

Building Care - UPM

Espacio para el cuidado de la salud mental
en el entorno universitario

Autora: Ruth G. Chamorro

Tutor: Jaime Daroca

Aula Aparicio

Junio 2025

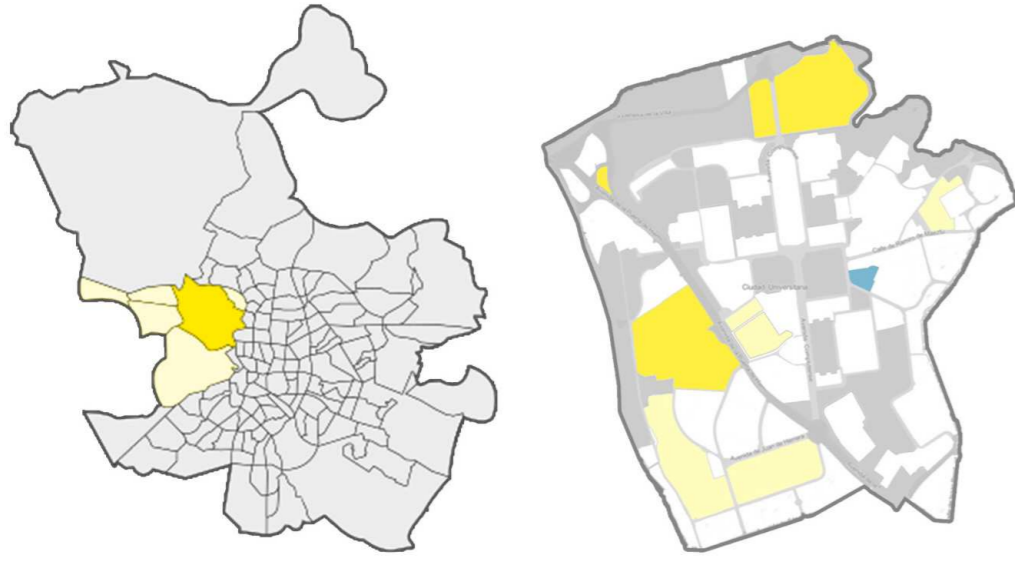


UNIVERSIDAD
POLITÉCNICA
DE MADRID



ESCUELA TÉCNICA
SUPERIOR DE
ARQUITECTURA

UBICACIÓN DEL LUGAR



Localización del barrio de Ciudad Universitaria en el distrito de Moncloa - Aravaca en la ciudad de Madrid

Distribución de los usos pormenorizados en el ámbito de Ciudad Universitaria:

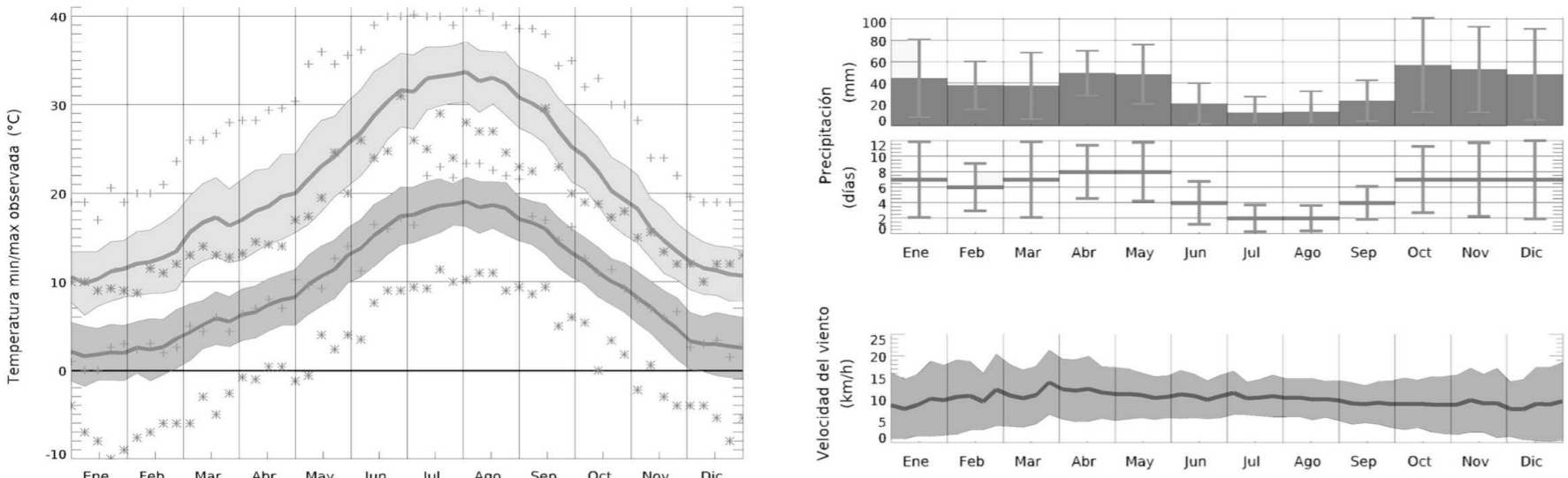
- D. educativo
- D. zonas verdes
- D. deportivo
- Servicios públicos
- Administración pública

VALORES CLIMÁTICOS OBSERVADOS EN MADRID (BD: Meteoblue)

El clima de Madrid es mediterráneo continental. Las temperaturas varían notablemente a lo largo del año: en verano, las máximas superan los 35°C, mientras que en invierno las mínimas pueden bajar de los 0°C. La temperatura media es de 15°C, pero las temperaturas oscilan mucho durante el día pudiendo existir un salto térmico de hasta 20°C.

La ciudad de Madrid recibe unos 400 mm de lluvia al año, repartido en una media de 60 días al año de precipitación, concentrados en otoño y primavera. Excepcionalmente, se producen precipitaciones en forma de nieve durante los días más fríos del año. Los veranos son secos y calurosos.

El viento sopla moderadamente con una velocidad media de entre 10 y 20 km/h, aunque depende de los obstáculos urbanos y naturales de la ciudad. El viento se intensifica durante los meses invernales. Las direcciones predominantes del viento son norte (N) y noreste (NE) durante el invierno y oeste (O) y sueste (SW) durante el verano.

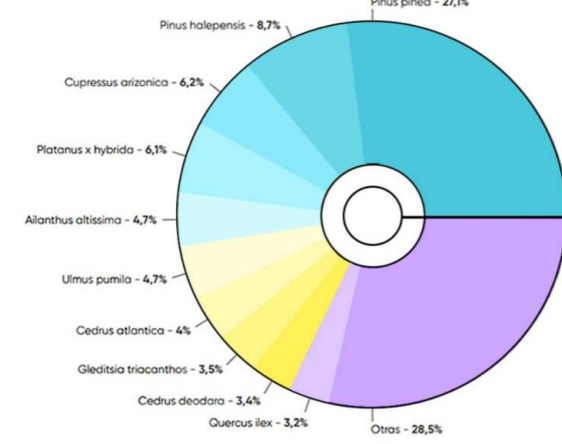


ESPECIES Y BENEFICIOS DE LA VEGETACIÓN DEL BOSQUE COMPLUTENSE

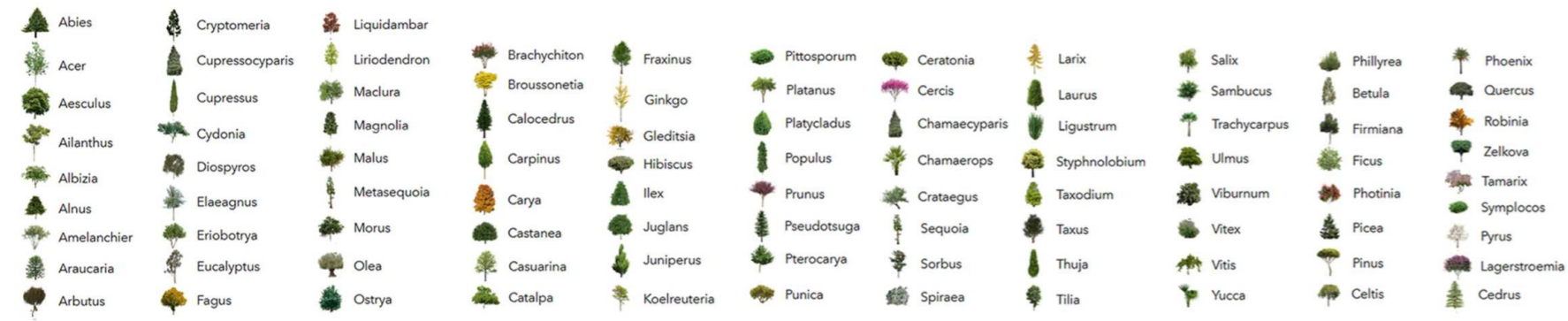
El pinar de Cantarranas forma parte del Bosque Urbano Complutense de la ciudad de Madrid. Cuenta con un total de 152 especies diferentes.

Este inventario permite evaluar los beneficios ambientales que ofrece el tapiz de vegetación que cubre la Ciudad Universitaria.

En él también está registrado el tamaño de sus copas y tronco y la altura de todos los árboles.



- ABSORCIÓN DE CO₂
- PRODUCCIÓN DE O₂
- REDUCCIÓN DE LA ESCORRENTÍA
- ELIMINACIÓN DE LOS CONTAMINANTES

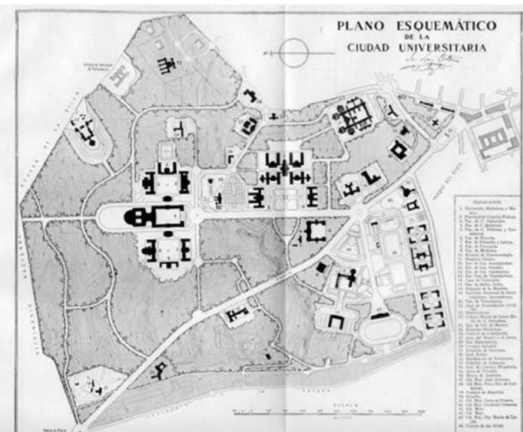


ORIGEN: CIUDAD JARDÍN

El proyecto de Ciudad Universitaria de Madrid fue concebido en el año 1927 durante el reinado de Alfonso XIII.

El trazado está inspirado en el estilo de ciudad jardín británica.

Buscaba crear un espacio moderno para la educación superior combinado con la naturaleza, arquitectura y funcionalidad académica en un entorno saludable.



DESTRUCCIÓN: GUERRA CIVIL

La Guerra Civil Española (1936-1939) devastó la Ciudad Universitaria, convirtiéndose en un laberinto de trincheras durante la Batalla de Madrid.

Sus edificios fueron ocupados por fuerzas militares y sufrieron grandes daños, quedando muchos de ellos en ruinas.

Tras la guerra, el campus fue reconstruido durante el franquismo.



EDIFICIOS PROTEGIDOS

El conjunto de Ciudad Universitaria de Madrid está considerado a día de hoy como un conjunto de interés patrimonial donde muchos de los edificios e infraestructuras que la conforman están catalogados como Bienes de Interés Cultural o Protegido.



SERVICIOS PÚBLICOS | CONECTIVIDAD Y ACCESIBILIDAD | ESPACIOS PÚBLICOS Y ZONAS VERDES

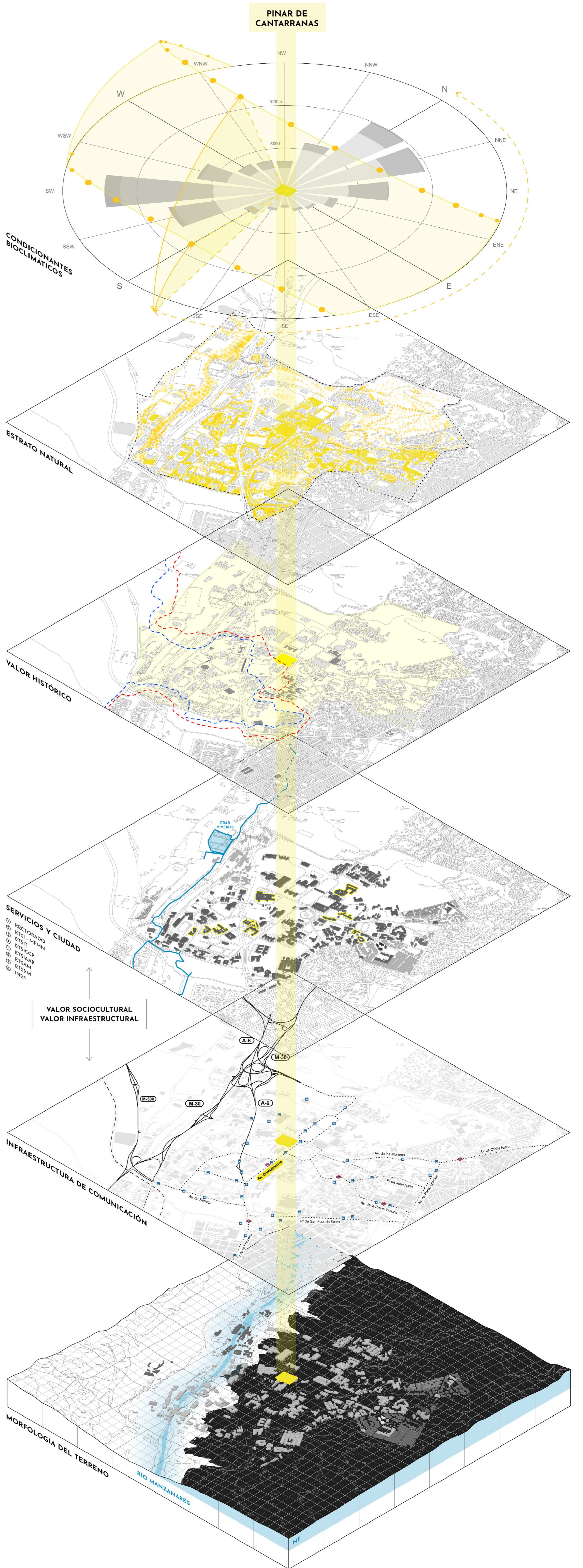
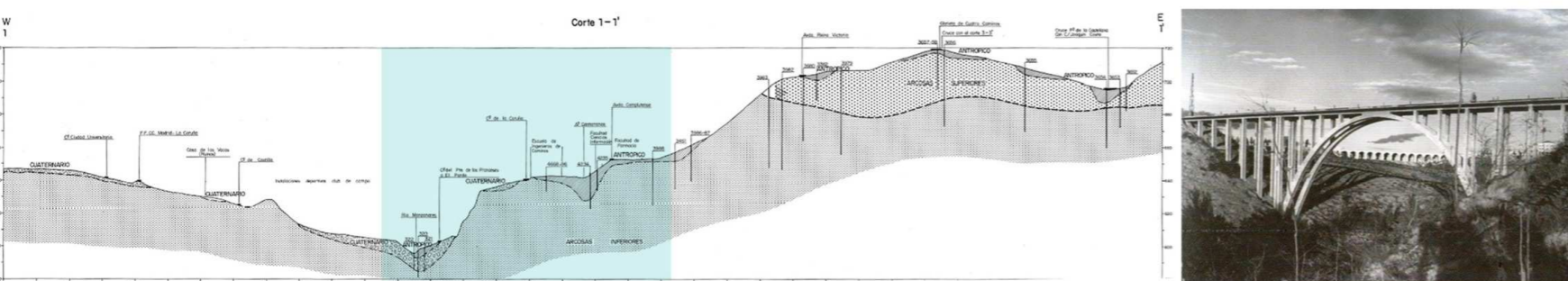
El valor infraestructural de la Ciudad Universitaria de Madrid reside en su diseño planificado que integra instalaciones educativas, deportivas, culturales y de investigación. El crecimiento del propio campus fomentó la segregación de sus amplios espacios verdes y edificios emblemáticos. La red de transporte y las numerosas dotaciones mencionadas anteriormente facilitan la interacción académica y social en este inmenso campus universitario.

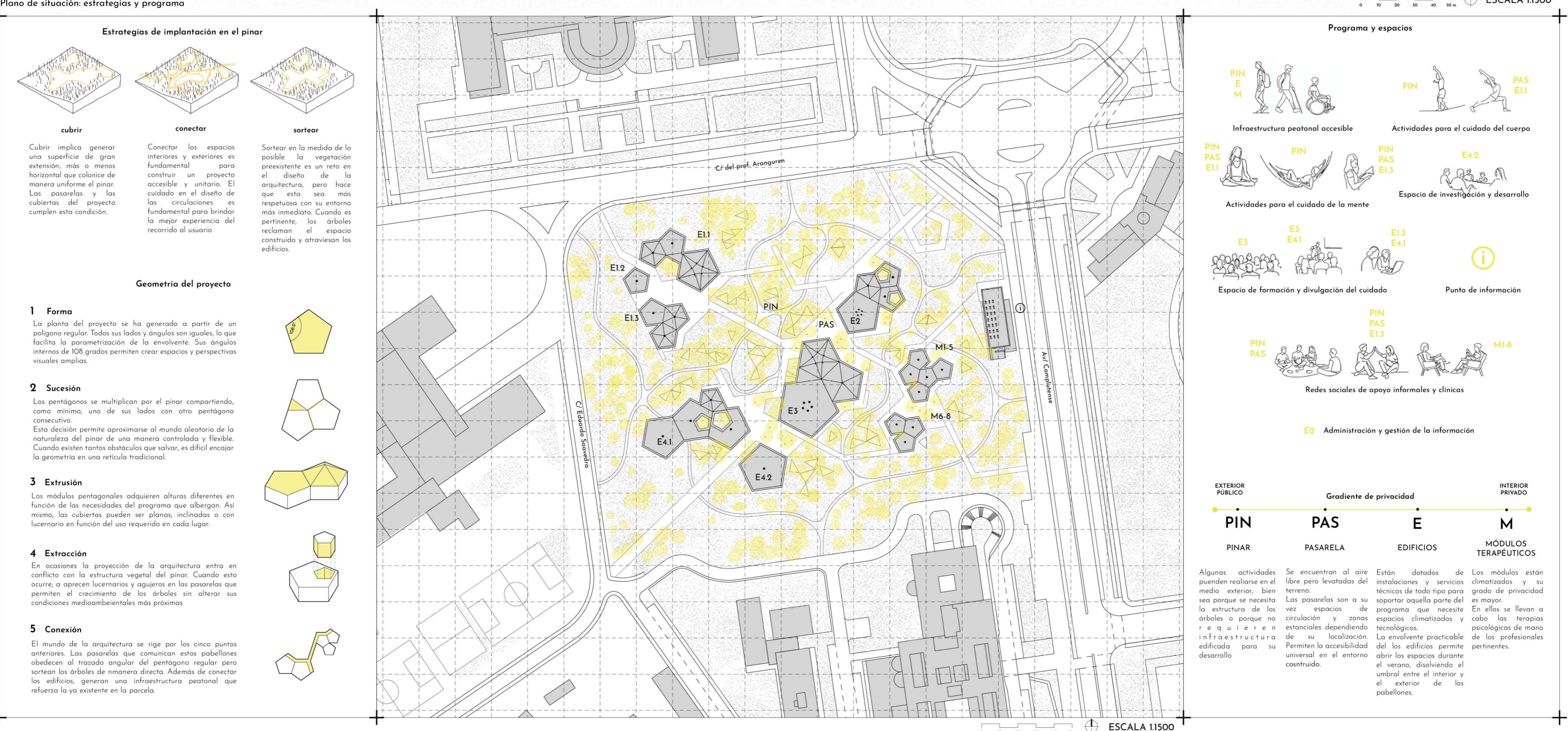
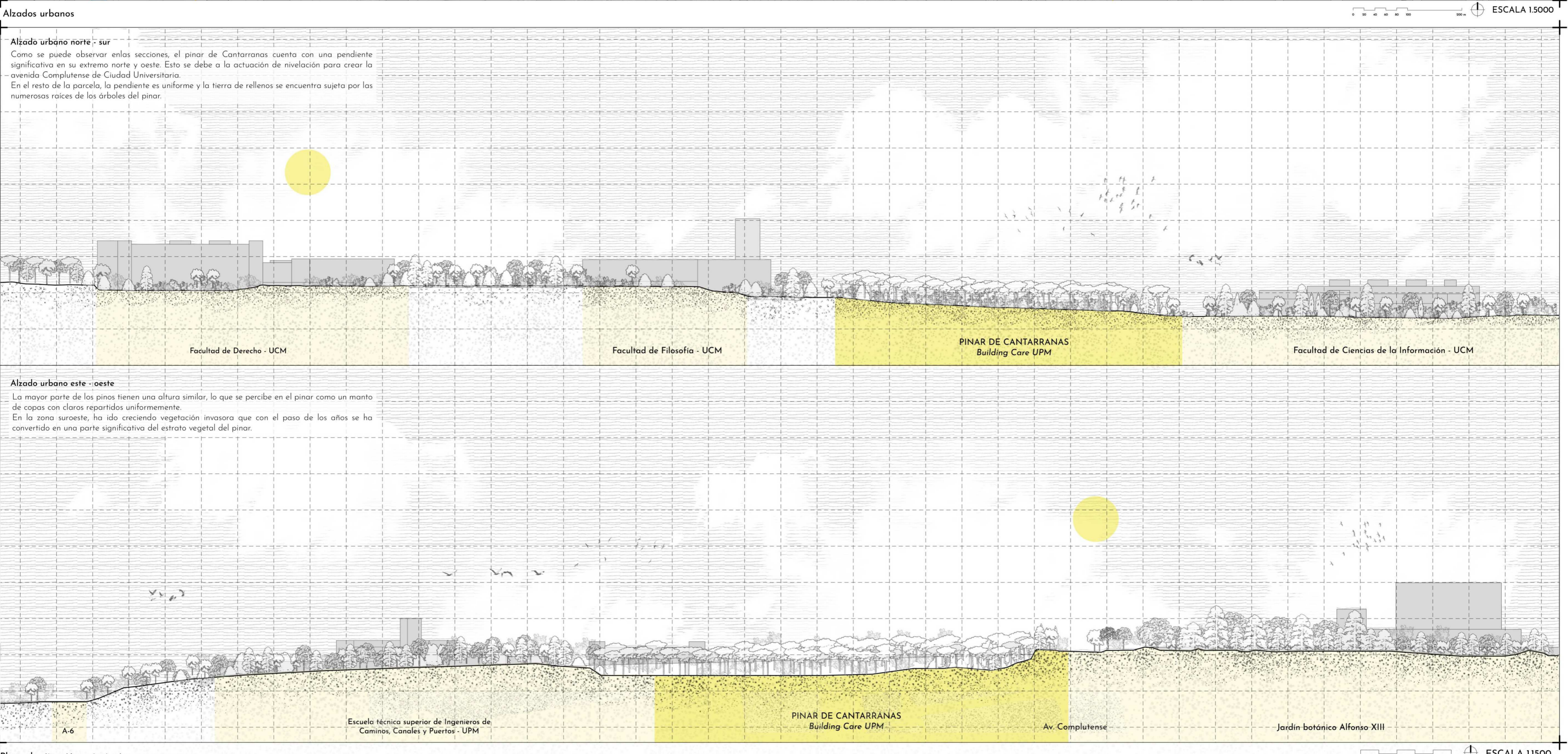


EL BARRANCO DE CIUDAD UNIVERSITARIA

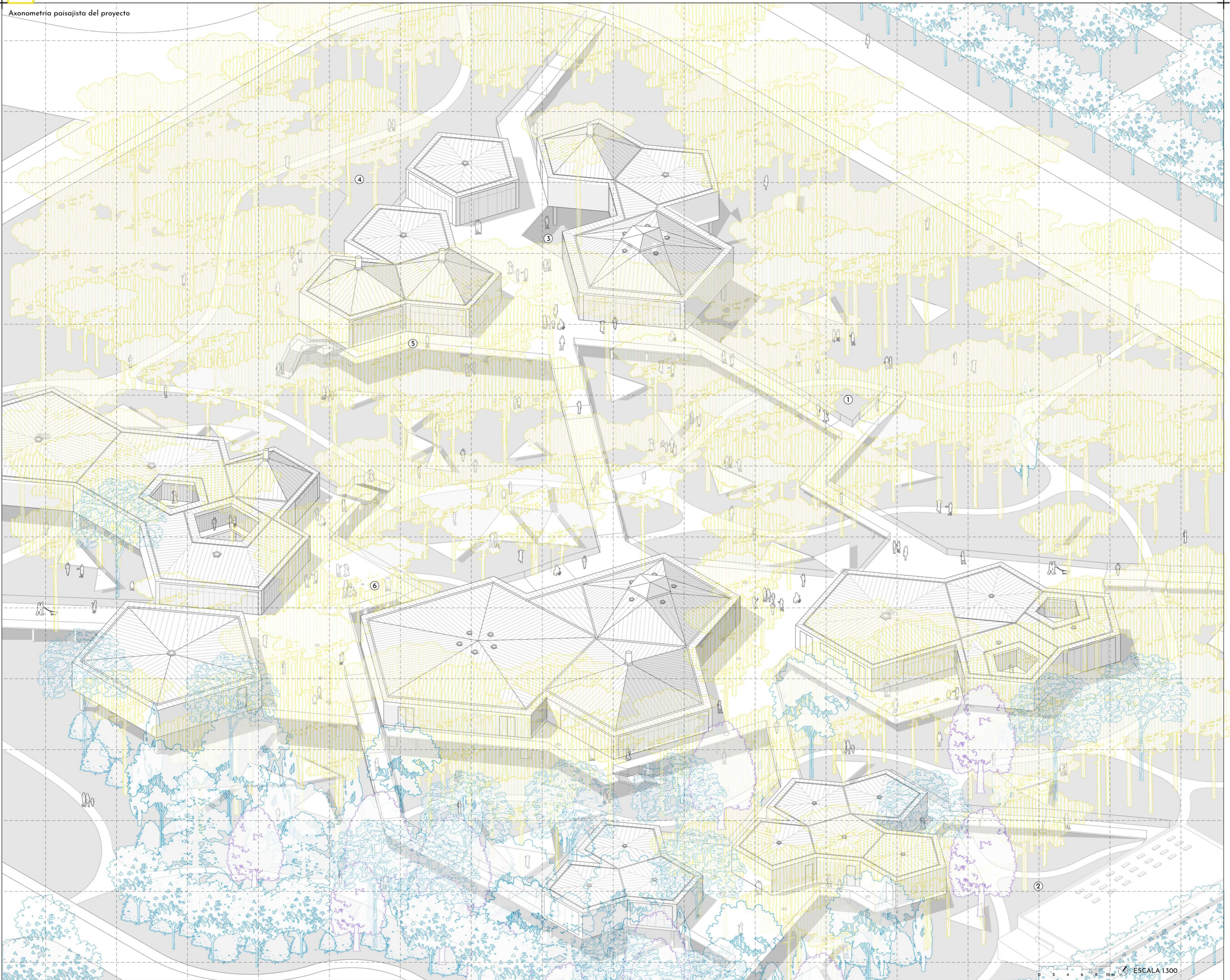
Para edificar el campus universitario en una gran extensión horizontal fue necesario realizar multitud de movimientos de tierra. Se utilizaron miles de metros cúbicos de tierra blanda y rellenos para unificar la superficie de construcción, sobre todo en los barrancos generados por los arroyos y afluentes del río Manzanares.

