si los adelantos de la técnica han hecho posible mejorar esa forma, empléese siempre esa mejora. La hoz es sustituida por la trilladora.'*

Este párrafo del escrito *'Reglas para quien construya en las montañas'* de Adolf Loos focaliza la atención en la importancia de la técnica en el desarrollo de la arquitectura.

Es evidente que no es lo mismo construir una escuela infantil en una época u otra de la historia. Los conceptos y tipologías pueden llegar a desarrollar un carácter más intemporal, pero la tecnología que nos permite conseguirlos es cada vez más cambiante.

Los proyectos en la actualidad pueden aprovecharse del desarrollo de la industria de la construcción para obtener módulos prefabricados de casi cualquier dimensión, construir vigas de gran canto gracias a materiales como la madera laminada encolada homogénea, permitir la continuidad entre el interior y el exterior mediante vidrios planos, conseguir acabados del hormigón armado muy plásticos y diferentes en la línea que avanzaba Miguel Fisac...

Del mismo modo, la industria de las instalaciones permite la climatización a través de ventiladores centrífugos, el drenaje del terreno con niveles de agua próximos, utilizar la red eléctrica como batería...

Encontrar un sistema constructivo y un sistema de instalaciones idóneo para la escuela infantil pasa por el conocimiento de estos parámetros.

## VI. LA ARQUITECTURA COMO RESPUESTA GLOBAL

Llegado este punto, se habían estudiado de manera global las necesidades del proyecto y ya se había dado respuesta a algunas de ellas, casi por inercia. Para comprender mejor lo que se expresa en los sucesivos párrafos se adjunta al final del apartado un anexo gráfico con alzados, plantas, secciones, y vistas.

### SOBRE LA MANERA DE CONSTRUIR

La idea de naturaleza idílica previa al conocimiento del lugar había dado paso a una imagen muy diferente que mostraba un paisaje potente y herido. Por lo tanto, las intuiciones sobre arquitecturas livianas que quizá podrían tener cabida para acometer el proyecto, cada vez constaban más de entender. La arquitectura debía ofrecer una respuesta contundente para poder convivir con el paisaje agreste que la rodeaba.

Esto no quiere decir que debamos caer en los errores del pasado, actuando contra natura y planteando construcciones desmesuradas e innecesarias. Pero una arquitectura demasiado débil tendría como resultado un paisaje trastornado de potencial coartado.

Quizá conocer la historia del antiguo camping de El Saler, me había ayudado a tomar esta postura. Este asentamiento, en esencia ligero y con la voluntad de agresión mínima sobre el paisaje, cuando hace las maletas y se marcha a otro punto, deja tras de sí una serie de vallas, restos de pavimentos, tendidos de instalaciones...etcétera. Por lo que comprendí que era una cuestión de extremos entre una construcción agresiva y una construcción efímera, donde una respuesta intermedia parecía lo más conveniente, una **leve huella** sobre el paisaje.

A partir de aquí, el proyecto se desarrolla utilizando el concepto del **muro de la villa Adriana**, es decir construye una serie de tapias orientadas en dirección E-W. Este hecho permite que los niños jueguen arropados por la inercia térmica del material, en su cara sur, durante el invierno, o que jueguen en la sombra opaca que proyecta el muro en su cara norte durante el verano.

El muro nace como una línea delgada pero al final termina ganando cierto **espesor** fruto de una aproximación directa a la escala del aula, ya que desde los primeros análisis del programa se detecta la necesidad de un espacio donde el techo baja, donde las cualidades de iluminación son diferentes, dónde el suelo es más blando...y como recordaban Xavier Monteys y Pere Fuentes, esto puede ocurrir 'dentro de la pared'.

Con esta sencilla pero eficaz herramienta que permite establecerse de manera contundente sobre el terreno, distinguimos tres ambientes. La **cara siempre en sol** del muro, donde viajan los pabellones docentes para recibir la luz y dónde acontecen actividades como dibujo, lengua, lógica, música, materia, construcciones, llegar o juego estático. La **cara siempre en sombra** del muro, dónde se apoya el aula exterior y dónde acontecen actividades de aire libre bajo una iluminación uniforme. Y la **penumbra acogedora** del espacio entre tapias, dónde se resuelven actividades de descanso, concentración y juego.

El proyecto evoluciona entonces de una tapia maciza a una **tapia hueca** para conseguir un contenedor en lugar de un relleno en una reinterpretación del concepto de 'columna hueca' asociado a Louis Kahn.

Cubrir el espacio entre tapias a través de una estructura prefabricada de madera y cerrarse para climatizar algunos espacios interiores completan la operación.

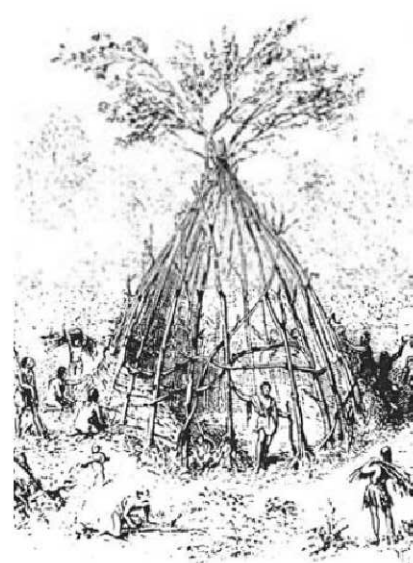
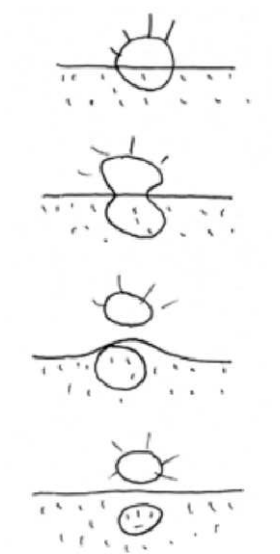
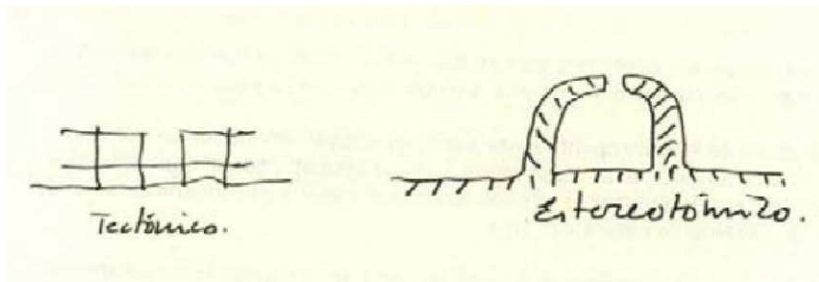
Este hecho permite introducir una nueva variable sobre el ambiente de aprendizaje, la **sombra translúcida**. De este modo, la presencia de una trepadora matiza y complementa la sombra que arrojan los pinos.

Muro de Pecile, Villa Adriana (Tivoli)



Desaparecidas barracas de 'Montoliu' en el Saler.





La concepción de la escuela infantil estaba a punto de inmiscuirse dentro de los términos **tectónico y estereotómico**. Se emplean estas expresiones no inventados sino aprendidas gracias al libro '*Labour Work and Architecture*' de Kenneth Frampton. En concreto en el capítulo '*Rappel a l'ordre, the case for the tectonic*' se aclara el origen de los términos en la figura de Gottfried Semper.

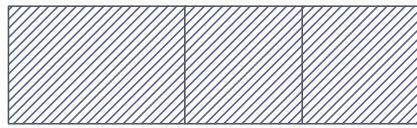
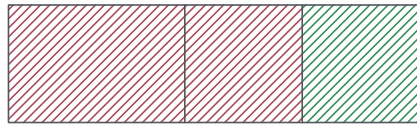
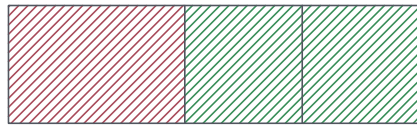
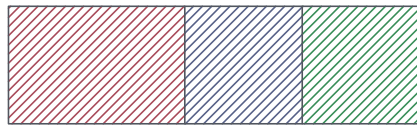
También otros arquitectos han manifestado su vigencia en la labor constructiva contemporánea, como Alberto Campo Baeza a través de algunos proyectos y escritos.

Es muy importante comprender que una parte del espacio proyectado quiere pertenecer a la tierra es decir, quiere ser un espacio casi excavado. La propia materialidad y la transmisión de cargas al terreno serán continuas por lo que el objetivo fundamental es captar la luz exterior. Este espacio se volverá a construir con la propia tierra, in situ, respondiendo a lo permanente y generando la leve huella sobre el paisaje. Se trata del espacio estereotómico o quizá es más certero emplear el término en inglés '*earthwork*' cuya traducción literal sería algo así como el movimiento de la tierra.

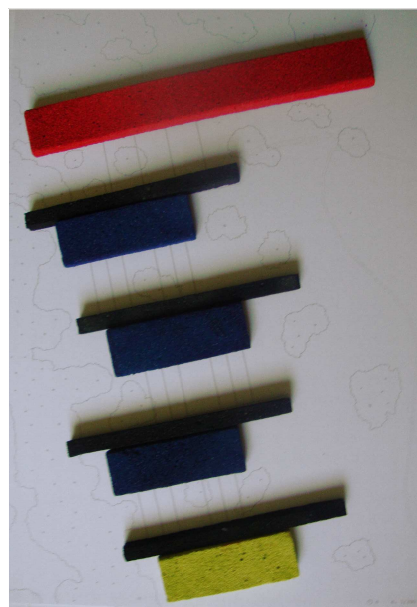
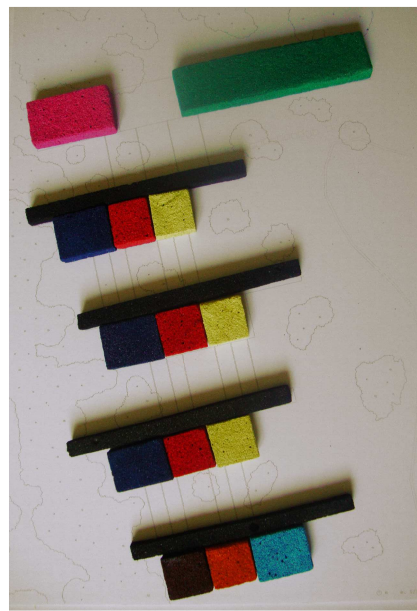
Como contrapunto, otra parte del espacio quiere pertenecer al cielo, es decir, se apoya 'casi de puntillas' sobre el terreno. La transmisión de cargas será de manera puntual, en un sistema de nudos y juntas, por lo que el objetivo fundamental es protegerse de la luz que lo inunda. Este espacio se construirá de manera prefabricada, respondiendo a lo blando, a lo transformable. Se trata del espacio tectónico, pero igualmente el término en inglés '*framework*' parece dar una descripción más exacta significando algo así como el trabajo con la cáscara.

Con la voluntad de aclarar estos conceptos, hablaré ahora de la arquitectura de la **cueva** y la arquitectura de la **cabaña**, tomando prestadas las enseñanzas de Alberto Campo Baeza en su escrito '*De la cueva a la cabaña*'.

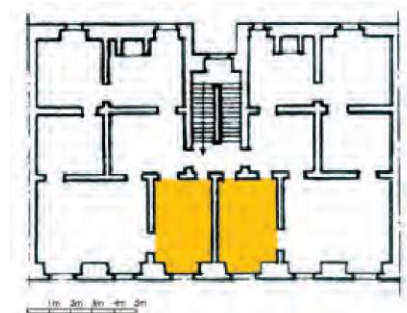
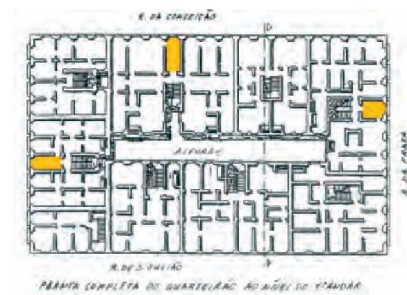
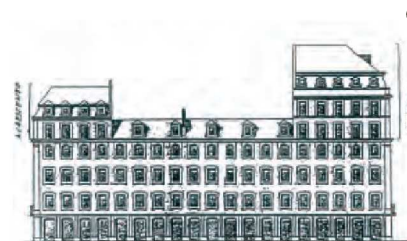
- |   |   |
|---|---|
| 1. Atmósfera interior de una cueva  | 5. Viollet-le-Duc, Memoires d'un dessiateur. Articulaciones |
| 2. Capilla Ronchamp, Le Corbusier   | 6. 'El primer edificio' según Viollet-le-Duc                |
| 3. Dibujo explicativo conceptual de la dualidad tectónico-estereotómico de Jesus Aparicio Guisado | 7. Gottfried Semper, la cabaña.                             |
| 4. Interpretación gráfica de Alejandro de la Sota   |   |



Transformabilidad de los pabellones privados



Inicio, serie y remate



Viviendas em La Baixa, Lisboa, s. XVIII (Mascarenhas J., Sistemas de Construcción V-O. Edificio de Rendimento da Baixa Pombalina de Lisboa. Materiais Basicos. Horizonte, Lisboa, 2005)

A través del libro 'Rehabitar en nueve episodios', Xavier Monteys. (cap 2, pag6)

### SOBRE EL PROGRAMA

Respecto a la organización del conjunto, aparece en la cara norte del sendero la pieza más pública del programa, y en la cara sur la parte privada de la escuela.

Se propone un pabellón de aprendizaje por edad. En cada pabellón se agrupan dos aulas, permitiendo la utilización de espacios diversos en diferentes horarios por cada grupo. Las dos aulas se asocian para compartir un núcleo rígido y un espacio de llegada independiente.

La posición del espacio de llegada entre las dos aulas permite abrir este ámbito directamente a una u otro aula, a ambas simultáneamente o a ninguna, y todo de manera reversible.

Este planteamiento tiene su origen en los edificios de viviendas que el Marqués de Pombal levanta en La Baixa de Lisboa en el s. XVIII. Aunque este proyecto es lejano en el tiempo y en el contexto, se ha rescatado como desencadenante para una nueva solución aplicable a la realidad de la escuela infantil.

IGUALES PERO DIFERENTES

Las **aulas** se disponen orientadas principalmente a sur, extendiendo sus cubiertas como protección solar y confiando en la ventilación cruzada. El proyecto se extiende en el territorio porque el vacío entre las piezas genera espacios de estancia y actividad matizados, en los que desarrollar el aprendizaje al exterior de maneras diversas, complementando y ampliando, de alguna manera los espacios interiores.

Con esta misma mirada se proyecta el **aula intergeneracional**, pero esta vez por contener actividades especiales, se enfrenta de manera más abierta y directa al paisaje. En la concepción del **pabellón más público** surge una interesante discusión.

Durante algunas fases del proyecto, se concibe la pieza exactamente en las mismos términos constructivos que la parte mas privada de la escuela. En cambio hay que entender que las piezas de hormigón armado tienen sentido desde el momento en que generan unas condiciones espaciales y de iluminación determinadas en el interior del espacio del aula.

En el desarrollo de los usos públicos, estas condiciones de aprendizaje no se demandan, por lo que no tiene sentido reproducir la construcción de hormigón al menos en estos términos.

En cambio asumiendo su **carácter diferenciado**, es una pieza a la que se le exigen otras cosas como mostrar el testero en el ingreso, intensificar la linealidad del sendero cuando este transcurre junto a la escuela o que sea capaz de acotar el espacio hacia el norte construyendo el patio de todos.

En esta pieza la actividad de los niños es mínima y no permanente, por lo que se plantean posibles aprovechamientos por parte de los vecinos como lugares de reunión ya que la urbanización carece de esta necesidad. Del mismo modo podría ser el punto de partida donde recibir una charla o realizar un taller antes de una excursión por la Devesa con padres y niños de otras escuelas de Valencia. Y todo ello sin invadir el espacio habitual de aula, siempre como complemento.

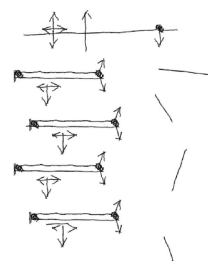
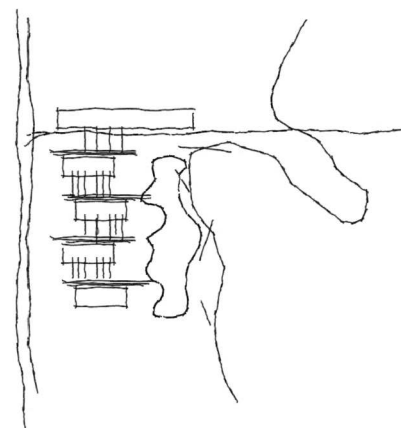
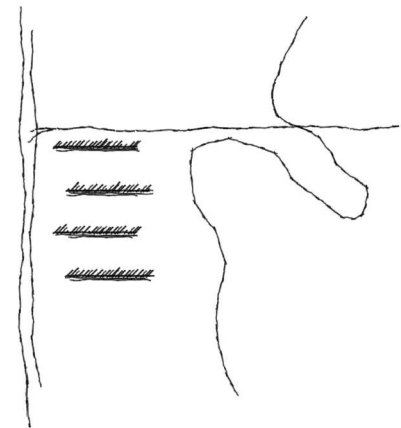
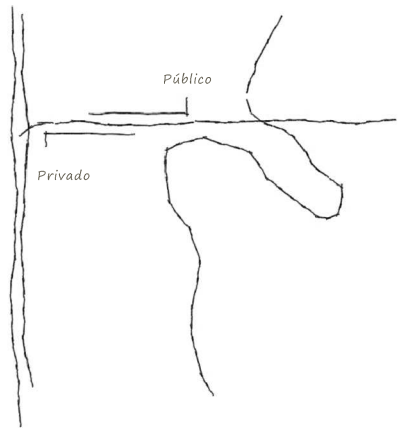
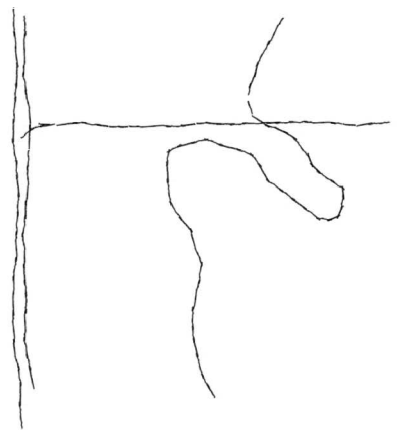
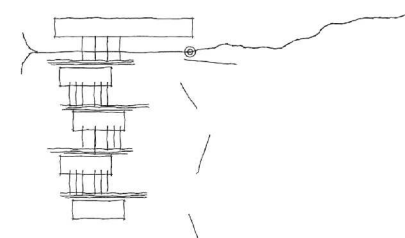
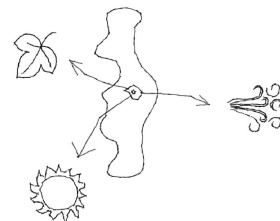


Diagrama de vistas



La 'puerta' de la escuela



Ideograma del edificio construyendo un patio frente al paisaje. Espacio generador de la vida en común.

INICIO

En la tensión que se genera entre el plano horizontal de cubierta y el plano vertical que constituye el muro, se resuelve el tránsito del sendero.

La lectura del paisaje queda favorecida por la continuidad del plano del suelo.



SERIE

El plano horizontal avanza hasta intersectar con el plano vertical. Aparece un espacio entre muros mas acotado, apto para el desarrollo de la actividad docente.



REMATE

El plano vertical del muro y los planos horizontales del techo y el suelo conforman un espacio abierto hacia el paisaje, donde se resuelven actividades especiales.





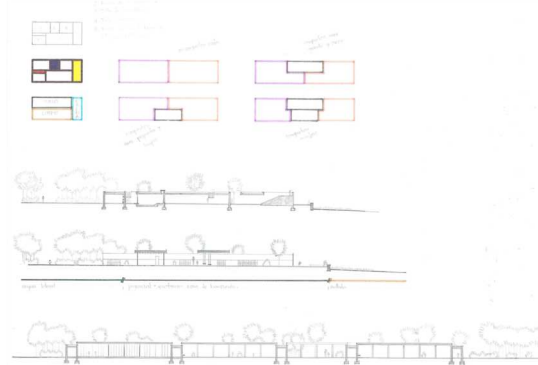
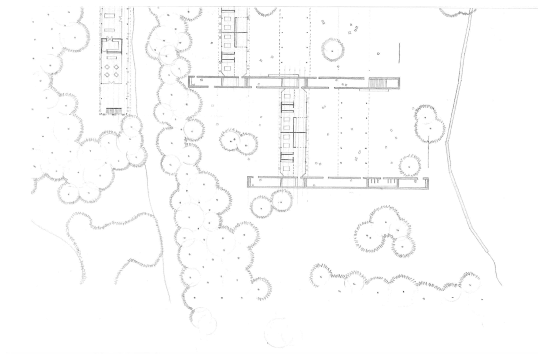
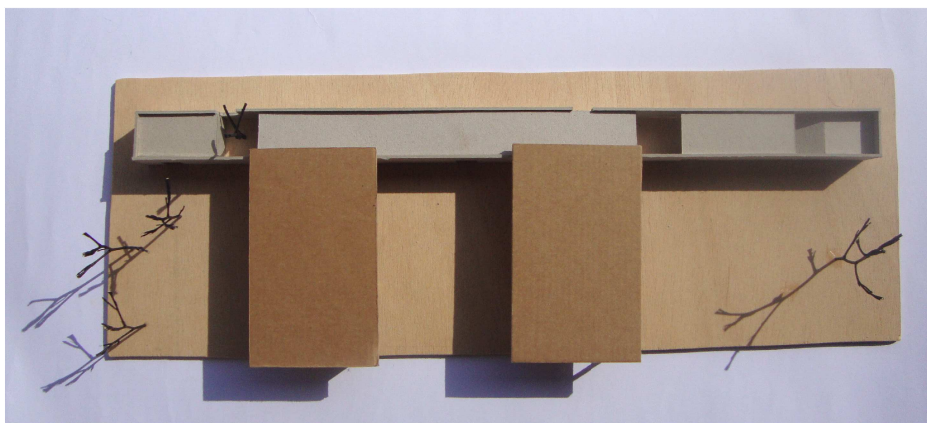
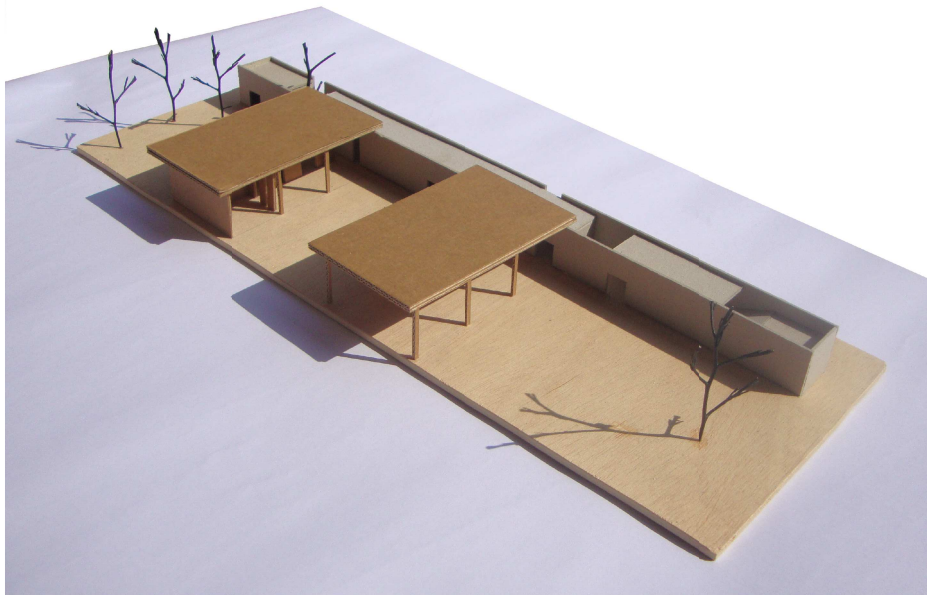
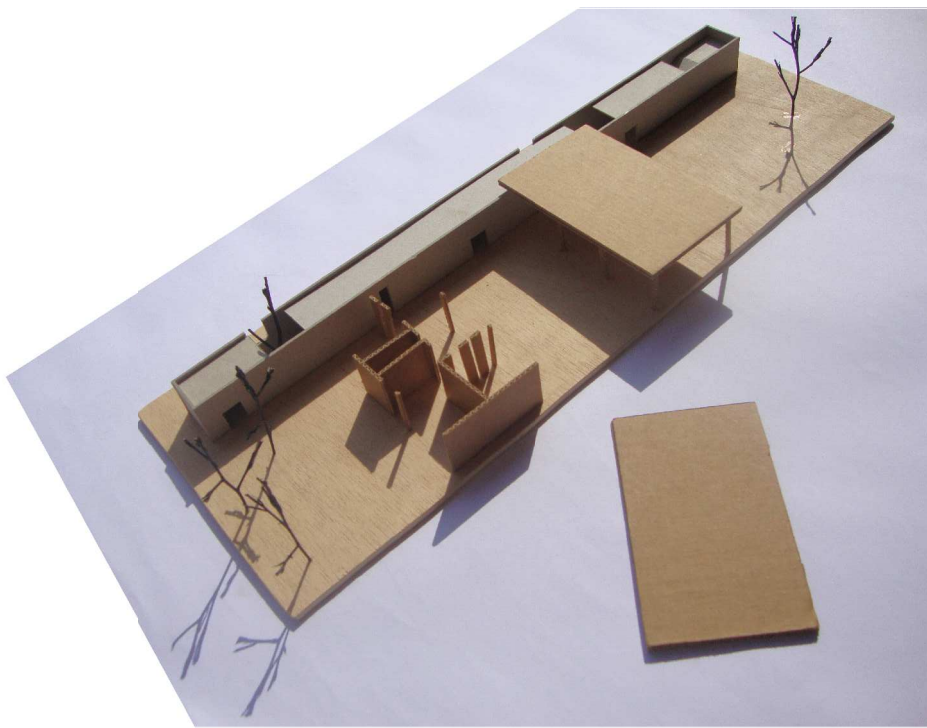
## VI. EVOLUCION DEL PROYECTO

En los inicios, se investigan las partes que podrían componer un aula. Se plantea una unidad básica sin contacto con el lugar, básicamente analizada a nivel de programa.

Se realiza así una primera maqueta en la que el aula queda 'troceada' en sus diferentes partes para analizar cuestiones como el **uso**, la **medida**, la **materialidad** o la **relación con el exterior**. Esto permitió conocer si cada rincón del aula debía ser duro o blando, opaco o transparente, natural o construido, alto o bajo, abierto o descubierto...

### LOS RINCONES DEL AULA

1. Jugar estático
2. Jugar dinámico
3. La huerta
4. Descanso
5. Higiene
6. Cocina
7. Naturaleza viva
8. Comedor
9. Actividades de atención



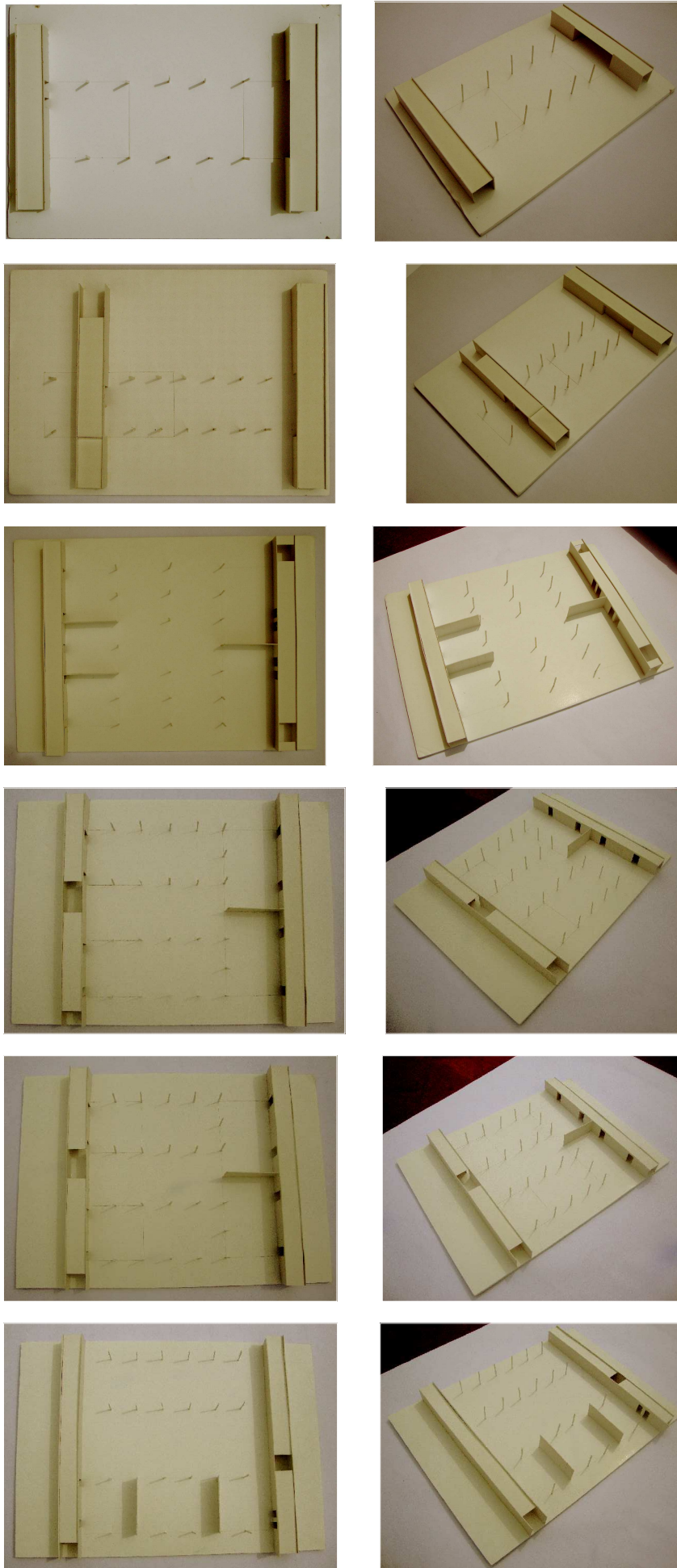
#### PRIMER CONTACTO CON EL LUGAR

Entender la escala del lugar, la presencia de la edificación, la topografía, la vegetación, el viario y los accesos, llevo hasta la conclusión de cambiar el emplazamiento concreto asignado por el enunciado.

Las posibilidades de la llegada es un aspecto clave aunque otros como la materialidad no estan claros todavía, sólo se intuyen las intenciones de como se va a poder construir.

La combinación de la estructura de pórticos de madera y los muros de hormigón armado emergen como protagonistas a nivel espacial. Siempre presentes, se convierten en los elementos que regulan el espacio. La forma iba a quedar definida dentro de un marco muy concreto, una vez decido el sistema constructivo.

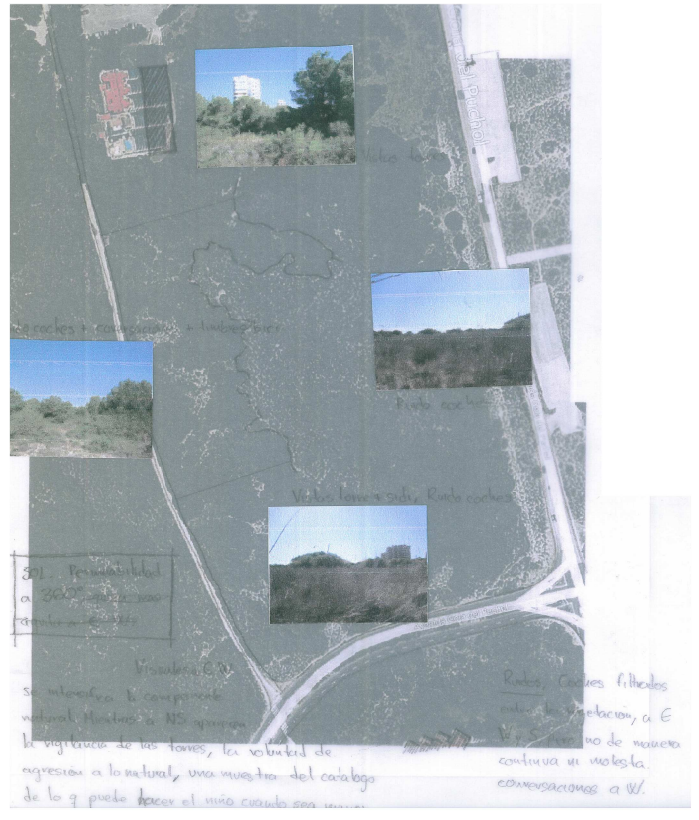
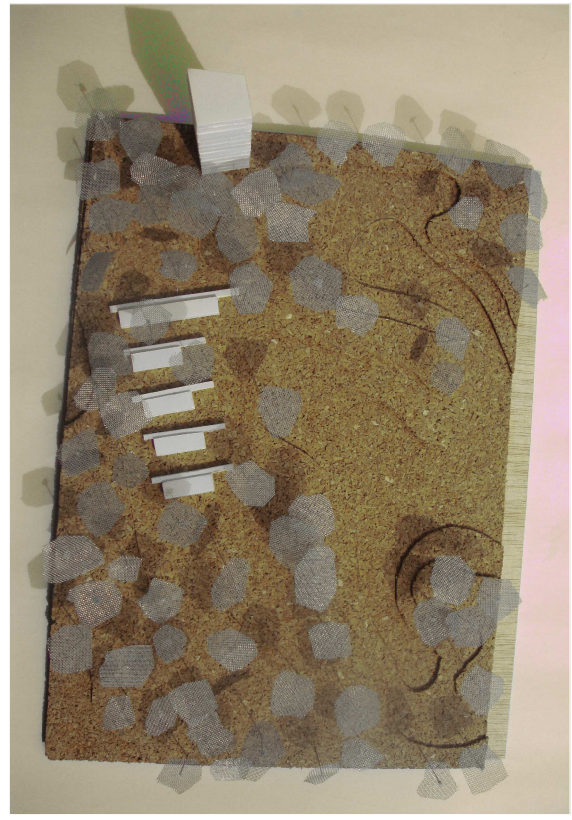
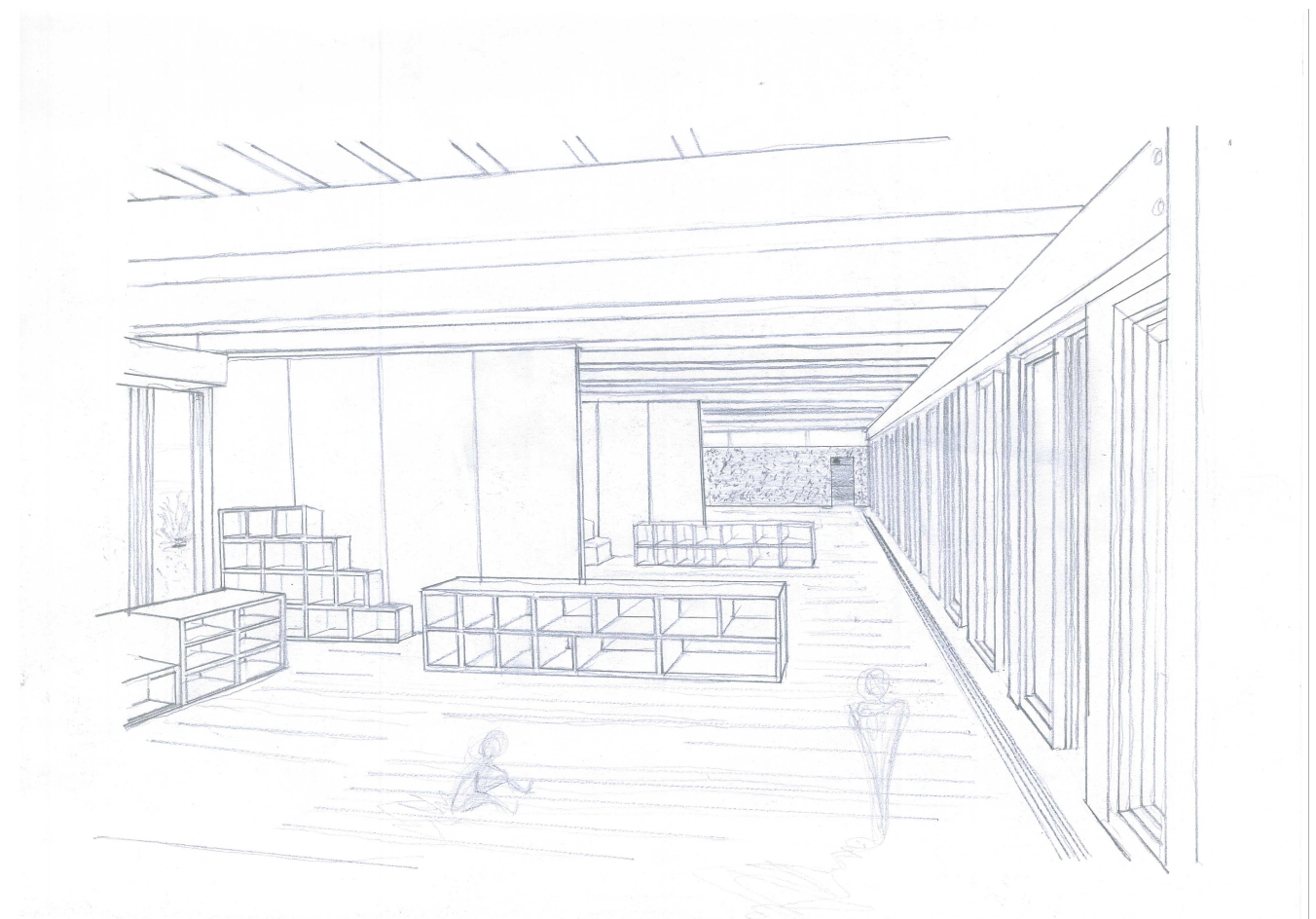
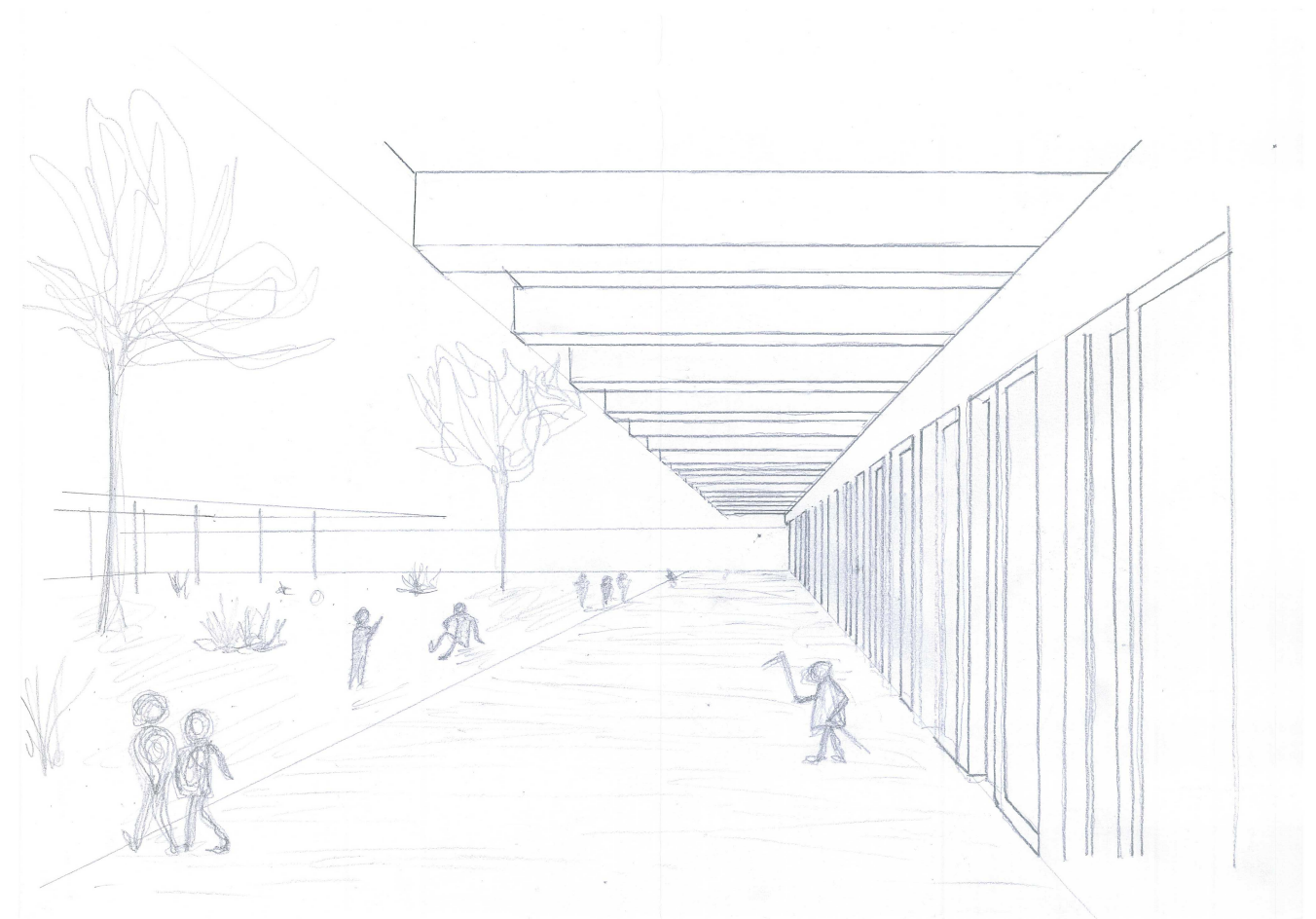
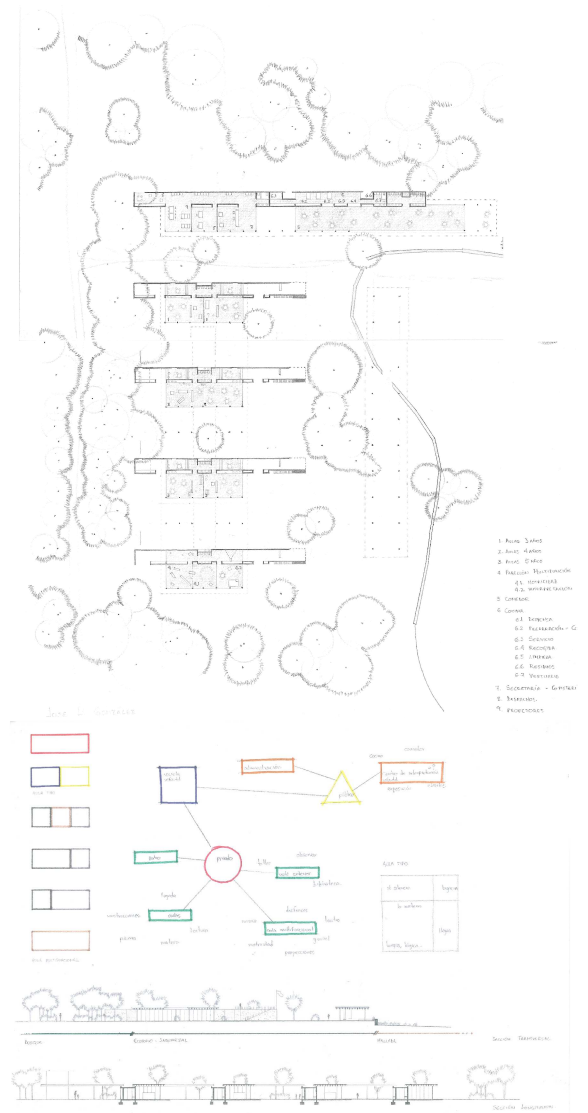
La relación de la estructura con el cerramiento, la relación con el suelo o el tratamiento de las cubiertas iban adquiriendo protagonismo aunque no se deja de trabajar a una escala mayor por la organización espacial del edificio.



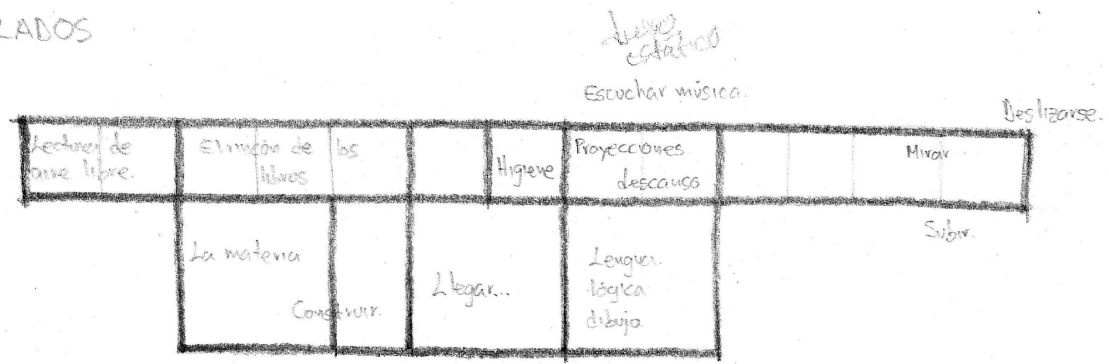
La posición de la parte pública del proyecto, al otro lado del camí Vell, al otro lado del sendero, apoyando el ingreso, cerrando el espacio del patio... o el sentido de la ocupación del muro son variables que marcan el desarrollo de la escuela infantil.

Se ensayaron diferentes maquetas de concepto que comprender que cargar el muro de programa es mas fácil cuando este se ocupa en sentido longitudinal. Toman relevancia las cuestiones sobre la cara siempre en sol del muro, la cara siempre en sombra, la penumbra acogedora, las sombras translúcidas, el muro grueso a sur, delgado a norte...en una búsqueda constante sobre que le podemos pedir al espacio conformado por los muros de hormigón y como puede albergar mejor unas u otras actividades del programa.



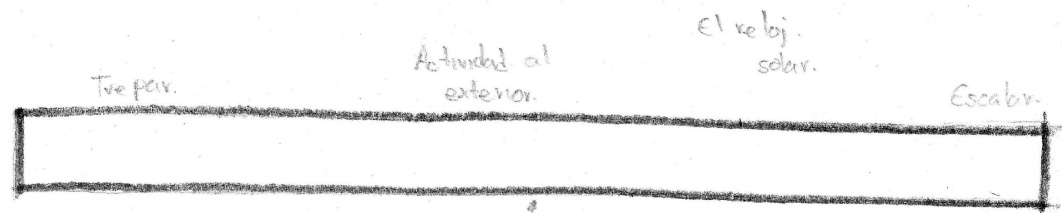


ESPACIOS ARTICULADOS

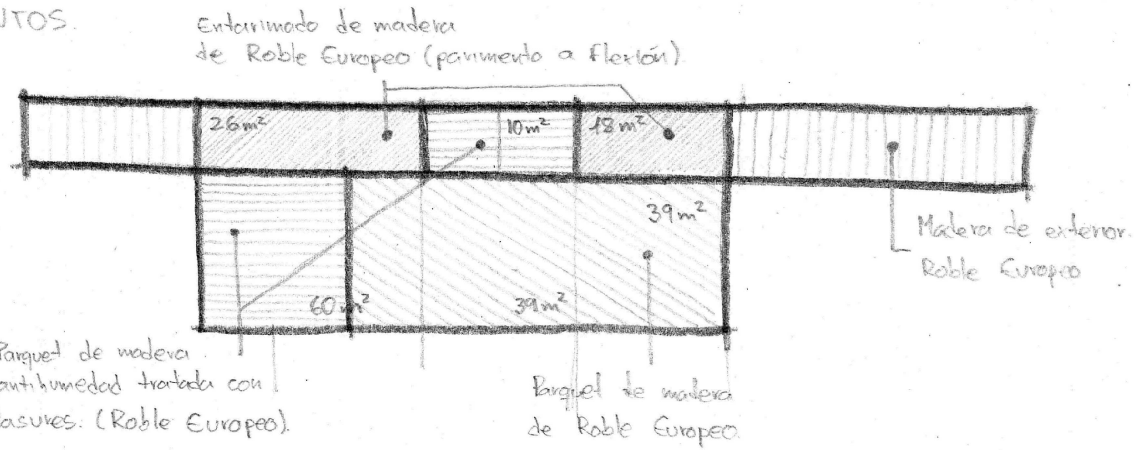


El movimiento

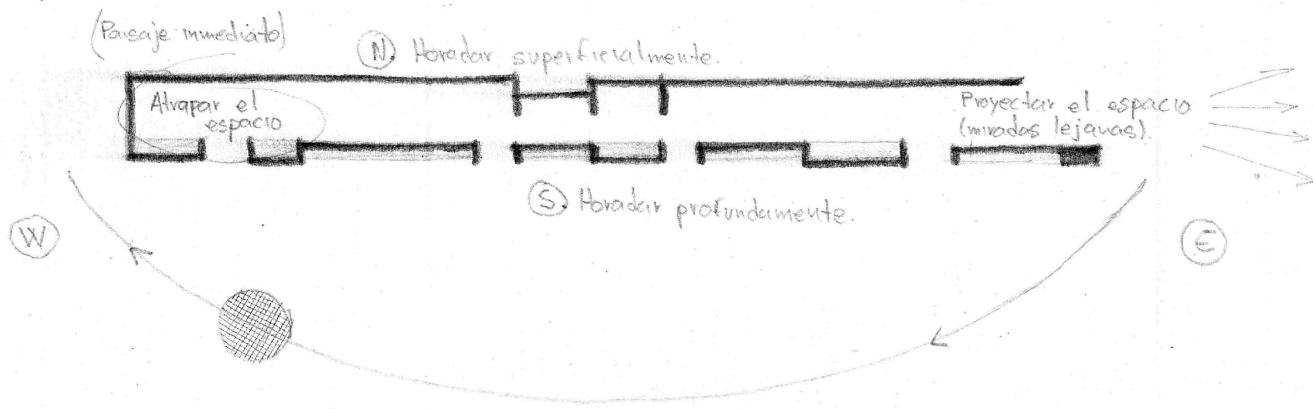
Juego dinámico



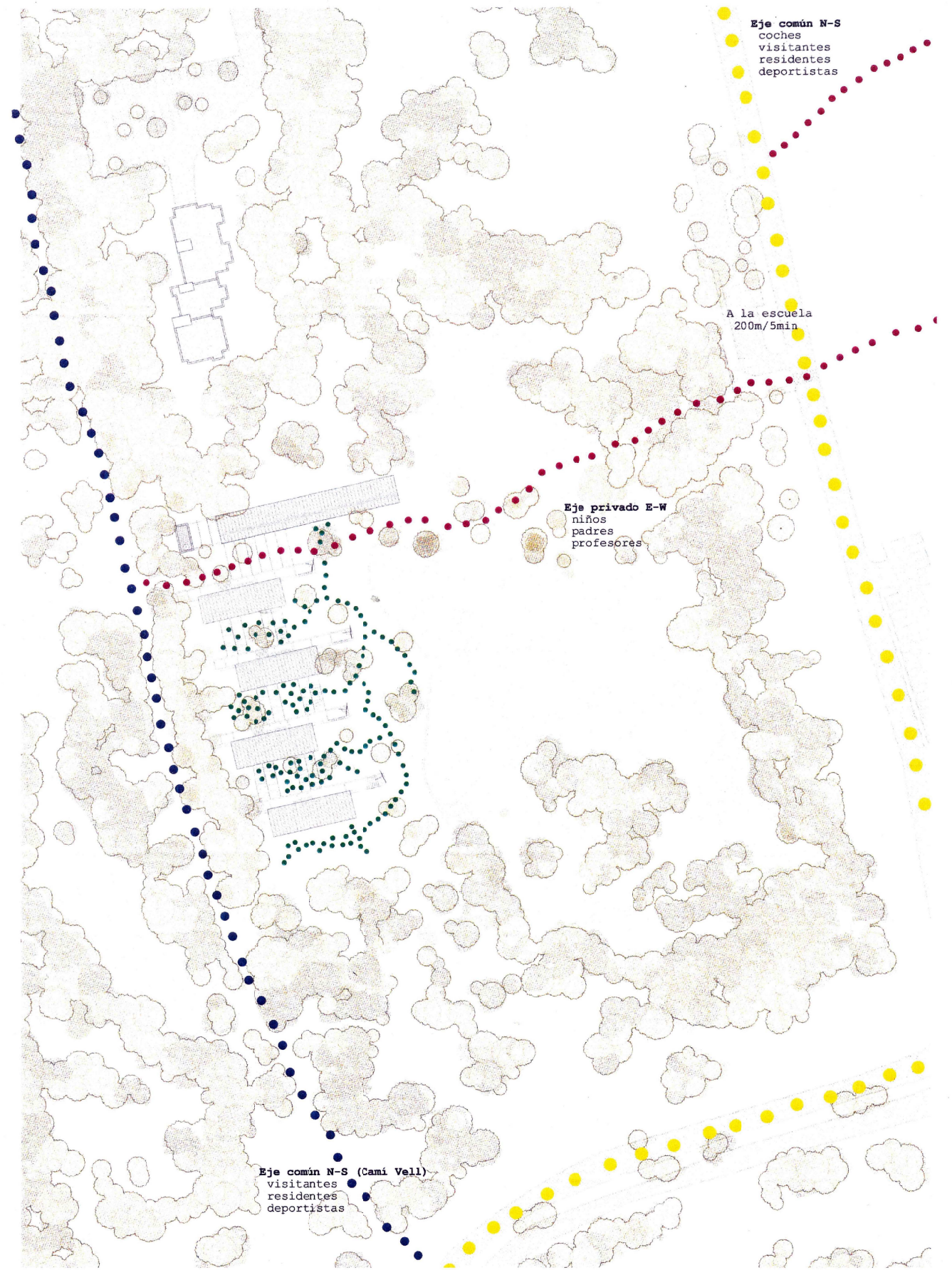
SUPERFICIES PAVIMENTOS.



EL MURO.



Funcionamiento térmico



## ENCONTRAR LA PUERTA ANTES QUE LA CASA

El texto de Carla Sentieri 'Tapionraitti. Reflexiones a lo largo de un recorrido' en la revista DPA22 me había ayudado a comprender lo importante que podría llegar a ser el sendero que llega desde la playa en la concepción final de la escuela infantil.

Dicho recorrido llega desde la playa y permite anclar el proyecto de manera irreversible con su entorno. Al recorrer este paisaje de bandas longitudinales en sentido transversal, asistimos prácticamente a un acontecimiento educativo en sí mismo. Éste correría bajo el cielo, a la sombra de los árboles y entre los elementos de arquitectura que iba a proyectar, existía un paralelismo claro con Tapiola.

El sendero se desarrolla a lo largo de unos 400 m comenzando en el este, desde el mar. Los primeros pasos transcurren entre la arena y el agua de la playa hasta que superamos el primer cordón dunar móvil. Tras esos metros, estamos inmersos en la franja interdunar donde el trazado curvilíneo que avanza entre bolsas de aparcamiento parece ser la característica fundamental. Posteriormente se alcanza la carretera que discurre en sentido transversal al camino y que da acceso rodado a la urbanización de Les Gavines.

A partir de aquí, el camino se desvincula de la mano del hombre para convertirse en un auténtico camino de bosque en el que se pierden referencias sobre lo edificado. Un trazado errático habla de la inmediatez del paisaje que en este punto nos ha introducido en el cordón dunar interior.

Unos metros mas adelante el paisaje se descomprime de nuevo y muestra los sonidos, los olores y las vistas desde una interesante lejanía, caminamos sobre la mallada. Cuando la vegetación de saladar y carrizal desaparece y otra vez se vienen sobre nosotros las sombras translúcidas hemos alcanzado el jaguarzal.

En este tramo, la arquitectura juega un papel fundamental, obligando al camino a enderezarse adoptando así la precisa ortogonalidad de los muros de hormigón reproduciendo el mecanismo empleado por Aarno Ruusuvuori en la iglesia de Tapiola.

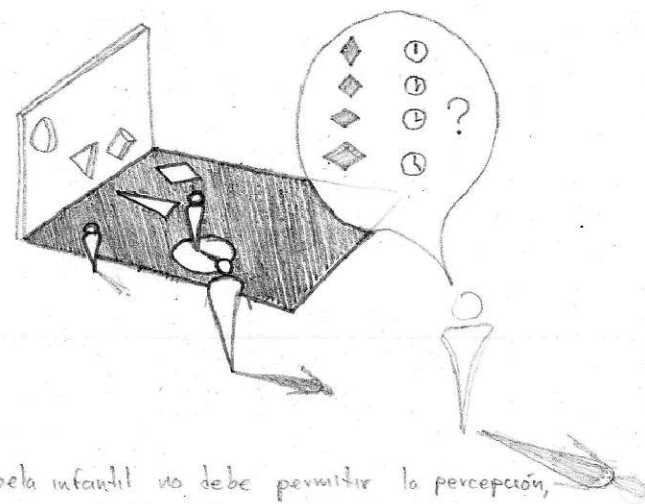
Es un punto de gran intensidad, donde la propia construcción del pavimento delata la complejidad de la operación y su significado último, la proximidad de la llegada. El sendero ha transformado su propia naturaleza y se ha convertido en algo más que una actuación de superficie, es prácticamente una operación espacial.

La densidad de pinos es cada vez mayor hasta que al otro lado el camí Vell de la Devesa que discurre en dirección norte-sur traza con nitidez el fin del recorrido.

No hay duda que se trata de un eje que articula el paisaje y permite a la escuela infantil encontrar su lugar, pero no es un eje entendido desde el punto de vista barroco. En este sentido no tiene un punto culminante, no necesita un foco para adquirir pleno significado. Por el contrario, se trata de unos pabellones asentados sobre el paisaje a los que te acercas por un sendero y de los que te alejas sin prácticamente ser consciente porque allá detrás de todo esto, tras la artificialidad de la arquitectura el sendero devuelve al niño al territorio natural.

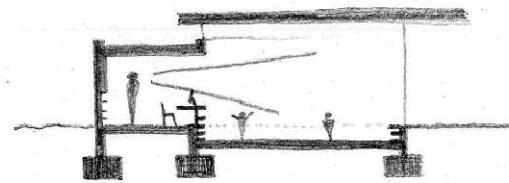


El Reloj de Sol.



"Una escuela infantil no debe permitir la percepción, una escuela infantil debe incitar a la percepción."

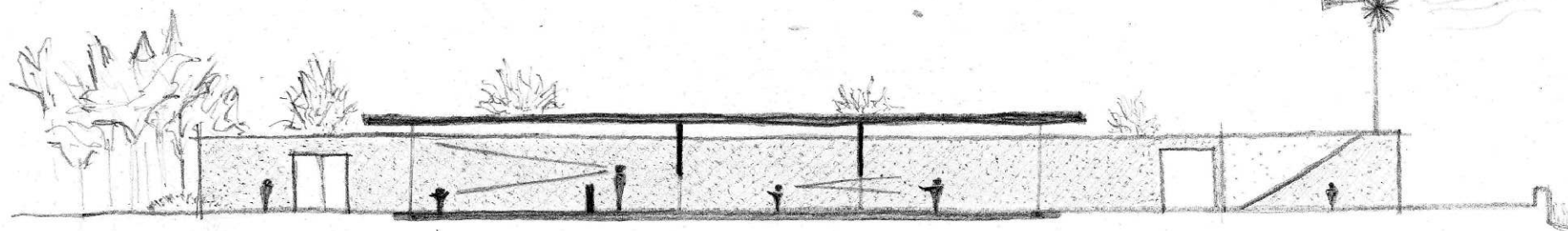
Control visual de Hertzberguer.



La doble escala

↓  
Unidad de Lewis Carroll - Escuela en vereda de Affosa - Rueda

sentir el viento



bosque - margen litoral

ecotono - jaguarzal

matilla.

¿Qué le pedimos al muro?

Generar una huella en el paisaje agreste.

Sombra opaca en verano, inercia térmica en invierno.

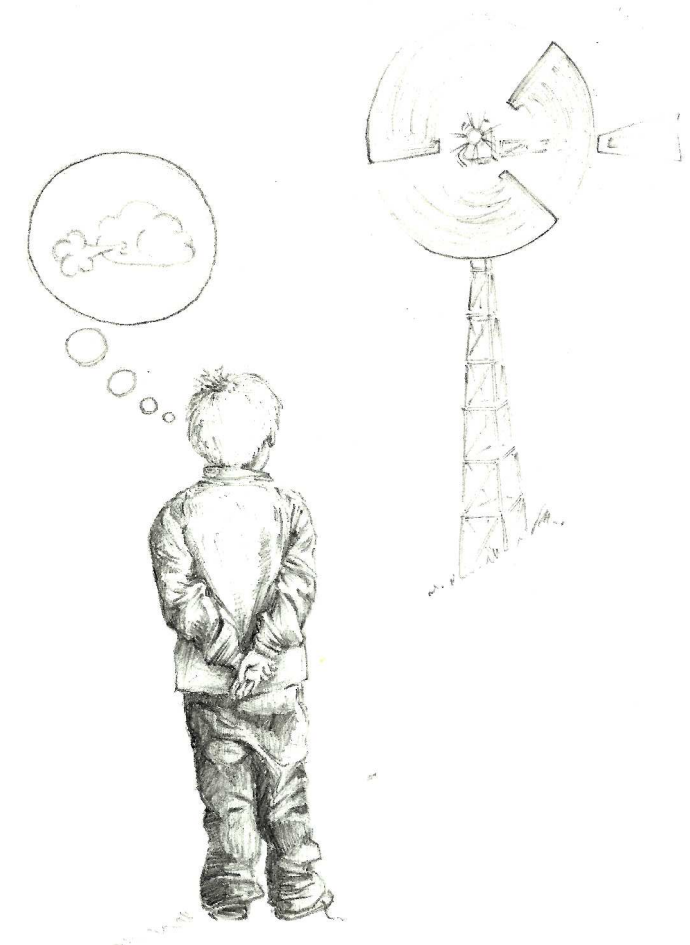
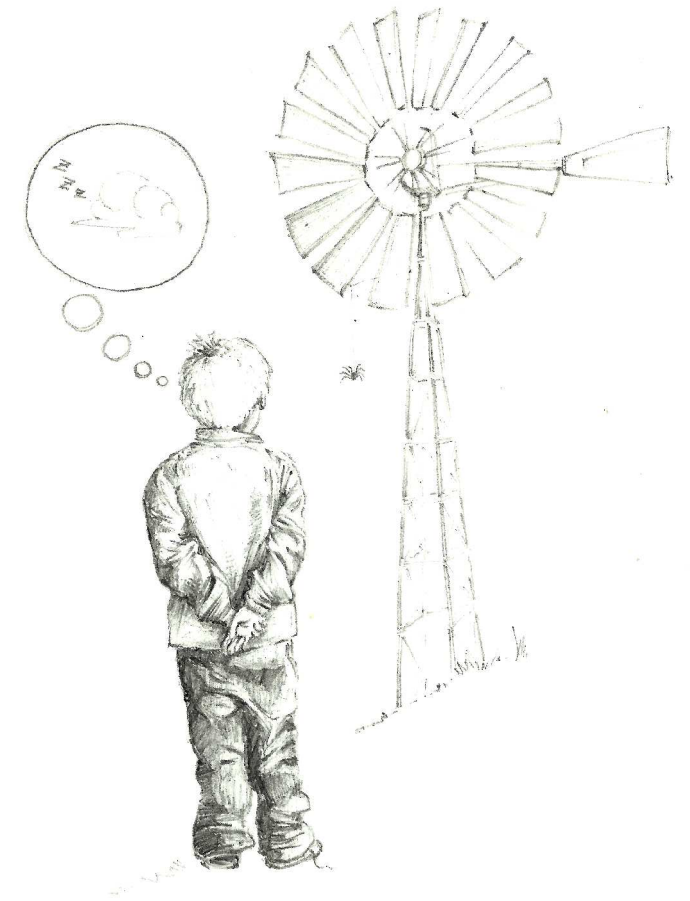
Apoyar la transición de las bandas longitudinales.

Resolver partes rígidas del programa

Fundir espacios interiores exteriores y semiext

Generar una penumbra acogedora.

La función estructural.





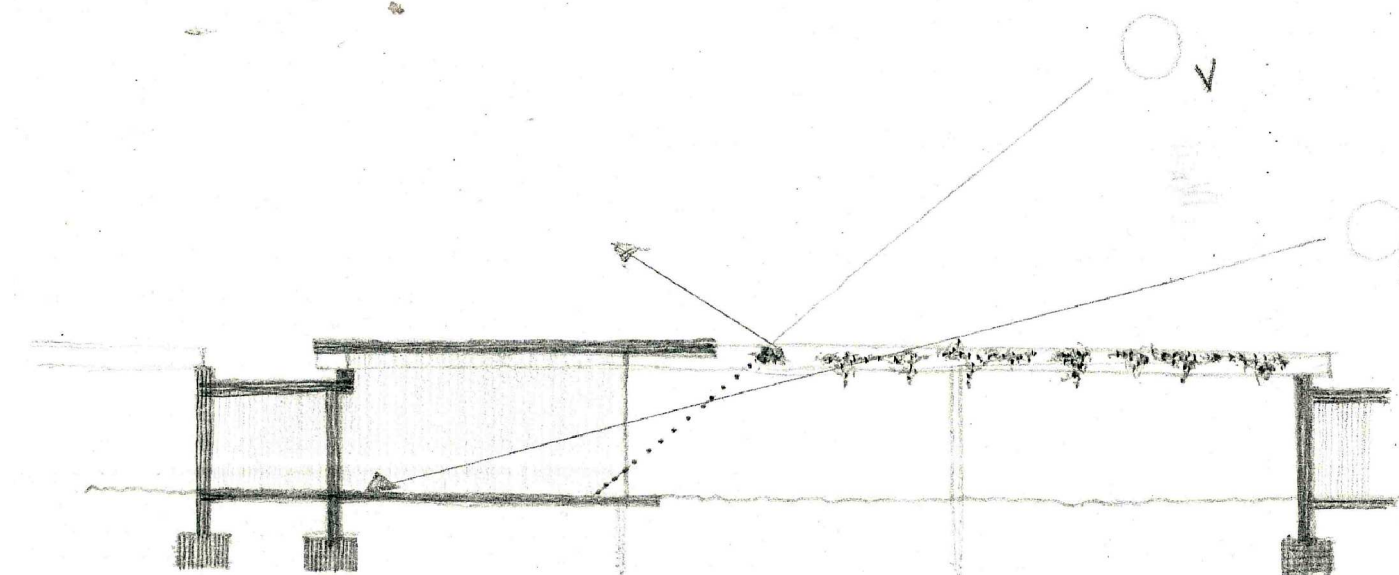
Observar, mirar, contemplar...

Woody Allen, fotograma de su película "Manhattan" 1979.



Deja que salga el sol

Trepadora de hoja caduca autóctona, (*Smilax Aspera*. L (Zarzaparrilla))  
Emparrado.

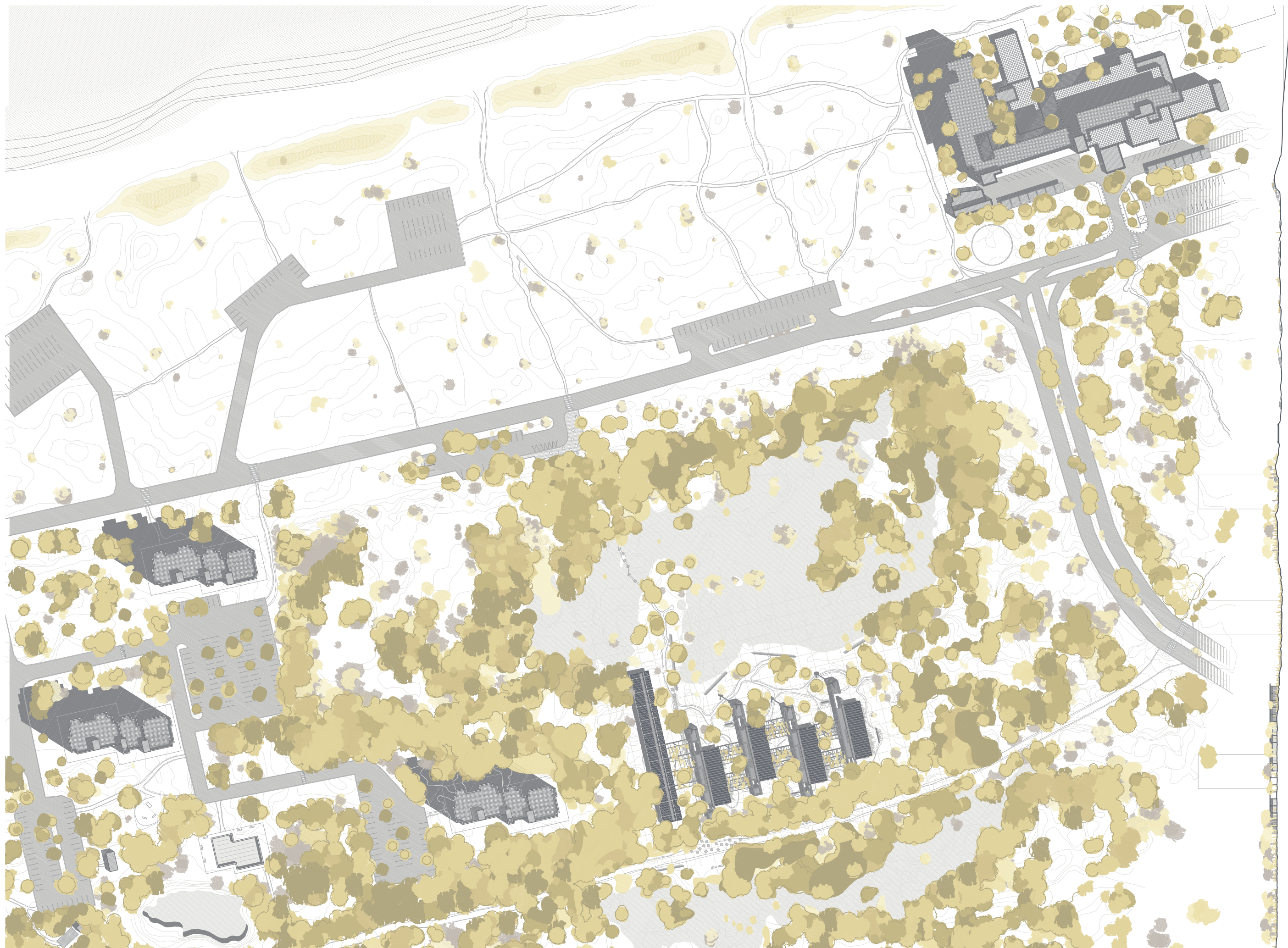


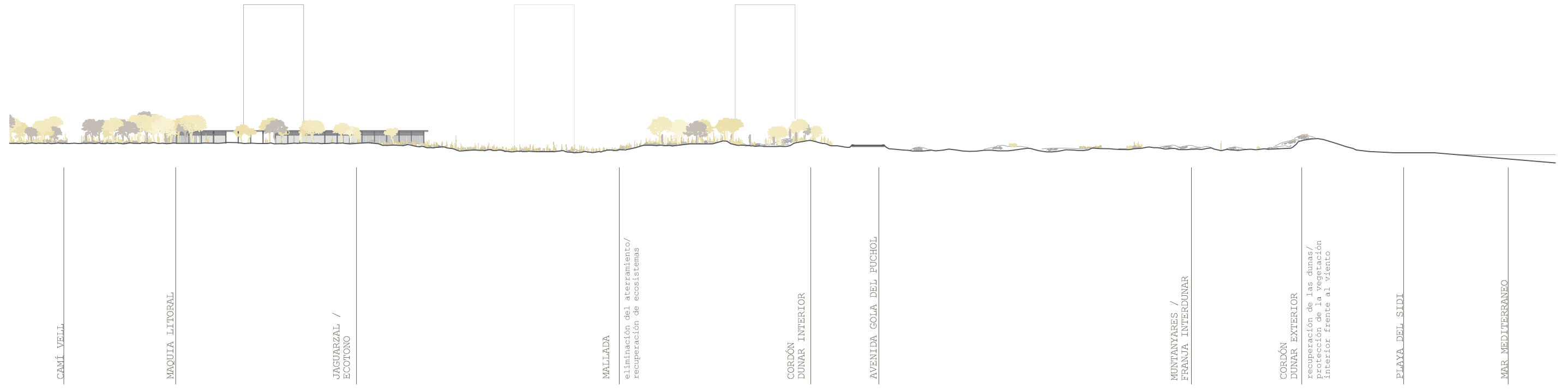
En una fase del proyecto, se recurre a la utilización de una planta trepadora para acondicionar la zona de aula exterior y coser junto con una estructura de madera el espacio entre las caras norte y sur de los muros.

El proyecto se interroga sobre cuál debe ser la especie elegida para acometer esta labor. Las trepadoras de hoja caduca serían más convenientes puesto que en los meses estivales arrojarían sombra sobre el aula exterior, mientras que durante el invierno perderían sus hojas dejando pasar el sol hasta el interior de los pabellones.

En un primer lugar se selecciona la *smilax aspera* L comúnmente conocida como zarzaparrilla puesto que en principio cumple los requisitos y además es una especie autóctona de la Devesa.

Tras la consulta con los expertos del centro de interpretación del Racó de la Olla situado en el sector sur, la especie finalmente se sustituye por una *vitis vinifera* comúnmente denominada parra, igualmente de común aplicación en la construcción mediterránea tradicional y con mejores resultados en cuanto a la pérdida total de su follaje en los ecosistemas de El Saler.





CAMI VELL

MAQUINA LITORAL

JAGUARZAL /  
ECOTONO

MALLADA

eliminación del aterramiento/  
recuperación de ecosistemas

CORDÓN  
DUNAR INTERIOR

AVENIDA GOLA DEL PUCHOL

MUNTANYARES /  
FRANJA INTERDUNAR

CORDÓN  
DUNAR EXTERIOR  
recuperación de las dunas/  
protección de la vegetación  
interior frente al viento

PLAYA DEL SIDI

MAR MEDITERRANEO



#### ENTRAR DESPACIO.

A pesar del sueño que invadía mi cuerpo cada día a las 8 de la mañana, el sol horizontal que entraba por la ventanilla y atravesaba por completo el autobús, impedía que mis párpados se cerraran. Podía ver los campos de arroz tostados, verdes o inundados dependiendo de la época del año, los canales resbalando junto a la carretera y como el lago colonizaba el paisaje llano hasta el horizonte. Una discusión con mis compañeros sobre el carácter supersónico de la garza o la conveniencia de la forma en delta de las canoas impedían mi capacidad de observación hasta que el autobús se detuvo.

La excursión de libres movimientos diaria estaba a punto de comenzar. El escaso ruido del pueblo se había extinguido y ahora el paisaje que permanecía inmóvil, se grabó en mis ojos como una instantánea. Los reflejos del sol en el mar parecían hacerme señales, indicando la proximidad del objetivo, tal como lo haría un faro para un barco en la oscuridad de la noche. Las potentes dunas que filtraban esta relación se elevaban como musculosos guardianes contra los ataques de la brisa marina.

Aquel paisaje coontaba con los elementos adecuados, pero la mirada atenta de las torres que se erigían en la zona interdunar intimidaba la visión del lugar. Algo dentro de mí, quería eludir esa vigilancia, por lo que embarqué dando saltos en unas losas de hormigón que se extendían hasta mis pies y me permitían avanzar con seguridad, como las migas de pan hicieran con Hansel y Gretel. Casi sin darme cuenta estaba en mitad del bosque, pude tener consciencia porque la sucesión de piedras sobre las que saltar se había interrumpido. Ahora los arboles habían diluido de un plumazo la edificación y de este modo, la naturaleza ganaba la partida a la confundida mano del hombre. Entre las hojas de los arboles podía verse, escrita en sus cortezas, la promesa de una educación feliz. Aquí las vistas, los sonidos, las texturas, e incluso los olores eran cercanos. El paisaje era cercano.





El corto trayecto entre las sombras translucidas de los pinos desaparecía bruscamente pocos metros más adelante. Durante unos momentos me sentía un tanto deslumbrado. Mis ojos parpadeaban en un intento por empujar mi mente de dibujos animados de nuevo a la realidad. Un claro del bosque ligeramente encharcado a causa de las últimas lluvias, había aparecido en escena. Desde el otro lado, como un hallazgo, se mostraban mezclados con los arboles unos esbeltos molinos que competían para ver cuál podía tocar antes el cielo. Una vez detectados, era más fácil reconocer la mancha grisácea que se extendía a sus pies conformada por unos muros y unos pabellones que jugaban a esconderse. Era paradójico, aquella construcción renunciaba a la verticalidad, sin renunciar a los elementos verticales. Ahora solo quería llegar allí.