Las trincheras de la Guerra Civil también contribuyeron a aumentar el grosor de estos rellenos. Casi cien años después, los terrenos están más consolidados y los arroyos se han vuelto subterráneos.



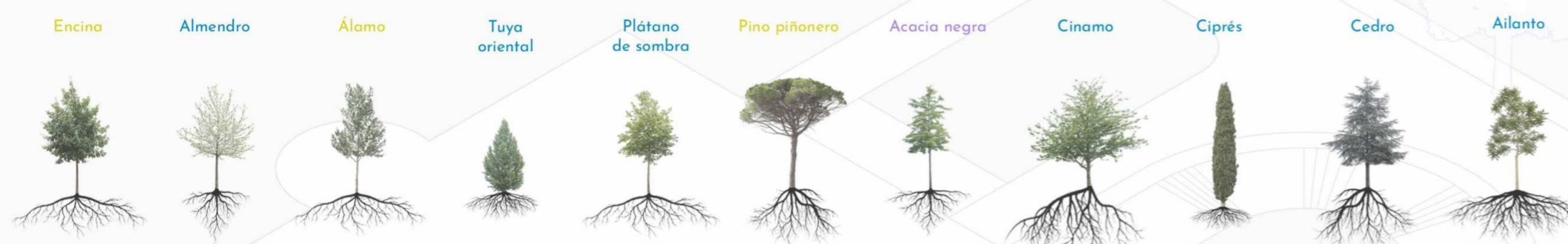


Axonometría paisajista del proyecto



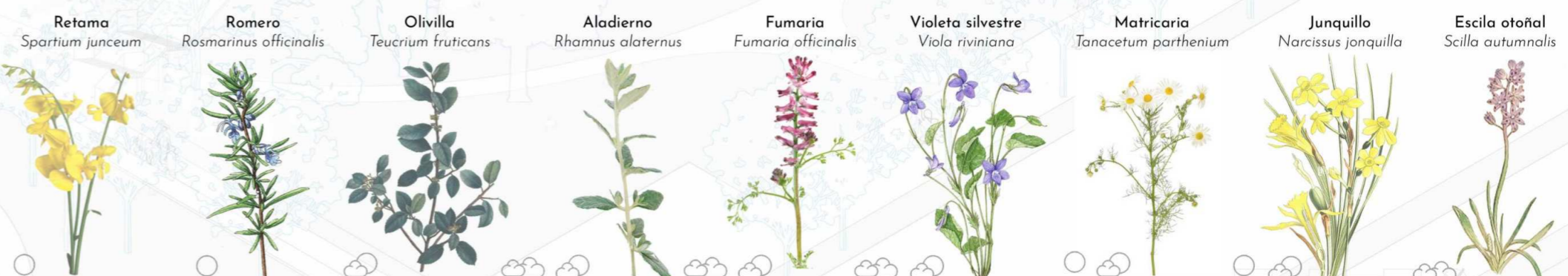
Especies que componen el pinar de Cantarranas

En el pinar conviven especies de árboles **exóticas, invasoras y autóctonas**. El pino piñonero es el ejemplar autóctono con mayor presencia en la parcela y se ve amenazado por algunas especies exóticas que absorben muchos nutrientes del suelo. Una vez incorporada la arquitectura en el pinar, las especies vegetales de gran porte podrán seguir creciendo con regularidad. De esta manera se consigue un control sobre la conservación de las especies del pinar que existen en la actualidad.

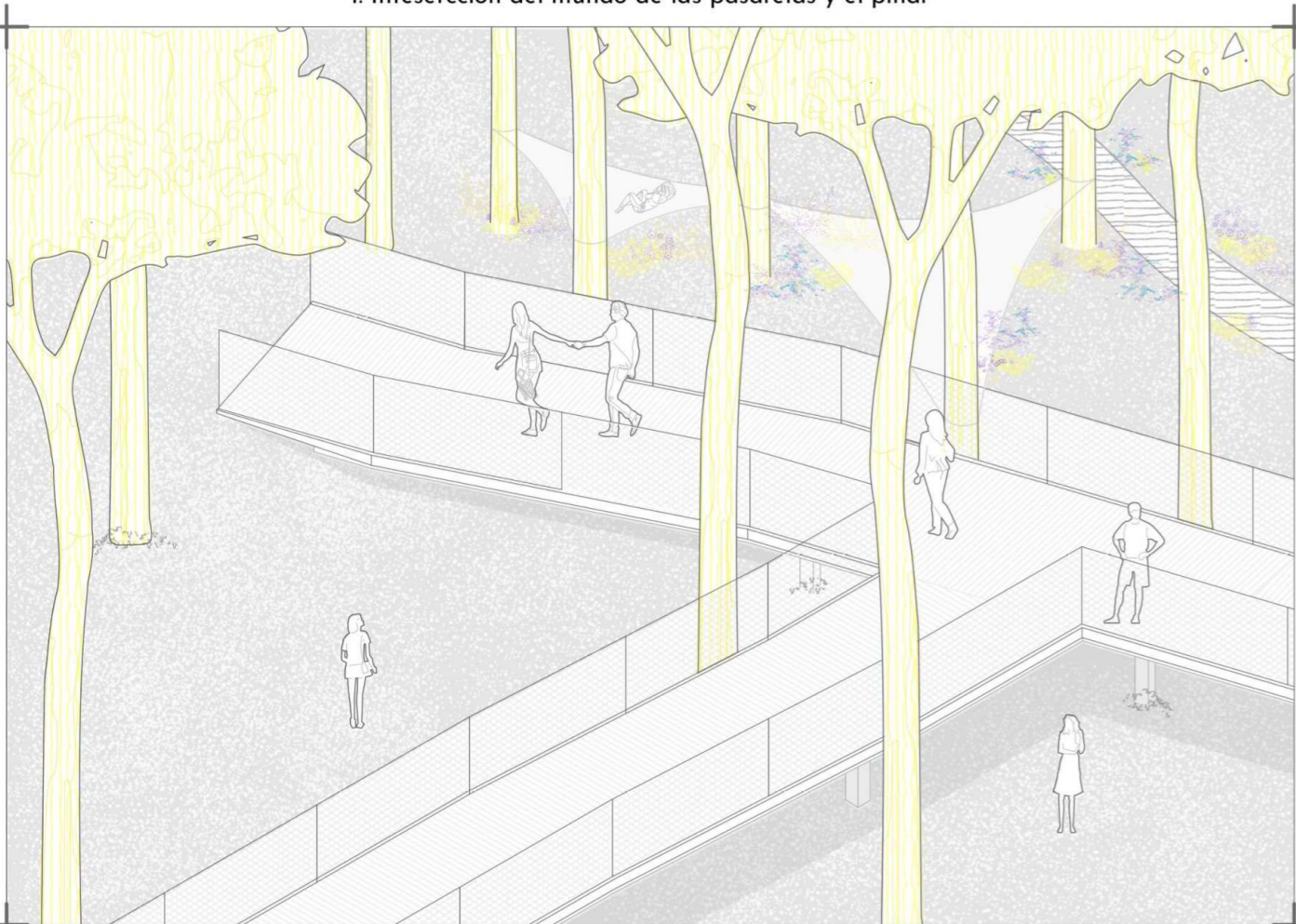


Especies que se integran en el pinar de Cantarranas

Para mejorar y potenciar el entorno del pinar se escogen 9 especies que complementan la estructura vegetal preexistente. Las plantas arbustivas, ornamentales o medicinales seleccionadas requieren poco mantenimiento. Muchas de ellas son especies silvestres y todas ellas forman parte de la flora autóctona de Madrid. Según sus necesidades de soleamiento, se colocan en un lado u otro del pinar: acompañando el lindero de los caminos, marcando las zonas estanciales, tanzando el suelo o cubriendo hitos existentes en el propio pinar.



1. Intersección del mundo de las pasarelas y el pinar



2. Terraza del pabellón del Banco de Santander



3. Colonización del hueco



4. Actividades en el pinar

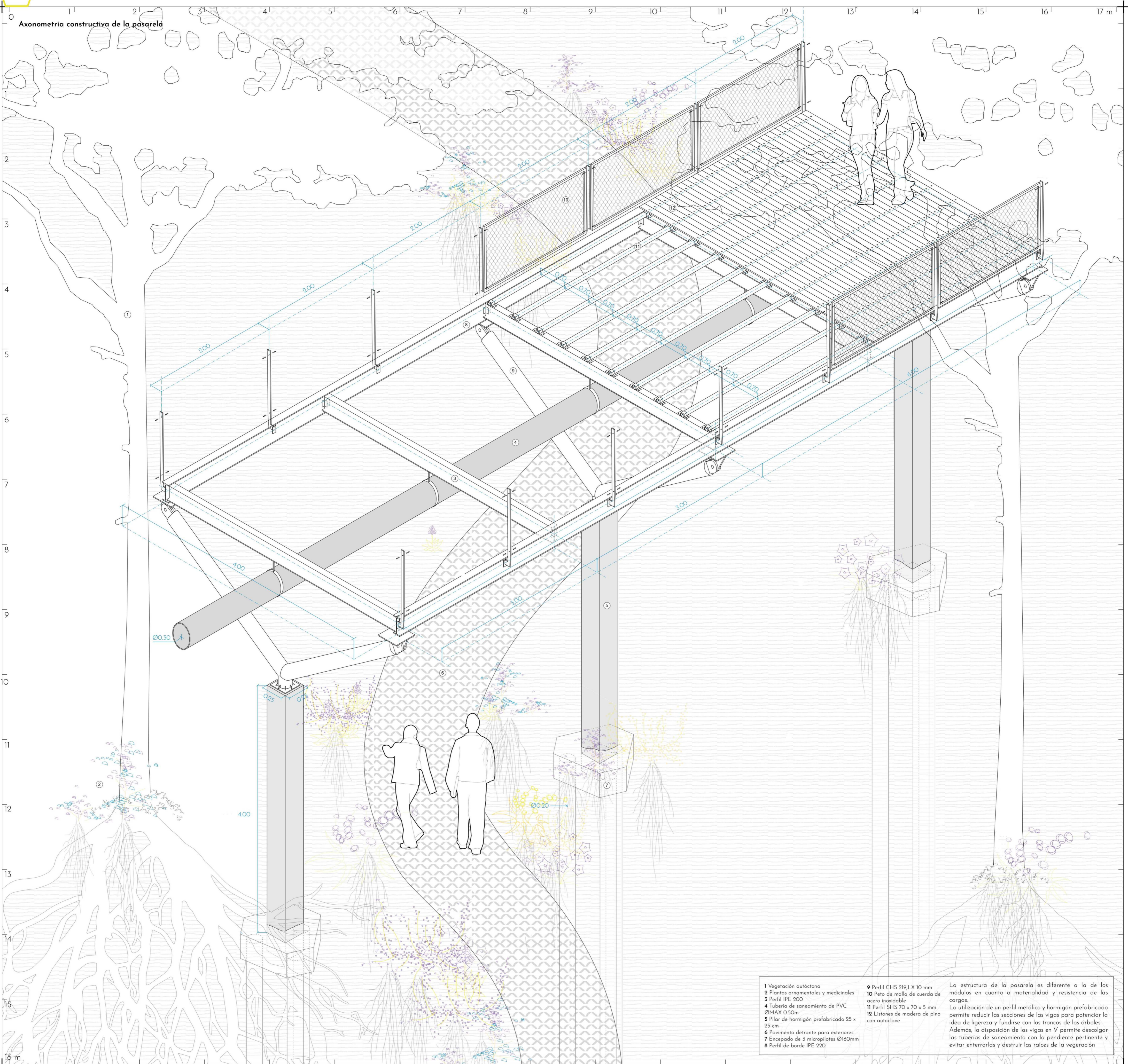


5. Terrazas y pasos inferiores



6. La vida en las pasarelas

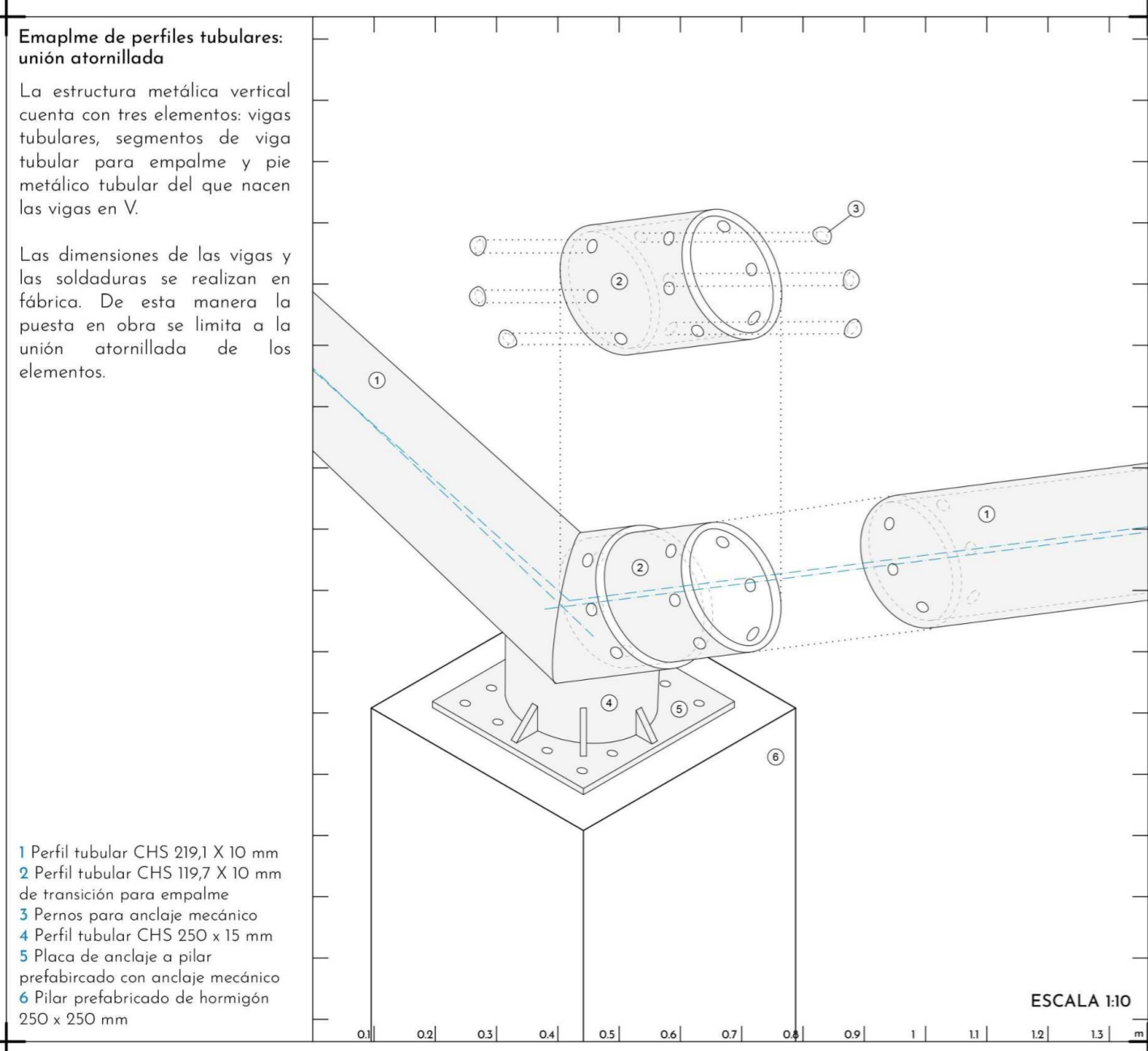




- 1 Vegetación autóctona
 - 2 Plantas ornamentales y medicinales
 - 3 Perfil IPE 200
 - 4 Tubería de saneamiento de PVC ØMAX 0.50m
 - 5 Pilar de hormigón prefabricado 25 x 25 cm
 - 6 Pavimento drenante para exteriores
 - 7 Encepado de 3 micropilotes Ø160mm
 - 8 Perfil de borde IPE 220
 - 9 Perfil CHS 219,1 X 10 mm
 - 10 Peto de malla de cuerda de acero inoxidable
 - 11 Perfil SHS 70 x 70 x 5 mm
 - 12 Listones de madera de pino con autoclave
- La estructura de la pasarela es diferente a la de los módulos en cuanto a materialidad y resistencia de las cargas. La utilización de un perfil metálico y hormigón prefabricado permite reducir las secciones de las vigas para potenciar la idea de ligereza y fundirse con los troncos de los árboles. Además, la disposición de las vigas en V permite descolgar las tuberías de saneamiento con la pendiente pertinente y evitar enterrarlas y destruir las raíces de la vegetación

Uniones y detalles constructivos clave

ESCALA 1:300



Empalme de perfiles tubulares: unión atornillada

La estructura metálica vertical cuenta con tres elementos: vigas tubulares, segmentos de viga tubular para empalme y pie metálico tubular del que nacen las vigas en V.

Las dimensiones de las vigas y las soldaduras se realizan en fábrica. De esta manera la puesta en obra se limita a la unión atornillada de los elementos.

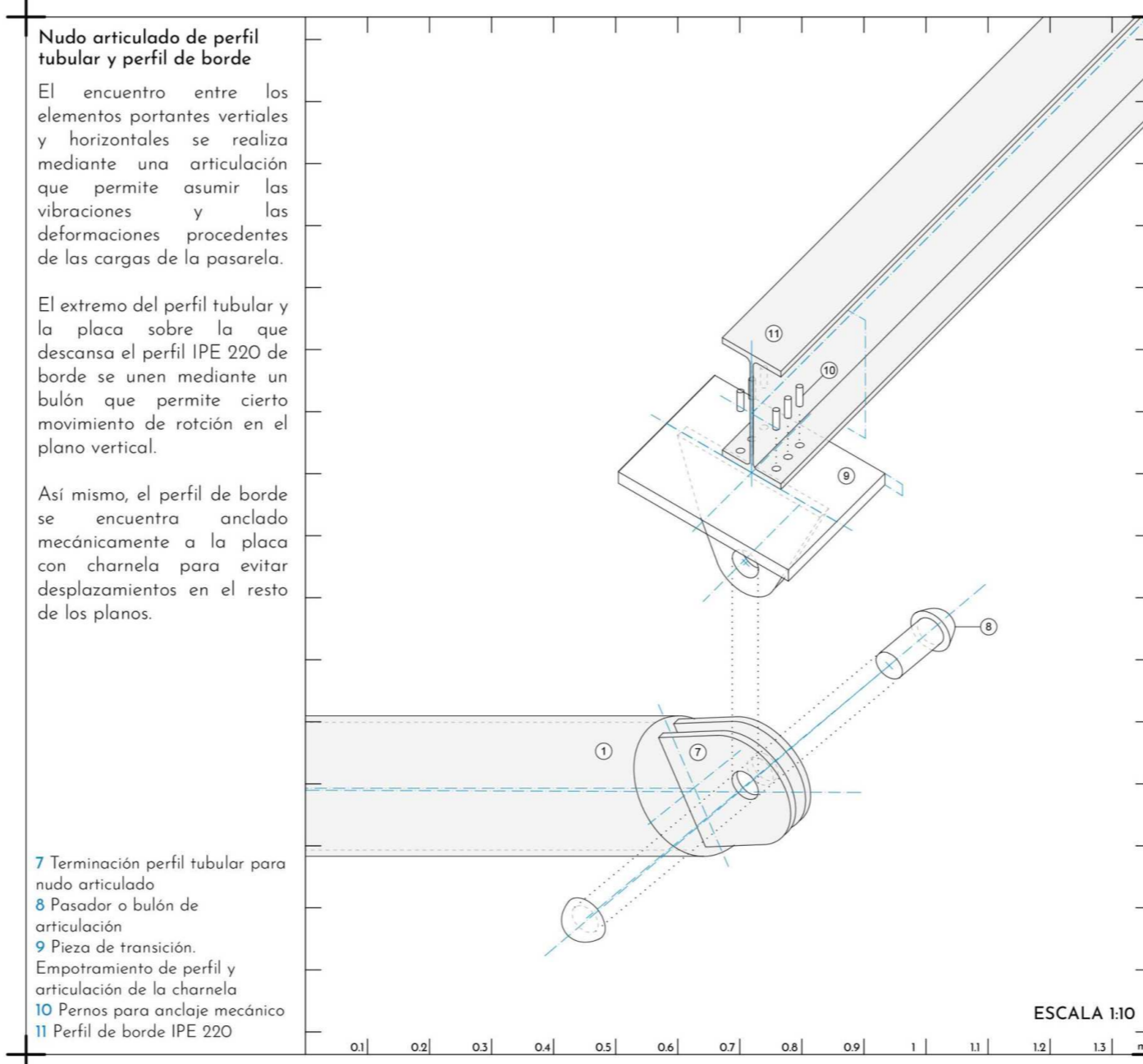
Se busca de nuevo la idea de ligereza y por ello se opta por utilizar vigas metálicas de diferente índole. El acabado pisable de las pasarelas es de madera de pino.

La geometría de las pasarelas es compleja y por ello se opta por estandarizar 4 tipos de ancho: 1,5, 2, 3 y 4m.

Para el cálculo de esta, se toma la opción más desfavorable, que es un ancho de 4m y una esbeltez de 3m. Todos estos anchos de pasarela comparten otra condición común y es que la distancia máxima (el tramo máximo) entre los pilares de apoyo de la pasarela es de 6m.

Esta luz es asumible tanto para los perfiles metálicos diseñados como para los pilares de hormigón prefabricado, pero además coincide con la longitud máxima de las pendientes de la pasarela diseñadas como parte del itinerario accesible del proyecto.

ESCALA 1:10



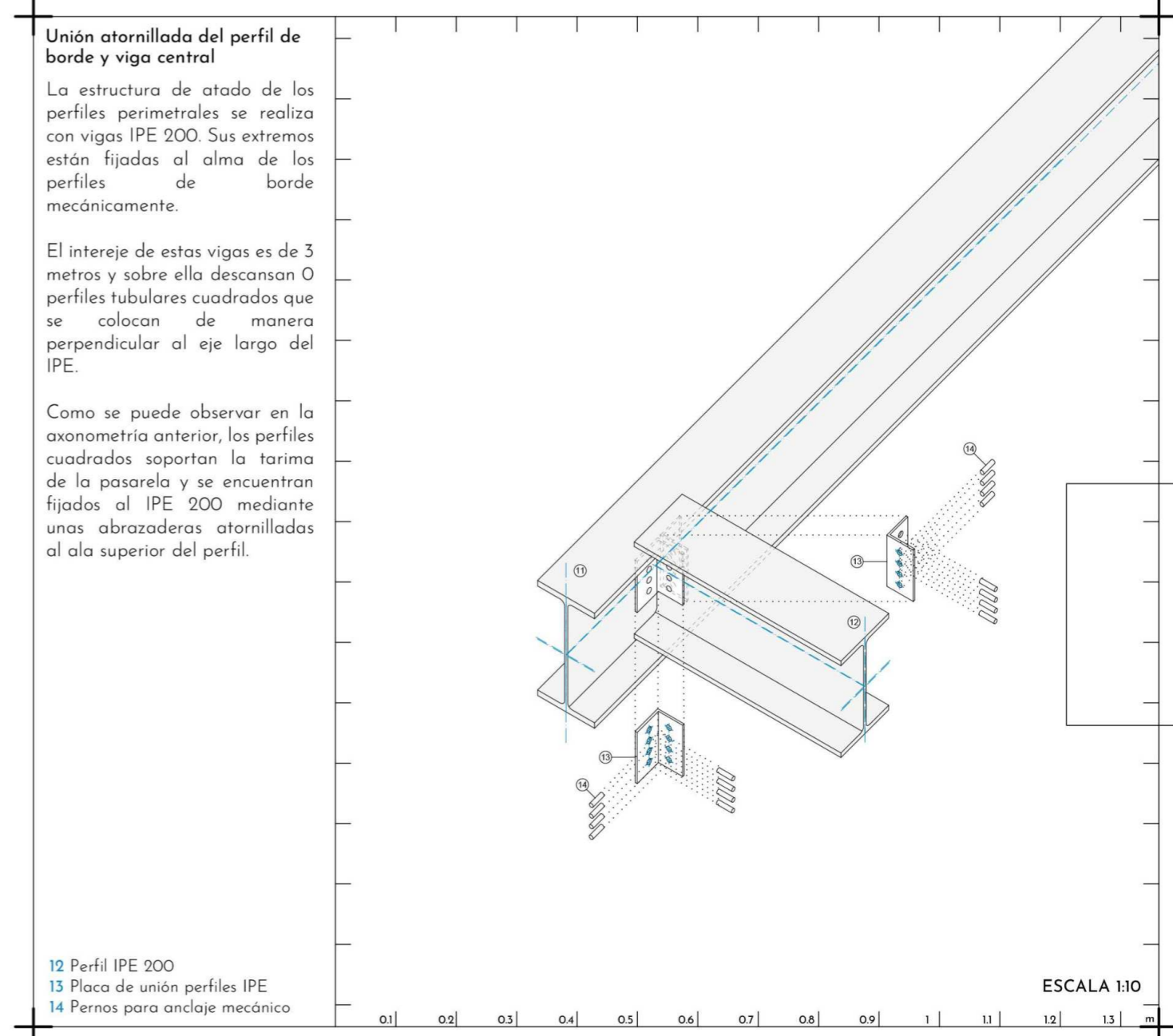
Nudo articulado de perfil tubular y perfil de borde

El encuentro entre los elementos portantes verticales y horizontales se realiza mediante una articulación que permite asumir las vibraciones y las deformaciones procedentes de las cargas de la pasarela.