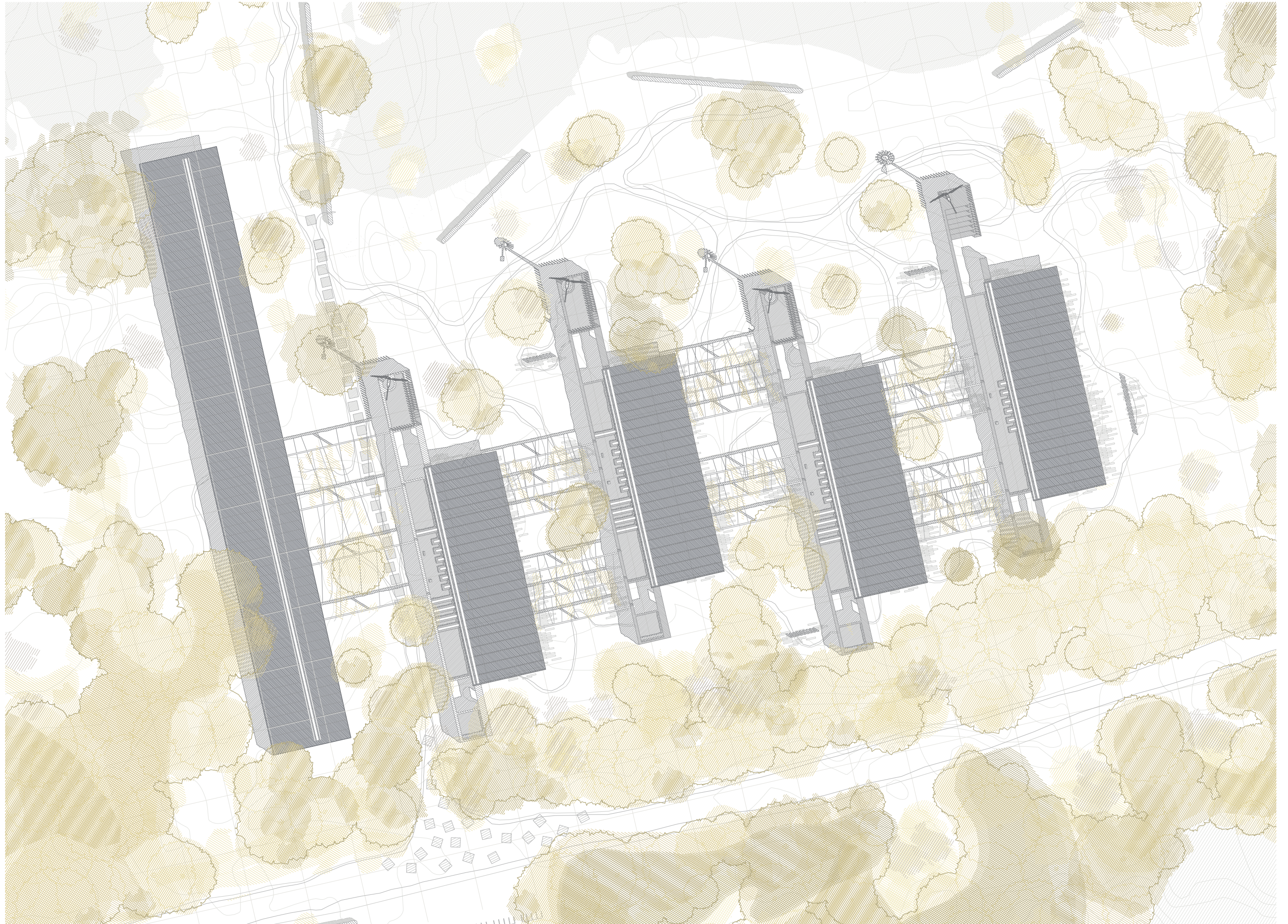
De nuevo eran aquellos botones de hormigón los que guiaban mi inquieta voluntad de avanzar. Los sonidos y los olores enredados en el viento eran diferentes en este punto, parecían llegar desde más lejos.

Una vez atravesada la mallada en su punto más estrecho, no existe ningún camino aparentemente lógico para llegar, sin embargo sé que pronto estaremos ahí. Posiblemente sea por la facilidad de avanzar por ese sendero serpenteante que atraviesa el matorral. Aquí los escasos pinos se inclinaban hacia atrás como si estuvieran sorprendidos por mi presencia.

No parecía una fachada principal, ni tan si quiera una entrada indicada la que nos ha conducido hasta aquí. Tan sólo el atrayente de estos muros, posiblemente extraños pero palpables, junto con los gritos de los molinos en la lejanía, me habían situado junto a un testero del edificio y a los pies de aquel pino raquíptico que parecía desearnos un buen día.

Los muros yacían entre los arboles con fuertes texturas en tonos marrones y grises, como si fueran ellos mismos pinos y sombras de pinos arraigadas. De hecho, mi fantasía creaba la imagen temporal cambiada, los muros más antiguos habían dado color y manchado al bosque en crecimiento, convirtiéndose en árboles de fuerte relieve.

Había que contar mentalmente tres muros y tres molinos antes de abandonar el irregular camino de tierra. La fragancia del paisaje se intensificó y dirigió mis ojos hacia las flores amarillas que, a modo de pinceladas impresionistas, componían un cuadro extremadamente luminoso.



Con el fin de salvar el paso a través de la mallada en épocas de encharcamientos y orientar el acceso, se disponen adaptándose al terreno, dejadas caer sobre la arena, unas piezas prefabricadas de hormigón, que pretende integrarse dentro del propio territorio y formar parte de él.

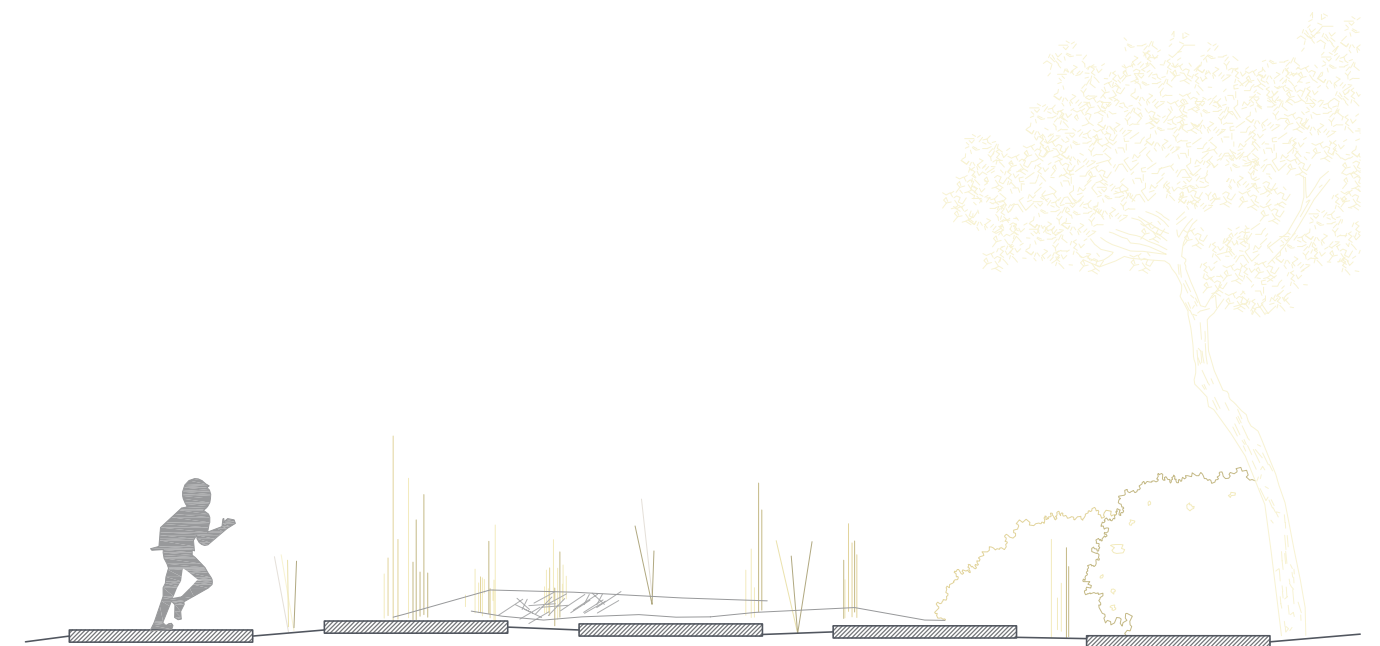
Estas piezas acompañan en paralelo a un sendero de tierra morterada estabilizada con guijarros de piedra caliza. Así los niños discurren entre un itinerario alterno entre lo natural y lo construido en su manera de aproximarse a la escuela infantil.

Entorno próximo. Acceso.

e\_1/50



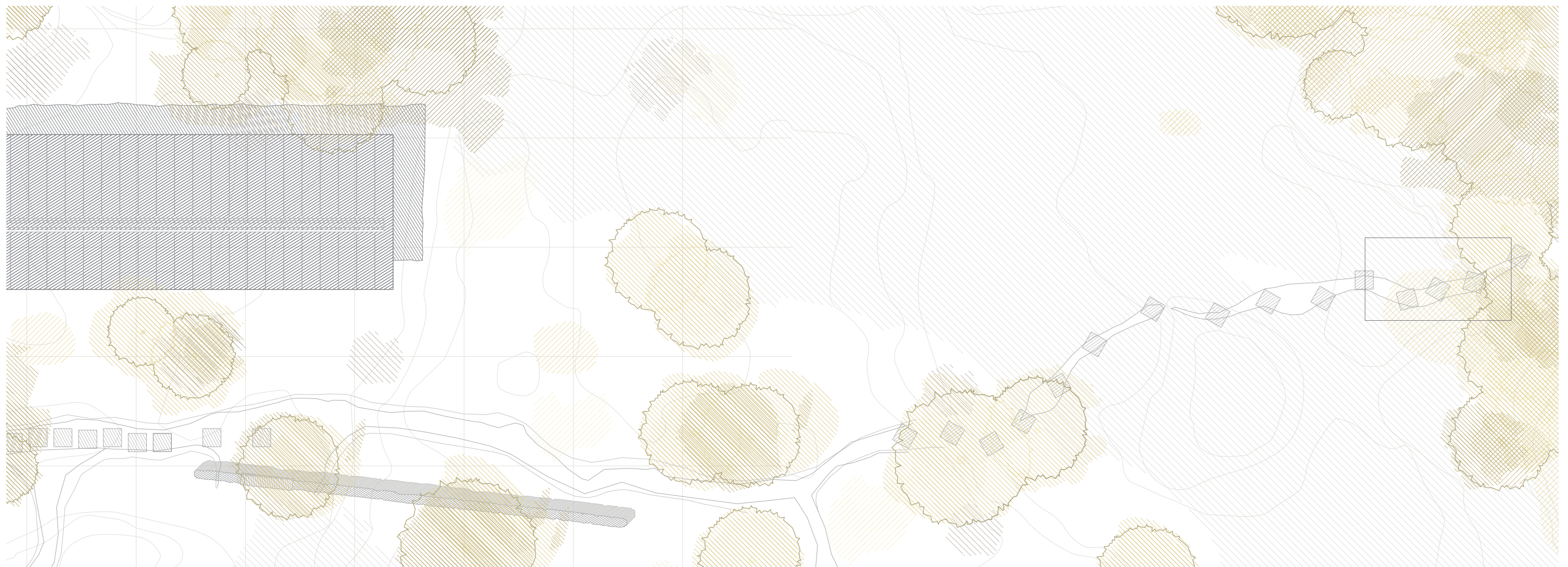
Baldosa hidráulica (1.1 x 1.1 x 0.1 m) de hormigón prefabricado tipo L060408CGB de GLS Prefabricados o similar

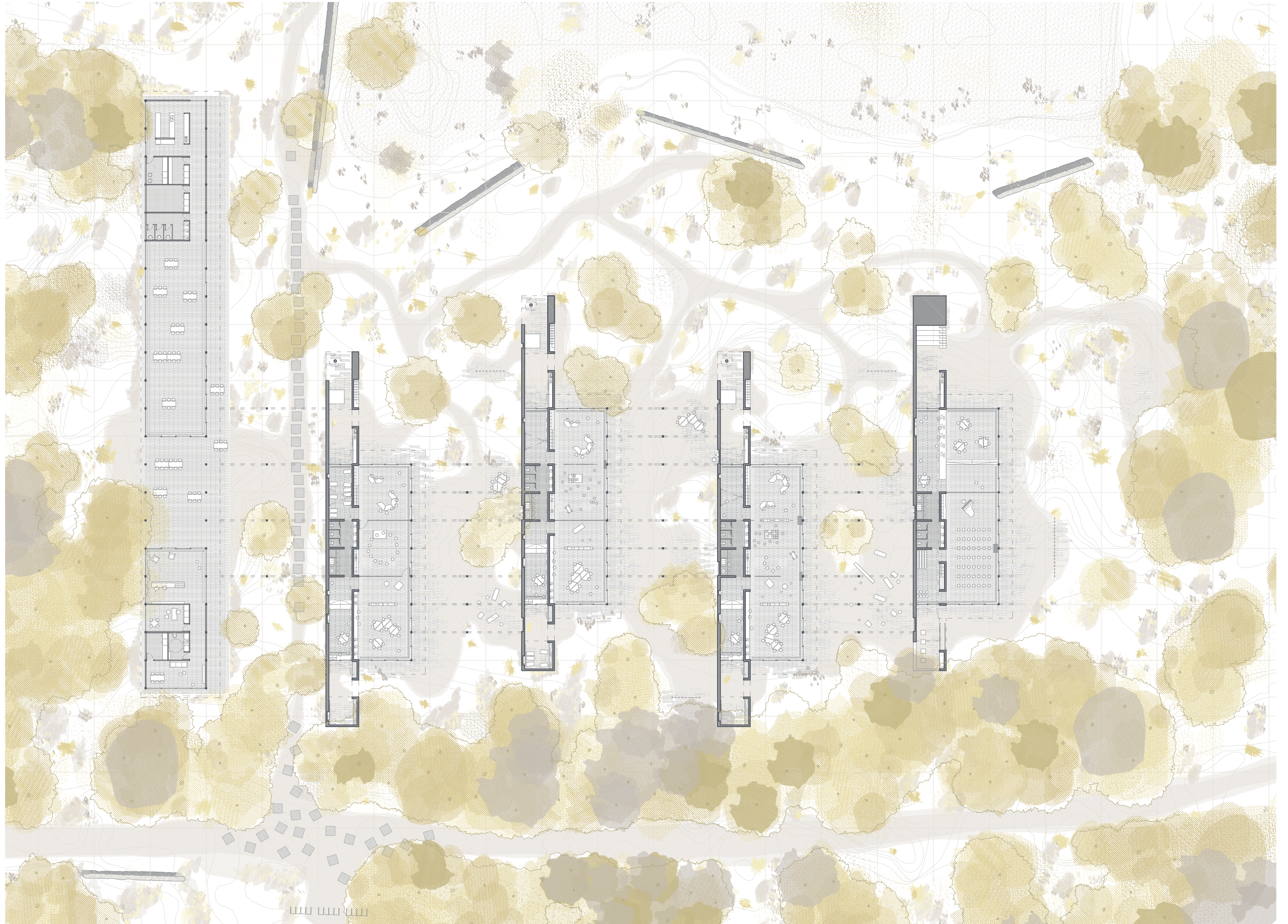


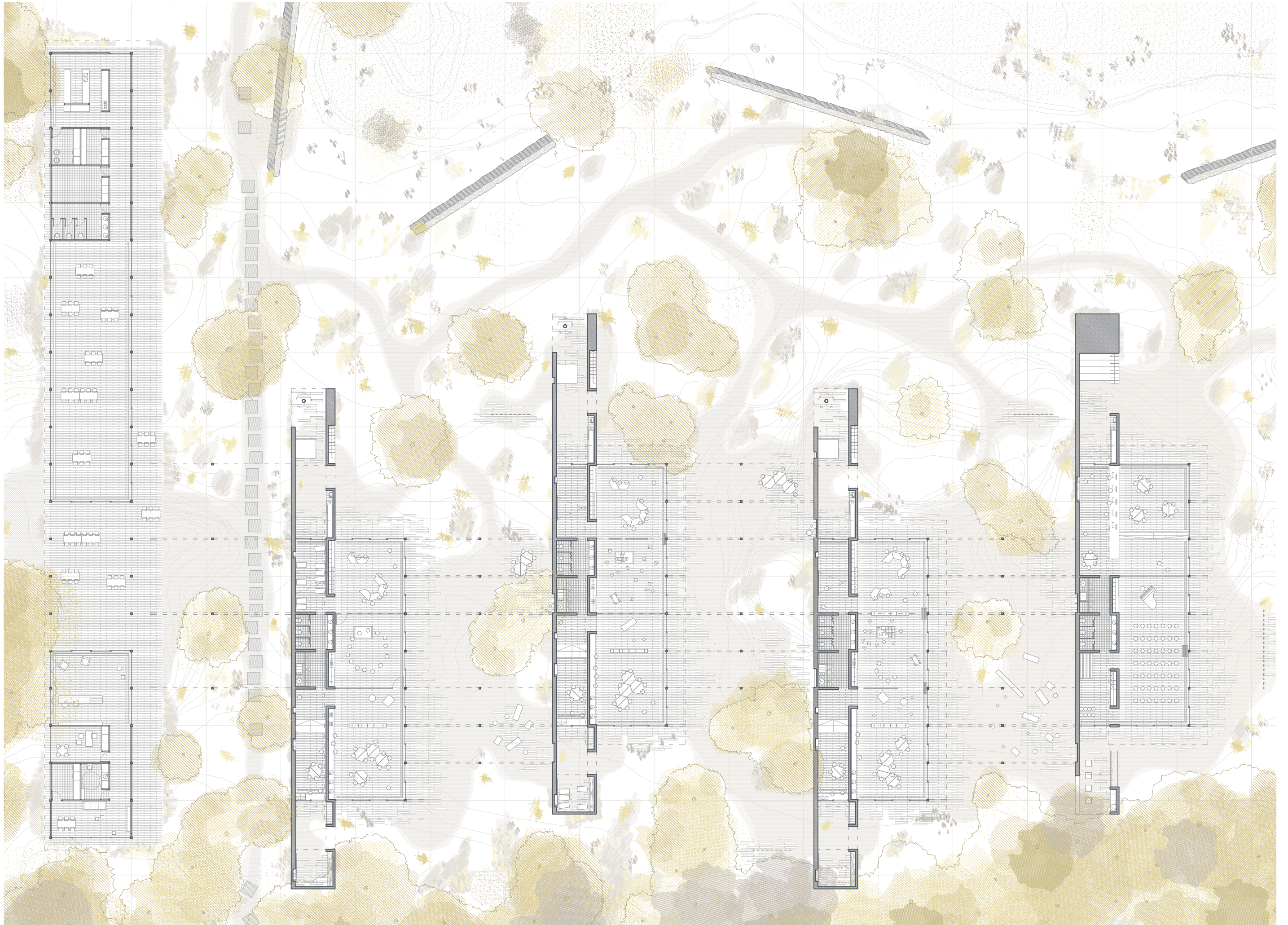
Entorno próximo. Acceso.

n

e\_1/250



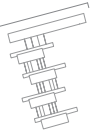
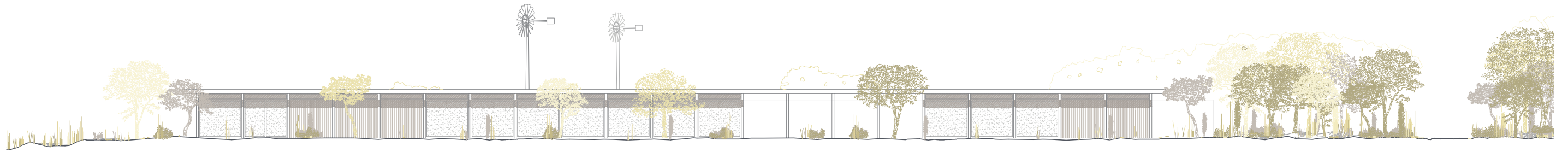




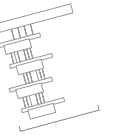
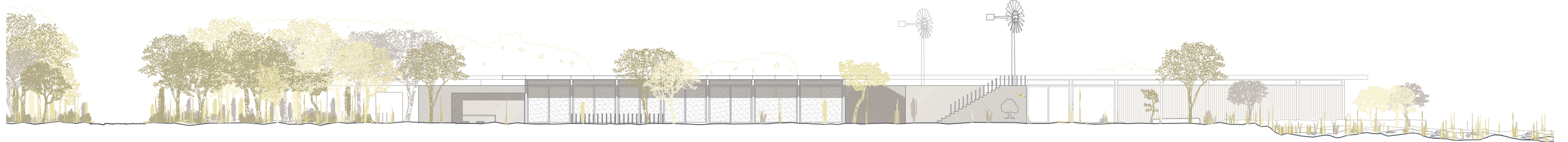


Alzados

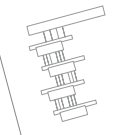
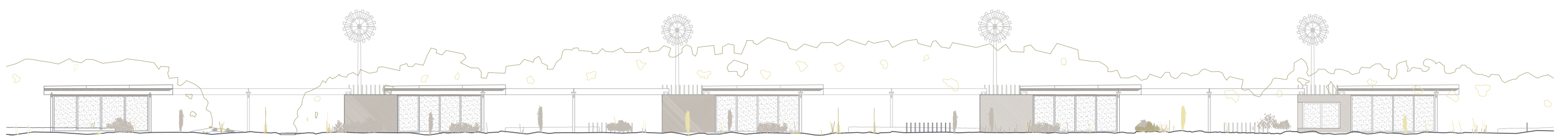
Alzado norte. e\_1/300



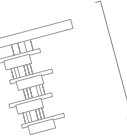
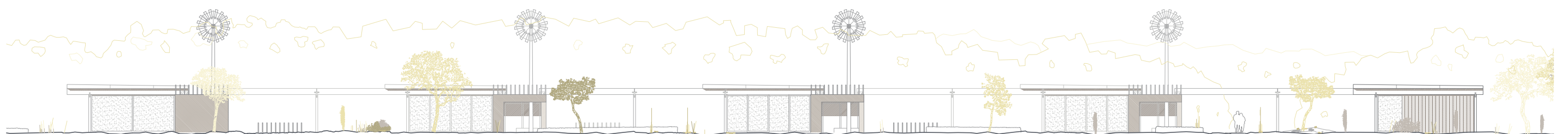
Alzado sur. e\_1/300



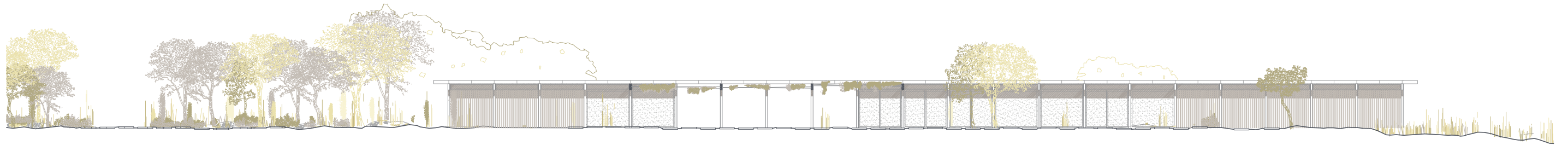
Alzado oeste. e\_1/300



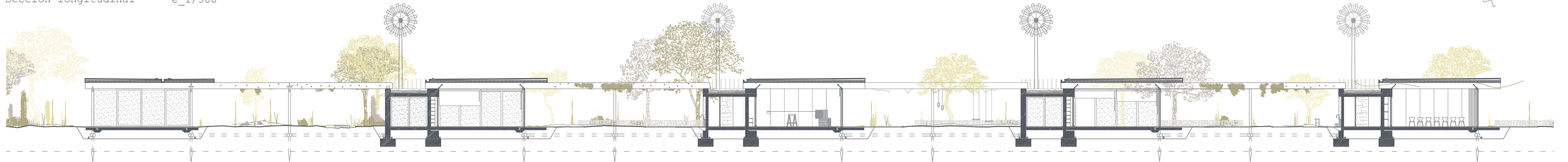
Alzado este. Acceso. e\_1/300



Sección transversal. e\_1/300

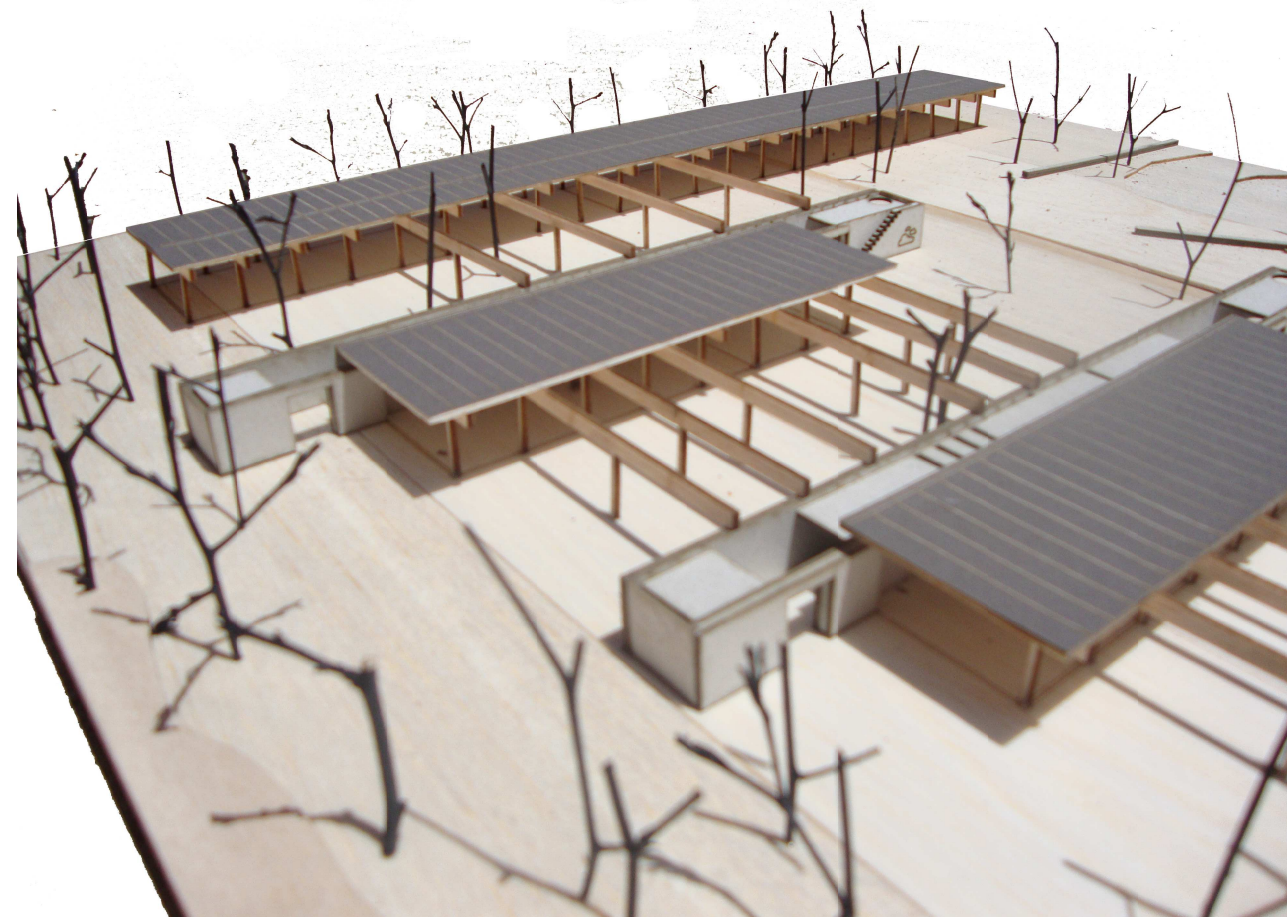


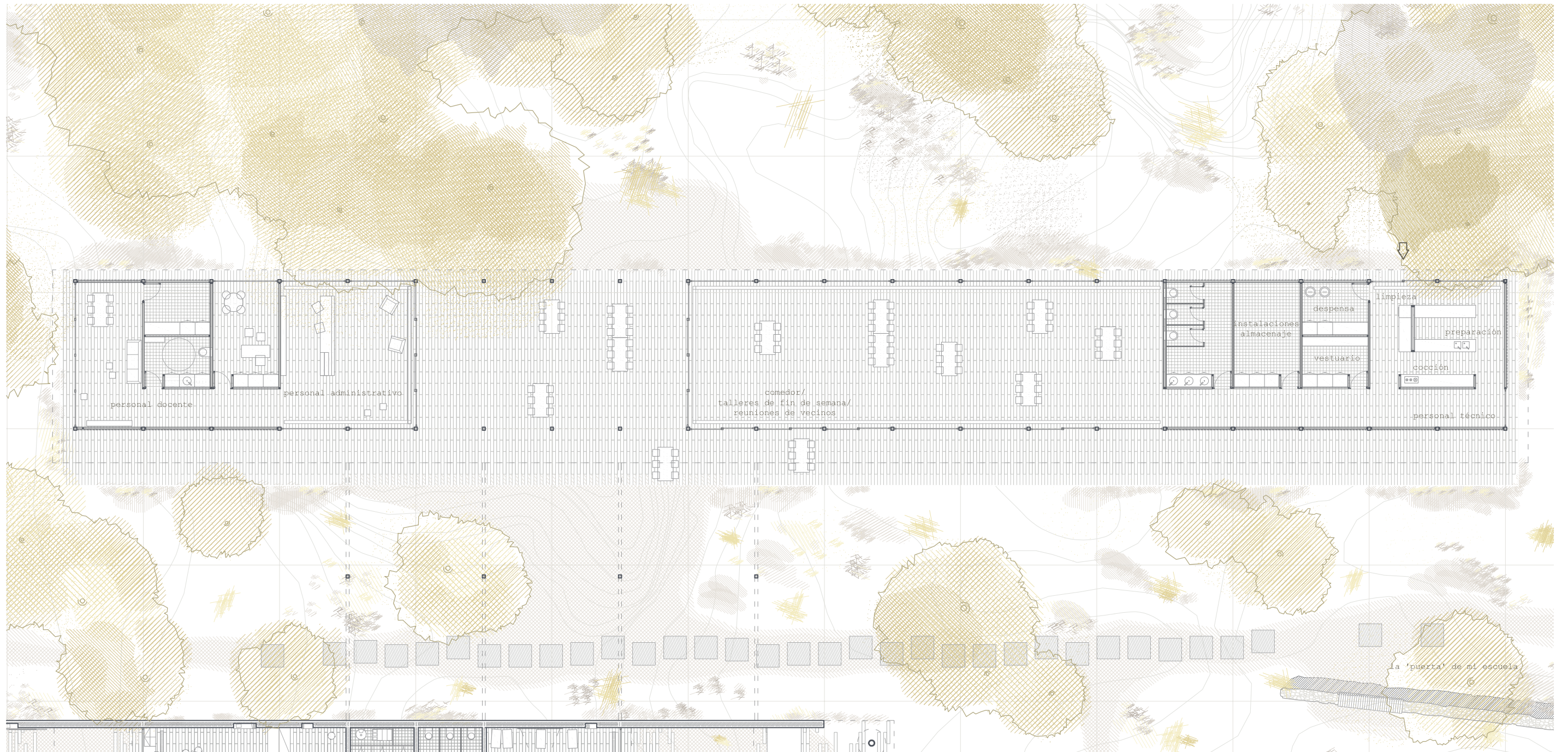
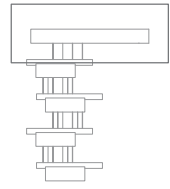
Sección longitudinal e\_1/300

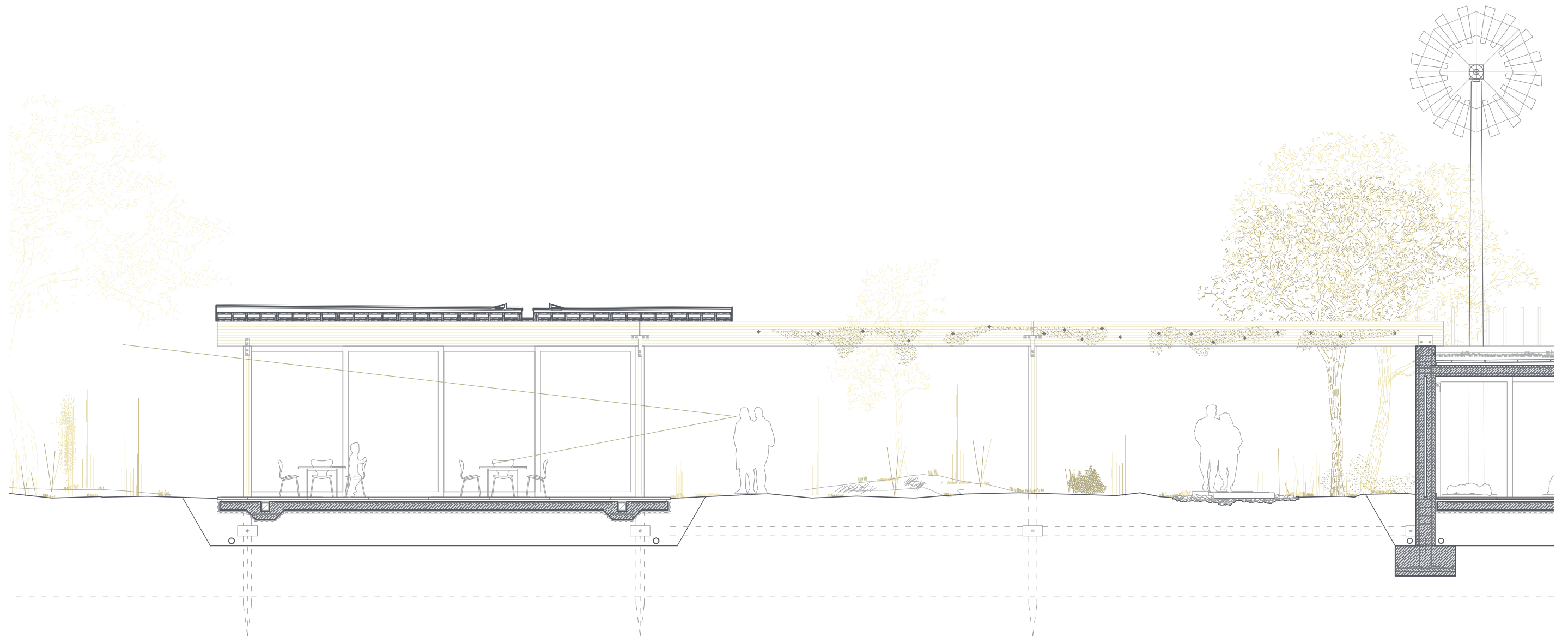
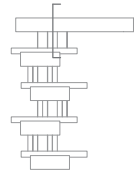




Estructura. Escuela Infantil.

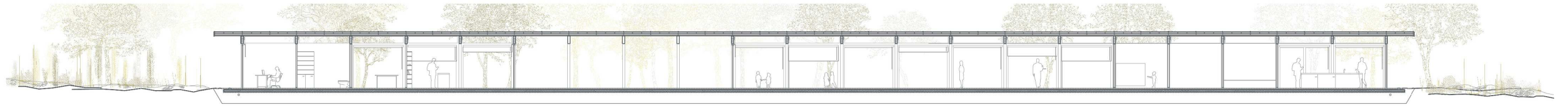




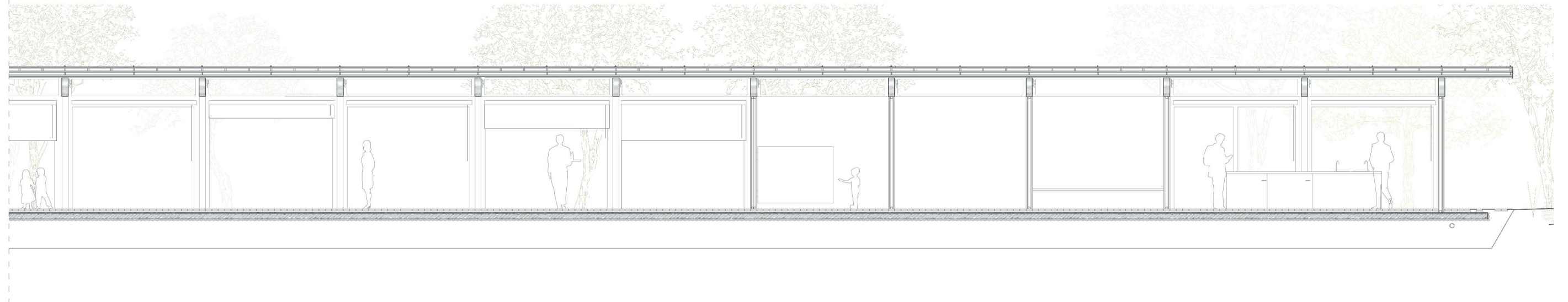
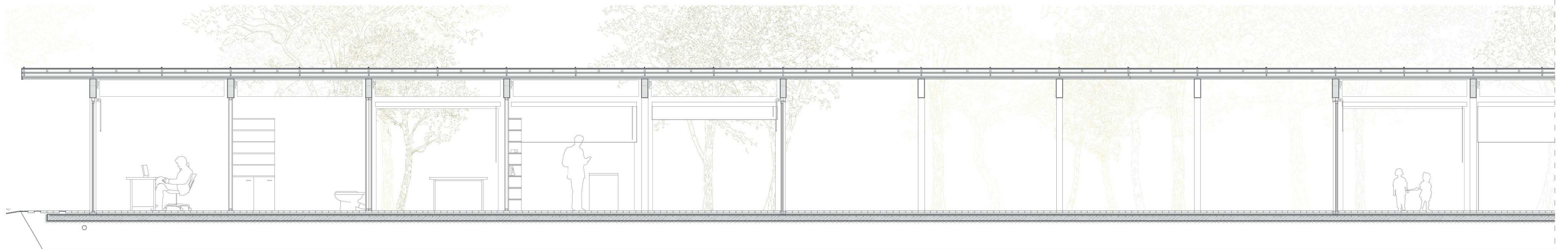


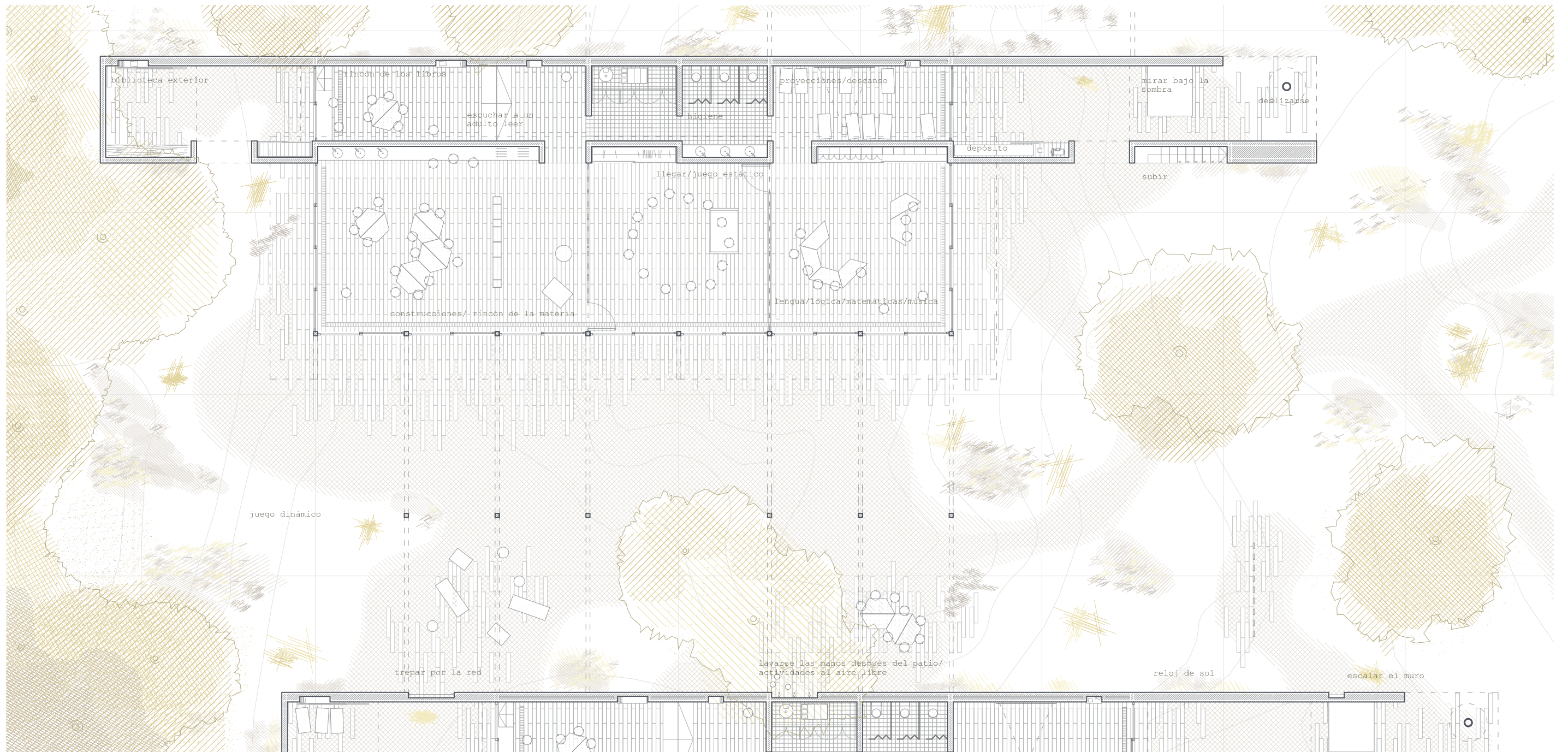
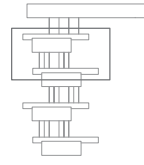
Secciones generales

Sección transversal. Pabellón público. e\_1/250

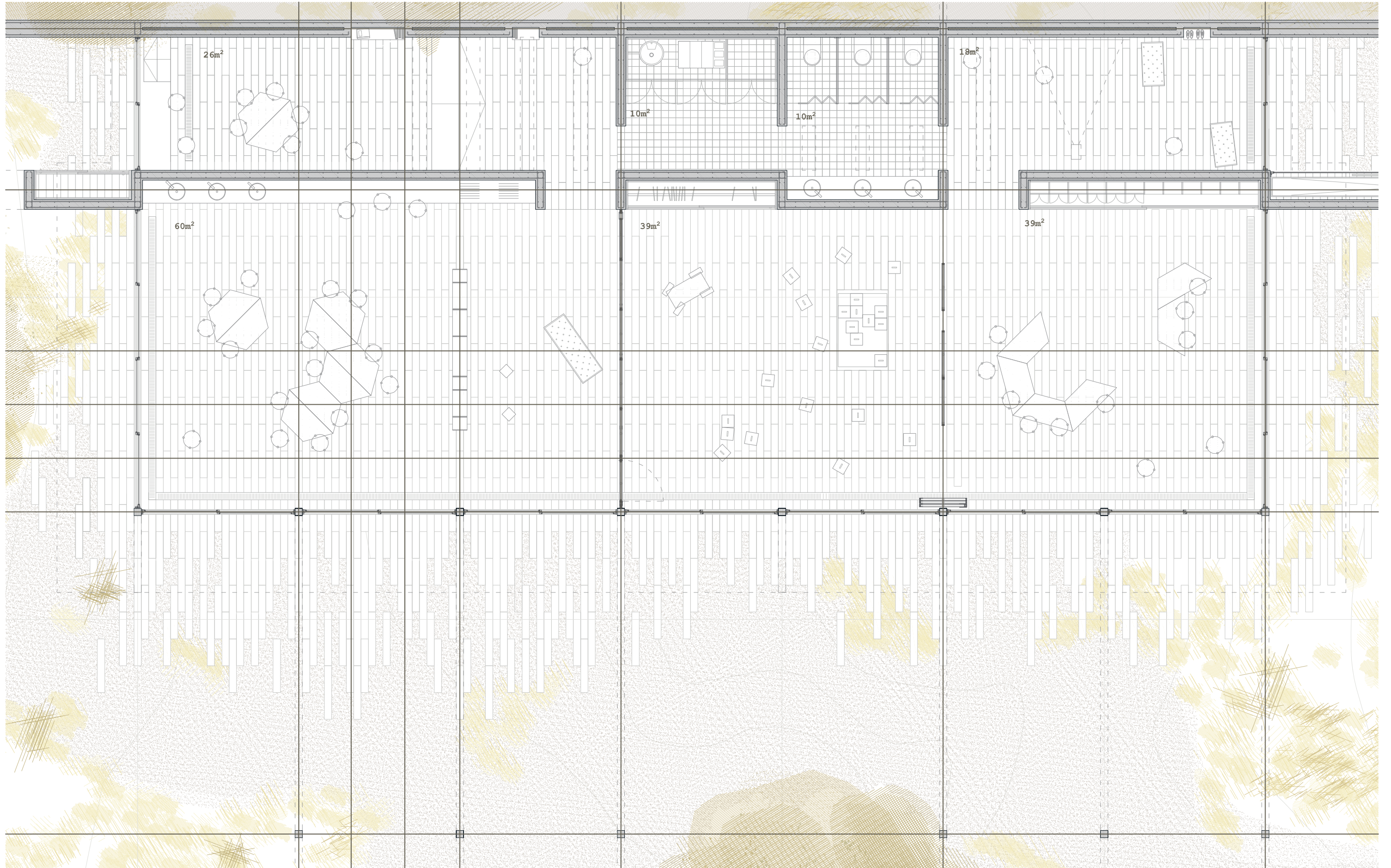
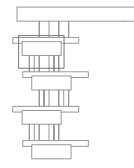


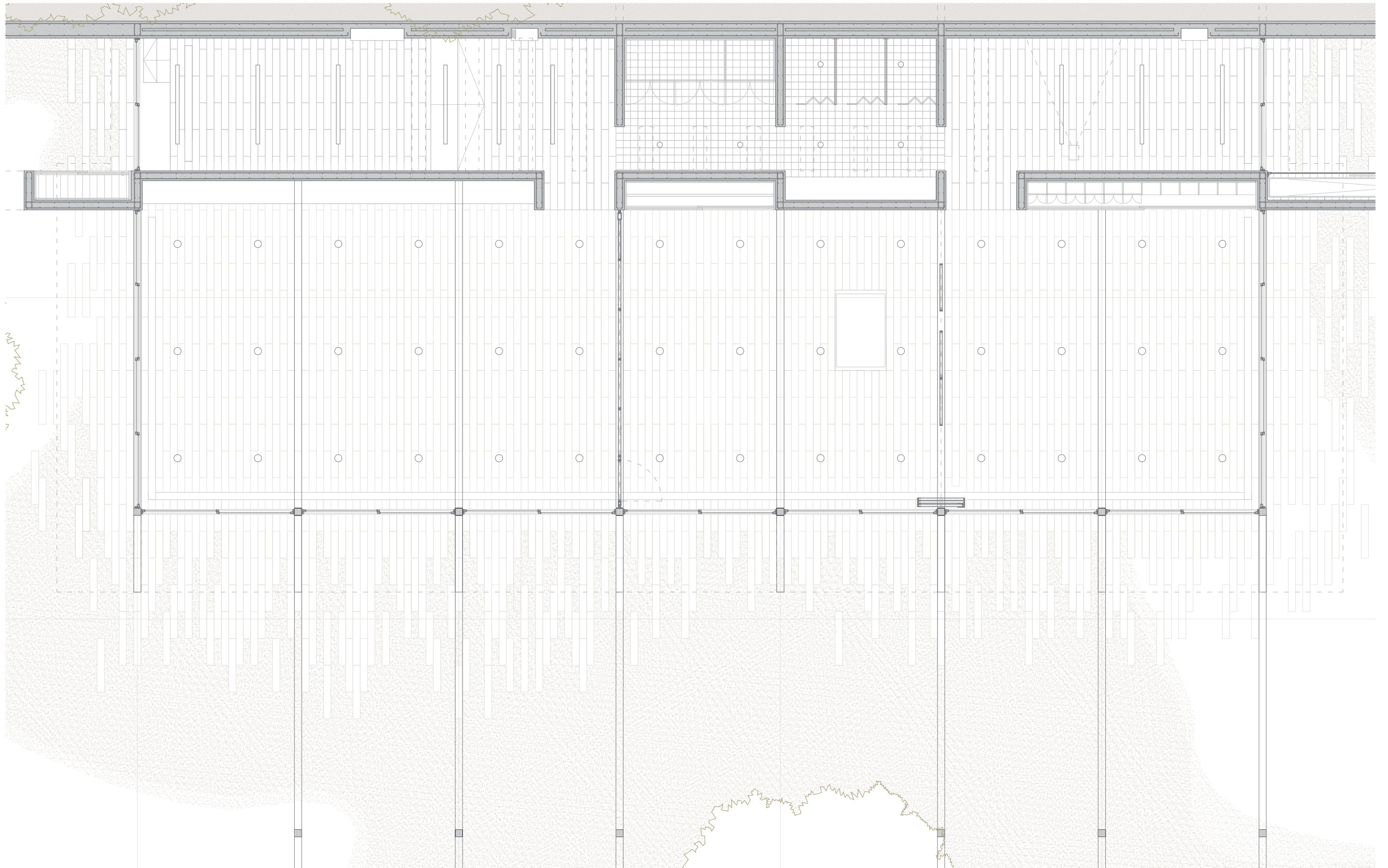
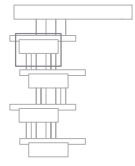
Sección transversal. Pabellón público. e\_1/250







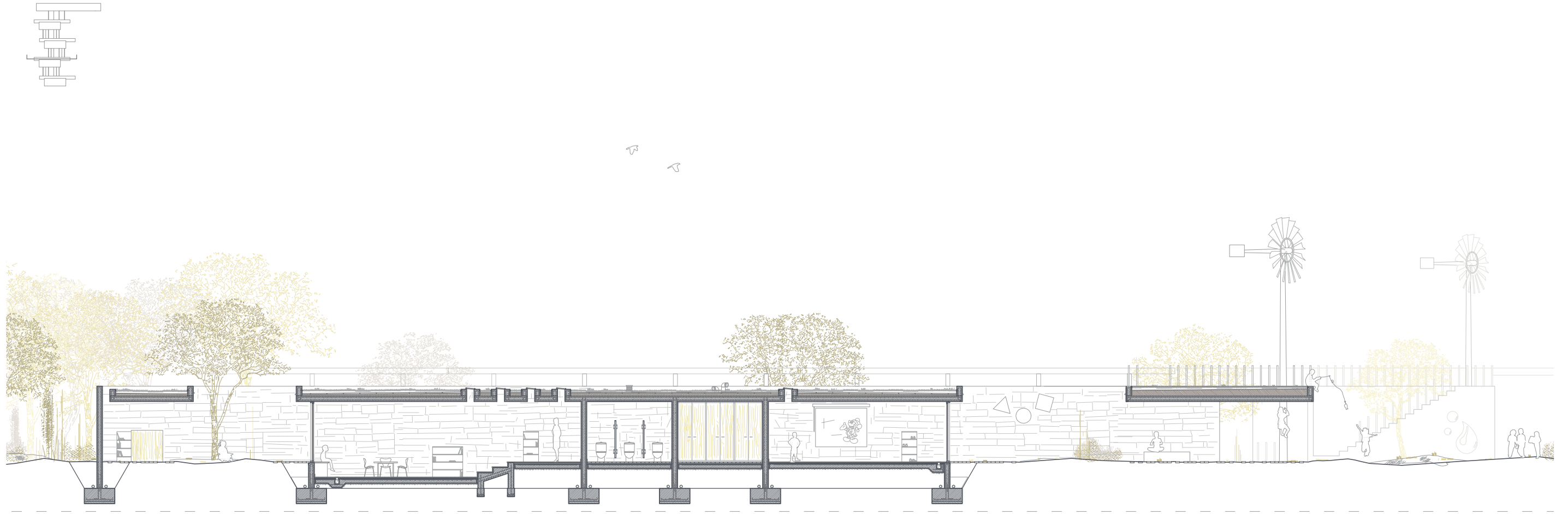




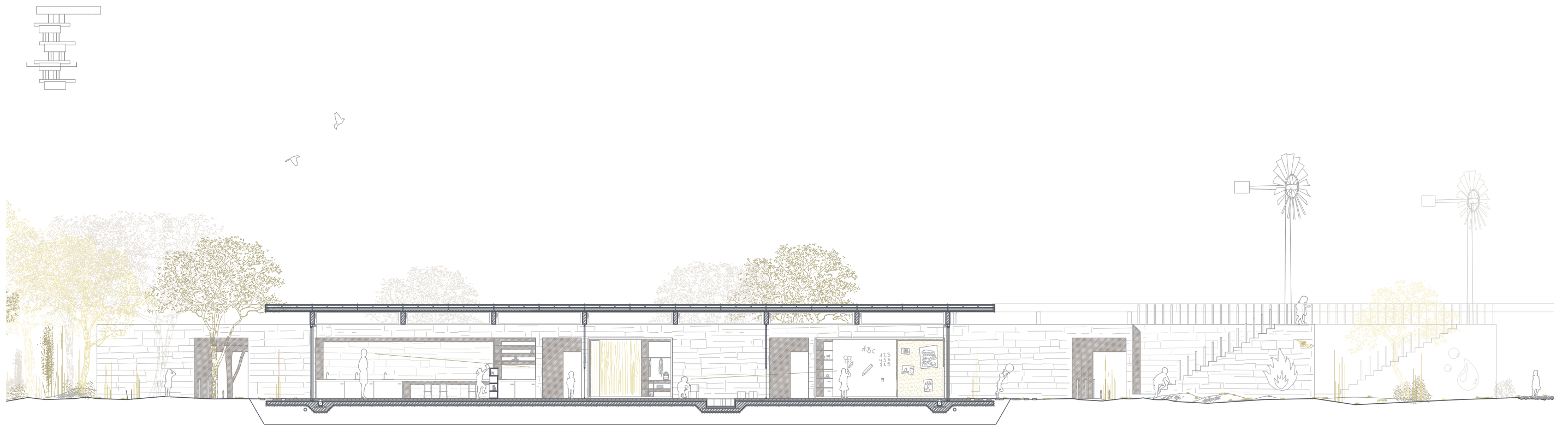




Sección transversal. Pabellón docente generacional. Espacio estereotómico. e\_1/150



Sección transversal. Pabellón docente generacional. Espacio tectónico. e\_1/150

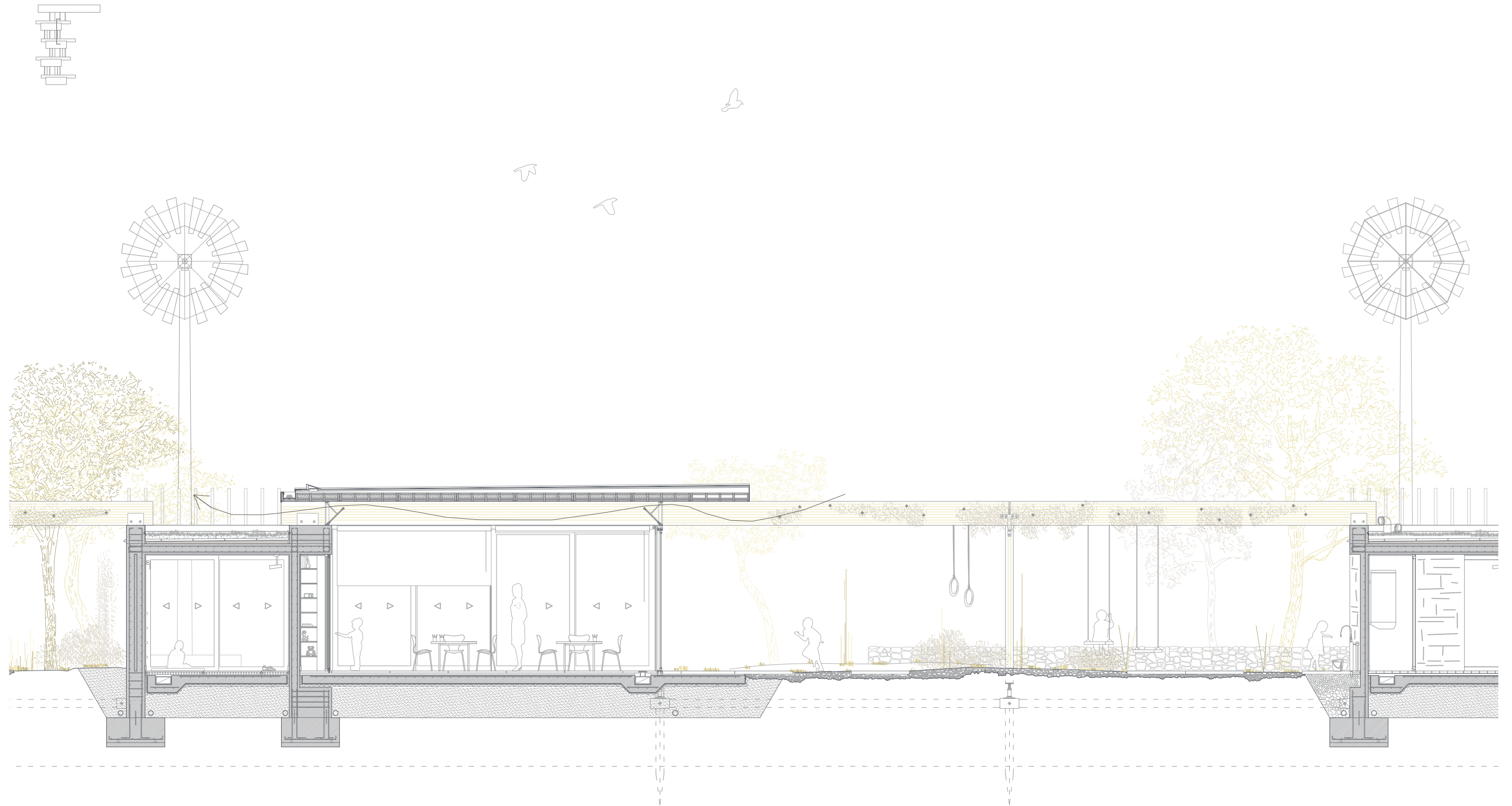


perspectiva del interior del pabellón docente



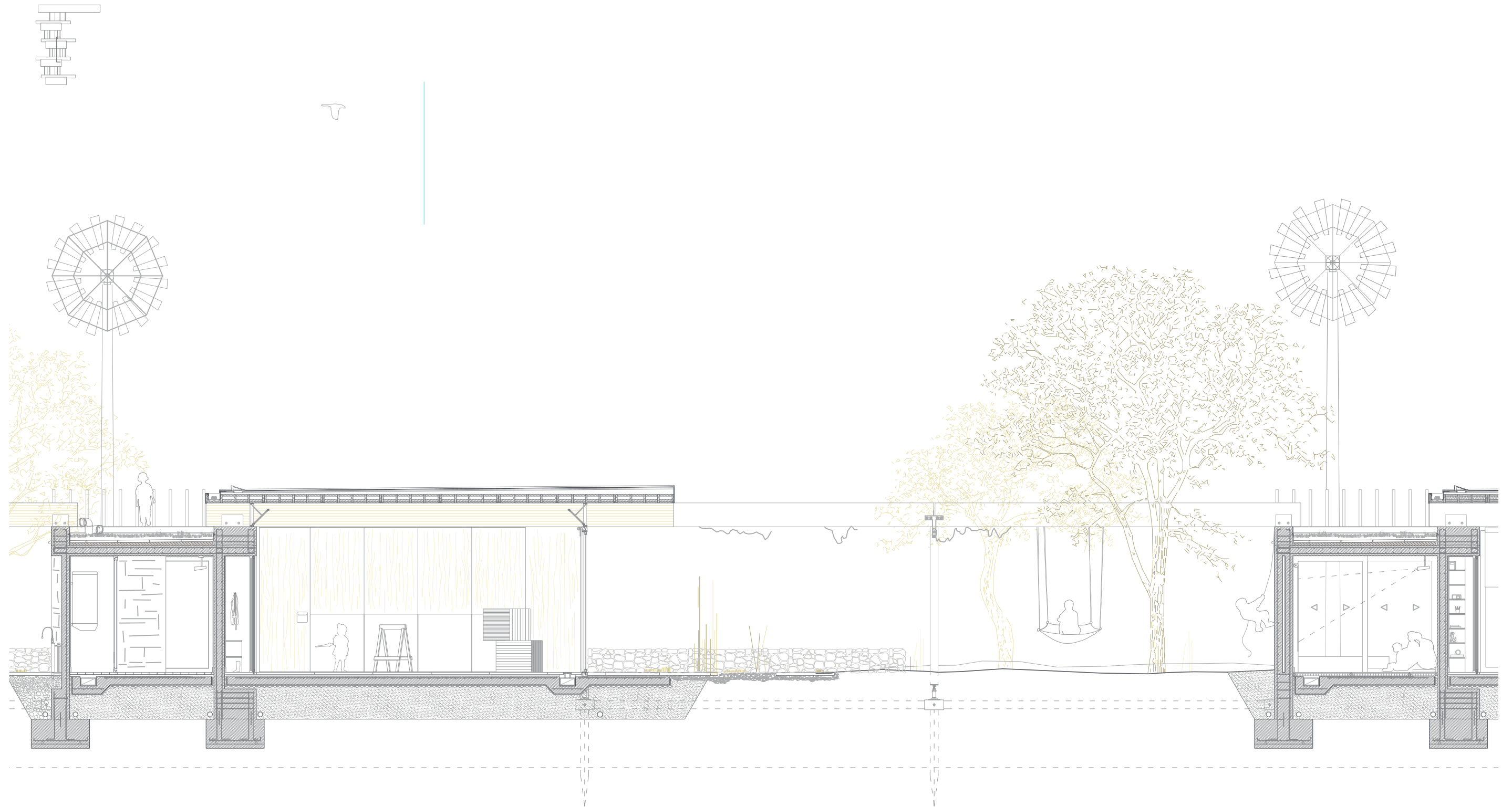
Sección longitudinal. Pabellón docente generacional.

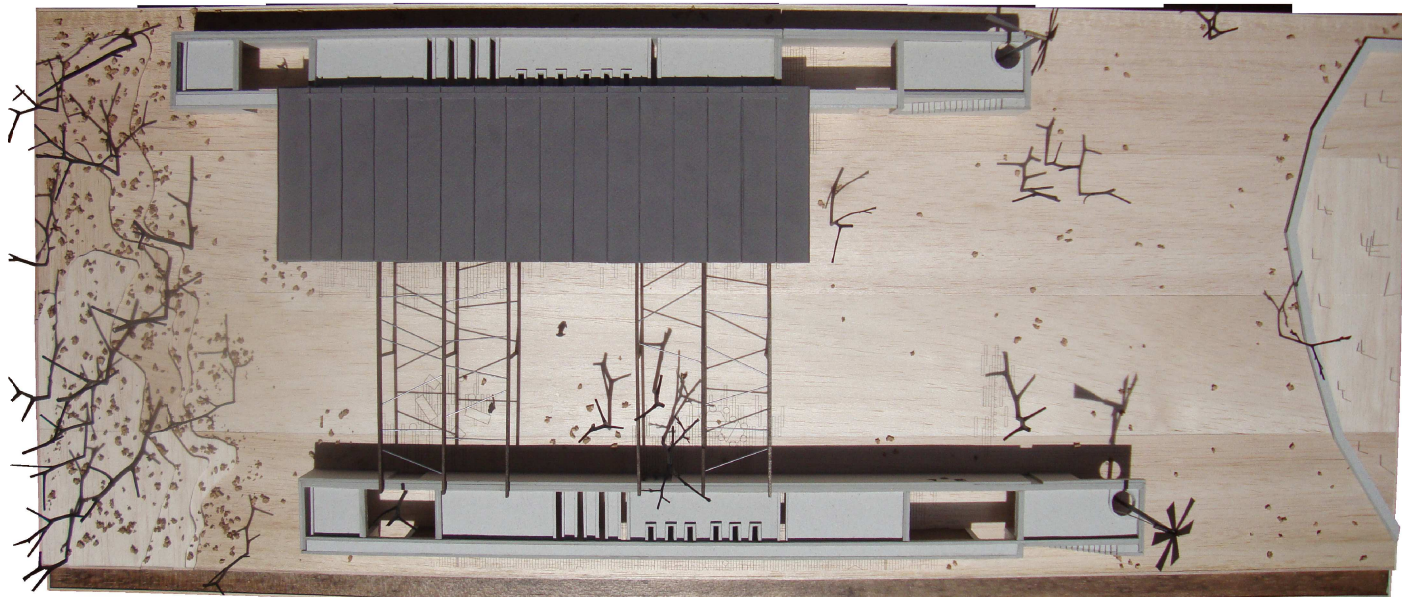
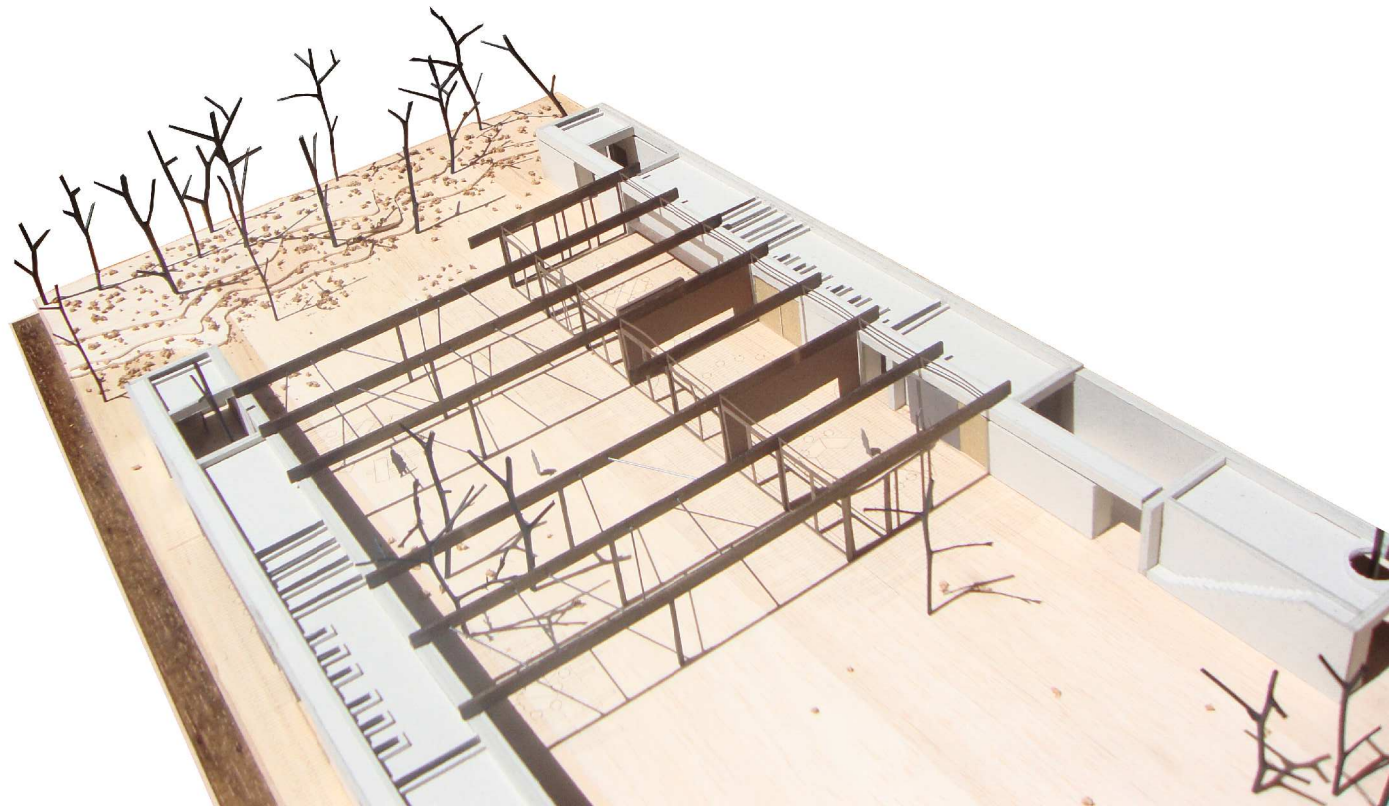
e\_1/75

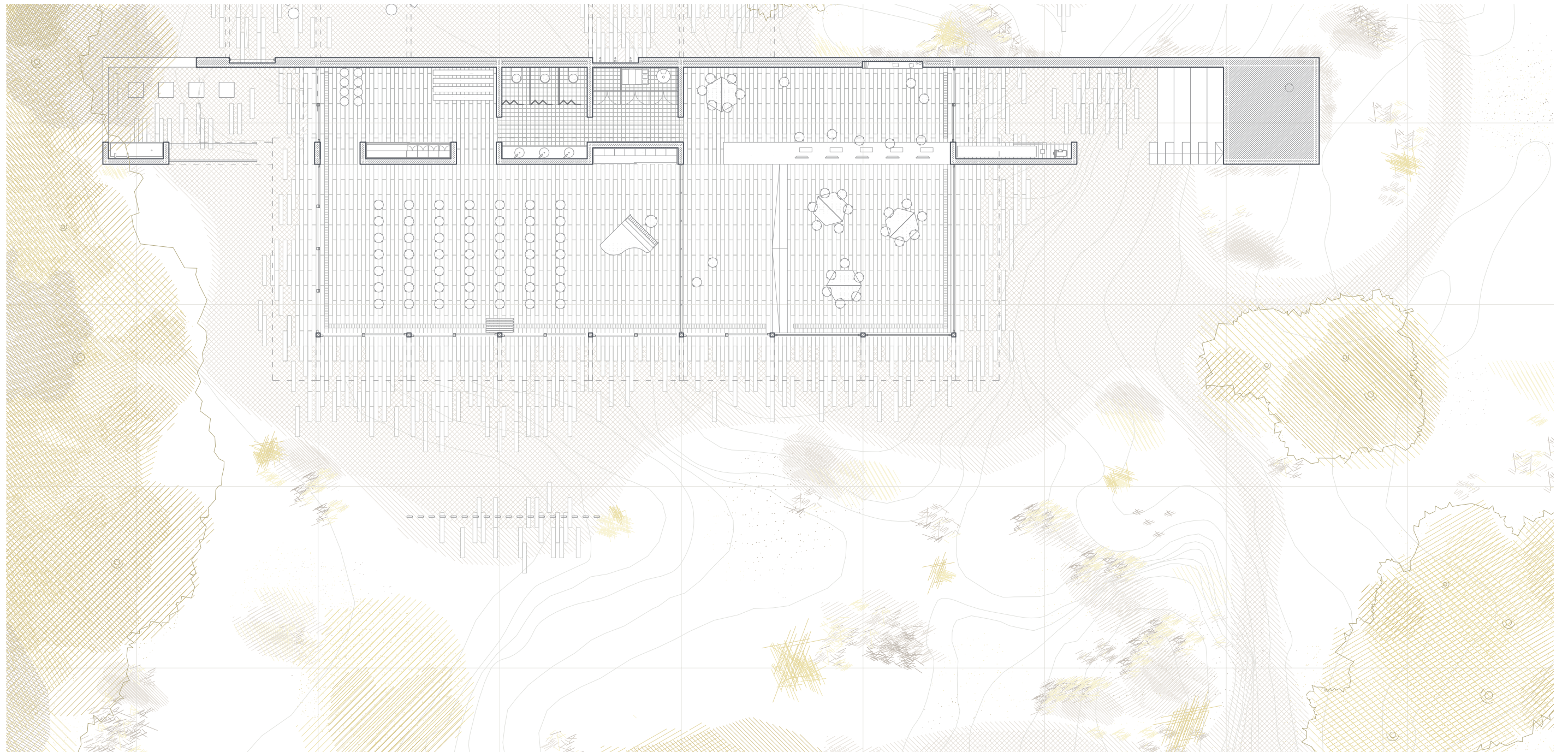
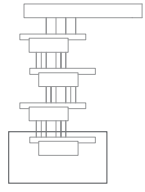


Sección longitudinal. Pabellón docente generacional.