El extremo del perfil tubular y la placa sobre la que descansa el perfil IPE 220 de borde se unen mediante un bulón que permite cierto movimiento de rotación en el plano vertical.

Así mismo, el perfil de borde se encuentra anclado mecánicamente a la placa con charnela para evitar desplazamientos en el resto de los planos.

ESCALA 1:10



Unión atornillada del perfil de borde y viga central

La estructura de atado de los perfiles perimetrales se realiza con vigas IPE 200. Sus extremos están fijados al alma de los perfiles de borde mecánicamente.

El intereje de estas vigas es de 3 metros y sobre ella descansan 0 perfiles tubulares cuadrados que se colocan de manera perpendicular al eje largo del IPE.

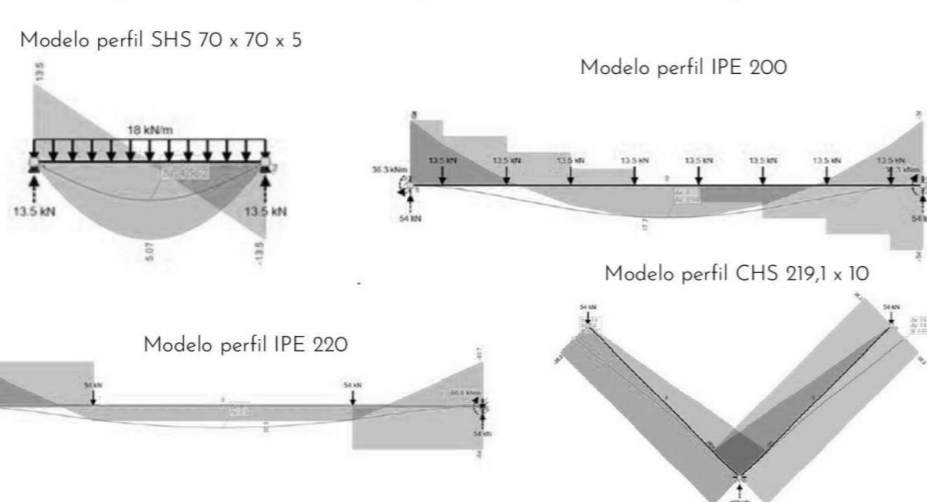
Como se puede observar en la axonometría anterior, los perfiles cuadrados soportan la tarima de la pasarela y se encuentran fijados al IPE 200 mediante unas abrazaderas atornilladas al ala superior del perfil.

ESCALA 1:10

Dimensionado de la pasarela

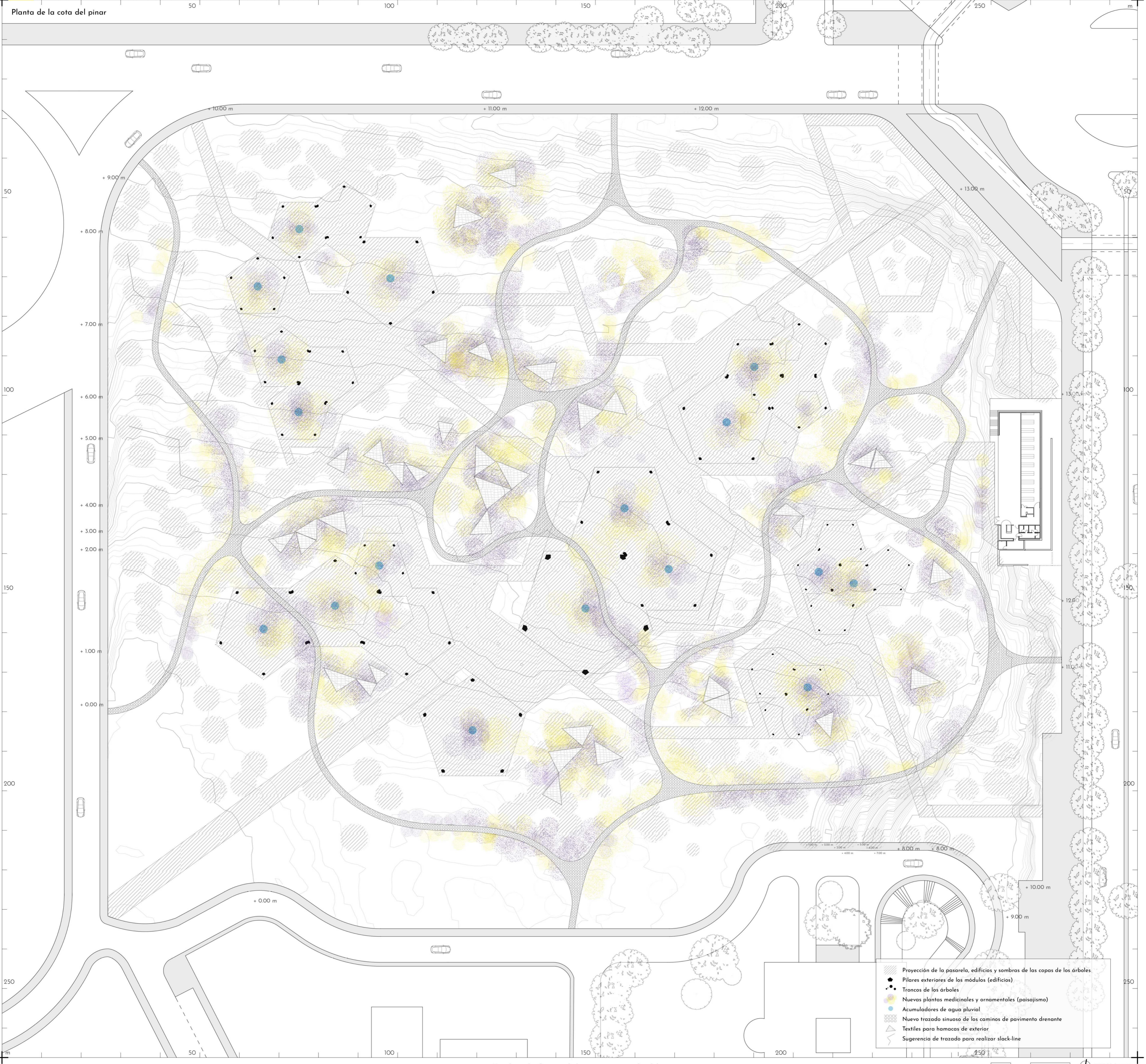
Diseño y cálculo de la estructura de la pasarela

Diagramas de los modelos simplificados de los elementos prefabricados



HIPÓTESIS DE CARGA EN LA PASARELA MÁS DESFAVORABLE		
Cargas permanentes de cálculo (Gd)		
elemento	kN/m	kN/m ²
listones madera pino con autoclave	-	0,0162
perfiles IPE 220	3,470	-
perfiles IPE 200	2,967	-
CHS 70 x 70 x 5	1,285	-
CHS 219,1 x 10	6,834	-
pilar de hormigón prefabricado 25 x 25	4,040	-
Cargas variables de cálculo (Qd)		
elemento	kN/m	kN/m ²
sobrecarga uso	-	6,00
viento	-	0,00

CUADRO DE MATERIALES II		PRESTACIONES MECÁNICAS	
ELEMENTO ESTRUCTURAL	MATERIAL	E (kN/mm ²)	fck / fy (N/mm ²)
HERRAJES VIGAS	ACERO GALVANIZADO S250GD + Z275	0,210	250
VIGAS Y ARTICULACIONES	ACERO INOXIDABLE S355 A2	0,210	355
ENANO HORMIGÓN	HORMIGÓN HA-30	0,310	30
ENCEPADO	HORMIGÓN HA-25	0,300	25
ARMADURA ENCEPADO	ACERO B500-S	0,200	500
LECHADA MICROPILOTES	LECHADA, CEM I 42,5 R/5	0,30-0,35	42,5
ENCAMISADO MICROPILOTES	ACERO AL CARBONO S275JR	0,210	275



Estudio y clasificación de las especies vegetales del pinar

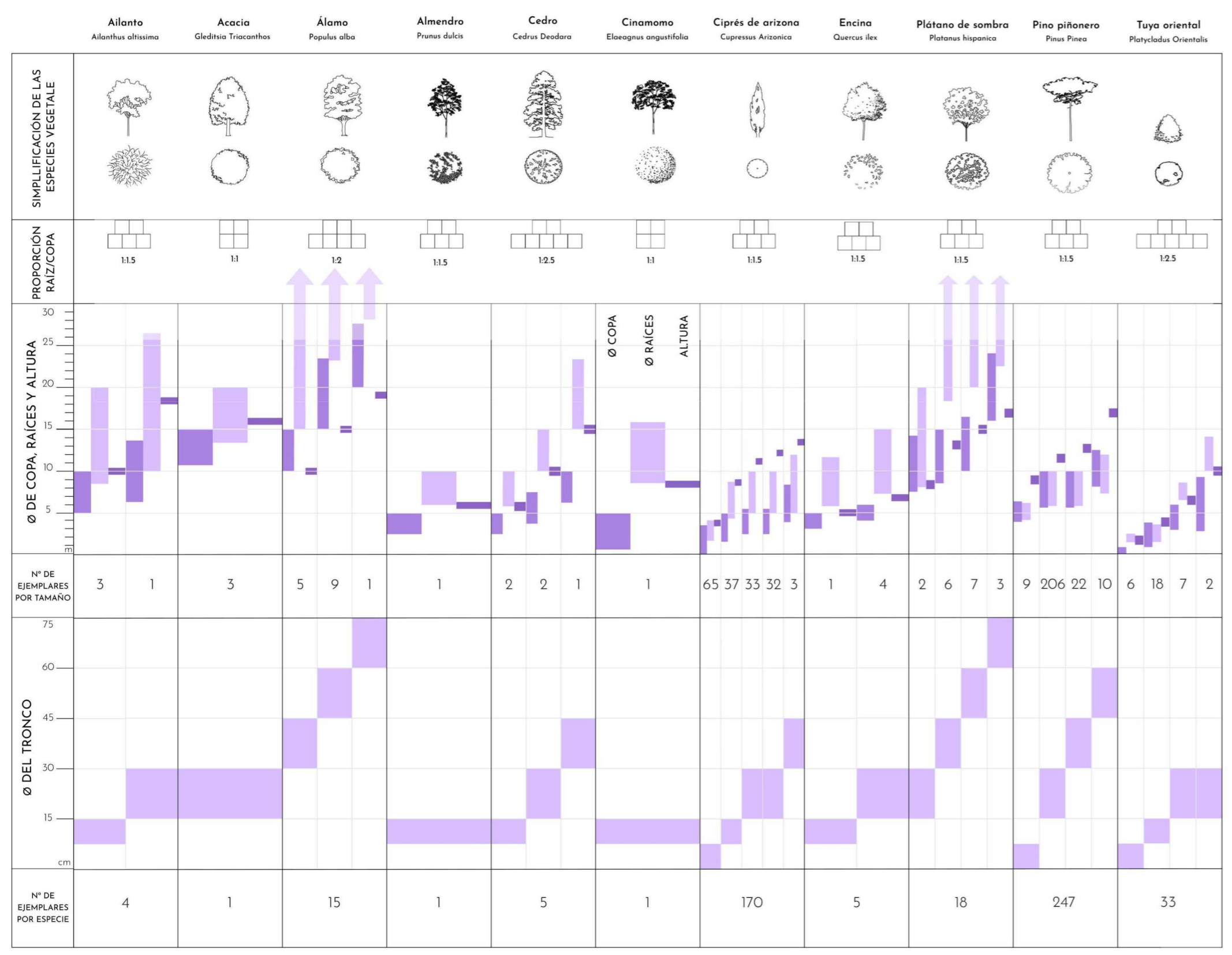
ESCALA 1:500

Se ha realizado un análisis detallado de las 11 especies vegetales presentes en el pinar de Cantarranas. Los árboles se han clasificado según los parámetros físicos de altura y diámetro de tronco, copa y raíces.

Esta parametrización permite entender la morfología y el comportamiento de cada árbol facilitando la toma de decisiones en el diseño del edificio. La propuesta arquitectónica se inserta en el pinar y su objetivo es interferir lo menos posible en la estructura vegetal del bosque de pinos.

Conocer otros parámetros como su fenología, polinización o exposición solar permite realizar una previsión del crecimiento de los árboles en escenarios futuros y asegurar el espacio de crecimiento de estas especies vegetales.

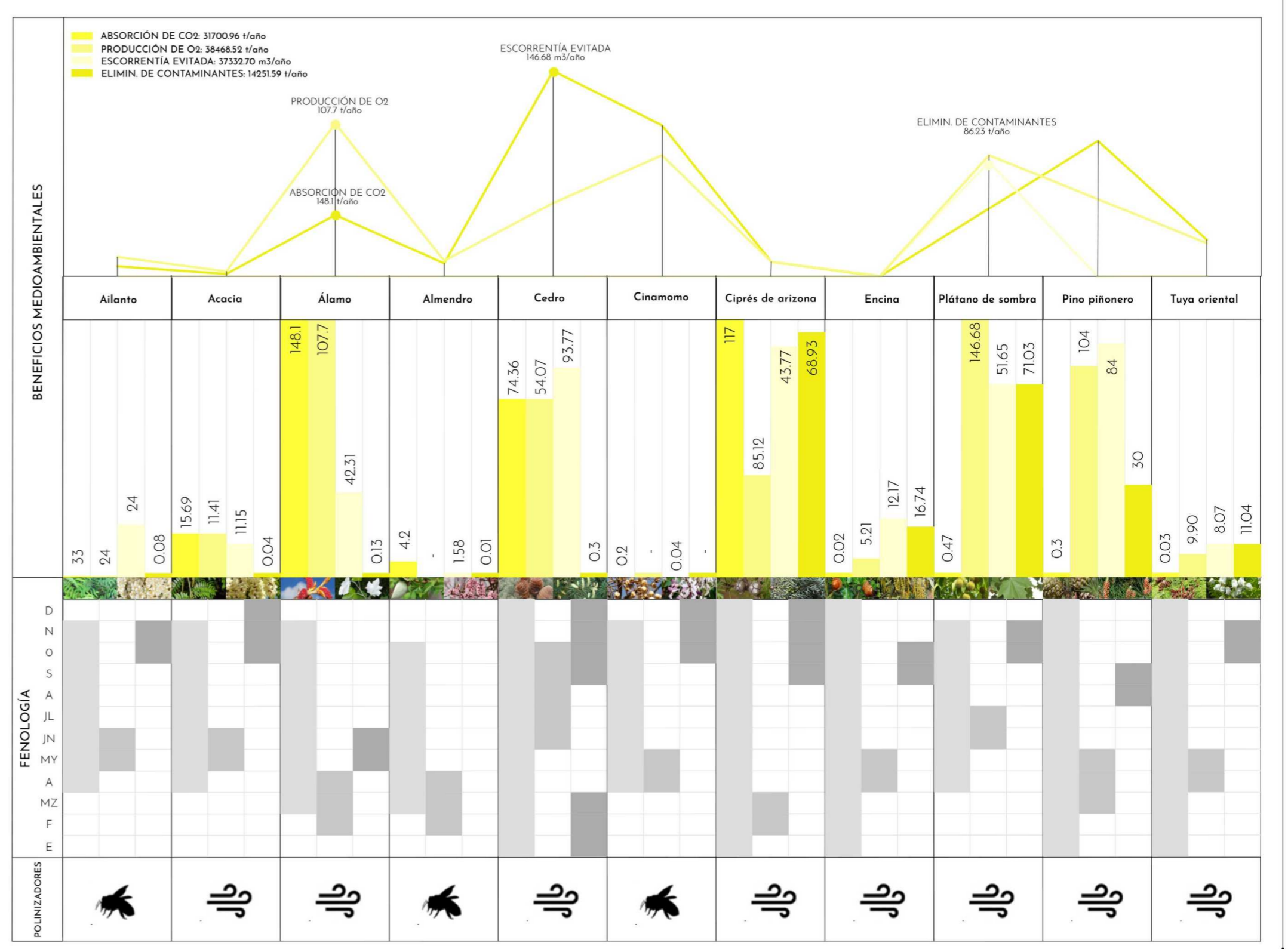
*La información obtenida sobre la estructura vegetal del pinar proviene de la web de Bosque Complutense de Madrid.



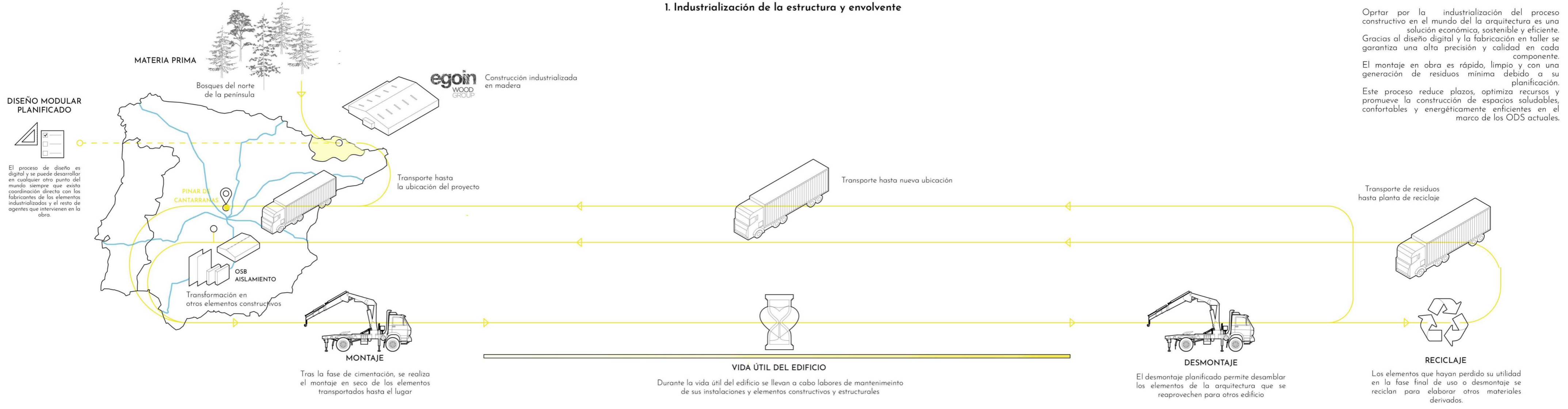
El Bosque Urbano Complutense aporta un importante valor ambiental al entorno universitario y urbano.

Su vegetación actúa como sumidero de carbono, capturando CO₂ atmosférico y contribuyendo a mitigar el cambio climático. A través de la fotosíntesis, los árboles y arbustos producen oxígeno, mejorando la calidad del aire y generando un ambiente más saludable. Además, su suelo y cubierta vegetal reducen la escorrentía superficial al absorber el agua de lluvia, lo que disminuye el riesgo de inundaciones y evita la erosión. Esta función también filtra contaminantes presentes en el agua, ayudando a depurarla de forma natural. Asimismo, la vegetación atrapa partículas en suspensión y contaminantes atmosféricos como el dióxido de nitrógeno o el ozono troposférico, mejorando la salud ambiental del campus.

El bosque urbano no solo es un refugio de biodiversidad, sino una infraestructura verde clave para una ciudad más sostenible, resiliente y habitable.



1. Industrialización de la estructura y envolvente



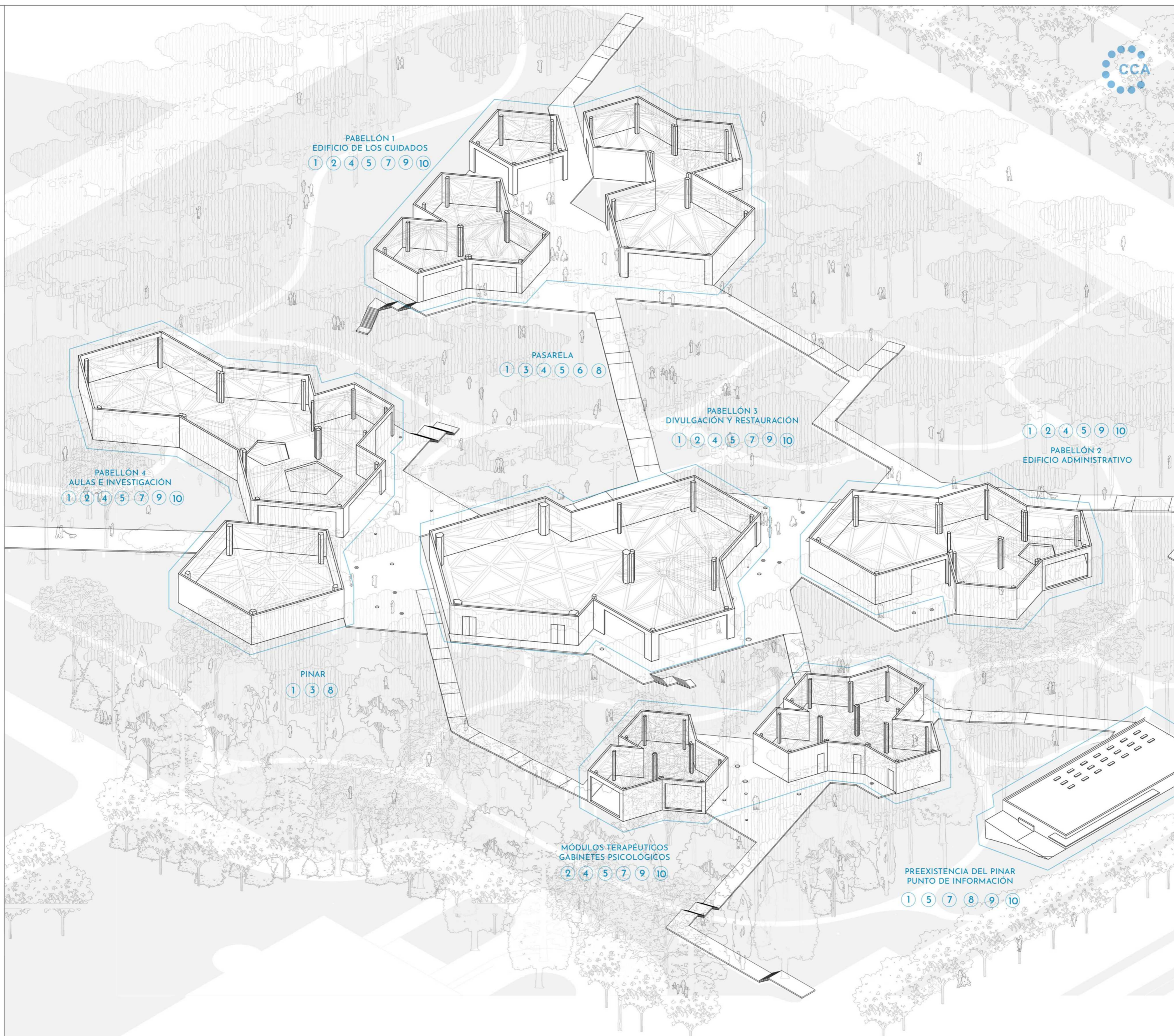
Optar por la industrialización del proceso constructivo en el mundo de la arquitectura es una solución económica, sostenible y eficiente. Gracias al diseño digital y la fabricación en taller se garantiza una alta precisión y calidad en cada componente. El montaje en obra es rápido, limpio y con una generación de residuos mínima debido a su planificación. Este proceso reduce plazos, optimiza recursos y promueve la construcción de espacios saludables, confortables y energéticamente eficientes en el marco de los ODS actuales.

2. Accesibilidad universal

En su labor de investigación, el estudio de arquitectura PMMT ha identificado 13 grupos de personas con limitaciones variadas en relación al espacio construido.

Para que todos los usuarios puedan acceder al complejo es necesario implementar algunos elementos o estrategias de diseño que transformen la experiencia de estos colectivos.

- VEN POCO** (A 30 años)
- MANIPULAN CON DIFICULTAD**
- CAMINAN CON DIFICULTAD**
- CAMINAN CON MUCHA DIFICULTAD**
- NO CAMINAN**
- UTILIZAN LENGUA DE SIGNOS**
- OVEN POCO**
- NO COMPRENDEN EL LENGUAJE**
- CONFUNDEN LOS COLORES**
- NO VEN**
- TALLA BAJA**
- HIPERSENSIBILIDAD**
- CON DIVERSIDAD COGNITIVA**



Para asegurar la accesibilidad universal en sus proyectos, PMMT Architecture propone analizar los espacios clave del entorno construido siguiendo los pasos de su estrategia conocida como Clear Code Architecture®. Basándose en este código, en Building Care UPM se enuncian 10 principios de diseño que convierten esta dotación socio-sanitaria en un lugar accesible universalmente.