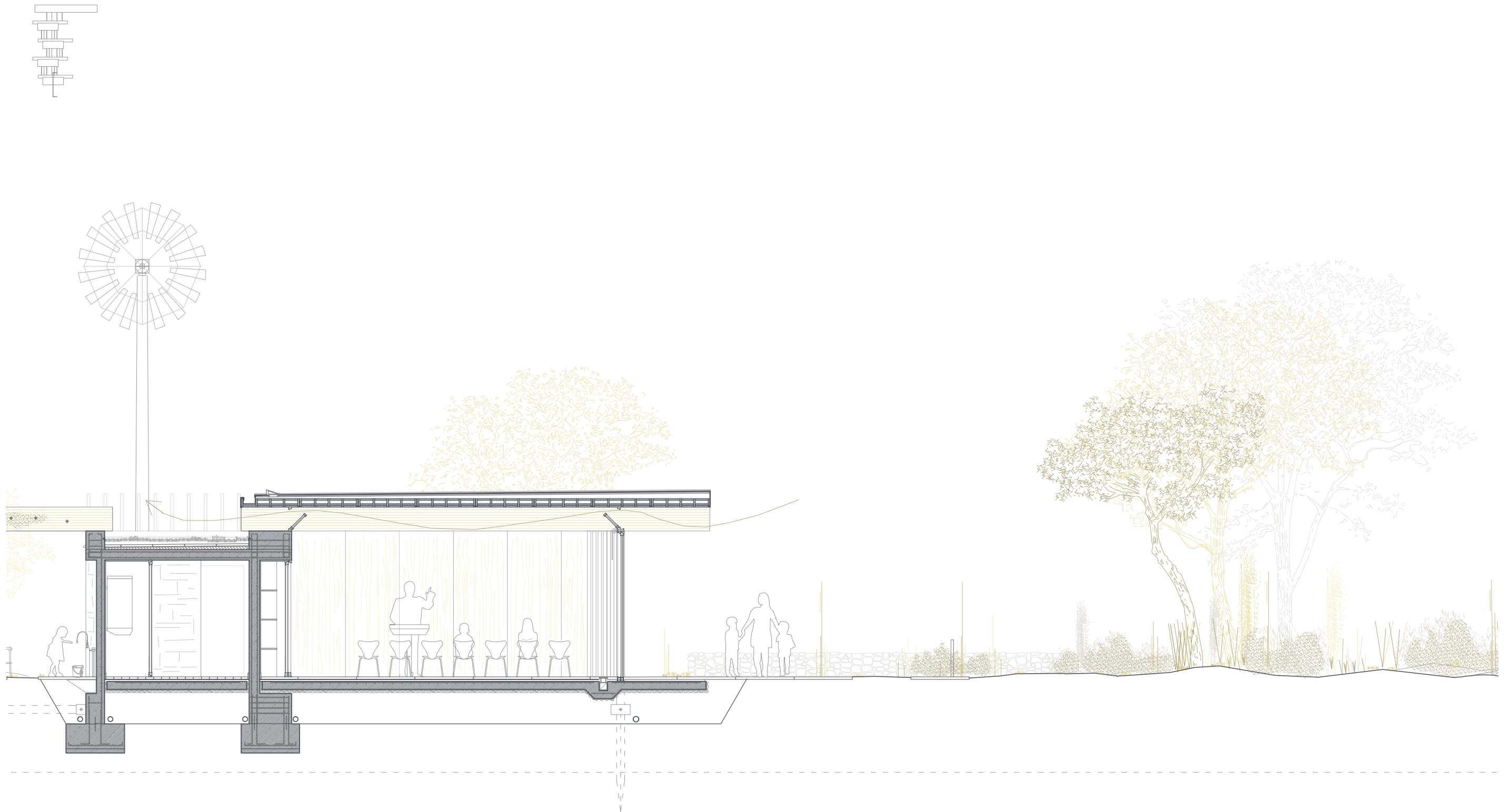
e\_1/75



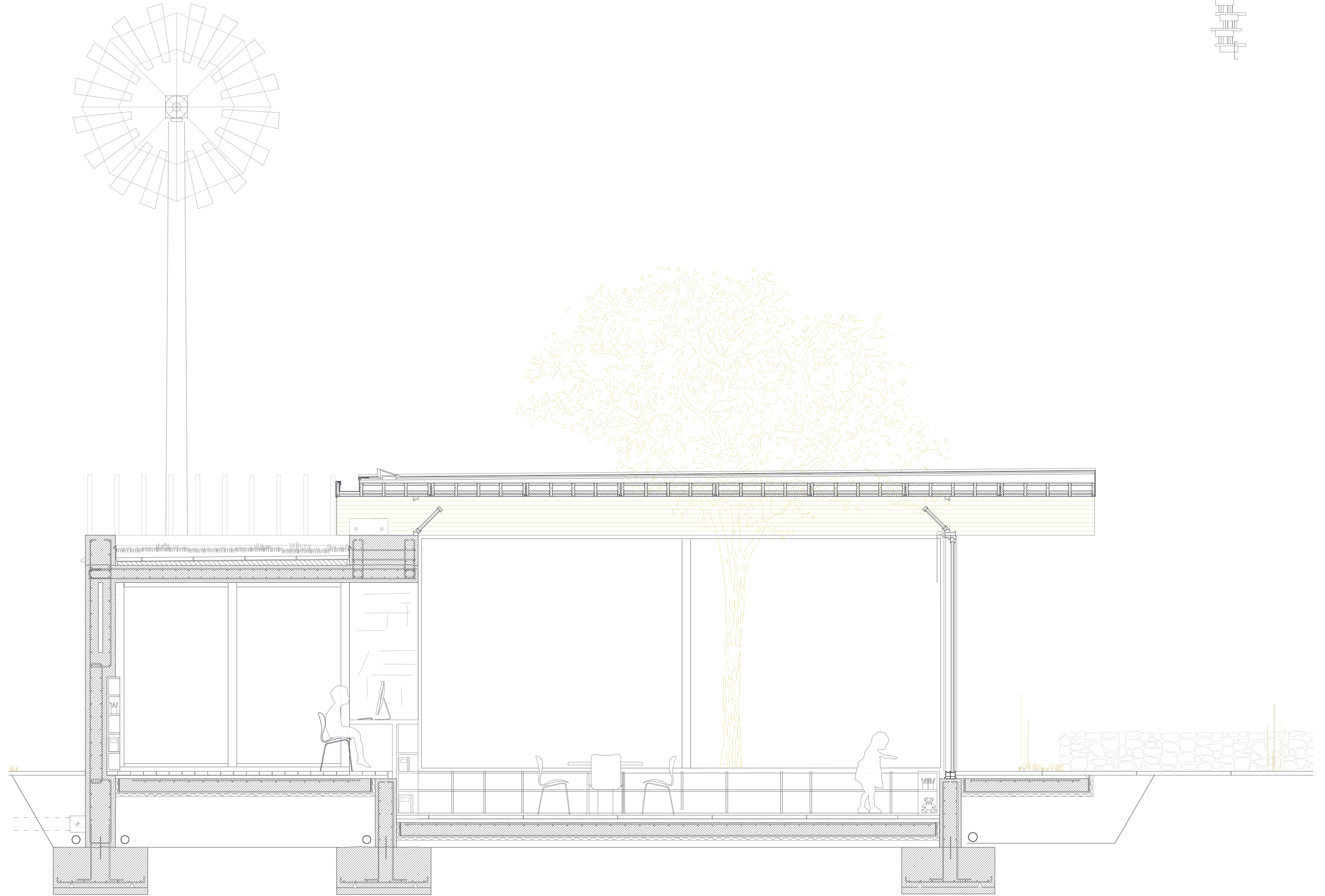
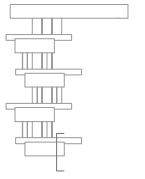




Sección longitudinal. Pabellón docente intergeneracional. e\_1/75





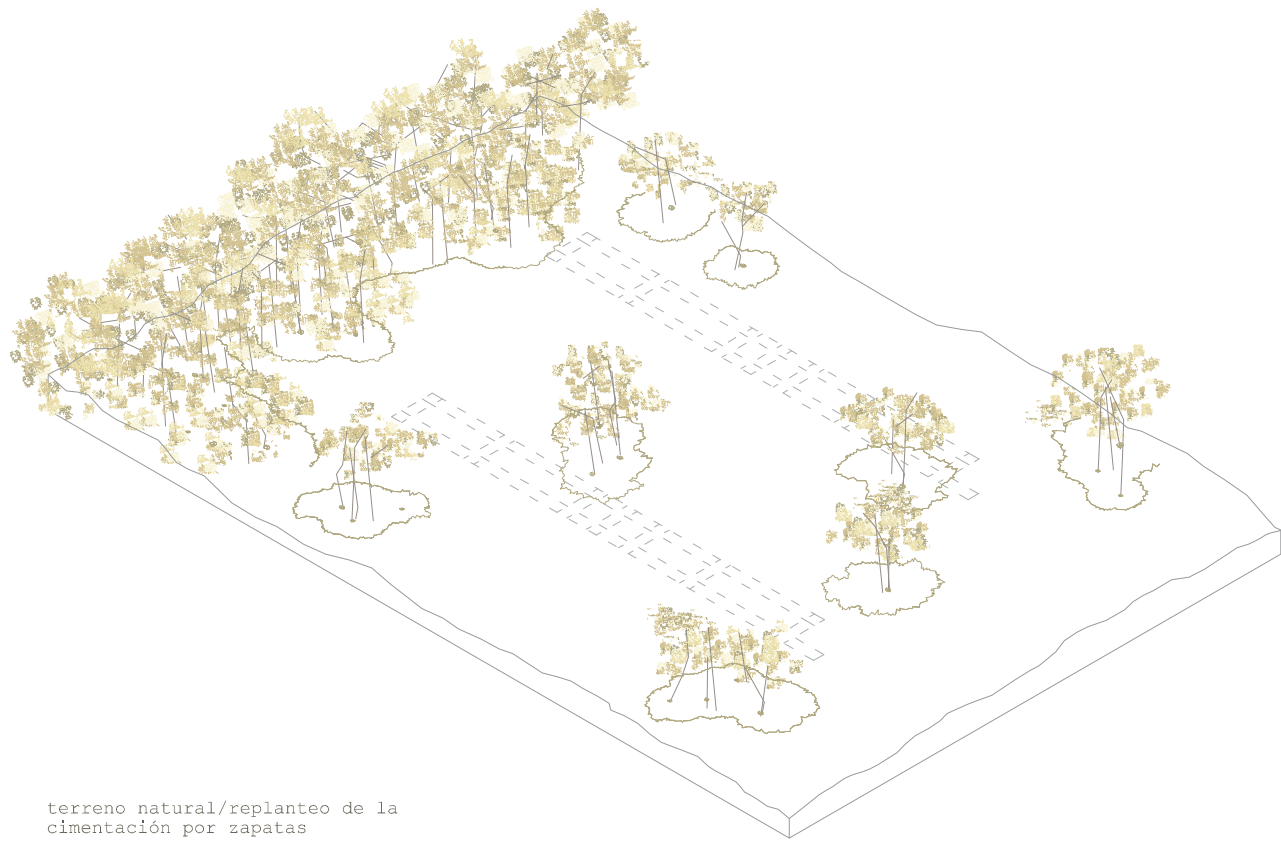


## MEMORIA CONSTRUCTIVA

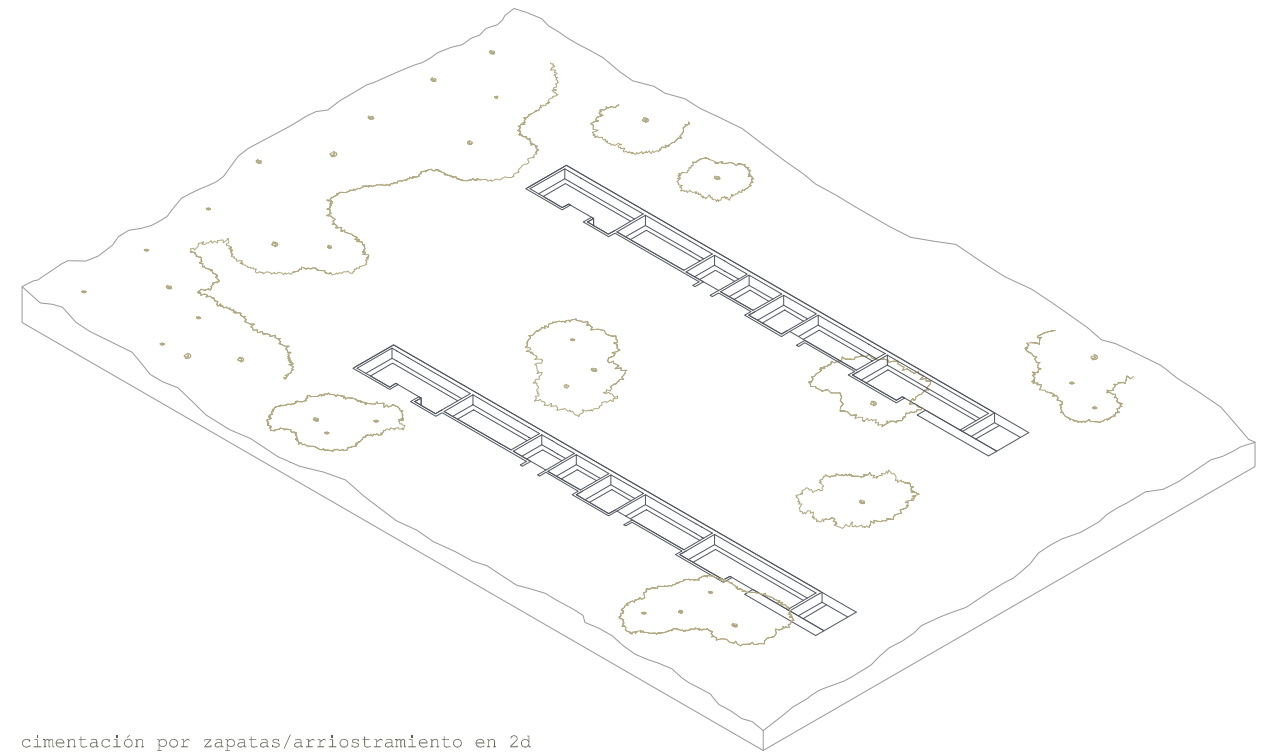
- I. FASES DE LA EJECUCIÓN
- II. REQUERIMIENTOS CONSTRUCTIVOS
- III. ISOMETRICA CONSTRUCTIVA

I. FASES DE LA EJECUCIÓN.

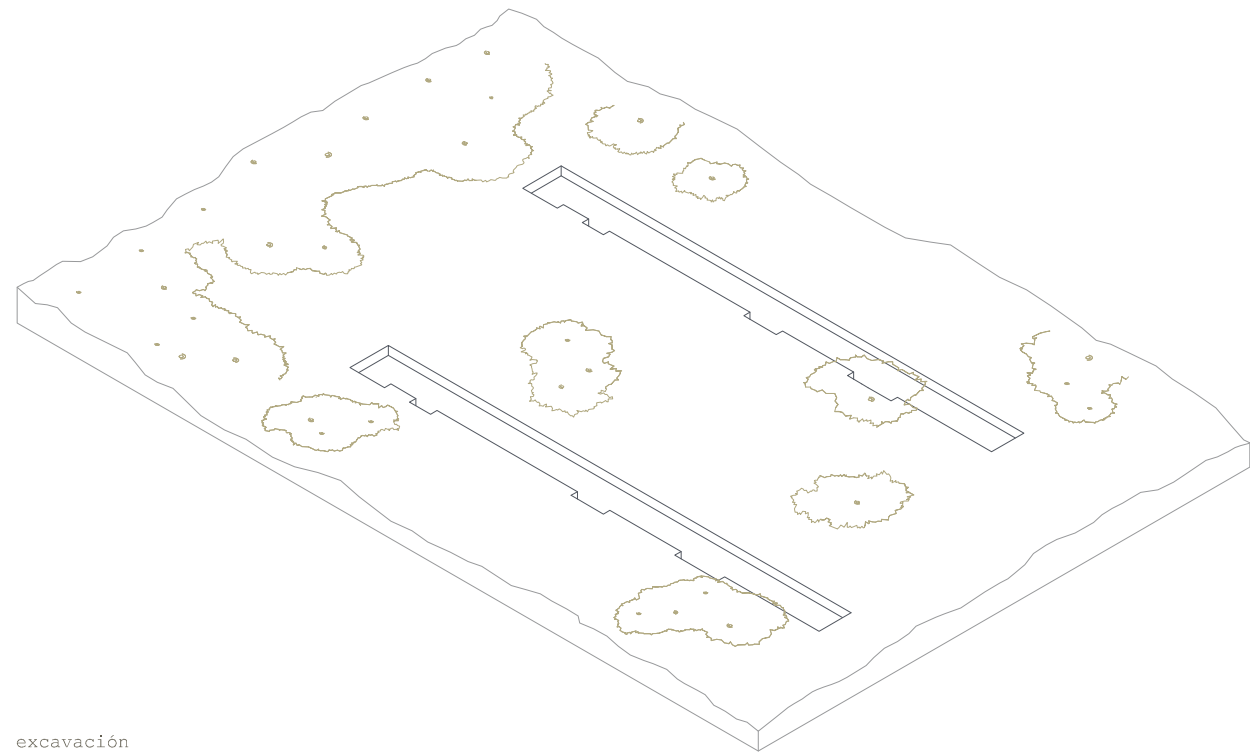
Isométrica constructiva. e\_1/700



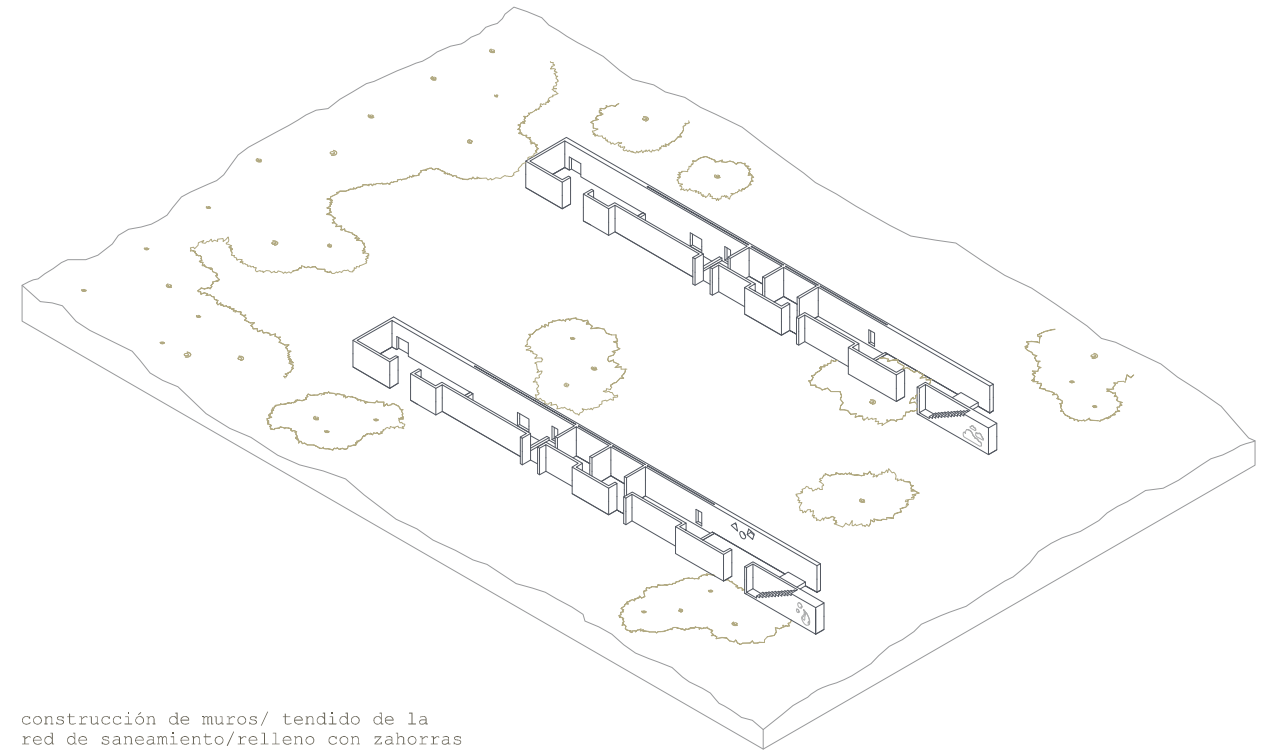
terreno natural/replanteo de la cimentación por zapatas



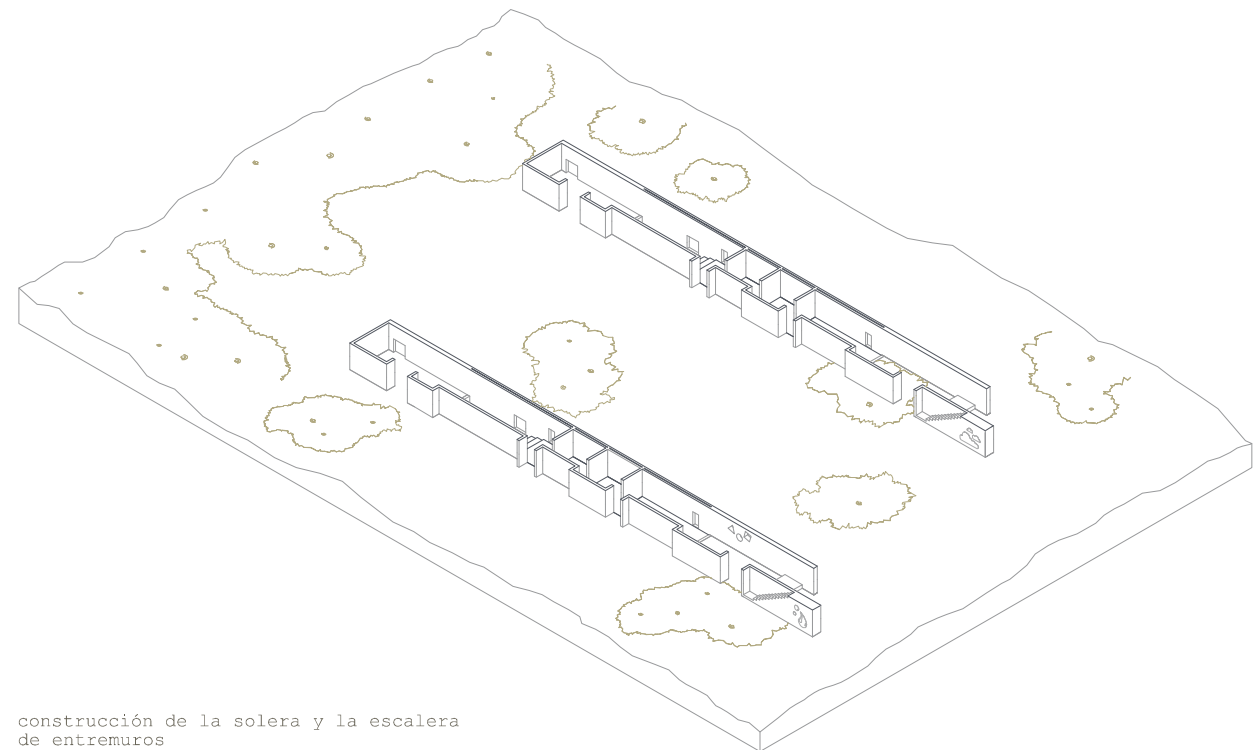
cimentación por zapatas/arriostramiento en 2d



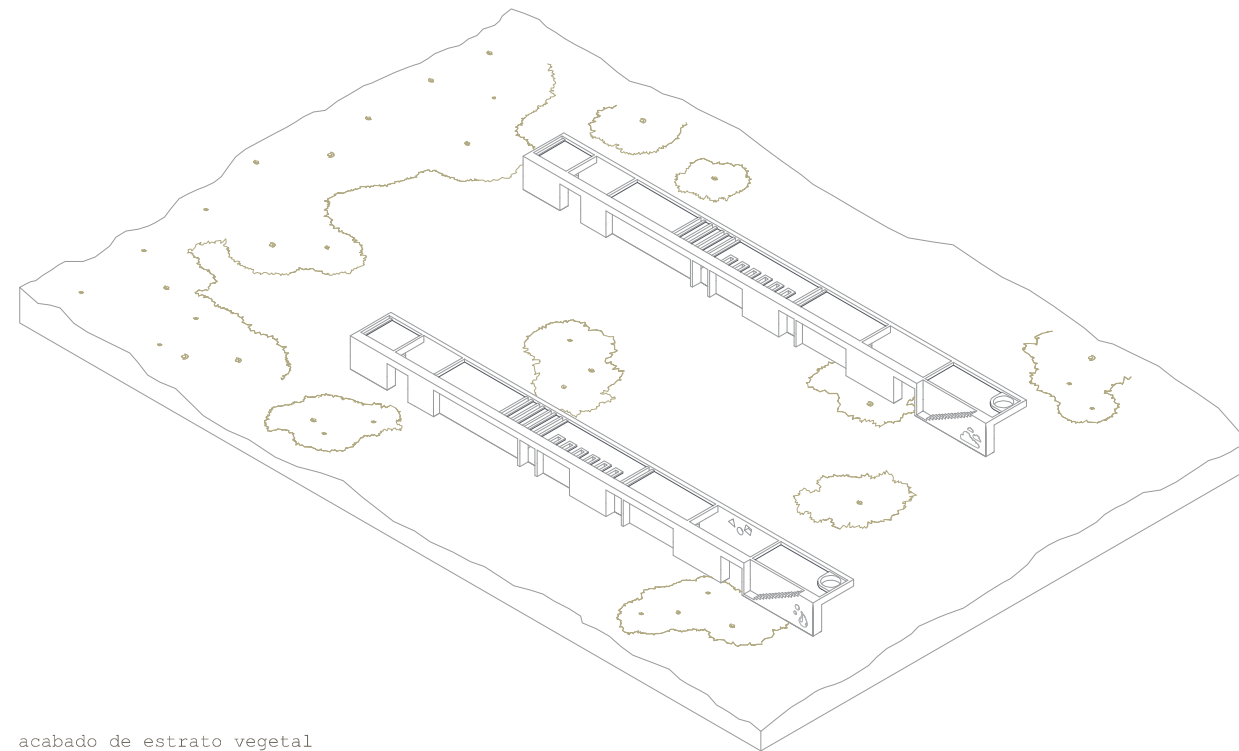
excavación



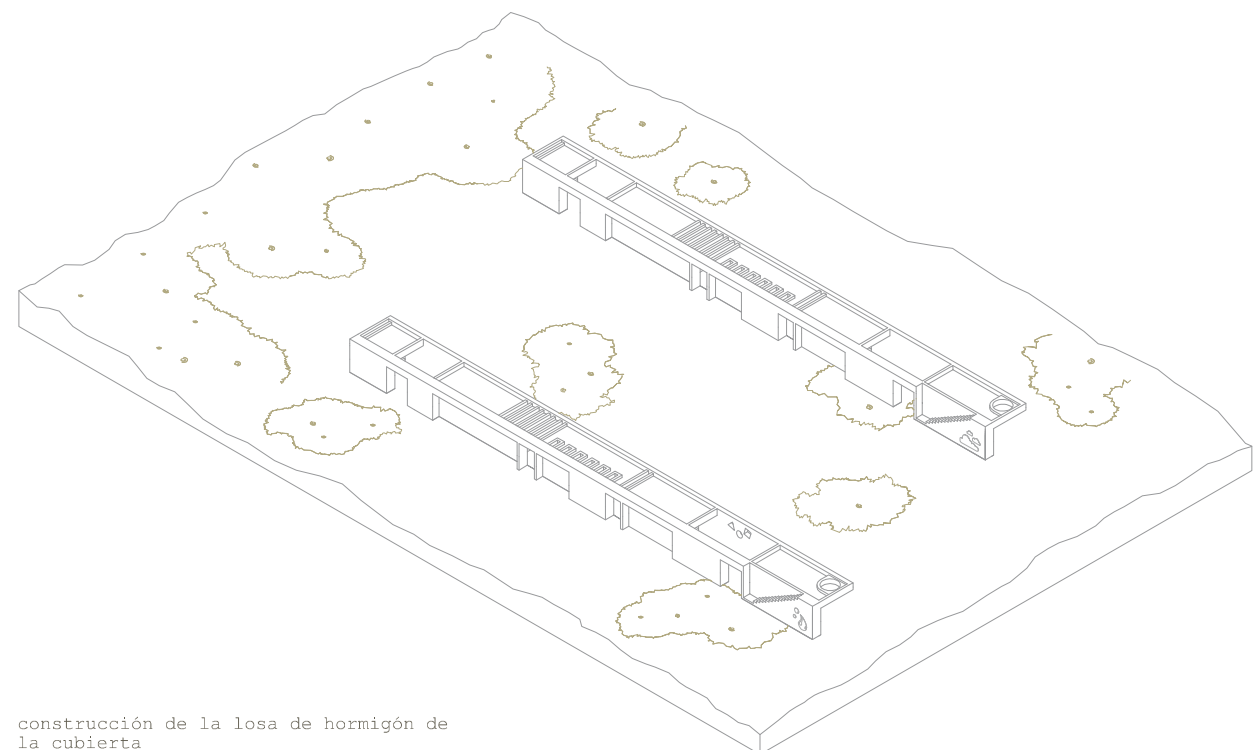
construcción de muros/ tendido de la red de saneamiento/relleno con zahorras



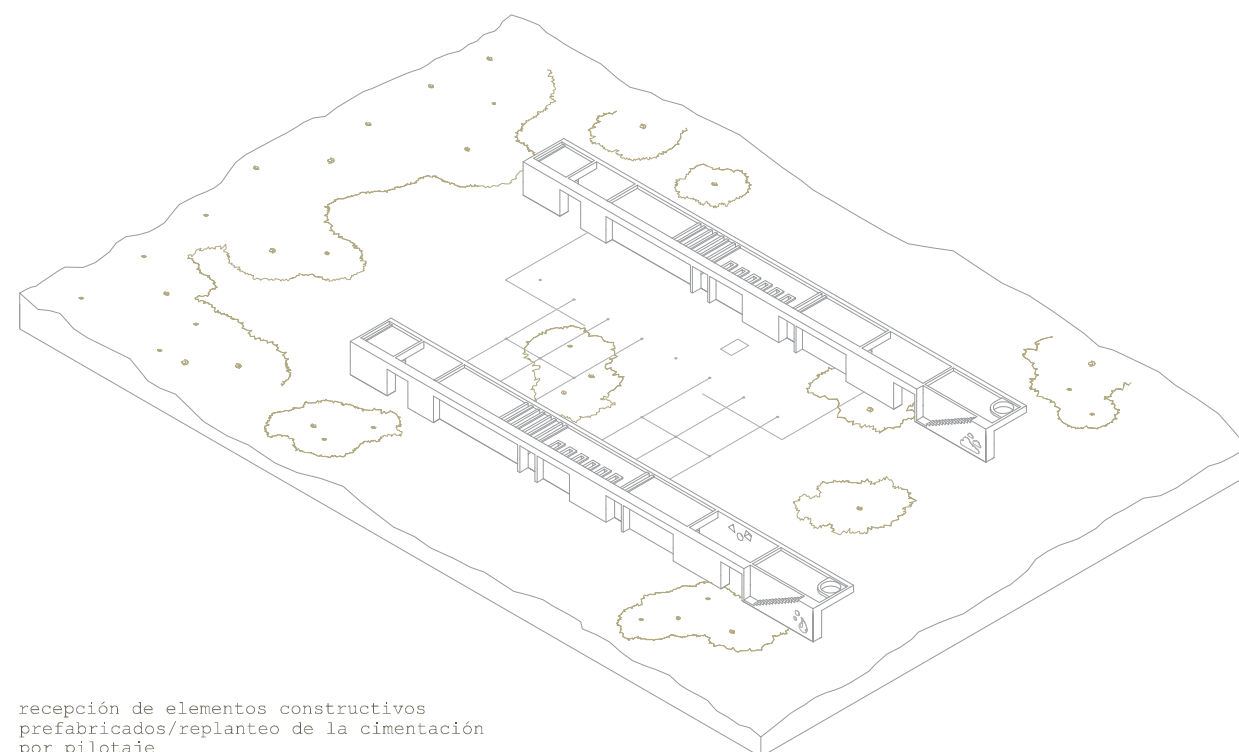
construcción de la solera y la escalera de entremuros



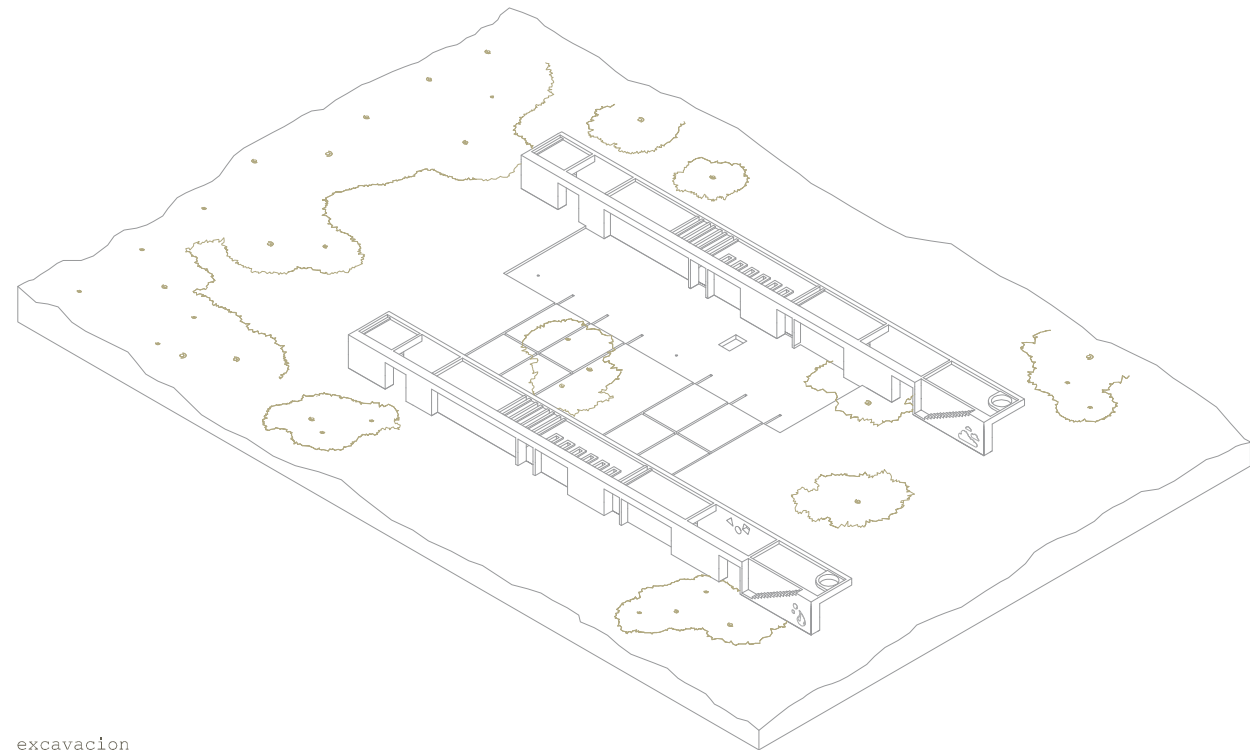
acabado de estrato vegetal



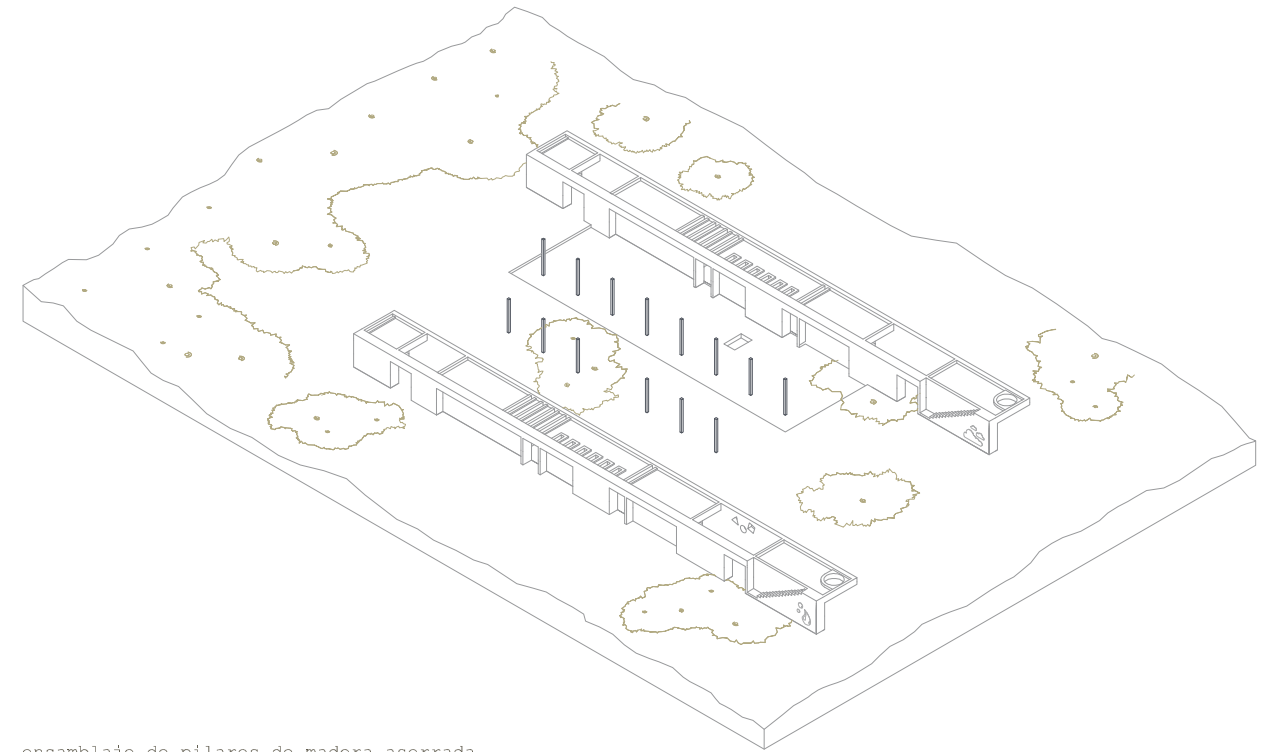
construcción de la losa de hormigón de la cubierta



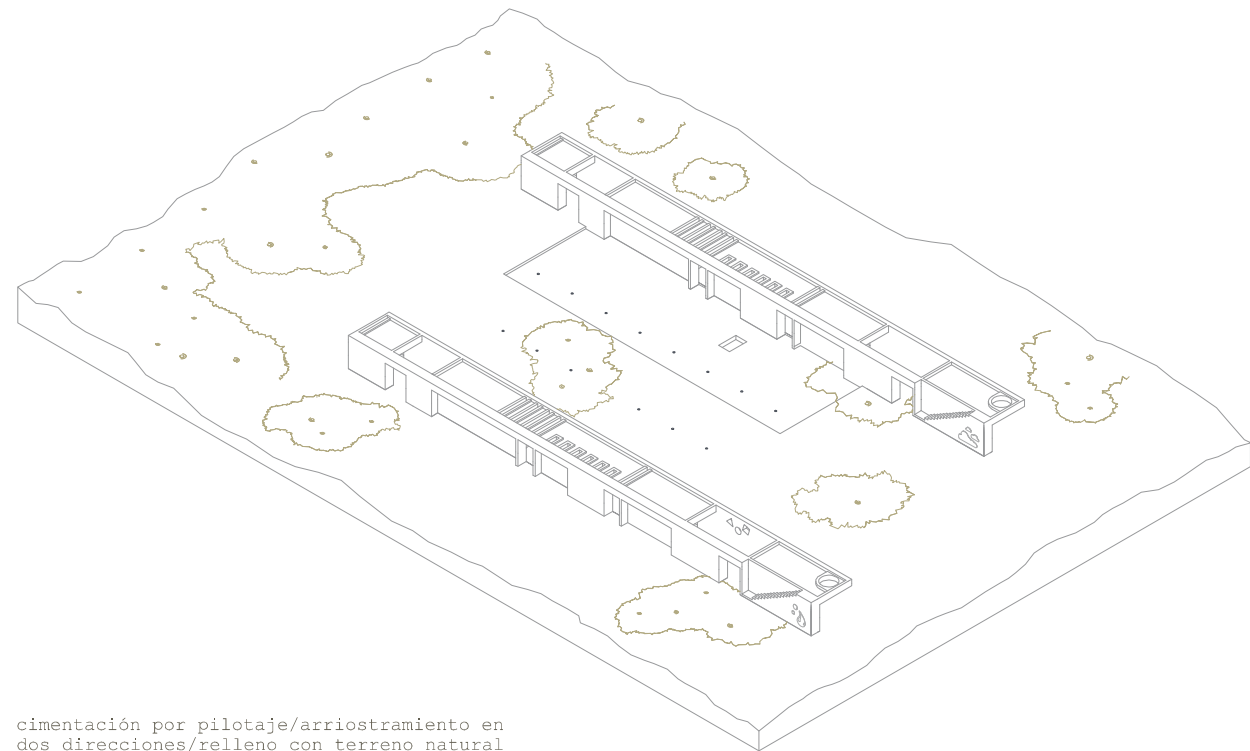
recepción de elementos constructivos prefabricados/replanteo de la cimentación por pilotaje



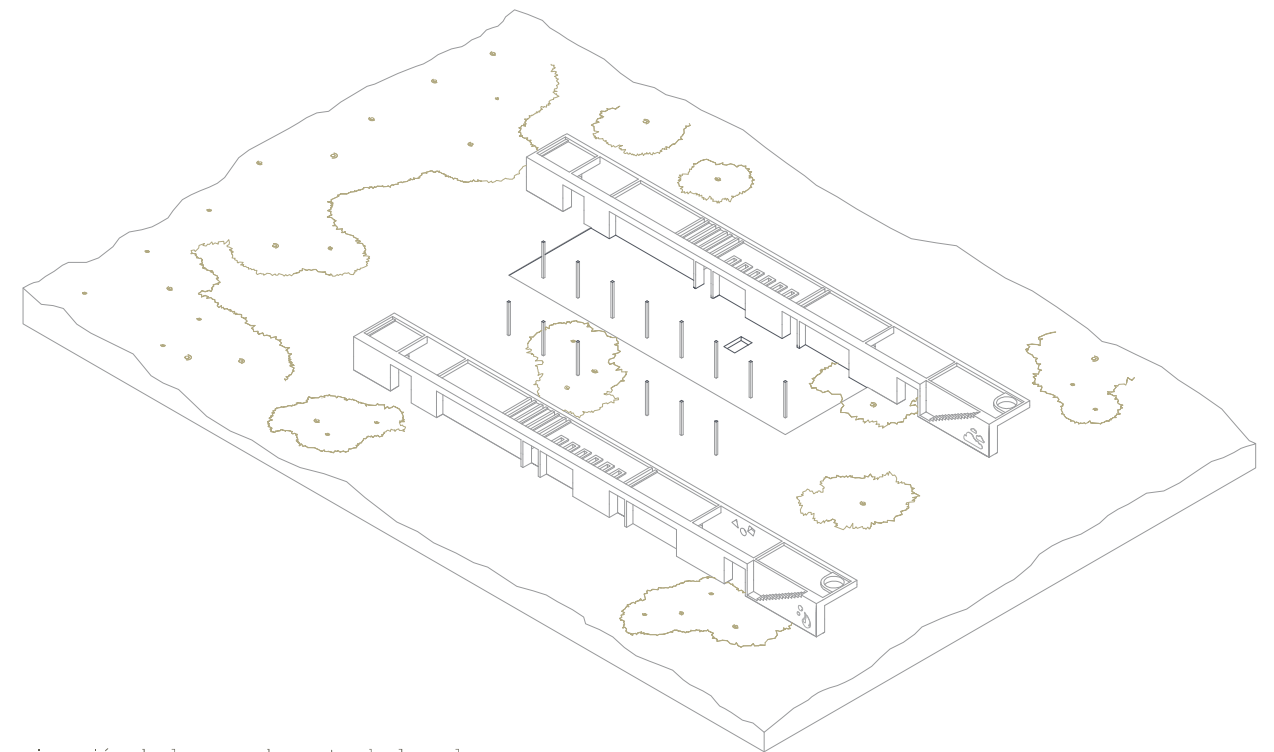
excavacion



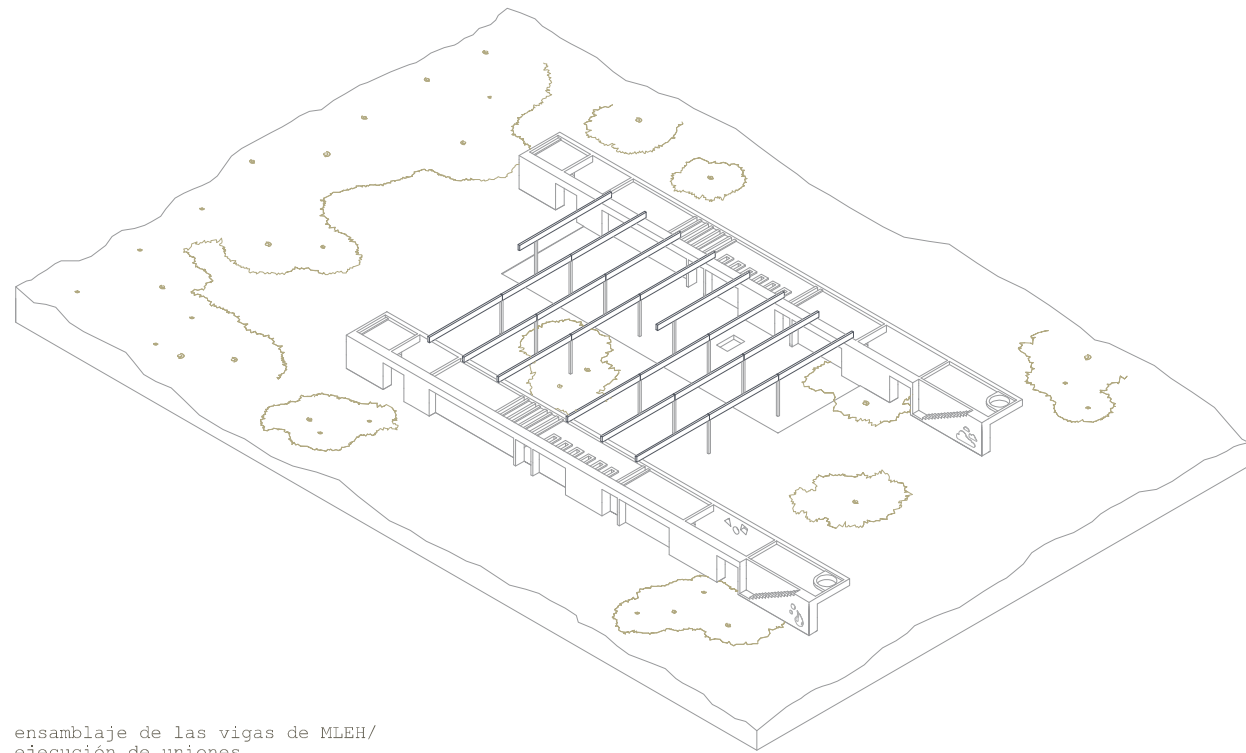
ensamblaje de pilares de madera aserrada



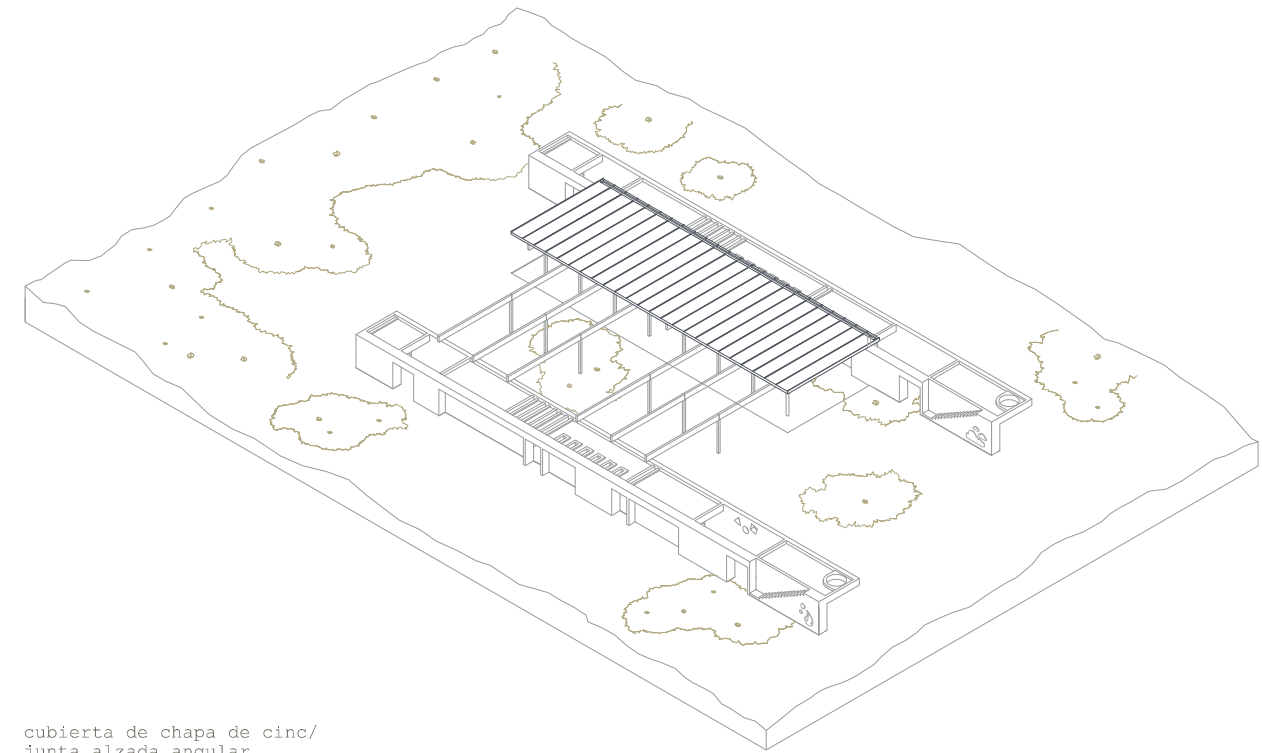
cimentación por pilotaje/arriostamiento en dos direcciones/relleno con terreno natural



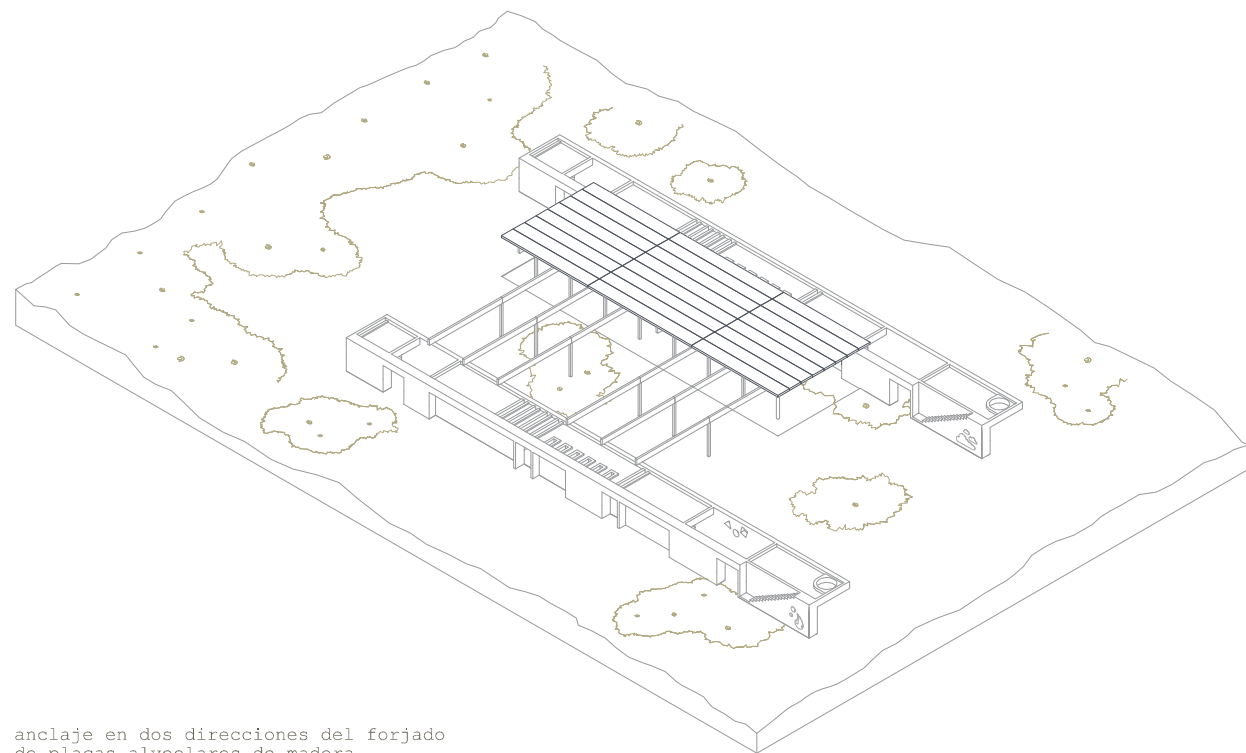
ejecución de la segunda parte de la solera



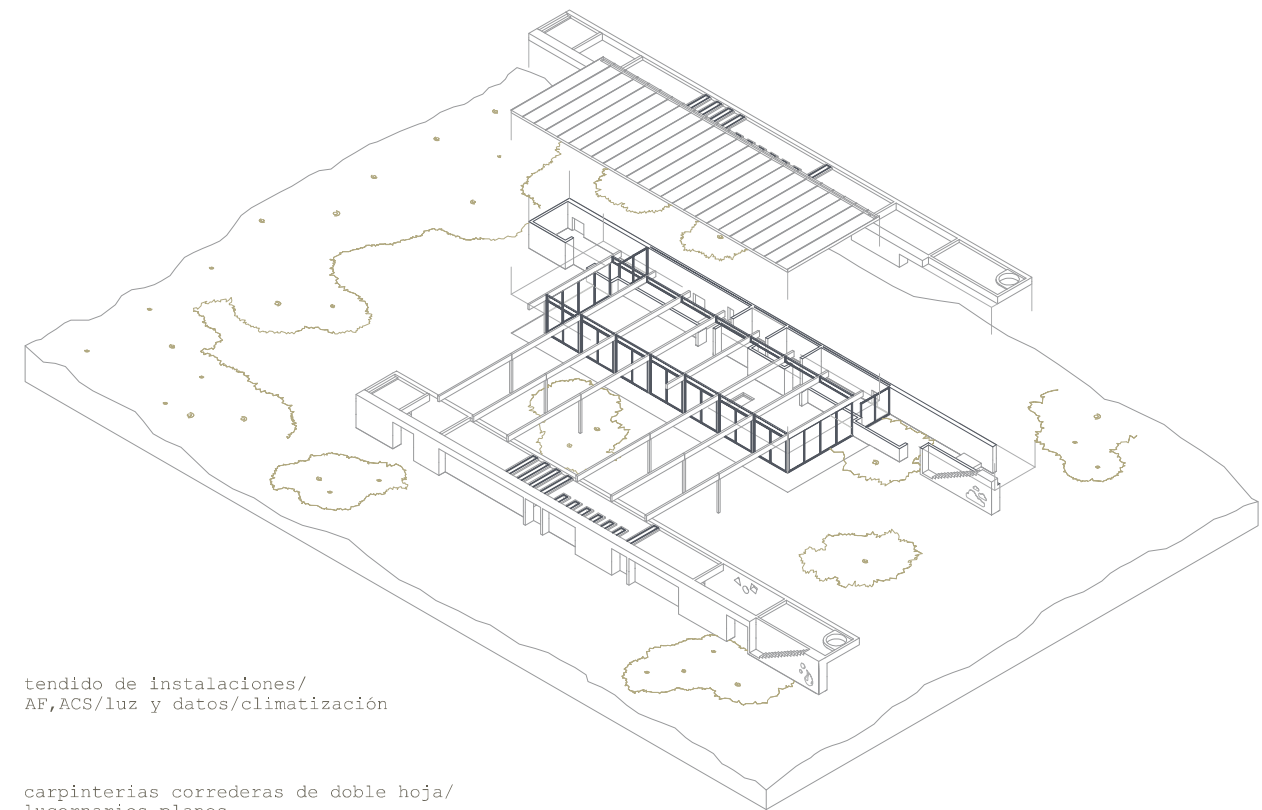
ensamblaje de las vigas de MLEH/  
ejecución de uniones



cubierta de chapa de cinc/  
junta alzada angular

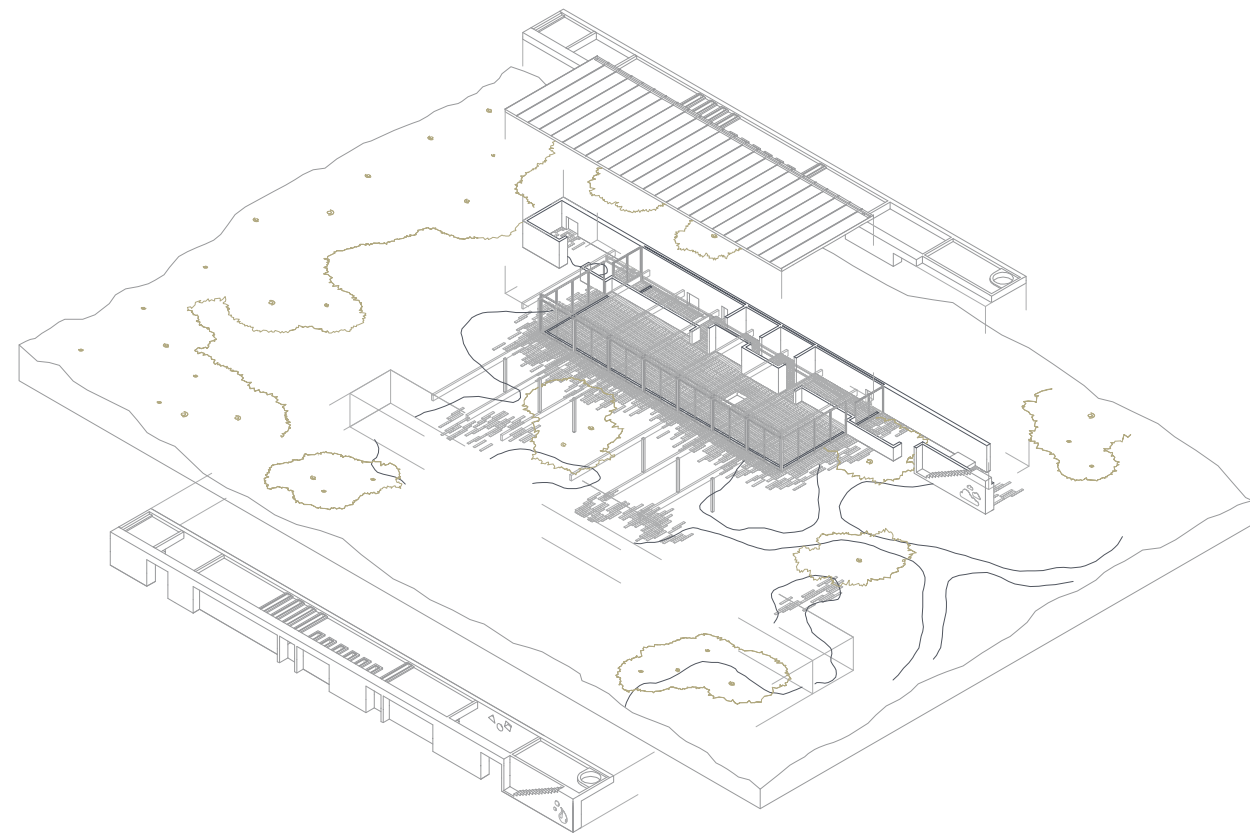


anclaje en dos direcciones del forjado  
de placas alveolares de madera

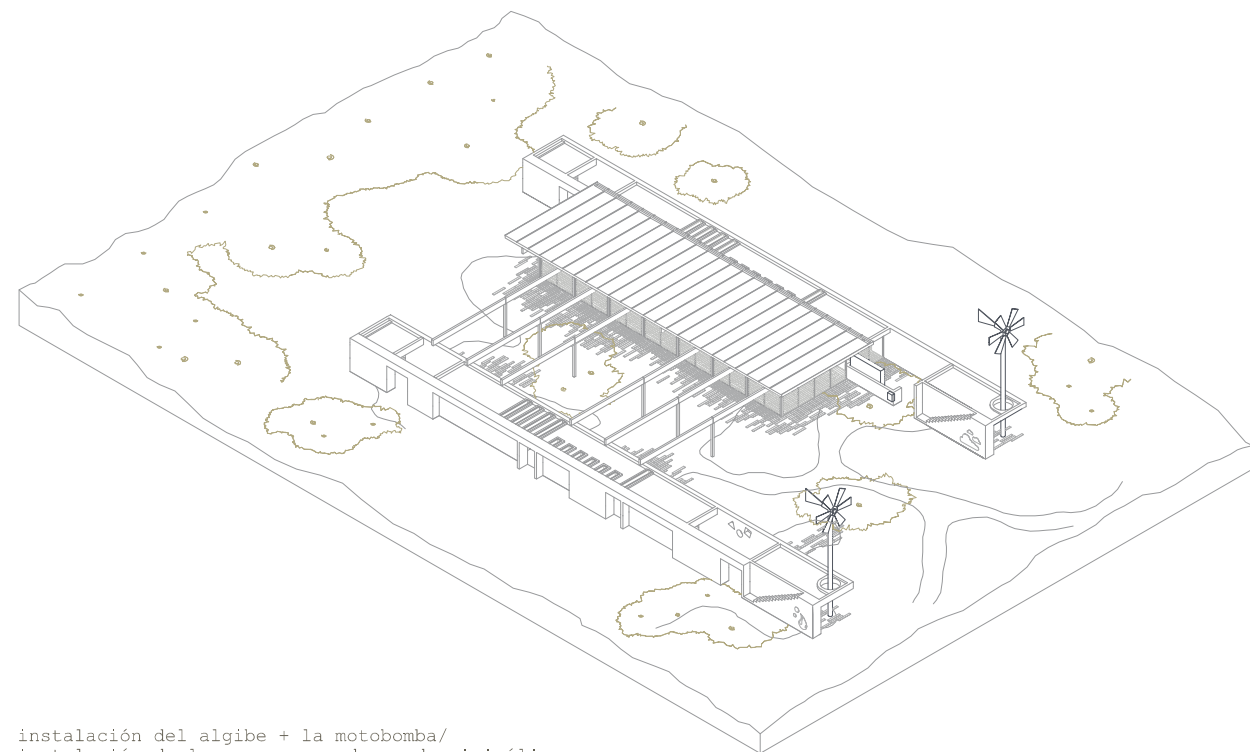


tendido de instalaciones/  
AF, ACS/luz y datos/climatización

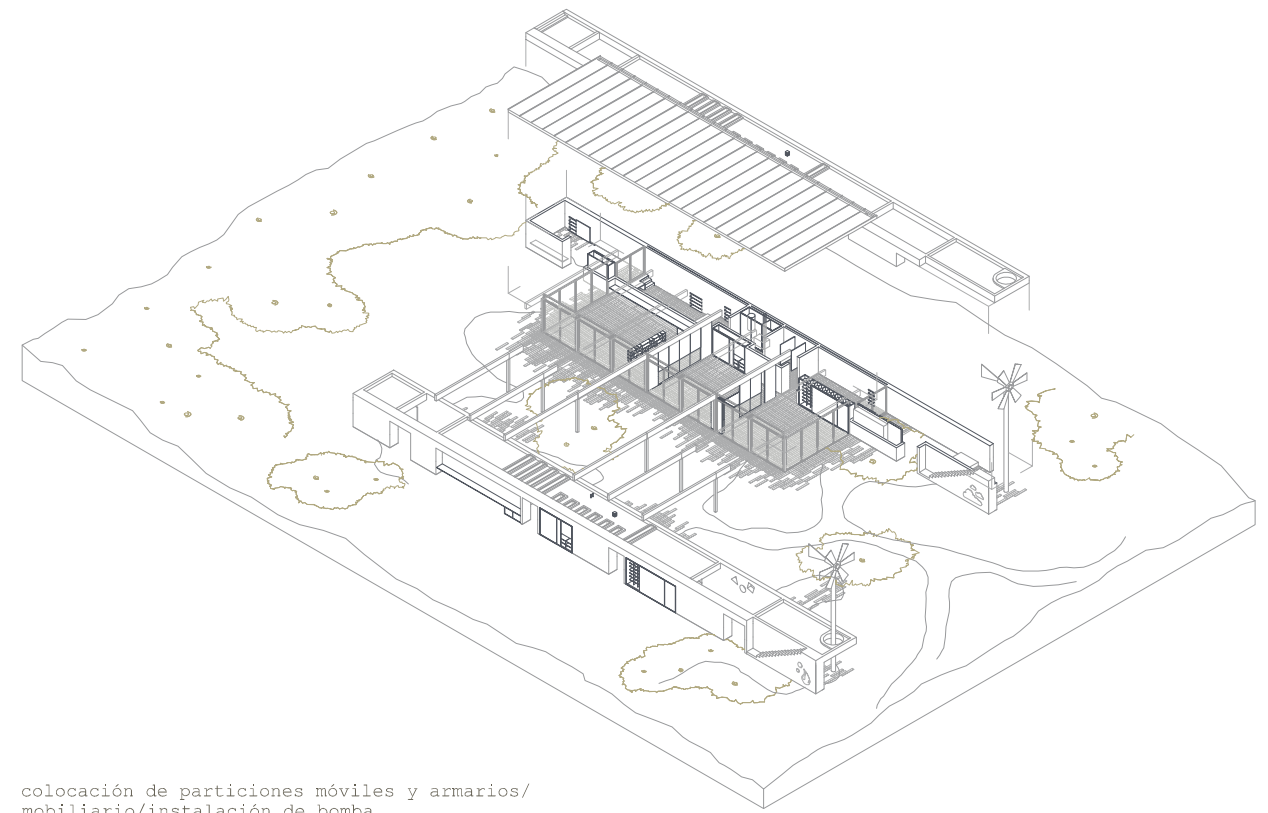
carpinterías correderas de doble hoja/  
lucernarios planos



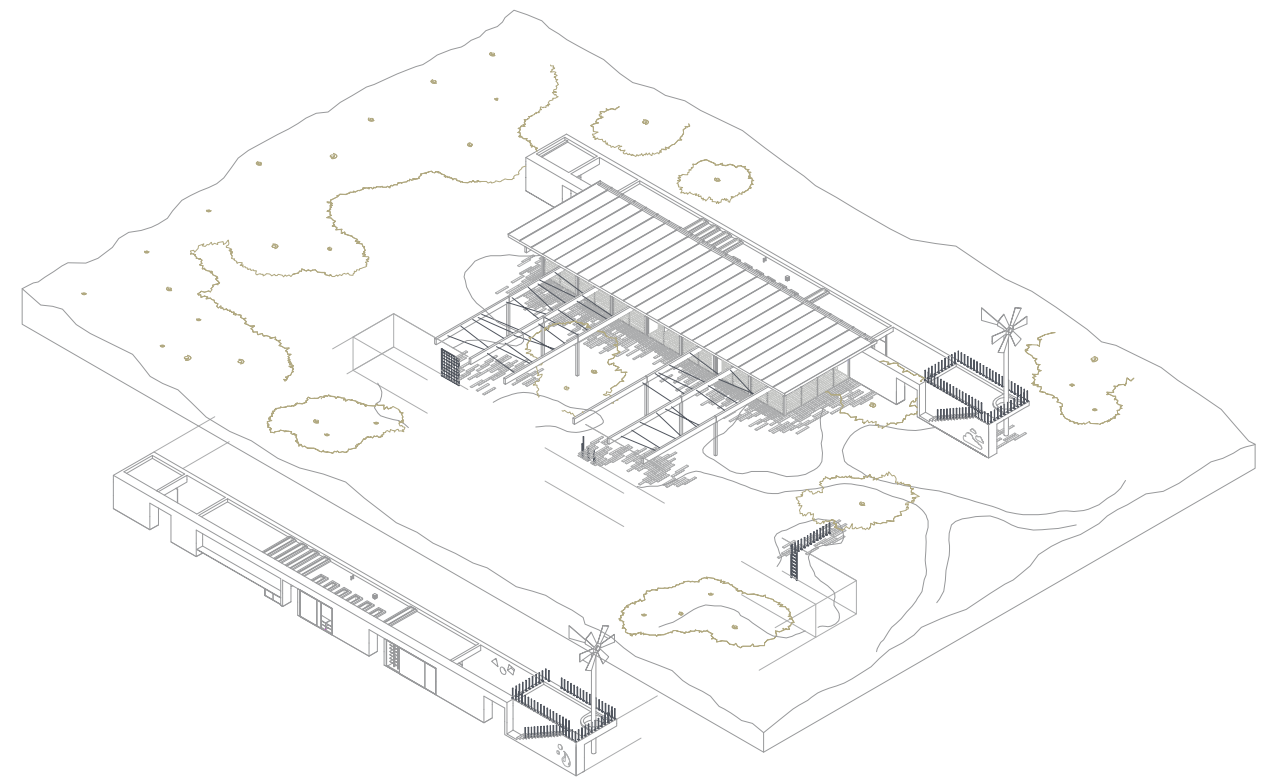
pavimentos/entaramado + parquet de  
madera para interiores/traviesas de  
madera + tierra morterenga  
estabilizada con guijarros para  
exterior



instalación del algibe + la motobomba/  
instalación de los aerogeneradores de minieólica



colocación de particiones móviles y armarios/  
mobiliario/instalación de bomba  
frío-calor/instalación termo eléctrico/puntos de  
luz y agua/luminarias y sanitarios



ensamblaje de barandillas/ejecución de emparrados/  
instalación de puntos de agua exterior/  
red de escalada/escalera vertical

Para la determinación de los requisitos constructivos necesarios en la ejecución de la impermeabilidad de los muros de hormigón que contienen el vaso deprimido de las aulas, debemos tener en cuenta los siguientes factores:

- **El nivel de presencia de agua en el terreno.** La presencia de agua se considera:

- a) Baja cuando la cara inferior del suelo en contacto con el terreno se encuentra por encima del nivel freático.
- b) Media cuando la cara inferior del suelo en contacto con el terreno se encuentra a la misma profundidad que el nivel freático o a menos de dos metros por debajo.
- c) Alta cuando la cara inferior del suelo en contacto con el terreno se encuentra a dos o más metros por debajo del nivel freático.

En nuestro caso el **nivel de presencia de agua es medio**, ya que el nivel freático no se encuentra a más de dos metros de profundidad.

- **El grado de impermeabilidad.** El grado mínimo exigido a los muros que están en contacto con el terreno frente a la penetración del agua del terreno y de las escorrentías se obtiene en la tabla 2.1 en función de la presencia de agua y del coeficiente de permeabilidad del terreno.

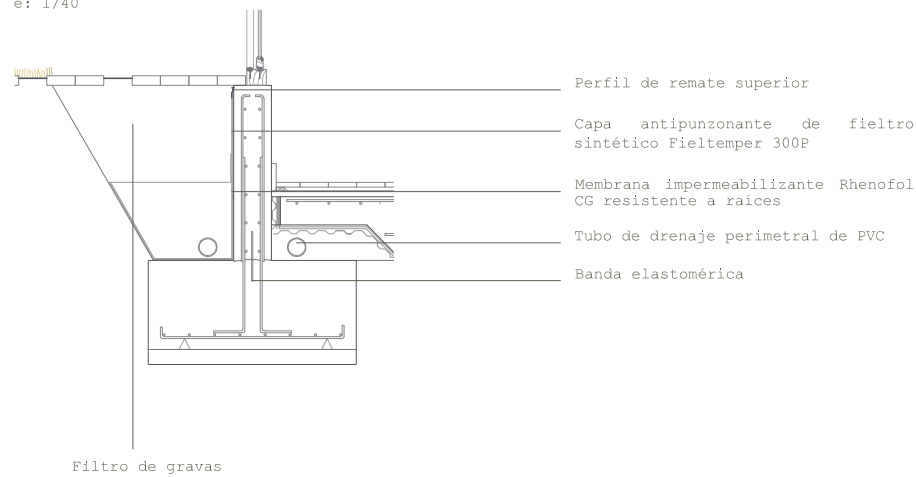
Si sabemos que el terreno donde se ejecuta el proyecto presenta un coeficiente de permeabilidad del terreno de  $10^{-5} < K_s < 10^{-2}$  (cm/s), podremos determinar que el grado de permeabilidad mínimo exigido es 2 (anexo MC1). Por lo que la solución constructiva para este caso será la: I1+I3+D1+D3 (anexo MC2).

I1. La impermeabilización debe realizarse mediante la colocación en el muro de una lámina impermeabilizante. Si se impermeabiliza exteriormente con lámina, cuando esta sea adherida debe colocarse una capa antipunzonamiento en su cara exterior. Si se dispone una lámina drenante puede suprimirse la capa antipunzonamiento exterior. La capa protectora puede estar constituida por un geotextil.

D1. Debe disponerse una capa drenante y una capa filtrante entre el muro y el terreno o, cuando existe una capa de impermeabilización, entre ésta y el terreno. La capa drenante puede estar constituida por una lámina drenante, grava, una fábrica de bloques de arcilla porosos u otro material que produzca el mismo efecto. Cuando la capa drenante sea una lámina, el remate superior de la lámina debe protegerse de la entrada de agua procedente de las precipitaciones y de las escorrentías.

D3. Debe colocarse en el arranque del muro un tubo drenante conectado a la red de saneamiento o a cualquier sistema de recogida para su reutilización posterior y, cuando dicha conexión esté situada por encima de la red de drenaje, al menos una cámara de bombeo con dos bombas de achique.

e: 1/40



anexo MC2

Tabla 2.2 Condiciones de las soluciones de muro

Grado de impermeabilidad	Muro de gravedad			Muro flexorresistente			Muro pantalla		
	Imp. interior	Imp. exterior	Parcialmente estanco	Imp. interior	Imp. exterior	Parcialmente estanco	Imp. interior	Imp. exterior	Parcialmente estanco
	I2+D1+D5	I2+I3+D1+D5	V1	C1+I2+D1+D5	I2+I3+D1+D5	V1	C2+I2+D1+D5	C2+I2+D1+D5	D4+V1
S1	I2+D1+D5	I2+I3+D1+D5	V1	C1+I2+D1+D5	I2+I3+D1+D5	V1	C2+I2+D1+D5	C2+I2+D1+D5	D4+V1
S2	C3+I1+D1+D3 (2)	I1+I3+D1+D3	D4+V1	C1+C3+I1+D1+D3	I1+I3+D1+D3	D4+V1	C1+C2+I1	C2+I1	D4+V1
S3	C3+I1+D1+D3 (2)	I1+I3+D1+D3	D4+V1	C1+C3+I1+D1+D3 (2)	I1+I3+D1+D3	D4+V1	C1+C2+I1	C2+I1	D4+V1
S4		I1+I3+D1+D3	D4+V1		I1+I3+D1+D3	D4+V1	C1+C2+I1	C2+I1	D4+V1
S5		I1+I3+D1+D2+D3	D4+V1 (3)		I1+I3+D1+D2+D3	D4+V1	C1+C2+I1	C2+I1	D4+V1

(1) Solución no aceptable para más de un sótano.  
 (2) Solución no aceptable para más de dos sótanos.  
 (3) Solución no aceptable para más de tres sótanos.

anexo MC1

Tabla 2.1 Grado de impermeabilidad mínimo exigido a los muros

Presencia de agua	Coeficiente de permeabilidad del terreno		
	$K_s \geq 10^{-2}$ cm/s	$10^{-5} < K_s < 10^{-2}$ cm/s	$K_s \leq 10^{-5}$ cm/s
Alta	5	5	4
Media	3	2	2
Baja	1	1	1



SOLERA DE HORMIGÓN. DB HS1 CTE.

Los planos horizontales en contacto con el terreno, se resuelven mediante soleras de hormigón armado impermeabilizadas según lo indicado a continuación, debido a la cercanía de nivel freático. De esta manera se consigue evitar los efectos de las humedades.

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

En este caso, podremos determinar que el grado de permeabilidad mínimo exigido es 4 (anexo MC3). Por lo que la solución constructiva para este caso será la:

C2+C3+I2+D1+D2+P2+S1+S2+S3 (anexo MC4).

C2. Cuando el suelo se construya in situ debe utilizarse hormigón de retracción moderada.

C3. Debe realizarse una hidrofugación complementaria del suelo mediante la aplicación de un producto líquido colmatador de poros sobre la superficie terminada del mismo.

I2. Debe impermeabilizarse, mediante la disposición sobre la capa de hormigón de limpieza de una lámina, la base de la zapata en el caso de muro flexorresistente. Si la lámina es adherida debe disponerse una capa antipunzonamiento por encima de ella. Si la lámina es no adherida ésta debe protegerse por ambas caras con sendas capas antipunzonamiento. Deben sellarse los encuentros de la lámina de impermeabilización del suelo con la de la base del muro o zapata.

D1. Debe disponerse una capa drenante y una capa filtrante sobre el terreno situado bajo el suelo. En el caso de que se utilice como capa drenante un enchado, debe disponerse una lámina de polietileno por encima de ella.

D2. Deben colocarse tubos drenantes, conectados a la red de saneamiento o a cualquier sistema de recogida para su reutilización posterior, en el terreno situado bajo el suelo y, cuando dicha conexión esté situada por encima de la red de drenaje, al menos una cámara de bombeo con dos bombas de achique.

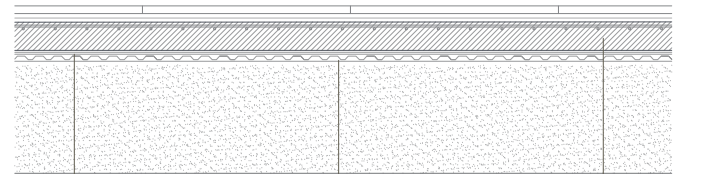
P2. Debe encastrarse el borde de la placa o de la solera en el muro.

S1. Deben sellarse los encuentros de las láminas de impermeabilización del muro con las del suelo y con las dispuestas en la base inferior de las cimentaciones que estén en contacto con el muro.

S2. Deben sellarse todas las juntas del suelo con banda de PVC o con perfiles de caucho expansivo o de bentonita de sodio.

S3. Deben sellarse los encuentros entre el suelo y el muro con banda de PVC o con perfiles de caucho expansivo o de bentonita de sodio.

e: 1/40



Membrana impermeabilizante Rhenofol CG resistente a raíces  
 Capa antipunzonante de fieltro sintético Fieltemper 300P  
 Solera de hormigón armado de 15cm

anexo MC4

Tabla 2.4 Condiciones de las soluciones de suelo

Grado de impermeabilidad	Muro flexorresistente o de gravedad								
	Suelo elevado			Solera			Placa		
	Sub-base	Inyecciones	Sin intervención	Sub-base	Inyecciones	Sin intervención	Sub-base	Inyecciones	Sin intervención
S1			V1		D1	C2+C3+D1		D1	C2+C3+D1
I2	C2		V1	C2+C3	C2+C3+D1	C2+C3+D1	C2+C3	C2+C3+D1	C2+C3+D1
I3	I2+S1+S3+V1	I2+S1+S3+V1	I2+S1+S3+V1+D3+D4	C1+C2+C3+I2+D1+D2+S1+S2+S3	C1+C2+C3+I2+D1+D2+S1+S2+S3	C2+C3+I2+D1+D2+C1+S1+S2+S3	C1+C2+C3+I2+D1+D2+S1+S2+S3	C1+C2+I2+D1+D2+S1+S2+S3	
I4	I2+S1+S3+V1	I2+S1+S3+V1+D1		C2+C3+I2+D1+D2+P2+S1+S2+S3	C2+C3+I2+D1+D2+P2+S1+S2+S3	C1+C2+C3+I2+D1+D2+P2+S1+S2+S3	C2+C3+I2+D1+D2+P2+S1+S2+S3	C1+C2+C3+I2+D1+D2+P2+S1+S2+S3	
I5	I2+S1+S3+V1+D3	I2+P1+S1+S3+V1+D3		C2+C3+I2+D1+D2+P2+S1+S2+S3	C2+C3+I2+D1+D2+P2+S1+S2+S3	C2+C3+D1+D2+I2+P2+S1+S2+S3	C2+C3+I2+D1+D2+P2+S1+S2+S3	C1+C2+C3+I2+D1+D2+P2+S1+S2+S3	

anexo MC3

Tabla 2.3 Grado de impermeabilidad mínimo exigido a los suelos

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

CUBIERTAS. DB HS1 CTE.

Para la determinación de los requisitos constructivos necesarios en la ejecución de las cubiertas propuestas en el proyecto, es necesario conocer:

- **El grado de impermeabilidad.** Para las cubiertas el grado de impermeabilidad exigido es único e independiente de factores climáticos.

Cualquier solución constructiva alcanza este grado de impermeabilidad siempre que se cumplan las condiciones indicadas a continuación.

a) Un sistema de formación de pendientes cuando la cubierta sea plana o cuando sea inclinada y su soporte resistente no tenga la pendiente adecuada al tipo de protección y de impermeabilización que se vaya a utilizar.

b) Una barrera contra el vapor inmediatamente por debajo del aislante térmico cuando, cuando se prevea que vayan a producirse condensaciones.

c) Una capa separadora bajo el aislante térmico, cuando deba evitarse el contacto entre materiales químicamente incompatibles.

d) Un aislante térmico, según se determine en la sección HE1 del DB 'Ahorro de energía'.

e) Una capa separadora bajo la capa de impermeabilización, cuando deba evitarse el contacto entre materiales químicamente incompatibles o la adherencia entre la impermeabilización y el elemento que sirve de soporte en sistemas no adheridos.

f) Una capa de impermeabilización cuando la cubierta sea plana o cuando sea inclinada y el sistema de formación de pendientes no tenga la pendiente exigida en la tabla 2.10 o el solapo de las piezas de la protección sea insuficiente.

g) Una capa separadora entre la capa de protección y la capa de impermeabilización, cuando deba evitarse:

i) deba evitarse la adherencia entre ambas capas

ii) la impermeabilización tenga una resistencia pequeña al punzonamiento estático

iii) se utilice como capa de protección solado flotante colocado sobre soportes, grava, una capa de rodadura de hormigón, una capa de rodadura de aglomerado asfáltico dispuesta sobre una capa de mortero o tierra vegetal; en este último caso además debe disponerse inmediatamente por encima de la capa separadora, una capa drenante y sobre ésta una capa filtrante; en el caso de utilizarse grava la capa separadora debe ser antipunzonante.

h) Una capa separadora entre la capa de protección y el aislante térmico, cuando:

i) se utilice tierra vegetal como capa de protección, además debe disponerse inmediatamente por encima de esta capa separadora, una capa drenante y sobre esta una capa filtrante.

ii) la cubierta sea transitable para peatones, en este caso la capa separadora debe ser antipunzonante.

iii) se utilice grava como capa de protección, en este caso la capa separadora debe ser filtrante, capaz de impedir el paso de aridos finos y antipunzonante.

i) Una capa de protección, cuando la cubierta sea plana, salvo que la capa de impermeabilización sea autoprotegida;

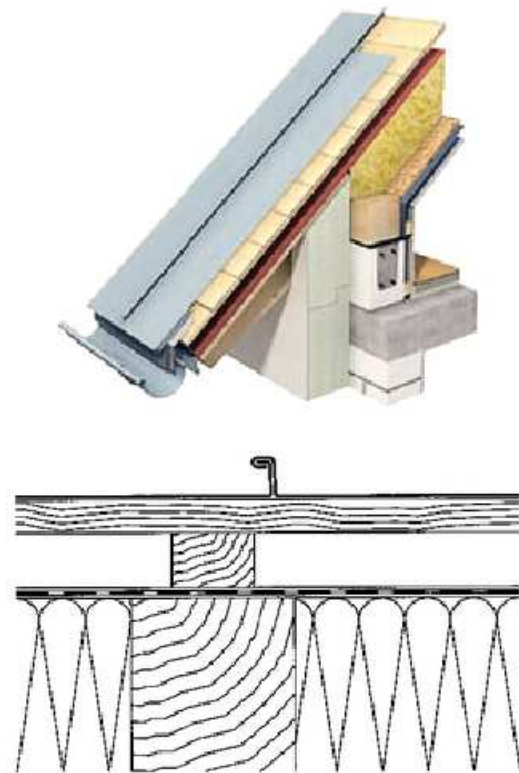
j) Un tejado, cuando la cubierta sea inclinada, salvo que la capa de impermeabilización sea autoprotegida.

k) Un sistema de evacuación de aguas, que puede constar de canalones, sumideros y rebosaderos, dimensionado según el cálculo descrito en la sección HS 5 del DB-HS.