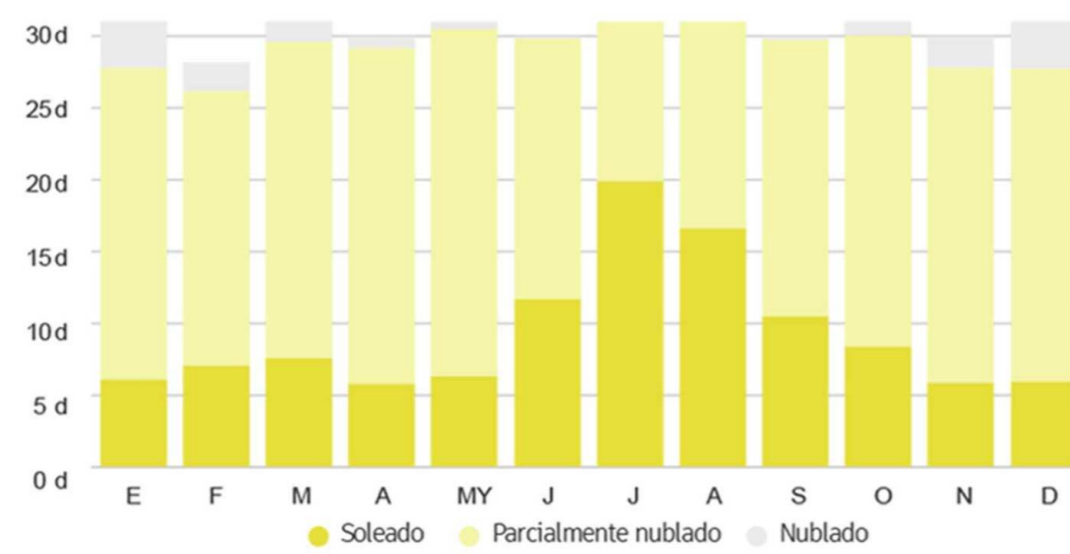
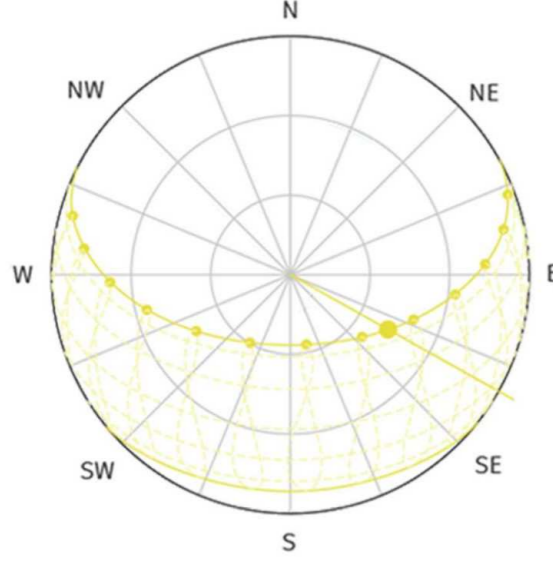
1. **SERIALETTICA VISIBLE**
2. **ESPACIOS Y RECORDOS INTUITIVOS**
3. **RECORRIDOS AMPLIOS**
4. **ACABADOS SENSIBLES**
5. **CONTINUIDAD DE PAVIMENTOS**
6. **PUNTO DE ACCESIBLES**
7. **ESCALA UNIVERSAL**
8. **PUNTOS DE INFORMACIÓN ADAPTADOS**
9. **ESPACIOS LUMINICOS Y ACUSTICAMENTE CONFORTABLES**
10. **ATENCIÓN PERSONALIZADA**

3. Estudio medioambiental: condicionantes climáticas y vegetación

Soleamiento

Madrid recibe aproximadamente 2.800 horas de luz natural al año. Por su latitud, las fachadas sur y oeste reciben mayor radiación solar. Durante el invierno esta condición es favorable, pero en

Las copas de los árboles del pinar funcionan como un filtro permeable de luz solar que contribuye a reducir la radiación directa que incide en la arquitectura. La escasa altura de los edificios y la estructura vegetal



Contaminación acústica

Según el mapa estratégico de ruido de Madrid, en la parcela el rango sonoro está entre los 55 y 60 dB. La actuación de la vegetación como barrera frente a la contaminación acústica de las vías rodadas cercanas (A-6 y AV. Complutense) es fundamental.

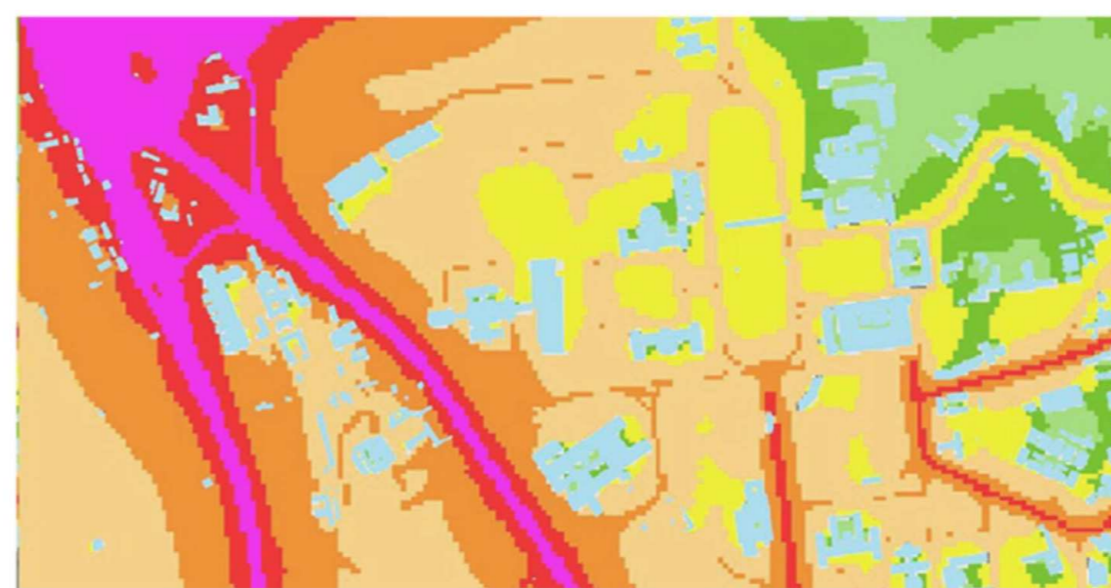
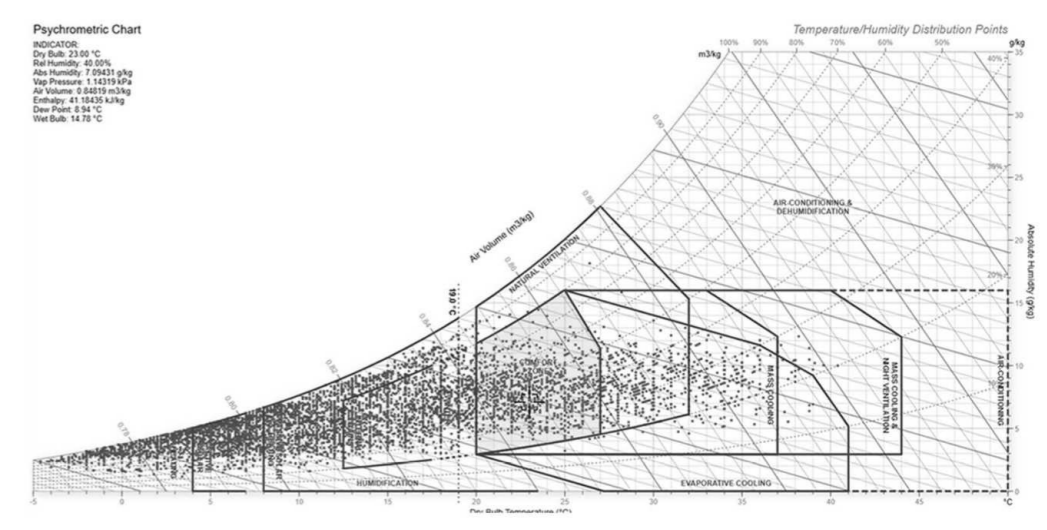
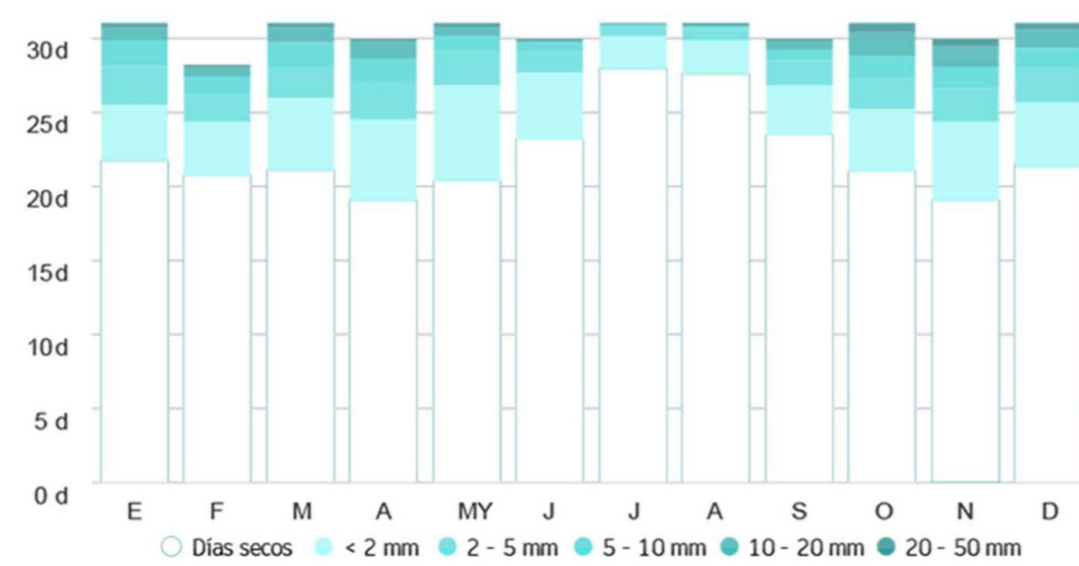
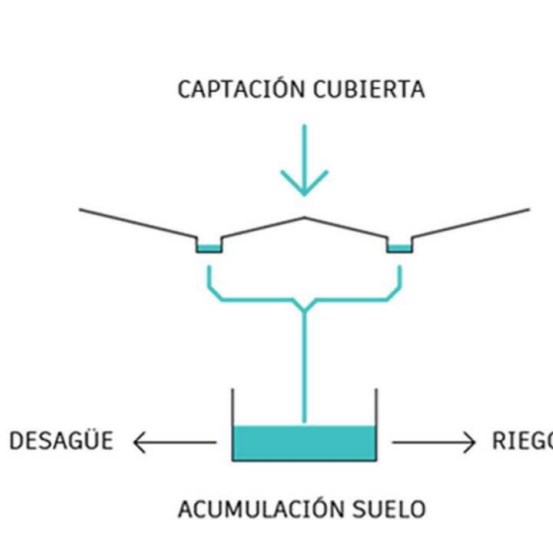


Diagrama de Givoni



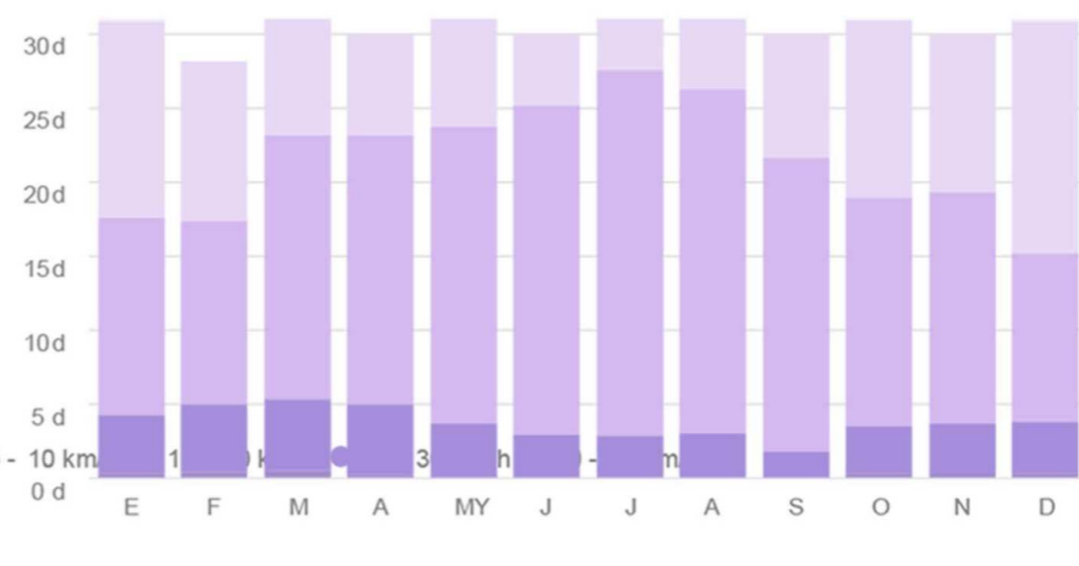
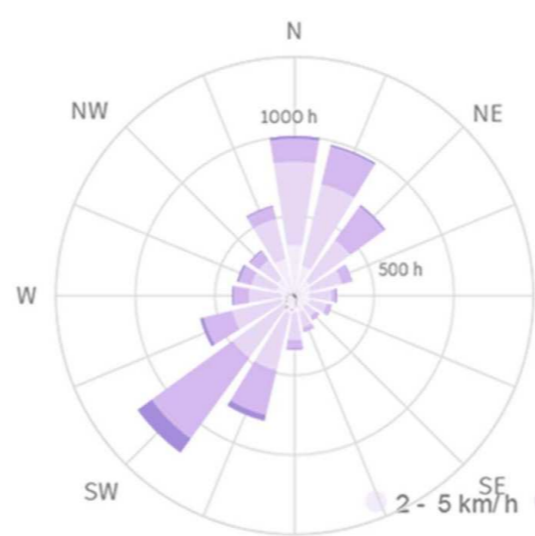
Precipitaciones

El índice pluviométrico de Madrid es bastante bajo, con una media anual de 415 l/m. Durante los meses de primavera, otoño e invierno se producen la mayor parte de las precipitaciones. El aprovechamiento del agua de lluvia (aunque sea un volumen pequeño) permite dar apoyo al riego de la vegetación del pinar que así lo requiera.



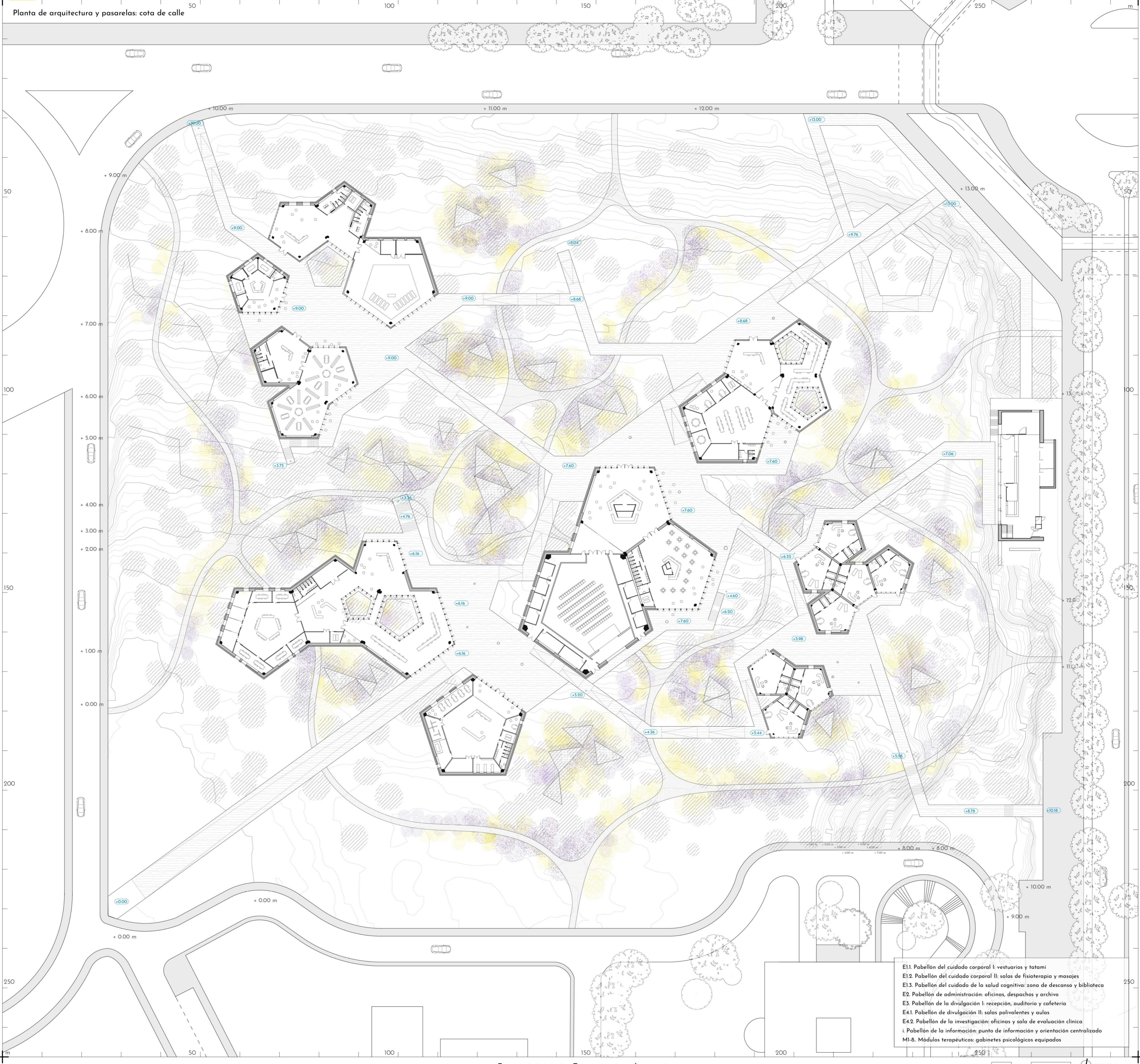
Viento

Los vientos predominantes en Madrid se producen en la dirección suroeste - noreste. La envolvente presenta huecos practicables para aprovechar la ventilación natural en los meses templados y cálidos del año.



El diagrama de Givoni para Madrid muestra las condiciones climáticas locales en relación con el confort térmico humano. En Madrid existen necesidades muy variadas durante todo el año.

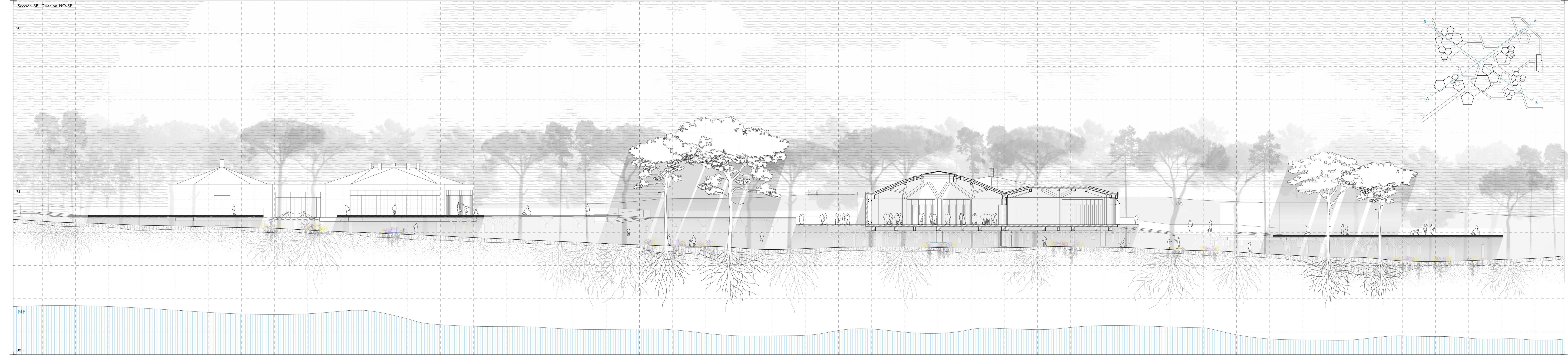
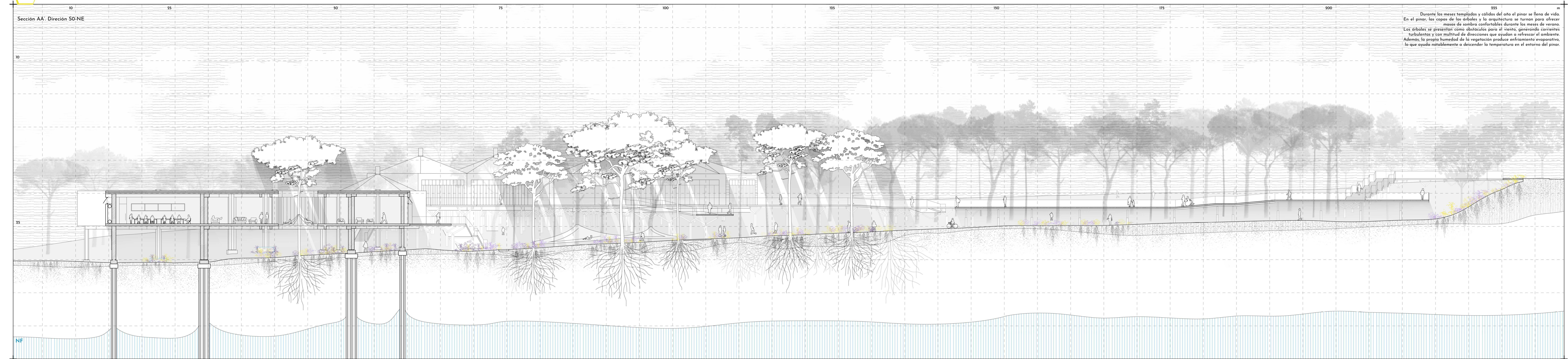
Durante el verano muchas condiciones se encuentran fuera de la zona de confort. Esto indica la necesidad de aplicar estrategias pasivas como la ventilación natural, el enfriamiento evaporativo, el sombreado y el uso de materiales con alta reflectancia térmica. En invierno, al situarse muchas horas por debajo del rango de confort, se hace recomendable aprovechar la radiación solar mediante orientación adecuada, así como utilizar aislamiento térmico y masa térmica para conservar el calor.



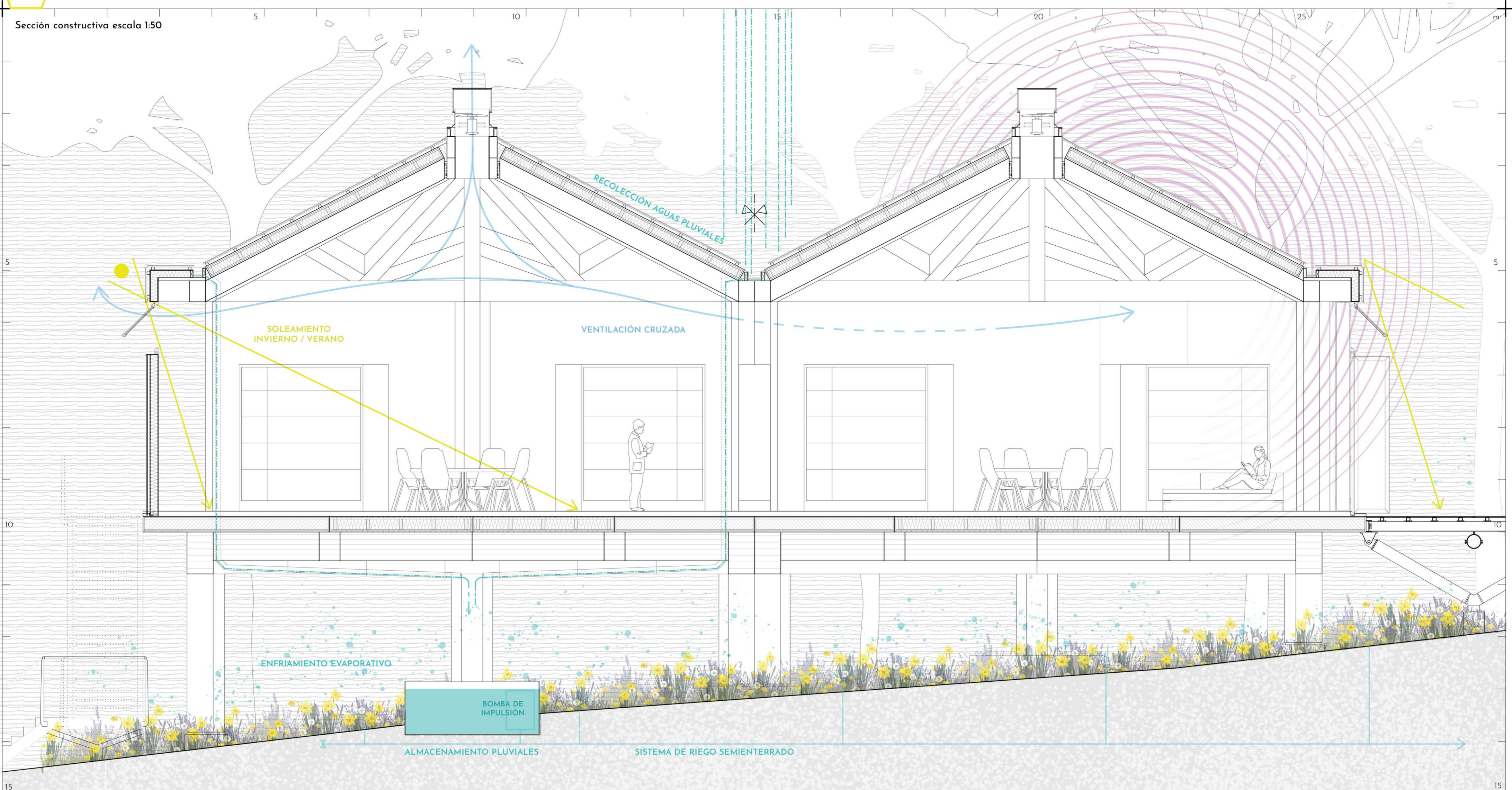
Fotomontaje interior. Transparencias y lucernarios



Durante los meses templados y cálidos del año el pino se llena de vida. En el pino, los copos de las arácnidos y la arquitectura se suman para ofrecer masas de sombra confortables durante los meses de verano. Los árboles se presentan como obstáculos para el viento, generando corrientes turbulentas y con multitud de direcciones que ayudan a refrescar el ambiente. Además, la propia humedad de la vegetación produce enfriamiento evaporativo, lo que ayuda notablemente a disminuir la temperatura en el entorno del pino.



Sección constructiva escala 1:50



Sistemas de climatización pasivos: luz, ventilación, pluviales y acústica

Las copas de los árboles del pinar funcionan como un filtro permeable de luz solar que contribuye a reducir la radiación directa que incide en la arquitectura. La escasa altura de los edificios y la estructura vegetal hacen que no existan problemas de radiación directa en las fachadas independientemente de su orientación. Cuando así lo requiere la envolvente, se colocan unas protecciones solares verticales interiores a modo de biombo que permiten filtrar aún más la radiación solar.

Elemento	Valor	Unidad
Perfil solar natural	2,5	°
Protección solar	1,5	°
Verticalidad exterior	3,8	°

El aislamiento térmico de fibra de madera de los forjados y envolvente también funcionan como aislante acústico. El cristallamiento de triple vidrio permite cumplir con creces la exigencia acústica requerida en los espacios interiores.

Elemento	Valor	Unidad
Acústica vivienda	55-65	dBa
Zonas de lectura, auditorios	30	dBa
Galvanería	30	dBa
Por cada 100 m de espesor vegetal	3-5	dBa
Exigencia en las fachadas	30-35	dBa

El aprovechamiento del agua de lluvia (aunque sea un volumen pequeño) permite dar apoyo al riego de la vegetación del pinar que así lo requiere.

CAPTACIÓN CUBIERTA

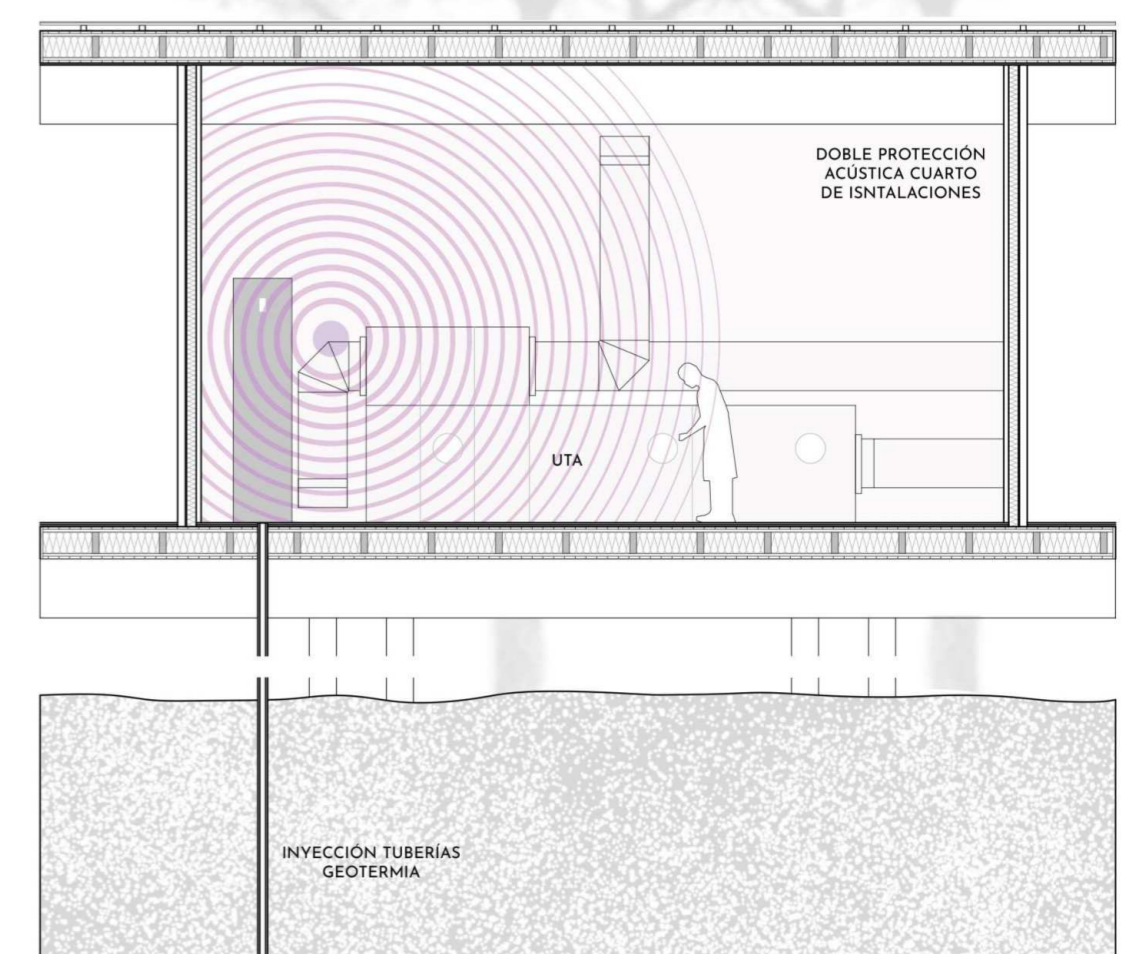
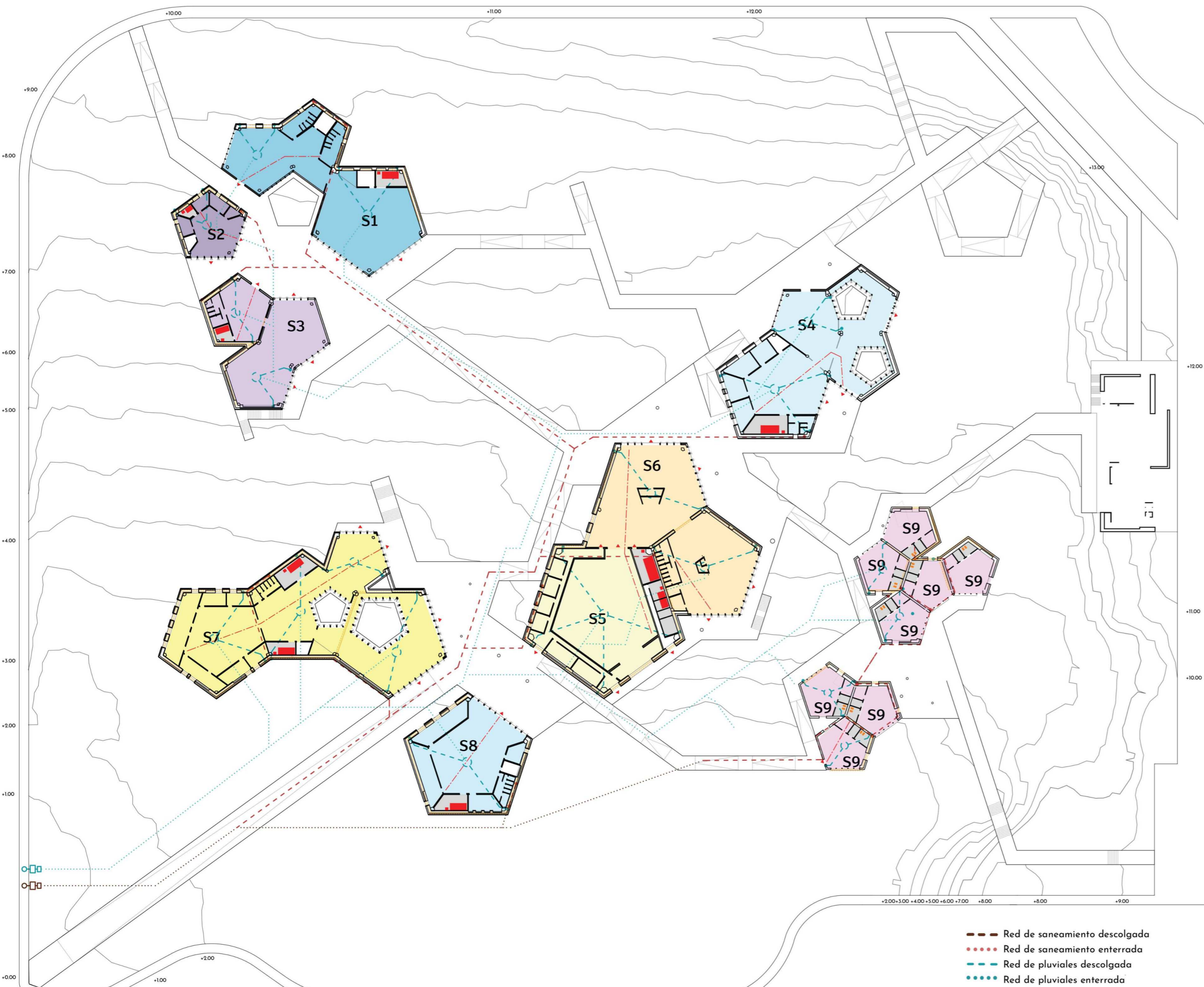
DESAGÜE → ACUMULACIÓN SUELO → RIEGO

Funcionamiento de la envolvente en función de la temperatura exterior

Climatización, protección contra incendios y otras instalaciones activas

ESCALA 1:50

Antes de proyectar las instalaciones y climatización de los edificios se hizo un estudio exhaustivo del medioambiente y de las condiciones climatológicas que se dan en la ciudad de Madrid, concretamente en el pinar de Cantarranas. El soleamiento no es muy significativo en la parcela a diferencia de lo que ocurre en la ciudad. Las corrientes de aire son mayores, pues los propios árboles generan turbulencias al suponer obstáculos para el viento. La lluvia, aunque es escasa en Madrid, supone una contribución valiosa para fomentar el reciclaje del agua y utilizarla como apoyo al riego de la vegetación de la parcela. En los días de temperaturas más extremas no es posible alcanzar la temperatura de bienestar únicamente con estas medidas pasivas. Por ello se propone un sistema de climatización todo aire. Cada edificio cuenta con una red de climatización independiente debido a la multiplicidad de usos y ocupaciones diversas. La fuente de producción de frío o calor es una bomba geotérmica vertical vinculada a una UTA por edificio. Estos cuartos técnicos son espacios interiores de los pabellones por lo que deben aislarse muy bien acústicamente respecto del resto de espacios. La utilización de la geotermia vertical permite incidir de manera puntual en el terreno sin interferir en las raíces de los árboles y arbustos.



VENTILACIÓN		
Tipo de arquitectura	ADMISIÓN	EXTRACCIÓN
Edificios	Forzada	Forzada
Módulos terapéuticos	Natural	Forzada

CLIMATIZACIÓN TODO AIRE			
CLIM-01	Módulos terapéuticos	UTA + bomba geotérmica	
CLIM-02	Resto edificios	bomba de calor + intercambiador de calor	
Edificio	TAMAÑO UTA (m)	POTENCIA GEOTERMIA (kW)	
E1.1	3,5 x 1,5 x 2,5	78	
E1.2	2 x 1,2 x 1,8	26	
E1.3	2,5 x 1,5 x 2,5	40	
E2	3 x 1,5 x 2,5	78	
E3	3,5 x 1,5 x 2,5	78	
E4	4 x 2 x 2,5	78	
E5	5 x 3 x 3	40	
E5	2,5 x 1,5 x 2,5	26	
M	1 x 1 x 8	-	

Edificios	SECTOR	Uso predominante	Superficie aproximada (m2)	Ocupación (m2/persona)	Ocupación
E1.1	S1	Tatami	550,00		275
E1.2	S2	Masaje	115,00	2	58
E1.3	S3	Sala de lectura	332,00		166
E2	S4	Oficinas	624,00	10	62
E3	S5	Auditorio	587,00	1 asiento/persona	130
E4	S6	Cafetería	667,00	1,5	445
E5	S7	Aulario	954,00	5	191
E5	S8	Investigación	386,00		77
M	S9 1 a 8	Módulo terapéutico	56,00	10	6

Edificios	SECTOR	Resistencia al fuego	Nº de salidas	Mayor L. de evacuación (m)
E1.1	S1	EI 90	3	17,55 ≤ 50,00
E1.2	S2	EI 60	2	10,18 ≤ 25,00
E1.3	S3		4	13,52 ≤ 50,00
E2	S4	EI 90	3	16,74 ≤ 50,00
E3	S5		4	19,86 ≤ 50,00
E4	S6	EI 60	4	11,05 ≤ 50,00
E5	S7		4	45,15 ≤ 50,00
E5	S8	EI 60	1	20,38 ≤ 25,00
M	S9 1 a 8		1	10,06 ≤ 25,00

ESPACIOS DE OCUPACIÓN NULA:
Almacén + 100m2; riesgo especial medio - EI 90
Cuartos técnicos potencia < 70 kW; riesgo especial medio - EI 90

▲ SALIDA DE EVACUACIÓN
- - - - - RECORRIDO DE EVACUACIÓN MÁS DESFAVORABLE

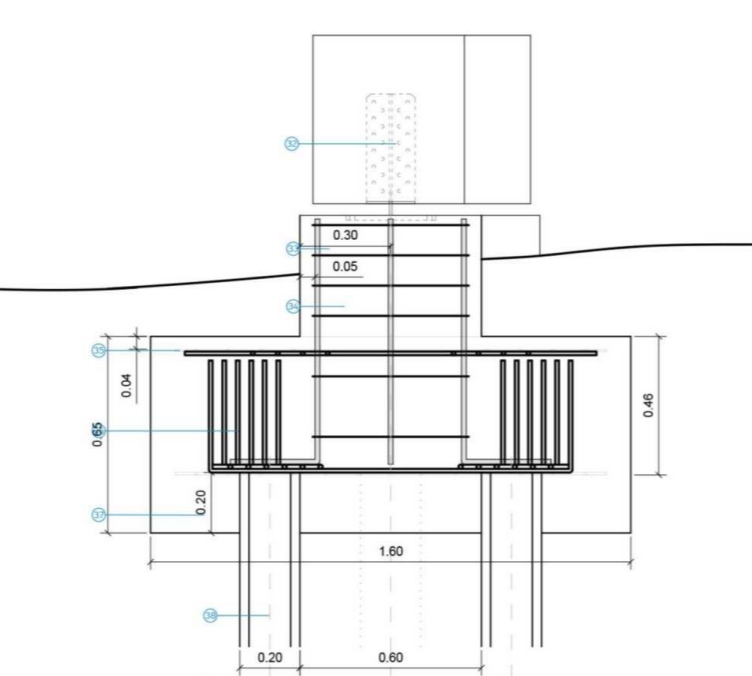
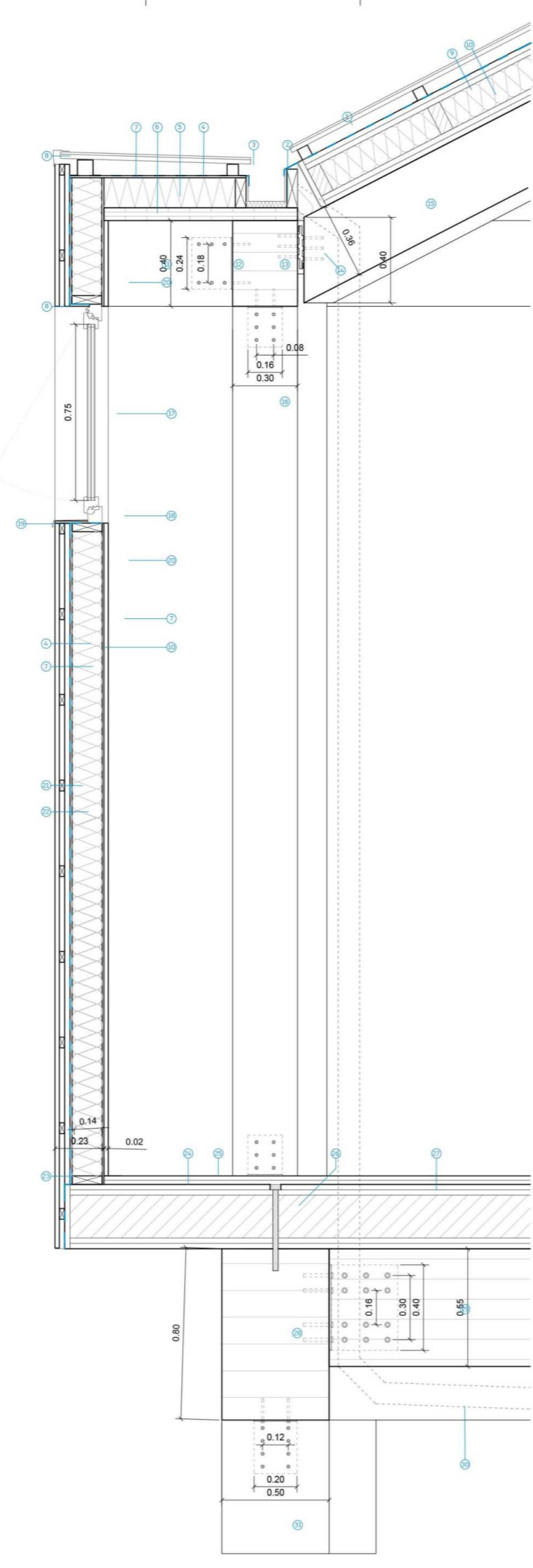
La superficie de los sectores nunca supera los 2500 m2, de acuerdo con el DB S1 en uso administrativo y de pública concurrencia.

El camión de bomberos circula por las calles perimetrales de la parcela

Fachada tipo 1 - fachada ventilada
Alzado y sección 1:25



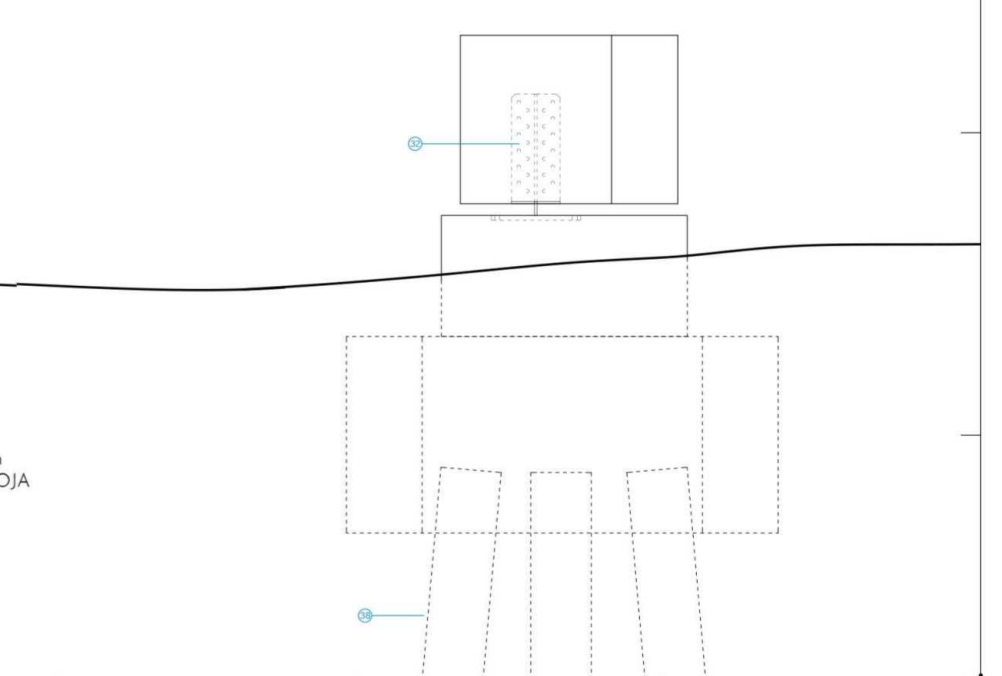
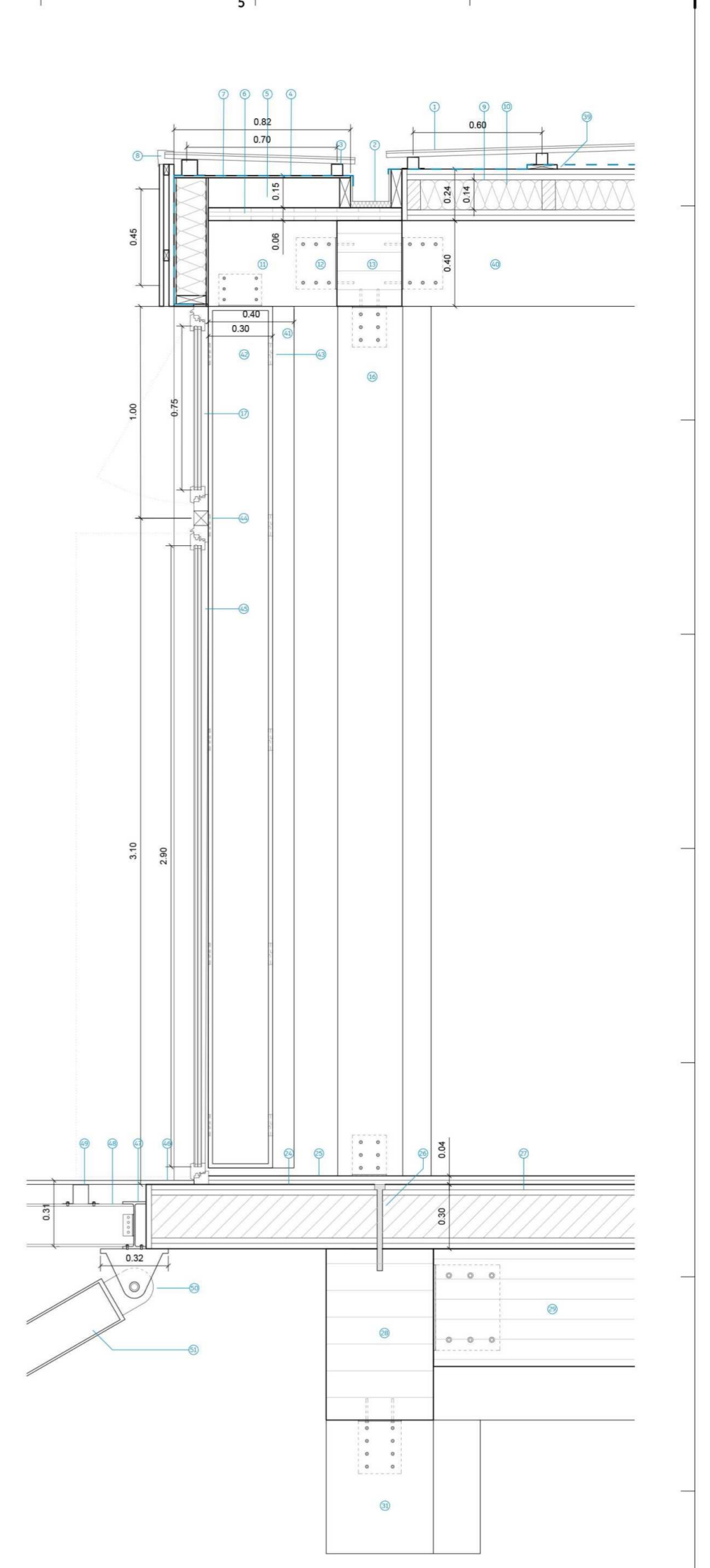
- 1 CUBIERTA ENGATILLADA DE ZINC
- 2 CANALÓN METÁLICO 12 X 18 cm
- 3 PERFIL DE ANCLAJE 6 x 6 cm e = 5 mm
- 4 LÁMINA IMPERMEABILIZANTE
- 5 AISLAMIENTO RÍGIDO XPS e = 15 cm
- 6 TABLERO ESTRUCTURAL CLT e = 6 cm
- 7 TABLERO OSB
- 8 PIEZA REMATE CUBIERTA ENGATILLADA
- 9 AISLAM. FIBRA DE MADERA e = 14 cm
- 10 FORJADO ALVEOLAR DE CLT e = 240 mm
- 11 COSTILLA GL28h 40 x 60 x 0,5 cm
- 12 UNIÓN EN T^o CUBIERTA MADERA LAMINADA
- 13 VIGA GL28h 30 x 40 cm
- 14 CONECTOR OCULTO PARA MADERA LAMINADA
- 15 VIGA GL28h 36 x 40 cm
- 16 PILAR PENTAGONAL GL28h
- 17 VENTILUZ DE MADERA ABATIBLE DE TRIPLE VIDRIO HOJA 80 X 110 cm
- 18 LISTÓN MADERA ANCLAJE 65 x 50 mm
- 19 PLACA METÁLICA DE PROTECCIÓN CON GOTERON
- 20 PANEL FENÓLICO BLANCO e = 20 mm
- 21 RASTREL HORIZONTAL 25 x 50 mm
- 22 RASTREL VERTICAL 25 x 50 mm
- 23 LAMAS MADERA CON ESQUADRA DE SOPORTE INFERIOR
- 24 LÁMINA DE SEPARACIÓN
- 25 TIRINA DE MADERA DE ROBLE MACIZA PEGADA
- 26 ANCLAJE MECÁNICO FORJADO ALVEOLAR EN VIGA