- **Pendientes.** En las cubiertas de acabado vegetal y de acabado de chapa de zinc, la pendiente se ejecutará mediante hormigón aligerado y a través de rastreles de madera respectivamente. En ambos casos, la pendiente tomará valores entorno al 1%.

- **Evacuación de aguas (DB HS4).** El sistema de evacuación de aguas, se ejecutará según lo especificado en el apartado de evacuación de pluviales de la memoria de instalaciones.

Cubierta de cinc de junta alzada angular  
Rheinzink



Características.

Se utiliza chapa o tira de cobre 'desoxidada al fósforo libre de arsénico'. La tira de cobre se recibe en obra como una bobina continua de espesor 0.7mm.

Sistema de instalación.

Por facilidad de montaje se emplea un sistema de instalación de bandas largas que absorbe las dilataciones mediante patillas móviles que a su vez constituyen la fijación de la cubierta.

Ventilación

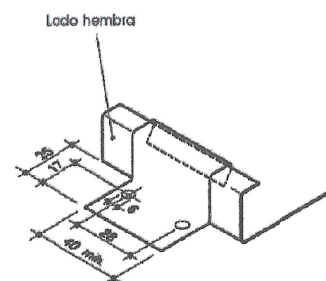
El cobre necesita un sistema de ventilación con una toma de aire en el borde inferior de la cubierta y una salida en la parte superior, ambas continuas a lo largo de la cubierta.

Soporte

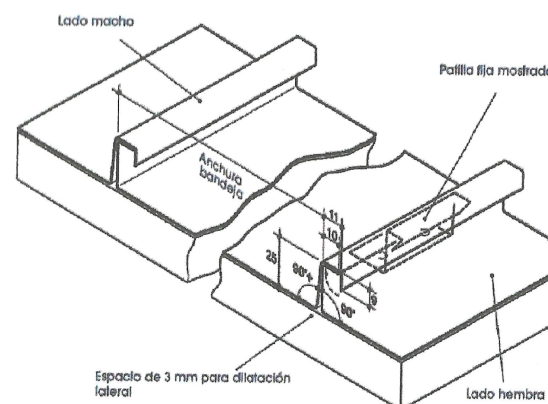
La chapa de cinc deberá estar completamente apoyada en un soporte con un grosor mínimo de 19mm para la fijación con tornillos de acero inoxidable, en concreto se trata de un tablero hidrófugo machihembrado de madera aglomerada de 19mm de espesor.

Los tableros de madera deben colocarse con su cara lisa hacia arriba y fijarse con una cierta separación para no generar una barrera contra el vapor. Se colocarán con los lados largos perpendiculares a la caída de la cubierta para minimizar el número de patillas de fijación.

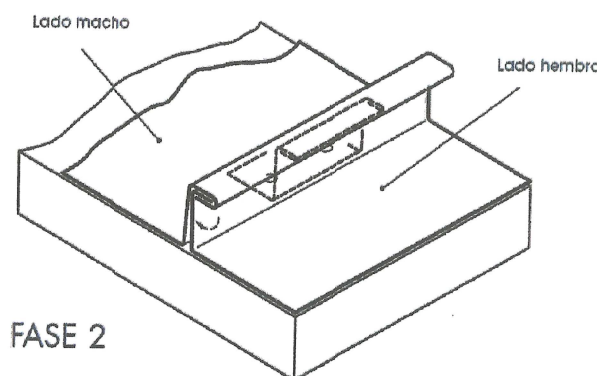
Temple: medio-duro.  
Grosor: 0.6 mm o 0.7 mm.



FASE 1



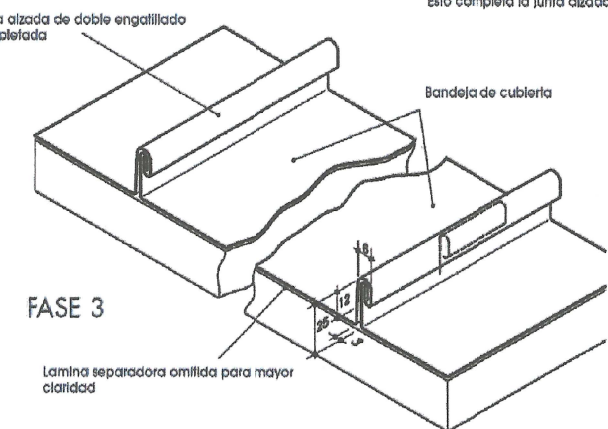
FASE 2



**Fase 2**  
Para cubiertas tradicionales no es posible usar una máquina de engastillar, ya que no puede desplazarse sobre las juntas solapadas. En su lugar se usa una engastilladora en ángulo manual, seguida por una engastilladora doble para completar la fase 3.

Con cubiertas de Bandas Largas el tramo inferior (300 mm) de la junta se plega usando engastilladoras manuales. Esto proporciona una guía para la máquina de engastillar.

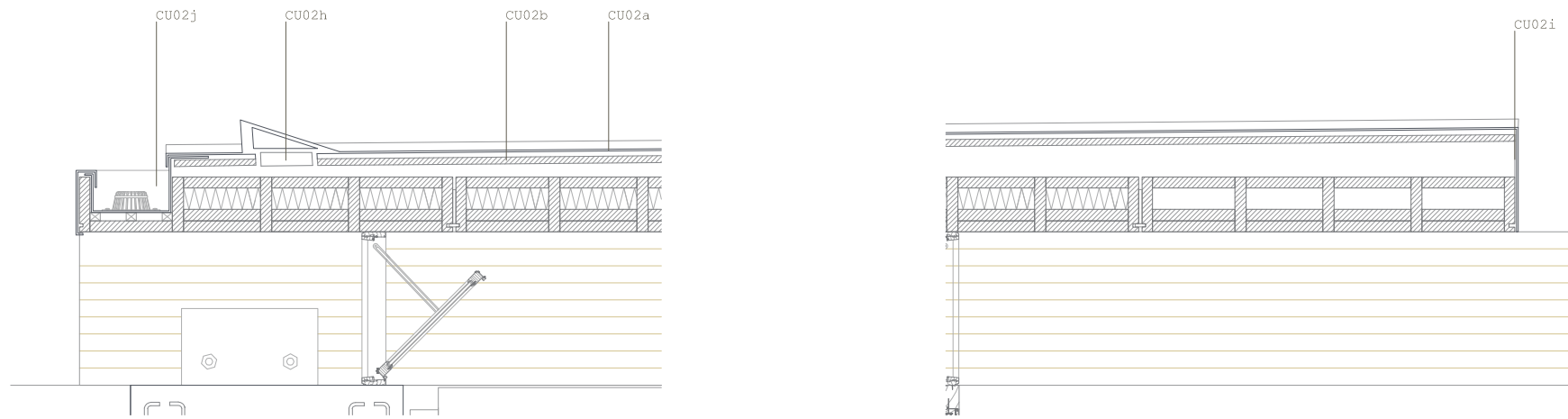
Ésta es la fase final para la junta alzada en ángulo.



FASE 3

**Fase 3**  
Colocar la máquina de engastillar en la parte inferior del tramo y subir el tramo. Esto completa la junta alzada.

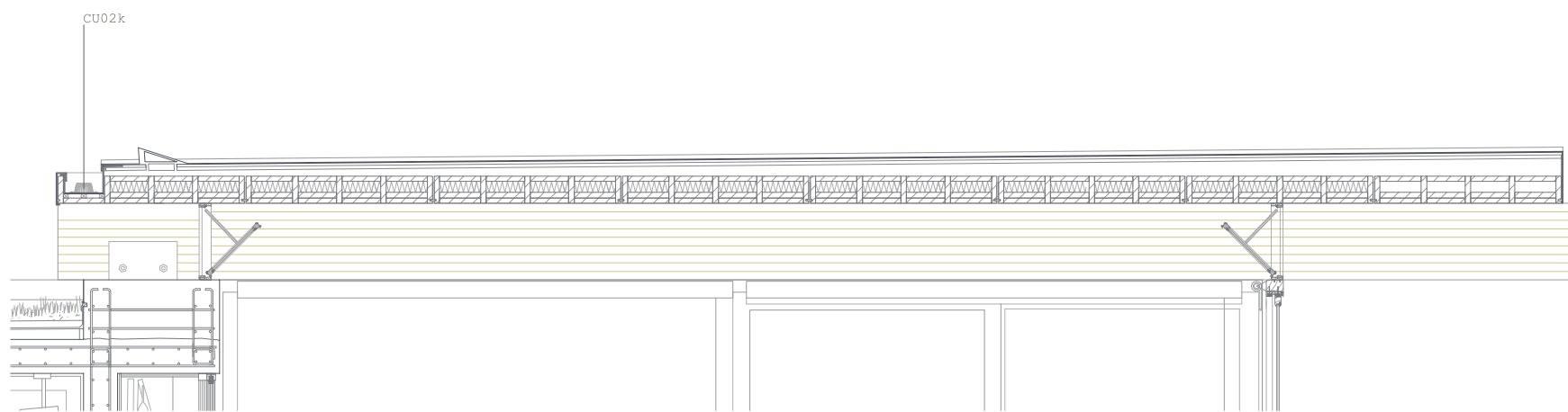
Detalle\_e: 1/20



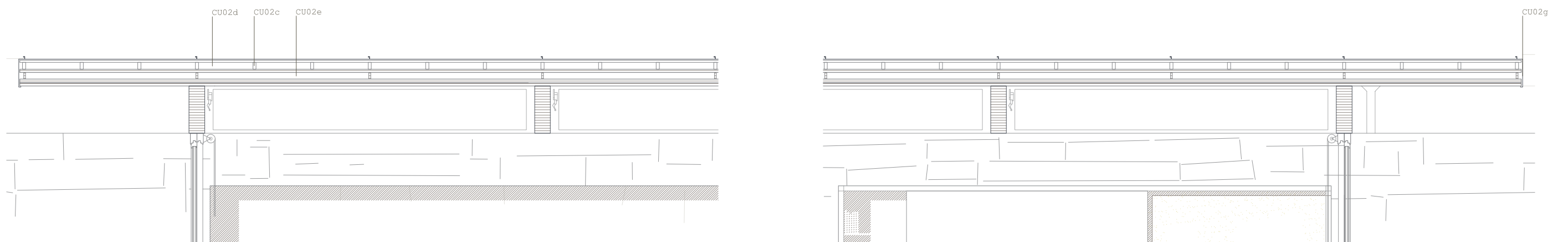
**CU02\_Cubierta ventilada con acabado de chapa de cinc Rhein-zink con junta alzada angular.**

- CU02a\_Chapa de cinc 0.7mm
- CU02b\_Tablero hidrófugo de madera machiembrada 20mm
- CU02c\_Rastrel de madera de pino
- CU02d\_Cámara de aire ventilada
- CU02e\_Placa alveolar 1100x160mm de Lignatur. Madera de roble laminada sin revestir, solo cepillada, con acabado liso y aislante térmico-acústico en cámara.
- CU02f\_Placa alveolar 1000x160mm de Lignatur. Madera de abeto laminada sin revestir, solo cepillada, con acabado perforado para mejor comportamiento acústico y aislante térmico-acústico en cámara.
- CU02g\_Perfil de remate de chapa plegada de zinc
- CU02h\_Elemento de ventilación
- CU02i\_Malla perforada para ventilación
- CU02j\_Canalón de cinc
- CU02k\_Sumidero

Sección transversal\_e: 1/40



Sección longitudinal\_e: 1/40



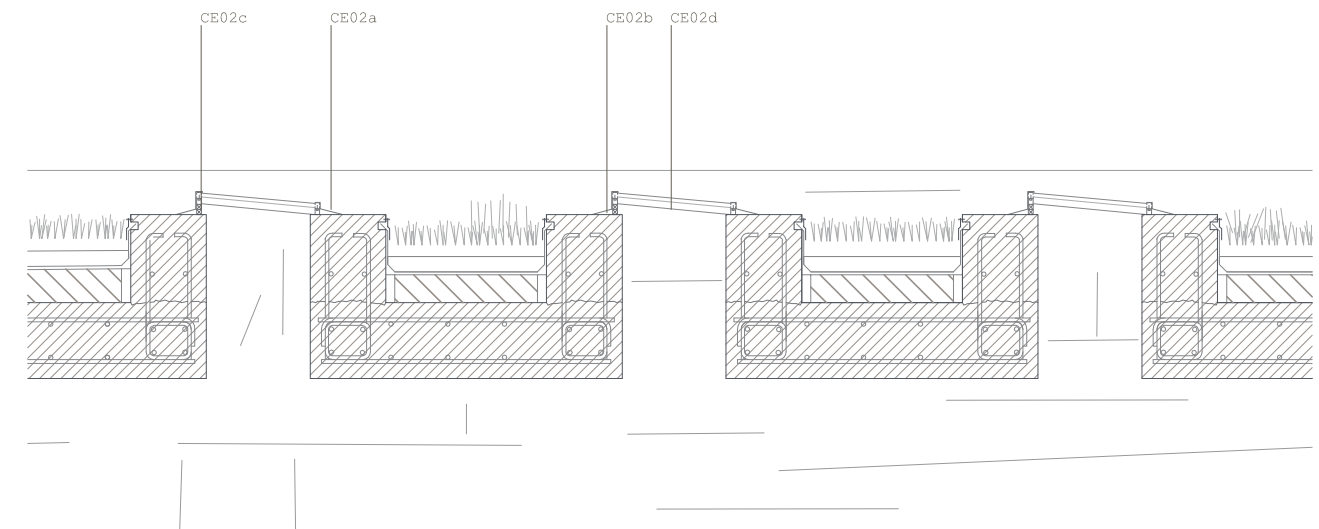
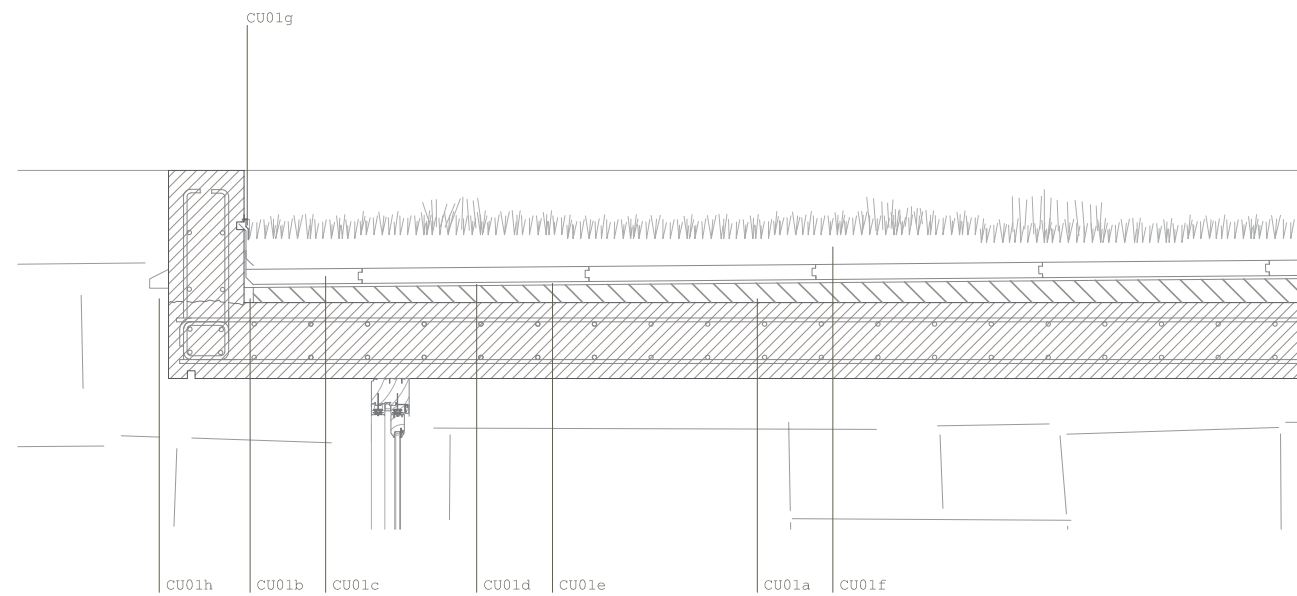
CUBIERTA INVERTIDA CON ACABADO DE ESTRATO VEGETAL

- CU01a\_Hormigón celular (formación de pendientes)
- CU01b\_Junta extensible perimetral (poliestireno extruido 40mm)
- CU01c\_Aislante térmico (poliestireno extruido 40mm)
- CU01d\_Membrana impermeabilizante Rhenofol CG resistente a raíces.
- CU01e\_Capa antipunzonante de fieltro sintético Fieltemper 300P
- CU01f\_Sustrato vegetal
- CU01g\_Perfil de remate perimetral
- CU01h\_Aliviadero

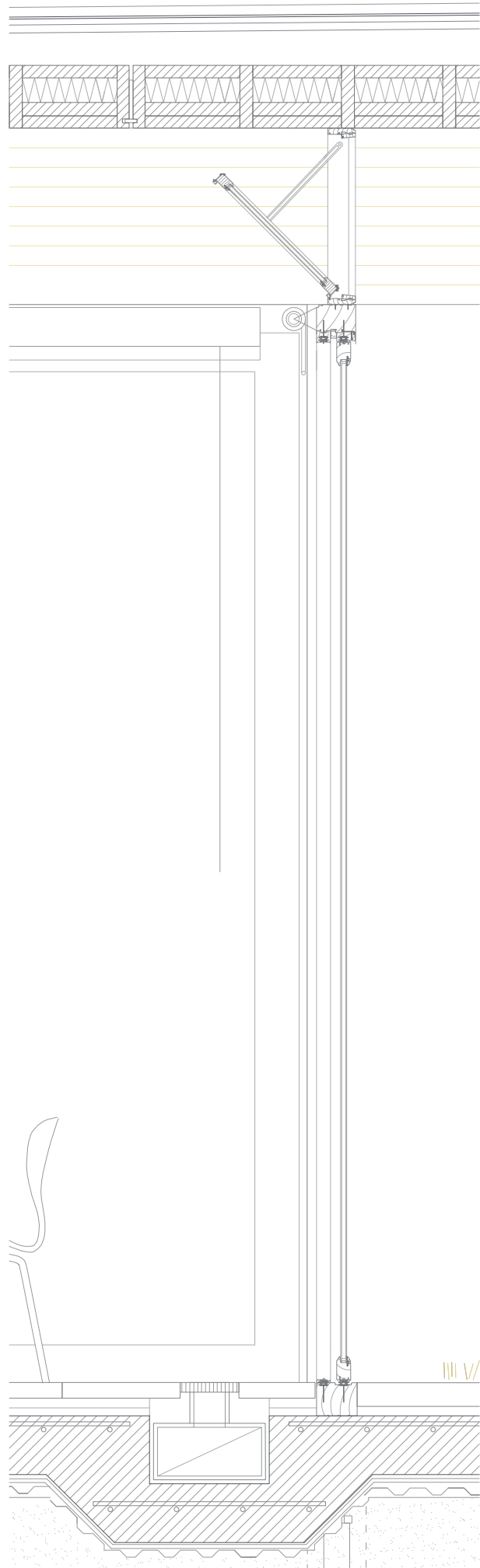
CE02\_Lucernario plano

- CE02a\_Perfil de remate de chapa plegada de zinc
- CE02b\_Lámina impermeabilizante Rhenofol CG
- CE02c\_Carpintería de madera de pino
- CE02d\_Doble acristalamiento con vidrio transparente de baja emisividad (8mm), cámara rellena de argón (16mm) y vidrio laminado de seguridad con resina (2x6mm).

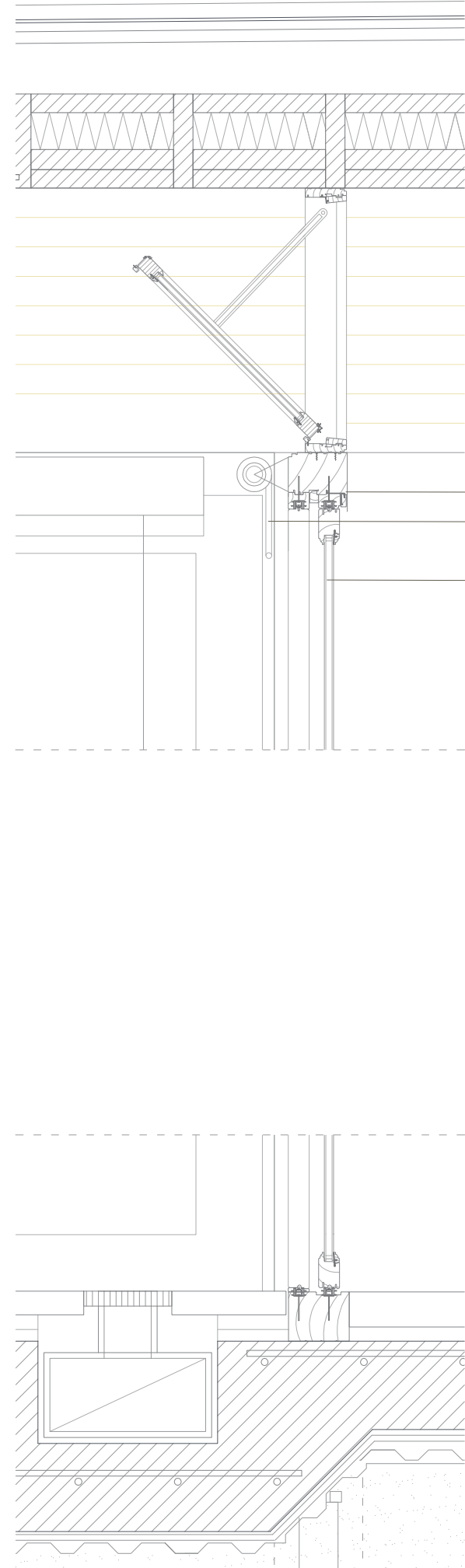
Detalle\_e: 1/20



sección: e\_1/15

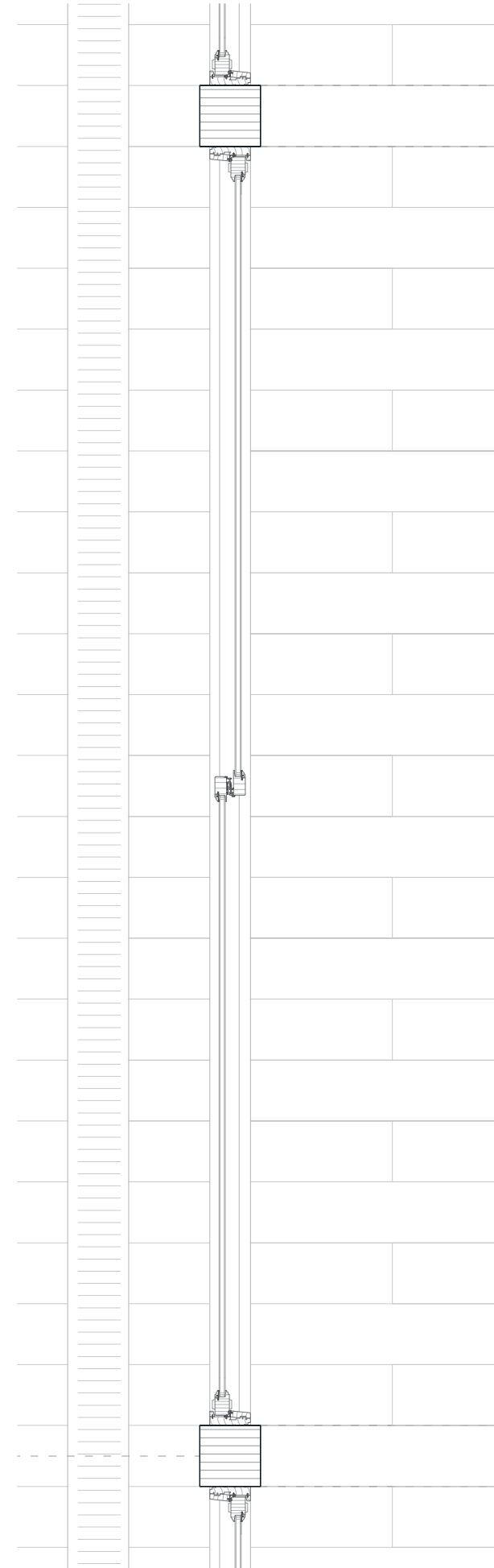


sección: e\_1/10



CE01a  
CE01c  
CE01b

planta: e\_1/15



CERRAMIENTOS

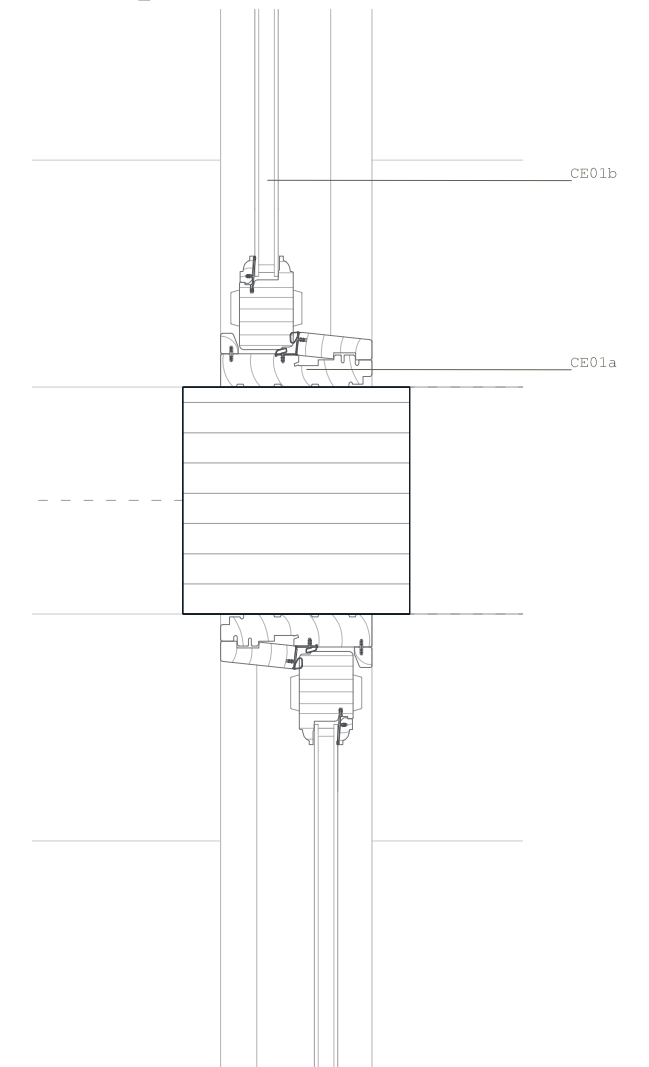
CE01\_Carpintería corredera de vidrio

CE01a\_Carpintería exterior de madera de roble lasurada

CE01b\_Doble acristalamiento con vidrio transparente de baja emisividad (8mm), cámara rellena de argón (16mm) y vidrio laminado de seguridad con resina (2x6mm).

CE01c\_Protección textil

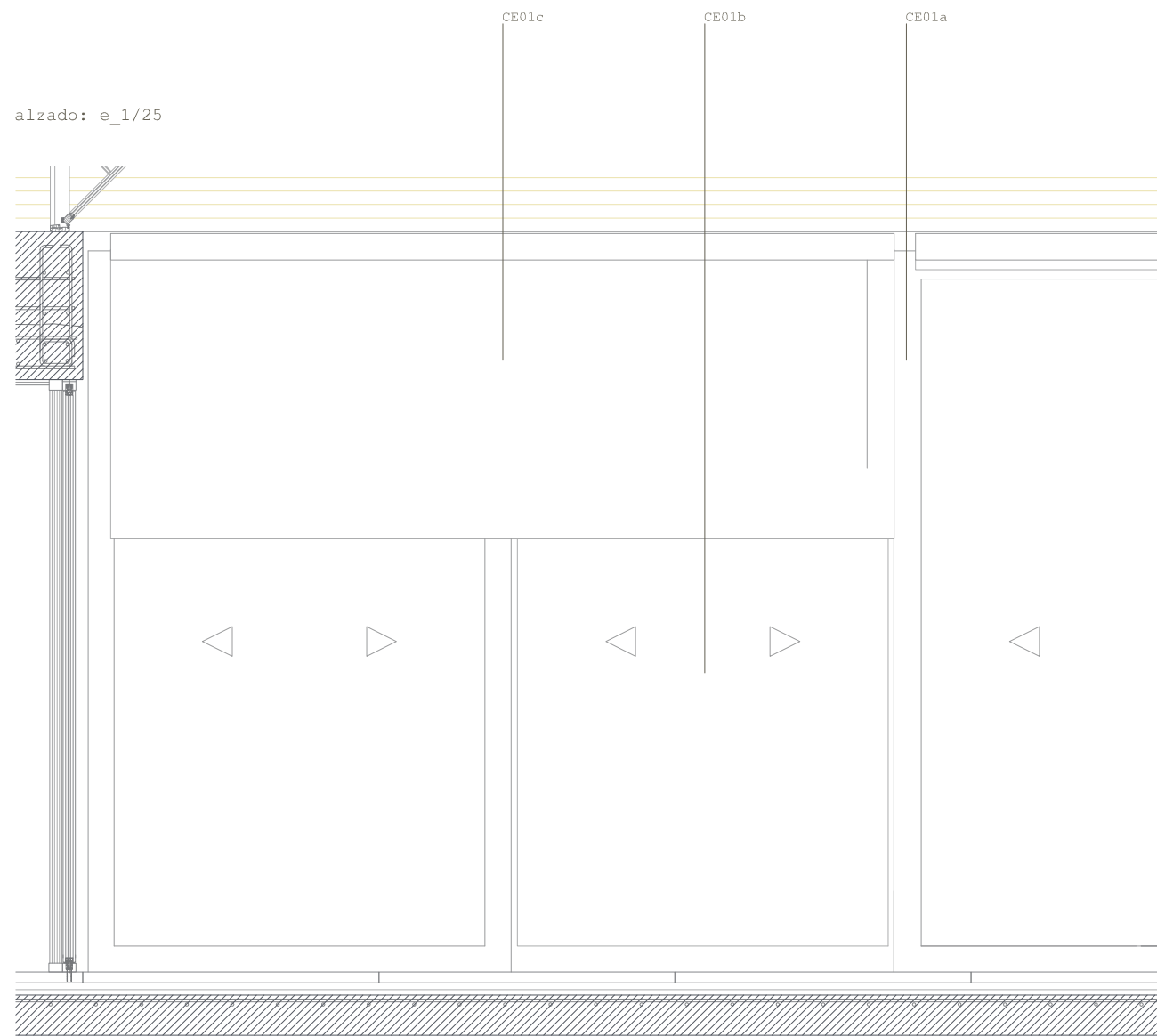
planta: e\_1/5



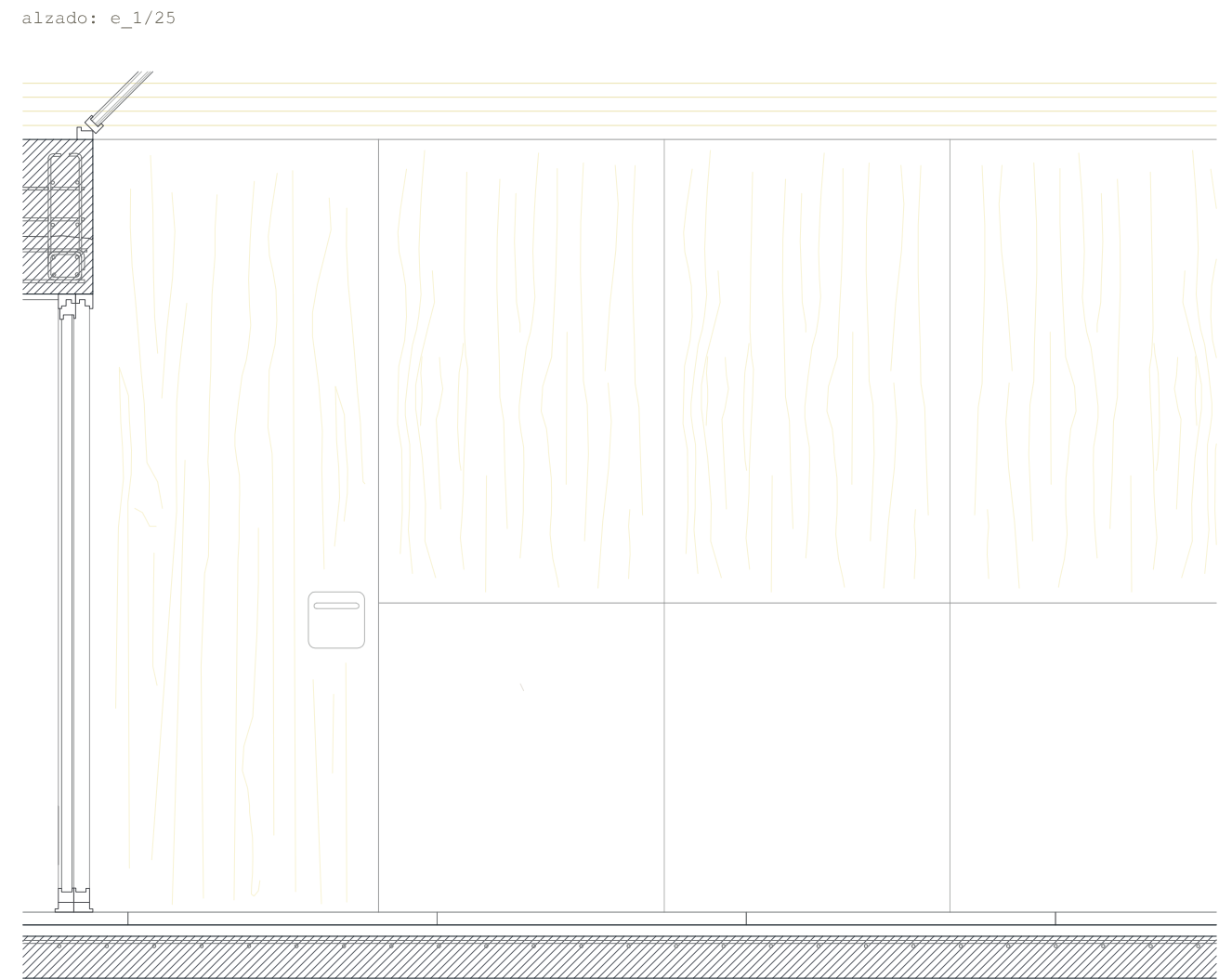
CE01b  
CE01a

**CE01\_Carpintería corredera de vidrio**

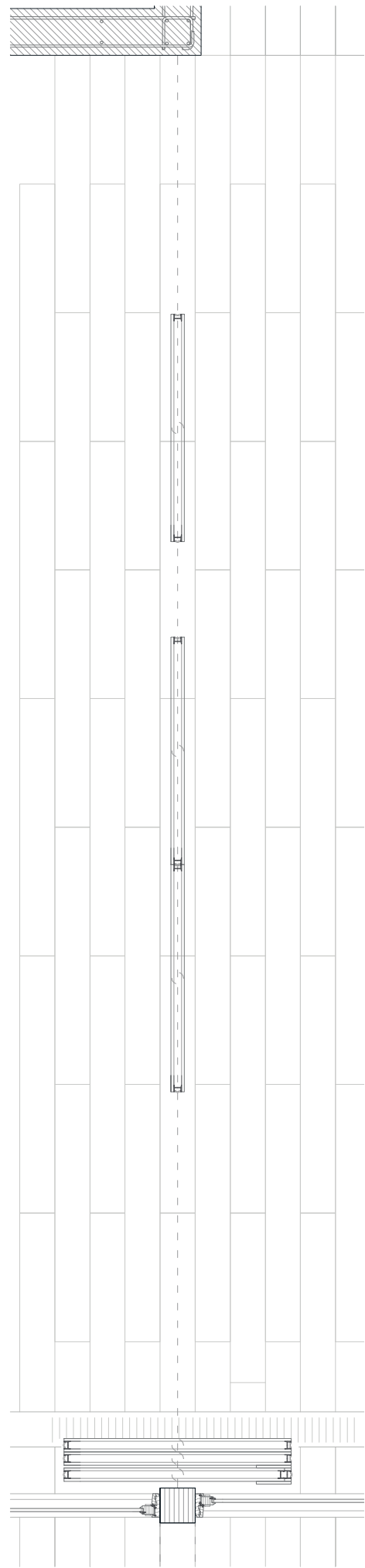
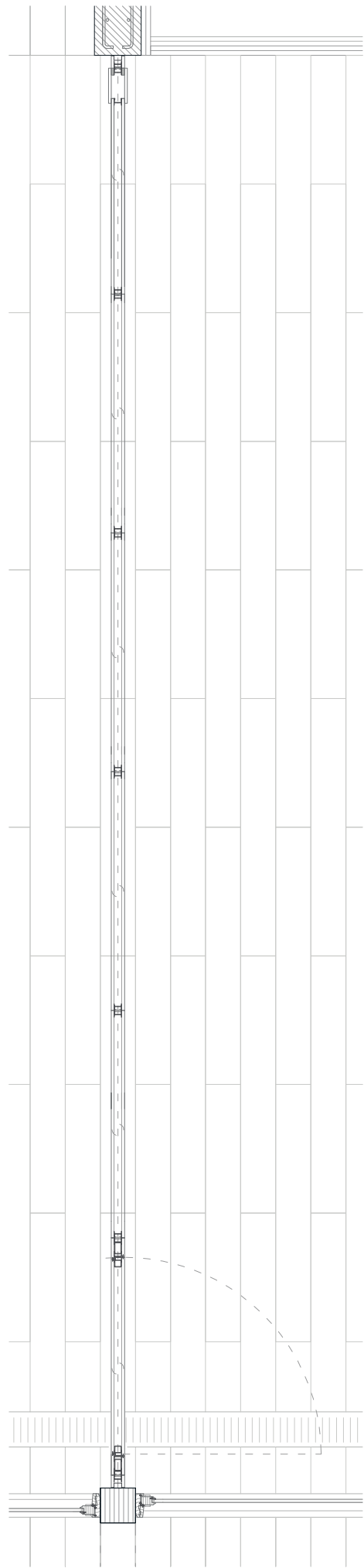
CE01a\_Carpintería exterior de madera de roble lasurada  
CE01b\_Doble acristalamiento con vidrio transparente de baja emisividad (8mm), cámara rellena de argón (16mm) y vidrio laminado de seguridad con resina (2x6mm).  
CE01c\_Protección textil



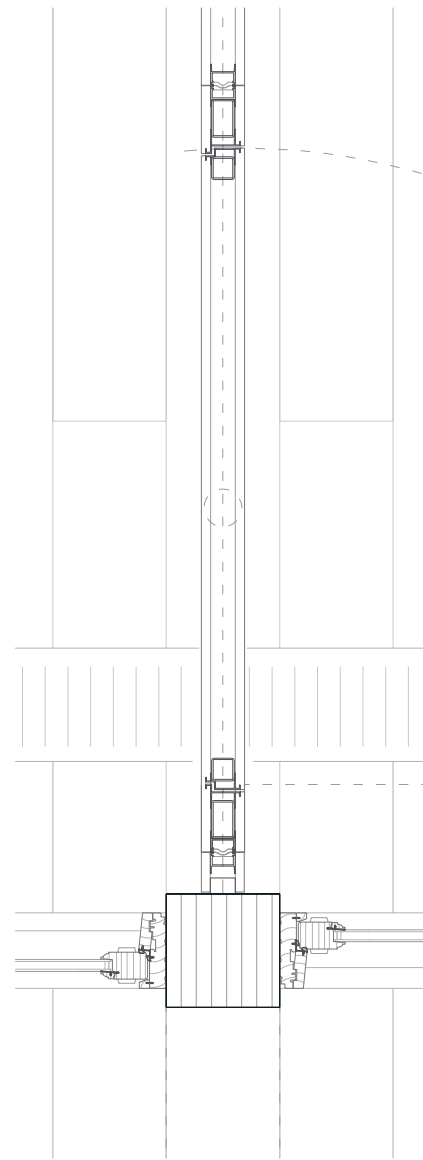
**PAR01\_Tabique móvil Anaunia.** Acabado en vidrio hasta 1.2m y acabado en madera de roble hasta 2.75m.



planta: e\_1/25

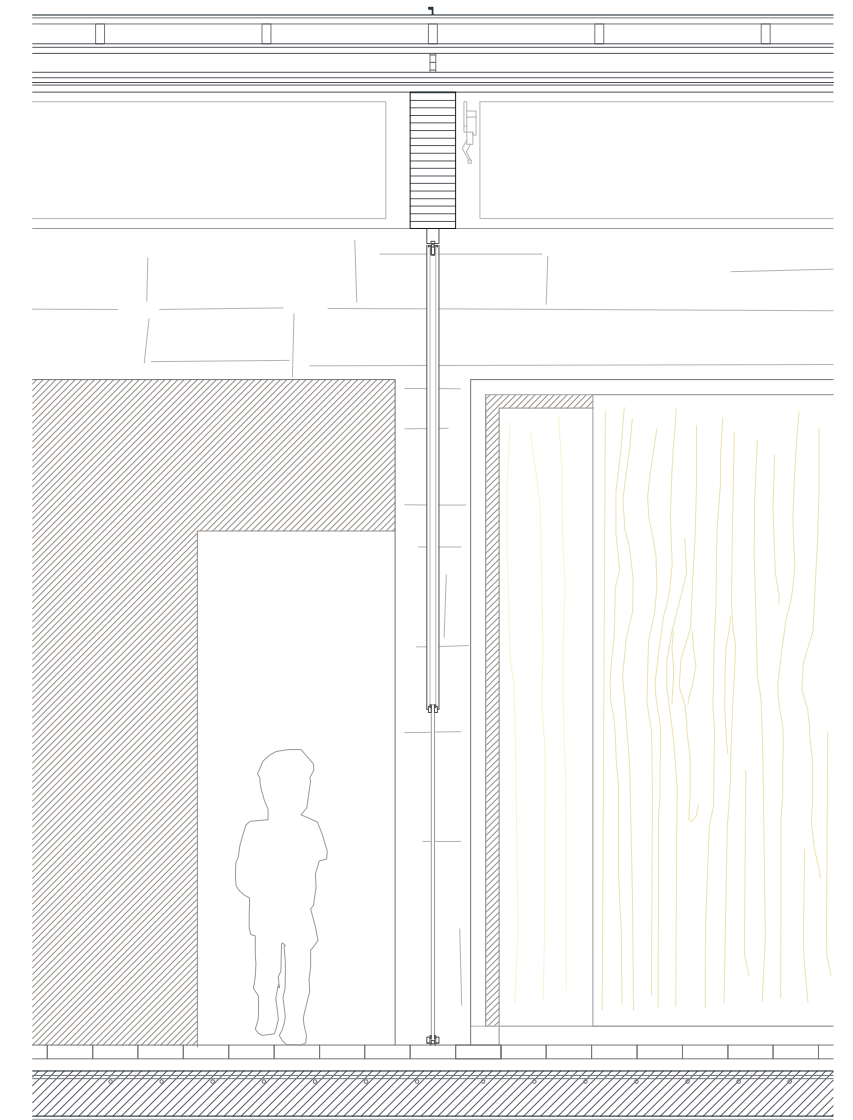


planta: e\_1/10

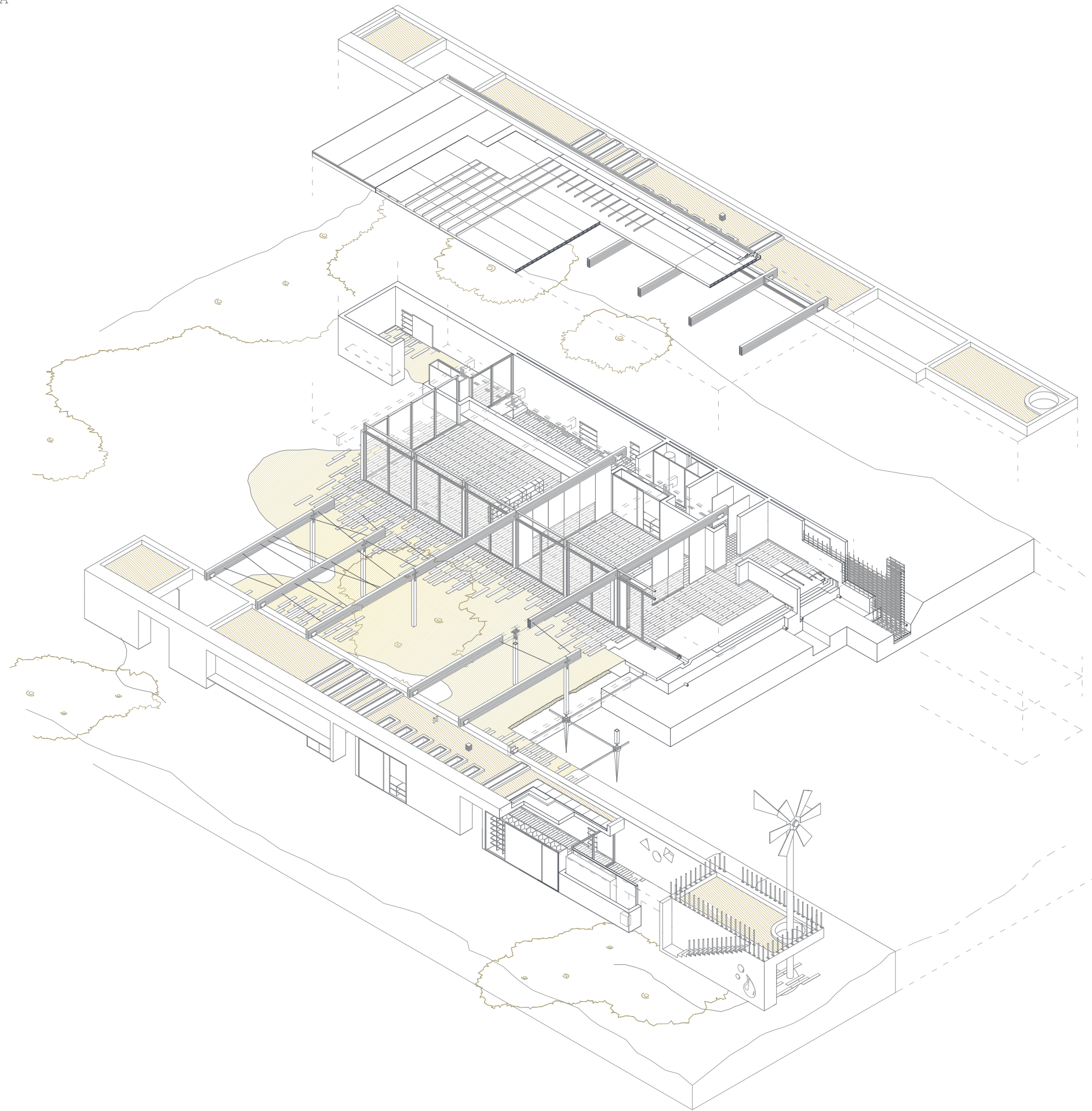


PAR01\_Tabique móvil Anaunia. Acabado en vidrio hasta 1.2m y acabado en madera de roble hasta 2.75m.

sección: e\_1/25







## CIMENTACION

### CI01\_Cimentación superficial

CI01a\_Terreno natural  
CI01b\_Sub-base granular  
CI01c\_Tubo de PVC para drenaje perimetral  
CI01d\_Membrana impermeabilizante Rhonofol CG resistente a raíces.  
CI01e\_Capa antipunzonante de fieltro sintético Fieltemper 300P  
CI01f\_Solera de hormigón armado 150mm  
CI01g\_Zapata corrida de hormigón armado  
CI01h\_Muro de sótano

### CI02\_Cimentación profunda

CI02a\_Micropilote de acero con tratamiento anti-corrosión frente a la humedad  
CI02b\_Barras de acero para arriostamiento transversal en dos direcciones

## PAVIMENTOS

### PAV01\_Entarimado de madera de roble silvestre oscuro (pavimento trabajando a flexión)

PAV01a\_Superficie elástica de caucho 4mm  
PAV01b\_Rastreles de madera de pino 40mm  
PAV01c\_Tablillas de madera de pino silvestre machihembradas con junta prevista para deformaciones 1100 x 150 x 20mm.

### PAV02\_Parqué de madera de roble (pavimento trabajando a compresión)

PAV03\_Lamparquet de tablero contrachapado antideslizante para zonas húmedas 150 x 150 x 50mm

PAV04\_Tarima maciza de exterior con tratamiento en autoclave con sales de cobre y protegida frente a la fotodegradación con lasures.

### PAV05\_Tierra morterenga estabilizada con guijarros de piedra caliza

## CERRAMIENTO Y PARTICIONES

### CE01\_Carpintería corredera de vidrio

CE01a\_Carpintería exterior de madera de roble lasurada  
CE02b\_Doble acristalamiento con vidrio transparente de baja emisividad (8mm), cámara rellena de argón (16mm) y vidrio laminado de seguridad con resina (2x6mm).

### CE02\_Lucernario plano

CE02a\_Perfil de remate de chapa plegada de zinc  
CE02b\_Lámina impermeabilizante Rhonofol CG  
CE02c\_Carpintería de madera de pino  
CU02d\_Doble acristalamiento con vidrio transparente de baja emisividad (8mm), cámara rellena de argón (16mm) y vidrio laminado de seguridad con resina (2x6mm).

PAR01\_Tabique móvil Anaunia acabado en vidrio hasta 1.2m y acabado en madera de roble hasta 2.75m. (Doble escala).

PAR02\_Panel móvil acabado en pizarra

PAR03\_Panel móvil acabado en corcho

## INSTALACIONES

IN01\_Bomba de calor de ventilador centrífugo Múltiplo.C.ELN. (climatización por aire)

### IN02\_Sistema de captación y reutilización de aguas pluviales

IN02a\_Aljibe de poliéster reforzado con fibra de vidrio Plarex  
IN02b\_Motobomba de impulsión de agua

IN03\_Aerogeneradores de minieólica.

IN04\_Termo eléctrico para producción de ACS, TRE-200 Supra de Edesa.

IN05\_Chimenea de ventilación natural

## ESTRUCTURA

ES 01\_Muros de hormigón armado HA-30/B/16IIIa.

ES01a\_Muro del aire. Acabado visto, encofrado con tableros de madera recubiertos mediante película fenólica. En su composición se emplea árido de microsilíce para un acabado más fino y fibras de vidrio que otorgan un cierto grado de translucidez.

ES01b\_Muro del agua. Acabado visto superficial de lavado al agua. En su composición se emplean cantos rodados de río.

ES01c\_Muro del fuego. Acabado visto mediante encofrado con tableros de madera tosca de medidas. En su composición se emplea como árido, picón de origen volcánico, que otorgará un acabado negruzco a la superficie.

ES01d\_Muro de la tierra. Acabado visto superficial mediante encofrado con tableros de madera regularizados. En su composición se sustituye el árido por tierras arcillosas en proporción 1/4. Los dywings de arriostamiento transversal del encofrado se dejan sin tratar.

Espesores de 15+5+15 cm con aislante térmico de poliestireno extruido entre las dos líneas de armado, 35cm y 20 cm.

ES 02\_Losa maciza de hormigón armado de 20cm de espesor.

ES 03\_Pilares de madera aserrada frondosa de roble europeo D70 protegidos de la degradación con lasures. Sección 150 x 150 mm

ES 04\_Vigas de madera laminada encolada homogénea MLEH - GL36h protegidas de la degradación con lasures. Sección 150 x 450 mm.

ES 05\_Estructura de cables de acero de 15 mm de diámetro, atornillados a las vigas MLE, para conformación del emparrado.

## CUBIERTAS

### CU 01\_Cubierta invertida con acabado de estrato vegetal

CU01a\_Hormigón celular (formación de pendientes)  
CU01b\_Junta extensible perimetral (poliestireno extruido 40mm)  
CU01c\_Aislante térmico (poliestireno extruido 40mm)  
CU01d\_Membrana impermeabilizante Rhonofol CG resistente a raíces.  
CU01e\_Capa antipunzonante de fieltro sintético Fieltemper 300P  
CU01f\_Sustrato vegetal  
CU01g\_Perfil de remate perimetral

### CU02\_Cubierta ventilada con acabado de chapa de cinc Rheinzink con junta alzada angular.

CU02a\_Chapa de cinc 0.7mm  
CU02b\_Tablero hidrófugo de madera machiembra 20mm  
CU02c\_Rastrel de madera de pino  
CU02d\_Cámara de aire ventilada  
CU02e\_Placa alveolar 1100x160mm de Lignatur. Madera de roble laminada sin revestir, solo cepillada, con acabado liso y aislante térmico-acústico en cámara.  
CU02f\_Placa alveolar 1000x160mm de Lignatur. Madera de abeto laminada sin revestir, solo cepillada, con acabado perforado para mejor comportamiento acústico y aislante térmico-acústico en cámara.  
CU02g\_Perfil de remate de chapa plegada de zinc  
CU02h\_Elemento de ventilación  
CU02i\_Malla perforada para ventilación  
CU02j\_Canalón de cinc  
CU02k\_Sumidero

El tratamiento de la madera respetará la línea que procura dejar que el material viva y respire dentro de la construcción. Para ello, se selecciona un tratamiento de poro abierto con lasures.

Se trata de un recubrimiento impregnante que no forma capa. Oscurece y tiñe la madera para regular la humedad. Se extrae del aceite de enebro básicamente y era un tratamiento mencionado ya en los diez libros de arquitectura de Vitruvio. Su composición repele el agua los insectos y los hongos. Es adecuado para maderas de exterior. El mantenimiento es cómodo tan solo hay que limpiar la madera de polvo y grasa y aplicar un repintado, sin rascados ni decapados cada cierto tiempo.

# MEMORIA ESTRUCTURAL

## I. INTRODUCCIÓN

## II. DESCRIPCIÓN Y ELEMENTOS DEL SISTEMA CONSTRUCTIVO

## III. NORMATIVA VIGENTE

- EVALUACIÓN DE ACCIONES
- ACCIONES PERMANENTES
- CARGAS VARIABLES
  - USO
  - NIEVE
  - VIENTO
  - ACCIONES TÉRMICAS
- ACCIONES ACCIDENTALES
  - SISMO
- ELEMENTOS ESTRUCTURALES DE MADERA (DB-SE-M)
- ELEMENTOS ESTRUCTURALES DE HORMIGÓN (EHE-08)

## IV. MODELIZADO DE CARGAS DEL EDIFICIO

- PROGRAMA DE CÁLCULO
- MÉTODO
- MODELIZACIÓN
- COMBINACIÓN

## V. EXTRACCIÓN DE RESULTADOS

- COMPORTAMIENTO DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES DE MADERA
  - SOLICITACIONES
  - PREDIMENSIONADO
  - DIMENSIONAMIENTO A E.L.U., E.L.S. Y CARGA DE FUEGO
- COMPORTAMIENTO DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES DE HORMIGÓN
  - MUROS DE HORMIGÓN ARMADO
  - FORJADOS DE LOSA MACIZA
  - RECUBRIMIENTOS DE LAS ARMADURAS
  - RESISTENCIA AL FUEGO DE LA ESTRUCTURA
  - CIMENTACIÓN

## VI. DOCUMENTACIÓN GRÁFICA

## I. INTRODUCCIÓN

Una manzana cae de un árbol y golpea en la cabeza de un científico. Este hecho puntual, desafió el ingenio de Newton hasta que estableció las leyes de la gravedad.

Inicialmente y desde el desconocimiento pensaba que luchar contra la 'G' estipulada por Isaac Newton era lo único que debíamos pedir a la estructura. Pero después de unos años de carrera he comprendido que esta es sólo una de sus funciones que ni si quiera me atrevería a calificar de principal.

En alguna ocasión me han puesto como ejemplo de estructura el esqueleto humano. En el sentido de que es imposible pensar en un cuerpo adecuado sin que su esqueleto también lo sea, por lo que debe aparecer y desarrollarse desde el principio para alcanzar un grado de aceptación pleno. Así, debemos ser conscientes de que la estructura se encarga de ordenar el espacio.

En esta línea, me llama poderosamente la atención el concepto de **ruina**, tal y como lo interpreta Jorn Utzon. Es decir, entendiendo que la estructura está capacitada para revelar que la arquitectura es capaz de seguir expresando el espacio para la que fue concebida una vez eliminamos todo lo superfluo.

Steen Eiler Rasmussen en su libro 'Espacio, tiempo y arquitectura' lo explica mejor con las siguientes palabras: 'Por eso es comprensible que una ruina pueda expresar lo esencial de un modo más inmediato que un palacio completamente organizado'.

Por supuesto que estos pocos criterios no son los únicos para regir el sistema estructural de un edificio. Pero si enjuiciamos así los proyectos, éstos tienden a clarificarse y ganar identidad. En este caso son los responsables de que habitar la escuela infantil sea habitar la estructura.

El análisis estructural más que una comprobación debería ser el resultado de un proceso de diálogo. Habría que entender el cálculo como una herramienta más capaz de aportar datos para ser preciso en las decisiones proyectuales.



Placas alveolares de madera laminada. Tipo Surface Element de LIGNATUR.



Vigas de madera laminada encolada homogénea (MLEH)



Madera aserrada estructural

## II. DESCRIPCIÓN Y ELEMENTOS DEL SISTEMA ESTRUCTURAL.

Entender la arquitectura de la escuela pasa por conocer que la **estructura** está **dividida en dos mitades**. Una adaptada al terreno, basta, elaborada in situ y que transmite sus cargas de manera continua. La otra mitad apoyada en el terreno, precisa, elaborada en taller y que transmite sus cargas de manera sincopada.

Es muy importante comprender que mientras se realizará en la Devesa la primera parte de la obra, de manera simultánea se prefabricará en taller la segunda parte, para acto seguido ser trasladada y montada. De esta manera de construir, nació la arquitectura de la escuela infantil.

Por lo tanto, existe un doble sistema constructivo en cuanto a cimentación, estructura vertical y estructura horizontal.

La **estructura vertical** está compuesta de una parte por pilares de madera aserrada D70 de 15 x 15 cm.

Por otro lado también aparecen muros de hormigón armado HA-30/B/16/IIIa de 20 y 35cm de espesor. La sección de estos muros es variable en algunos puntos. Para resolver las diferentes oquedades a la escala del niño se utilizan piezas de poliestireno extrusionado en el momento de hormigonar que posteriormente serán retiradas tras el desencofrado. Por otro lado, el aislamiento térmico de las zonas en contacto con el exterior se resuelve mediante la disposición de estas mismas placas entre las dos líneas de armado que conforman el muro.

La **estructura horizontal** está compuesta por vigas de madera laminada encolada homogénea GL-36h de 15 x 45 cm.

La **cubrición** de estas vigas se resuelve con un sistema de placas alveolares de madera, sin revestir, sólo cepillada, tipo LIGNATUR. Las piezas adquieren una dimensión de 160mm de alto y están conectados a través de una doble junta elaborada inferior y superior. Estos elementos lineales de 8.25 y 9.9 m de longitud se apoyan sobre las vigas cada 3.3 metros y se disponen en perpendicular a las mismas. Se trata de un sistema industrializado que resuelve en su sección la transmisión de cargas, el aislamiento térmico, el acabado de madera y la separación entre la cara inferior y la exterior por medio de una cámara que disminuye las deformaciones de las juntas interiores, así como la puntual absorción acústica. Todos estos aspectos, sumados a la facilidad de ejecución, simplifican la construcción del edificio, evidencian el sistema constructivo en el espacio arquitectónico y acortan los plazos de ejecución.

Por otro lado, para cubrir la luz que dejan los muros, se emplea una losa sin aligerar de hormigón armado HA-30/B/16/IIIa de 20cm que aporta un comportamiento más monolítico al conjunto.

Respecto a la madera empleada en obra, la elección de la especie adecuada y un buen diseño constructivo que entienda sus características es el mejor tratamiento que podemos dar al material. El objetivo en este caso era conseguir una madera durable y por lo tanto debía ser también densa y dura. Estas características junto con la facilidad de suministro por parte de la industria lleva a pensar que una especie frondosa como el *quercus robur* o roble europeo es una buena opción.

Residencia para niños, Miraflores de la Sierra, Madrid. 1957-1959.  
Alejandro de la Sota, José Antonio Corrales y Ramón Vazquez Molezún.



Posibilidades del encofrado en los muros y losas de hormigón armado.  
Muro de hormigón de Miguel Fisac. Fotografía de Javier Azurmendi.

### III. NORMATIVA VIGENTE

En el presente proyecto se han tenido en cuenta los siguientes documentos del Código Técnico de la Edificación (CTE):

- DB SE: Seguridad Estructural
- DB SE AE: Acciones en la Edificación
- DB SE M: Madera
- DB SE C: Cimientos
- DB SI: Incendios

Además, se ha tenido en cuenta la normativa EHE-08: Instrucción de Hormigón Estructural.

- EVALUACION DE ACCIONES. DB SE-AE CTE.

El campo de aplicación de este Documento Básico es el de la determinación de las acciones sobre los edificios, para verificar el cumplimiento de los requisitos de seguridad estructural (capacidad portante y estabilidad) y aptitud al servicio, establecidos en el DB-SE.

- ACCIONES PERMANENTES (G)

A continuación se estimará cual es el peso propio de los elementos constructivos del edificio. Las cargas que consideramos para el cálculo se han tomado del Anejo C: *prontuario de pesos y coeficientes de rozamiento*.

El peso propio de los elementos que conforman la estructura lo introducirá el programa de cálculo automáticamente, por lo que no se han tenido en cuenta en la siguiente evaluación de acciones.

#### a) Elementos Estructurales.

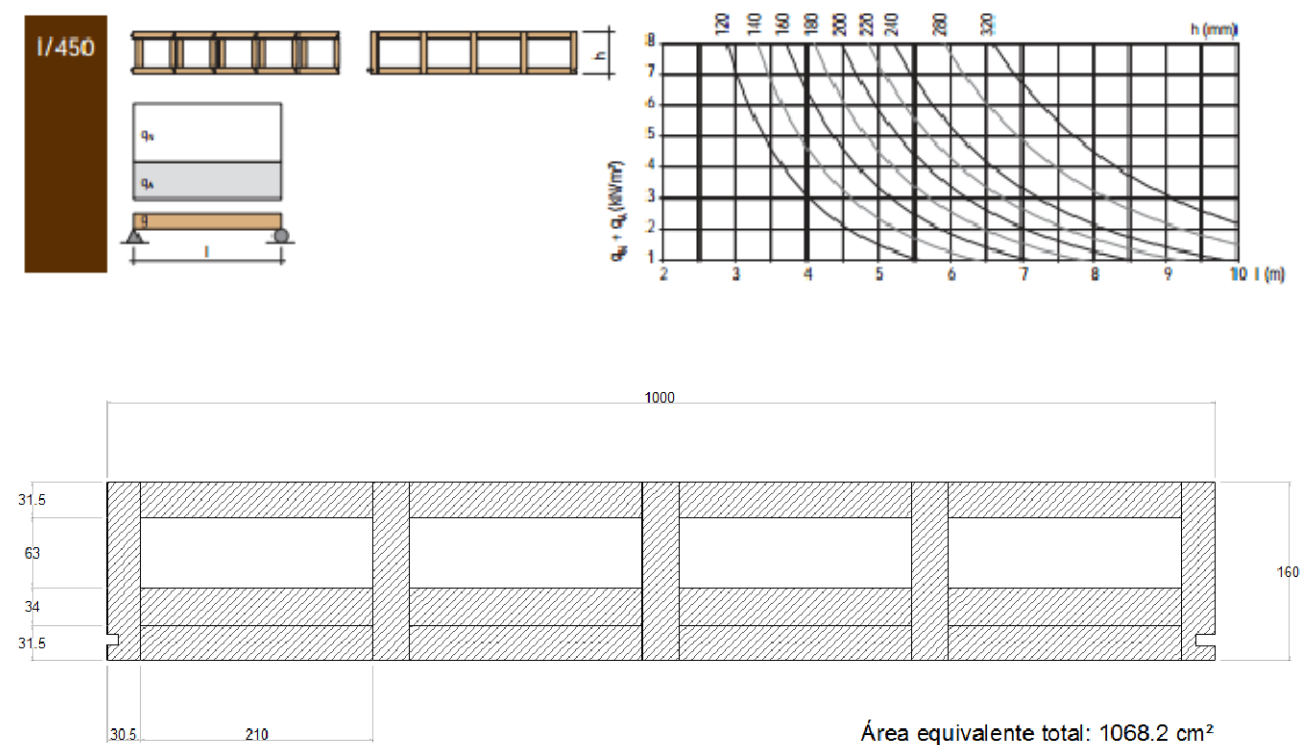
##### Placas alveolares de madera de roble

Para dimensionar estos tableros consideramos una carga de peso propio de 0.77 Kn/m (tenemos en cuenta que se emplea una madera laminada de roble europeo de peso específico elevado 7.1 Kn/m<sup>3</sup> y el área según el MS2), un valor de cargas permanentes de 1.5 Kn/m<sup>2</sup> y una carga de uso de 3 Kn/m<sup>2</sup>. Por lo tanto la carga final será:  $2.26 \times 1.35 + 3 \times 1.5 = 7.55$  Kn/m<sup>2</sup>. Si sabemos también que la distancia entre apoyos es de 3.30m, el canto final del forjado alveolar de madera Lignatur es de 140 mm, aunque se opta por un canto ligeramente superior, 160mm que garantiza una mayor separación entre la cara superior e inferior así como un mejor comportamiento frente al fuego.

El peso propio del forjado de placas alveolares de madera de roble es de 0.77 Kn/m<sup>2</sup> para una altura de 160 mm, una madera de peso específico 7.1 Kn/m<sup>3</sup> y una sección como la de la figura.

Utilizamos la desviación  $w = I/450$  porque es la adecuada cuando se trata de construcciones de cubiertas planas con una inclinación hasta 5° según las especificaciones técnicas de LIGNATUR.

anexo MS2



a) Barandillas.

El peso propio de las barandillas se considerará como una carga lineal obtenida a partir del espesor, la altura y el peso específico de la madera.

Por tanto el peso de cada una de las varillas verticales que conforman la barandilla será:

$$A_{\text{elemento}} = \pi \times 2.52$$

$$V_{\text{elemento}} = A \times h = 2159 \text{ cm}^3$$

Teniendo en cuenta que:

*Peso específico MLE de roble GL-36h: 7.1 Kn/m<sup>3</sup>.*

El peso de cada una de las varillas es de 0.015 Kn que transformado en una carga lineal es de 0.07 Kn/m

b) Emparrado.

Sustrato de unos 200mm de espesor = 0.3 Kn/m<sup>2</sup>

c) Cubiertas.

Cubierta plana ventilada con acabado de chapa de zinc Rheinzink con junta alzada angular: Construcción prefabricada.

Las cargas permanentes *superficiales* repartidas en la planta son las siguientes:

Chapa de zinc 0.7 mm espesor - 0.058 Kn/m<sup>2</sup>

Tablero hidrófugo de madera machiembreada 20 mm - 0.12 Kn/m<sup>2</sup>

Forjado de placas alveolares de madera de roble con aislante térmico acústico en cámara e = 160 mm - 0.77 Kn/m<sup>2</sup>

Instalaciones de electrotecnia y luminotecnica - 0.5 Kn/m<sup>2</sup>

**Total - 1.45 Kn/m<sup>2</sup>**

Rastreles de madera de roble de dimensiones 30 x 70 mm - 0.015 Kn/m

Cubierta plana con acabado de estrato vegetal: Construcción elaborada in situ.

Cubierta plana con acabado de estrato vegetal - 2.5 Kn/m<sup>2</sup>

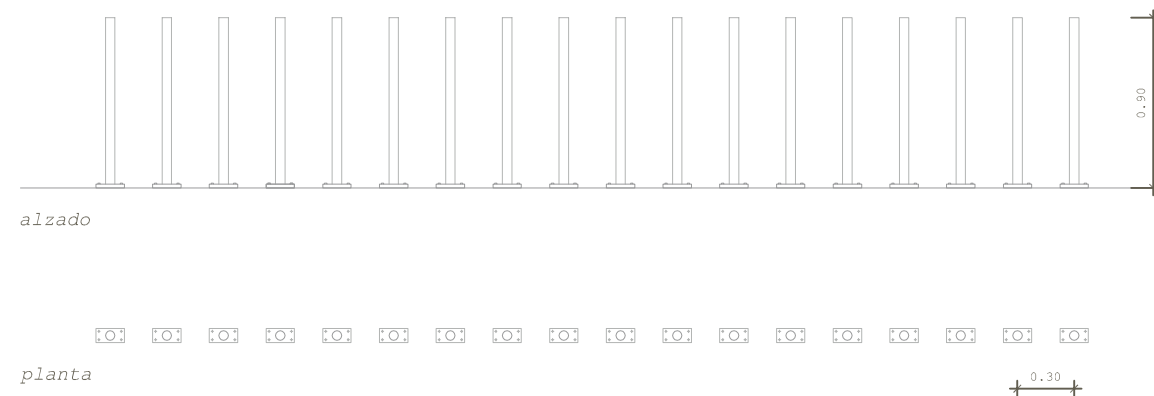
Impermeabilización y aislamiento térmico y acústico - 0.075 Kn/m<sup>2</sup>

Hormigón ligero para formación de pendientes - 0.9 Kn/m<sup>2</sup>

Instalaciones de electrotecnia y luminotecnica - 0.5 Kn/m<sup>2</sup>

**Total - 3.975 Kn/m<sup>2</sup>**

anexo MS3. e\_1/40



- CARGAS VARIABLES (Q)

**a) Sobrecarga de uso**

A continuación se estimará cuales son las sobrecargas de uso del edificio, dependiendo de la actividad que se realice en cada una de sus áreas. Se seguirán los valores característicos de la tabla 3.1. (anexo MS4)

Para cubiertas accesibles únicamente para conservación y con inclinación inferior a 20° (G1) - 1 kN/m2

Para cubiertas accesibles únicamente para conservación y de acabado ligero (G1) - 0.4 kN/m2.

Para cubiertas transitables y accesibles públicamente (C3) - 5 kN/m2

Para el dimensionado de *elementos horizontales* y verticales, podemos reducir las sobrecargas anteriormente determinadas por los siguientes coeficientes: (recordemos que no es de aplicación la reducción de sobrecargas a las categorías de uso E,F, y G - cubiertas). (anexo MS5)

Para el dimensionado de *elementos verticales*, no se aplica ningún factor de reducción de sobrecarga ya que el edificio no alcanza 3 plantas.

**b) Sobrecarga de nieve**

Para estructuras ligeras, sensibles a carga vertical su valor por unidad de superficie en proyección horizontal  $q_n$ , se obtiene de la expresión:  $q_n = \mu \times SK$   
Siendo:

$\mu$ , coeficiente de forma de la cubierta. Tratándose de cubierta plana:  $\mu = 1$

$SK$ , el valor característico de la carga de nieve sobre un terreno horizontal. Este valor se toma de la tabla 3.8. (anexo MS6)

Para la ciudad de Valencia, el valor característico de la carga es:  $S_k = 0.2 \text{ kN} / \text{m}^2$

Por tanto, el valor de la carga de nieve es:

$$q_n = \mu \times SK = 1 \times 0.2 = 0.2 \text{ kN} / \text{m}^2$$

Debido a que la edificación se encuentra en un emplazamiento fuertemente expuesto a la acción del viento, el valor deberá aumentarse un 20%.

$$1.2 \times 0.2 = 0.24 \text{ kN/m}^2$$

anexo MS4.

**Tabla 3.1. Valores característicos de las sobrecargas de uso**

Categoría de uso		Subcategorías de uso		Carga uniforme [kN/m²]	Carga concentrada [kN]
A	Zonas residenciales	A1	Viviendas y zonas de habitaciones en, hospitales y hoteles	2	2
		A2	Trasteros	3	2
B	Zonas administrativas			2	2
C	Zonas de acceso al público (con la excepción de las superficies pertenecientes a las categorías A, B, y D)	C1	Zonas con mesas y sillas	3	4
		C2	Zonas con asientos fijos	4	4
		C3	Zonas sin obstáculos que impidan el libre movimiento de las personas como vestíbulos de edificios públicos, administrativos, hoteles; salas de exposición en museos; etc.	5	4
		C4	Zonas destinadas a gimnasio u actividades físicas	5	7
		C5	Zonas de aglomeración (salas de conciertos, estadios, etc)	5	4
D	Zonas comerciales	D1	Locales comerciales	5	4
		D2	Supermercados, hipermercados o grandes superficies	5	7
E	Zonas de tráfico y de aparcamiento para vehículos ligeros (peso total < 30 kN)			2	20 <sup>(1)</sup>
F	Cubiertas transitables accesibles sólo privadamente <sup>(2)</sup>			1	2
G	Cubiertas accesibles únicamente para conservación <sup>(3)</sup>	G1 <sup>(7)</sup>	Cubiertas con inclinación inferior a 20°	1 <sup>(4)</sup> <sup>(6)</sup>	2
			Cubiertas ligeras sobre correas (sin forjado) <sup>(5)</sup>	0,4 <sup>(4)</sup>	1
		G2	Cubiertas con inclinación superior a 40°	0	2

anexo MS5.

**Tabla 3.2. Coeficiente de reducción de sobrecargas**

Elementos verticales			Elementos horizontales			
Número de plantas del mismo uso			Superficie tributaria (m²)			
1 ó 2	3 ó 4	5 ó más	16	25	50	100
1,0	0,9	0,8	1,0	0,9	0,8	0,7

anexo MS6.

**Tabla 3.8 Sobrecarga de nieve en capitales de provincia y ciudades autónomas**

Capital	Altitud m	$s_k$ kN/m²	Capital	Altitud m	$s_k$ kN/m²	Capital	Altitud m	$s_k$ kN/m²
Albacete	690	0,6	Guadalajara	680	0,6	Pontevedra	0	0,3
Alicante / Alacant	0	0,2	Huelva	470	0,2	Salamanca	780	0,5
Almería	0	0,2	Huesca	570	0,7	SanSebastián/Donostia	0	0,3
Ávila	1.130	1,0	Jaén	820	1,2	Santander	1.000	0,7
Badajoz	180	0,2	León	150	0,5	Segovia	10	0,2
Barcelona	0	0,4	Lérida / Lleida	380	0,5	Sevilla	1.090	0,9
Bilbao / Bilbo	860	0,3	Logroño	470	0,6	Soria	0	0,4
Burgos	440	0,6	Lugo	660	0,7	Tarragona	0	0,2
Cáceres	0	0,4	Madrid	0	0,6	Tenerife	950	0,9
Cádiz	0	0,2	Málaga	40	0,2	Teruel	550	0,5
Castellón	0	0,2	Murcia	40	0,2	Toledo	0	0,2
Ciudad Real	640	0,6	Orense / Ourense	130	0,4	Valencia/València	690	0,4
Córdoba	100	0,2	Oviedo	230	0,5	Valladolid	520	0,7
Coruña / A Coruña	0	0,3	Palencia	0	0,4	Vitoria / Gasteiz	650	0,4
Cuenca	70	1,0	Palma de Mallorca	0	0,2	Zamora	210	0,5
Gerona / Girona	690	0,4	Palmas, Las	450	0,2	Zaragoza	0	0,2
Granada	690	0,5	Pamplona/Iruña	450	0,7	Ceuta y Melilla	0	0,2



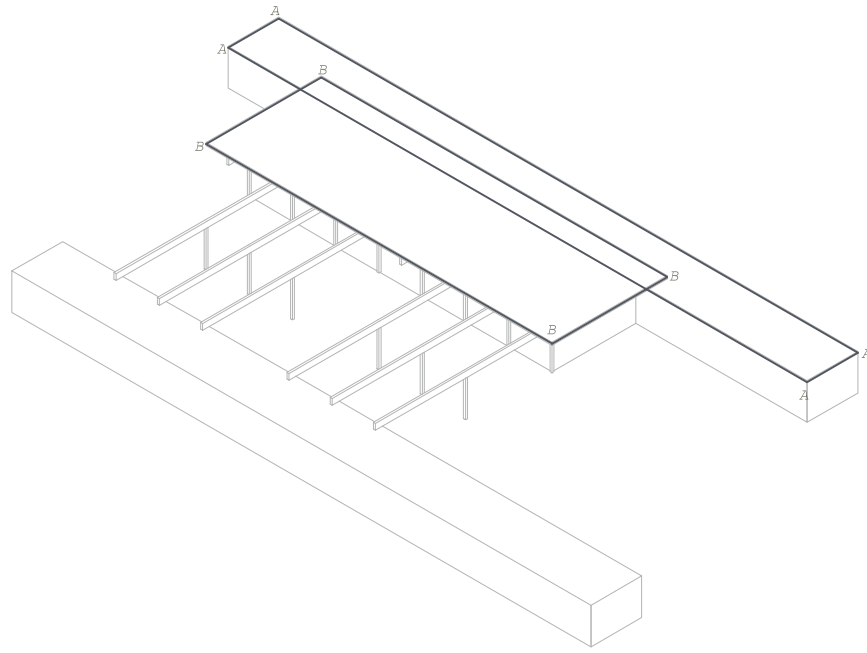


Tabla 3.4. Valores del coeficiente de exposición  $c_e$ .

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



Figura D.1 Valor básico de la velocidad del viento,  $v_b$

### c) Sobrecarga de viento

La acción de viento, en general una fuerza perpendicular a la superficie de cada punto expuesto, o presión estática,  $q_e$  puede expresarse como:  $q_e = q_b \times c_e \times c_p$

El valor básico de la velocidad del viento en cada localidad puede obtenerse del mapa de la figura D.1. El de la presión dinámica es, respectivamente de 0.42 kN/m<sup>2</sup>, 0.45 kN/m<sup>2</sup> y 0.52 kN/m<sup>2</sup> para las zonas A, B y C de este mapa. (anexo MS7).

El valor de la presión dinámica  $q_b$  en el área de Valencia es por tanto de 0.42 kN/m<sup>2</sup>

Para coeficiente de exposición  $c_e$ , se adoptan los siguientes valores en función de la altura considerando que se encuentra en la zona 'borde del mar o lago, con una superficie de agua en la dirección del viento de al menos 5km de longitud' (anexo MS8).

Dividimos el edificio en dos zonas dependiendo de la altura de sus cubiertas: pabellón público + pabellones docentes y muros.

Interpolando los valores obtenemos:

$$Z(A) = 2.75 \text{ m, } c_e = 2.375$$

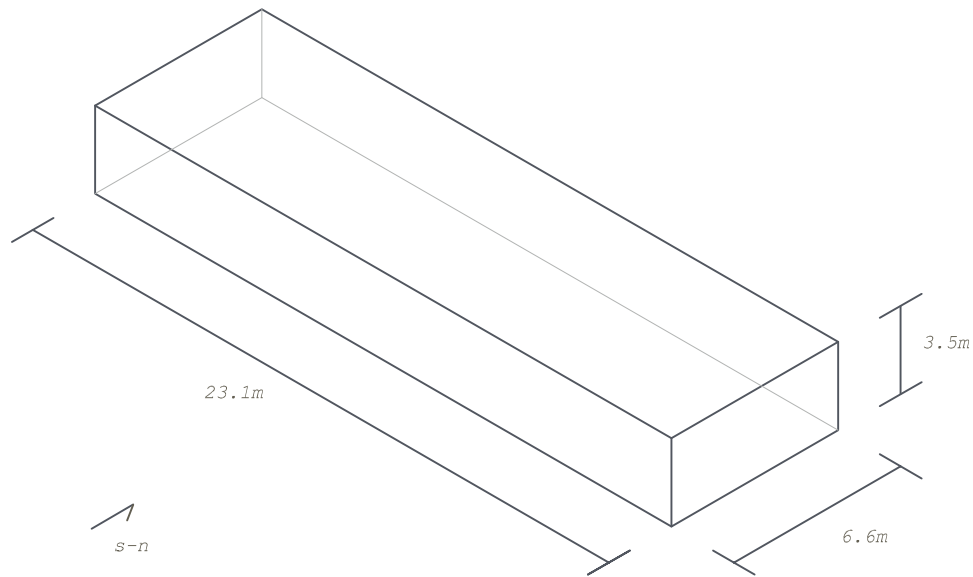
$$Z(B) = 3.5 \text{ m, } c_e = 2.45$$

anexo MS10.

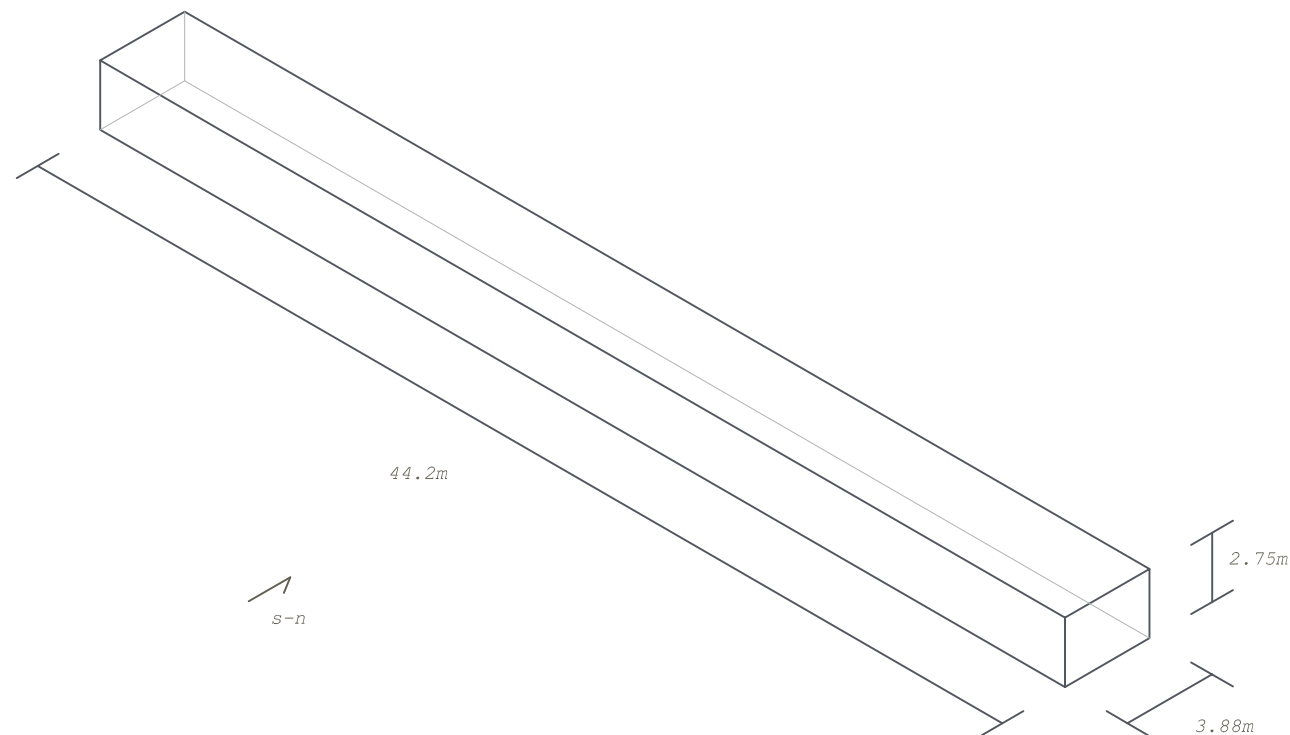
Tabla 3.5. Coeficiente eólico en edificios de pisos

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

anexo MS11.



anexo MS12.



Para el análisis global de la estructura, bastará considerar para el valor de  $c_p$  unos coeficientes eólicos a barlovento y sotavento, aplicando la acción de viento a la superficie proyección del volumen edificado en un plano perpendicular a la acción de viento. Como coeficientes eólicos globales, podrán adoptarse los de la tabla 3.5. (anexo MS10)

Pabellón. Viento sur-norte y este-oeste.

$$\lambda_{s-n} = h/d = 3.5/6.6 = 0.53$$

$$\lambda_{e-o} = h/d = 3.5/23.1 = 0.15$$

(anexo MS11)

Interpolando los valores obtenemos:

$$c_p (s-n) = 0.712$$

$$c_s (s-n) = -0.4$$

Del lado de la seguridad obtenemos:

$$c_p (e-o) = 0.7$$

$$c_s (e-o) = -0.3$$

Por lo que:

$$q_e(\text{barlovento, presión, s-n}) = q_b \times c_e \times c_p = 0.42 \times 2.45 \times 0.712 = 0.73 \text{ Kn/m}^2$$

$$q_e(\text{sotavento, succión, s-n}) = q_b \times c_e \times c_p = 0.42 \times 2.45 \times -0.4 = -0.41 \text{ Kn/m}^2$$

$$q_e(\text{barlovento, presión, e-o}) = q_b \times c_e \times c_p = 0.42 \times 2.45 \times 0.7 = 0.72 \text{ Kn/m}^2$$

$$q_e(\text{sotavento, succión, s-n}) = q_b \times c_e \times c_p = 0.42 \times 2.45 \times -0.3 = -0.31 \text{ Kn/m}^2$$

Muro. Viento sur-norte y este-oeste.

$$\lambda_{s-n} = h/d = 2.75/3.88 = 0.71$$

$$\lambda_{e-o} = h/d = 2.75/44.2 = 0.06$$

(anexo MS12)

Del lado de la seguridad obtenemos:

$$c_p (s-n) = 0.8$$

$$c_s (s-n) = -0.4$$

$$c_p (e-o) = 0.7$$

$$c_s (e-o) = -0.3$$

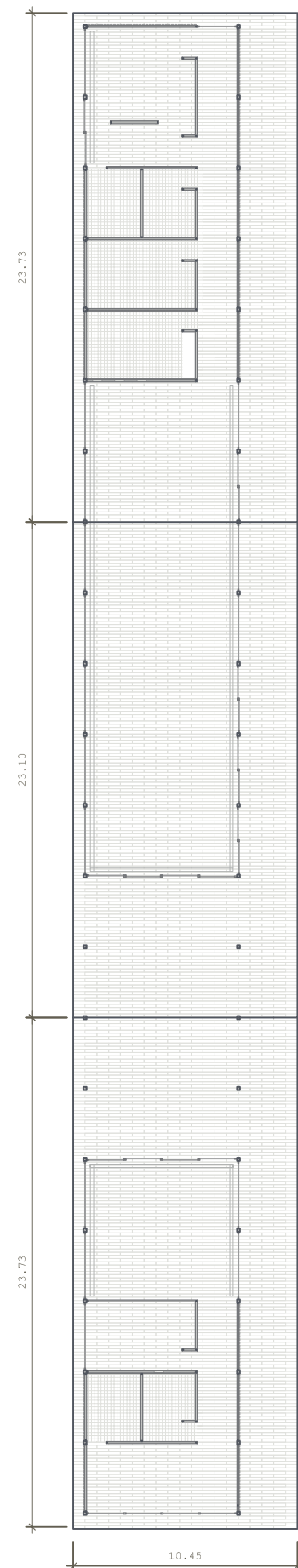
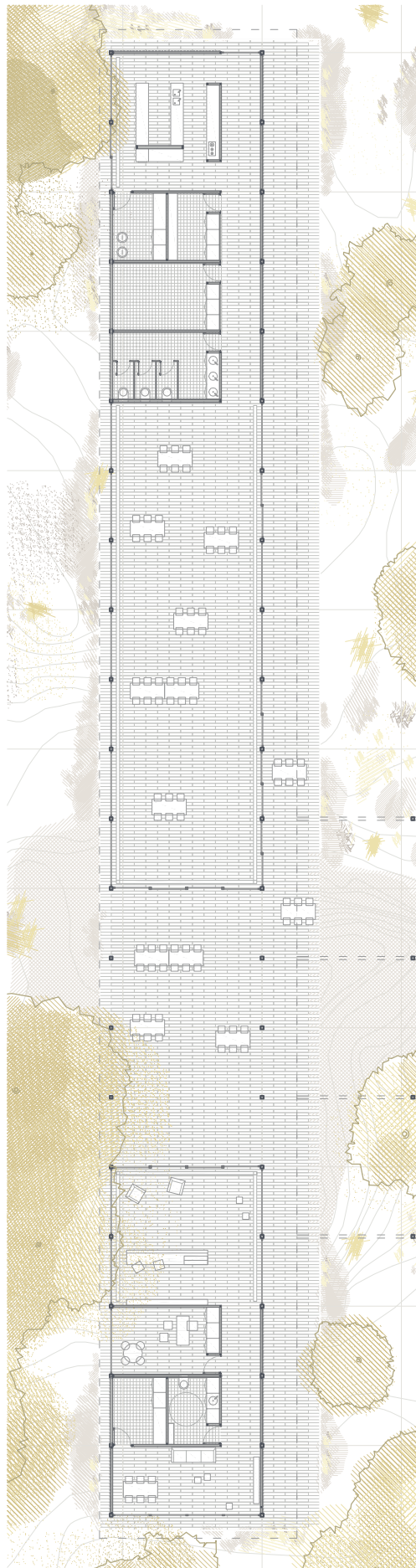
Por lo que:

$$q_e(\text{barlovento, presión, s-n}) = q_b \times c_e \times c_p = 0.42 \times 2.375 \times 0.8 = 0.8 \text{ Kn/m}^2$$

$$q_e(\text{sotavento, succión, s-n}) = q_b \times c_e \times c_p = 0.42 \times 2.375 \times -0.4 = -0.4 \text{ Kn/m}^2$$

$$q_e(\text{barlovento, presión, e-o}) = q_b \times c_e \times c_p = 0.42 \times 2.375 \times 0.7 = 0.7 \text{ Kn/m}^2$$

$$q_e(\text{sotavento, succión, s-n}) = q_b \times c_e \times c_p = 0.42 \times 2.375 \times -0.3 = -0.3 \text{ Kn/m}^2$$



Los efectos del viento en ambas direcciones y sobre los dos sistemas estructurales, generan sobre la cubierta fuerzas resultantes de succión. Por tanto, para el cálculo de la estructura se han despreciado, quedando así, del lado de la seguridad.

Se ha considerado una fuerza de magnitud plena para el viento en dirección sur-norte actuante sobre el pabellón y el muro, aunque en realidad esta acción quedaría paliada por la vegetación y/o por el muro de la unidad básica inmediatamente anterior.

Debido a la escasa altura, el peso propio de la cubierta de zinc ( $1.45 \text{ Kn/m}^2$ ) y con mayor motivo en la cubierta de estrato vegetal ( $3.98 \text{ Kn/m}^2$ ) deberían ser suficientes para soportar las fuerzas de succión. En caso contrario, sería un problema constructivo que se afronta desde los mecanismos de anclaje de las cubiertas. En este caso y por tratarse de una mera aproximación de los efectos de la acción del viento y no como un cálculo exhaustivo no vamos a desarrollar.

#### d) Acciones térmicas

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 o revestimientos, y del régimen de calefacción y ventilación interior, así como del aislamiento térmico.

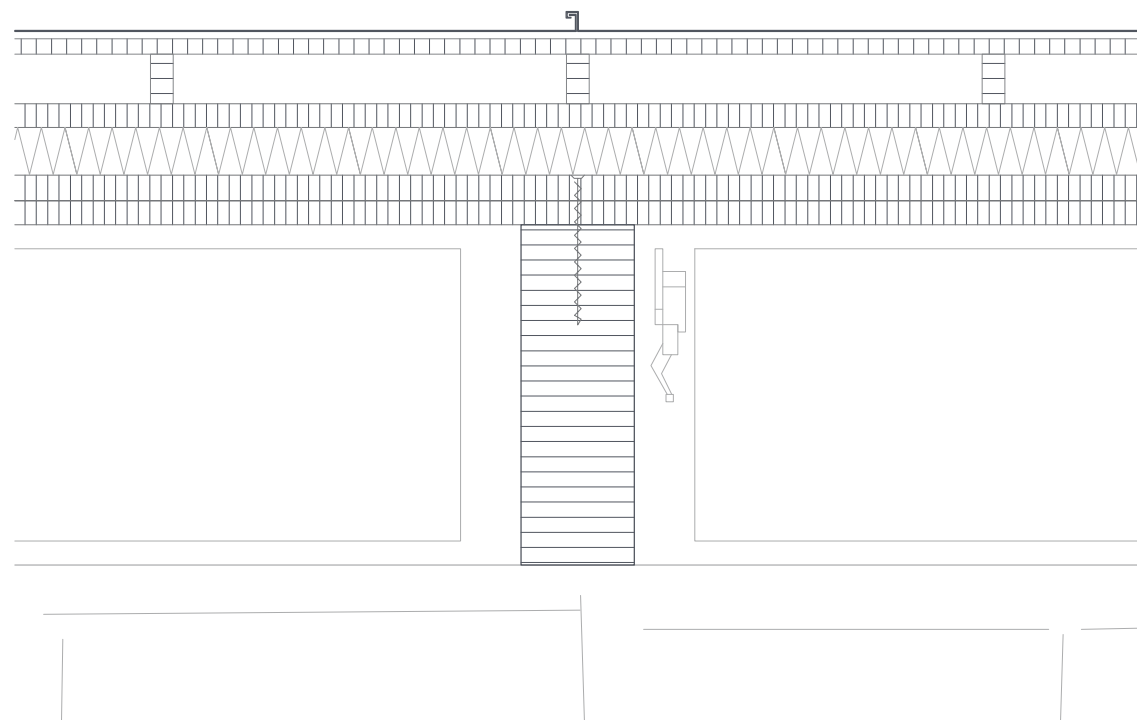
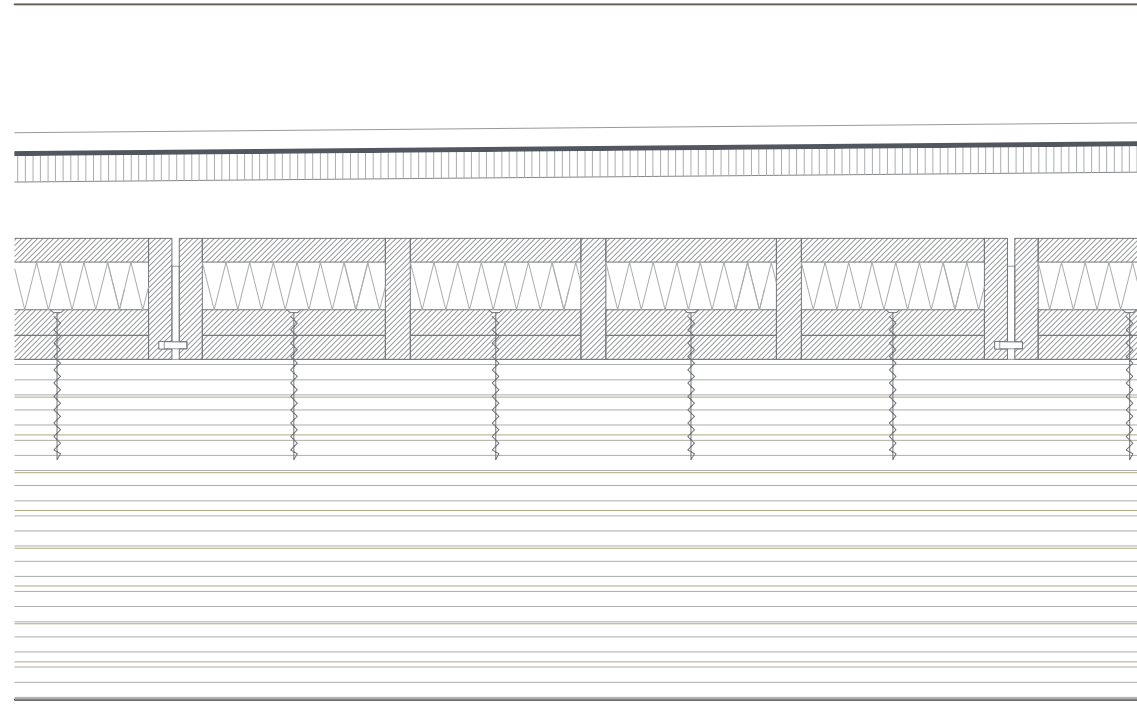
La disposición de juntas de dilatación puede contribuir a disminuir los efectos de las variaciones de la temperatura. En edificios habituales con elementos estructurales de hormigón o acero, pueden no considerarse las acciones térmicas cuando se dispongan juntas de dilatación de forma que no existan elementos continuos de más de 40m de longitud.

La mayor parte de los elementos de hormigón, ya sean cubiertas, muros o soleras tienen una dimensión mucho menor a la marcada por la norma.

Tan sólo el muro que cierra los prismas de hormigón armado en su cara norte tiene una dimensión que supera ligeramente, del orden de centímetros, los 40 metros, por lo que no disponemos juntas de dilatación en estos términos.

Así mismo, la solera que resuelve el contacto con el terreno en el pabellón público también supera la dimensión estipulada. Se deberán disponer por tanto juntas de dilatación que eviten tramos continuos de más de 40 metros.

arriostramiento en sentido transversal de las vigas MLEH gracias a la colaboración de las placas alveolares de madera.



- ACCIONES ACCIDENTALES

**a) Sismo (Norma Sismorresistente NCSE-02)**

Se procede a comprobar la necesidad de aplicación de la norma sobre la escuela infantil.

Según el apartado 1.2.2. Clasificación de las construcciones, se trata de un edificio considerado de **importancia normal**.

'Aquellas cuya destrucción por el terremoto pueda ocasionar víctimas, interrumpir un servicio para la colectividad, o producir importantes pérdidas económicas, sin que en ningún caso se trate de un servicio imprescindible ni pueda dar lugar a efectos catastróficos'.

Según el apartado 1.2.3 Criterios de aplicación de la norma, la escuela infantil cumplirá la norma NCSE-02 cuando todos los pórticos se encuentren arriostrados entre sí en las dos direcciones.

'La aplicación de esta Norma es obligatoria en las construcciones recogidas en el artículo 1.2.1, excepto:

En las construcciones de importancia normal con pórticos bien arriostrados entre sí en todas las direcciones cuando la aceleración sísmica básica  $a_b$  (art. 2.1) sea inferior a 0.08 g.'.

BOE núm. 244

Viernes 11 octubre 2002

35963

SILLA	0,07	(1,0)	OLIVA DE LA FRONTERA	0,06	(1,3)
SIMAT DE LA VALLDIGNA	0,07	(1,0)	OLIVENZA	0,05	(1,3)
SOLLANA	0,07	(1,0)	PARRA, LA	0,05	(1,3)
SUECA	0,07	(1,0)	PUEBLA DE LA CALZADA	0,04	(1,3)
SUMACÀRCER	0,07	(1,0)	PUEBLA DE SANCHO PÉREZ	0,04	(1,3)
TAVERNES BLANQUES	0,06	(1,0)	PUEBLA DEL MAESTRE	0,04	(1,2)
TAVERNES DE LA VALLDIGNA	0,07	(1,0)	PUEBLONUEVO DEL GUADIANA	0,05	(1,3)
TERESA DE COFRENTES	0,07	(1,0)	REINA	0,04	(1,2)
TERRATEIG	0,07	(1,0)	ROCA DE LA SIERRA	0,05	(1,3)
TORRELLA	0,07	(1,0)	SALVALEÓN	0,05	(1,3)
TORRENT	0,07	(1,0)	SALVATIERRA DE LOS BARROS	0,05	(1,3)
TORRES TORRES	0,04	(1,0)	SAN VICENTE DE ALCÁNTARA	0,04	(1,2)
TOUS	0,07	(1,0)	SANTA MARTA	0,04	(1,3)
TURÍS	0,06	(1,0)	SANTOS DE MAIMONA, LOS	0,04	(1,3)
VALENCIA	0,06	(1,0)	SEGURA DE LEÓN	0,05	(1,3)
VALLADA	0,07	(1,0)	SOLANA DE LOS BARROS	0,04	(1,3)
VALLÉS	0,07	(1,0)	TALavera LA REAL	0,04	(1,3)
VILAMARXANT	0,05	(1,0)	TÁLIGA	0,06	(1,3)
VILLALONGA	0,07	(1,0)	TORRE DE MIGUEL SESMERO	0,05	(1,3)
VILLANUEVA DE CASTELLÓN	0,07	(1,0)	TRASIERRA	0,04	(1,2)
VINALESA	0,06	(1,0)	USAGRE	0,04	(1,3)
XÀTIVA	0,07	(1,0)	VALDELACALZADA	0,04	(1,3)
XERACO	0,07	(1,0)	VALENCIA DEL MOMBUEY	0,08	(1,2)
XERESA	0,07	(1,0)	VALENCIA DEL VENTOSO	0,05	(1,3)
XIRIVELLA	0,07	(1,0)	VALLE DE MATAMOROS	0,05	(1,3)
YÀTOVA	0,06	(1,0)	VALLE DE SANTA ANA	0,05	(1,3)
ZARRA	0,07	(1,0)	VALVERDE DE BURGUILLOS	0,05	(1,3)
			VALVERDE DE LEGANÉS	0,05	(1,3)

- ELEMENTOS ESTRUCTURALES DE MADERA (DB SE M)

Para el cálculo de los elementos de madera se han tenido en cuenta las acciones permanentes (G), y las acciones variables (Q).

La estructura está formada por los siguientes elementos fundamentalmente: pilar de madera aserrada D70 de sección 150 x 150 mm y viga de cubierta de madera laminada encolada homogénea GL\_36h sección de 150 x 450 mm.

**a) Bases de cálculo**

Contenido de humedad de la madera. Clase de Servicio.

*Clase de servicio 1:* Se caracteriza por un contenido de humedad en la madera correspondiente a una temperatura de 20 +/- 2°C y una humedad relativa del aire que sólo exceda el 65% unas pocas semanas al año.

*Clase de servicio 2:* Se caracteriza por un contenido de humedad en la madera correspondiente a una temperatura de 20 +/- 2°C y una humedad relativa del aire que sólo exceda el 85% unas pocas semanas al año.

*Clase de servicio 3.* Condiciones ambientales que conduzcan al contenido de humedad superior al de la clase de servicio 2.

Se ha asignado a toda la madera estructural a la **Clase de servicio 2**, ya que en este caso los elementos estructurales se encuentran en contacto con el exterior.

Duración de la carga

(anexo MS13)

Efecto de las dimensiones de la pieza en la resistencia.

Existe una relación entre la resistencia de la madera y el tamaño de la pieza, de tal forma que cuanto mayor sea su volumen menor resulta la tensión de rotura.

(anexo MS14)

(anexo MS14)

**Tabla 2.1 Factores de corrección**

Factor	Aplicación				
<b>de altura</b>	Madera aserrada: canto (mm)	<40	70	100	≥150
	Factor $k_t$ de corrección de $f_{m,k}$ y $f_{t,0,k}$	1,3	1,2	1,1	1,0
	Madera laminada: canto (mm)	<240	300	400	≥600
<b>de volumen</b>	Factor $k_t$ corrector de $f_{m,k}$ y $f_{t,0,k}$	1,10	1,07	1,04	1,00
	Madera laminada : volumen de la zona afectada (m <sup>3</sup> )	<0,010	0,015	0,020	0,030
	Factor $k_{vol}$ corrector de $f_{t,0,k}$	1,00	0,92	0,87	0,80

(anexo MS13)

**Tabla 2.2 Clases de duración de las acciones**

Clase de duración	Duración aproximada acumulada de la acción en valor característico	Acción
<b>Permanente</b>	más de 10 años	Permanente, peso propio
<b>Larga</b>	de 6 meses a 10 años	Apeos o estructuras provisionales no itinerantes
<b>Media</b>	de una semana a 6 meses	sobrecarga de uso; nieve en localidades de >1000 m
<b>Corta</b>	menos de una semana	viento; nieve en localidades de < 1000 m
<b>Instantánea</b>	algunos segundos	sismo

(anexo MS18)

**Tabla E.2 Madera aserrada. Especies frondosas. Valores de las propiedades asociadas a cada Clase resistente**

Propiedades	Clase Resistente	D18	D24	D30	D35	D40	D50	D60	D70
		<b>Resistencia (característica), en N/mm²</b>							
- Flexión $f_{t,k}$		18	24	30	35	40	50	60	70
- Tracción paralela $f_{t,0,k}$		11	14	18	21	24	30	36	42
- Tracción perpendicular $f_{t,90,k}$		0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6
- Compresión paralela $f_{c,0,k}$		18	21	23	25	26	29	32	34
- Compresión perpendicular $f_{c,90,k}$		7,5	7,8	8,0	8,1	8,3	9,3	10,5	13,5
- Cortante $f_{v,k}$		3,4	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,5	5,0
<b>Rigidez, kN/mm²</b>									
- Módulo de elasticidad paralelo medio $E_{0,medio}$		10	11	12	12	13	14	17	20
- Módulo de elasticidad paralelo 5º-percentil $E_{0,k}$		8,4	9,2	10,1	10,1	10,9	11,8	14,3	16,8
- Módulo de elasticidad perpendicular medio $E_{90,medio}$		0,67	0,73	0,80	0,80	0,86	0,93	1,13	1,33
- Módulo transversal medio $G_{medio}$		0,63	0,69	0,75	0,75	0,81	0,88	1,06	1,25
<b>Densidad, kg/m³</b>									
- Densidad característica $\rho_k$		500	520	530	540	550	620	700	900
- Densidad media $\rho_{medio}$		610	630	640	650	660	750	840	1080

(anexo MS17)

**Tabla E.3 Madera laminada encolada homogénea. Valores de las propiedades asociadas a cada Clase Resistente**

Propiedades	Clase Resistente	GL24h	GL28h	GL32h	GL36h
		<b>Resistencia (característica), en N/mm²</b>			
- Flexión $f_{t,k}$		24	28	32	36
- Tracción paralela $f_{t,0,k}$		16,5	19,5	22,5	26
- Tracción perpendicular $f_{t,90,k}$		0,4	0,45	0,5	0,6
- Compresión paralela $f_{c,0,k}$		24	26,5	29	31
- Compresión perpendicular $f_{c,90,k}$		2,7	3,0	3,3	3,6
- Cortante $f_{v,k}$		2,7	3,2	3,8	4,3
<b>Rigidez, en kN/mm²</b>					
- Módulo de elasticidad paralelo medio $E_{0,medio}$		11,6	12,6	13,7	14,7
- Módulo de elasticidad paralelo 5º-percentil $E_{0,k}$		9,4	10,2	11,1	11,9
- Módulo de elasticidad perpendicular medio $E_{90,medio}$		0,39	0,42	0,46	0,49
- Módulo transversal medio $G_{medio}$		0,72	0,78	0,85	0,91
<b>Densidad, en kg/m³</b>					
Densidad característica $\rho_{k,k}$		380	410	430	450

(anexo MS16)

**Tabla 2.4 Valores del factor  $k_{mod}$**

Material	Norma	Clase de servicio	Clase de duración de la carga					
			Permanente	Larga	Media	Corta	Instantánea	
Madera maciza	UNE-EN 14081-1	1	0,60	0,70	0,80	0,90	1,10	
		2	0,60	0,70	0,80	0,90	1,10	
		3	0,50	0,55	0,65	0,70	0,90	
Madera laminada encolada	UNE-EN 14080	1	0,60	0,70	0,80	0,90	1,10	
		2	0,60	0,70	0,80	0,90	1,10	
		3	0,50	0,55	0,65	0,70	0,90	
Madera microlaminada	UNE-EN 14374, UNE-EN 14279	1	0,60	0,70	0,80	0,90	1,10	
		2	0,60	0,70	0,80	0,90	1,10	
		3	0,50	0,55	0,65	0,70	0,90	
Tablero contrachapado	UNE-EN 636	Tipo EN 636-1,2 y 3	1	0,60	0,70	0,80	0,90	1,10
		Tipo EN 636-2 y 3	2	0,60	0,70	0,80	0,90	1,10
		Tipo EN 636-3	3	0,50	0,55	0,65	0,70	0,90
		UNE-EN 300						
Tablero de virutas orientadas (OSB) <sup>1</sup>	OSB/2, OSB/3, OSB/4	OSB/2	1	0,30	0,45	0,65	0,85	1,10
		OSB/3	1	0,40	0,50	0,70	0,90	1,10
		OSB/3	2	0,30	0,40	0,55	0,70	0,90
		UNE-EN 312						
Tablero de partículas	UNE-EN 636	Tipo P4, Tipo P5	1	0,30	0,45	0,65	0,85	1,10
		Tipo P5	2	0,20	0,30	0,45	0,60	0,80
		Tipo P6, Tipo P7	1	0,40	0,50	0,70	0,90	1,10
		Tipo P7	2	0,30	0,40	0,55	0,70	0,90
		UNE-EN 622-2						
Tablero de fibras duro	UNE-EN 622-2	HB.LA, HB.HLA 1 o 2	1	0,30	0,45	0,65	0,85	1,10
		HB.HLA 1 o 2	2	0,20	0,30	0,45	0,60	0,80
		UNE-EN 622-3						
Tablero de fibras semi-duro	UNE-EN 622-3	MBH.LA 1 o 2	1	0,20	0,40	0,60	0,80	1,10
		MBH.HLS1 o 2	1	0,20	0,40	0,60	0,80	1,10
		MBH.HLS1 o 2	2	-	-	-	0,45	0,80
Tablero de fibras MDF	UNE-EN 622-5	MDF.LA, MDF.HLS	1	0,20	0,40	0,60	0,80	1,10
		MDF.HLS	2	-	-	-	0,45	0,80
		MDF.HLS	2	-	-	-	0,45	0,80

<sup>1</sup>OSB = Oriented Strand Board. El acrónimo es usado frecuentemente en lengua inglesa y se ha acuñado como un nombre usual para el material en otros idiomas, como de hecho sucede ya en el nuestro.

(anexo MS15)

**Tabla 2.3 Coeficientes parciales de seguridad para el material,  $\gamma_M$**

<b>Situaciones persistentes y transitorias:</b>	
- Madera maciza	1,30
- Madera laminada encolada	1,25
- Madera microlaminada, tablero contrachapado, tablero de virutas orientadas	1,20
- Tablero de partículas y tableros de fibras (duros, medios, densidad media, blandos)	1,30
- Uniones	1,30
- Placas clavo	1,25
<b>Situaciones extraordinarias:</b>	1,0

### Valores de cálculo

El valor de cálculo  $X_d$ , de una propiedad del material (resistencia) se define como:

$$X_d = k_{mod} \times (X_k / \gamma_M)$$

$X_d$  valor característico de la propiedad material

$\gamma_M$  coeficiente parcial de seguridad para la propiedad del material definido en la tabla 2.3. (anexo MS15).

### Coeficientes parciales de seguridad

Madera aserrada  $\gamma_M = 1.30$

Madera laminada encolada  $\gamma_M = 1.25$

Situación extraordinaria, incendio  $\gamma_M = 1$

De manera análoga se define el valor de la capacidad de carga de cálculo (referida a una unión o un sistema estructural),  $R_d$  según la expresión:

$$R_d = k_{mod} \times (R_k / \gamma_M)$$

$R_d$  valor característico de la capacidad de carga

$\gamma_M$  coeficiente parcial de seguridad correspondiente definido por la tabla

Factor de modificación (por duración de la carga y clase de servicio)  $k_{mod}$ :

(anexo MS16)

### Material

En el proyecto se emplea madera laminada encolada homogénea GL36h y madera aserrada frondosa D70 conforme a lo indicado en el Anejo E.

(anexos MS17 y MS18)

- ELEMENTOS ESTRUCTURALES DE HORMIGÓN (EHE-08)

Para el cálculo de los elementos de hormigón se han tenido en cuenta las acciones permanentes (G) y las acciones variables (Q).

Para cada situación de dimensionado de la cimentación se han tenido en cuenta tanto las acciones que actúan sobre el edificio como las acciones geotécnicas que se transmiten o generan a través del terreno en que se apoya el mismo.

La estructura está formada por los siguientes elementos fundamentalmente: muro de hormigón armado HA-30 de 350 mm de espesor; forjado de losa maciza de HA-30 de 20 mm de espesor; cimentación corrida de zapatas de HA-30 de 1200 mm de lado.

**a) Bases de cálculo**

Dimensiones, secciones y armados

Las dimensiones, secciones y armados se indican en los planos de estructura del proyecto. Se han dispuesto armaduras que cumplen con la instrucción de hormigón estructural EHE-08 atendiendo al elemento estructural considerado

Características de los materiales

*Hormigón para cimentación HA-30/B/16/IIIa*

Los coeficientes a utilizar para cada situación de proyecto y estados límite están definidos en el cumplimiento del DB SE.

Los valores de los coeficientes parciales de seguridad de los materiales para el estudio de los Estados Límite Últimos son los fijados en la EHE-08, en concreto es el artículo 15 (tabla 15.3). (anexo MS19).

*Recubrimientos*

Estructuras marinas por encima de la pleamar y elementos exteriores a menos de 5km de la costa, las cimentaciones y otros elementos en contacto con el terreno, se corresponden al **ambiente IIIa**.

De acuerdo a la tabla 37.2.4 de la EHE-08, se establecen los siguientes recubrimientos mínimos netos para los elementos estructurales de hormigón: **cimentación 7cm y estructura 3.5cm**.

*Armaduras*

Las armaduras pasivas de los elementos estructurales de hormigón armado se resuelven con barras de acero corrugado soldable cuyas características mecánicas, mínimas a garantizar por el suministrador y especificadas en el artículo 32.2 de la EHE-08, se han considerado para garantizar la seguridad estructural del proyecto: **tanto en cimentación como en estructura se emplea acero B500**.

(anexo MS19)

**Tabla 15.3**  
Coeficientes parciales de seguridad de los materiales  
para Estados Límite Últimos

Situación de proyecto	Hormigón $\gamma_c$	Acero pasivo y activo $\gamma_s$
Persistente o transitoria	1,5	1,15
Accidental	1,3	1,0

IV. MODELIZADO DE CARGAS DEL EDIFICIO. DB SE-AE CTE.

- PROGRAMA DE CALCULO UTILIZADO

El cálculo de la estructura se ha realizado con el programa *Architrave* realizado en el Departamento de Estructuras de la E.T.S.A. UPV por los profesores Adolfo Alonso Durá y Agustín Pérez García. Las características del programa y el sistema de cálculo empleado se especifican a continuación.

- METODO DE CALCULO DE LOS ESFUERZOS

El cálculo de las deformaciones de la estructura sometida a un sistema de acciones externas, y los esfuerzos que solicitan a los elementos estructurales se realiza por el método matricial de las rigideces para el caso de cálculo estático.

- MODELIZACION DE LA ESTRUCTURA

El sistema estructural elegido corresponde al tipo espacial de nudos rígidos. La estructura ha sido modelizada mediante la interfaz de *Architrave diseño* para programas de diseño asistido por ordenador, en este caso AutoCAD.

Los elementos verticales (barras) han sido modelizados espacialmente como ejes que pasan por el centro de gravedad de la sección. Las bases de los soportes se han modelizado como empotradas en la cimentación. Los forjados y los muros han sido modelizados como una malla de elementos finitos 2D.

Las solicitaciones de la estructura han sido obtenidas mediante la interfaz *Architrave Cálculo*.

- COMBINACIONES DE CARGAS

La combinación de acciones para el cálculo se realizará conforme al punto 4.2.2 Combinación de acciones, del DB-SE. Tendremos en cuenta las siguientes hipótesis.

- HIP 01 G Peso propio
- HIP 02 U Sobrecarga de uso
- HIP 03 N Sobrecarga de nieve
- HIP 04 Vns Viento en dirección norte-sur
- HIP 05 Veo Viento en dirección este-oeste

a) Exigencia de capacidad portante.

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

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

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

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

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

(anexos MS20 y MS21)

(anexo MS21)

Tabla 4.2 Coeficientes de simultaneidad ( $\Psi$ )

	$\Psi_0$	$\Psi_1$	$\Psi_2$
Sobrecarga superficial de uso (Categorías según DB-SE-AE)			
•Zonas residenciales (Categoría A)	0,7	0,5	0,3
•Zonas administrativas (Categoría B)	0,7	0,5	0,3
•Zonas destinadas al público (Categoría C)	0,7	0,7	0,6
•Zonas comerciales (Categoría D)	0,7	0,7	0,6
•Zonas de tráfico y de aparcamiento de vehículos ligeros con un peso total inferior a 30 kN (Categoría F)	0,7	0,7	0,6
•Cubiertas transitables (Categoría G)		(1)	
•Cubiertas accesibles únicamente para mantenimiento (Categoría H)	0	0	0
Nieve			
•para altitudes > 1000 m	0,7	0,5	0,2
•para altitudes ≤ 1000 m	0,5	0,2	0
Viento	0,6	0,5	0
Temperatura	0,6	0,5	0
Acciones variables del terreno	0,7	0,7	0,7

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

(anexo MS20)

Tabla 4.1 Coeficientes parciales de seguridad ( $\gamma$ ) para las acciones

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

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

Tabla 4.2 Coeficientes de simultaneidad ( $\Psi$ )



Combinación de acciones ELU.

$$\text{ELU1}_-(1.35 G) + (1.50 U) + (1.5 \times 0.6 Vns) + (1.5 \times 0.5 N)$$

$$\text{ELU2}_-(1.35 G) + (1.50 U) + (1.5 \times 0.6 Veo) + (1.5 \times 0.5 N)$$

$$\text{ELU3}_-(1.35 G) + (1.50 Vns) + (1.5 \times 0.7 U) + (1.5 \times 0.5 N)$$

$$\text{ELU4}_-(1.35 G) + (1.50 Veo) + (1.5 \times 0.7 U) + (1.5 \times 0.5 N)$$

$$\text{ELU3}_-(1.35 G) + (1.50 N) + (1.5 \times 0.7 U) + (1.5 \times 0.6 Vns)$$

$$\text{ELU3}_-(1.35 G) + (1.50 N) + (1.5 \times 0.7 U) + (1.5 \times 0.6 Veo)$$

**b) Exigencia de aptitud al servicio.**

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

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

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

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

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

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

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

Combinación de acciones ELS (característica).

$$\text{ELSc1}_G + U + (0.6 Vns + 0.5 N)$$

$$\text{ELSc2}_G + U + (0.6 Veo + 0.5 N)$$

$$\text{ELSc3}_G + Vns + (0.7 U + 0.5 N)$$

$$\text{ELSc4}_G + Veo + (0.7 U + 0.5 N)$$

$$\text{ELSc5}_G + N + (0.7 U + 0.6 Vns)$$

$$\text{ELSc6}_G + N + (0.7 U + 0.6 Veo)$$

Combinación de acciones ELS (frecuente).

$$\text{ELsf1}_G + 0.7 U + (0 Vns + 0 N)$$

$$\text{ELsf2}_G + 0.7 U + (0 Veo + 0 N)$$

$$\text{ELsf3}_G + 0.5 Vns + (0.6 U + 0 N)$$

$$\text{ELsf4}_G + 0.5 Veo + (0.6 U + 0 N)$$

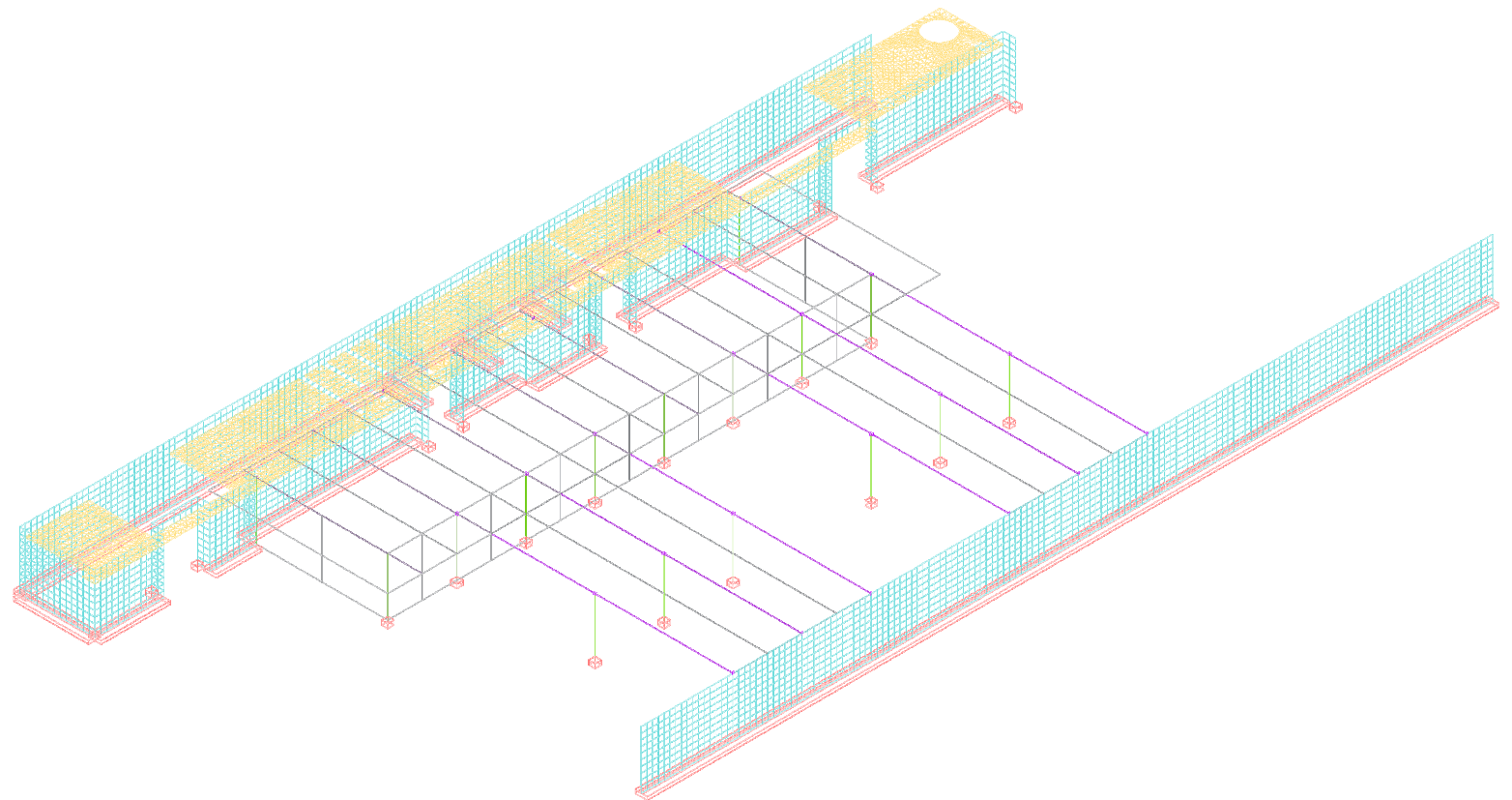
$$\text{ELsf5}_G + 0.2 N + (0.6 U + 0 Vns)$$

$$\text{ELsf6}_G + 0.2 N + (0.6 U + 0 Veo)$$

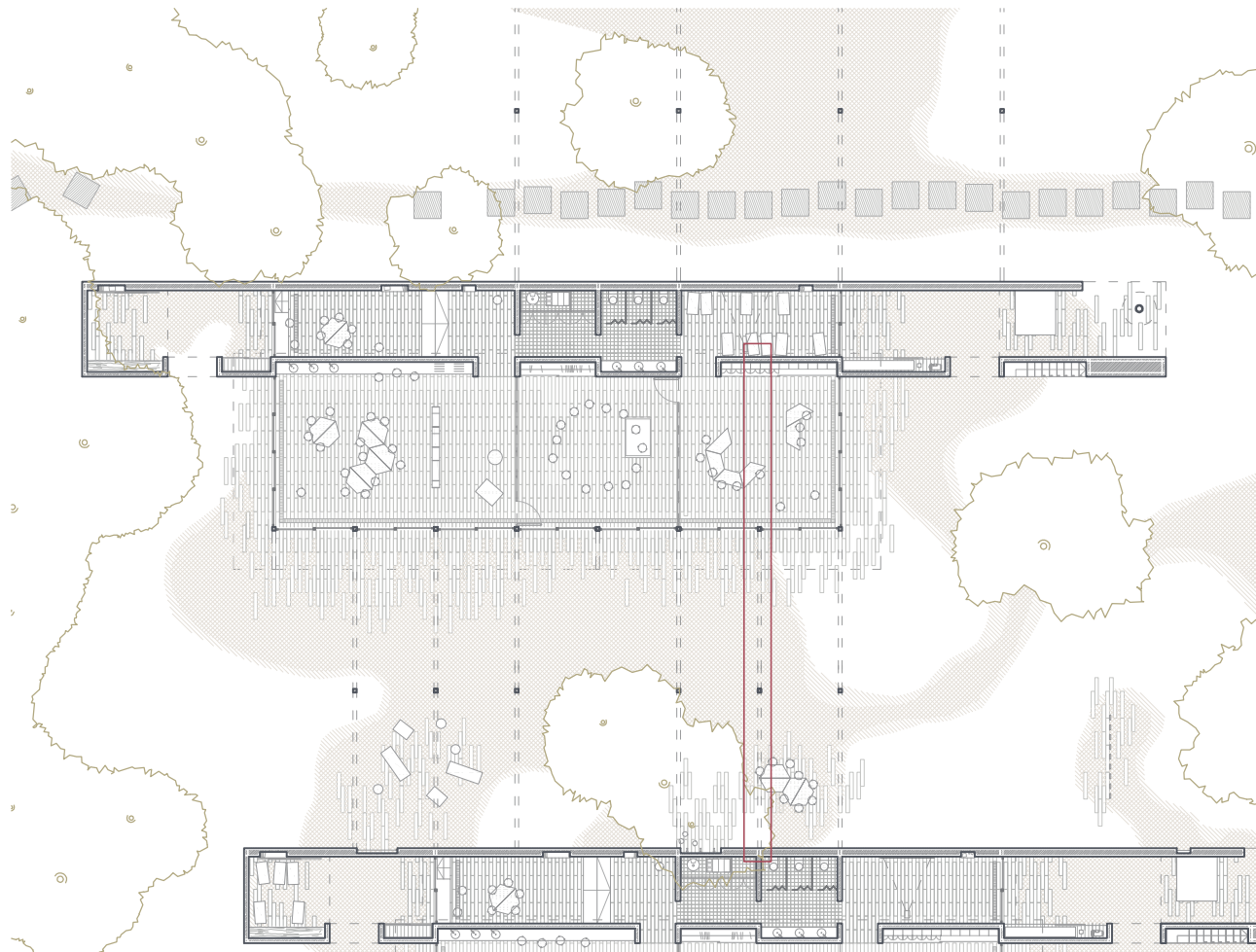
Combinación de acciones ELS (casi permanente).

$$\text{ELScp1}_G + 0.6 U + 0 Vns + 0 Veo + 0 N$$

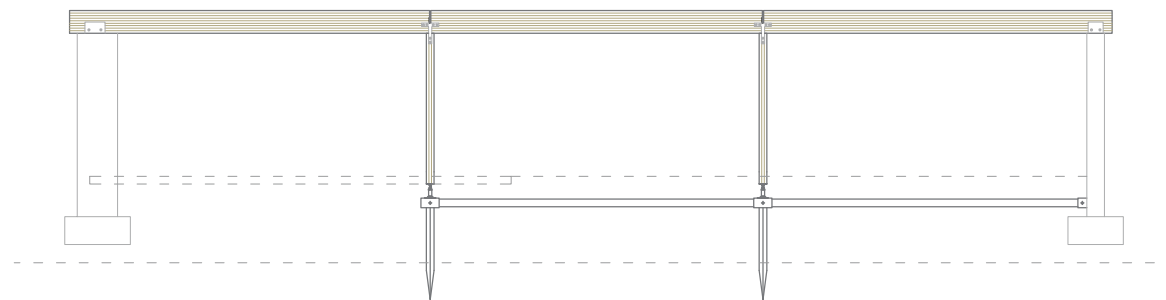
modelo de cálculo. Architrave Diseño.



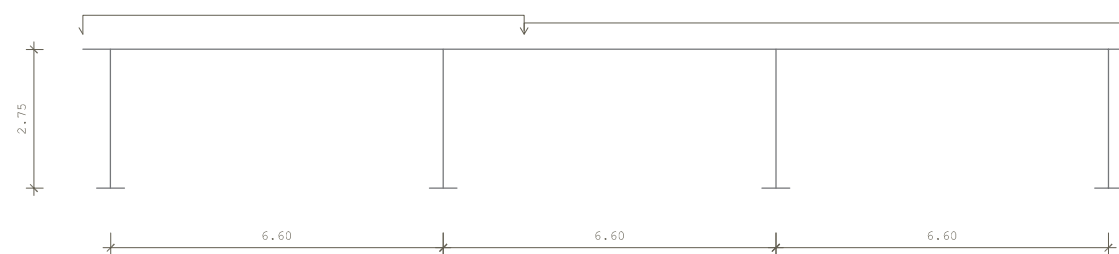
En la verificación de los estados límite mediante coeficientes parciales, para la determinación del efecto de las acciones, así como de la respuesta estructural, se utilizan los valores de cálculo de las variables, obtenidos a partir de sus valores característicos, u otros valores representativos, multiplicándolos o dividiéndolos por los correspondientes coeficientes parciales para las acciones y la resistencia respectivamente.



Esquema del pórtico e\_1/100



Modelización del pórtico e\_1/100

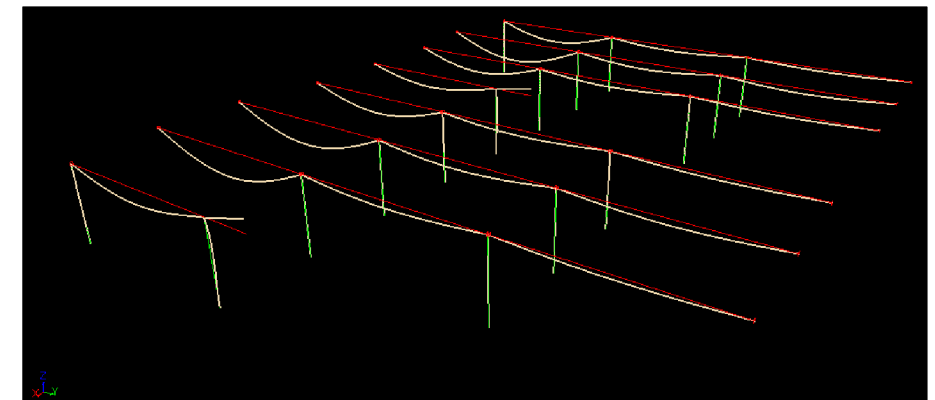


## V. EXTRACCIÓN DE RESULTADOS

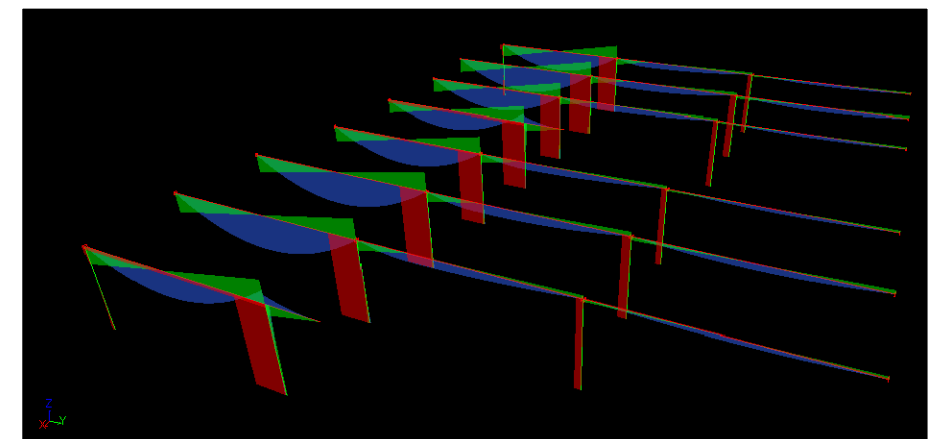
### COMPORTAMIENTO DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES DE MADERA

Según los resultados obtenidos a través de la interfaz Architrave Cálculo, las solicitaciones de los diferentes pórticos son muy similares o incluso idénticas. Tan sólo quedan matizadas por la presencia o no del voladizo y por el número de vanos. Por ello se opta por seleccionar uno de los pórticos con solicitación de esfuerzos mas desfavorable y aplicar las dimensiones obtenidas para las vigas y los pilares restantes, quedando del lado de la seguridad y abogando por una comprensión unitaria del espacio definido por la estructura.

Deformada del conjunto de vigas y pilares



Axiles, Cortantes Vy y Flectores Mz.



ELU. Situación persistente 1

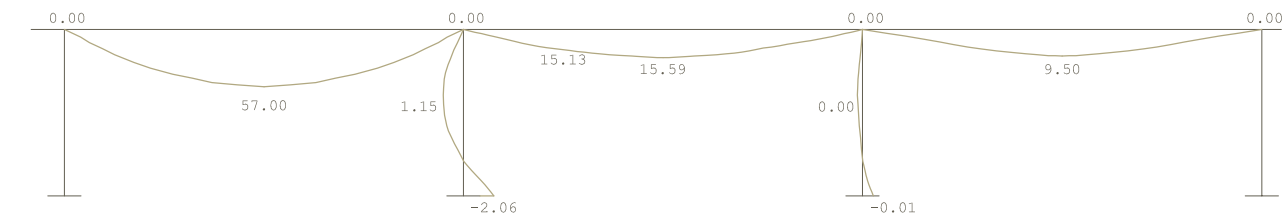


Diagrama de momentos (kN·m)

ELS. Situación característica 1

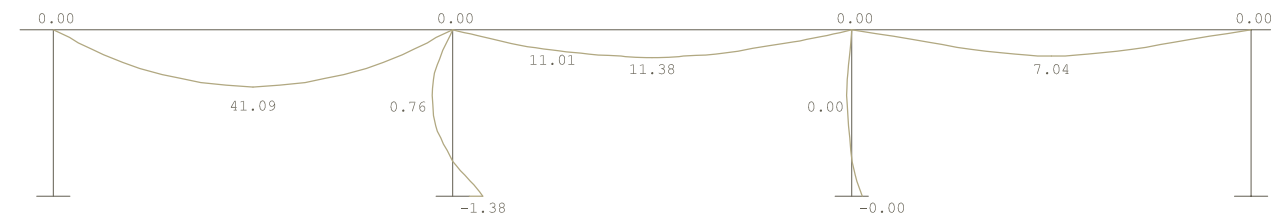


Diagrama de momentos (kN·m)

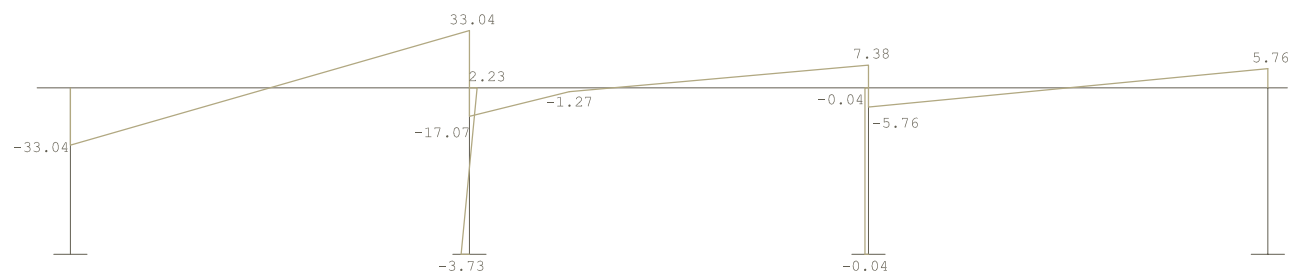


Diagrama de cortantes (kN)

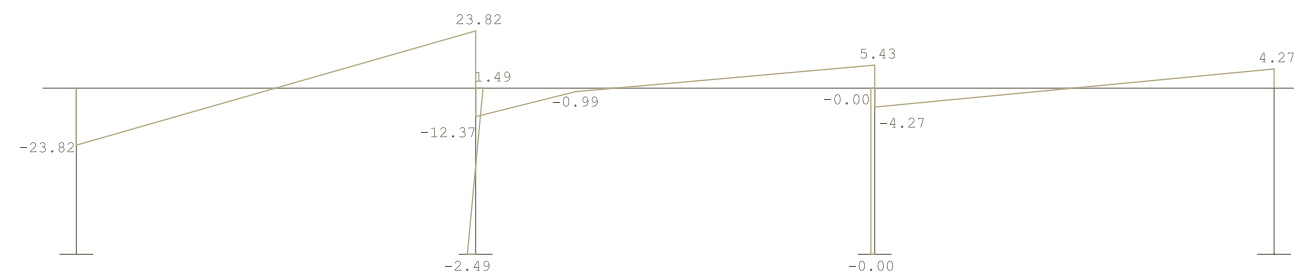


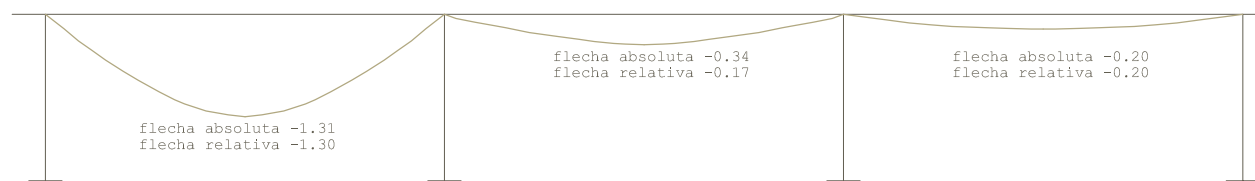
Diagrama de cortantes (kN)



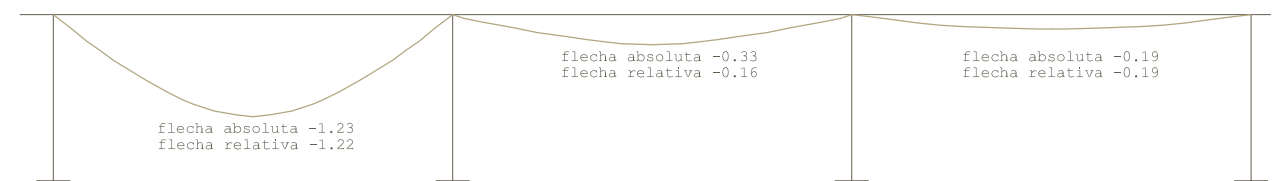
Diagrama de axiles (kN)



Diagrama de axiles (kN)



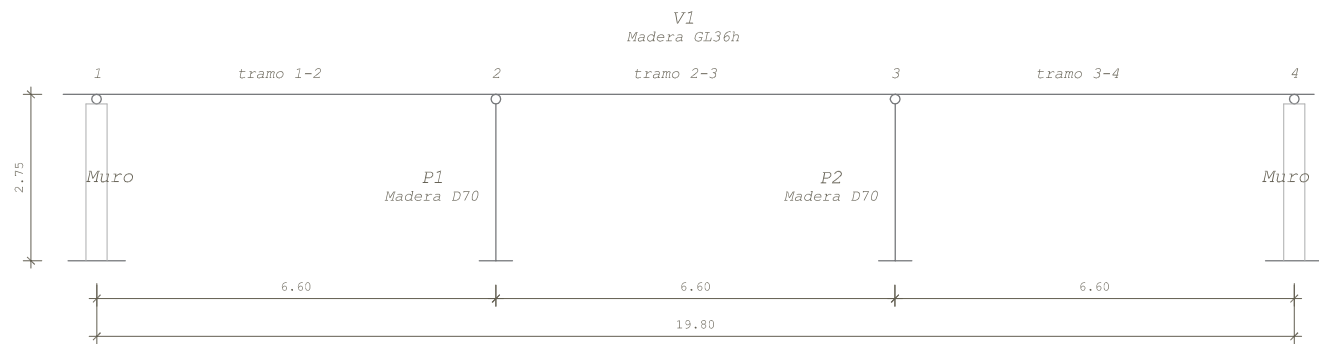
Deformada (cm)



Deformada (cm)

PREDIMENSIONADO

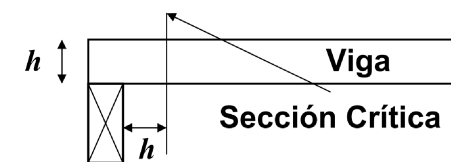
Pórtico



Solicitaciones (envolvente)

ELEMENTO	APOYOS	LONGITUD (m)	Mmax (kN m)	Vdx (kN)	Nmax (kN)	
V1	Articulada-articulada (con dos apoyos intermedios)	19,8 = ( 6,6 +6,6 +6,6 )		57	33,04	1,53
P1	Empotrada-articulada		2,75	-2,06	-3,73	-51,05
P2	Empotrada-articulada		2,75	-0,01	-0,09	-14,05

El cortante se verifica a una distancia h de los apoyos



- VIGAS

En el predimensionado de las vigas se va a estudiar el comportamiento de su sección transversal por acción de las cargas, encontrando los efectos que producen las cargas en la estructura, en forma de fuerza, cortante y momento flector.

Resistencia a flexión. GL 36h:  $f_M = 36 \text{ N/mm}^2$

$$\sigma_m = \frac{6M}{bh^2} < f_m$$

Resistencia a cortante. GL 36h:  $f_V = 4.3 \text{ N/mm}^2$

$$\tau = \frac{3}{2} \times \frac{V}{bh} < f_v$$

Viga V1

Al tratarse de una viga biapoyada con dos apoyos intermedios se predimensionará con el tramo mas solicitado, el tramo 1-2.

Longitud tramo 1-2: 6.6m

Seleccionamos un ancho de viga:  $b = 120\text{mm}$

Mediante la resistencia a flexión se obtiene la altura de la viga:

$$h = \sqrt{\frac{6 \times 57 \times 10^6}{36 \times 120}} = 281.37 \text{ mm}$$

Optamos por una sección de 300 x 120 mm.

$$T = \frac{3 \times 33.04 \times 10^6}{2 \times 120 \times 300} = 1.38 \text{ N/mm}^2 < f_v = 4.3 \text{ N/mm}^2 \quad \text{CUMPLE}$$

- PILARES

En el predimensionado de los pilares se va a estudiar el comportamiento de su sección transversal por acción de las cargas, encontrando los efectos que producen las cargas en la estructura, en forma de axil.

Resistencia a axil, Compresión paralela.

D70:  $f_c = 34 \text{ N/mm}^2$        $K_{mod} = 0.6$        $\gamma_m = 1.3$

$$\sigma_{N,0,d} = \frac{N_d}{A_d} \qquad f_{c,0,d} = k_{mod} \frac{f_{c,0,K}}{\gamma_m}$$

Pilar P1

Dimensiones pilar: 120 x 120 mm

$f_{c,0,d} = 0.6 \times (3.4/1.3) = 15.69 \text{ N/mm}^2$

$\sigma_{N,0,d} = 51.05 / (120 \times 120) = 3.55 \text{ N/mm}^2 \quad \text{CUMPLE}$

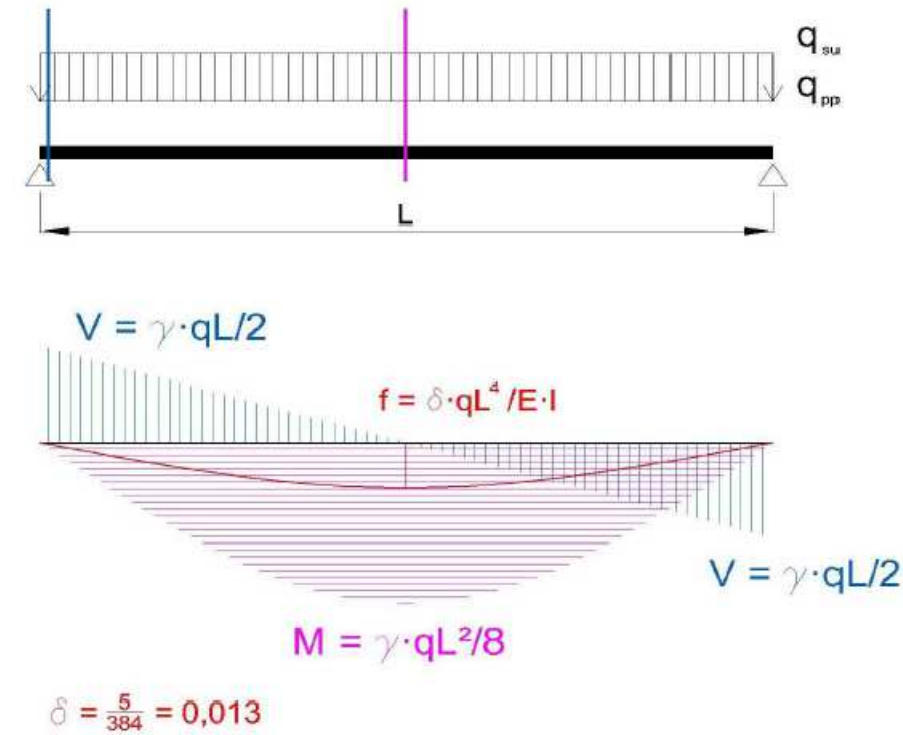
Pilar P2

Dimensiones pilar: 120 x 120 mm

$f_{c,0,d} = 0.6 \times (3.4/1.3) = 15.69 \text{ N/mm}^2$

$\sigma_{N,0,d} = 14.05 / (120 \times 120) = 0.09 \text{ N/mm}^2 \quad \text{CUMPLE}$

Diagrama de momentos flectores (magenta), cortantes (azul) y flecha (rojo). Se indican los valores máximos y las secciones críticas para cada sollicitación.



$M_{su} =$	<b>7,19</b> m·KN	$V_{su} =$	<b>4,36</b> KN
$M_{pp} =$	<b>29,49</b> m·KN	$V_{pp} =$	<b>17,88</b> KN

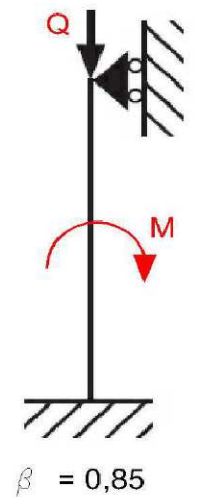
Para los pilares, igualmente debemos conocer las condiciones de contorno (empotrado en la cimentación y articulado en la cabeza), la altura, las cargas axiales y el momento si existiera.

#### Pilar P1

$Q_{su} =$	<b>6,54</b> KN	$M_{su} =$	<b>0,00</b> m·KN	$\beta =$	<b>0,85</b>
$Q_{pp} =$	<b>27,08</b> KN	$M_{pp} =$	<b>0,00</b> m·KN		
$L =$	<b>2,75</b> m, longitud de cálculo del pilar				

#### Pilar P2

$Q_{su} =$	<b>0,00</b> KN	$M_{su} =$	<b>0,00</b> m·KN	$\beta =$	<b>0,85</b>
$Q_{pp} =$	<b>6,54</b> KN	$M_{pp} =$	<b>0,00</b> m·KN		
$L =$	<b>2,75</b> m, longitud de cálculo del pilar				



#### DIMENSIONAMIENTO A E.L.U., E.L.S. Y CARGA DE FUEGO.

BARRA	SECCION (mm)	COMBINACIÓN	Mmax (kN m)	Vdx (kN)	Nmax (kN)
Viga V1	120 x 300	envolvente	57	33,04	1,53
Pilar P1	120 x 120	envolvente	-2,06	-3,73	-51,05
Pilar P2	120 x 120	envolvente	-0,01	-0,09	-14,05

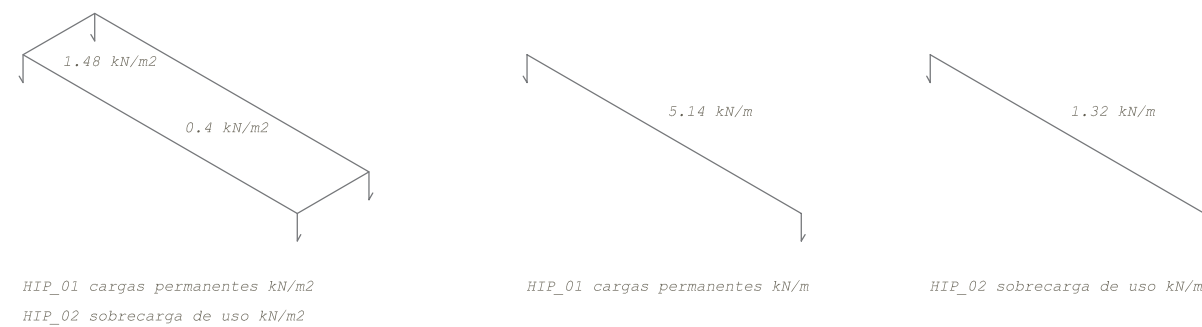
#### Viga V1

Para dimensionar la viga V1 biapoyada y con dos apoyos intermedios, se tendrá en cuenta el tramo mas desfavorable, es decir, el tramo 1-2. Nos apoyaremos en el método Ángel M. Cea Suverbiola de la Universidad del País Vasco.

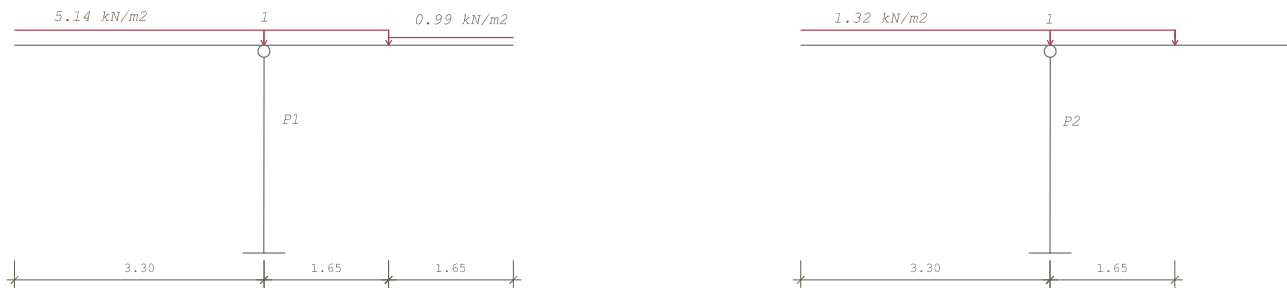
Cargas y longitud del tramo 1-2 en la viga V1

$q_{su} =$	<b>1,32</b> KN/ml
$q_{pp} =$	<b>5,14</b> KN/ml
$q_{ppv} =$	<b>5,42</b> KN/ml, sumando el pp de la viga
$L =$	<b>6,60</b> m, longitud de cálculo de la viga

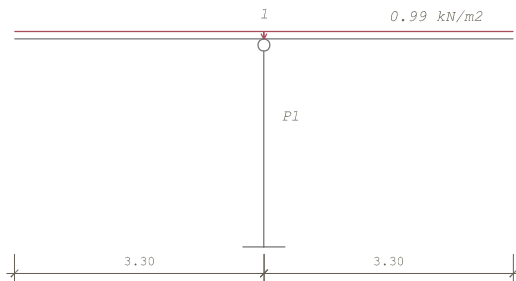
Las cargas por metro lineal se obtienen multiplicando los valores introducidos para la interfaz architrave diseño como areas de reparto (en kN/m<sup>2</sup>) por el ámbito de carga, en este caso 3.3m.



PILAR P1, Condiciones de cargas permanentes y de uso.



PILAR P2, Condiciones de cargas permanentes



Ya conocemos que el pilar P1 soporta condiciones de carga mas desfavorables, por lo tanto las dimensiones de los pilares serán las que determine el P1.

- COMPROBACION DE LA VIGA A RESISTENCIA

Comprobación estructural de la viga de madera laminada, sometida a carga de fuego en flexión simple y compuesta.

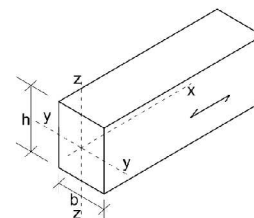
El tipo de madera elegido para la comprobación es el GL36h cuyas características se extraen de la tabla E3.

anexo MS21

Tabla E.3 Madera laminada encolada homogénea. Valores de las propiedades asociadas a cada Clase Resistente

Propiedades	Clase Resistente			
	GL24h	GL28h	GL32h	GL36h
<b>Resistencia (característica), en N/mm²</b>				
- Flexión	24	28	32	36
- Tracción paralela	16,5	19,5	22,5	26
- Tracción perpendicular	0,4	0,45	0,5	0,6
- Compresión paralela	24	26,5	29	31
- Compresión perpendicular	2,7	3,0	3,3	3,6
- Cortante	2,7	3,2	3,8	4,3
<b>Rigidez, en kN/mm²</b>				
- Módulo de elasticidad paralelo medio	11,6	12,6	13,7	14,7
- Módulo de elasticidad paralelo 5%-percentil	9,4	10,2	11,1	11,9
- Módulo de elasticidad perpendicular medio	0,39	0,42	0,46	0,49
- Módulo transversal medio	0,72	0,78	0,85	0,91
<b>Densidad, en kg/m³</b>				
Densidad característica	380	410	430	450

ejes y dirección de la fibra en la pieza



La comprobación contra incendio de la estructura, se llevará a cabo teniendo en cuenta lo expuesto en el Anejo SI E Resistencia al fuego de las estructuras de madera

E.1. Generalidades

1. En este anejo se establecen un método simplificado de cálculo que permite determinar la resistencia de los elementos estructurales de madera ante la acción representada por la curva normalizada tiempo-temperatura.

E.2. Método de la sección reducida

1. La comprobación de la capacidad portante de un elemento estructural de madera se realiza por los métodos establecidos en DB SE-M, teniendo en cuenta las reglas simplificadas para el análisis de elementos establecidos en E.3, y considerando:

a) 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;

$$d_{ef} = d_{char,n} + k_0 d_0$$

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 del incendio 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.

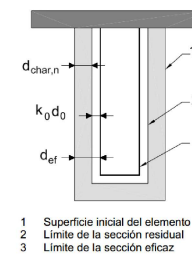


Figura E.1. Definición de la sección residual y eficaz.

b) que la resistencia de cálculo y los parámetros de cálculo de la rigidez se consideran constantes durante el incendio, tomando como tales los valores característicos multiplicados por el siguiente factor kfi:

- madera maciza  $k_{fi} = 1,25$
- madera laminada encolada  $k_{fi} = 1,15$
- tableros derivados de la madera  $k_{fi} = 1,15$
- madera microlaminada (LVL)  $k_{fi} = 1,10$
- uniones con elementos laterales de madera y tableros derivados de la madera  $k_{fi} = 1,15$
- uniones con placas de acero externas  $k_{fi} = 1,05$

c) que el factor de modificación Kmod en situación de incendio se tomará igual a la unidad

2. En este método se consideran las siguientes hipótesis implícitas

- Se analizan, a estos efectos, solamente los elementos estructurales individualmente en lugar de la estructura global.
- Las condiciones de contorno y apoyo, para el elemento estructural, se corresponden con las adoptadas para temperatura normal.
- No es necesario considerar las dilataciones térmicas en los elementos de madera aunque sí en los materiales.