Fachada tipo 2 - ventanales de madera
Alzado y sección 1:25

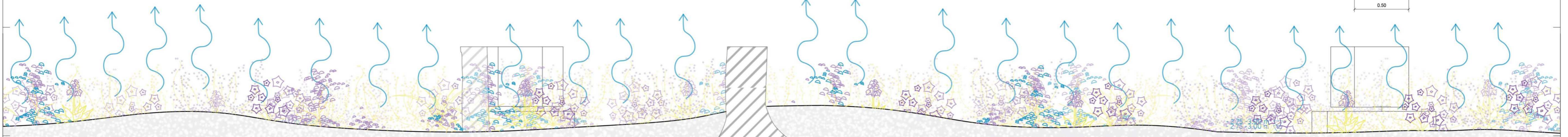
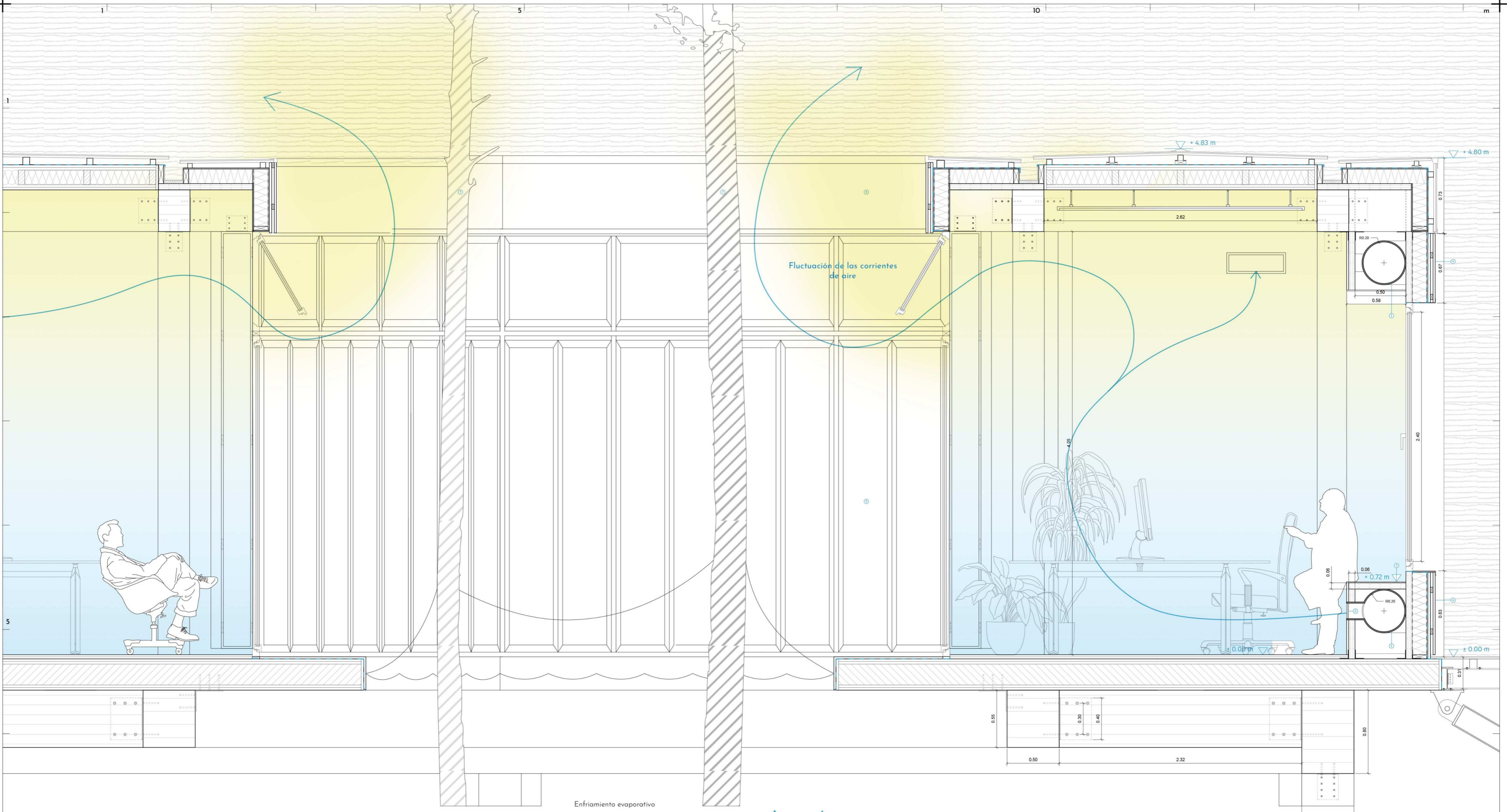


- 27 FORJADO ALVEOLAR DE CLT e = 300 mm
- 28 VIGA GL28h 50 x 80 cm
- 29 VIGA GL28h 35 x 55 cm
- 30 CANALÓN PLUVIALES D10 mm
- 31 PILAR PENTAGONAL EXTERIOR GL28h
- 32 PIE DE PILAR FIJO
- 33 ENANO DE HORMIGÓN HAZO
- 34 ARMADURA ENANO H4x30
- 35 ENCEPADO HA 25 PARA TRES MICROPILOTES
- 36 ARMADURA PRINCIPAL ENCEPADO 6 R10 c/60 mm
- 37 ARMADURA SECUNDARIA ENCEPADO 8R c/100 mm
- 38 MICROPILOTE ENCAMISADO D200 mm
- 39 RASTREL MADERA PARA FORMACION DE PEDIENTE
- 40 VIGA GL28h 30 x 40 cm
- 41 COSTILLA VERTICAL GL28h 40 x 40 x 0,5 cm
- 42 BICOMBO TRASLUCIDOPLEGABLE 30 X 405 X 0,4 cm
- 43 VISAGRA DE BICOMBO
- 44 LISTÓN DE MADERA ANCLAJE CARPINTERIA 65 x 65 cm
- 45 VENTANA DE MADERA ABATIBLE DE TRIPLE VIDRIO HOJA 290 x 60 cm
- 46 ACABADO PSARELA PISABLE MADERA DE PINO 47 IPE 200
- 48 IPE 200
- 49 PERFIL SHS 7 x 7 x 1,5 cm
- 50 ARTICULACION METÁLICA DE LA PASARELA
- 51 PERFIL TUBULAR CHS D200 mm



ESCALA 1:25 0 0,2 0,4 0,6 0,8 1 m

Sección por lucernario

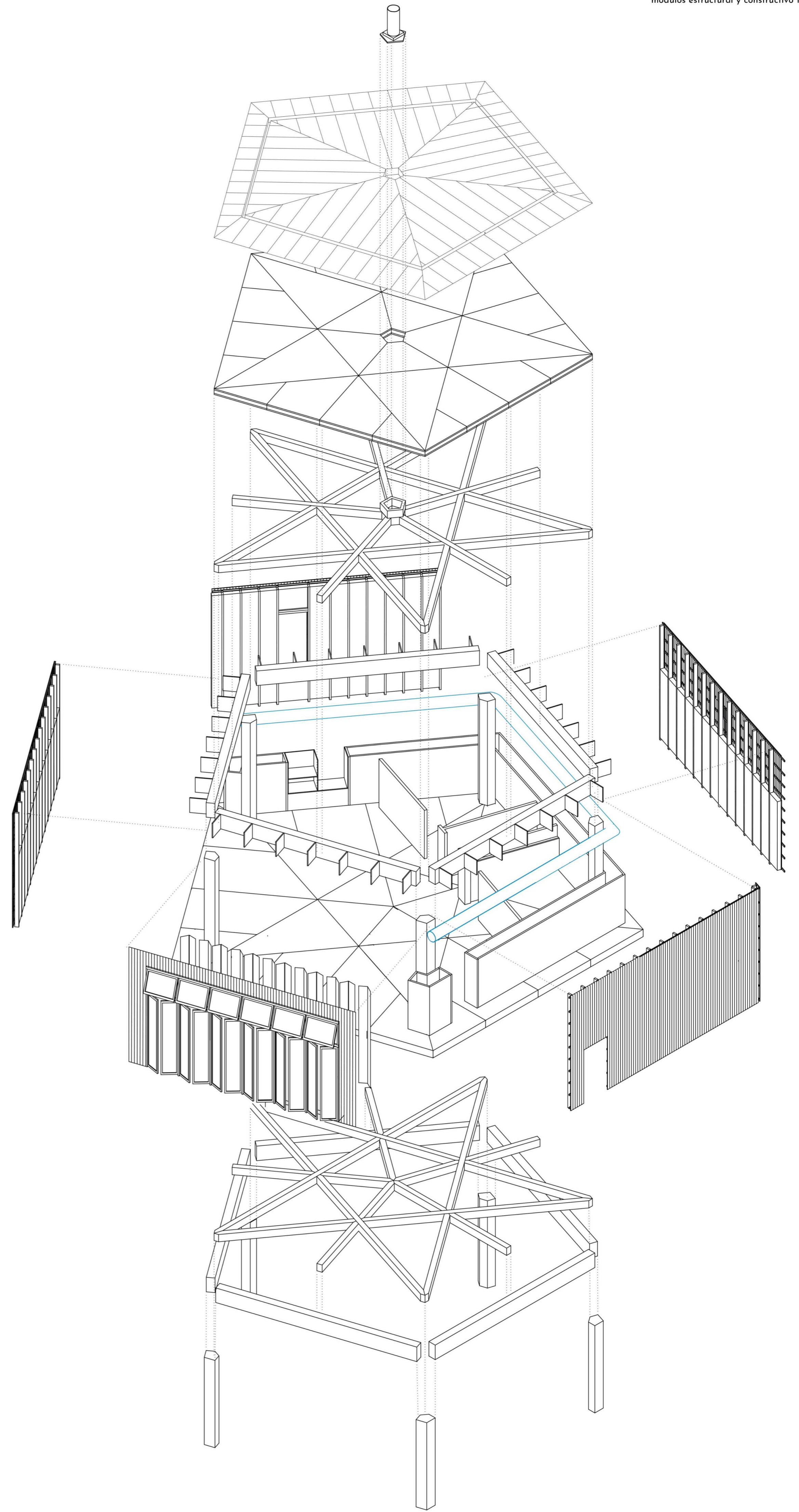
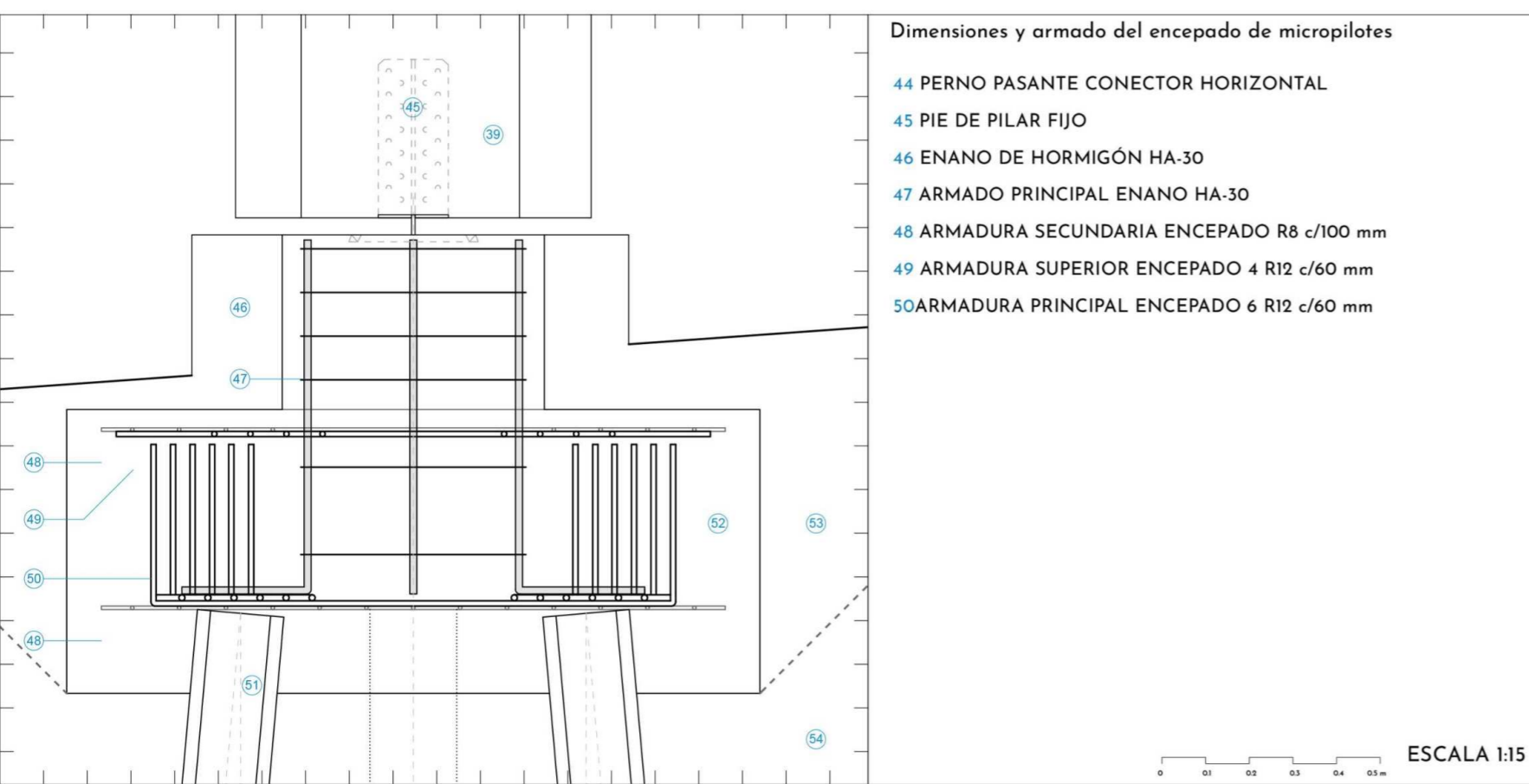
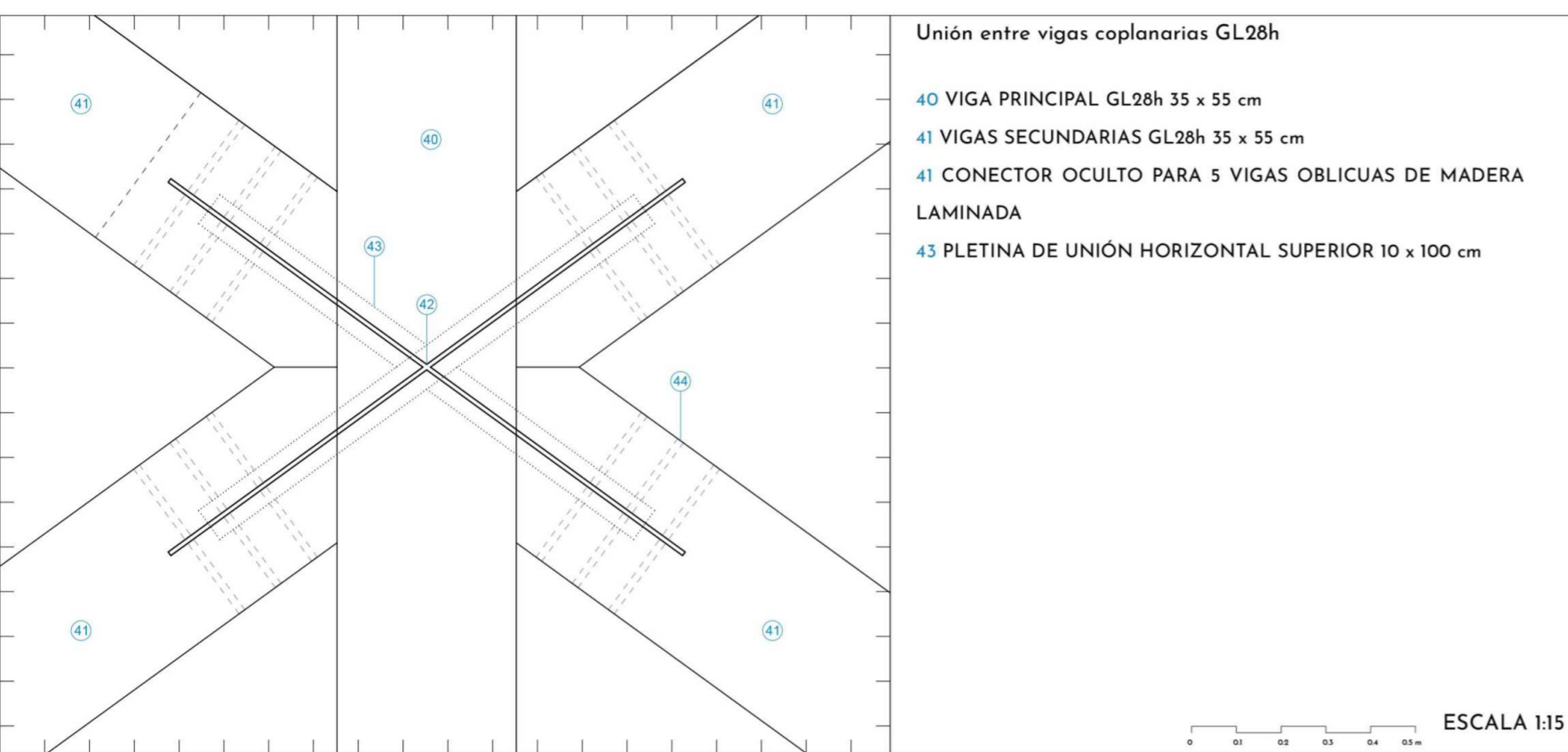
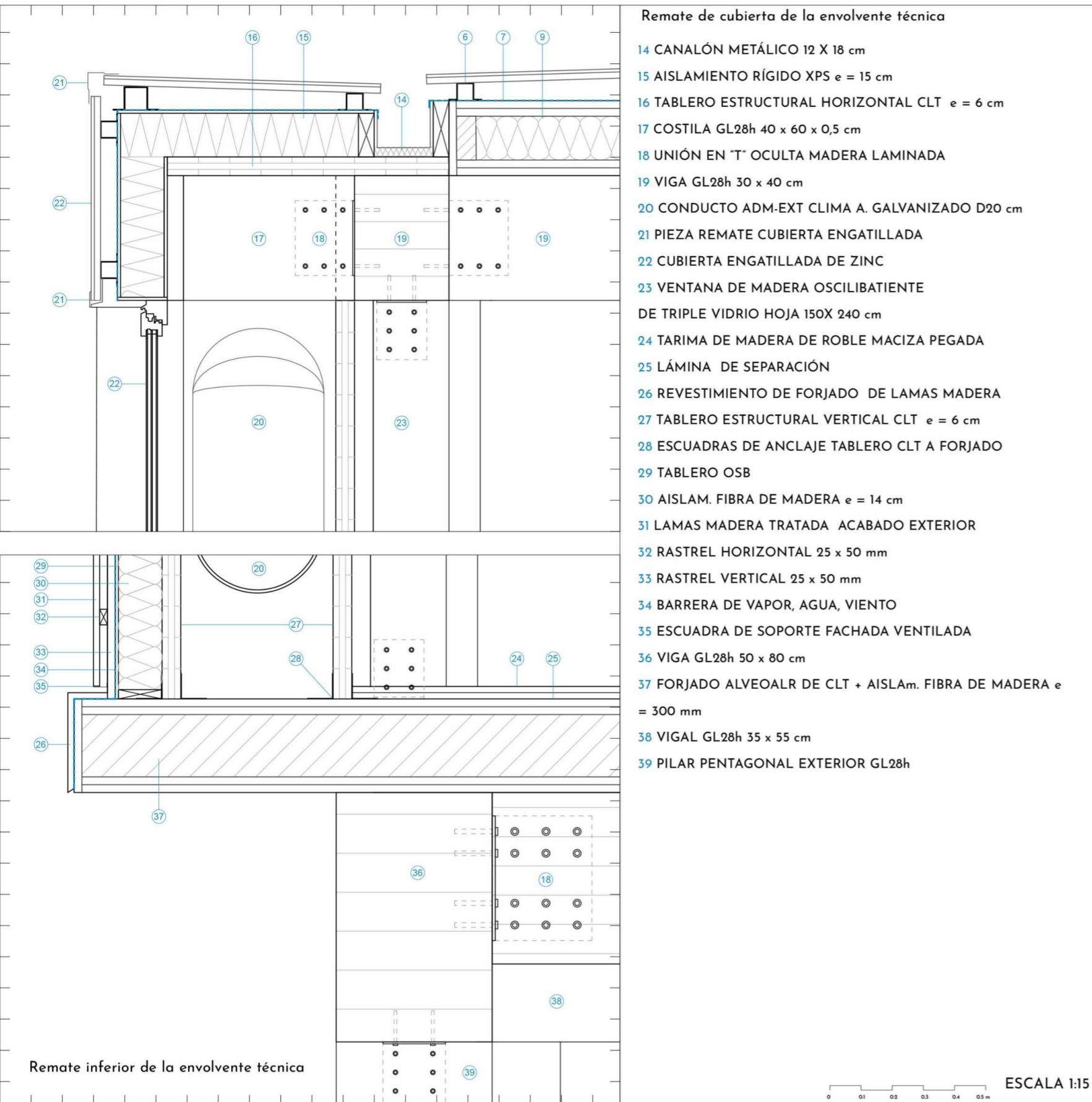
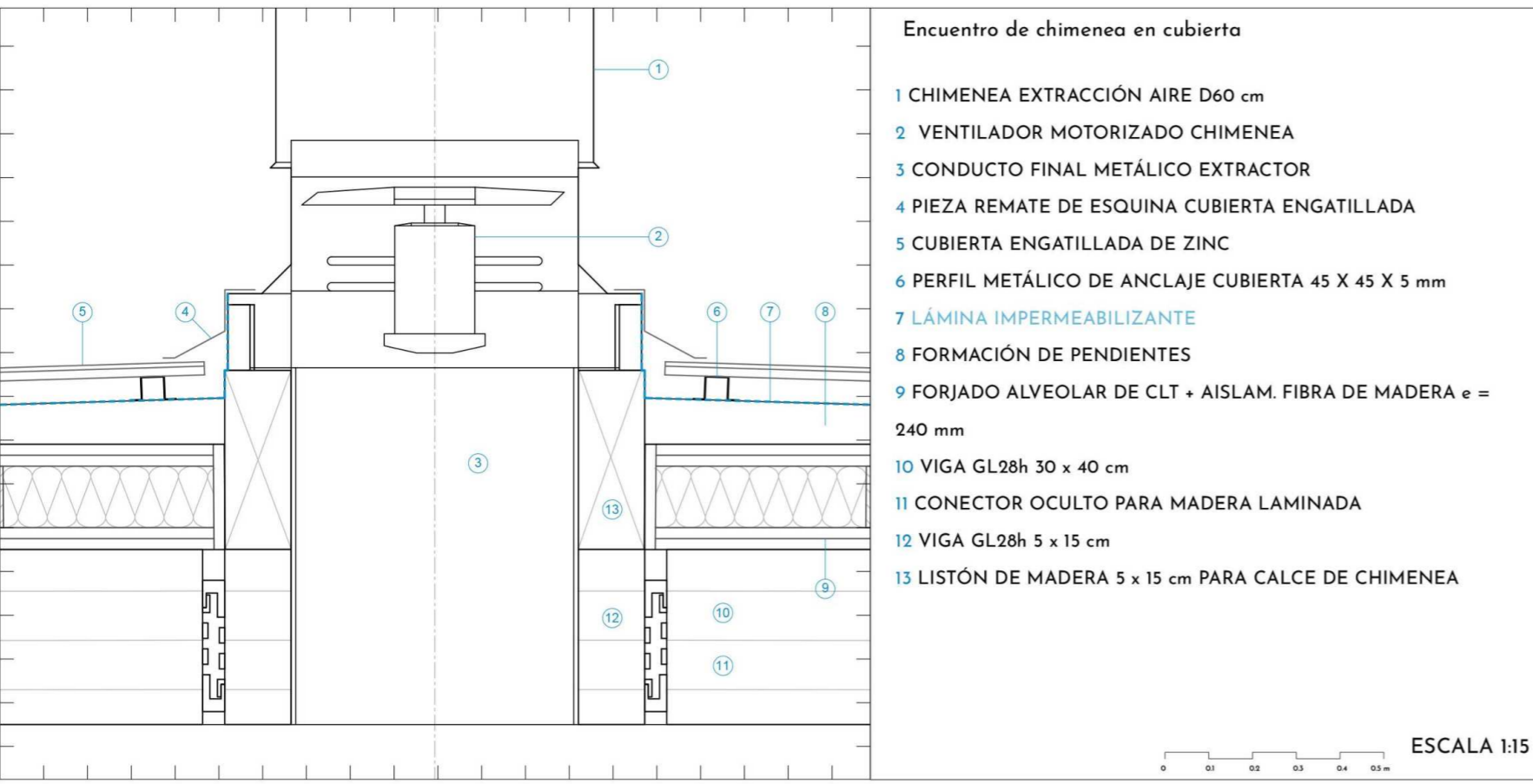


- 1 CONDUCTO IMPULSIÓN-EXTRACCIÓN CLIMA ACERO INOXIDABLE
- 2 REJILLA IMPULSIÓN-EXTRACCIÓN
- 3 ARMARIO CON ASIENTO A MEDIDA CONTRACHAPADO DE ROBLE
- 4 FACHADA VENTILADA DE MADERA
- 5 FACHADA ACRISTALADA - LUCERNARIO PATIO
- 6 REMATE CUBIERTA ENGATILLADA DE ZINC
- 7 TRONCOS PINOS AUTOCTONOS

Enfriamiento evaporativo

Fluctuación de las corrientes de aire

Axonometría explotada:
módulos estructural y constructivo tipo



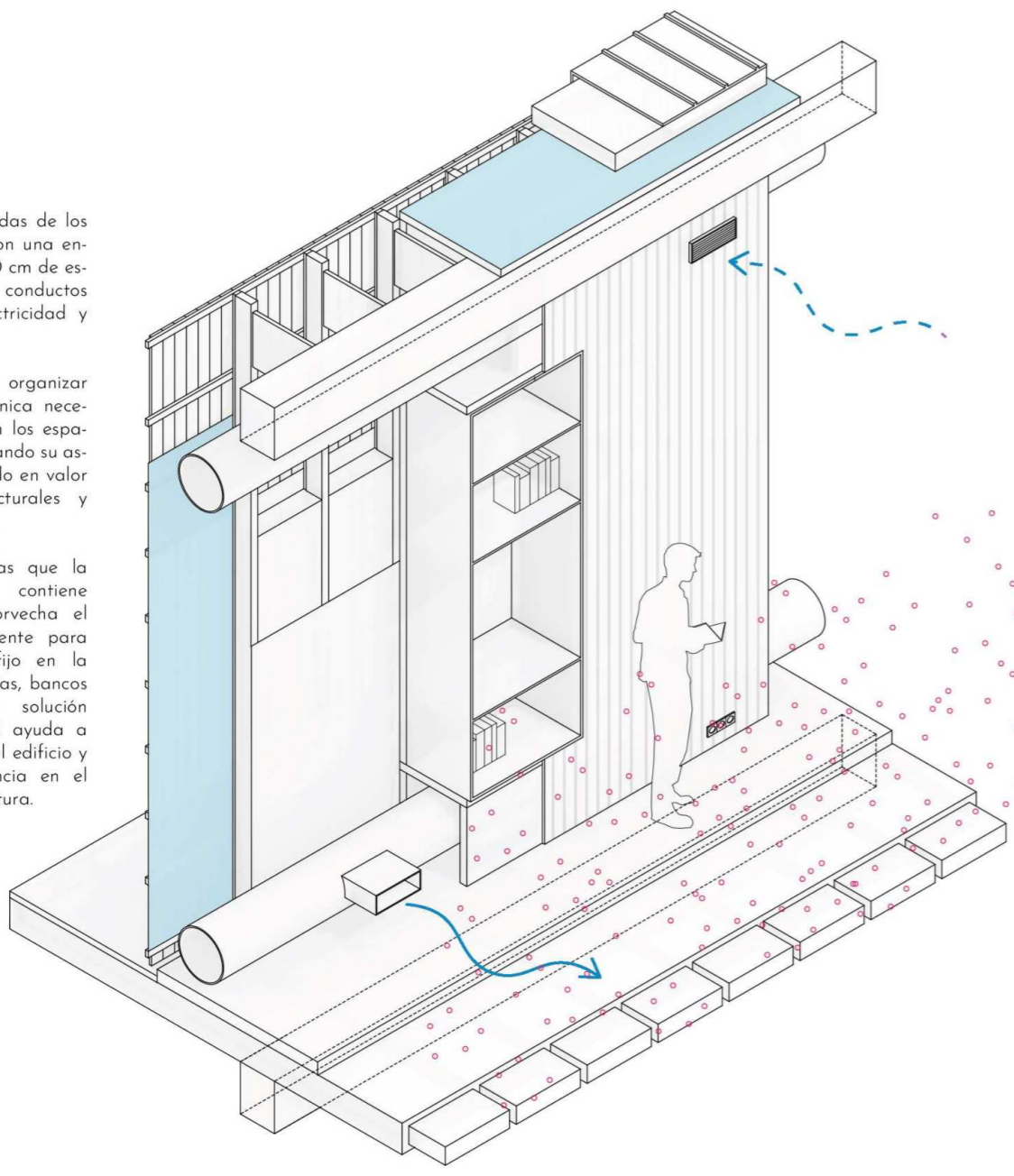
Diagramas axonómicos de los diferentes tipos de envolvente

Envolvente técnica

Algunas de las fachadas de los pabellones cuentan con una envolvente técnica de 60 cm de espesor que alberga los conductos de climatización, electricidad y otras instalaciones.