### E.2.2 Profundidad carbonizada

1. Se considerará que se produce carbonización en todas las superficies de madera o de productos derivados de la madera expuestos al fuego, en el caso de elementos protegidos, cuando ésta se inicie durante el tiempo de exposición al fuego especificado.

2. La profundidad carbonizada nominal de cálculo en una dirección,  $d_{char,n}$  entendida como la distancia entre la superficie exterior de la sección inicial y la línea que define el frente de carbonización para un tiempo de exposición al fuego determinado, que incluye el efecto del redondeo de las aristas, se determina según la expresión siguiente:

$$d = t \cdot \beta_n \quad (E.2)$$

siendo:

$\beta_n$  velocidad de carbonización nominal. Se determinará de acuerdo con E.2.3;  
 $t$  tiempo de exposición al fuego.

### E.2.3. Velocidad de carbonización nominal de cálculo

#### E.2.3.1 Madera sin protección

1. Para maderas sin protección, la velocidad de carbonización nominal de cálculo,  $\beta_n$ , se considerará constante durante todo el tiempo de exposición al fuego y su valor se determinará de acuerdo con la tabla E.1.

**Tabla E.1. Velocidad de carbonización nominal de cálculo,  $\beta_n$ , de maderas sin protección**

	$\beta_n$ (mm/min)
<b>Coníferas y haya</b>	
Madera laminada encolada con densidad característica $\geq 290 \text{ kg/m}^3$	0,70
Madera maciza con densidad característica $\geq 290 \text{ kg/m}^3$	0,80
<b>Fronzosas</b>	
Madera maciza o laminada encolada de fronzosas con densidad característica de $290 \text{ kg/m}^3$ <sup>(1)</sup>	0,70
Madera maciza o laminada encolada de fronzosas con densidad característica $\geq 450 \text{ kg/m}^3$	0,55
<b>Madera microlaminada</b>	
Con una densidad característica $\geq 480 \text{ kg/m}^3$	0,70

<sup>(1)</sup> Para densidad característica comprendida entre 290 y 450  $\text{kg/m}^3$ , se interpolará linealmente

En la aplicación práctica sobre la escuela infantil, la madera de las vigas GL36h y la madera aserrada D70 de los soportes ambas de especie frondosa, adquieren un valor de  $\beta_n$  de 0.7.

Así mismo, es necesario conocer la resistencia al fuego que debe oponer la estructura de madera. Para ello se utiliza la tabla 3.1 del DBSI (anexo MS22), el resultado es R-60. Esto indica los minutos que debe resistir la sección ante una situación de incendio.

anexo MS22

**Tabla 3.1 Resistencia al fuego suficiente de los elementos estructurales**

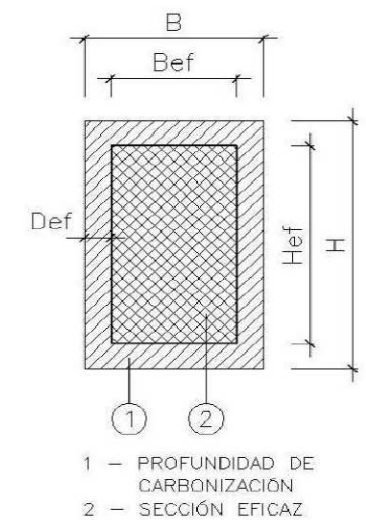
Uso del sector de incendio considerado <sup>(1)</sup>	Plantas de sótano	Plantas sobre rasante altura de evacuación del edificio		
		$\leq 15 \text{ m}$	$\leq 28 \text{ m}$	$> 28 \text{ m}$
Vivienda unifamiliar <sup>(2)</sup>	R 30	R 30	-	-
Residencial Vivienda, Residencial Público, Docente, Administrativo	R 120	R 60	R 90	R 120
Comercial, Pública Concurrencia, Hospitalario	R 120 <sup>(3)</sup>	R 90	R 120	R 180
Aparcamiento (edificio de uso exclusivo o situado sobre otro uso)		R 90		
Aparcamiento (situado bajo un uso distinto)		R 120 <sup>(4)</sup>		

<sup>(1)</sup> La resistencia al fuego suficiente R de los elementos estructurales de un suelo que separa sectores de incendio es función del uso del sector inferior. Los elementos estructurales de suelos que no delimitan un sector de incendios, sino que están contenidos en él, deben tener al menos la resistencia al fuego suficiente R que se exija para el uso de dicho sector

<sup>(2)</sup> En viviendas unifamiliares agrupadas o adosadas, los elementos que formen parte de la estructura común tendrán la resistencia al fuego exigible a edificios de uso Residencial Vivienda.

<sup>(3)</sup> R 180 si la altura de evacuación del edificio excede de 28 m.

<sup>(4)</sup> R 180 cuando se trate de aparcamientos robotizados.



Para un  $t=60 \text{ min}$ , obtenemos:

$$d_{char,n} = \beta_n t = 0.7 \times 60 = 42 \text{ mm}$$

$$d_{ef} = d_{char,n} + k_0 \times d_0 = 42 + 1 \times 7 = 49 \text{ mm}$$

Por lo tanto la sección eficaz será de. 52 x 401

Por tratarse de vigas de cuelgue hay que tener en cuenta que las caras expuestas a la acción del fuego son las dos laterales y la cara inferior.

Puesto que la durabilidad y deformabilidad de las estructuras dependen en gran parte de su exposición a la humedad, debemos conocer el tipo de ambiente. Como ya se indicó, debido a que los elementos estructurales están en contacto con el exterior, se asigna la clase de servicio 2.

#### Propiedades de la sección

B =	12	cm
H =	30	cm
Area =	360,0	cm <sup>2</sup>
Peso =	0,15	KN/ml

I =	27.000	cm <sup>4</sup>
W =	1.800	cm <sup>3</sup>

Momento de inercia (de la sección completa)

Momento resistente (de la sección completa)

B ef =	2,2	cm
H ef =	25,1	cm
A ef =	55,2	cm <sup>2</sup>

I ef =	2.899	cm <sup>4</sup>
W ef =	231	cm <sup>3</sup>

Momento de inercia (de la sección eficaz)

Momento resistente (de la sección eficaz)

En esta tabla se recogen las el ancho y el canto de la sección según el predimensionado y los momentos de inercia y resistente de la sección eficaz.

### Cargas y coeficientes

En esta tabla se proporcionan las cargas mayoradas y los coeficientes que la norma utiliza en las fórmulas de comprobación de la sección. Estos parámetros se encuentran en función del tipo de sección, naturaleza de la carga...

#### Cargas permanentes

N <sub>pp</sub>	=	0,00	KN
N <sub>pp</sub> *	=	0,00	KN
M <sub>pp</sub> *	=	28,79	m·KN
V <sub>pp</sub> *	=	17,45	m·KN
γ <sub>pp</sub>	=	1,00	

#### Sobrecargas de uso

N <sub>su</sub>	=	0,00	KN	Axil
N <sub>su</sub> *	=	0,00	KN	Axil mayorado
M <sub>su</sub> *	=	7,19	m·KN	Momento flector mayorado
V <sub>su</sub> *	=	4,36	m·KN	Cortante mayorado
γ <sub>su</sub>	=	1,00		Coef. Mayoración cargas

k <sub>cr</sub>	=	1,00	Factor de corrección por influencia de fendas en esfuerzo cortante
k <sub>fi</sub>	=	1,15	Factor de modificación en situación de incendio
K <sub>mod</sub>	=	1,00	Factor de modificación según ambiente y tipo de carga
K <sub>h</sub>	=	1,07	Coef. Que depende del tamaño relativo de la sección
Y <sub>m</sub>	=	1,00	Coef. Parcial seguridad para cálculo en situación de incendio

### Comprobación de los estados límites de flexión y cortante

Cuanto mas se acerquen los porcentajes al 100%, mayor aprovechamiento indica la sección.

#### Estado límite último flexión

f <sub>m,d</sub>	=	34,5	N/mm <sup>2</sup>	<	σ <sub>d</sub>	=	155,7	N/mm <sup>2</sup>
Capacidad resistente máxima a flexión del material				451%	Tensión aplicada en la sección eficaz			

$$f_{m,d} = k_{mod} \cdot k_h \cdot \frac{k_{fi} \cdot f_{mk}}{Y_m} > \sigma_d = \left( \frac{N_{pp}^* + N_{su}^*}{A_{ef}} + \frac{M_{pp}^* + M_{su}^*}{W_{ef}} \right)$$

#### Estado límite último cortante

f <sub>v,d</sub>	=	3,7	N/mm <sup>2</sup>	<	τ <sub>d</sub>	=	5,9	N/mm <sup>2</sup>
Capacidad resistente máxima a cortante del material				161%	Cortante aplicada en la sección eficaz			

$$f_{v,d} = k_{mod} \cdot k_{fi} \cdot \frac{f_{vk}}{Y_m} > \tau_d = \left( 1,5 \cdot \frac{V_{pp}^* + V_{su}^*}{k_{cr} \cdot A_{ef}} \right)$$

#### Condición de cumplimiento

f<sub>m,d</sub> > σ<sub>d</sub>  
f<sub>v,d</sub> > τ<sub>d</sub>

**NO CUMPLE**

Como no cumple debemos aumentar la sección o la clase resistente de la viga. En este caso se redimensiona para unos valores de 15 x 45 cm.

### Propiedades de la sección

B	=	15	cm	I	=	113.906	cm <sup>4</sup>	Momento de inercia (de la sección completa)
H	=	45	cm	W	=	5.063	cm <sup>3</sup>	Momento resistente (de la sección completa)
Area	=	675,0	cm <sup>2</sup>					
Peso	=	0,28	KN/ml					
B <sub>ef</sub>	=	5,2	cm	I <sub>ef</sub>	=	27.942	cm <sup>4</sup>	Momento de inercia (de la sección eficaz)
H <sub>ef</sub>	=	40,1	cm	W <sub>ef</sub>	=	1.394	cm <sup>3</sup>	Momento resistente (de la sección eficaz)
A <sub>ef</sub>	=	208,5	cm <sup>2</sup>					

### Cargas y coeficientes

#### Cargas permanentes

N <sub>pp</sub>	=	0,00	KN
N <sub>pp</sub> *	=	0,00	KN
M <sub>pp</sub> *	=	29,49	m·KN
V <sub>pp</sub> *	=	17,88	m·KN
γ <sub>pp</sub>	=	1,00	

#### Sobrecargas de uso

N <sub>su</sub>	=	0,00	KN	Axil
N <sub>su</sub> *	=	0,00	KN	Axil mayorado
M <sub>su</sub> *	=	7,19	m·KN	Momento flector mayorado
V <sub>su</sub> *	=	4,36	m·KN	Cortante mayorado
γ <sub>su</sub>	=	1,00		Coef. Mayoración cargas

k <sub>cr</sub>	=	1,00	Factor de corrección por influencia de fendas en esfuerzo cortante
k <sub>fi</sub>	=	1,15	Factor de modificación en situación de incendio
K <sub>mod</sub>	=	1,00	Factor de modificación según ambiente y tipo de carga
K <sub>h</sub>	=	1,03	Coef. Que depende del tamaño relativo de la sección
Y <sub>m</sub>	=	1,00	Coef. Parcial seguridad para cálculo en situación de incendio

### Comprobación de los estados límites de flexión y cortante

#### Estado límite último flexión

f <sub>m,d</sub>	=	33,1	N/mm <sup>2</sup>	>	σ <sub>d</sub>	=	26,3	N/mm <sup>2</sup>
Capacidad resistente máxima a flexión del material				79%	Tensión aplicada en la sección eficaz			

$$f_{m,d} = k_{mod} \cdot k_h \cdot \frac{k_{fi} \cdot f_{mk}}{Y_m} > \sigma_d = \left( \frac{N_{pp}^* + N_{su}^*}{A_{ef}} + \frac{M_{pp}^* + M_{su}^*}{W_{ef}} \right)$$

#### Estado límite último cortante

f <sub>v,d</sub>	=	3,7	N/mm <sup>2</sup>	>	τ <sub>d</sub>	=	1,6	N/mm <sup>2</sup>
Capacidad resistente máxima a cortante del material				43%	Cortante aplicada en la sección eficaz			

$$f_{v,d} = k_{mod} \cdot k_{fi} \cdot \frac{f_{vk}}{Y_m} > \tau_d = \left( 1,5 \cdot \frac{V_{pp}^* + V_{su}^*}{k_{cr} \cdot A_{ef}} \right)$$

#### Condición de cumplimiento

f<sub>m,d</sub> > σ<sub>d</sub>  
f<sub>v,d</sub> > τ<sub>d</sub>

**CUMPLE**



Ahora se procede a comprobar las deformaciones con la flecha instantánea y diferida. El límite de flecha se establece en L/500 debido al tipo de elemento y construcción empleados.

La flecha de un elemento estructural se compone de dos términos, la instantánea y la diferida, causada por la fluencia del material, que en el caso de la madera es bastante apreciable

La flecha instantánea, se calcula con la formulación tradicional de la resistencia de materiales; al tratarse de un Estado Límite de Servicio y no de un Estado Límite Último, las cargas NO se mayoran.

- COMPROBACION DE LA VIGA A DEFORMACIÓN

Atendiendo al DB-SE, apartado 4.3.3 que regula las deformaciones en estado de servicio:

Flechas:

1. Cuando se considere la integridad de los elementos constructivos, se admite que la estructura horizontal de un piso o cubierta es suficientemente rígida si, para cualquiera de sus piezas, ante cualquier combinación de acciones característica, considerando sólo las deformaciones que se producen después de la puesta en obra del elemento, la flecha relativa es menor que:

- a) 1/500 en pisos con tabiques frágiles (como los de gran formato, rasillones, o placas) o pavimentos rígidos sin juntas;
- b) 1/400 en pisos con tabiques ordinarios o pavimentos rígidos con juntas;
- c) 1/300 en el resto de los casos.

2. Cuando se considere el confort de los usuarios, se admite que la estructura horizontal de un piso o cubierta es suficientemente rígida si, para cualquiera de sus piezas ante cualquier combinación de acciones característica, considerando solamente las acciones de corta duración, la flecha relativa, es menor que 1/350.

3. Cuando se considere la apariencia de la obra, se admite que la estructura horizontal de un piso o cubierta es suficientemente rígida si, para cualquiera de sus piezas, ante cualquier combinación de acciones casi permanente, la flecha relativa es menor que 1/300.

4. Las condiciones anteriores deben verificarse entre dos puntos cualesquiera de la planta, tomando como luz el doble de la distancia entre ellos. En general, será suficiente realizar dicha comprobación en dos direcciones ortogonales.

5. En los casos en los que los elementos dañables (por ejemplo tabiques, pavimentos) reaccionan de manera sensible frente a las deformaciones (flechas o desplazamientos horizontales) de la estructura portante, además de la limitación de las deformaciones se adoptarán medidas constructivas apropiadas para evitar daños. Estas medidas resultan particularmente indicadas si dichos elementos tienen un comportamiento frágil.

$\delta' =$	0,01302	$\delta = \delta' \cdot \frac{q \cdot L^4}{E \cdot I}$
Por tanto la formulación de la flecha total de una viga de madera será:		
$\delta_{tot} = \delta_{pp} \cdot (1 + k_{def}) + \delta_{su} \cdot (1 + \psi_2 \cdot k_{def})$		
Dónde: $k_{def} = 0,80$ es el factor de fluencia para CS 2		
Dónde: $\psi_2 = 0,30$ para cargas de corta duración		
$\delta_{pp} =$	9,32 mm	Flecha instantánea debida a carga permanente
$\delta_{su} =$	2,27 mm	Flecha instantánea debida a sobrecarga de uso

**Triple Condición de cumplimiento**

Para garantizar integridad de elementos constructivos, la flecha debida a la fluencia, más la motivada por la carga variable no ha de ser superior a:

$k_{def} \cdot \delta_{pp} + (1 + \psi_2 \cdot k_{def}) \cdot \delta_{su}$	<	<b>L/500 Con luces grandes, pav. Rígidos sin juntas y tabiques frágiles</b>
10,28 mm = L/642	<	L/500 = 13,20 mm

Para asegurar el confort de los usuarios la flecha debida a cargas de corta duración deberá ser inferior a L/350

$\delta_{su}$	<	<b>L / 350</b>
2,27 mm = L/2905	<	L/350 = 18,86 mm

La apariencia de la obra será adecuada cuando la flecha no supere L/300 con cualquier combinación de carga

$(1 + k_{def}) \cdot \delta_{pp} + (1 + \psi_2 \cdot k_{def}) \cdot \delta_{su} \cdot \psi_2$	<	<b>L / 300</b>
17,63 mm = L/374	<	L/300 = 22,00 mm

**CUMPLE**

Se comprueba la triple condición de cumplimiento que exige el CTE. Los valores en rojo de la izquierda presentan las flechas calculadas y los de la derecha, en azul, los valores máximos que permite la normativa.

- COMPROBACION DEL PILAR A RESISTENCIA

Comprobación estructural de los pilares de madera maciza de especie frondosa (quercus robur) sometido a carga de fuego. Compresión simple y compuesta.

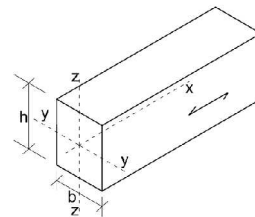
El tipo de madera elegido para la comprobación es el D70 cuyas características se extraen de la tabla E2.

anexo MS23

Tabla E.2 Madera aserrada. Especies frondosas. Valores de las propiedades asociadas a cada Clase resistente

Propiedades		Clase Resistente							
		D18	D24	D30	D35	D40	D50	D60	D70
<b>Resistencia (característica), en N/mm²</b>									
- Flexión	$f_{m,k}$	18	24	30	35	40	50	60	70
- Tracción paralela	$f_{t,0,k}$	11	14	18	21	24	30	36	42
- Tracción perpendicular	$f_{t,90,k}$	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6
- Compresión paralela	$f_{c,0,k}$	18	21	23	25	26	29	32	34
- Compresión perpendicular	$f_{c,90,k}$	7,5	7,8	8,0	8,1	8,3	9,3	10,5	13,5
- Cortante	$f_{v,k}$	3,4	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,5	5,0
<b>Rigidez, kN/mm²</b>									
- Módulo de elasticidad paralelo medio	$E_{0,medio}$	10	11	12	12	13	14	17	20
- Módulo de elasticidad paralelo 5º-percentil	$E_{0,k}$	8,4	9,2	10,1	10,1	10,9	11,8	14,3	16,8
- Módulo de elasticidad perpendicular medio	$E_{90,medio}$	0,67	0,73	0,80	0,80	0,86	0,93	1,13	1,33
- Módulo transversal medio	$G_{medio}$	0,63	0,69	0,75	0,75	0,81	0,88	1,06	1,25
<b>Densidad, kg/m³</b>									
- Densidad característica	$\rho_k$	500	520	530	540	550	620	700	900
- Densidad media	$\rho_{medio}$	610	630	640	650	660	750	840	1080

ejes y dirección de la fibra en la pieza



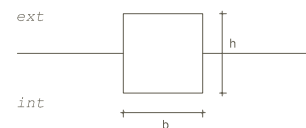
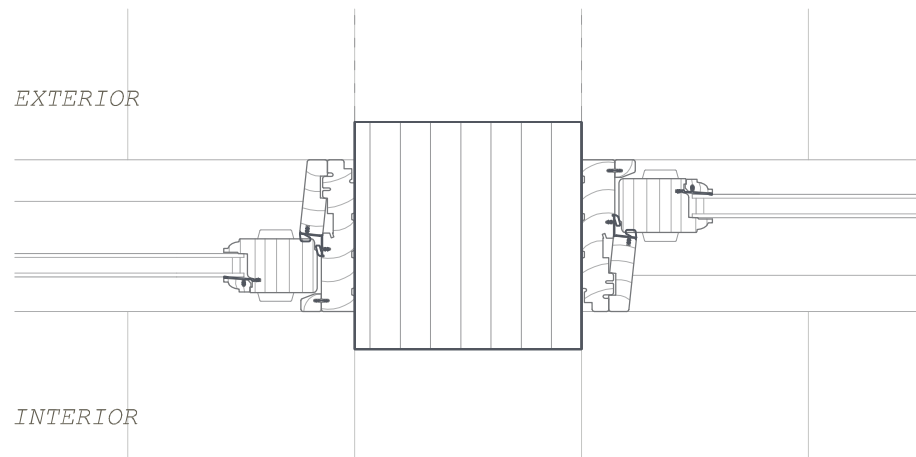
Es necesario conocer la resistencia al fuego que debe oponer la estructura de madera. Para ello se utiliza la tabla 3.1 del DBSI (anexo MS22), el resultado es R-60. Esto indica los minutos que debe resistir la sección ante una situación de incendio.

Como acabamos de ver para el caso de las vigas, la profundidad de carbonización (Def) será de 49mm.

Por la posición relativa del cerramiento respecto de la estructura hay que tener en cuenta que las caras expuestas a la acción del fuego son las equivalentes a  $1b+1h$  estando del lado de la seguridad.

encuentro entre el pilar y el cerramiento

e\_1/5



Puesto que la durabilidad y deformabilidad de las estructuras dependen en gran parte de su exposición a la humedad, debemos conocer el tipo de ambiente. Como ya se indicó, debido a que los elementos estructurales están en contacto con el exterior, se asigna la clase de servicio 2.

Propiedades de la sección

H = 12 cm	I = 1.728 cm <sup>4</sup>	Momento de inercia (de la sección completa)
B = 12 cm	W = 288 cm <sup>3</sup>	Momento resistente (de la sección completa)
Area = 144,0 cm <sup>2</sup>		
H <sub>ef</sub> = 7,1 cm	I <sub>ef</sub> = 212 cm <sup>4</sup>	Momento de inercia (de la sección eficaz)
B <sub>ef</sub> = 7,1 cm	W <sub>ef</sub> = 60 cm <sup>3</sup>	Momento resistente (de la sección eficaz)
Area <sub>ef</sub> = 50,4 cm <sup>2</sup>		

En esta tabla se recogen las el ancho y el canto de la sección según el predimensionado y los momentos de inercia y resistente de la sección eficaz.

Cargas y coeficientes

En esta tabla se proporcionan las cargas mayoradas y los coeficientes que la norma utiliza en las fórmulas de comprobación de la sección. Estos parámetros se encuentran en función del tipo de sección, naturaleza de la carga...

Cargas permanentes	Sobrecargas de uso	
N <sub>pp</sub> * = 27,08 KN	N <sub>su</sub> * = 6,54 KN	Axil mayorado
M <sub>pp</sub> * = 0,00 m·KN	M <sub>su</sub> * = 0,00 m·KN	Momento flector mayorado
Y <sub>pp</sub> = 1,00	Y <sub>su</sub> = 1,00	Coef. Mayoración

k <sub>fi</sub> = 1,25	Factor de modificación en situación de incendio
K <sub>mod</sub> = 1,00	Factor de modificación según ambiente y tipo de carga
K <sub>h</sub> = 1,05	Coef. Que depende del tamaño relativo de la sección
Y <sub>m</sub> = 1,00	Coef. Parcial seguridad para cálculo en situación de incendio
β <sub>v</sub> = 0,85	Coef de pandeo que depende de los apoyos del pilar
β <sub>c</sub> = 0,20	Coef de pandeo que depende del material

Para este caso en concreto, sólo se comprueba el estado último de compresión ya que se entiende que los esfuerzos de cortante son relativamente pequeños (del orden de 3.73 kN).

Inestabilidad del soporte

Se definen la esbeltez λ y la esbeltez relativa λ<sub>rel</sub> y a través de ellos los coeficientes K<sub>v</sub> y X<sub>c</sub> para evaluar el efecto del pandeo en la estructura

Esbitez mecánica	$\lambda = \frac{\beta_v \cdot L}{\sqrt{I_{ef} / A_{ef}}}$	$\lambda_{rel} = \frac{\lambda}{\pi} \cdot \sqrt{\frac{f_{c,0,k}}{E_{0,k}}}$
λ = 114,05		
Esbitez relativa	λ <sub>rel</sub> = 1,77	> 0,30 Hay que comprobar pandeo

$k_v =$	2,22	$k_v = 0,5 \cdot (1 + \beta_c \cdot (\lambda_{rel} - 0,3)) + \lambda_{rel}^2$
$X_c =$	0,281	

$$X_c = \frac{1}{k_v + \sqrt{k_v^2 - \lambda_{rel}^2}}$$

### Estado límite último compresión

$f_{c,0,d} =$	9,1	N/mm <sup>2</sup>	>	$\sigma_{c,0,d} =$	6,7	N/mm <sup>2</sup>
Capacidad resistente máxima a compresión del material		73%		Tensión aplicada en la sección eficaz		

$$f_{c,0,d} = k_{mod} \cdot X_c \cdot \frac{k_{ft} \cdot f_{c,0,k}}{Y_m} > \sigma_d = \left( \frac{N_{pp}^* + N_{su}^*}{A_{ef}} + \frac{M_{pp}^* + M_{su}^*}{W_{ef}} \right)$$

### Condición de cumplimiento

$f_{c,0,d} > \sigma_{c,0,d}$

**CUMPLE**

Como hemos podido comprobar, estrictamente desde el punto de vista estructural, una sección de 12 x 12 cm de madera aserrada de roble sería suficiente para soportar las cargas que se transmiten a los pilares.

Sin embargo desde el punto de vista de la espacialidad, debido a la dimensión restrictiva que marcan las vigas de 15 x 45 cm y desde la óptica constructiva (pensando en una mayor facilidad de ejecución de las uniones), se decide aumentar la sección de los pilares a 15 x 15cm

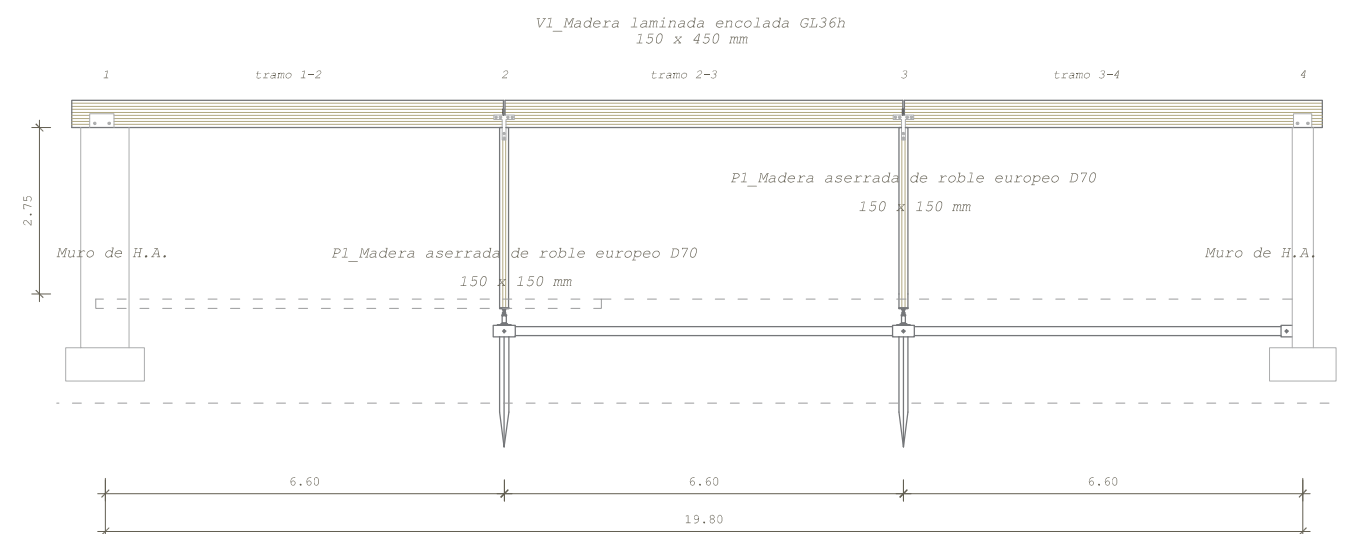
#### Resultados

BARRA	SECCION PREDIMENSIONADA (mm)	RESISTENCIA	REDIMENSIONADO (mm)	SECCION FINAL
Viga V1	120 x 300	No cumple	150 x 450	150 x 450
Pilar P1	120 x 120	Cumple	*	150 x 150

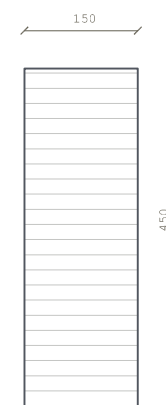
BARRA	SECCION PREDIMENSIONADA (mm)	FLECHA	REDIMENSIONADO	SECCION FINAL
Viga V1	120 x 300	No cumple	150 x 450	150 x 450

Se puede observar que el calculo comienza a resolverse con un predimensionado de magnitud como el que indican las tablas, y fruto de las sucesivas comprobaciones de ELU y ELS teniendo en cuenta también los efectos provocados por la acción del fuego, las dimensiones finales del pórtico terminan siendo ligeramente superiores.

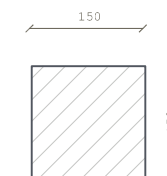
Esquema del pórtico e\_1/125



Sección de las vigas de MLEH



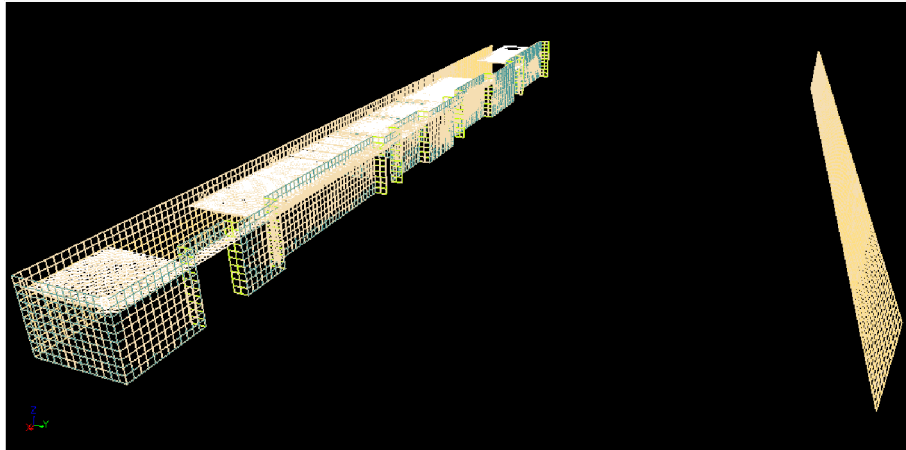
Sección de los pilares de madera aserrada



## COMPORTAMIENTO DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES DE HORMIGÓN

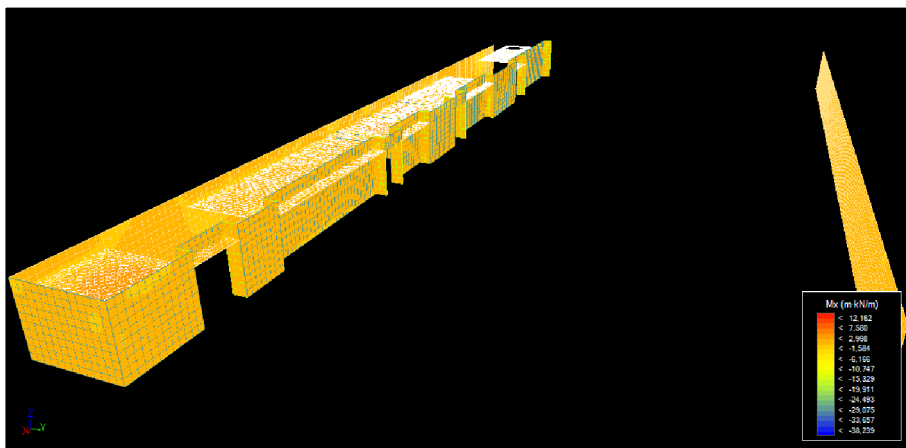
Para el armado del hormigón vamos a utilizar las solicitaciones obtenidas con la modelización de la estructura en Architrave. Para determinar las barras corrugadas que necesitamos vamos a entrar en las tablas de Anexo E, proporcionadas por el manual de usuario.

Deformada del conjunto (muros y losas de hormigón armado)

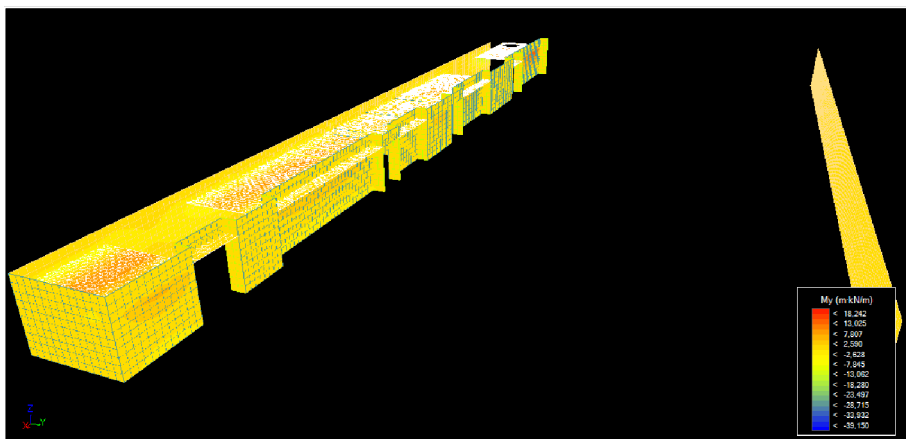


Flexion de las placas

Momentos Mx para armado correspondientes a la envolvente ELU



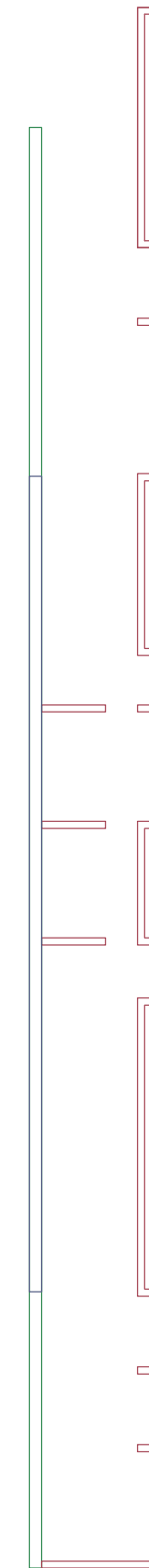
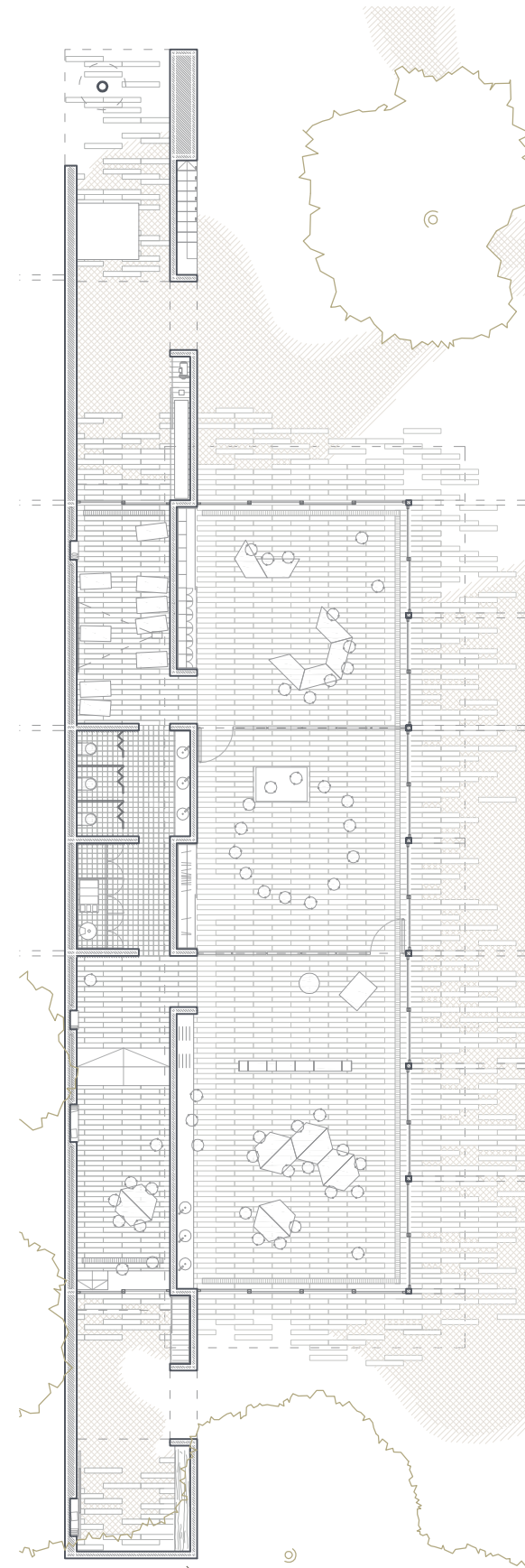
Momentos My para armado correspondientes a la envolvente ELU



## - MUROS DE HORMIGÓN ARMADO

Planta

e\_1/200

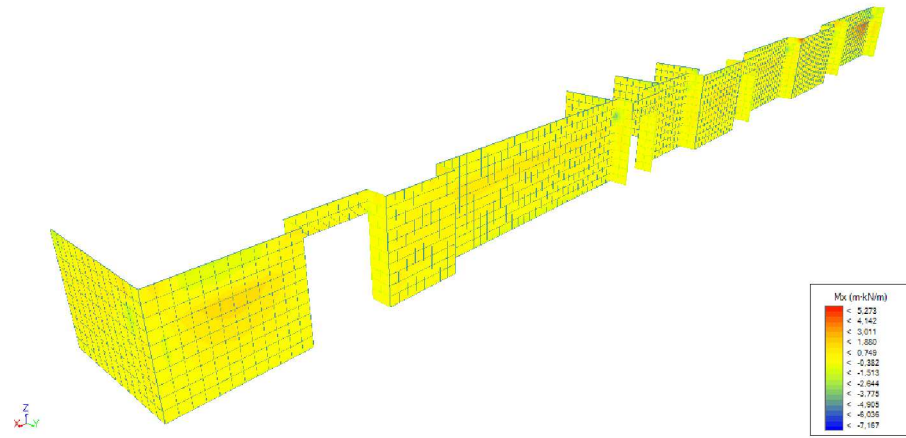


- muros de 20cm
- muros de 35cm
- tramo con aislamiento termico en la sección de hormigón

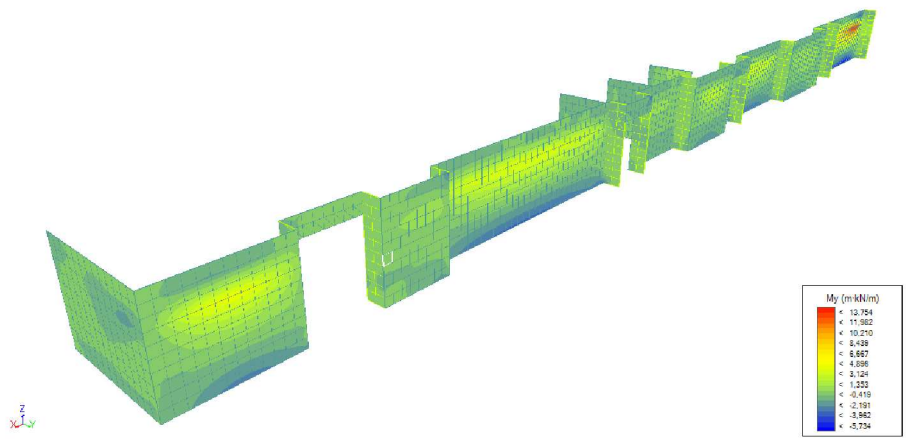
- MUROS DE 20cm DE ESPESOR

Flexion de las placas

Momentos  $M_x$  para armado correspondientes a la envolvente ELU

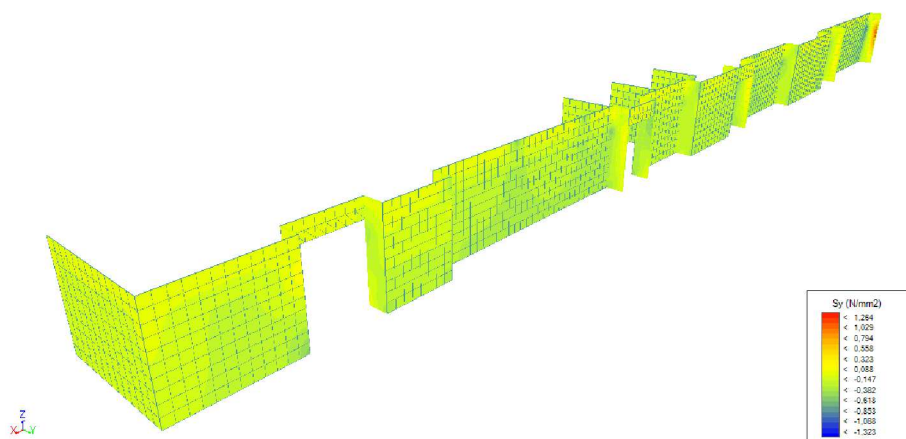


Momentos  $M_y$  para armado correspondientes a la envolvente ELU



Tensiones de membrana

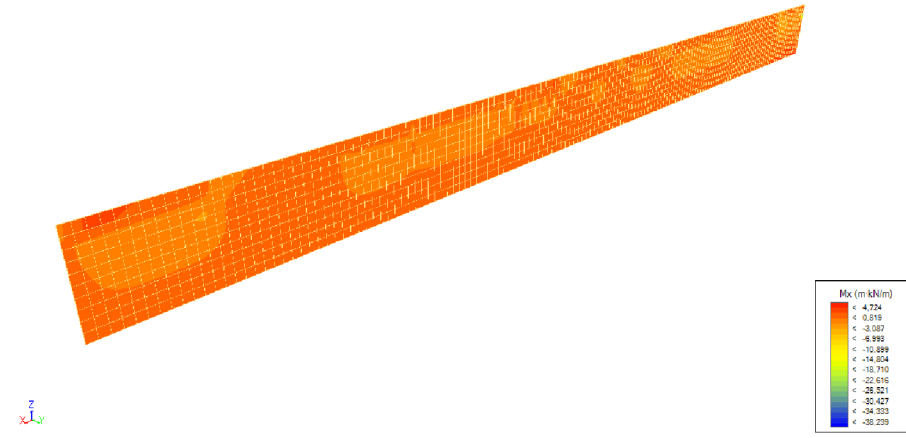
Solicitaciones  $S_y$  para armado correspondientes a la envolvente ELU



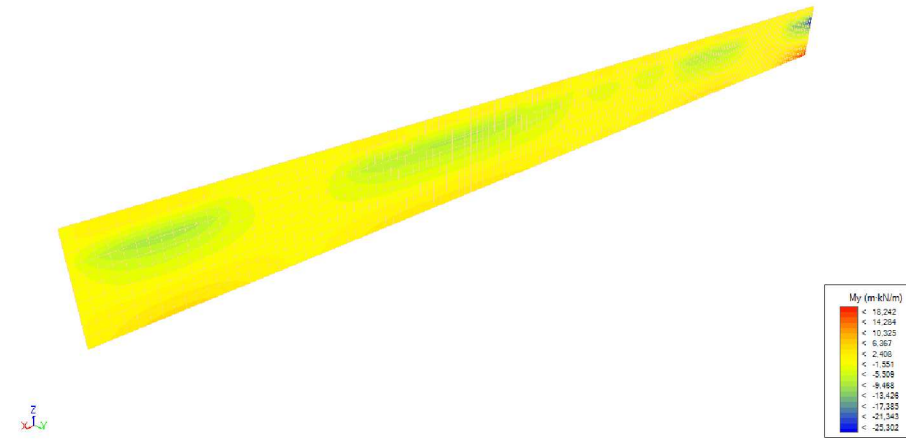
- MUROS DE 35cm DE ESPESOR

Flexion de las placas

Momentos  $M_x$  para armado correspondientes a la envolvente ELU

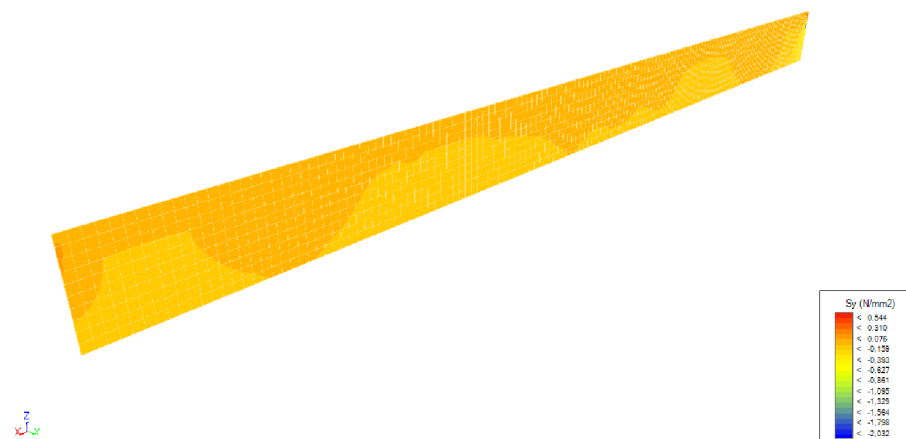


Momentos  $M_y$  para armado correspondientes a la envolvente ELU



Tensiones de membrana

Solicitaciones  $S_y$  para armado correspondientes a la envolvente ELU

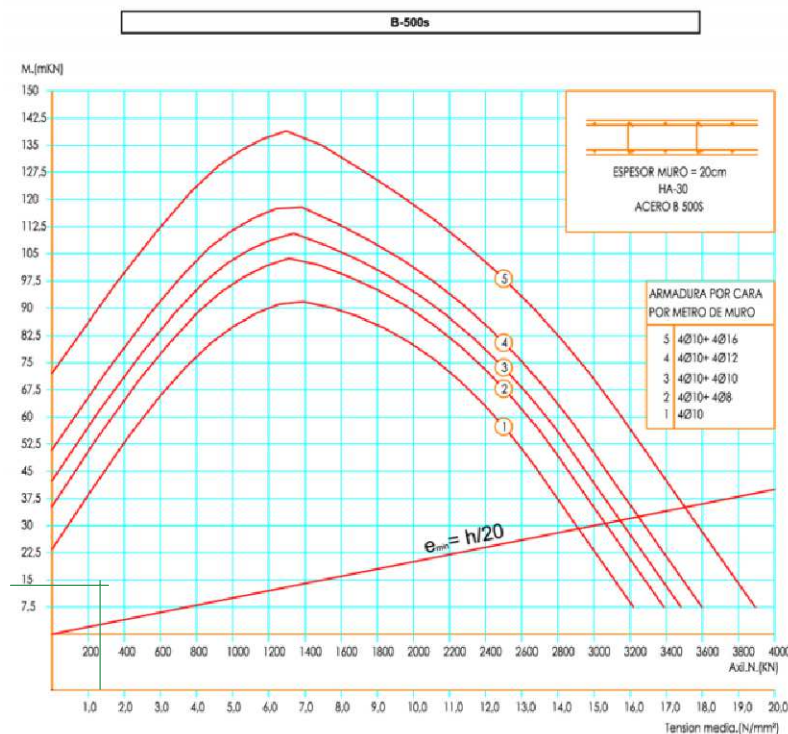


Espesor del Muro 20cm  
 Hormigón HA-30  
 Acero B500S

Syd = - 1.323 N/mm<sup>2</sup>  
 Mxd = - 7.167 mKn/m  
 Myd = 13.754 mKn/m

curva 1 - 4Ø10 por cada metro de muro y por cada cara

Dimensionamiento de muros de hormigón armado HA-30N/mm<sup>2</sup> y espesor 20 cm

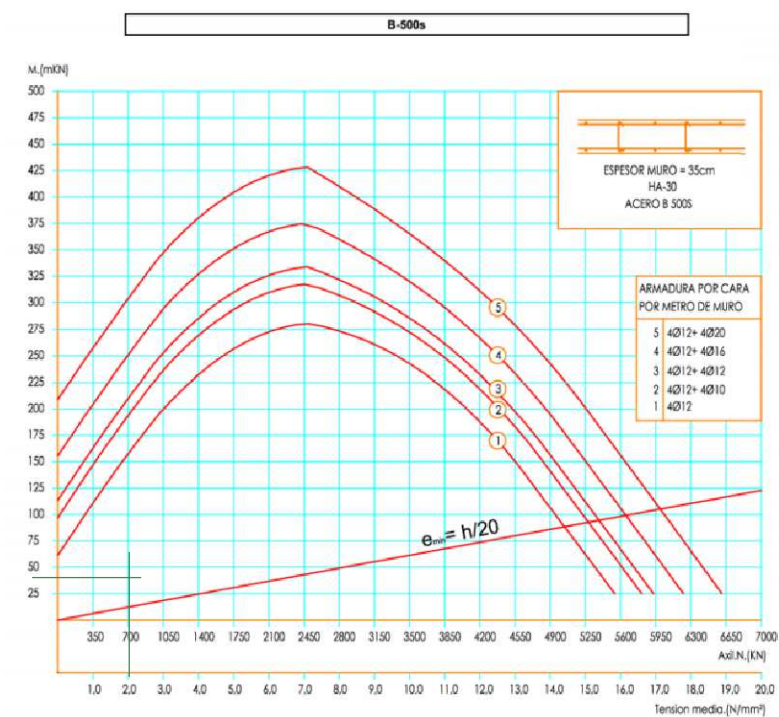


Espesor del Muro 35cm  
 Hormigón HA-30  
 Acero B500S

Syd = - 2.032 N/mm<sup>2</sup>  
 Mxd = - 25.302 mKn/m  
 Myd = - 38.239 mKn/m

curva 1 - 4Ø12 por cada metro de muro y por cada cara

Dimensionamiento de muros de hormigón armado HA-30N/mm<sup>2</sup> y espesor 35 cm

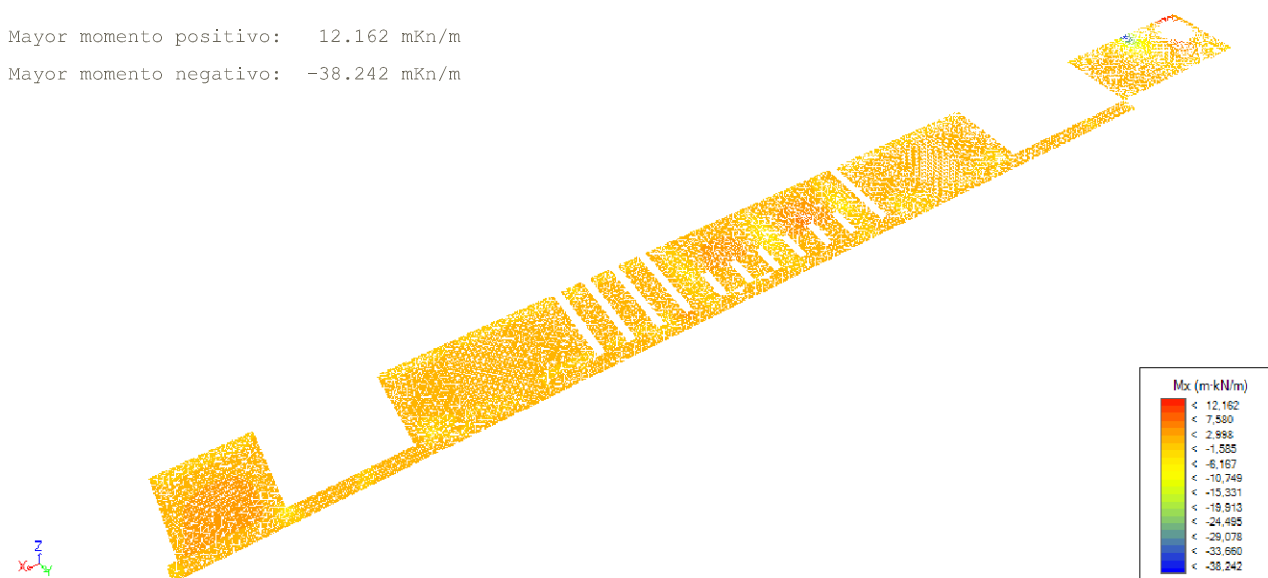


- FORJADO DE LOSA MACIZA

Colocaremos un armado base para la totalidad de la losa, tanto en la dirección X como en la dirección Y y, posteriormente, reforzamos en los puntos donde el armado base no sea suficiente para absorber el momento. Los momentos para dimensionar los tomamos de los diagramas de momentos Mx y My para armado proporcionados por Architrave. Se ha procurado que la distancia entre barras sea la misma para el armado base y para los refuerzos.

Dirección X.

Mayor momento positivo: 12.162 mKn/m  
 Mayor momento negativo: -38.242 mKn/m



Vamos a colocar un armado base que cubra los 12.16 kNm/m y después colocaremos refuerzos en los puntos de momento negativo hasta cubrir los 38.24kNm/m. Debemos tener en cuenta que el tipo de hormigón empleado es HA-30 y el acero de las armaduras B400S antes de entrar en las tablas proporcionadas por el manual de Architrave.

Armado base:

As1: barras Ø12 cada 25cm (cara traccionada de la placa)  
 As2: barras Ø12 cada 25cm (cara comprimida de la placa)  
 Este armado base proporciona 33.5kNm, por tanto cubre los 12.16kNm preestablecidos.

Armado de refuerzo para momentos negativos

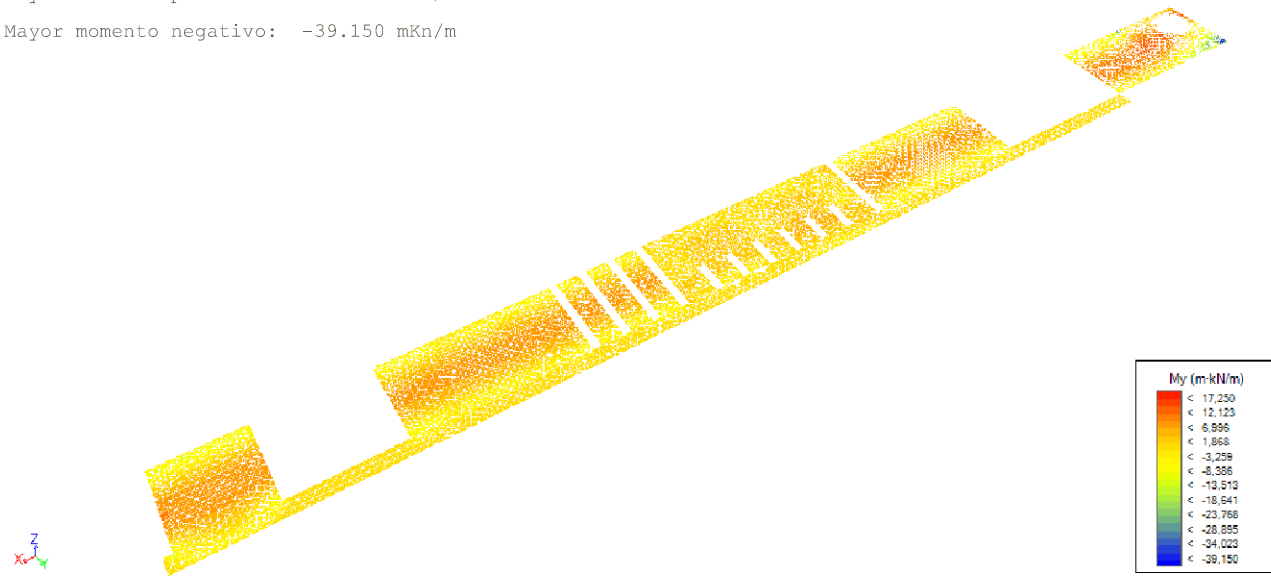
El armado base proporciona 33.5kNm, por lo que faltaría por cubrir la diferencia hasta 38.24kNm, es decir, 4.74kNm.

As1: barras Ø8 cada 10cm  
 As2: barras Ø8 cada 10cm

Este armado de refuerzo proporciona 29.7kNm, por tanto cubre los 4.74kNm restantes necesarios.

Dirección Y.

Mayor momento positivo: 17.250 mKn/m  
 Mayor momento negativo: -39.150 mKn/m



Vamos a colocar un armado base que cubra los 17.250 kNm/m y después colocaremos refuerzos en los puntos de momento negativo hasta cubrir los 39.150kNm/m.

Armado base:

As1: barras Ø12 cada 25cm

As2: barras Ø12 cada 25cm

Este armado base proporciona 33.4kNm, por tanto cubre los 17.25kNm preestablecidos.

Armado de refuerzo para momentos negativos

El armado base proporciona 33.4kNm, por lo que faltaría por cubrir la diferencia hasta 38.24kNm, es decir, 5.65kNm.

As1: barras Ø8 cada 10cm

As2: barras Ø8 cada 10cm

Este armado de refuerzo proporciona 29.7kNm, por tanto cubre los 5.65kNm restantes necesarios.

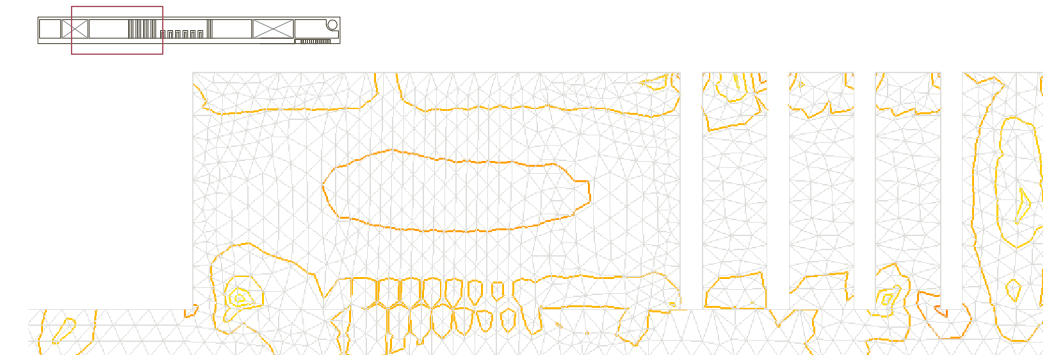
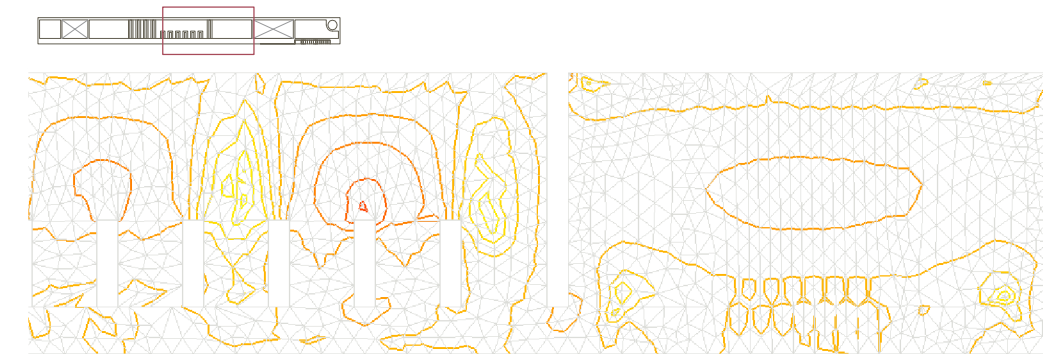
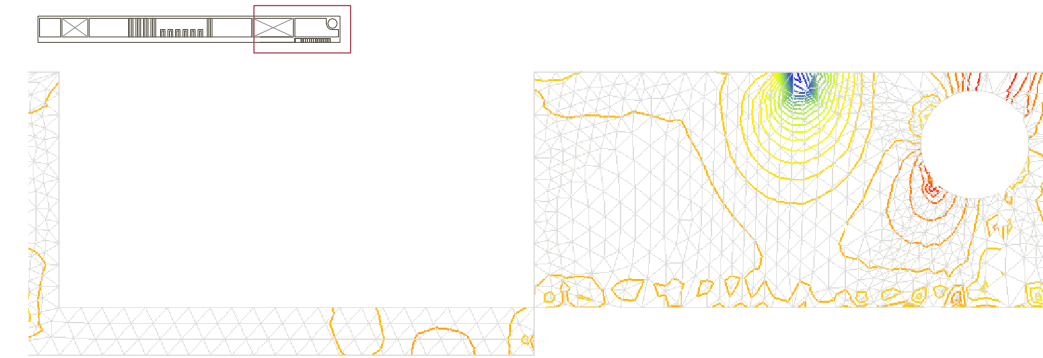
anexo MS24. Tabla de armados

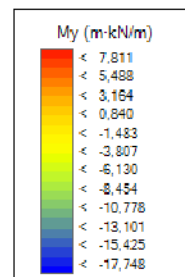
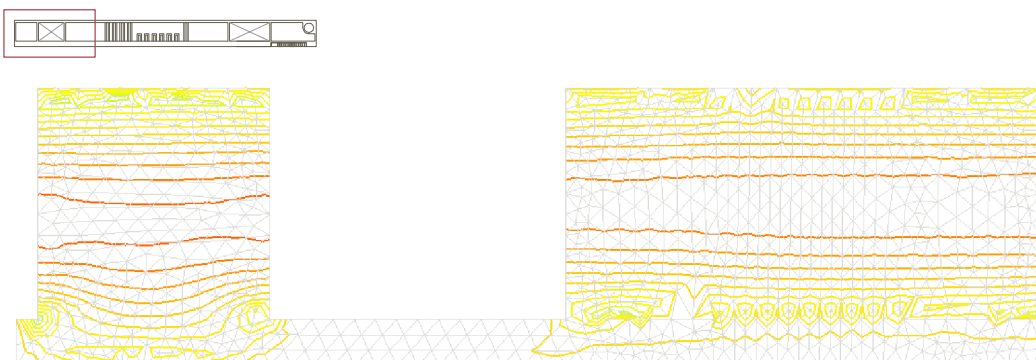
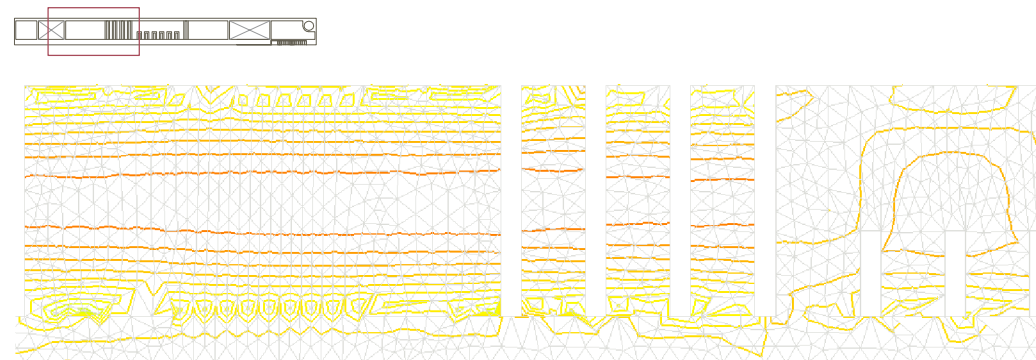
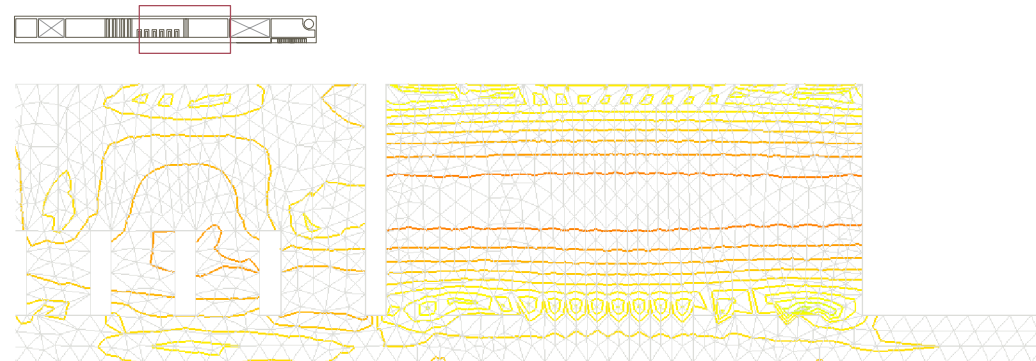
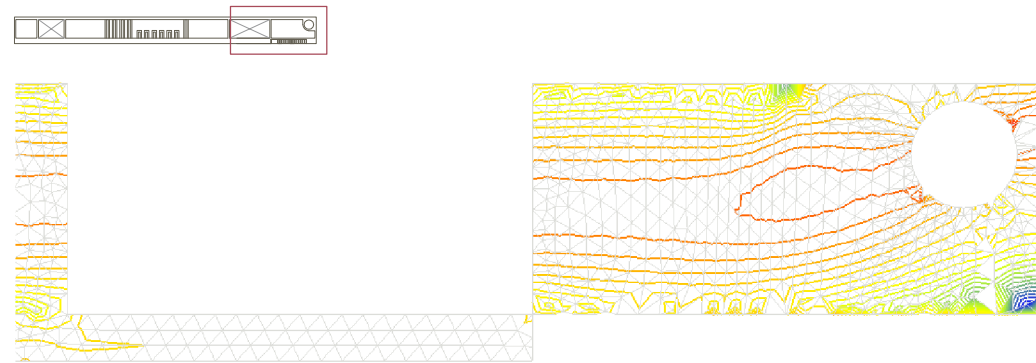
Armado base Mx		Armado base My	
As1	Ø12c25 (33,5kNm)	As1	Ø12c25 (33,5kNm)
As2	Ø12c25 (33,5kNm)	As2	Ø12c25 (33,5kNm)
Refuerzo Mx negativo		Refuerzo My negativo	
As1	Ø8c10 (29,7 kNm)	As1	Ø8c10 (29,7 kNm)
As2	Ø8c10 (29,7 kNm)	As2	Ø8c10 (29,7 kNm)

En general podríamos decir que, lógicamente, los momentos positivos mas fuertes se dan en el centro de la losa mientras que valores mas bajos o negativos aparecen en los encuentros con el muro.

En cambio existen zonas de geometría compleja, propiciadas por las perforaciones fundamentalmente, que provocan los momentos absolutos positivos y negativos mas desfavorables.

Flexión de la placa en dirección X. Curvas de isovalores.





RECUBRIMIENTOS DE LAS ARMADURAS EN LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES DE HORMIGON ARMADO

Para garantizar la durabilidad de las armaduras se deben respetar unos recubrimientos netos mínimos (distancia a la superficie de la armadura<sup>9</sup> que deben hacerse en función del tipo de ambiente previsto y de la calidad del hormigón.

De acuerdo con la EHE, el recubrimiento nominal  $r_{nom}$  es decir, el recubrimiento neto que define la altura de los separadores ha de cumplir con la expresión:

$$r_{nom} \geq r_{min} + \Delta r$$

Siendo:

$r_{min}$ , recubrimiento neto mínimo de cualquier armadura, que no ha de ser inferior al diámetro real de la barra, a 1.25 veces el TMA y al valor correspondiente de la siguiente tabla

$\Delta r$ , margen de recubrimiento, de valor:

- 0mm en elementos prefabricados con control intenso de la ejecución
- 5mm en elementos fabricados in situ con control intenso de la ejecución
- 10mm en el resto de casos

anexo MS25

**Tabla 37.2.4.1.b**  
Recubrimiento mínimo (mm) para las clases generales de exposición III y IV

Hormigón	Cemento	Vida útil de proyecto ( $t_p$ ) (años)	Clase general de exposición			
			IIIa	IIIb	IIIc	IV
Armado	CEM III/A, CEM III/B, CEM IV, CEM II/B-S, B-P, B-V, A-D u hormigón con adición de microsílíce superior al 6% o de cenizas volantes superior al 20%	50	25	30	35	35
		100	30	35	40	40
	Resto de cementos utilizables	50	45	40	*	*
		100	65	*	*	*
Pretensado	CEM II/A-D o bien con adición de humo de sílice superior al 6%	50	30	35	40	40
		100	35	40	45	45
	Resto de cementos utilizables, según el Artículo 26*	50	65	45	*	*
		100	*	*	*	*

\* Estas situaciones obligarían a unos recubrimientos excesivos, desaconsejables desde el punto de vista de la ejecución del elemento. En estos casos, se recomienda comprobar el Estado Límite de Durabilidad según lo indicado en el Anejo nº 9, a partir de las características del hormigón prescrito en el Pliego de prescripciones técnicas del proyecto.

Vida útil: 50 años  
Tipo de cemento: CEMII

El **recubrimiento mínimo** ha de ser mayor a:

Diametro de la barra de mayor espesor: 12mm  
1.25TMA. El tamaño maximo del árido es 20mm: 25mm  
Valor de tabla: 25mm

El **margen del recubrimiento** será de 5mm

Por lo tanto, el recubrimiento nominal será:

$$r_{nom} \geq r_{min} + \Delta r ; r_{nom} \geq 25 + 5 = 30mm$$

Aunque se puede admitir un **recubrimiento nominal** de 30mm, optamos por incrementar este valor hasta los **40mm** ya que la losa de hormigón quedará expuesta por su parte inferior a la acción del fuego en caso de incendio. Del mismo modo, el ambiente de exposición en El Saler incita a pensar un cierto margen de protección para las armaduras.



## RESISTENCIA AL FUEGO DE LA ESTRUCTURA DE HORMIGÓN ARMADO

Como ya vimos para el caso de la estructura de madera, el CTE en el DB-SI Sección 6 Resistencia al fuego de la estructura, determina la resistencia al fuego suficiente de cada elemento estructural principal del edificio. ( *anexo MS26* )

*anexo MS26*

**Tabla 3.1 Resistencia al fuego suficiente de los elementos estructurales**

Uso del sector de incendio considerado <sup>(1)</sup>	Plantas de sótano	Plantas sobre rasante altura de evacuación del edificio		
		≤15 m	≤28 m	>28 m
		Vivienda unifamiliar <sup>(2)</sup>	R 30	R 30
Residencial Vivienda, Residencial Público, Docente, Administrativo	R 120	R 60	R 90	R 120
Comercial, Pública Concurrencia, Hospitalario	R 120 <sup>(3)</sup>	R 90	R 120	R 180
Aparcamiento (edificio de uso exclusivo o situado sobre otro uso)		R 90		
Aparcamiento (situado bajo un uso distinto)		R 120 <sup>(4)</sup>		

<sup>(1)</sup> La resistencia al fuego suficiente R de los elementos estructurales de un suelo que separa sectores de incendio es función del uso del sector inferior. Los elementos estructurales de suelos que no delimitan un sector de incendios, sino que están contenidos en él, deben tener al menos la resistencia al fuego suficiente R que se exija para el uso de dicho sector

<sup>(2)</sup> En viviendas unifamiliares agrupadas o adosadas, los elementos que formen parte de la estructura común tendrán la resistencia al fuego exigible a edificios de uso Residencial Vivienda.

<sup>(3)</sup> R 180 si la altura de evacuación del edificio excede de 28 m.

<sup>(4)</sup> R 180 cuando se trate de aparcamientos robotizados.

En el caso de la escuela infantil, el uso del edificio es docente y la altura de evacuación es menor de 15 metros, por tanto, la resistencia al fuego suficiente será R60.

### Muros de hormigón armado

En el Anejo C. Resistencia al fuego de las estructuras de hormigón armado se determinan unos espesores mínimos así como unas distancias mínimas al eje de la armadura traccionada. En este caso, basta con el espesor del muro necesario por cálculo de resistencia y diseño constructivo para cumplir con los requisitos del proyecto en caso de incendio.

*anexo MS27*

**Tabla C.2. Elementos a compresión**

Resistencia al fuego	Lado menor o espesor $b_{min}$ / Distancia mínima equivalente al eje $a_m$ (mm) <sup>(1)</sup>		
	Soportes	Muro de carga expuesto por una cara	Muro de carga expuesto por ambas caras
	R 30	150 / 15 <sup>(2)</sup>	100 / 15 <sup>(3)</sup>
R 60	200 / 20 <sup>(2)</sup>	120 / 15 <sup>(3)</sup>	140 / 15
R 90	250 / 30	140 / 20 <sup>(3)</sup>	160 / 25
R 120	250 / 40	160 / 25 <sup>(3)</sup>	180 / 35
R 180	350 / 45	200 / 40 <sup>(3)</sup>	250 / 45
R 240	400 / 50	250 / 50 <sup>(3)</sup>	300 / 50

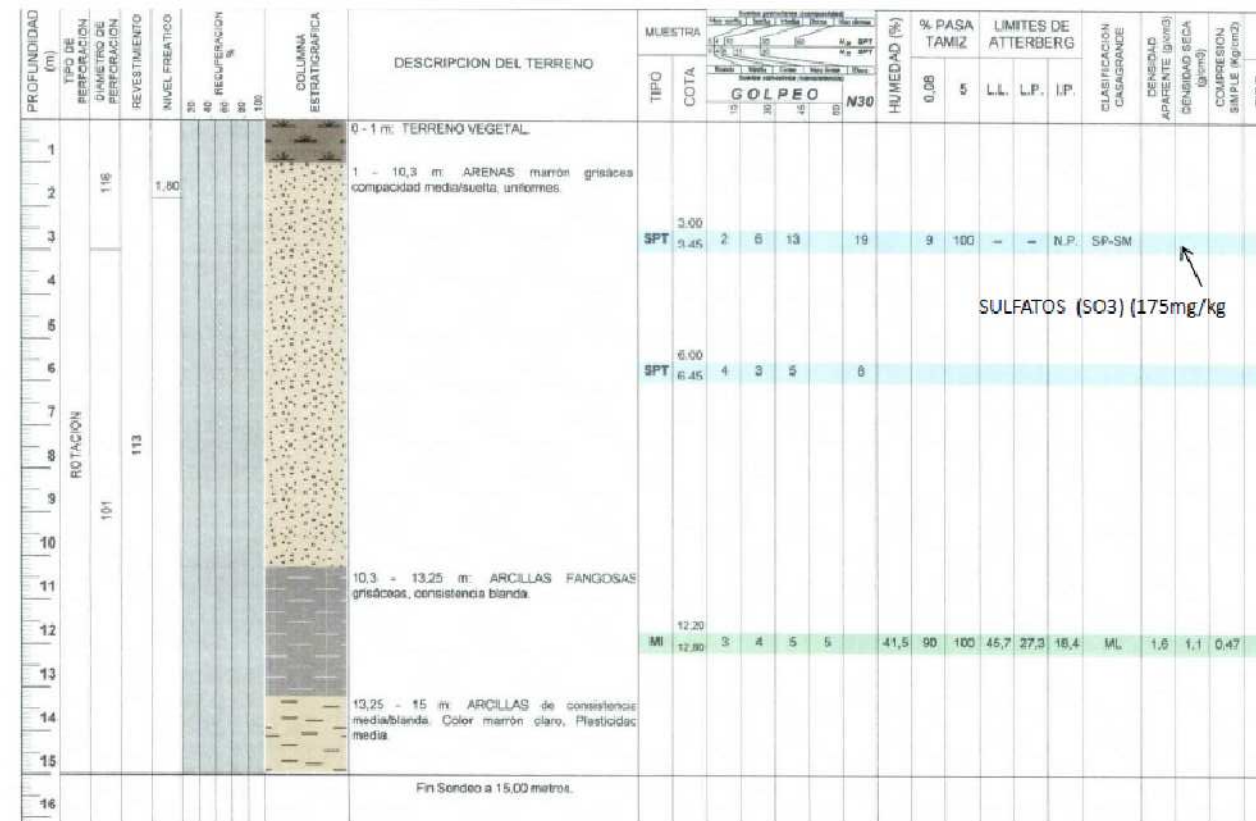
<sup>(1)</sup> Los recubrimientos por exigencias de durabilidad pueden requerir valores superiores.

<sup>(2)</sup> Los soportes ejecutados en obra deben tener, de acuerdo con la Instrucción EHE, una dimensión mínima de 250 mm.

<sup>(3)</sup> La resistencia al fuego aportada se puede considerar REI

### Forjados de losa maciza

Análogamente al caso anterior, el Anejo C determina los espesores mínimos y las distancias mínimas al eje de la armadura inferior traccionada. En el caso de la escuela infantil, la losa de cubierta no cumple ninguna función de compartimentación de incendios y por lo tanto no tiene que cumplir criterios R,E,I; por el contrario sólo se requiere una función resistente (criterio R), por lo que basta con que el espesor de la losa sea el necesario para cumplir con los requisitos del proyecto a temperatura ambiente.



**SONDEO**

SULFATOS (SO3) (175mg/kg)

- CIMENTACION

El perfil estratigráfico revela las siguientes capas: arenas marrones grisáceas de compactación media/suelta uniformes, arcillas fangosas grisáceas de consistencia blanda y arcillas marrón claro de consistencia media/blanda y plasticidad media. Así mismo es necesario conocer que el nivel freático se sitúa en torno a los 1.8 m respecto a la superficie. (MS26)

Para la cimentación de los soportes de madera de roble europeo se utiliza un sistema de micropilotaje en acero tratado frente a la humedad y arriostrado mediante barras en dos direcciones.

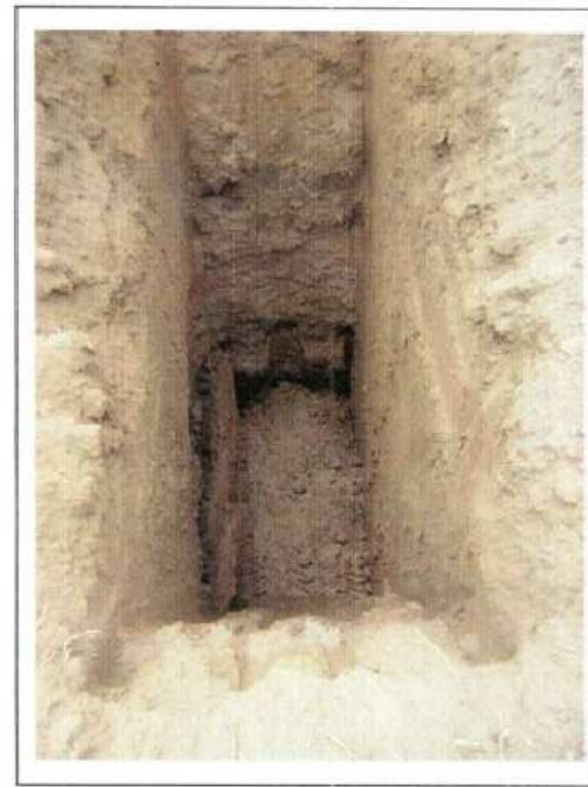
En este caso los pilotes van a estar permanentemente expuestos a ciclos de saturación y secado bajo las oscilaciones del nivel freático. Por eso se materializan en acero, ya que permite una mayor durabilidad.

La corrosión es el proceso que propiciaría la pronta desintegración del acero. Para que se produzca son indispensables dos componentes el agua y el oxígeno.

El primer metro de suelo presenta cierta oxigenación, debajo de esto, la concentración de oxígeno decrece rápidamente con la profundidad. Un pilote en su proceso de hincado consume ese oxígeno de su alrededor en una corrosión inicial, agotándolo. Para que el proceso tenga continuidad, más oxígeno debe llegar a la superficie del pilote, lo que no sucede con facilidad.

Por lo tanto, aunque la presencia de agua es casi constante, los procesos corrosivos se van a producir con dificultad. De todos modos, y del lado de la seguridad, se aplica un tratamiento anti-corrosión a los pilotes de acero.

FOTOGRAFÍA DE CAVIDAD EN EXCAVACIÓN



**CALICATA**



## Condiciones de sustentación

Para la cimentación de los muros se emplea un sistema superficial por medio de zapatas corridas de hormigón armado. Como en el resto del proyecto, elegimos un hormigón poco poroso y de árido fino para resistir mejor las condiciones agresivas del entorno. En concreto se trata de un HA-30/B/16/IIIa.

Se opta por empotrar las zapatas en el estrato de arenas de compacidad media/suelta sin rebasar la cota del nivel freático, para ello:

- Se excava hasta una cota de - 1.7m.
- Se coloca hormigón de limpieza hasta alcanzar la cota -1.6m
- Se hormigona la zapata apoyándola a cota -1.6m.

Se recurre al Código Técnico DB-SE-Cimientos para la obtención de los datos necesarios para el cálculo que no se aportan en el estudio geotécnico.

## Peso específico saturado

Tabla D.26. Valores orientativos de densidades de suelos

Tipo de suelo	$\gamma_{sat}$ (kN/m <sup>3</sup> )	$\gamma_d$ (kN/m <sup>3</sup> )
Grava	20 - 22	15 - 17
Arena	18 - 20	13 - 16
Limo	18 - 20	14 - 18
Arcilla	16 - 22	14 - 21

$$\gamma_{sat} = 18 \text{ kN/m}^3$$

## Ángulo de rozamiento interno

Tabla D.27. Propiedades básicas de los suelos

Clase de suelo	Peso específico aparente (kN/m <sup>3</sup> )	Ángulo de rozamiento interno
Terreno natural	Grava	19 - 22
	Arena	17 - 20
	Limo	17 - 20
	Arcilla	15 - 22
Rellenos	Tierra vegetal	17
	Terraplén	17
	Pedraplén	18

$$\phi = 30^\circ$$

## Comprobación geotécnica de la zapata

La comprobación geotécnica de zapatas comprueba las tensiones en el terreno. Se comprueba que la presión de contacto no supera el valor de la presión de hundimiento calculada en el apartado anterior.

Es una comprobación en servicio, con las cargas sin mayorar. Las cargas que se toman son las correspondientes a las transmitidas por la estructura para la combinación poco probable de acciones, mas el peso del cimiento y de todo lo que gravita sobre él (terreno, solera...)

Se va a considerar una zapata de base rectangular, donde el largo es 1m, Es decir que las dimensiones serán:  $a \times b \times h = 1 \times 1.1 \times 0.55$ . Determinamos las sollicitaciones que se transmiten al terreno.

- Peso propio de la zapata:

$$N_z = a \times b \times h \times \gamma_h = 1 \times 1.1 \times 0.55 \times 25 = 15.125 \text{ kN/m}$$

- Peso del terreno:

$$N_t = a \times b \times h \times \gamma_t = (1.6 - 0.55) \times 1 \times 1.1 \times 16 = 19.63 \text{ kN/m}$$

- Peso propio de la solera:

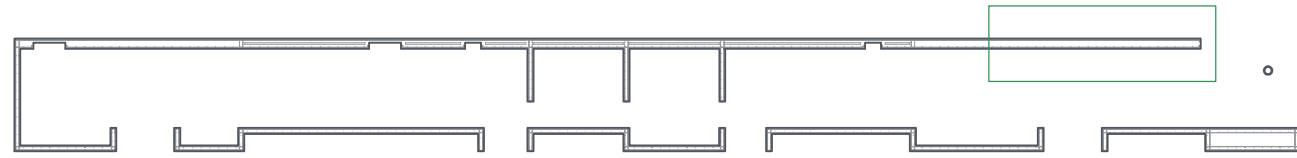
$$N_s = a \times b \times h = 1 \times 1.1 \times 0.15 \times 25 = 4.125 \text{ kN}$$

- Sobrecarga de uso de la solera:

$$N_u = a \times b \times q = 1 \times 1.1 \times 3 = 3.3 \text{ kN}$$

Para estos cálculo se ha considerado un peso específico del terreno de relleno de 17 kN/m<sup>3</sup> según la tabla D.27 y un valor para la sobrecarga de uso de 3kN/m<sup>2</sup>, que es la que corresponde a zonas de mesas y sillas según el DB-SE-AE.

A los valores anteriores debemos incrementar el peso propio del muro de hormigón para 1m de longitud, así como las fuerzas que transmite. El cálculo se centrará sobre una de las zapatas corridas que soporta el muro de 35cm, en concreto en la parte del muro que mas fuertemente solicitado se encuentra.



#### Datos de partida

- Hormigón: HA-30/B/16/IIIa
- Acero: B 500 SD
- Control de ejecución: normal (Yf,G = 1.35; Yf,Q = 1.5)
- Control del hormigón: estadístico (Yc = 1.50)
- Control del acero: normal (Yc = 1.15)
- Cota de cimentación: 1.6m
- Terreno (Arenas media suelta): tensión admisible  $\sigma_{adm} = 250 \text{ kN/m}^2$   
(balasto) = 1.5 Kg/cm<sup>3</sup>  
densidad:  $\gamma = 18 \text{ kN/m}^3$   
ángulo de rozamiento interno:  $\phi = 30^\circ$
- Anchura del muro: e = 350mm
- Axil sin mayorar:  $N_d = N_g + N_q = 68.29 \text{ Kn/m}$   
 $N_g = 51.55 \text{ kN/m}$   
 $N_q = 16.74 \text{ kN/m}$
- Cortante sin mayorar:  $V_d = V_g + V_q = 13.19 \text{ Kn/m}$   
 $V_g = 8.25 \text{ kN/m}$   
 $V_q = 4.94 \text{ kN/m}$
- Momento sin mayorar:  $M_d = M_g + M_q = 11.26 \text{ Knm/m}$   
 $M_g = 6.7 \text{ mkN/m}$   
 $M_q = 4.56 \text{ mkN/m}$

Por lo tanto el axil total resultante será:

$$N(\text{total}) = N_z + N_t + N_s + N_u + N_d$$

$$N(\text{total}) = 15.13 + 19.63 + 4.13 + 3.3 + 68.29 = 110.48 \text{ Kn/m}$$

De acuerdo con la ley de Navier (admitido un comportamiento lineal del terreno), se obtienen las presiones del terreno:

$$\sigma_{\max} = \frac{N_{\text{total}}}{a \cdot b} \pm \frac{6(M+V \cdot h)}{a^2 \cdot b} = \frac{110.48}{1.1 \cdot 1} \pm \frac{6(11.26+13.19 \cdot 0.55)}{1.1^2 \cdot 1} = 100.43 \pm 91.81$$

$$\sigma_{\max} = 192.24 \text{ kN/m}^2 \leq 1.25 \sigma_{\text{adm}} = 312.5 \quad \text{CUMPLE}$$

La zapata cumple ya que comprobamos que la máxima tensión transmitida al terreno no supera un 125% de la tensión admisible del terreno.

#### DIMENSIONADO A FLEXION

##### Tensiones de cálculo

Las solicitaciones de cálculo son las siguientes:

$$N_d = Y_{f,G} \cdot N_g + Y_{f,Q} \cdot N_q = 1.35 \cdot 51.55 + 1.50 \cdot 16.74 = 94.70 \text{ kN/m}$$

$$V_d = Y_{f,G} \cdot V_g + Y_{f,Q} \cdot V_q = 1.35 \cdot 8.25 + 1.50 \cdot 4.94 = 18.58 \text{ kN/m}$$

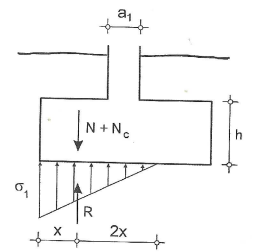
$$M_d = Y_{f,G} \cdot M_g + Y_{f,Q} \cdot M_q = 1.35 \cdot 6.7 + 1.50 \cdot 4.56 = 15.88 \text{ mkN/m}$$

$$\sigma_{\max} = \frac{N_{\text{total}}}{a \cdot b} \pm \frac{6(M+V \cdot h)}{a^2 \cdot b} = \frac{94.70}{1.1 \cdot 1} \pm \frac{6(15.88+18.58 \cdot 0.55)}{1.1^2 \cdot 1} = 86.09 \pm 129.42$$

$$\sigma_1 = 215.51 \text{ kN/m}^2$$

$$\sigma_1 = -43.33.51 \text{ kN/m}^2 \quad \text{NO CUMPLE}$$

La zapata esta traccionada por lo tanto la situación no es real pues el terreno no puede absorber esfuerzos de tracción. La distribución de presiones es triangular, la resultante R está situada a una distancia x del borde de la zapata.



##### Flexión

Adoptando el modelo propuesto por la EHE (método de bielas y tirantes), se tiene:

$$\text{La excentricidad de la carga } e = M_d / N_d = 15.88 / 94.70 = 0.17 \text{ m}$$

Por otro lado, la resultante R1d, es igual a:

$$R1d = N_d = 94.70 \text{ kN/m}$$

$$x = 0.55 - 0.17 = 0.38 \text{ m}$$

$$\sigma_1 = \frac{2R}{3 \cdot b \cdot x} = \frac{2 \cdot 94.70}{3 \cdot 1 \cdot 0.38} = 166.14 < 1.25 \sigma_{\text{adm}}$$

##### Capacidad mecánica de cálculo:

Conocida R1d, la armadura principal debe resistir una fuerza de tracción Td igual a:

$$T_d = \frac{R1d}{0.85 \cdot d} \cdot (x_1 - 0.25a_1)$$

Siendo:

$$r_{\text{mec}} = r_{\text{neto}} + 1.5 \emptyset$$

$$d = h - r_{\text{mec}}$$

Para este cálculo necesitamos obtener el canto útil (d).

El **recubrimiento mínimo** ha de ser mayor a:

Diametro de la barra de mayor espesor: 16mm (suponemos que el armado va a realizarse con este diámetro de barra máximo).

1.25TMA. El tamaño maximo del árido es 20mm: 25mm

Valor de tabla 37.2.4.1.b de la EHE-08: 30mm

**Tabla 37.2.4.1.b**  
Recubrimiento mínimo (mm) para las clases generales de exposición III y IV

Hormigón	Cemento	Vida útil de proyecto (t) (años)	Clase general de exposición			
			IIIa	IIIb	IIIc	IV
Armado	CEM III/A, CEM III/B, CEM IV, CEM IV/B-S, B-P, B-V, A-D u hormigón con adición de microsilice superior al 6% o de cenizas volantes superior al 20%	50	25	30	35	35
		100	30	35	40	40
	Resto de cementos utilizables	50	45	40	*	*
		100	65	*	*	*
Pretensado	CEM II/A-D o bien con adición de humo de sílice superior al 6%	50	30	35	40	40
		100	35	40	45	45
	Resto de cementos utilizables, según el Artículo 26*	50	65	45	*	*
		100	*	*	*	*

\* Estas situaciones obligarían a unos recubrimientos excesivos, desaconsejables desde el punto de vista de la ejecución del elemento. En estos casos, se recomienda comprobar el Estado Límite de Durabilidad según lo indicado en el Anexo nº 9, a partir de las características del hormigón prescrito en el Pliego de prescripciones técnicas del proyecto.

Entendiendo que el control de ejecución para el caso de las zapatas es normal, el **margen de recubrimiento** ( $\Delta r$ ) será de 10mm.

Por lo que el **recubrimiento neto** total es el siguiente:

$$r_{\text{neto}} \geq r_{\text{min}} + \Delta r = 40\text{mm}$$

El recubrimiento mecánico será por consiguiente:

$$r_{\text{mec}} = r_{\text{neto}} + 1.5 \phi = 40 + 1.5 \times 16 = 64 \text{ mm}$$

El canto útil será:

$$d = 550 - 64 = 486 \text{ mm}$$

Introduciendo los valores para la distancia entre el eje del muro y el punto donde está aplicada la fuerza resultante  $R_{d1}$ , así como el valor del ancho del muro; obtenemos la capacidad mecánica de cálculo:

$$T_d = \frac{94.70}{0.85 \cdot 486} \cdot (0.25 - 0.25 \cdot 0.35) = 0.037 = 37 \text{ kN/m} = U_{s, \text{cal}}$$

#### Limitación geométrica

Aunque la EHE no establece limitaciones específicas para zapatas, algunos autores consideran que debe tomarse la limitación establecida para losas:

$$\rho = 1.8/100 \text{ por tratarse de acero B500}$$

$$U_{s, \text{geom.}} = \rho A_c f_{yd} = \frac{1.8}{100} \cdot (1100 \cdot 550) \cdot \frac{500}{1.15} \cdot 10^{-3} = 473.47 \text{ kN/m} > U_{s, \text{cal}}$$

#### Limitación mecánica

Solo se ha de tener en cuenta si la capacidad mecánica de armadura de tracción cumple:

$$U_{s, \text{mec}} = 0.04 \times f_{cd} \times b \times h$$

$$x = 0.04 \times f_{cd} \times b \times h = 0.04 \times 30/1.5 \times 1100 \times 550 \cdot 10^{-3} = 484 \text{ kN/m} > U_{s, \text{geom}}$$

#### Disposición de armaduras.

En definitiva, al ser el valor de la limitación mecánica mayor que la de cálculo, la armadura que hay que disponer debe tener capacidad mecánica mínima  $U_s = 484 \text{ kN/m}$ . Optando, como habíamos considerado en el cálculo de los recubrimientos por armar la zapata con barras del  $\phi 16$ :

$$U_{s\phi 16} = \pi \left(\frac{16}{2}\right)^2 \times 400 \times 10^{-3} = 80.42 \text{ (fyd} \leq 400\text{MPa)}$$

El número de barras será:

$$n = \frac{T_d}{U_{s\phi 16}} = 484/80.42 = 6.02 = 7 \phi 16 \text{ cada metro}$$

Dado que el recubrimiento mínimo neto ha de ser de 40mm gracias a la utilización del hormigón de limpieza, la separación entre barras es:

$$s = \frac{a - 2r_{\text{neto}} - 2 \phi / 2}{n \text{ barras} - 1} = \frac{100 - 8 - 2 \cdot 0.8}{7 - 1} = 15.06 \text{ cm}$$

#### Anclaje de las armaduras longitudinales.

El anclaje de la armadura longitudinal debe realizarse a partir de los extremos de la celosía virtual, es decir, a partir del punto de aplicación de la resultante  $R_{d1}$ .

Hay que calcular el espacio disponible hasta el extremo de la zapata, ya que en función de él se decidirá la tipología de anclaje conveniente.

El espacio disponible para anclar la armadura es:

$$L = (v + 0.5a_1) - x_1 - r_{\text{neto}} = (37.5 + 0.5 \cdot 35) - 15 - 4 = 36 \text{ cm}$$

A partir de la sección de referencia  $x_1$  la armadura debe prolongarse una distancia igual a la longitud básica neta de anclaje  $l_{b, \text{neta}}$ .

Tabla 1. Valores del coeficiente m.

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

$$l_{b, \text{neta}} = \beta \frac{U_{s, \text{nec}}}{U_{s, \text{real}}} l_b$$

$$l_{b, \phi 16} = m \times \phi^2 = 13 \times 1.6 = 33.28 \text{ cm}$$

$$l_{b, \phi 16} = \frac{f_{yk}}{20} \times \phi = 500/20 \times 1.6 = 40 \text{ cm}$$

$$l_{red} = 10 \varnothing = 16 \text{ cm}$$

$$l_{red} = \frac{1}{3} l_b = 13.33 \text{ cm}$$

$$l_{red} = 15 \text{ cm}$$

$$l_{bneto} = \beta \frac{U_{s,nec}}{U_{s,real}} l_b = 1 \times \frac{484}{7 \times 80.42} \times 40 = 34.39 \text{ cm}$$

$$l_{bneto} = 34.39 \text{ cm} > l_b \text{ red} = 16 \text{ cm}$$

$$l_{bneto} = 34.39 \text{ cm} < L = 36 \text{ cm}$$

Por lo tanto, el anclaje se puede realizar recto.

#### Anclaje de las armaduras de espera del muro de hormigón.

Debemos comprobar si existe espacio suficiente para poder anclar las armaduras de espera del muro.

$$12 \geq \frac{2}{3} l_b \text{ siendo } 12 = h - r_{neto} - 2 \times 1.2 \varnothing_{zaoata} - 1.2 \varnothing_{muro} - r_{doblado}$$

$$12 = 55 - 4 - (2 \times 1.2 \times 1.6) - (1.2 \times 1.2) - 1.6$$

$$12 = 44.12 \geq \frac{2}{3} 34.39 \geq 22.93 \text{ cm}$$

Cumple y por lo tanto, hay canto suficiente para poder anclar las armaduras de espera del muro.

#### Comprobación del E.L.S. de fisuración.

Como criterio general las cimentaciones rígidas no precisan la comprobación de fisuración. Comprobamos la tipología de la zapata:

$$\text{zapata flexible: } v_{max} > 2h ;$$

$$\text{zapata rígida: } v_{max} \leq 2h ;$$

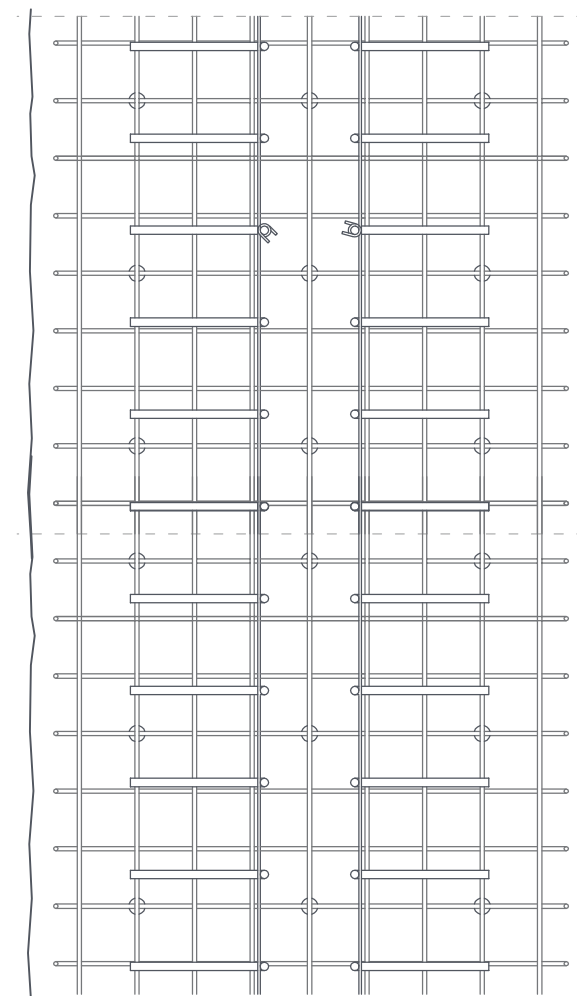
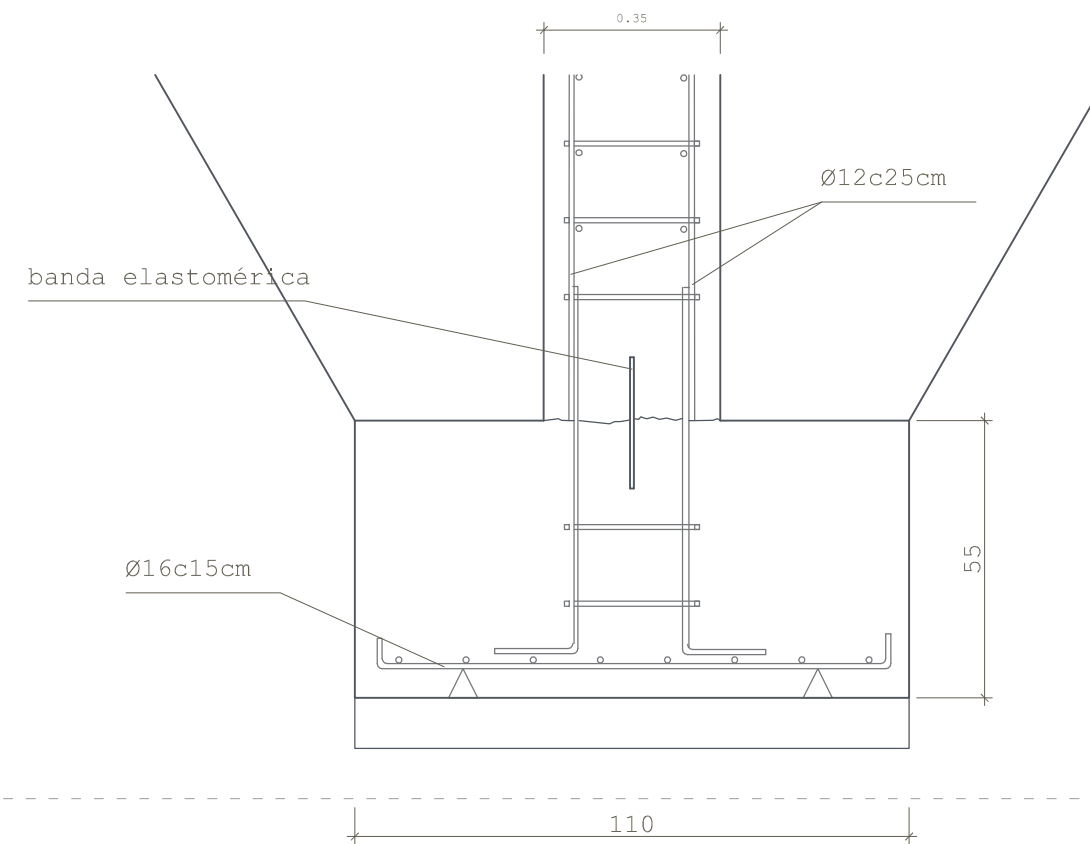
En este caso:

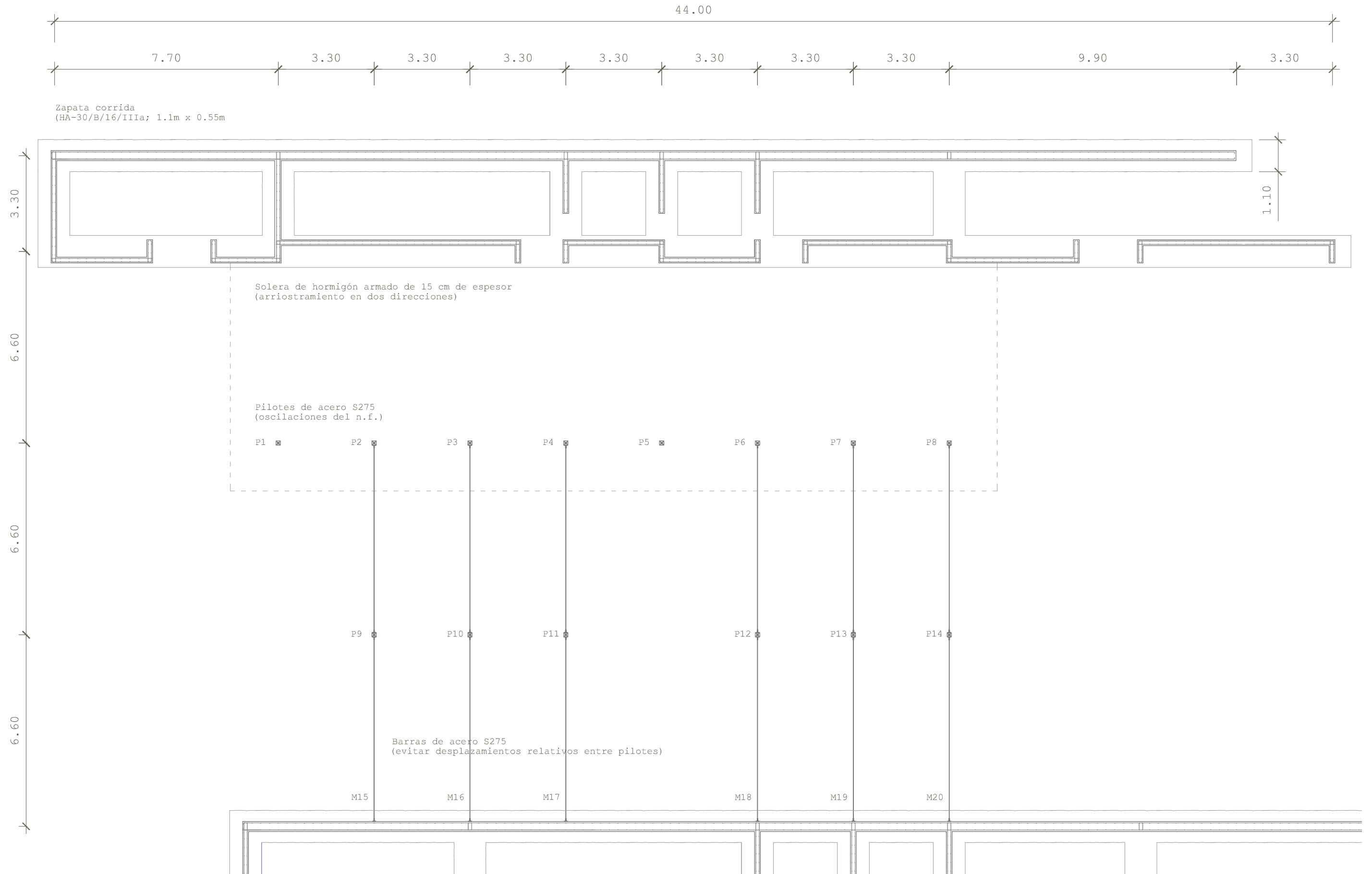
$$v_{max} = \frac{1.1 - 0.35}{2} = 0.375 \text{ m}$$

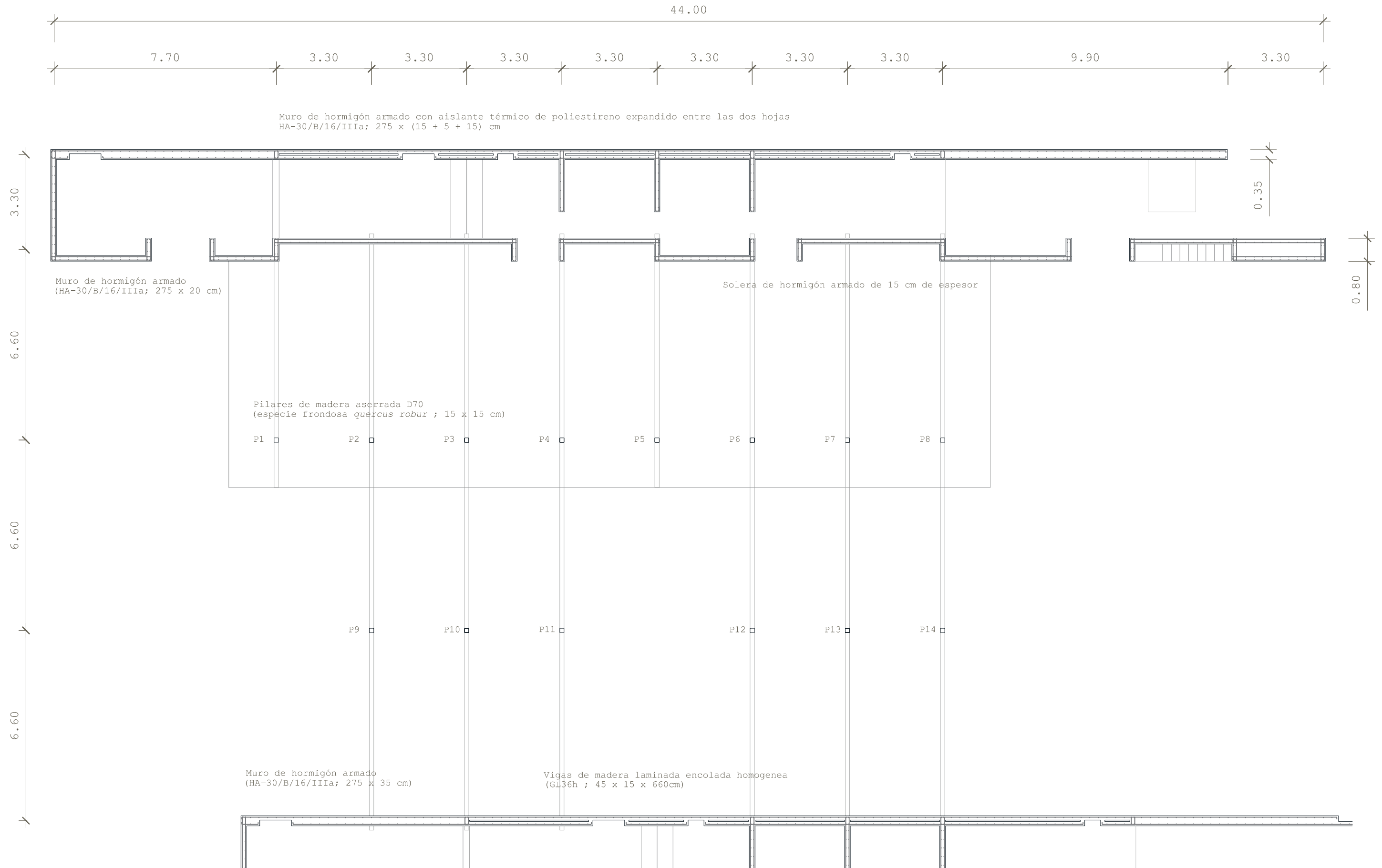
$$v_{max} \leq 2 \times 0.55; 0.375 \leq 1.1$$

Por lo tanto se trata de una zapata rígida y no es necesaria su comprobación.

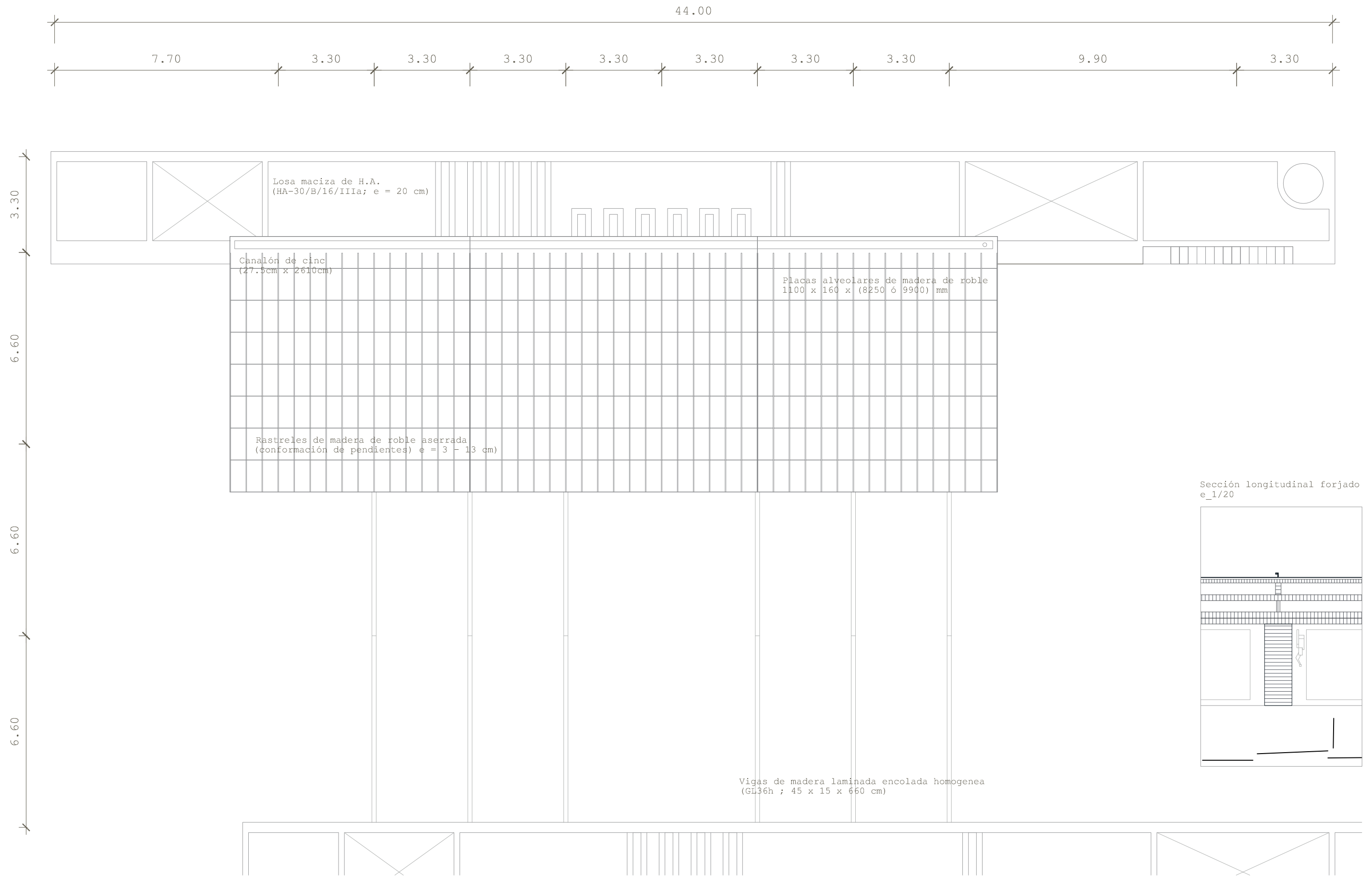
#### Esquema de armado



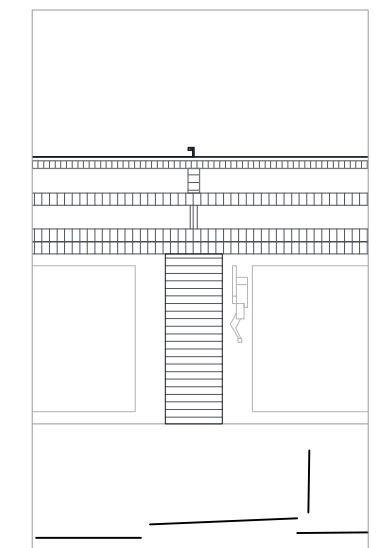


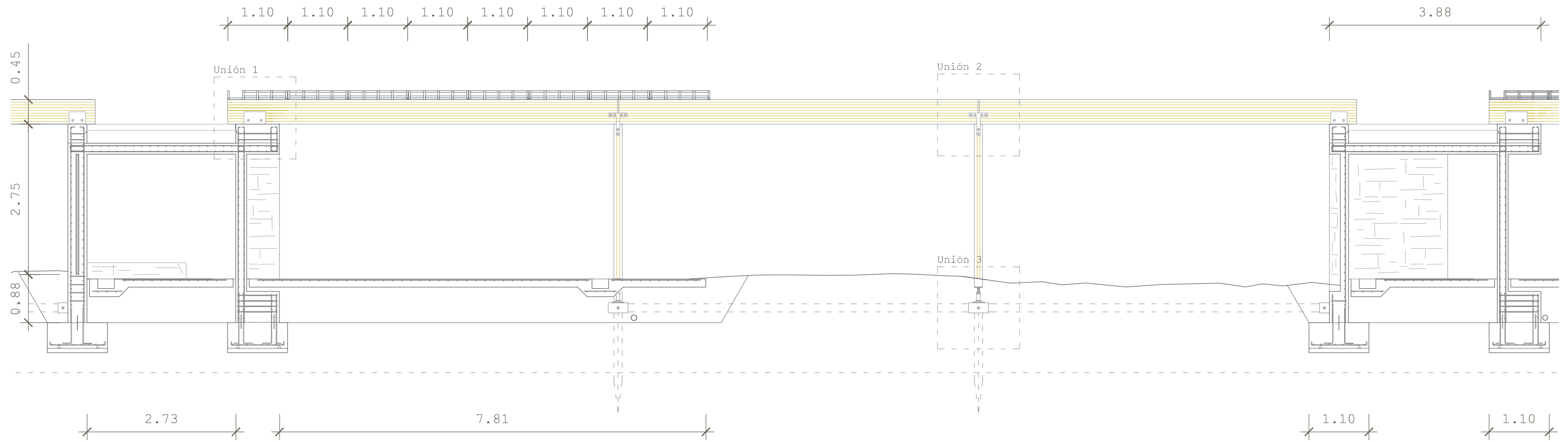






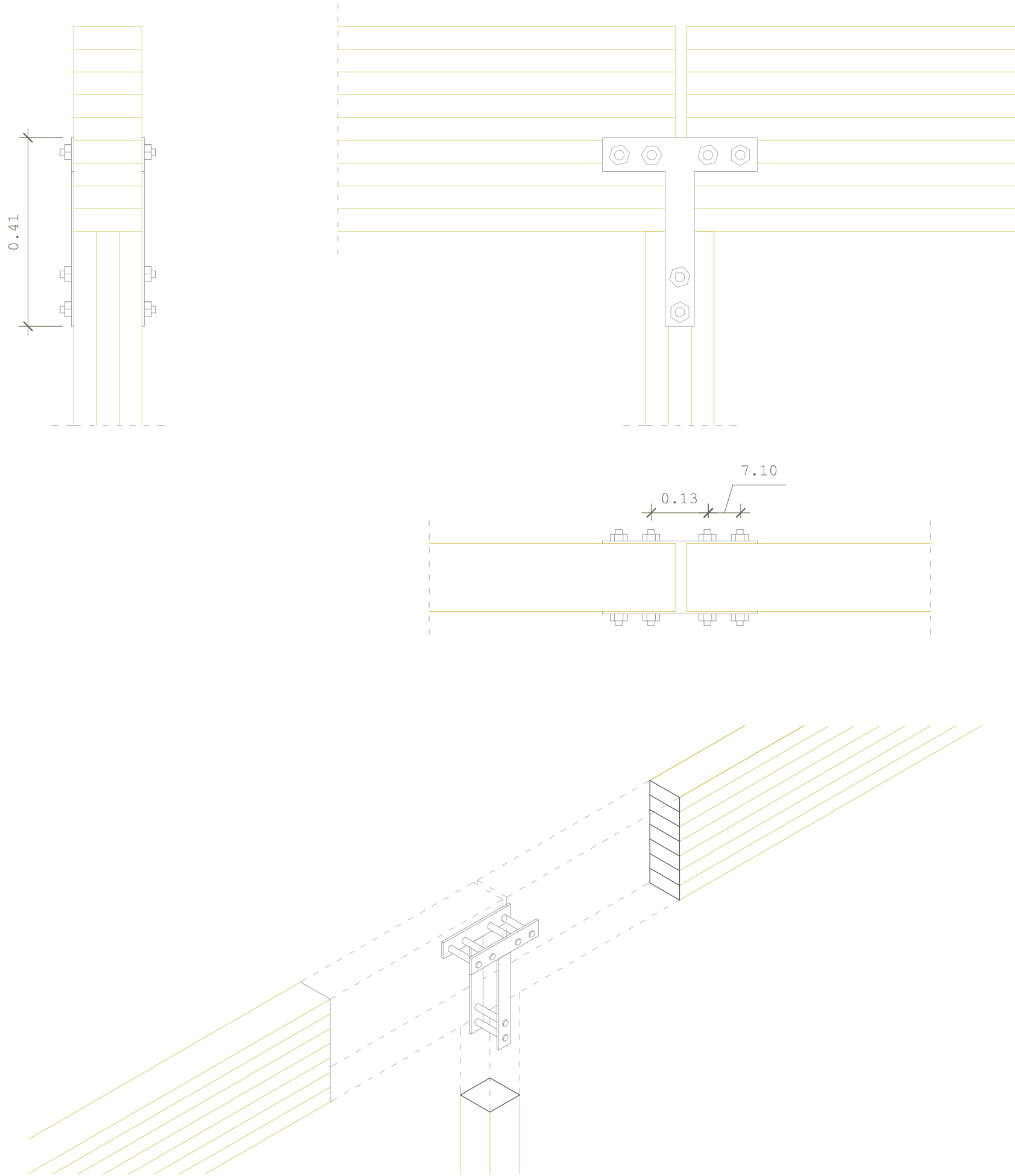
Sección longitudinal forjado e\_1/20

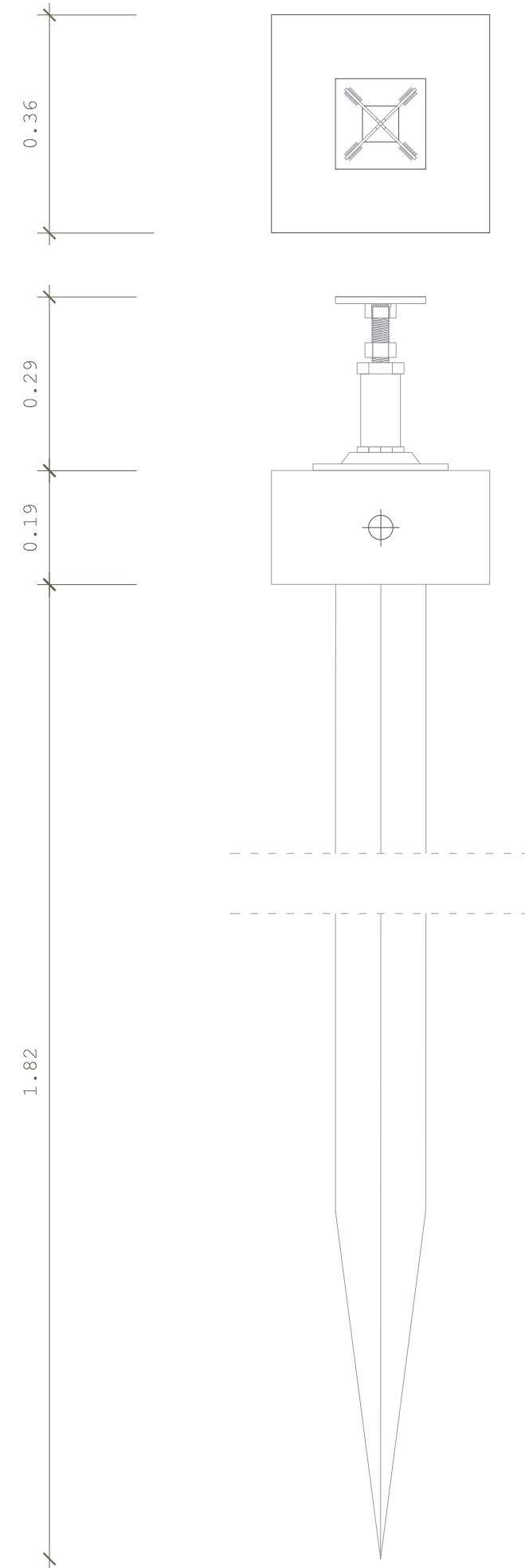
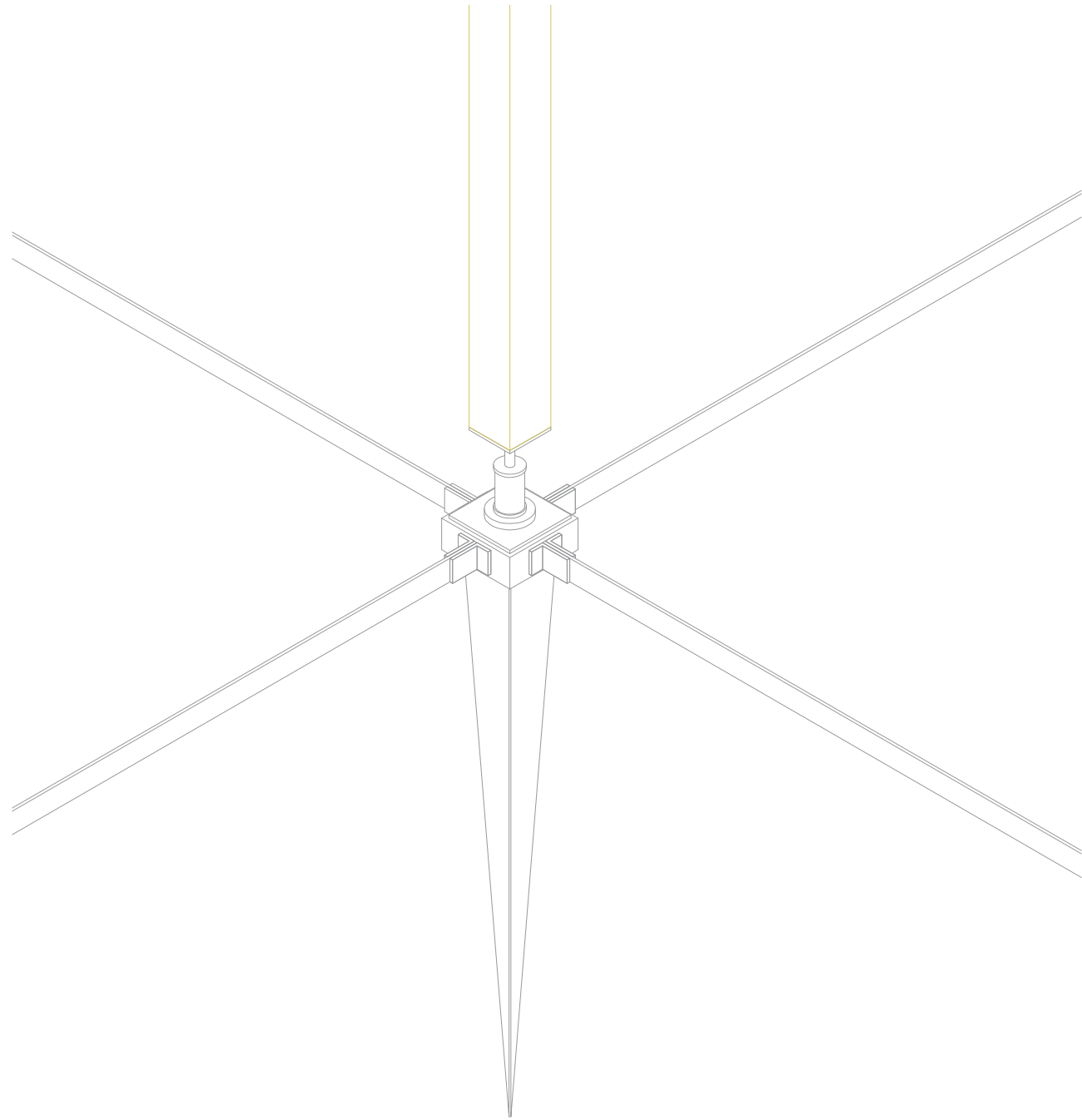




Unión 1 (apoyo articulado vigas MLEH - muro H.A.) e\_1/10







## MEMORIA INSTALACIONES

- I. SEGURIDAD EN CASO DE INCENDIO. CTE DB-SI.
- II. SUMINISTRO DE AGUA. AGUA FRÍA. CTE DB-HS4.
- III. SUMINISTRO DE AGUA. AGUA CALIENTE SANITARIA. CTE DB-HS4.
- IV. SANEAMIENTO. EVACUACIÓN DE AGUAS PLUVIALES. CTE DB-HS5.
- V. SANEAMIENTO. EVACUACIÓN DE AGUAS RESIDUALES. CTE DB-HS5.
- VI. ELECTRICIDAD. LUMINOTECNIA Y TELECOMUNICACIONES. ITC BT.
- VII. ENERGÍAS RENOVABLES. MINIEÓLICA. PER 2011-2020.
- VIII. VENTILACIÓN. CALIDAD DEL AIRE INTERIOR. RITE.

## I. SEGURIDAD EN CASO DE INCENDIO. CTE DB-SI.

### OBJETO.

Este Documento Básico (DB) tiene por objeto establecer reglas y procedimientos que permiten cumplir las exigencias básicas de seguridad en caso de incendio. Las secciones de este DB se corresponden con las exigencias básicas SI 1 a SI 6. La correcta aplicación de cada Sección supone el cumplimiento de la exigencia básica correspondiente. La correcta aplicación del conjunto del DB supone que se satisface el requisito básico "Seguridad en caso de incendio". Tanto el objetivo del requisito básico como las exigencias básicas se establecen en el artículo 11 de la Parte 1 de este CTE y son los siguientes:

Artículo 11. Exigencias básicas de seguridad en caso de incendio (SI).

1 El objetivo del requisito básico "Seguridad en caso de incendio" consiste en reducir a límites aceptables el riesgo de que los usuarios de un edificio sufran daños derivados de un incendio de origen accidental, como consecuencia de las características de su proyecto, construcción, uso y mantenimiento.

2 Para satisfacer este objetivo, los edificios se proyectarán, construirán, mantendrán y utilizarán de forma que, en caso de incendio, se cumplan las exigencias básicas que se establecen en los apartados siguientes.

3 El Documento Básico DB-SI especifica parámetros objetivos y procedimientos cuyo cumplimiento asegura la satisfacción de las exigencias básicas y la superación de los niveles mínimos de calidad propios del requisito básico de seguridad en caso de incendio, excepto en el caso de los edificios, establecimientos y zonas de uso industrial a los que les sea de aplicación el "Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales", en los cuales las exigencias básicas se cumplen mediante dicha aplicación.

11.1 Exigencia básica SI 1 - Propagación interior.  
Se limitará el riesgo de propagación del incendio por el interior del edificio.

11.2 Exigencia básica SI 2 - Propagación exterior.  
Se limitará el riesgo de propagación del incendio por el exterior, tanto en el edificio considerado como a otros edificios.

11.3 Exigencia básica SI 3 - Evacuación de ocupantes.  
El edificio dispondrá de los medios de evacuación adecuados para que los ocupantes puedan abandonarlo o alcanzar un lugar seguro dentro del mismo en condiciones de seguridad.

11.4 Exigencia básica SI 4 - Instalaciones de protección contra incendios.  
El edificio dispondrá de los equipos e instalaciones adecuados para hacer posible la detección, el control y la extinción del incendio, así como la transmisión de la alarma a los ocupantes.

11.5 Exigencia básica SI 5 - Intervención de bomberos.  
Se facilitará la intervención de los equipos de rescate y de extinción de incendios.

11.6 Exigencia básica SI 6 - Resistencia al fuego de la estructura.  
La estructura portante mantendrá su resistencia al fuego durante el tiempo necesario para que puedan cumplirse las anteriores exigencias básicas.

### CRITERIOS GENERALES DE APLICACIÓN.

A efectos de este DB deben tenerse en cuenta los siguientes criterios de aplicación:

1 En aquellas zonas destinadas a albergar personas bajo régimen de privación de libertad o con limitaciones psíquicas no se deben aplicar las condiciones que sean incompatibles con dichas circunstancias. En su lugar, se deben aplicar otras condiciones alternativas, justificando su validez técnica y siempre que se cumplan las exigencias de este requisito básico.

3 A los edificios, establecimientos o zonas de los mismos cuyos ocupantes precisen, en su mayoría, ayuda para evacuar el edificio (residencias geriátricas o de personas discapacitadas, centros de educación especial, etc.) se les debe aplicar las condiciones específicas del uso Hospitalario.

5 Cuando un cambio de uso afecte únicamente a parte de un edificio o de un establecimiento, este DB se debe aplicar a dicha parte, así como a los medios de evacuación que la sirvan y que conduzcan hasta el espacio exterior seguro, estén o no situados en ella. Como excepción a lo anterior, cuando en edificios de uso Residencial Vivienda existentes se trate de transformar en dicho uso zonas destinadas a cualquier otro, no es preciso aplicar este DB a los elementos comunes de evacuación del edificio.

### DIMENSIONADO Y CÁLCULO DE LA INSTALACIÓN CONTRA INCENDIOS.PCI.

#### Datos descriptivos del proyecto:

Tipo de uso: Docente.  
Situación: Valencia, Zona climática IV.  
Nº de plantas: Planta Baja.  
Superficie construida: 1.322 m2

#### Sección SI 1 Propagación Interior.

##### Compartimentación en sectores de incendio.

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

2 A efectos del cómputo de la superficie de un sector de incendio, se considera que los locales de riesgo especial, las escaleras y pasillos protegidos, los vestíbulos de independencia y las escaleras compartimentadas como sector de incendios, que estén contenidos en dicho sector no forman parte del mismo.

3 La resistencia al fuego de los elementos separadores de los sectores de incendio debe satisfacer las condiciones que se establecen en la tabla 1.2 de esta Sección. Como alternativa, cuando, conforme a lo establecido en la Sección SI 6, se haya adoptado el tiempo equivalente de exposición al fuego para los elementos estructurales, podrá adoptarse ese mismo tiempo para la resistencia al fuego que deben aportar los elementos separadores de los sectores de incendio.

4 Las escaleras y los ascensores que comuniquen sectores de incendio diferentes o bien zonas de riesgo especial con el resto del edificio estarán compartimentados conforme a lo que se establece en el punto 3 anterior. Los ascensores dispondrán en cada acceso, o bien de puertas E 30(\*) o bien de un vestíbulo de independencia con una puerta EI2 30-C5, excepto en zonas de riesgo especial o de uso Aparcamiento, en las que se debe disponer siempre el citado vestíbulo. Cuando, considerando dos sectores, el más bajo sea un sector de riesgo mínimo, o bien si no lo es se opte por disponer en él tanto una puerta EI2 30-C5 de acceso al vestíbulo de independencia del ascensor, como una puerta E 30 de acceso al ascensor, en el sector más alto no se precisa ninguna de dichas medidas.

Tabla 1.1 Condiciones de compartimentación en sectores de incendio.

Uso previsto del edificio:

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.

Tabla 1.2 Resistencia al fuego de las paredes, techos y puertas que delimitan sectores de incendio.

Residencial Vivienda, Residencial Público, Docente, Administrativo: EI 60

## Locales y zonas de riesgo especial

1 Los locales y zonas de riesgo especial integrados en los edificios se clasifican conforme los grados de riesgo alto, medio y bajo según los criterios que se establecen en la tabla 2.1. Los locales y las zonas así clasificados deben cumplir las condiciones que se establecen en la tabla 2.2.

2 Los locales destinados a albergar instalaciones y equipos regulados por reglamentos específicos, tales como transformadores, maquinaria de aparatos elevadores, calderas, depósitos de combustible, contadores de gas o electricidad, etc. se rigen, además, por las condiciones que se establecen en dichos reglamentos. Las condiciones de ventilación de los locales y de los equipos exigidas por dicha reglamentación deberán solucionarse de forma compatible con las de compartimentación establecida en este DB. Se excluyen los equipos situados en las cubiertas de los edificios, aunque estén protegidos mediante elementos de cobertura.

## Espacios ocultos. Paso de instalaciones a través de elementos de compartimentación de incendios.

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

3 La resistencia al fuego requerida a los elementos de compartimentación de incendios se debe mantener en los puntos en los que dichos elementos son atravesados por elementos de las instalaciones, tales como cables, tuberías, conducciones, conductos de ventilación, etc., excluidas las penetraciones cuya sección de paso no exceda de 50 cm<sup>2</sup>.

## **Sección SI 2. Propagación exterior**

### Cubiertas.

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

## **Sección SI 3 Evacuación de ocupantes.**

### Compatibilidad de los elementos de evacuación.

1 Los establecimientos de uso Comercial o Pública Concurrencia de cualquier superficie y los de uso Docente, Hospitalario, Residencial Público o Administrativo cuya superficie construida sea mayor que 1.500 m<sup>2</sup>, 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.

### Cálculo de la ocupación

1 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.

2 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 *Uso previsto Zona, tipo de actividad*  
*Ocupación (m<sup>2</sup>/persona)*

Cualquiera:

Zonas de ocupación ocasional y accesibles únicamente a efectos de mantenimiento: salas de máquinas, locales para material de limpieza, etc.: ocupación nula

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

### Número de salidas y longitud de los recorridos de evacuación.

En el proyecto se considera más de una salida por planta a un espacio en el que se pueda dar por finalizada la evacuación de los ocupantes del edificio a un espacio exterior seguro con las siguientes condiciones:

1-Permite la dispersión de los ocupantes que abandonan el edificio, en condiciones de seguridad.

2-Se puede considerar que dicha condición se cumple cuando el espacio exterior tiene, delante de cada salida de edificio que comunique con él, una superficie de al menos 0,5P m<sup>2</sup> dentro de la zona delimitada con un radio 0,1P m de distancia desde la salida de edificio, siendo P el número de ocupantes cuya evacuación esté prevista por dicha salida. Cuando P no exceda de 50 personas no es necesario comprobar dicha condición.

3-Si el espacio considerado no está comunicado con la red viaria o con otros espacios abiertos no puede considerarse ninguna zona situada a menos de 15 m de cualquier parte del edificio, excepto cuando esté dividido en sectores de incendio estructuralmente independientes entre sí y con salidas también independientes al espacio exterior, en cuyo caso dicha distancia se podrá aplicar únicamente respecto del sector afectado por un posible incendio.

4-Permite una amplia disipación del calor, del humo y de los gases producidos por el incendio.

5-Permite el acceso de los efectivos de bomberos y de los medios de ayuda a los ocupantes que, en cada caso, se consideren necesarios.

6-La cubierta de un edificio se puede considerar como espacio exterior seguro siempre que, además de cumplir las condiciones anteriores, su estructura sea totalmente independiente de la del edificio con salida a dicho espacio y un incendio no pueda afectar simultáneamente a ambos.

#### Dimensionado de los medios de evacuación.

##### Crterios para la asignación de los ocupantes.

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

2. A efectos del cálculo de la capacidad de evacuación de las escaleras y de la distribución de los ocupantes entre ellas, cuando existan varias, no es preciso suponer inutilizada en su totalidad alguna de las escaleras protegidas, de las especialmente protegidas o de las compartimentadas como los sectores de incendio, existentes. En cambio, cuando deban existir varias escaleras y estas sean no protegidas y no compartimentadas, debe considerarse inutilizada en su totalidad alguna de ellas, bajo la hipótesis más desfavorable.

3. En la planta de desembarco de una escalera, el flujo de personas que la utiliza deberá añadirse a la salida de planta que les corresponda, a efectos de determinar la anchura de esta. Dicho flujo deberá estimarse, o bien en 160 A personas, siendo A la anchura, en metros, del desembarco de la escalera, o bien en el número de personas que utiliza la escalera en el conjunto de las plantas, cuando este número de personas sea menor que 160A.

#### Cálculo.

El dimensionado de los elementos de evacuación debe realizarse conforme a lo que se indica en la tabla 2.1.

##### Pabellones docentes (4):

227m<sup>2</sup>/2m<sup>2</sup>/personas=113 Personas.

##### Pabellón público (1):

411m<sup>2</sup>/2m<sup>2</sup>/personas=205 Personas

#### Dimensionado de los elementos de la evacuación.

Puertas y pasos  $A \geq P / 200$  (1)  $\geq 0,80$  m

La anchura de toda hoja de puerta no debe ser menor que 0,60 m, ni exceder de 1,23 m.

Pasillos y rampas  $A \geq P / 200 \geq 1,00$  m

#### Señalización de los medios de evacuación

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

2 Las señales deben ser visibles incluso en caso de fallo en el suministro al alumbrado normal. Cuando sean fotoluminiscentes deben cumplir lo establecido en las normas UNE 23035-1:2003, UNE23035-2:2003 y UNE 23035-4:2003 y su mantenimiento se realizará conforme a lo establecido en la norma UNE 23035-3:2003.

#### **Sección SI4. Instalaciones de protección contra incendios.**

##### Dotación de instalaciones de protección contra incendios

1 Los edificios deben disponer de los equipos e instalaciones de protección contra incendios que se indican en la tabla 1.1. El diseño, la ejecución, la puesta en funcionamiento y el *mantenimiento* de dichas instalaciones, así como sus materiales, componentes y equipos, deben cumplir lo establecido en el "Reglamento de Instalaciones de Protección contra Incendios", en sus disposiciones complementarias y en cualquier otra reglamentación específica que le sea de aplicación.

La puesta en funcionamiento de las instalaciones requiere la presentación, ante el órgano competente de la Comunidad Autónoma, del certificado de la empresa instaladora al que se refiere el artículo 18 del citado reglamento. Los locales de riesgo especial, así como aquellas zonas cuyo *uso previsto* sea diferente y subsidiario del principal del edificio o del *establecimiento* en el que estén integradas y que, conforme a la tabla 1.1 del Capítulo 1 de la Sección 1 de este DB, deban constituir un *sector de incendio* diferente, deben disponer de la dotación de instalaciones que se indica para cada local de riesgo especial, así como para cada zona, en función de su *uso previsto*, pero en ningún caso será inferior a la exigida con carácter general para el uso principal del edificio o del *establecimiento*.

##### En general:

##### A-Extintores portátiles Uno de eficacia 21A -113B:

- a 15 m de recorrido en cada planta, como máximo, desde todo *origen de evacuación*.
- a 10 m en las zonas de riesgo especial.

B-Bocas de incendio equipadas En zonas de riesgo especial alto, conforme al capítulo 2 de la Sección SI1, en las que el riesgo se deba principalmente a materias combustibles sólidas

C-Hidrantes exteriores Si la *altura de evacuación* descendente excede de 28 m o si la ascendente excede de 6 m, así como en *establecimientos* de densidad de ocupación mayor que 1 persona cada 5 m<sup>2</sup> y cuya superficie construida está comprendida entre 2.000 y 10.000 m<sup>2</sup>.

Al menos un hidrante hasta 10.000 m<sup>2</sup> de superficie construida y uno más por cada 10.000 m<sup>2</sup> adicionales o fracción.

D-Instalación automática de extinción.

Salvo otra indicación en relación con el uso, en todo edificio cuya *altura de evacuación* exceda de 80 m.

En cocinas en las que la potencia instalada exceda de 20 kW en *uso Hospitalario* o *Residencial Público* o de 50 kW en cualquier otro uso.

En centros de transformación cuyos aparatos tengan aislamiento dieléctrico con punto de inflamación menor que 300 °C y potencia instalada mayor que 1 000 kVA en cada aparato o mayor que 4 000 kVA en el conjunto de los aparatos. Si el centro está integrado en un edificio de uso Pública Concurrencia y tiene acceso desde el interior del edificio, dichas potencias son 630 kVA y 2 520 kVA respectivamente.

##### Específico de uso Docente.

a-Bocas de incendio equipadas.  
Si la superficie construida excede de 2.000 m<sup>2</sup>.

b-Columna seca.  
Si la *altura de evacuación* excede de 24 m.

c-Sistema de alarma.  
Si la superficie construida excede de 1.000 m<sup>2</sup>.

d- Sistema de detección de incendio.  
Si la superficie construida excede de 2.000 m<sup>2</sup>, detectores en zonas de riesgo alto conforme al capítulo 2 de la Sección 1 de este DB. Si excede de 5.000 m<sup>2</sup>, en todo el edificio.

e-Hidrantes exteriores Uno si la superficie total construida está comprendida entre 5.000 y 10.000 m<sup>2</sup>.Uno más por cada 10.000 m<sup>2</sup> adicionales o fracción.



## SELECCIÓN DE LA DOTACIÓN DE INSTALACIONES DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS.

- a) Extintores portátiles Uno de eficacia 21<sup>a</sup>-113B:  
A 15 m de recorrido en cada planta, como máximo, desde todo origen de evacuación.  
A 10m en las zonas de riesgo especial.
- b) Bocas de incendio equipadas.  
No, porque no existen locales de riesgo especial alto.
- c) Sistema de alarma.  
Si, porque la superficie excede de 1.000m<sup>2</sup>
- d) Hidrantes exteriores.  
No puesto que la superficie construida no excede de 5.000m<sup>2</sup>
- e) Sistema de detección de incendio.  
No, porque la superficie construida no excede de 2.000m<sup>2</sup>
- f) Columna seca.  
No, porque la altura de evacuación no excede de 24m.

### Señalización de las instalaciones manuales de protección contra incendios

1 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 señalar 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 23035-2:2003 y UNE 23035-4:2003 y su mantenimiento se realizará conforme a lo establecido en la norma UNE 23035-3:2003.

### **Sección SUA4- Seguridad frente al riesgo causado por iluminación inadecuada.**

#### 1-Alumbrado normal en zonas de circulación.

En cada zona se dispondrá una instalación de alumbrado capaz de proporcionar, una iluminancia mínima de 20 lux en zonas exteriores y de 100 lux en zonas interiores, excepto aparcamientos interiores en donde será de 50 lux, medida a nivel del suelo. El factor de uniformidad media será del 40% como mínimo.

#### 2-Alumbrado de emergencia

##### 2.1 Dotación.

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

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

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

El CTE establece una serie de exigencias en cuanto al alumbrado de emergencia de los edificios, para que, en caso de fallo del alumbrado normal, suministre la iluminación necesaria para facilitar la visibilidad a los usuarios de manera que puedan abandonar el edificio, evite las situaciones de pánico y permita la visión de las señales indicativas de las salidas y la situación de los equipos y medios de protección existentes.

#### Posición y características de las luminarias

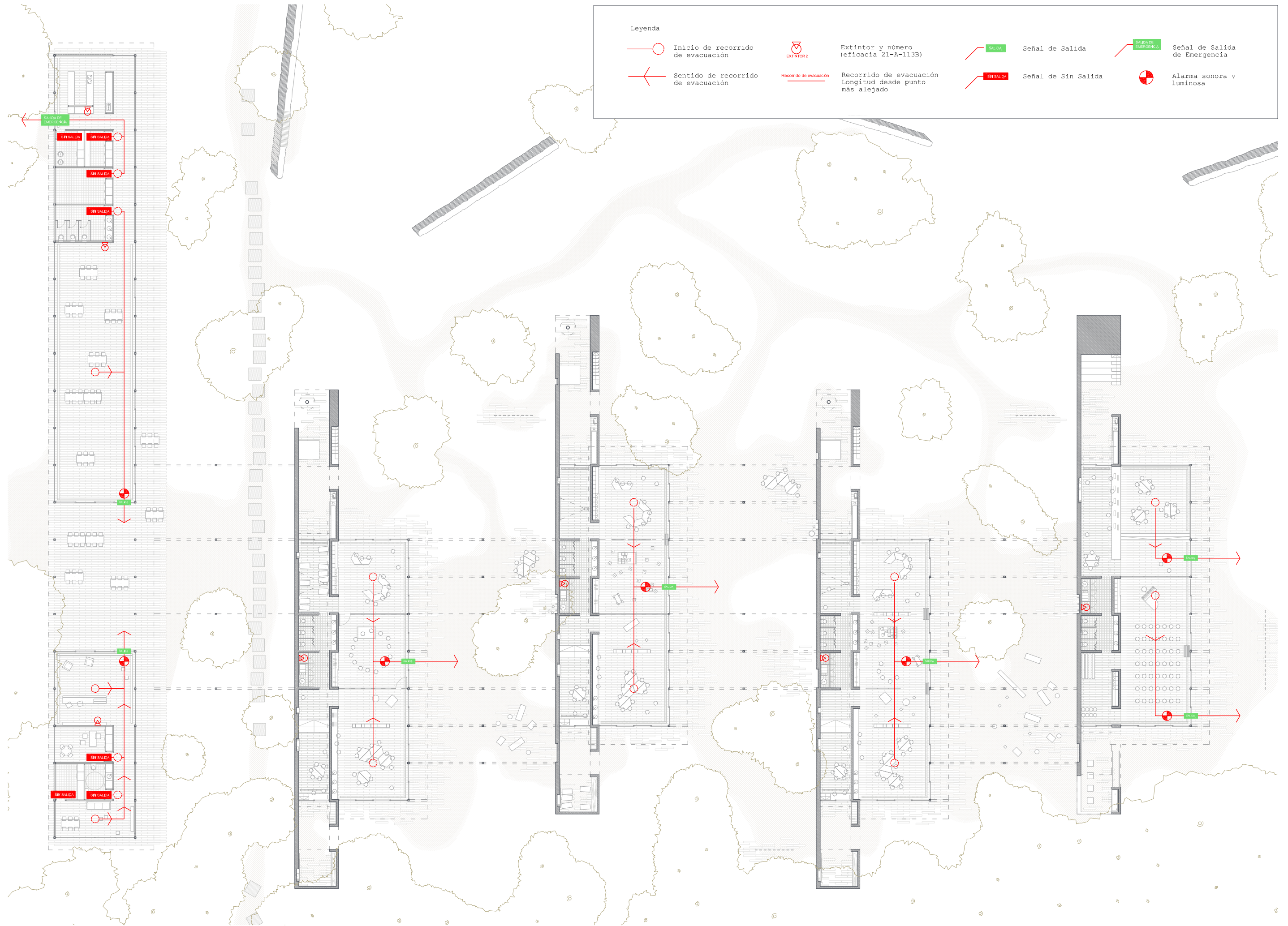
Con el fin de proporcionar una iluminación adecuada las luminarias cumplirán las siguientes condiciones:

- a) Se situarán al menos a 2 m por encima del nivel del suelo;
- b) Se dispondrá una en cada puerta de salida y en posiciones en las que sea necesario destacar un peligro potencial o el emplazamiento de un equipo de seguridad. Como mínimo se dispondrán en los siguientes puntos:
- En las puertas existentes en los recorridos de evacuación.
  - En las escaleras, de modo que cada tramo de escaleras reciba iluminación directa.
  - En cualquier otro cambio de nivel.
  - En los cambios de dirección y en las intersecciones de pasillos.

#### Características de la instalación

La instalación será fija, estará provista de fuente propia de energía y debe entrar automáticamente en funcionamiento al producirse un fallo de alimentación en la instalación de alumbrado normal en las zonas cubiertas por el alumbrado de emergencia. Se considera como fallo de alimentación el descenso de la tensión de alimentación por debajo del 70% de su valor nominal.

El alumbrado de emergencia de las vías de evacuación debe alcanzar al menos el 50% del nivel de iluminación requerido al cabo de los 5 s y el 100% a los 60 s.



## II. SUMINISTRO DE AGUA. AGUA FRÍA. CTE DB-HS4.

A pesar de que el edificio se encuentra en el Parque Natural de La Devesa de El Saler, la proximidad del edificio a la urbanización de Les Gavines da pie a suponer la posibilidad de una conexión a las principales redes de instalaciones urbanas, entre ellas la de agua potable.

### Acometida

Se ha considerado la acometida de riego como prescindible dado que el emplazamiento se encuentra en un parque natural que se supone autosuficiente.

Por tanto, se instalará una única acometida para el agua potable que enlaza la instalación del edificio con la red general de distribución. Se requieren tres llaves en estos tramos de la instalación:

- Llave de toma, junto a la toma de la tubería general.
- Llave de registro, junto a la línea de fachada, permite la interrupción del suministro de agua.
- Llave corte general, ubicada dentro del edificio, alojada en una cámara impermeabilizada.

### Instalación general

Se habilita un cuarto para la instalación del grupo de presión y el contador. Éste se sitúa en una sala que contará con un desagüe propio a la instalación de saneamiento y que contendrá en él:

Armario de contador:

- Llave de asiento de paso inclinado
- Filtro
- Contador general con tubo de reserva para línea de accionamiento eléctrico o electrónico
- Grifo de comprobación
- Válvula antirretorno

Grupo de presión de caudal variable:

El grupo de presión variable cuenta con un depósito auxiliar de alimentación y contará con un variador de frecuencia que accionará las bombas manteniendo constante la presión de salida, independientemente del caudal solicitado. Una de las bombas mantendrá la parte de caudal necesario para el mantenimiento de la presión adecuada. Además contará con un cuadro eléctrico propia para la alimentación de volímetros y pulsadores de paro y marcha de la bomba.

### Derivaciones interiores

Se establece una instalación con diferentes montantes de acuerdo con el DB-HS4 3.2.1.3 Instalaciones particulares. Estos montantes serán de polietileno reticulado y dispondrán de llave de montante, un grifo de comprobación y una válvula antirretorno.

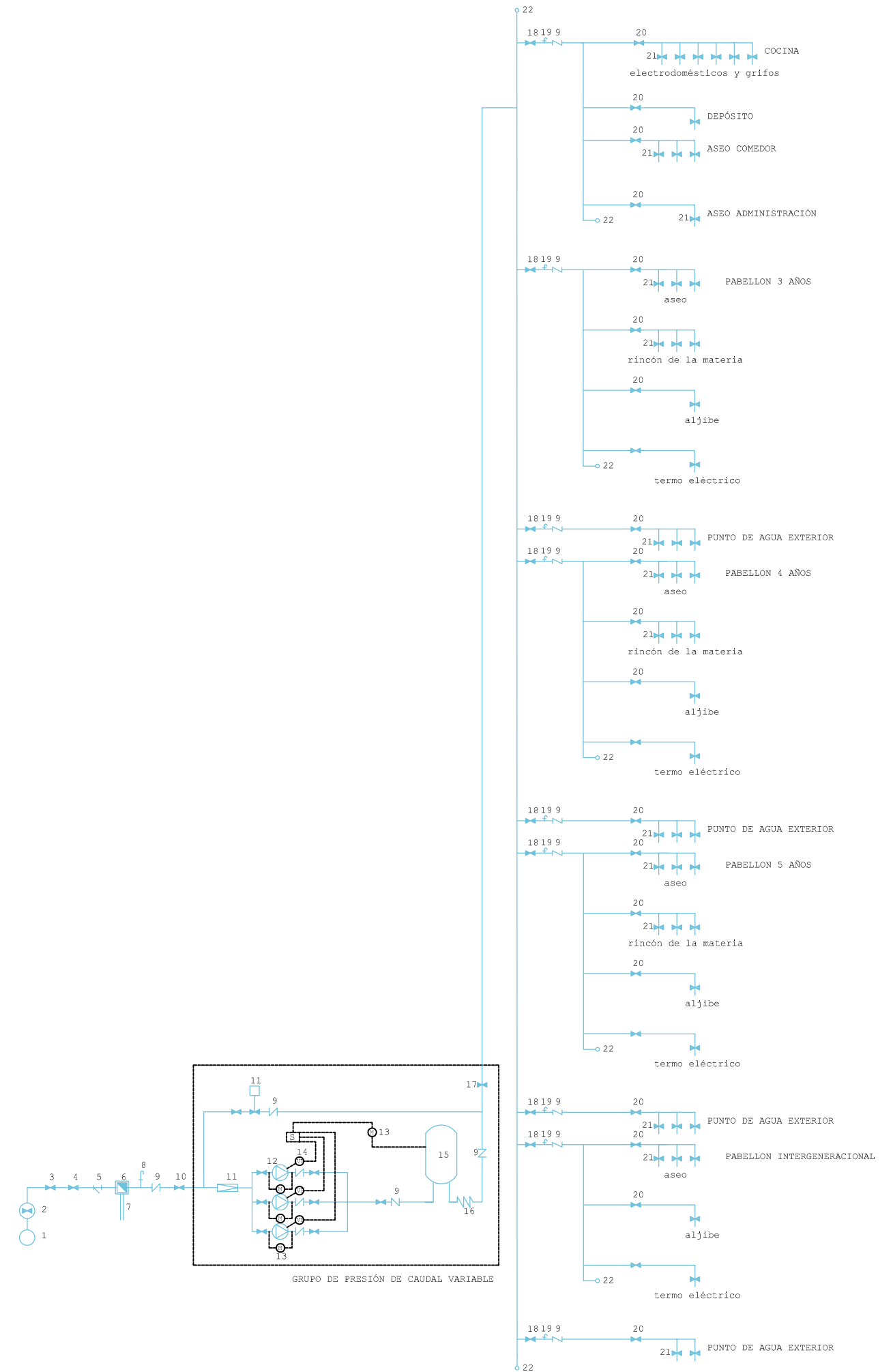
Así mismo, discurrirán en la cámara del forjado alveolar de placas de madera para el caso de del pabellón público, o bien bajo el pavimento entarimado de madera en los pabellones docentes.