Este espesor permite organizar la infraestructura técnica necesaria sin interferir con los espacios habitables, mejorando su aspecto visual y poniendo en valor los elementos estructurales y acabados de madera.

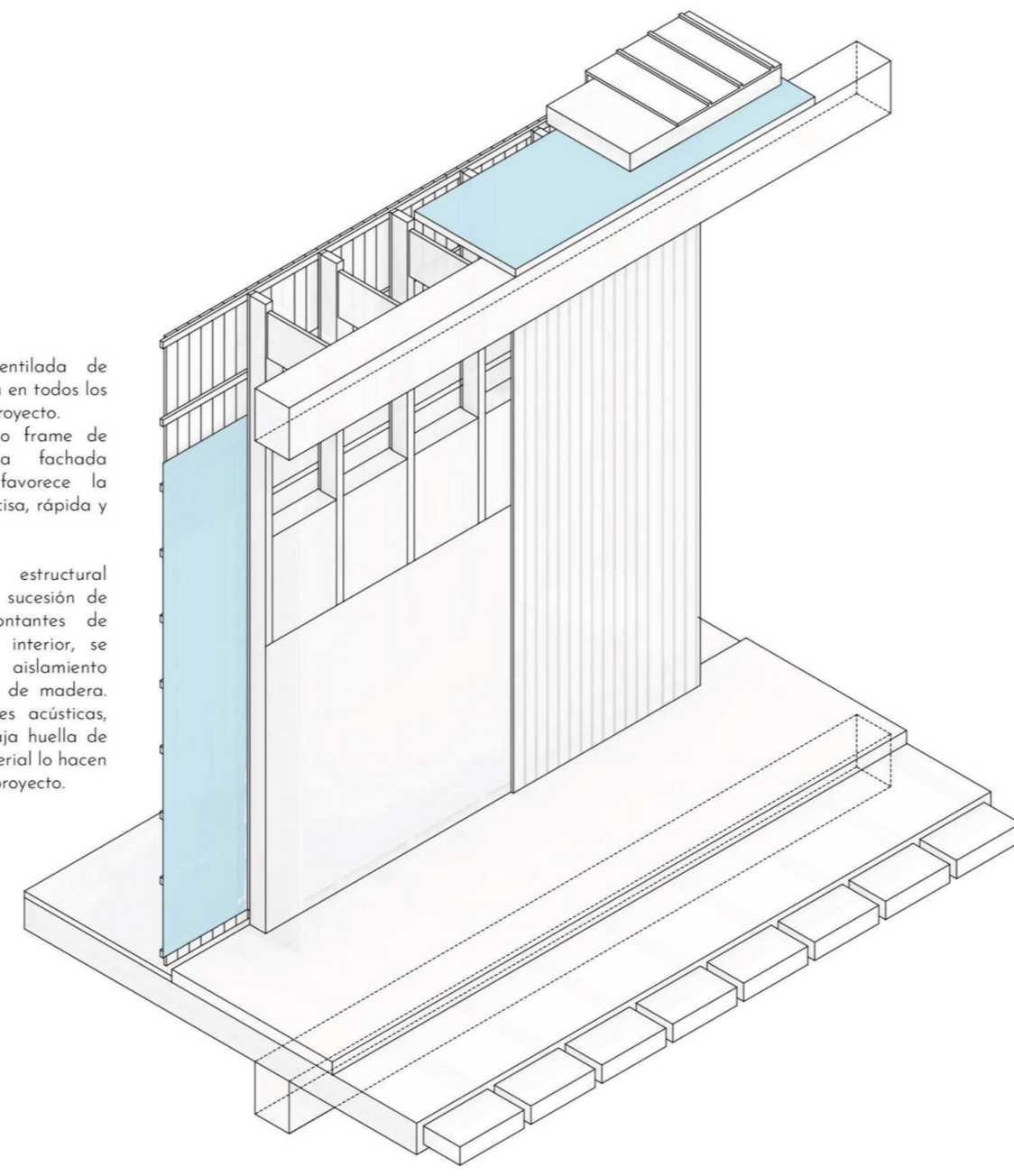
En las franjas en las que la envolvente no contiene instalaciones, se aprovecha el grosor de la envolvente para integrar mobiliario fijo en la pared, como estanterías, bancos o escritorios. Esta solución además de funcional ayuda a integrar la estética del edificio y enriquecer la experiencia en el interior de la arquitectura.



La fachada ventilada de madera se utiliza en todos los pabellones del proyecto. La fachada tipo frame de Egon es una fachada modular que favorece la construcción precisa, rápida y sostenible.

Su sistema estructural consiste en una sucesión de rastreles y montantes de madera. En su interior, se utiliza como aislamiento térmico la fibra de madera. Las prestaciones acústicas, térmicas y la baja huella de carbono del material la hacen ideal para este proyecto.

Fachada ventilada de madera



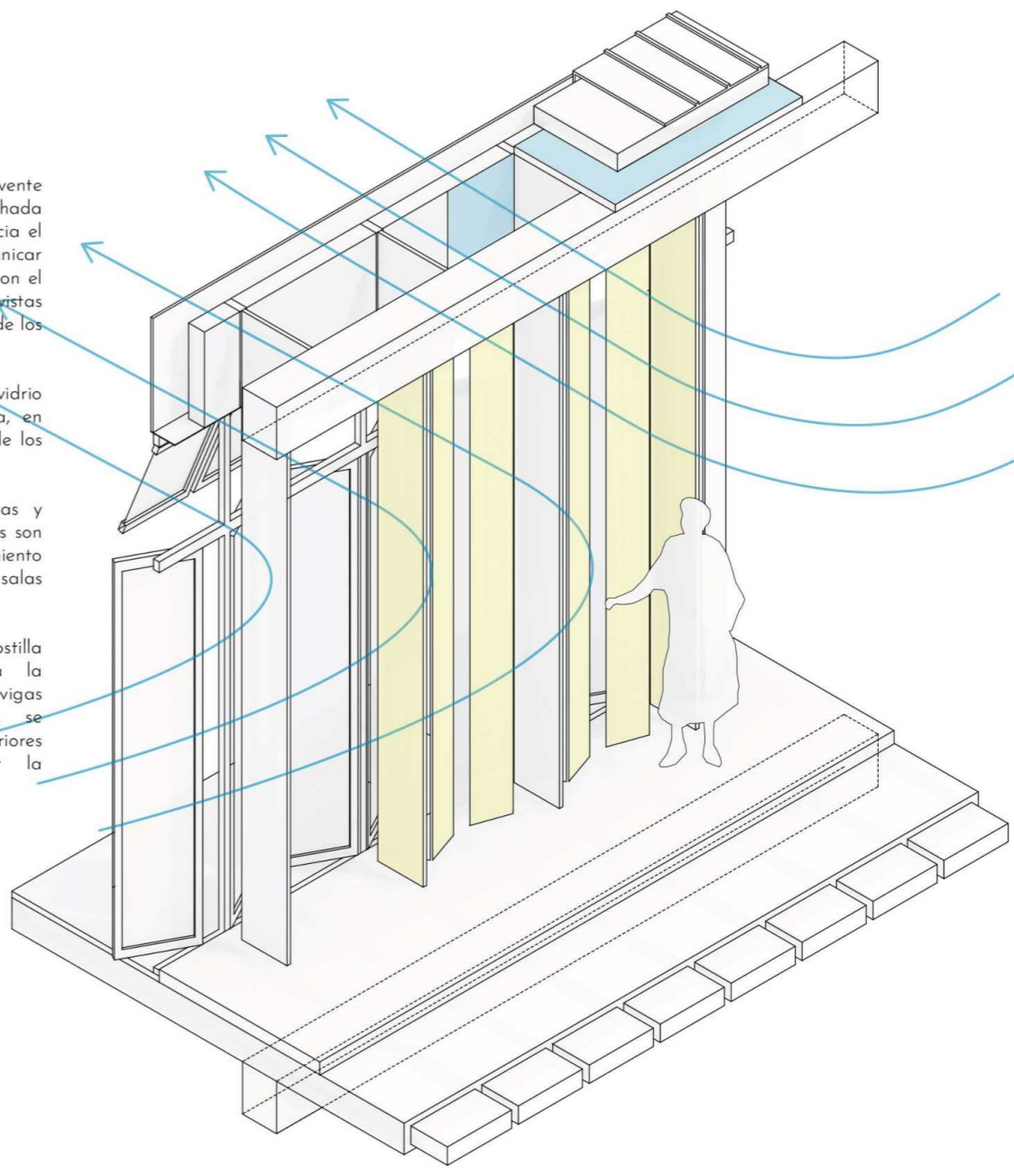
Fachada acristalada con protección solar interior

En algunos puntos la envolvente consiste en una fachada acristalada practicable hacia el exterior con el fin de comunicar el mundo de los edificios con el de las personas y ofrecer vistas del pinar desde el interior de los edificios.

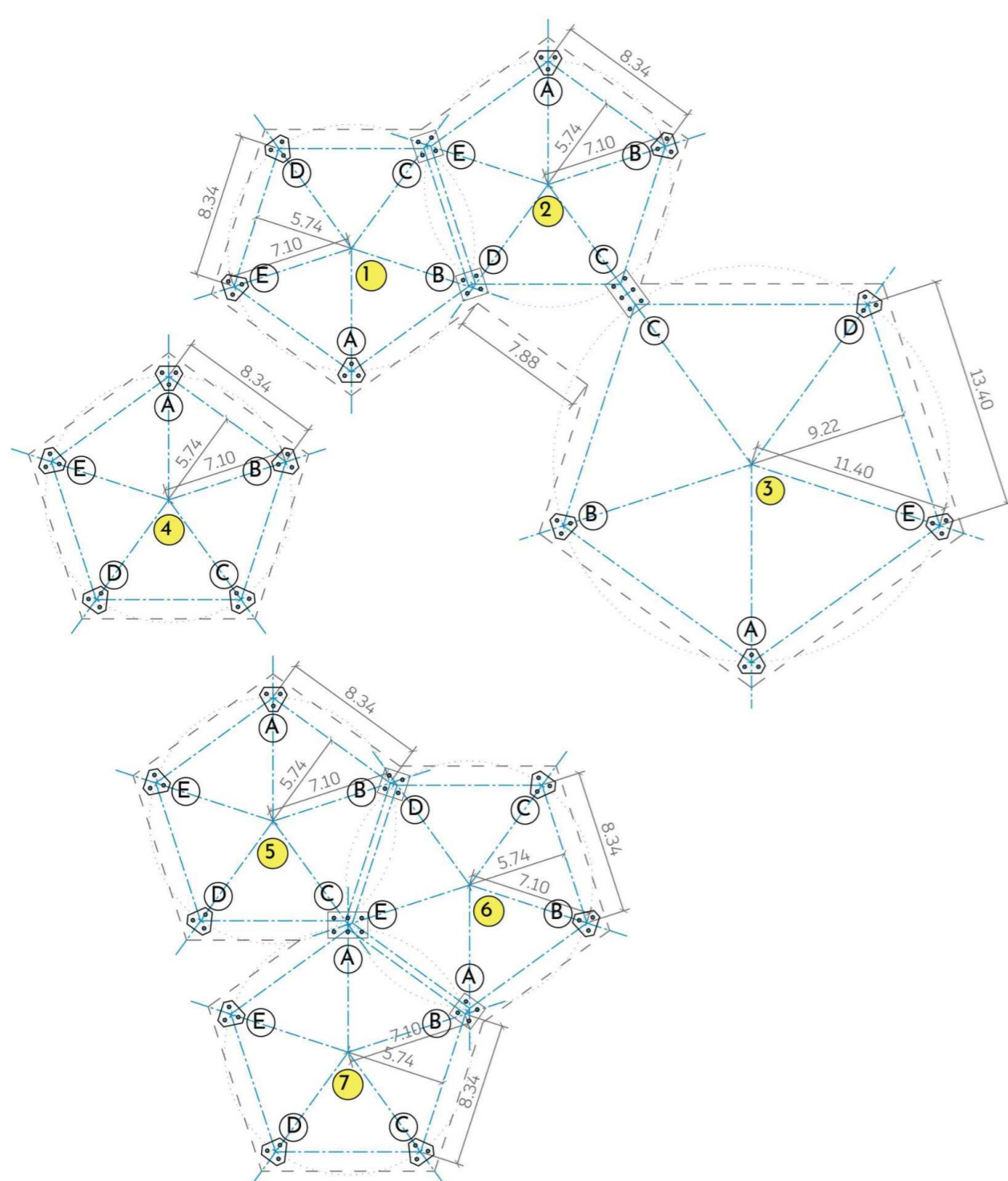
Los cristales son de triple vidrio y la periferia de madera, en consonancia con el resto de los materiales.

Las prestaciones térmicas y acústicas del los ventanales son óptimas para el funcionamiento y el bienestar en las salas interiores.

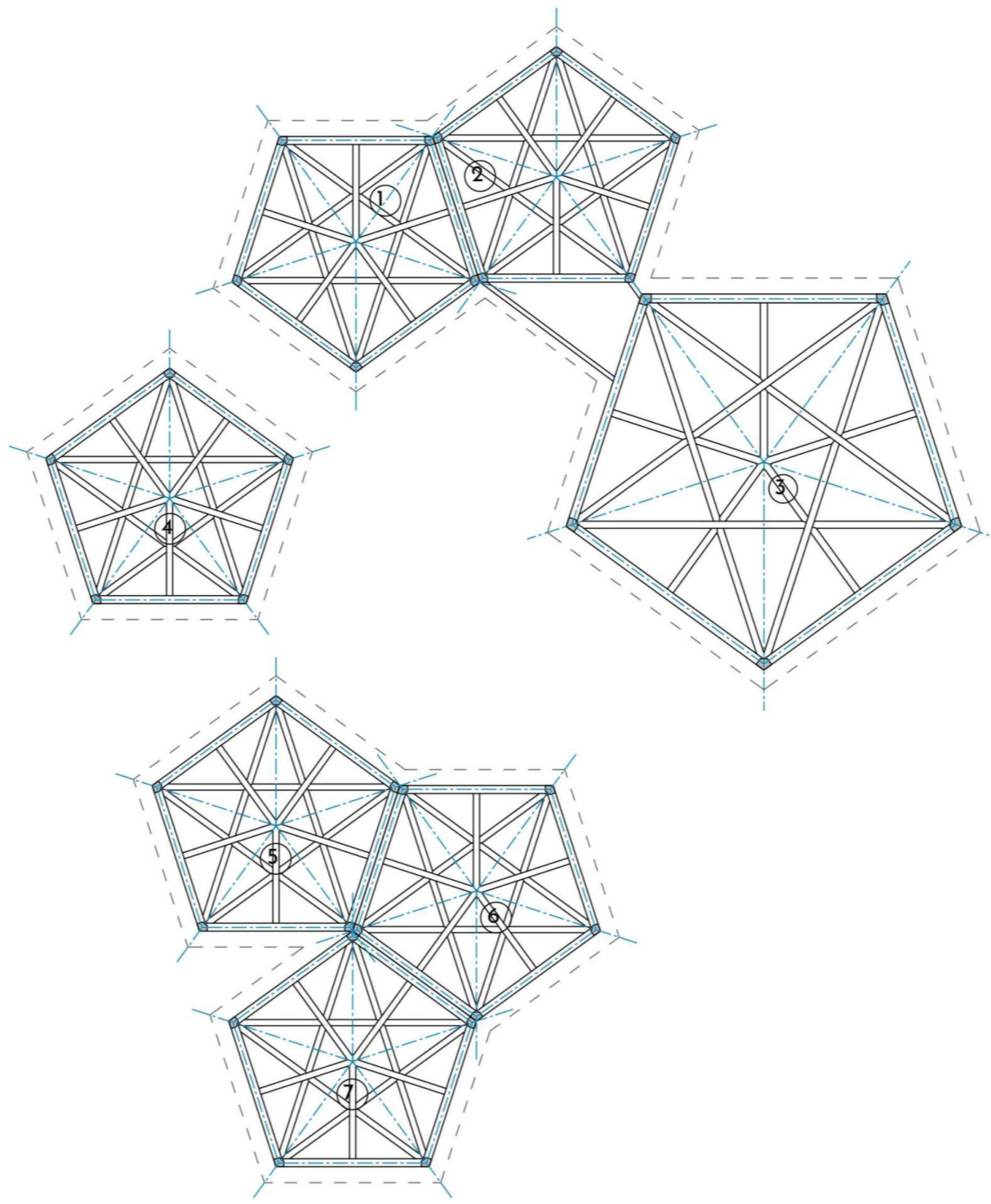
Aprovechando la castilla estructural que conecta la envolvente con las vigas principales del edificio, se colocan unos biombos inferiores que permiten disminuir la radiación solar.



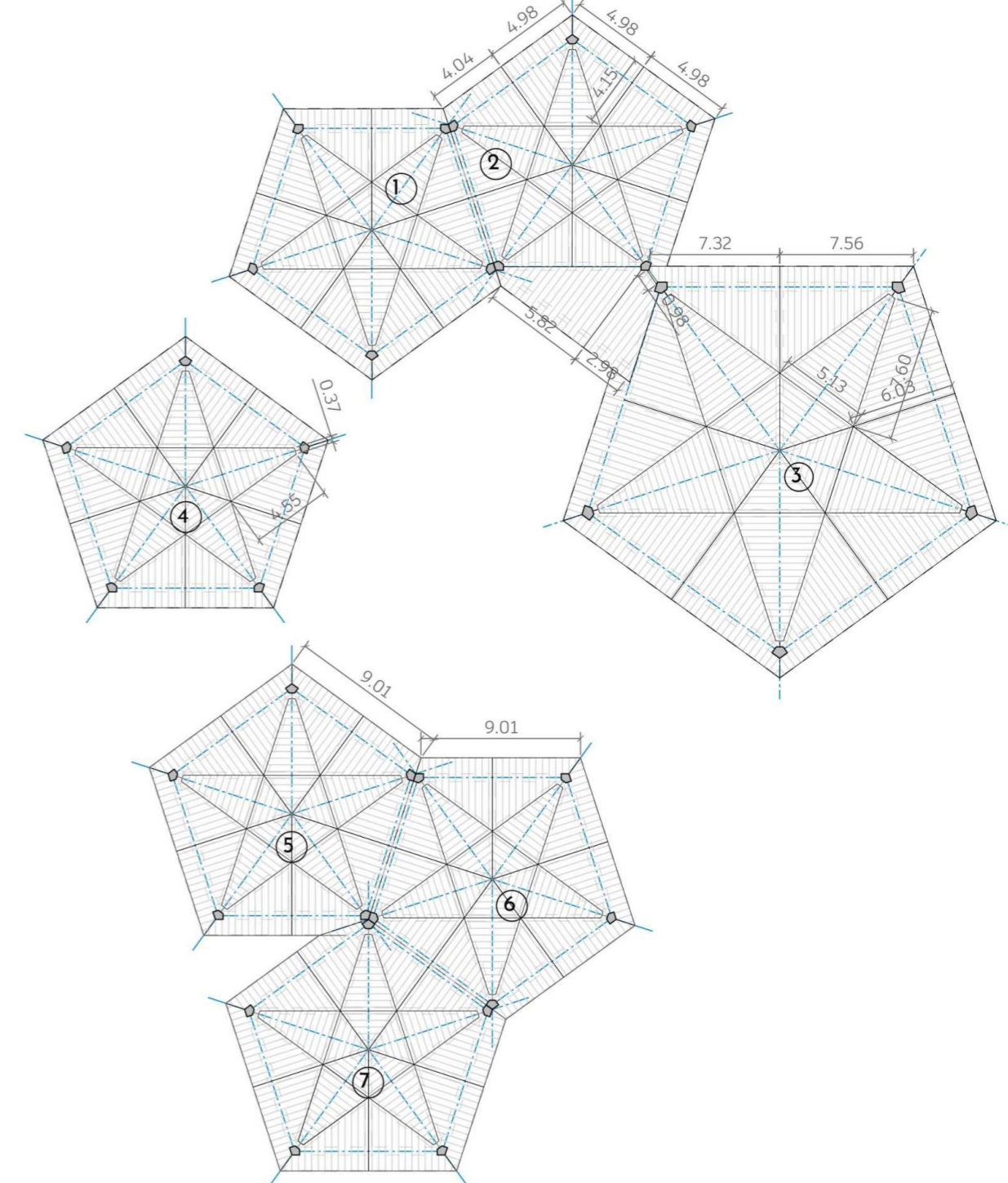
Planta de cimentación



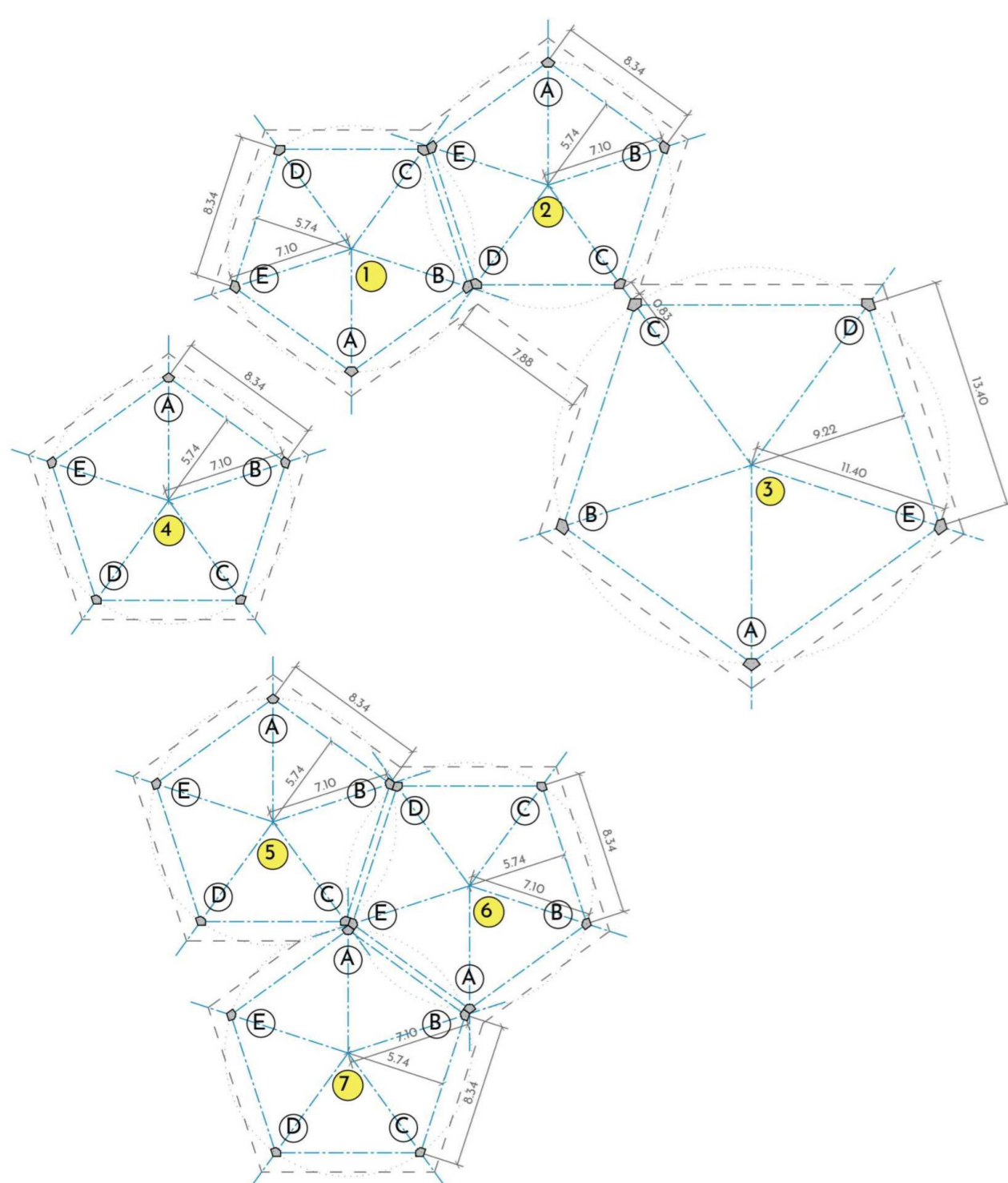
Estructura horizontal I: emparrillado de madera inferior