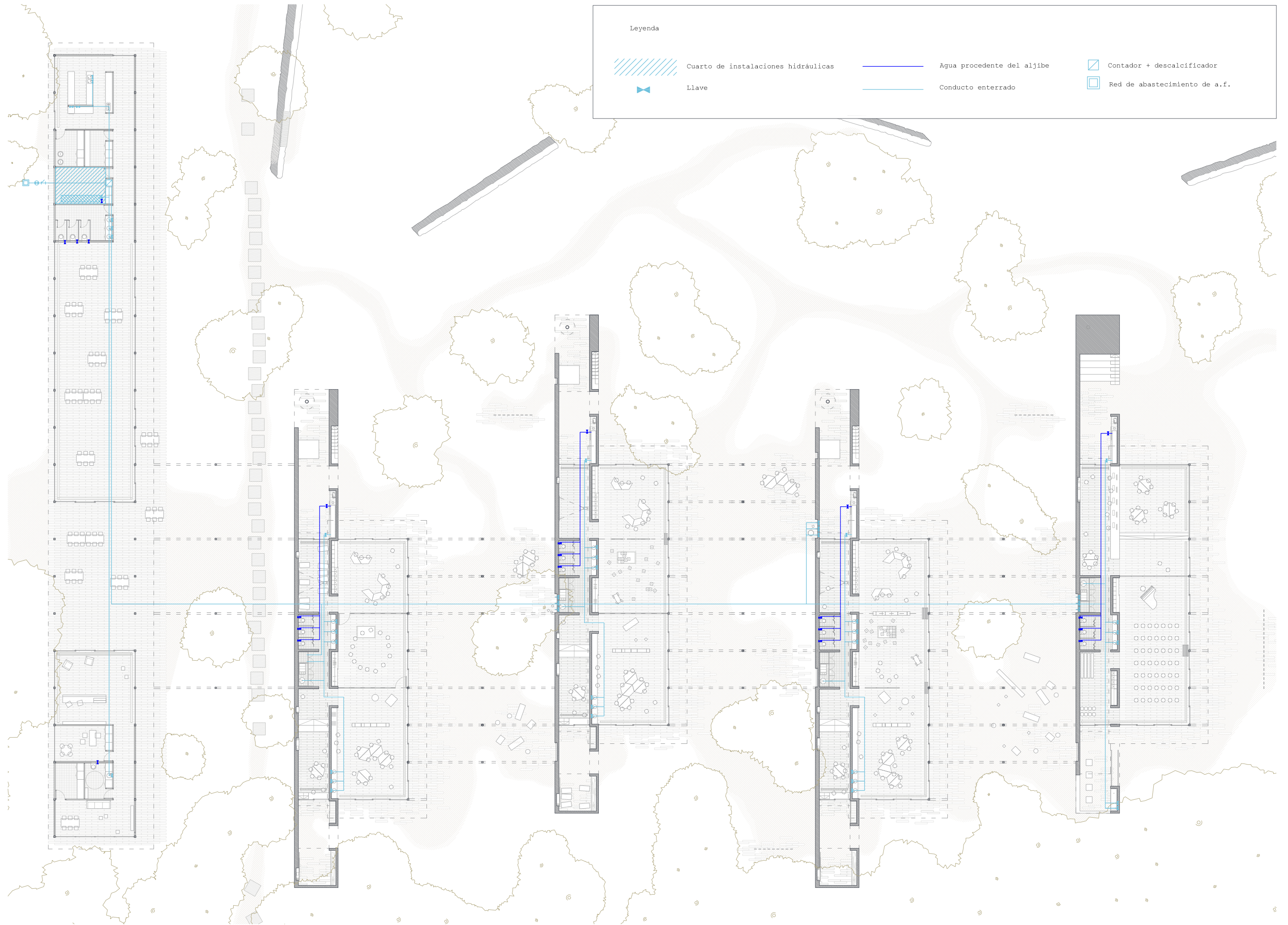
### Puntos de consumo

Todos los aparatos de descarga, tanto depósitos, como grifos, sanitarios... dispondrán de una llave de corte individual.

ESQUEMA DE INSTALACIÓN DE AGUA FRÍA SANITARIA.

- |                                      |                                       |
|--------------------------------------|---------------------------------------|
| 1. Red de distribución Agua Potable  | 12. Bomba                             |
| 2. Llave de acometida                | 13. Manómetro                         |
| 3. Llave de edificio                 | 14. Variador de frecuencia            |
| 4. Llave de abonado                  | 15. Depósito                          |
| 5. Filtro                            | 16. Conector flexible                 |
| 6. Contador                          | 17. Llave salida de grupo de presión  |
| 7. Línea de accionamiento eléctrico  | 18. Llave de montante                 |
| 8. Grifo de comprobación             | 19. Grifo de comprobación de montante |
| 9. Válvula antirretorno              | 20. Llave de paso                     |
| 10. Llave a grupo de presión         | 21. Llave de punto de consumo         |
| 11. Válvula de control de la presión | 22. Purgador                          |





III. SUMINISTRO DE AGUA. AGUA CALIENTE SANITARIA. CTE DB-HS4.

La producción de agua caliente sanitaria está descentralizada en termos eléctricos, situando un punto de producción en cada pabellón. El ACS es conducido a los diferentes aparatos de uso por medio de conductos de polietileno reticulado que discurrirán bajo el pavimento entarimado de madera.

Los termos eléctricos serán del modelo TRE-200 Supra de Edesa o similar y se instalarán en un armario de instalaciones habilitado en cada pabellón. A continuación se adjunta información sobre sus se muestran en el anexo MI1:

Todos los aparatos de descarga dispondrán una llave de corte individual.

anexo MI1

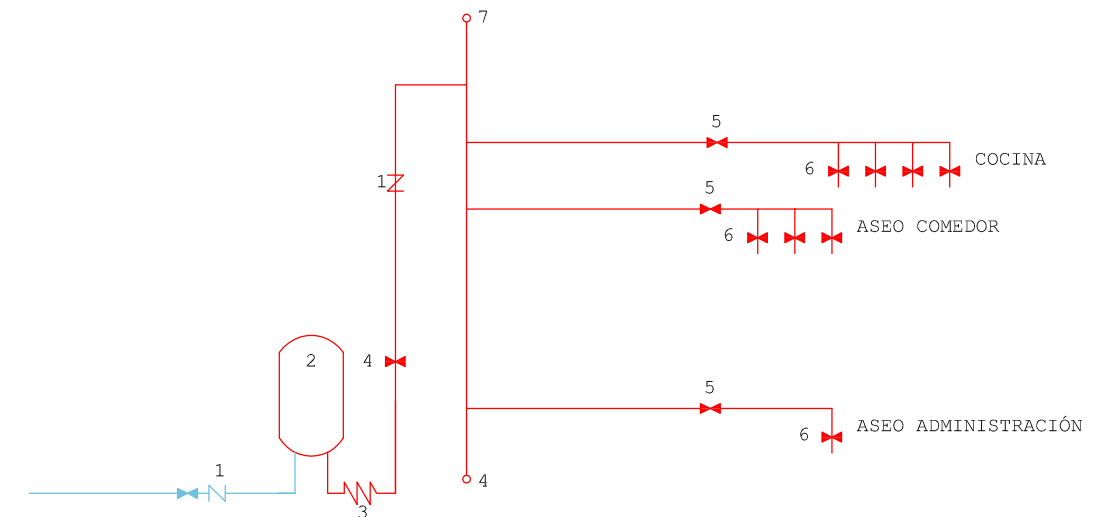
Dimensiones: 1.600 x 500 x 550 mm

MODELOS	TRE-200 SUPRA
Capacidad (L)	200
Instalación	Vert/Horiz
Situación del mando termostato	Interior
Regulación de temperatura (°C)	70
Piloto de calentamiento en panel	*
Alimentación eléctrica (V / F / Hz)	230/V/50
Tipo de resistencia	Envai. Indep.
Nº de resistencias y potencia (W)	2 x 1.200
Potencia (W)	2.400
Intensidad a 230 v. (A)	10,5
Tiempo de calentamiento a 65° C (+50°C)	4 h 50 min
Pérdidas estáticas a 65° c (kWh en 24 h) *	1,80
Espesor medio de aislamiento (mm)	32,5
Conexión de agua (BSP)	3/4"
Presión máxima trabajo (bar)	10
Conexión eléctrica (cable con enchufe)	*
Protección caída de agua vertical	*
Protección proyección agua	*
Índice de protección	IP24
Peso neto (kg)	55
Código	911270008
EAN-13	8413880194288

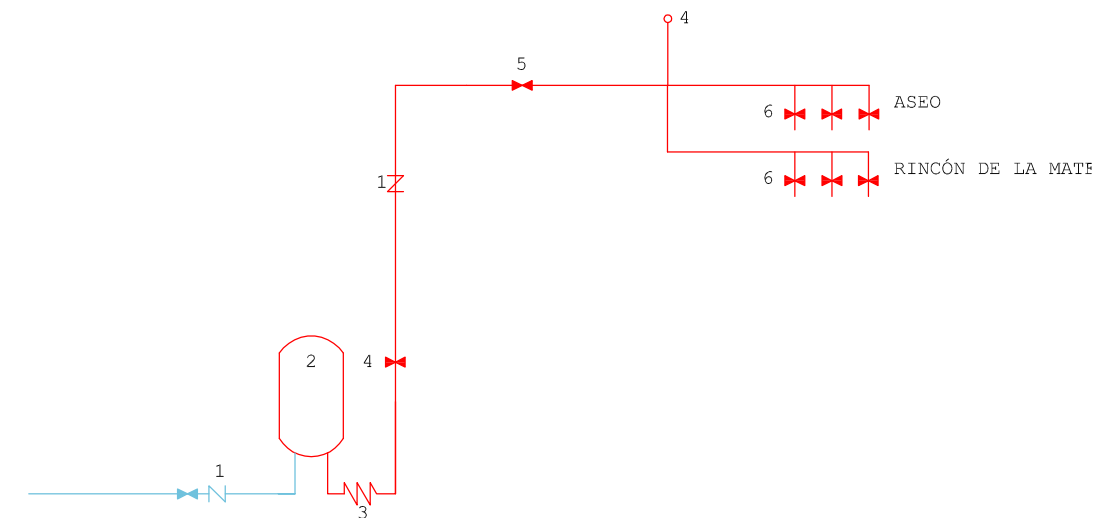
ESQUEMA DE INSTALACIÓN DE ACS.

1. Válvula antirretorno
2. Termo eléctrico TRE-200 Supra
3. Conector flexible
4. Llave de salida
5. Llave de paso
6. Llave de punto de consumo
7. Purgador

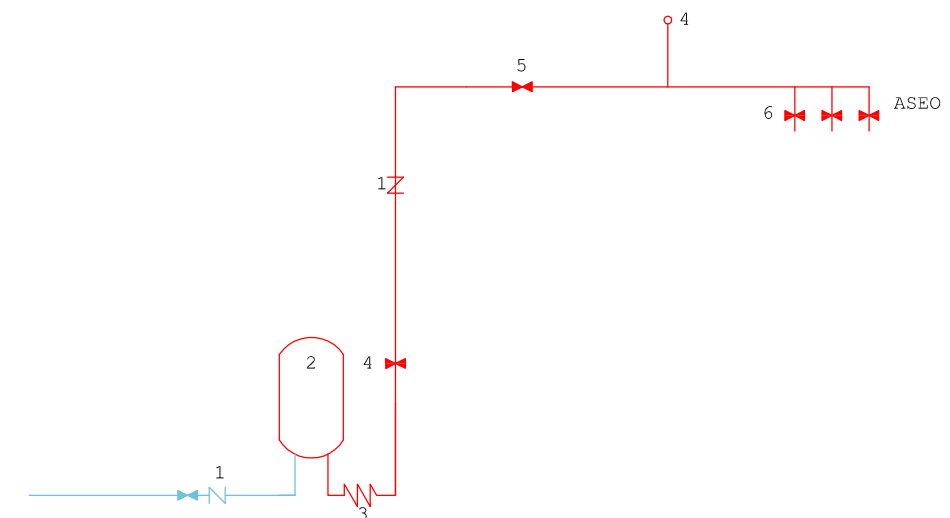
PABELLÓN PÚBLICO

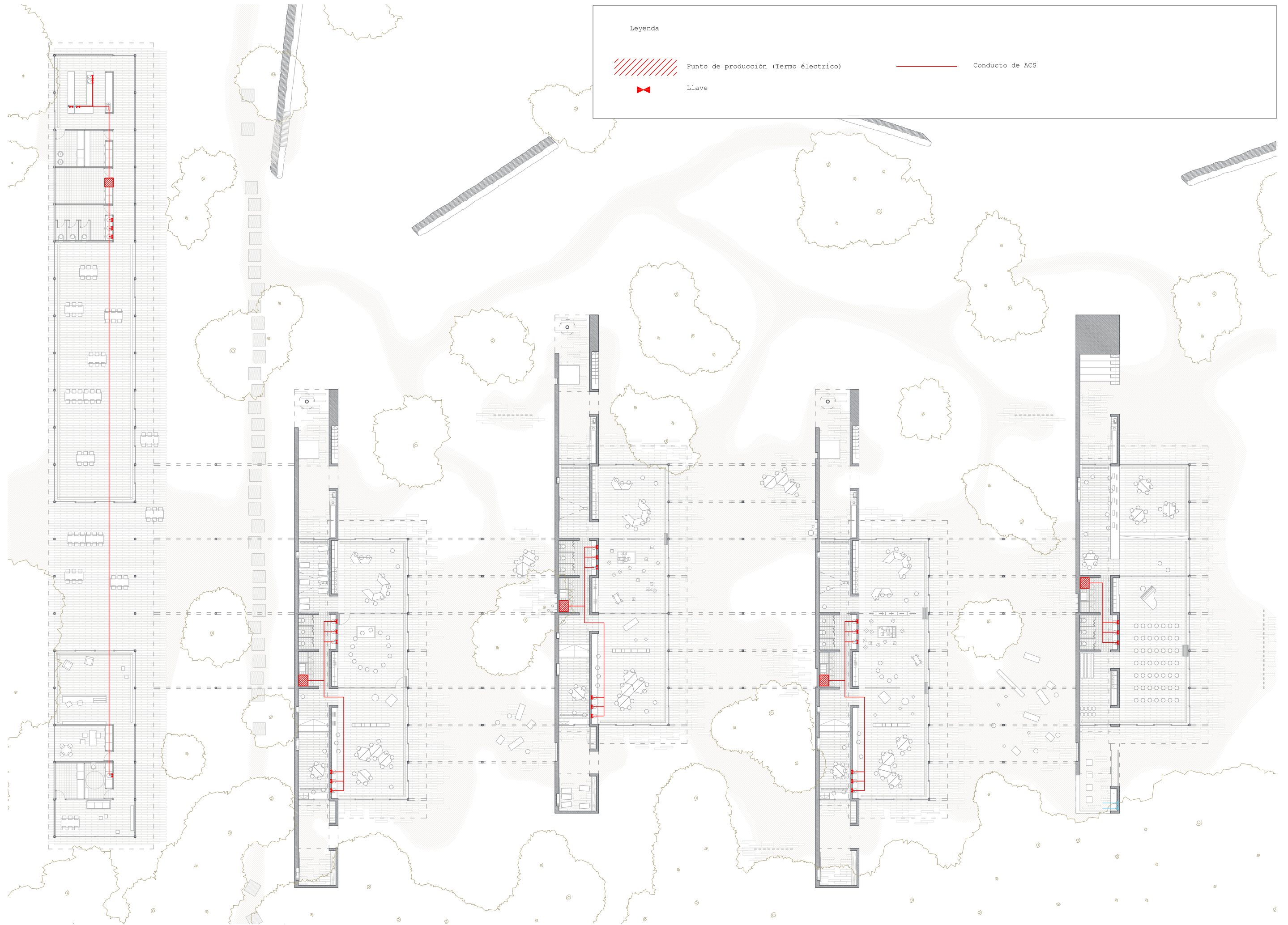


PABELLONES GENERACIONALES



PABELLÓN INTERGENERACIONAL





DESCRIPCIÓN GENERAL

Se proyecta un sistema separativo, constituido por dos redes independientes de evacuación de las aguas residuales y para la evacuación de aguas pluviales. Esta división permite una mejor adecuación a un posterior proceso de depuración y la posibilidad de un dimensionado estricto de cada una de las conducciones con el consiguiente efecto de auto-limpieza de las mismas. Además, se evitan las sobrepresiones en las bajantes de aguas residuales cuando la intensidad de la lluvia es excesiva, como puede ocurrir en el entorno de El Saler en época de la gota fría.

Las **cubiertas de estrato vegetal** conducen las aguas a través de la pendiente hasta una serie de aliviaderos que la expulsarán finalmente hacia el terreno.

El agua que se recoge de las **cubiertas de chapa de cinc**, se conduce a través de un canalón hasta un aljibe, pasando previamente un sumidero que actúa como filtro de partículas.

El **canalón**, no sólo está dimensionado atendiendo a las especificaciones técnicas del DB sino contemplando también el tamaño máximo de las hojas del pinus halepensis que podrían alcanzar 12 o 15 cm de largo, para evitar en la medida de lo posible atascos innecesarios.

Así mismo, para prevenir dificultades, el canalón tiene pendiente de evacuación hacia el exterior y un **aliviadero** en uno de sus extremos ya que únicamente dispone de una bajante de salida de aguas hacia el aljibe, con el fin almacenar la máxima cantidad de agua cuando se produce la precipitación.

Nos acogemos así, a la recomendación de la norma que dicta que si por razones de diseño no se instalan los sumideros necesarios, debe preverse de algún modo la evacuación del agua de lluvia.

Los **depósitos de agua** son de poliéster reforzado con fibra de vidrio y se adquirirán de la empresa Plarex o similar, por su capacidad para fabricarlos a medida. Estos depósitos se situarán en el espesor de los muros de hormigón y en el cuarto de instalaciones general.

Estos aljibes funcionan gracias a una boya de máximo y mínimo. Cuando el volumen de agua en el depósito se encuentra dentro de estos términos, una motobomba de impulsión lleva el agua hasta los inodoros. En el supuesto de que el depósito este lleno, un rebosadero en la parte alta conduciría el agua de nuevas precipitaciones hasta unos tubos de drenaje perimetrales que a continuación se explican. En caso contrario, es decir, si el aljibe está bajo mínimos, el sistema de boya acciona una válvula que permitiría el paso de agua de red.

Por otra parte, y recorriendo el perímetro de la cimentación de los elementos estructurales, se dispone de una **red de tubos de PVC**, ante la posible oscilación del nivel freático, puesto que estamos próximos a él. Estos tubos drenantes se encuentran protegidos mediante un filtro de gravas que recorren el perímetro de cada pabellón, y sirven como elemento filtrante, al igual que **impiden el ascenso de la humedad por capilaridad** sobre los muros de hormigón.

anexo MI2

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

Superficie de cubierta en proyección horizontal (m <sup>2</sup> )	Número de sumideros
S < 100	2
100 ≤ S < 200	3
200 ≤ S < 500	4
S > 500	1 cada 150 m <sup>2</sup>

anexo MI3

**Tabla B.1 Intensidad Pluviométrica i (mm/h)**

Isoyeta	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120
Zona A	30	65	90	125	155	180	210	240	275	300	330	365
Zona B	30	50	70	90	110	135	150	170	195	220	240	265

anexo MI4

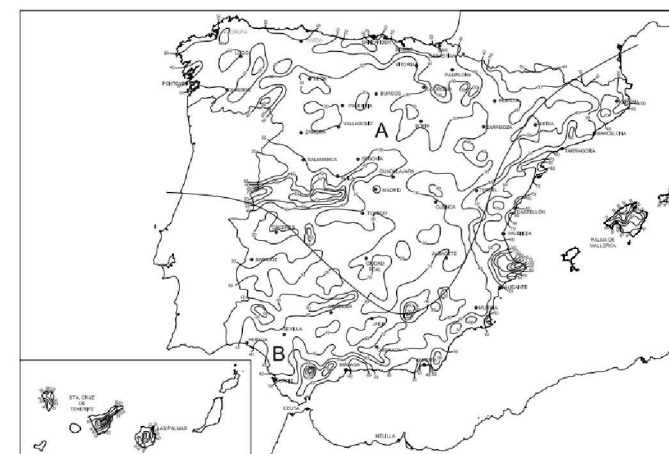


Figura B.1 Mapa de isoyetas y zonas pluviométricas

DIMENSIONADO

El diámetro nominal suponiendo una sección semicircular para una intensidad pluviométrica diferente de 100 mm/h se obtiene utilizando la tabla 4.7 y el Anexo B a través de aplicar un factor de corrección a la superficie servida tal que:

$$F = i/100$$

La intensidad pluviométrica para Valencia es según el anexo MI4, 135mm/h. Por lo que  $F = 1.35$

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

Teniendo en cuenta que la superficie de la cubierta de chapa de zinc es 246.8 m<sup>2</sup>, y que la pendiente empleada es del 1%, se obtiene del lado de la seguridad:

$$Dc = 200 \times 1.35 \times 1.1 = 297\text{mm} = 30\text{cm}$$

Por otro lado, el diámetro correspondiente a la superficie, en proyección horizontal, servida por cada bajante de aguas pluviales se obtiene en la tabla 4.8 y aplicando el factor corrector 1.35 nuevamente.

$$Db = 90 \times 1.35 = 121.5\text{mm} = 12.2 \text{ cm}$$

La ora cubierta de chapa zinc tiene una superficie de 668.5 m<sup>2</sup> y recoge el agua en dos bajantes que absorben una superficie de cubierta de 349.7 y 318.8 m<sup>2</sup>. La pendiente es del 1% igualmente, por tanto:

$$Dc = 250 \times 1.35 \times 1.1 = 371\text{mm} = 38\text{cm}$$

$$Db = 110 \times 1.35 = 148.5\text{mm} = 15\text{cm}$$

anexo MI5

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

Máxima superficie de cubierta en proyección horizontal (m <sup>2</sup> )	Pendiente del canalón			Diámetro nominal del canalón (mm)
	0.5 %	1 %	2 %	
35	45	65	95	100
60	80	115	165	125
90	125	175	255	150
185	260	370	520	200
335	475	670	930	250






anexo MI6

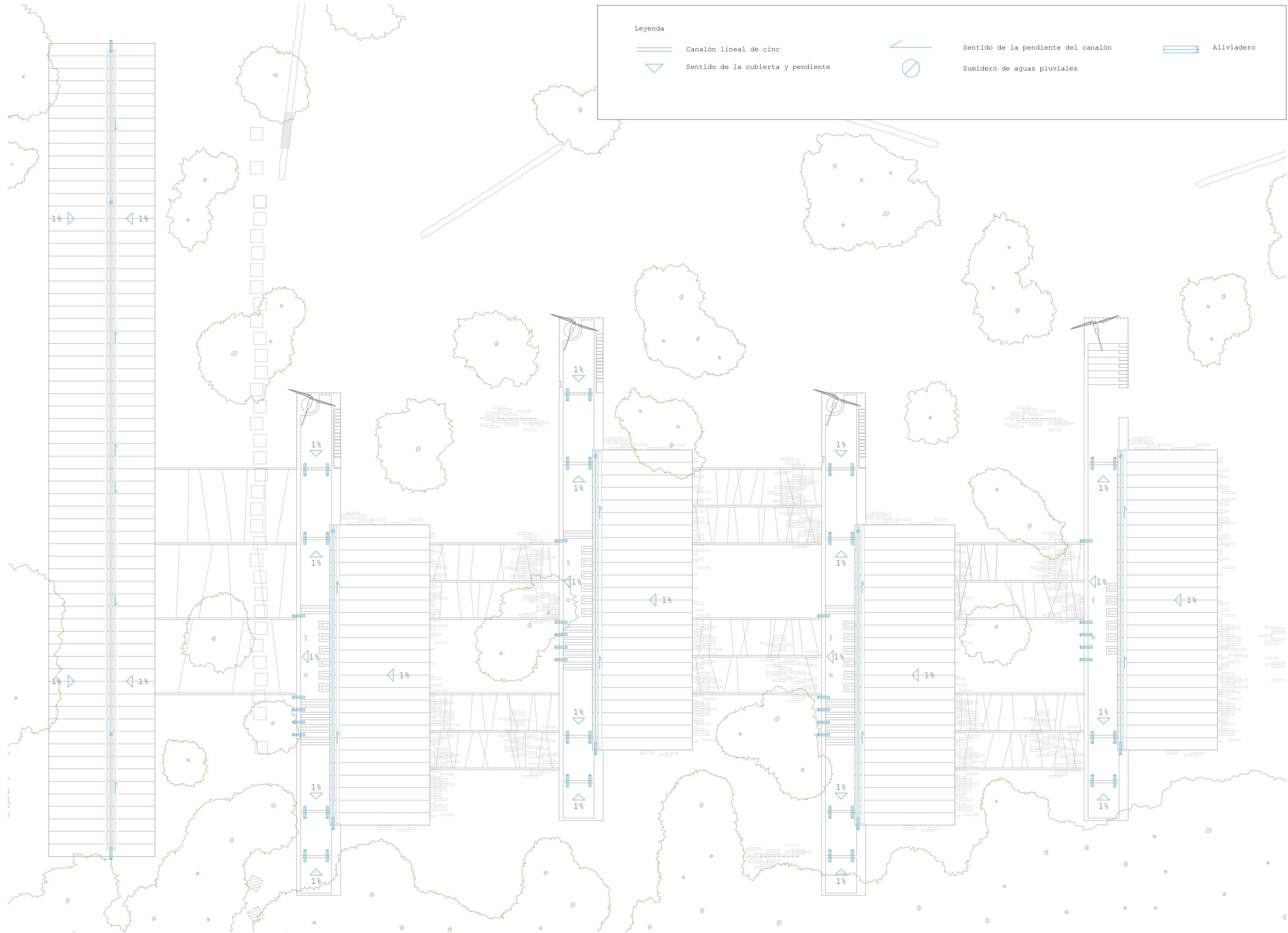
**Tabla 4.8 Diámetro de las bajantes de aguas pluviales para un régimen pluviométrico de 100 mm/h**

Superficie en proyección horizontal servida (m <sup>2</sup> )	Diámetro nominal de la bajante (mm)
65	50
113	63
177	75
318	90
580	110
805	125
1.544	160
2.700	200








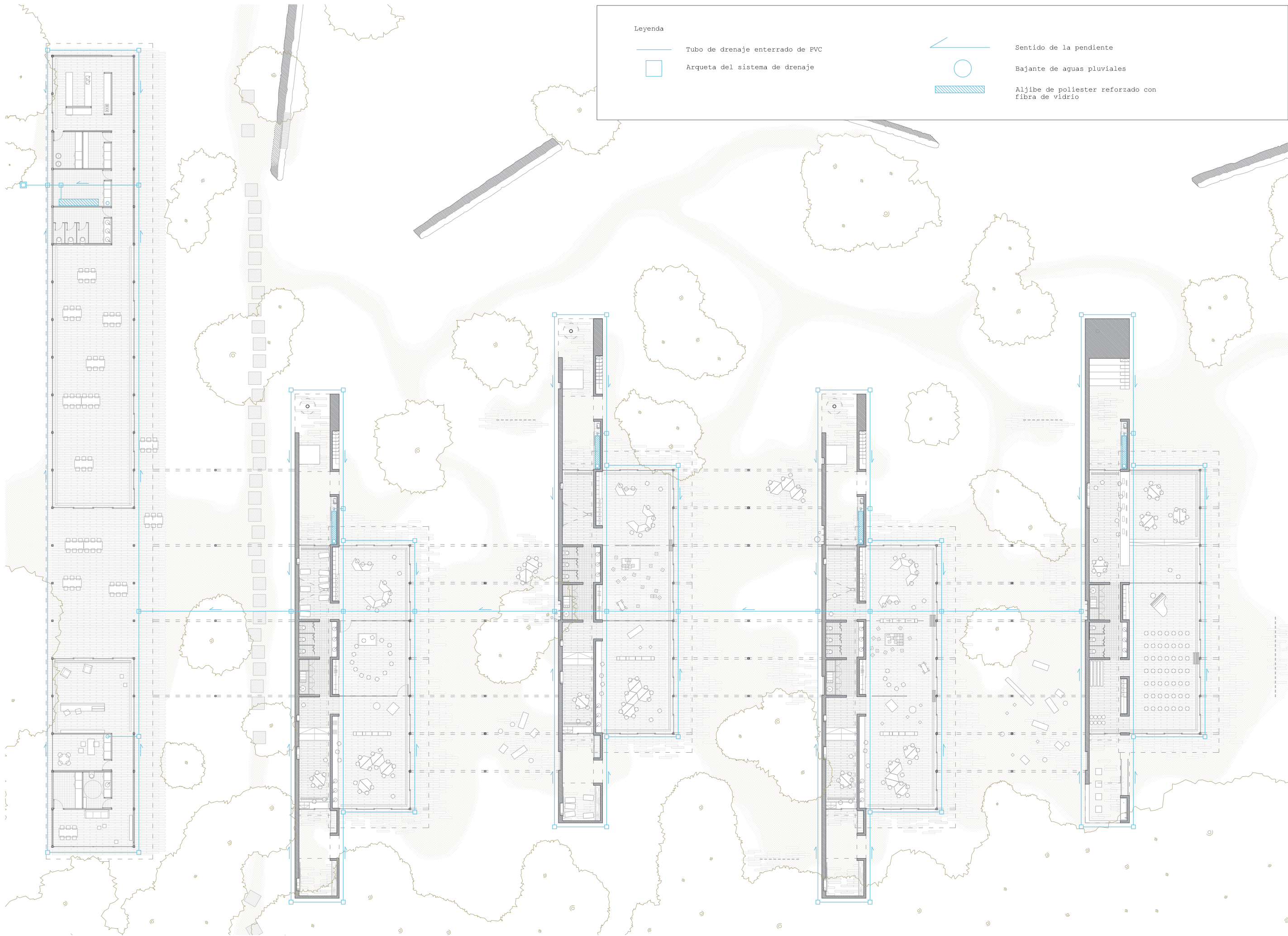
Leyenda

	Canalón lineal de cinc		Sentido de la pendiente del canalón		Aliviadero
	Sentido de la cubierta y pendiente		Sumidero de aguas pluviales		



Leyenda

	Tubo de drenaje enterrado de PVC		Sentido de la pendiente
	Arqueta del sistema de drenaje		Bajante de aguas pluviales
			Aljibe de poliester reforzado con fibra de vidrio



V. SANEAMIENTO. EVACUACIÓN DE AGUAS RESIDUALES. CTE DB-HS5.

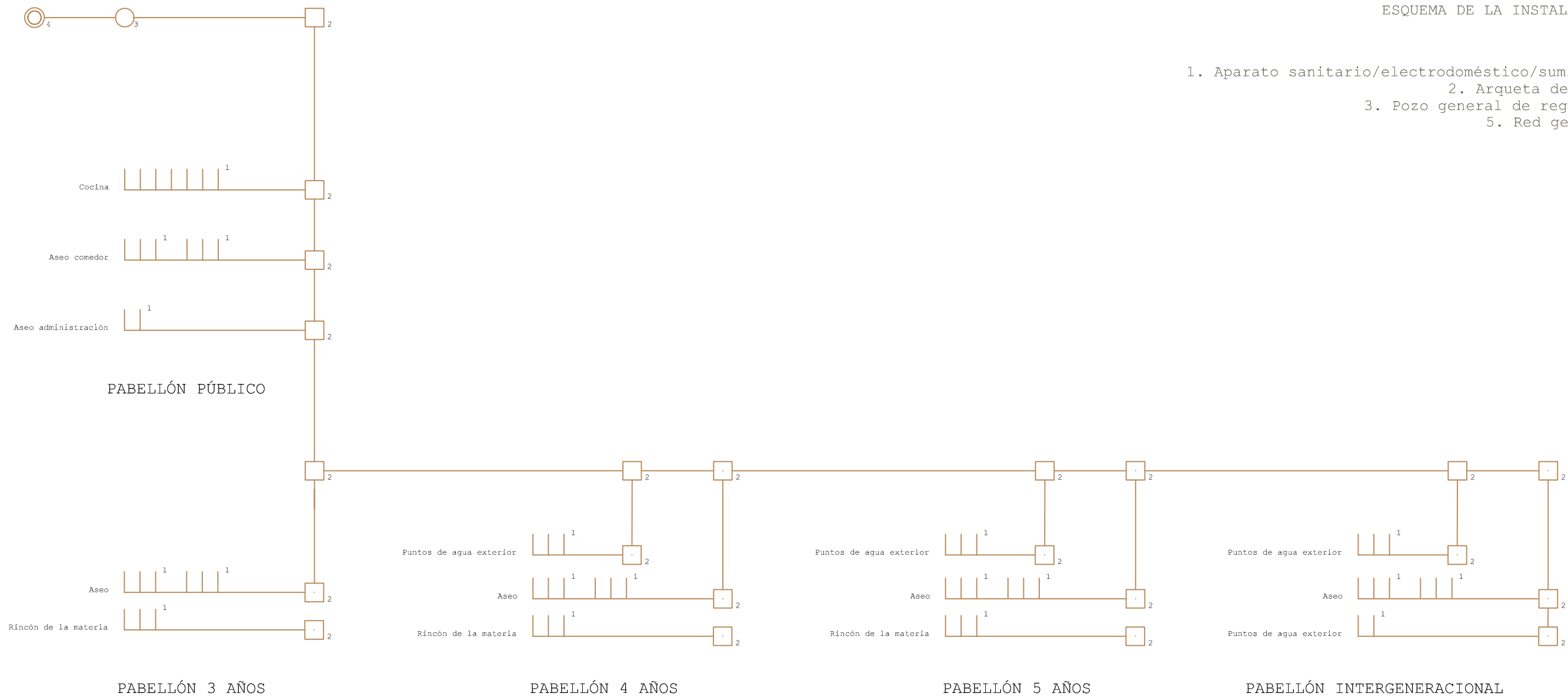
DESCRIPCIÓN GENERAL

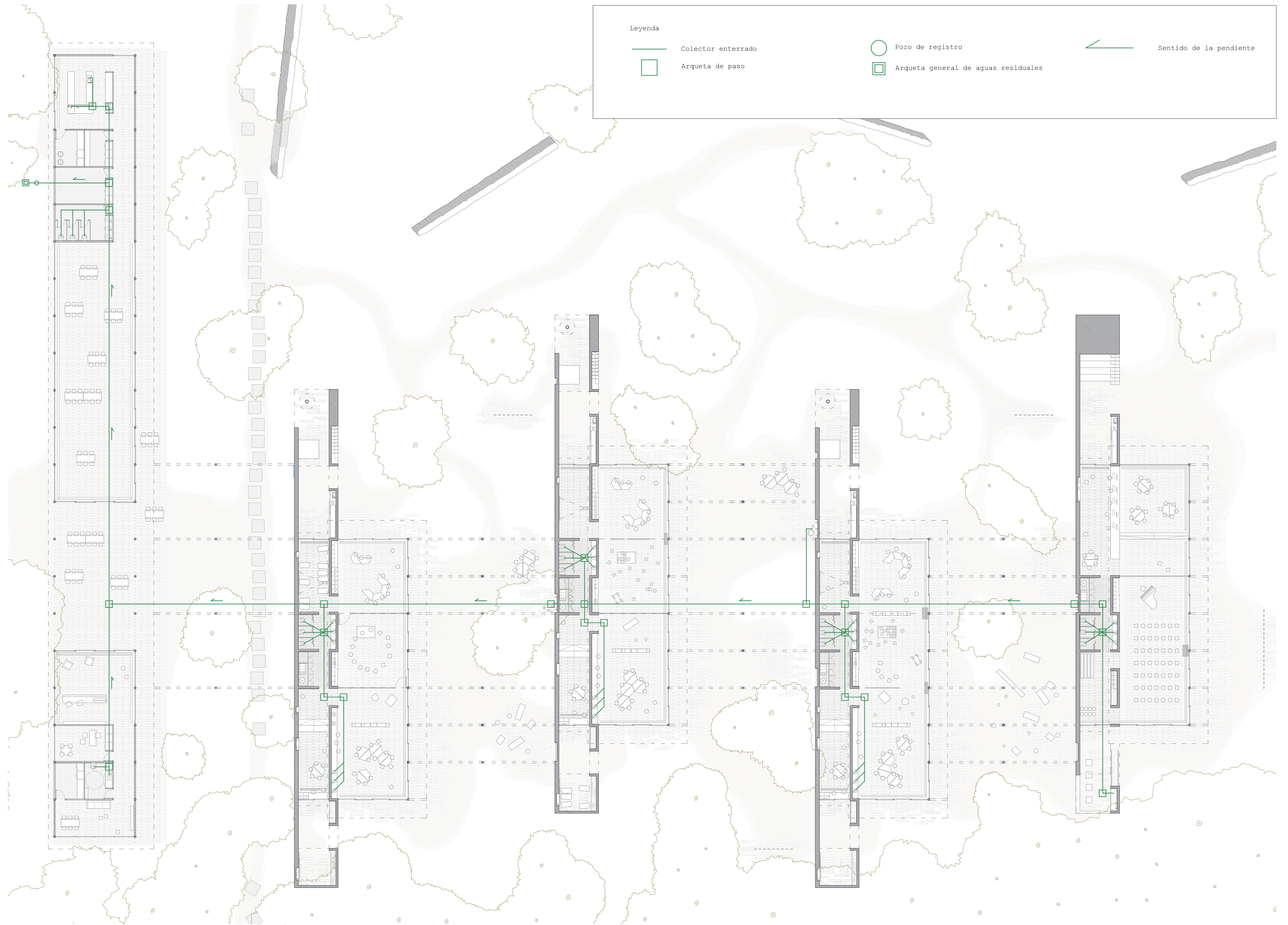
El diseño de la red de saneamiento en este caso, se reduce únicamente a la **evacuación de aguas residuales** del edificio.

Se desarrolla una red de evacuación que recogerá las aguas grises y fecales de los distintos baños y servicios del edificio.

Todos los aparatos que generan cualquier tipo de agua residual, (sanitarios, puntos de agua exterior, bancadas de trabajo...) se conectan a través de una arqueta con los conductos generales que discurren enterrados.

Antes de conectar con un ramal de aguas residuales que se supone cedido por la urbanización, se dispone de un pozo general de registro.





DESCRIPCIÓN GENERAL

En el espacio definido por los muros de hormigón, la instalación eléctrica se realizará tanto en apliques como en cableado, adoptando un criterio fundamental: no alterar la construcción de los muros sino actuar en superficie y/o bajo el pavimento entarimado de madera.

En el espacio definido por las vigas de madera, la instalación transcurre a través del forjado de placas alveolares, ya que el sistema constructivo permite el paso de instalaciones de agua y electricidad con total libertad de conducción.

Las líneas de distribución serán conductores unipolares protegidos en el interior de un tubo de PVC.

ELEMENTOS QUE COMPONEN LA INSTALACIÓN.

Acometida.

Desde el centro de transformación situado en la urbanización de Les Gavines. Pertenece a la compañía administradora.

Caja General de Protección: (CGP)

Efectúa la conexión con la acometida y se utiliza para proteger la instalación interior contra subidas de intensidad de corriente. Se sitúa en el local habilitado para instalaciones.

Cuadro general de baja tensión.

Situado igualmente en el local de instalaciones.

Cuadro general de control individualizado.

Se dispondrá uno en cada pabellón junto con un generador automático que entraría en funcionamiento si se necesitara activar los circuitos de alumbrado de emergencia. Se encargará de alimentar los siguientes circuitos:

- Iluminación general
- Iluminación zonas húmedas
- Alumbrado de emergencia
- Circuito de tomas de corriente
- Circuito de tomas de corriente de zonas húmedas
- Circuito de instalaciones propias

Línea repartidora:

En el caso de cruce entre conductos de esta instalación y la de AF y ACS se deben respetar las distancias de seguridad, y la red eléctrica se dispondrá en todo caso por encima de la red de suministro de agua.

Toma de tierra

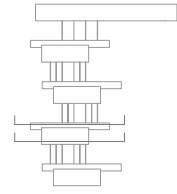
Estará formada por una serie de conectores que enlazan las masas metálicas de la instalación con la línea principal de toma de tierra conectada con el terreno.

Instalación de telecomunicaciones.



ESQUEMA DE LA INSTALACIÓN

1. Red de distribución
2. Acometida
3. Fusible de seguridad
4. Contador
5. Caja para interruptor de control de potencia
6. Dispositivos generales de mando y protección
7. IGA (Interruptor General Automático)
8. DIF (Interruptor Diferencial)



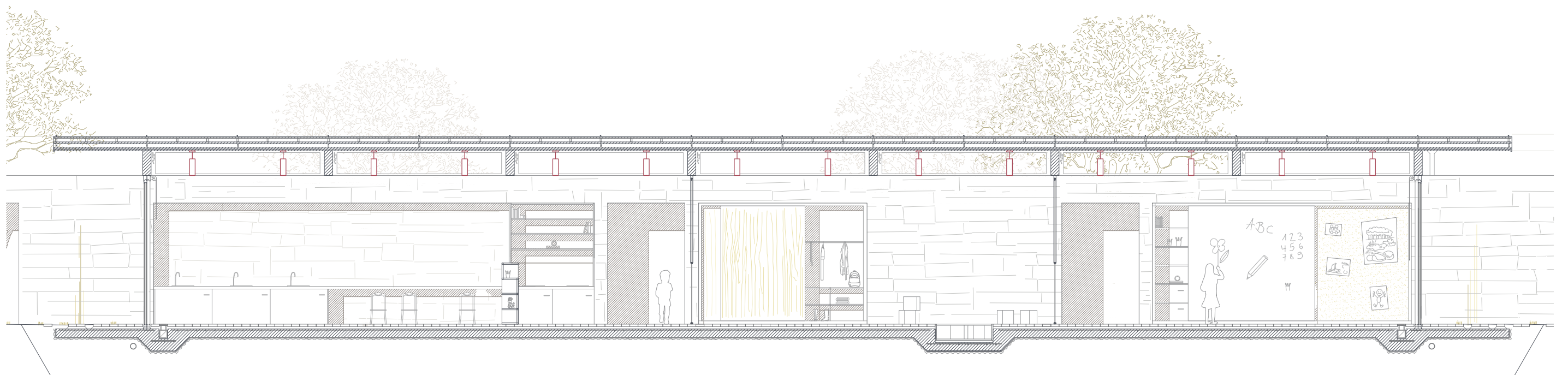
Luminaria ERCOO Zylinder Downlight de superficie



Luminaria ERCO Panarc Downlight de superficie



Luminaria ERCO TFL

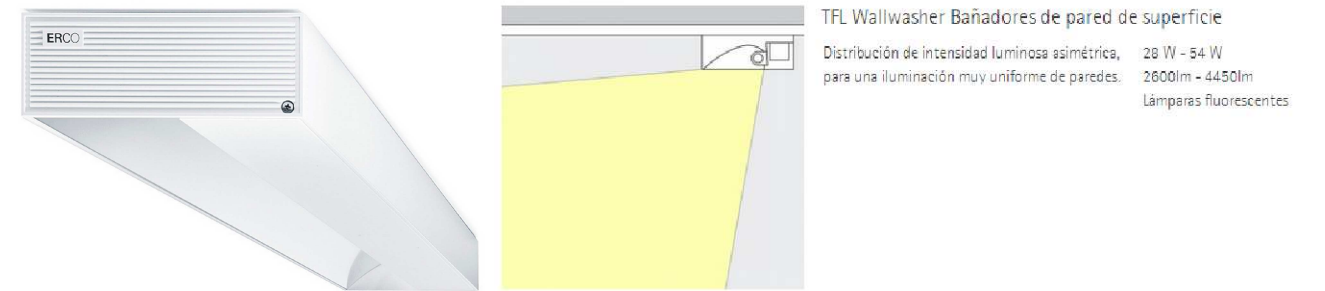


NIVEL DE ILUMINACIÓN Y TIPOS DE LUMINARIAS

Pabellones docentes: 400 lux  
 Administración: 500 lux  
 Comedor: 200 lux  
 Cocina: 500 lux  
 Aseos/Instalaciones/Almacenaje: 150 lux

Luminaria ERCO TFL de superficie

Con el objetivo de caracterizar de manera diferente los dos ambientes de los que se compone cada pabellón docente, se disponen en el interior de los muros huecos y de manera transversal a la dirección del espacio, este tipo de luminarias estrechas.



Luminaria ERCO Zylinder Downlight de superficie

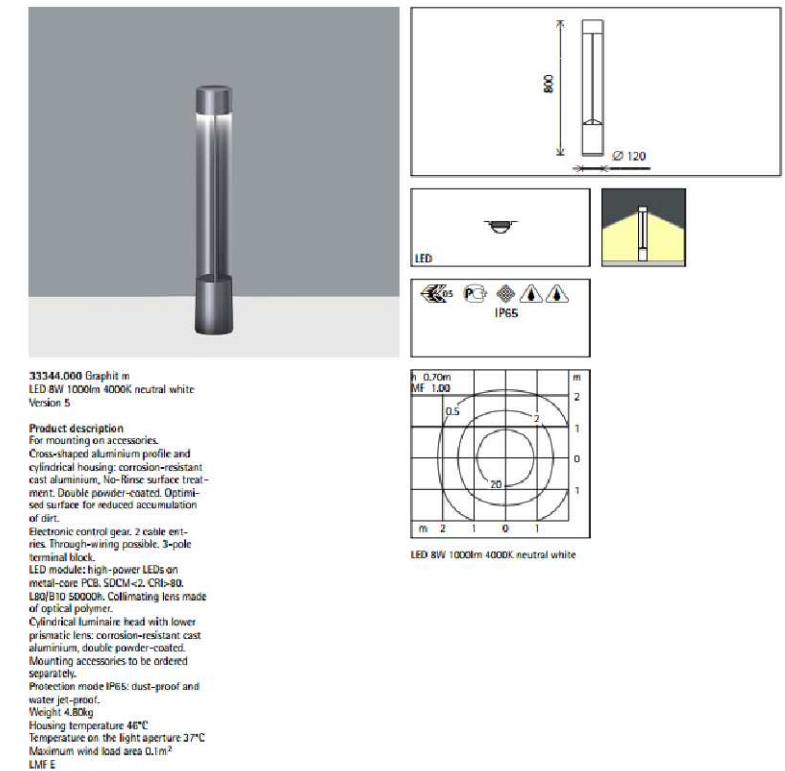
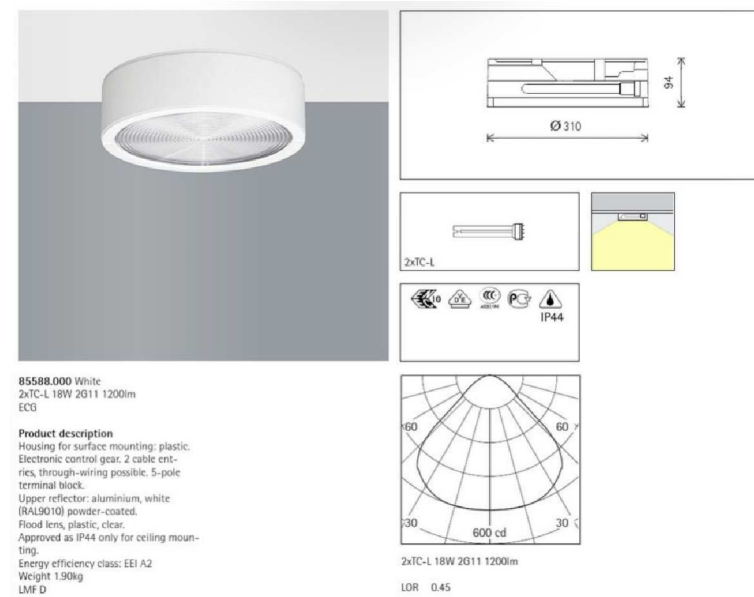
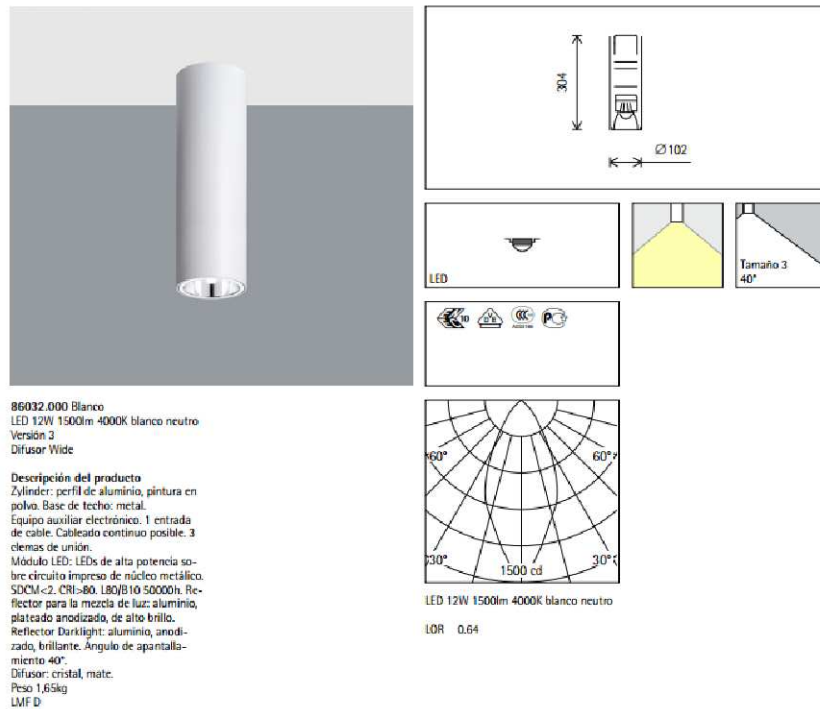
Para el espacio de las aulas, se decide colocar una luminaria descolgada. Se montará sobre un perfil de aluminio, con un ángulo de apantallamiento de 40°. Su peso es de 3.75kg y se ancla a la cara inferior del forjado de placas alveolares, en cuyo interior se alojará la instalación eléctrica que alimenta la luminaria como se había indicado anteriormente.

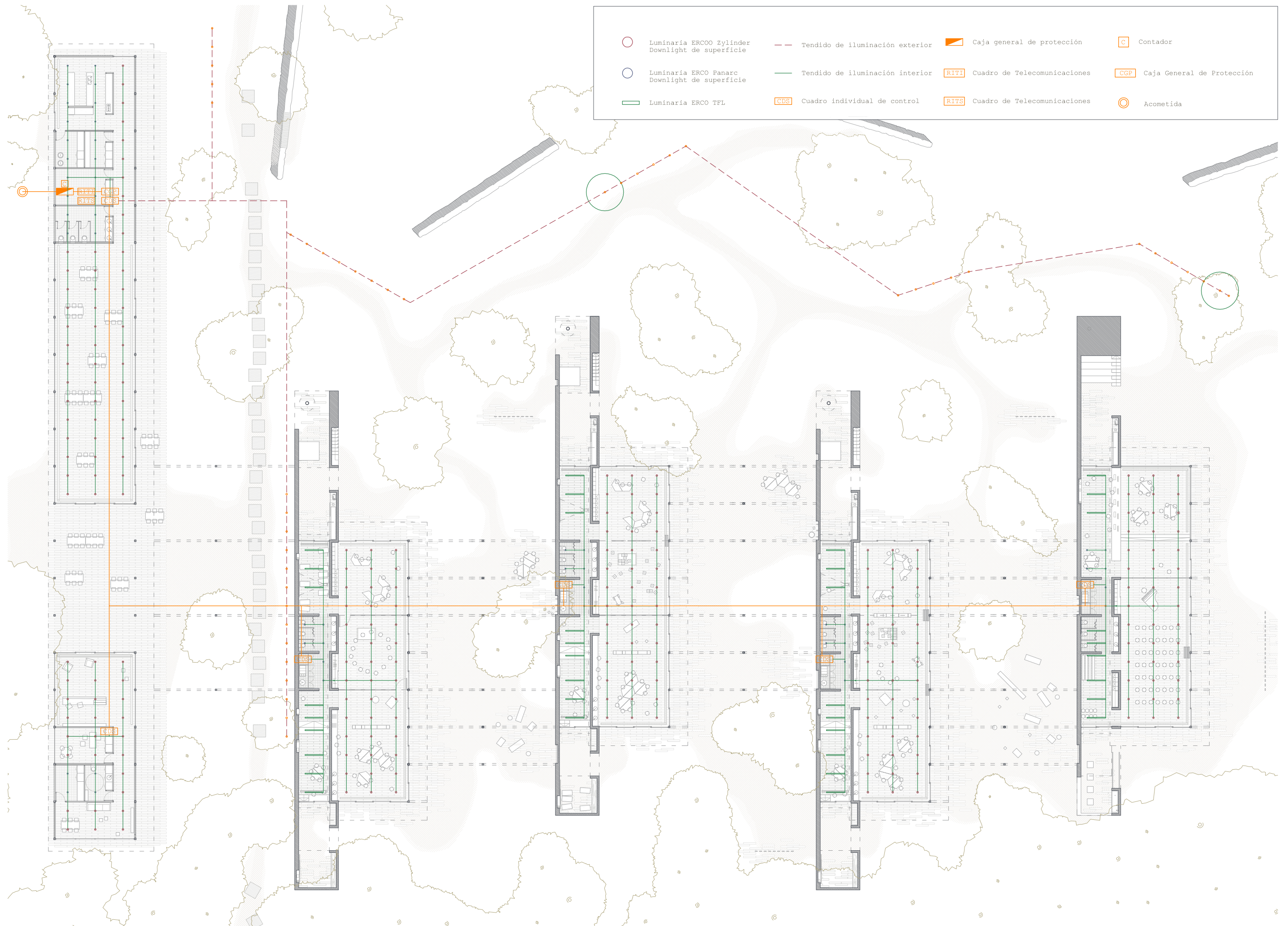
Luminaria ERCO Panarc Downlight de superficie

Para las zonas húmedas se selecciona una luminaria con menor dimensión que en el espacio de las aulas. Así, no comprometemos la sensación espacial marcada por la estructura. El cuerpo de superficie de esta luminaria es de material sintético acabado en color blanco. El ángulo de apantallamiento es mayor que para las del tipo ERCO Zylinder. Su peso es de 1.9kg. Se instalan en obra con los mismos criterios que las anteriores.

Luminaria para exteriores ERCO Midipoll

Se trata de unos bañadores de suelo de LED que puntualmente emergen del suelo como bolardos para establecer líneas de luz. Pensados fundamentalmente como medida de aproximación a los pabellones.







El escaso sentido que tendría la utilización de placas solares en un emplazamiento como el jaguarzal debido a la cantidad de sombras arrojadas translúcidas y cambiantes; la necesidad de encontrar una referencia lejana en el proceso de aproximación a la escuela y la voluntad de convertir al viento en el cómplice de la arquitectura, como ya se indico en los primeros apartados de este documento, son las principales razones de la utilización de este sistema.

La energía eólica de pequeña potencia conectada a red esta regulada a través del Real Decreto 1699/2011 y el Plan de Energías renovables 2011-2020. Se plantea como una opción de desarrollo energético que fomenta el autoconsumo.

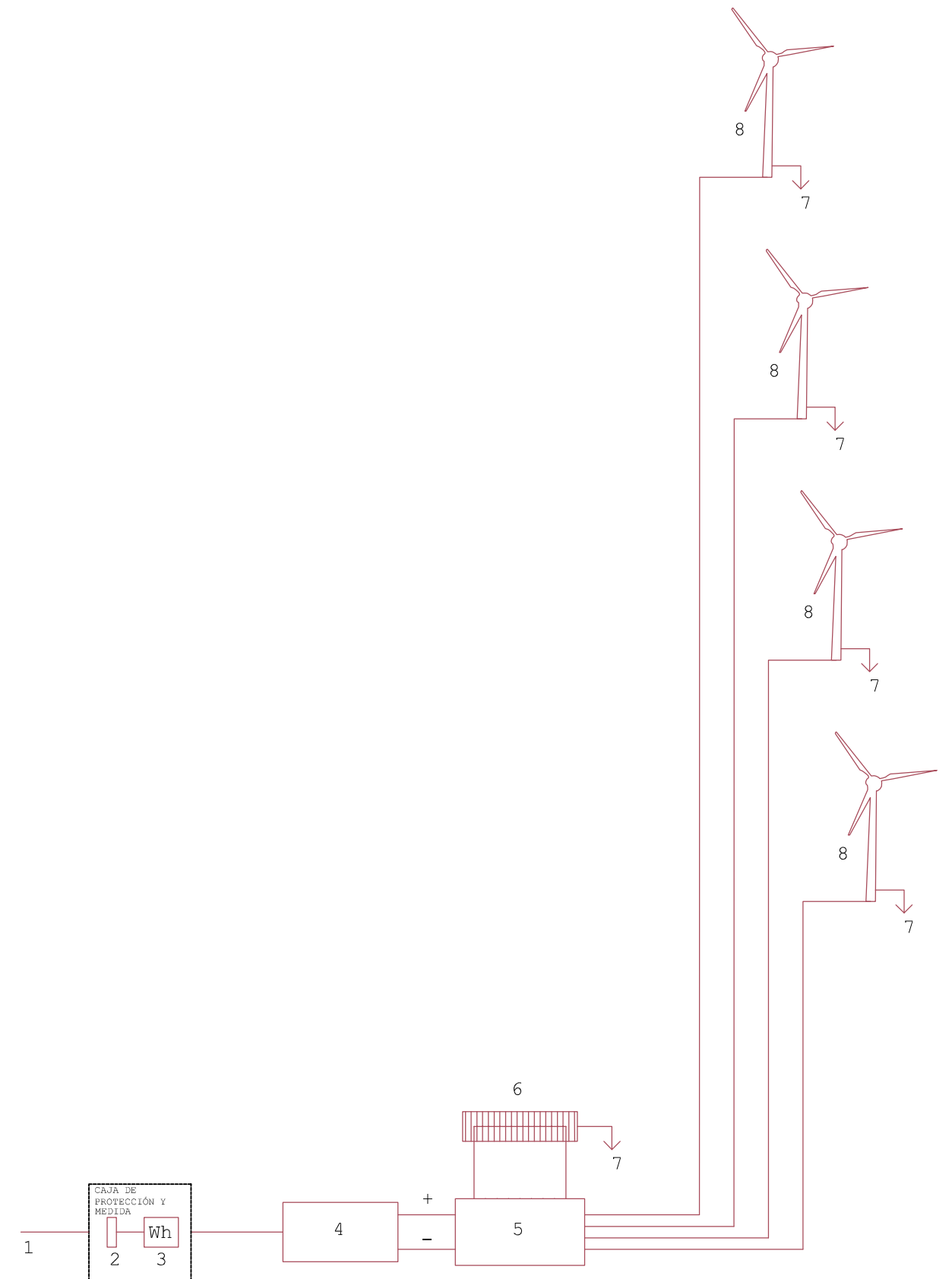
Una de las formas de conexión que establece el PER es el llamado Balance Neto, que es un sistema de compensación de saldos de energía, de forma que nos permite utilizar la red como una batería almacenando los excedentes de producción y pudiéndolos recuperar en un periodo de hasta 12 meses. Bajo este supuesto, no es necesario el uso de baterías propias.

Para poderse conectar simplemente será necesario contactar con la compañía distribuidora y realizar el contrato pertinente. Nos decantaremos por la opción de instalar un doble sistema de contador, uno para la instalación de electricidad descrita en el punto anterior y otro contador de salida cuya lectar permitira reflejar en la factura las compensaciones de saldos de energía.

El conjunto de cuatro aerogeneradores que serán de la empresa Enair o similar, generarán electricidad alterna, a un voltaje y una frecuencia que varía en función del viento. Después, un controlador situado en el cuarto de instalaciones generales de la escuela infantil convierte esta energía en corriente continua, a una tensión admisible por el inversor.

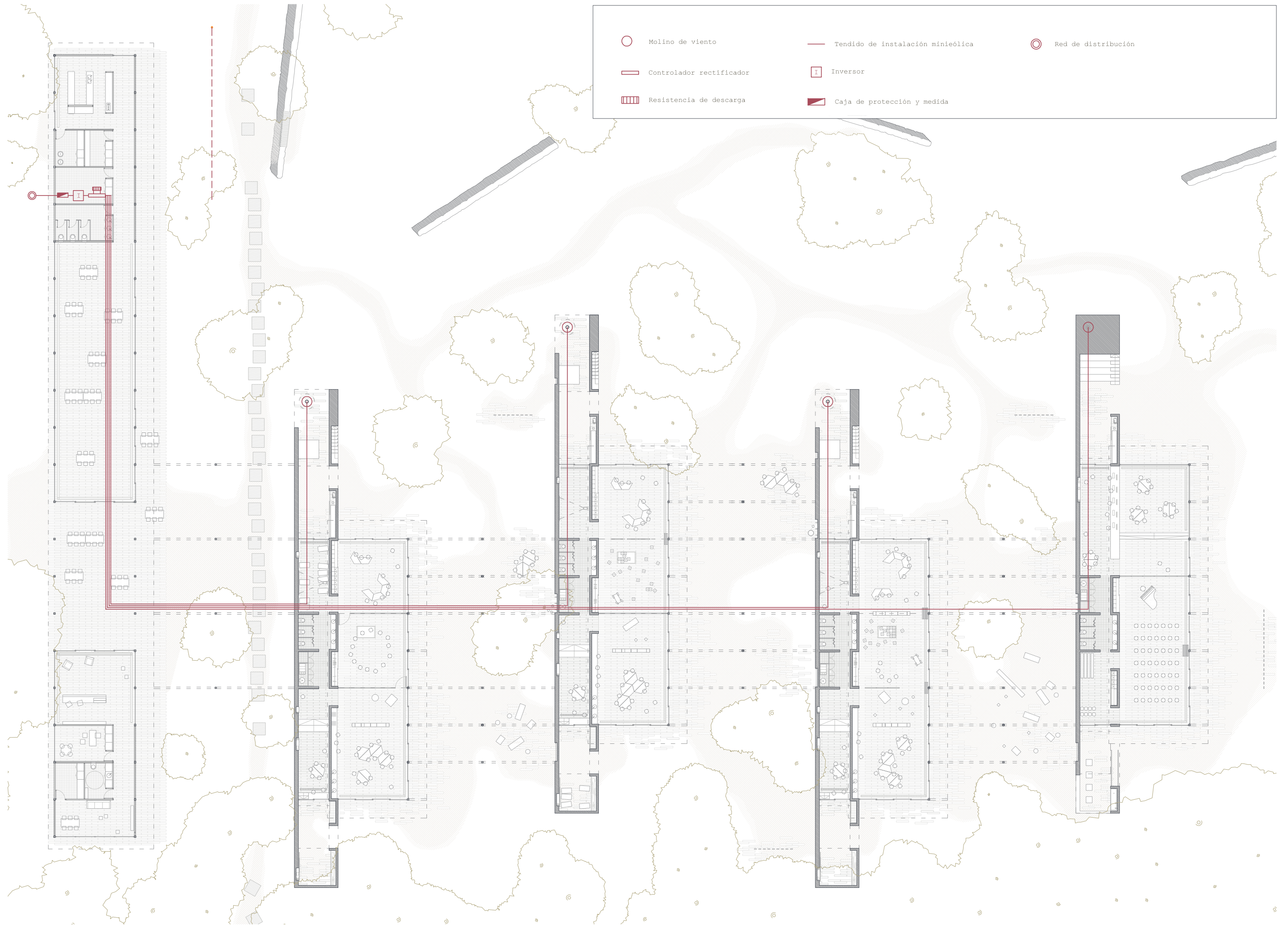
Si hay un exceso de potencia, el controlador desvía la energía sobrante a unas resistencias de descarga, que funcionan como freno y disipan en forma de calor la energía sobrante.

La corriente continua que sale del controlador ya está lista para que el inversor la convierta nuevamente en corriente alterna, a la tensión y frecuencia requeridas por la red de distribución. Inmediatamente después la corriente pasa a través del contador de salida, justo antes de incorporarse a la red pública.



ESQUEMA DE LA INSTALACIÓN

- |                            |                             |
|----------------------------|-----------------------------|
| 1. Red de distribución     | 5. Controlador rectificador |
| 2. Fusible de seguridad    | 6. Resistencia de descarga  |
| 3. Contador                | 7. Toma de tierra           |
| 4. Inversor (220V AC 50Hz) | 8. Molino de viento         |



## VIII. VENTILACIÓN. CALIDAD DEL AIRE INTERIOR. RITE.

La escuela infantil utiliza medios de ventilación natural pasiva, como uno de los puntos mas intensos de su diseño. El edificio se configura en pabellones exentos abiertos a las diferentes orientaciones y con los muros dispuestos para recibir los vientos dominantes. Así mismo, el emplazamiento está inmerso en un ambiente de gran pureza y limpieza del aire como es el parque natural de La Devesa.

Por estos motivos, no se consideraría necesario disponer sistemas mecánicos complementarios que generen una calidad adecuada del aire interior tal y como establece el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios.

En cambio, aunque el clima mediterráneo es suave, existe la necesidad de calentar estos espacios durante un periodo de tiempo en los meses de invierno y refrescarlos durante los meses de verano en los que todavía hay docencia. Y esto sin contar con los posibles usos alternativos de vecinos y visitantes en época estival.

### SISTEMA DE VENTILACIÓN NATURAL

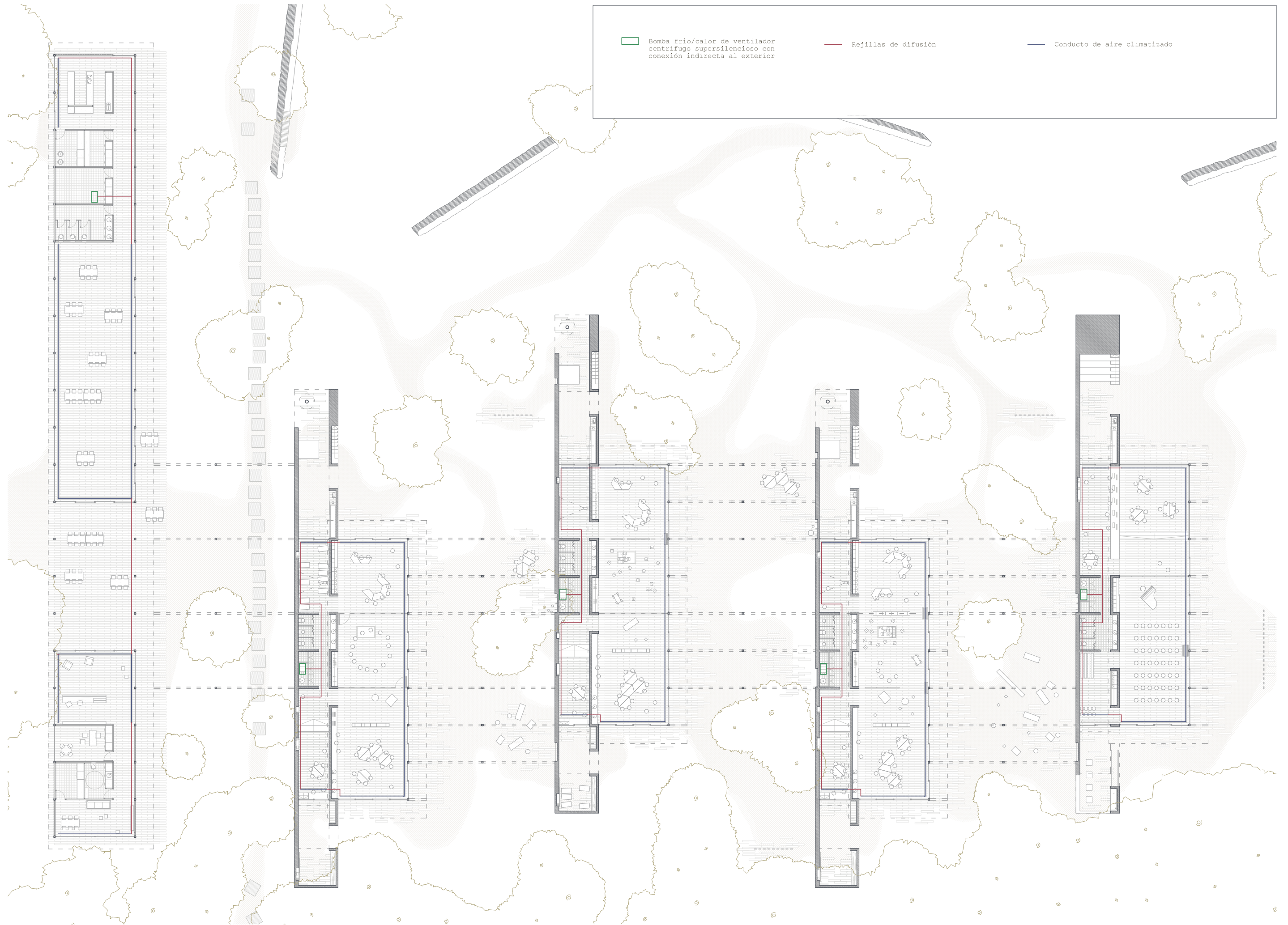
La posición del emparrado hacia el sur, proporciona una zona de sombra constante durante el verano delante de los cerramientos de madera. Esta situación se aprovecha para disponer en la base de las carpinterías unos aireadores, que permiten introducir aire desde el exterior. Siguiendo los flujos térmicos habituales el aire comienza a ascender paulatinamente a medida que sube de temperatura.

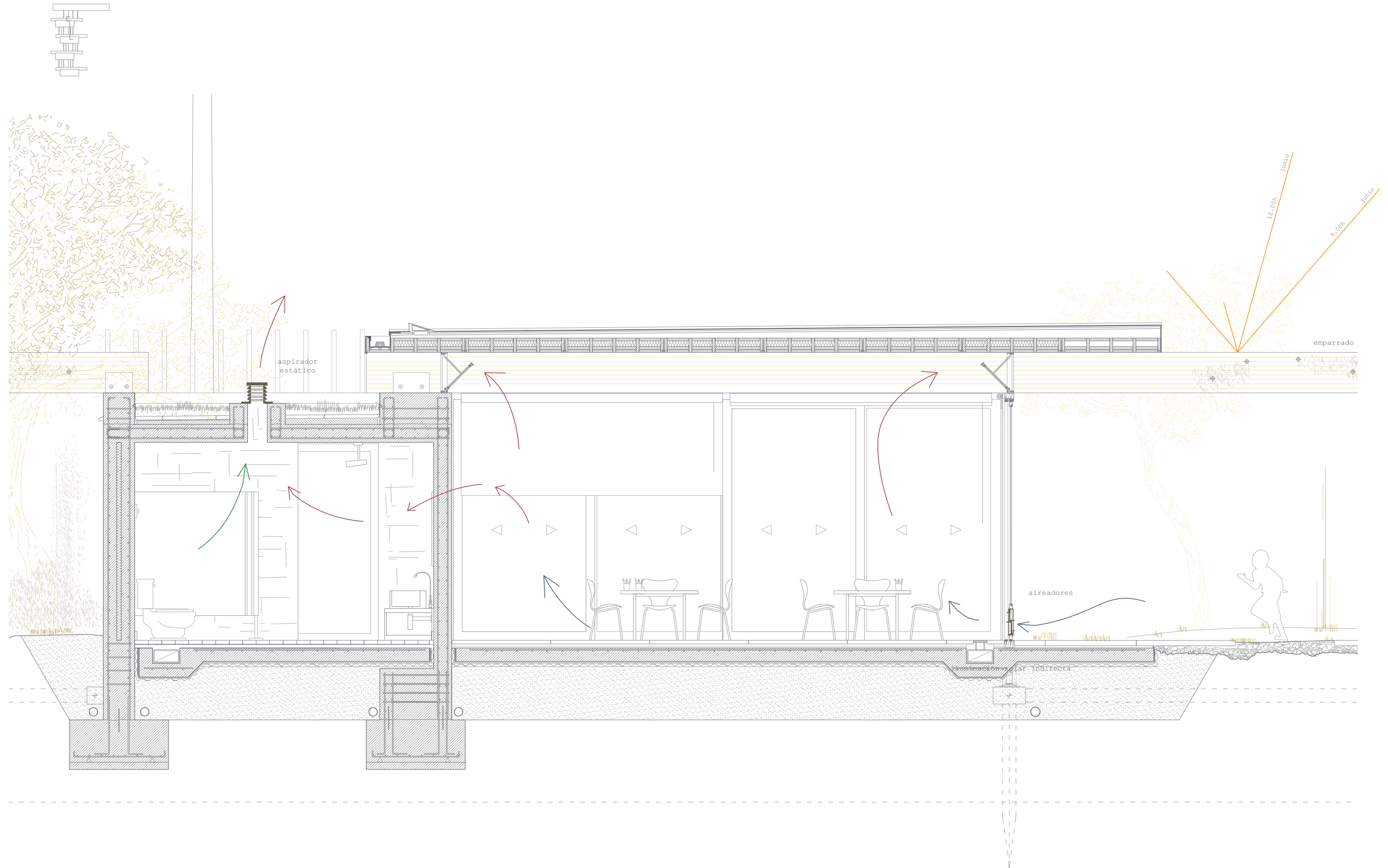
Por otro lado, en la parte de la cubierta que se sitúa sobre los aseos se plantea una chimenea de ventilación natural disponiendo un aspirador estático. De esta manera por efecto Venturi se generan fuerzas de succión en el interior impidiendo que los olores alcancen el resto de espacios del aula. Este mecanismo a su vez constituye la vía de escape para el aire mas caliente del pabellón.

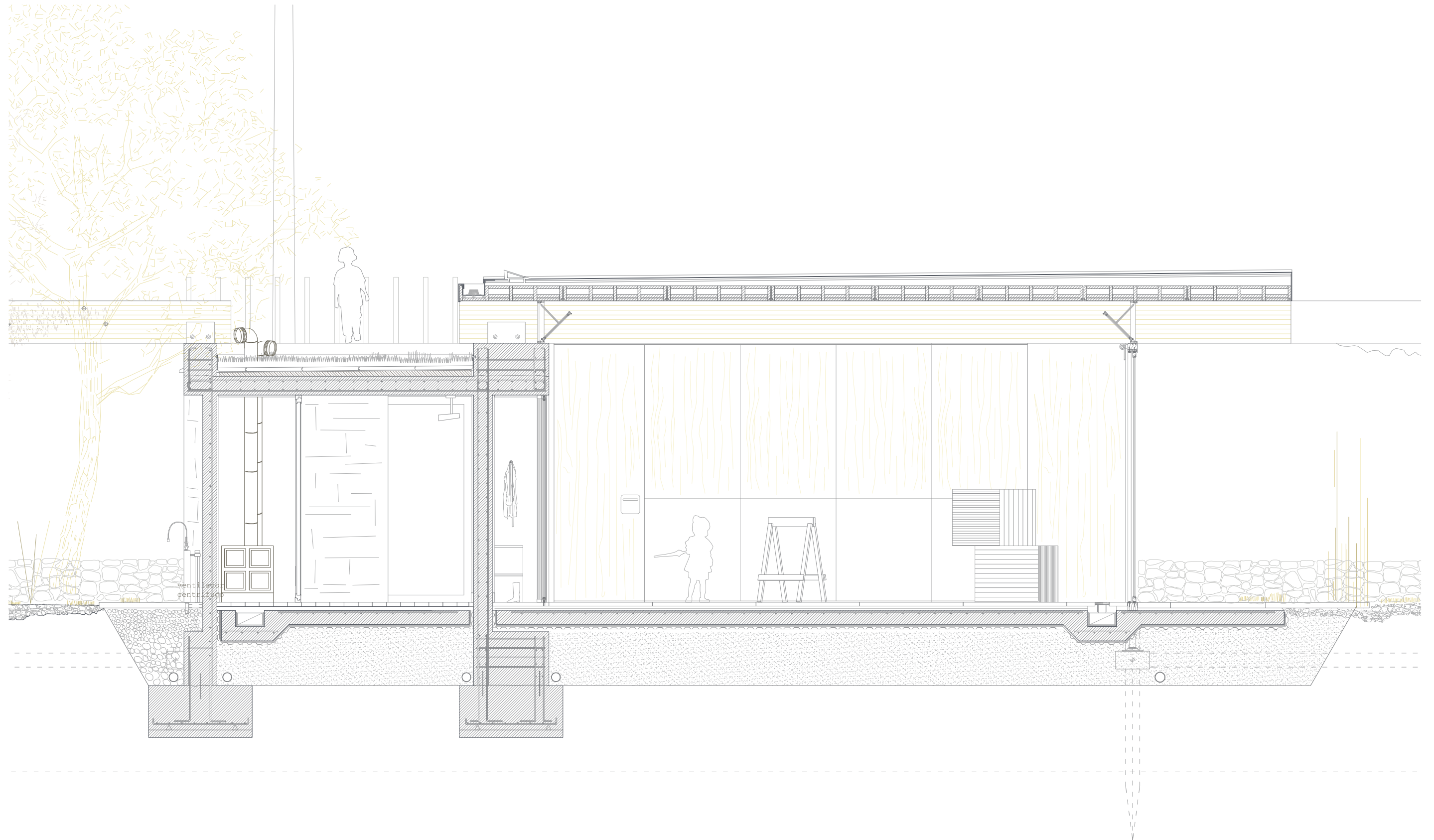
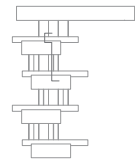
### SISTMA DE CLIMATIZACIÓN POR AIRE.

Se emplean bombas de calor de ventilador centrifugo supersilenciosas tipo MULTIPLO C ELN que permiten ser alojadas en los diferentes armarios interiores, teniendo en cuenta una conexión directa hacia el exterior.

Los conductos de aire viajan a través de un recrecido de la solera hasta la posición de los cerramientos, de manera que impulsando el aire desde la base se evitaren posibles condensaciones en el vidrio.







## CONCLUSIÓN.

A lo largo de este proceso han aparecido diferentes preguntas que se han abordado desde la lógica para tratar de encontrar una respuesta. En algunas de ellas se ha profundizado menos que en otras y por tanto ha quedado abierta la posibilidad de retomar su investigación en el futuro.

En el desarrollo del ejercicio, aunque no lo he citado anteriormente se entró en contacto con algunos textos de Raúl Castellanos Gómez sobre el significado del 'poché' en la arquitectura, fundamentalmente a través de su libro 'Plan Poché'. En esta línea, *¿tendría algo que ver el ejercicio planteado con poché tradicional?*, desde el planteamiento del espacio como residuo la respuesta es no, pero *¿no tendría sentido hablar de un muro hueco desde el momento en que se horada en su espesor y se ocultan en su interior partes del programa?*

Sea como fuere, tan sólo se pretende con estas líneas expresar algunas inquietudes que el Proyecto Final de Carrera ha dejado y la intención de abordarlas con toda una arquitectura que queda por delante .