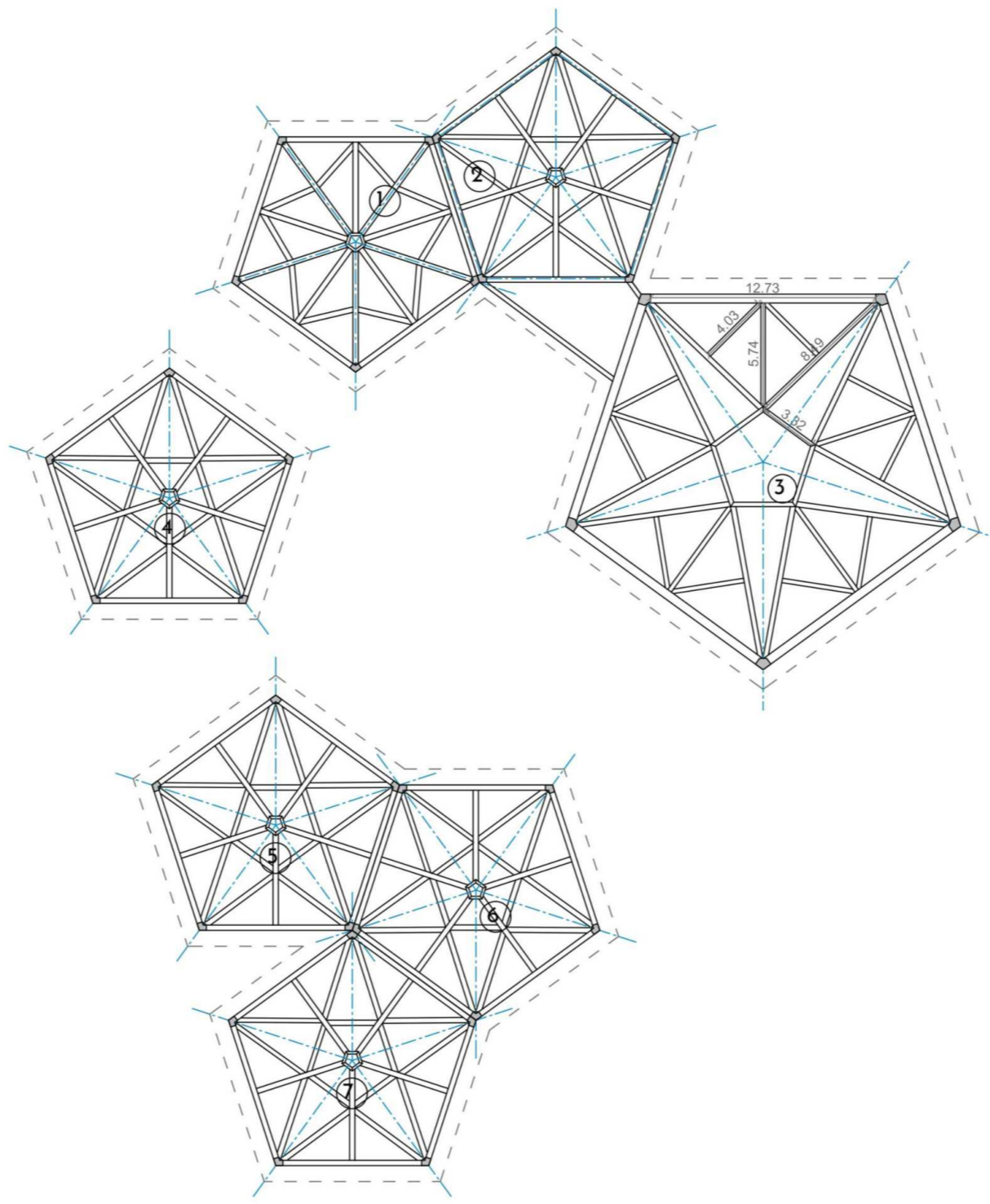
Estructura horizontal II: forjado suelo



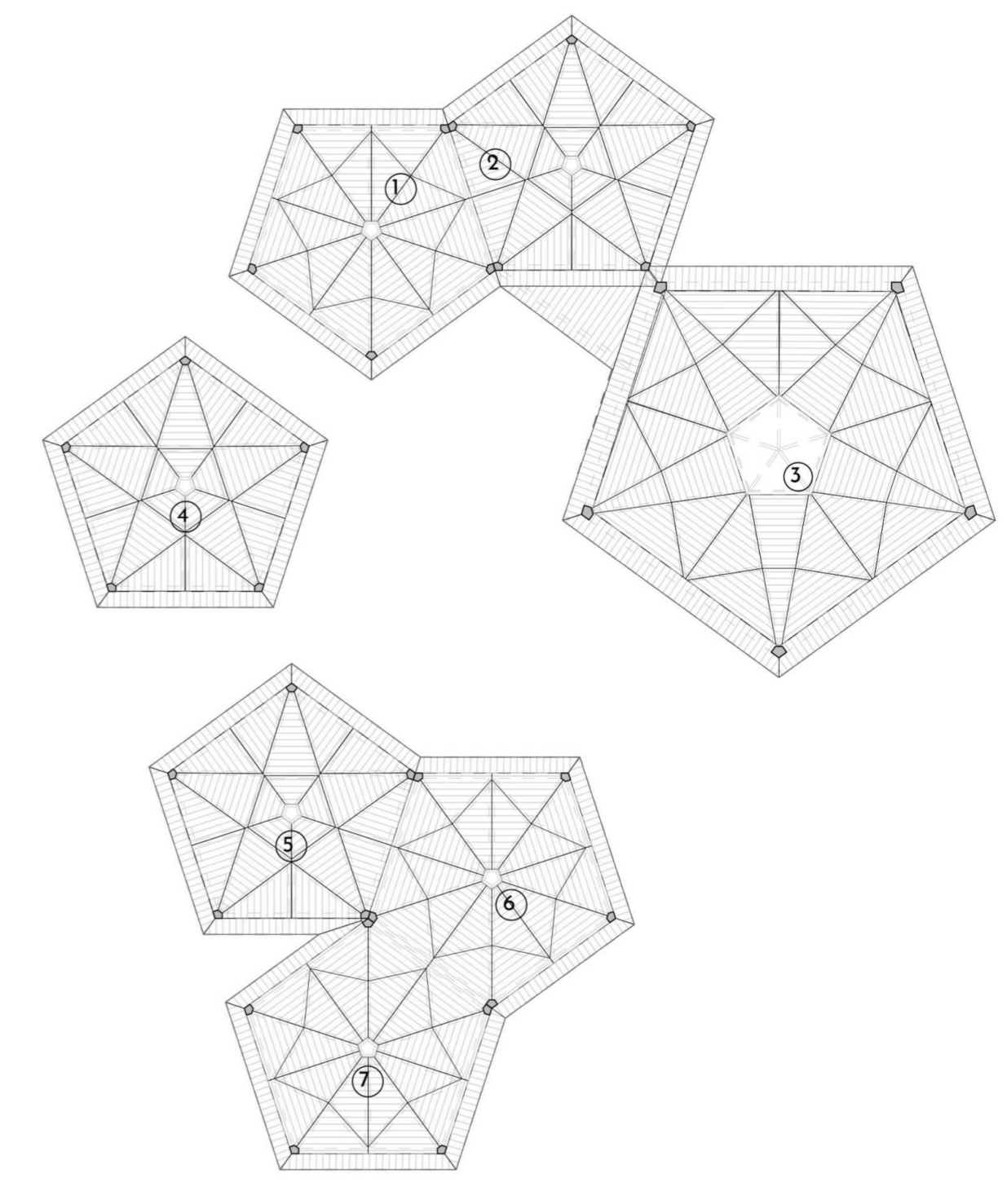
Estructura vertical I y II: pilares interiores y exteriores



Estructura horizontal III: emparrillado de madera superior



Estructura horizontal IV: forjado techo



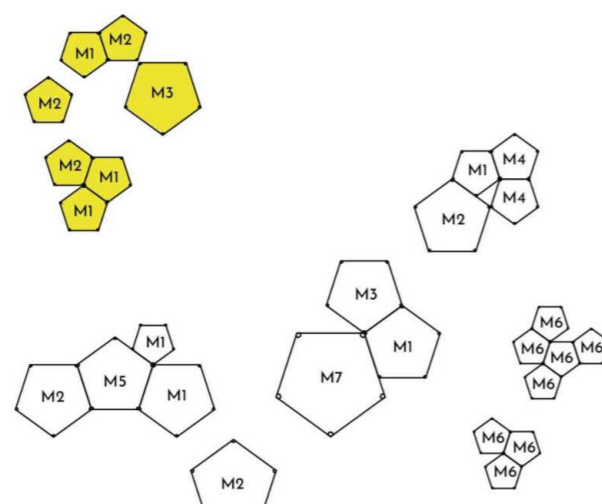
Dimensionado de la cimentación, pilares y vigas del E11.

La parametrización de los módulos que componen la arquitectura permite obtener siete tipos estructurales distintos que se repiten a lo largo de todo el proyecto.

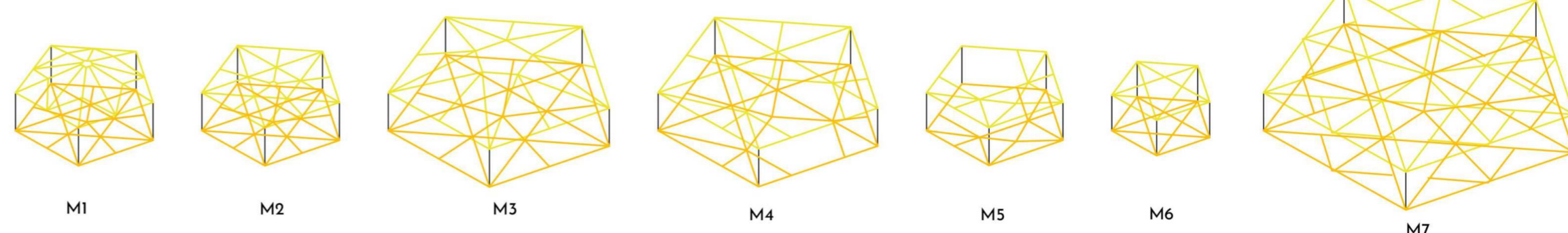
Como objeto del análisis estructural del proyecto se estudia el edificio E1 que consta de tres pabellones diferentes. El edificio E1 está compuesto por los tipos estructurales M1, M2 y M3.

El análisis consiste en la elección, cálculo y dimensionado de todos los elementos estructurales del edificio: cimentaciones, estructura vertical, y estructura horizontal.

Los documentos de referencia para el diseño y comprobación de la estructura han sido el Código Técnico de la Edificación, el Código Estructural, la normativa UNE y la guía de micropiloteaje de carreteras del Gobierno de España.



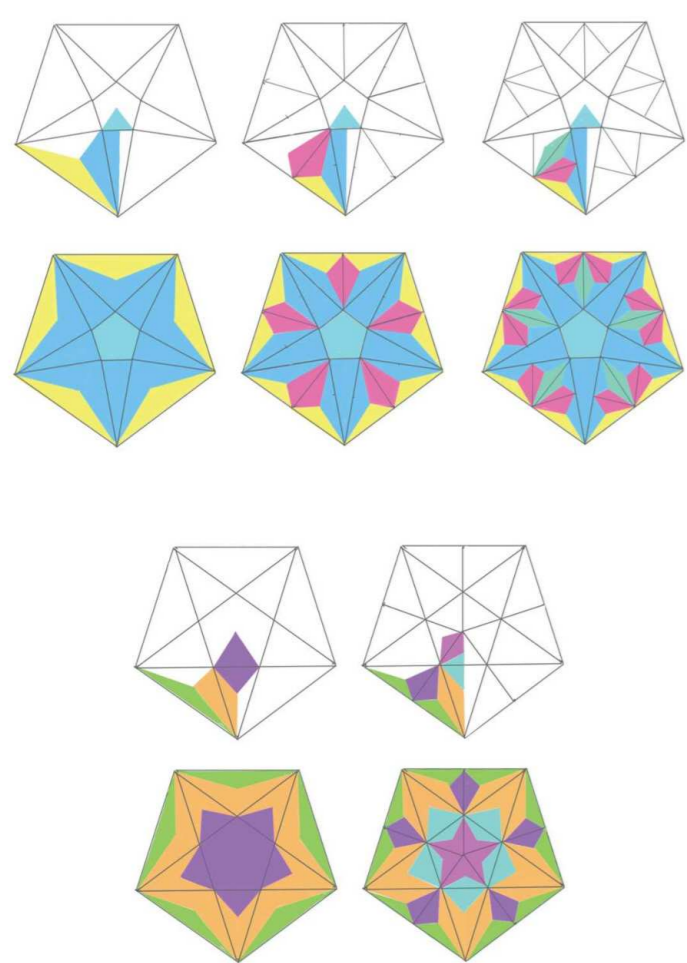
Estandarización de los tipos (módulos) estructurales que componen los pabellones



Nudos en vigas de madera

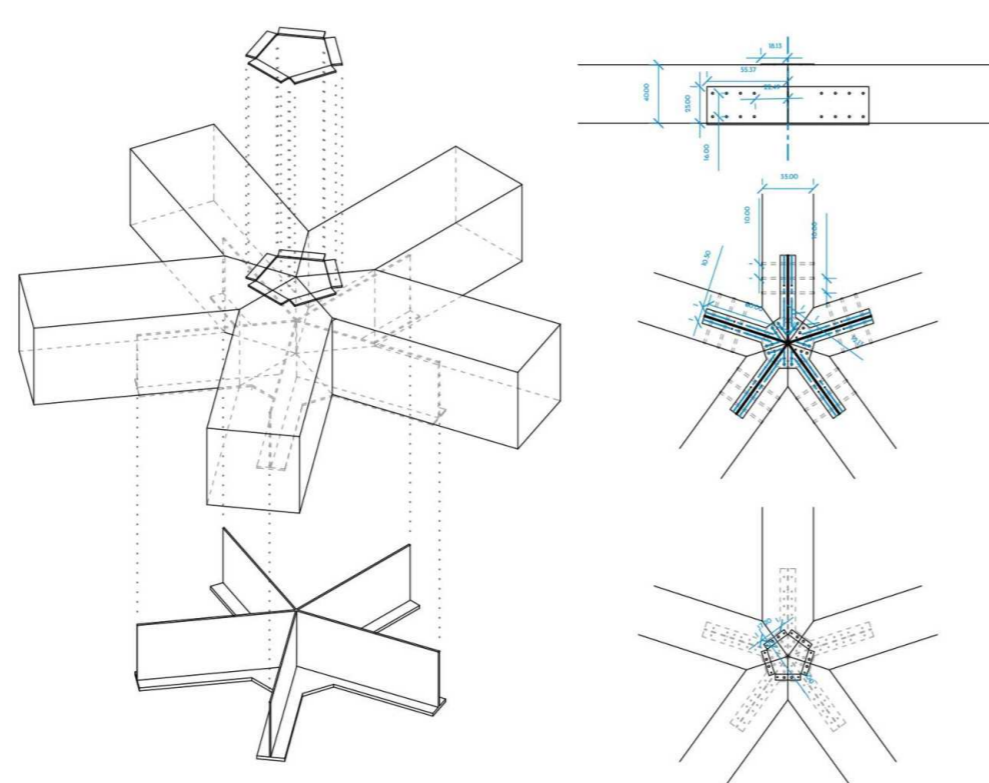
Estudio de las áreas tributarias de los emparrillados de madera

Con el objetivo de optimizar al máximo la estructura, se llevaron a cabo varios intentos que buscan el equilibrio entre la sección mínima de madera y la imagen estrellada de los forjados.



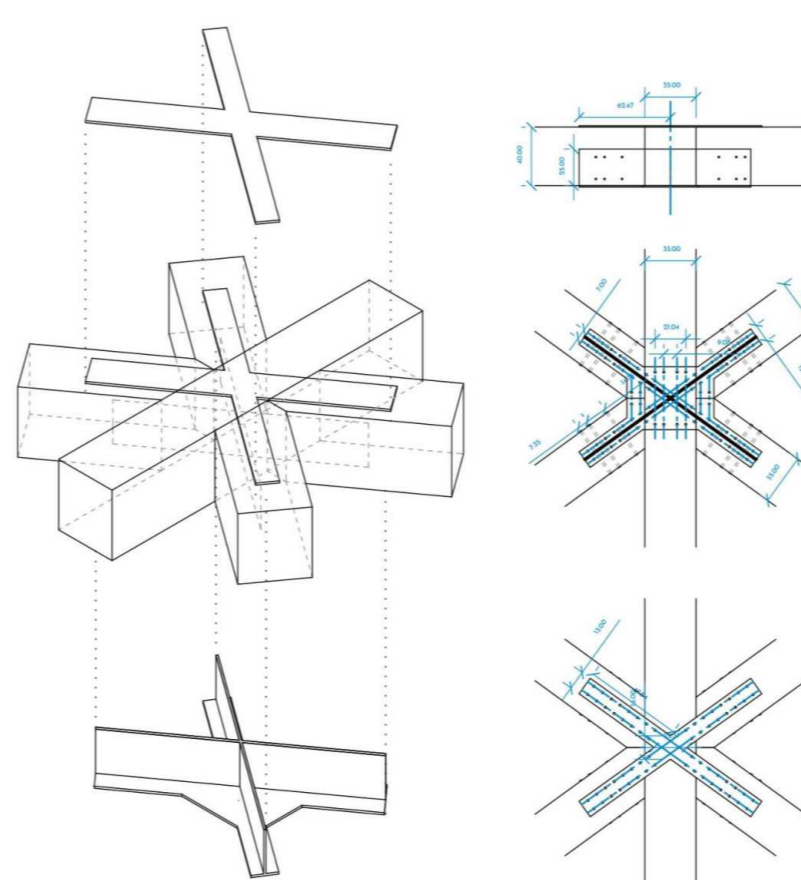
Unión rígida de cinco vigas centrales

Tanto las vigas como los pilares son de madera laminada GL28h. Todos los módulos transmiten sus cargas por los cinco pilares que existen en los vértices de cada pentágono. Es por ello que el nudo central se comporta como un mecanismo por lo que debe ser suficientemente rígido. Los pernos, anclajes, plaquetas y conectores son de acero inoxidable y deben resistir el cortante y el momento en cada nudo.



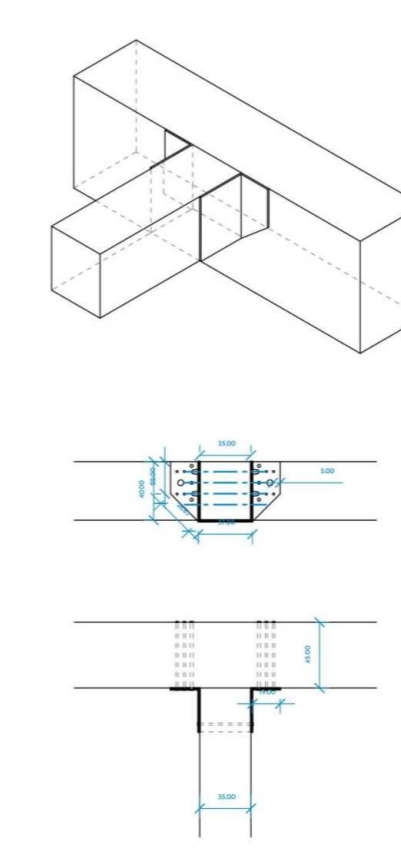
Unión solidaria de vigas en el mismo plano

En este tipo de unión debe lograrse la transmisión completa de cargas de una viga a otra. Es por ello que el conector de las vigas es una pieza única que permite que las vigas trabajen solidariamente.



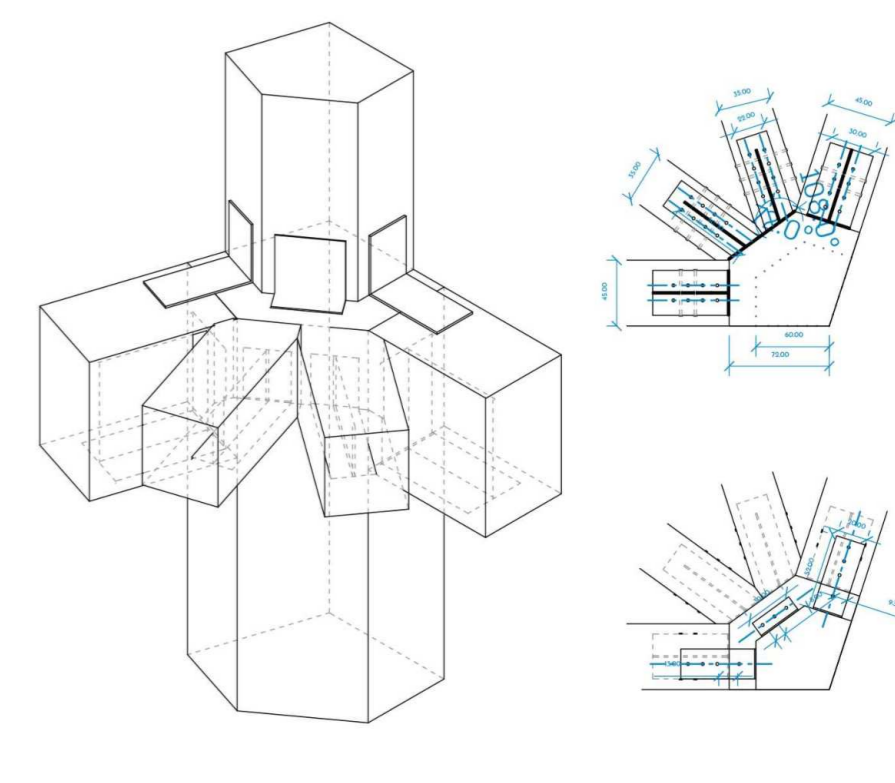
Unión rígida de dos vigas perpendiculares en el mismo plano

Es la unión más sencilla pero menos frecuente en el proyecto. Una viga principal recibe a una secundaria mediante una ménsula metálica que rigidiza la unión entre ambos elementos.

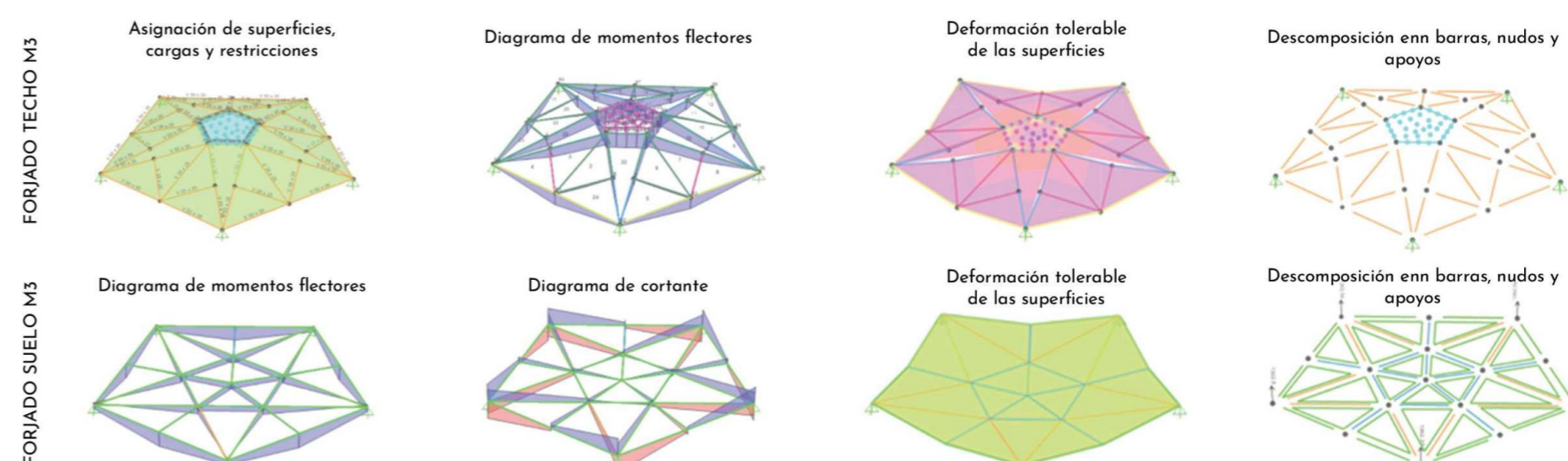


Unión entre pilares y emparrillados de vigas de los forjados

Es sin duda la unión más compleja porque en ella intervienen todos los elementos estructurales. Los pilares reciben las cargas de las vigas de borde y de alguna de las vigas que forman el emparrillado interior. Para bloquear todos los planos de movimiento deben colocarse herrajes internos en cada viga y placas y escuadras que permitan la continuidad de cargas y resistan los momentos de torsión tan altos que se producen en este punto.



Comprobaciones estructurales con SAP2000



CUADRO DE MATERIALES I			
ELEMENTO ESTRUCTURAL	MADERA LAMINADA GL28h		
VIGAS Y PILARES	PRESTACIONES MECÁNICAS		
R. característica FLEXIÓN	fm,g,k	N/mm ²	28
R. caract. COMPRESIÓN paralelo fibra	fc,0,g,k	N/mm ²	28
R. caract. COMPRESIÓN ppclar. fibra	fc,90,g,k	N/mm ²	2,5
R. característica CORTANTE	fv,g,k	N/mm ²	3,5
M. elasticidad	E	kN/mm ²	12,6
Densidad	pg,k	kg/m ³	425

CUADRO DE MATERIALES III			
ELEMENTO ESTRUCTURAL	MADERA LAMINADA GL28h		
	PRESTACIONES		
CLT MIX 300 (SUELO)	pg,k	kg/m ³	156
AISLAMIENTO FIBRA MADERA	pg,k	kg/m ³	50
CONDUCT. TÉRMICA	λ	W/(m ² *K)	0,038
RESISTENCIA TÉRMICA	R	(m ² *K)/W	6,25
TRANSMITANCIA TÉRMICA	U	W/(m ² *K)	0,2
CLT MIX 240 (CUBIERTA)	pg,k	kg/m ³	128
AISLAMIENTO FIBRA MADERA	pg,k	kg/m ³	50
CONDUCT. TÉRMICA	λ	W/(m ² *K)	0,038
RESISTENCIA TÉRMICA	R	(m ² *K)/W	4,54
TRANSMITANCIA TÉRMICA	U	W/(m ² *K)	0,2

