

RECONVERSIÓN

Alumno: Daniel García Salinas Tutor: Miguel Campos PFC LH Curso: 2013-14



GERMEN DEL PROYECTO

- *¿Por qué?* pg. 4
- *Objetivos globales* pg. 5
- *Objetivos locales* pg. 6

ANÁLISIS

- *Lugar* pg. 9
- *Historia* pg. 11
- *Demografía* pg. 14
- *Actividad empresarial* pg. 15
- *Edificaciones* pg. 16
- *Dotaciones* pg. 17
- *Viarío y accesibilidad* pg. 19
- *Impacto del tráfico* pg. 21
- *Clima local* pg. 22
- *Espacios libres* pg. 23
- *Usos del suelo* pg. 25
- *Condiciones del suelo* pg. 26
- *Proyectos existentes* pg. 27
- *Influencia de una nueva conexión* pg. 29

ORDENACIÓN

- *¿Cómo empezar?* pg. 34
- *Área y límites de trabajo* pg. 35
- *Política de movilidad* pg. 36
- *Medios de transporte* pg. 37
- *Intervención sobre las vías* pg. 38
- *Remodelación de las vías* pg. 40
- *Redes de transporte público* pg. 46
- *Centro intermodal y aparcamientos* pg. 48
- *Edificación* pg. 50
- *Estado actual de las edificaciones* pg. 52
- *Tratamiento del suelo* pg. 54
- *Red de espacios libres* pg. 56
- *Red ciclista* pg. 58
- *Materialización del suelo* pg. 59
- *Conexión Tempe-Byåsen* pg. 62

VIVIENDAS

- *Ordenación de los bloques* pg. 69
- *Sistemas de agregación* pg. 71
- *Sistemas estructurales* pg. 73

- *Tipologías de vivienda* pg. 75
- *Uso terciario* pg. 78

NODO MULTIFUNCIONAL

- *Ordenación del nodo multifuncional* pg. 80
- *Desarrollo de la plaza* pg. 82
- *Mobiliario urbano* pg. 84
- *Iluminación* pg. 86
- *Evacuación de aguas* pg. 87
- *Magnitudes del co-working* pg. 88
- *Hipótesis estructural* pg. 89
- *Pautas de intervención* pg. 92
- *Programa del co-working* pg. 93
- *Iluminación de la planta de trabajo* pg. 96
- *Detalles constructivos* pg. 98

CÁLCULO

- *Estructura y características* pg. 101
- *Simplificación de cálculo* pg. 102
- *Cargas actuantes en la viga* pg. 103
- *Armadura longitudinal de la viga* pg. 105

- *Deformación de la viga* pg. 109
- *Cargas actuantes en la vigueta* pg. 111
- *Armadura longitudinal de la vigueta* pg. 113
- *Deformación de la vigueta* pg. 117
- *Cargas actuantes en el pilar (forjados 1º-6)* pg. 118
- *Cargas actuantes en el pilar (forjado 7º)* pg. 120
- *Esfuerzos de cálculo* pg. 122
- *Armadura longitudinal de los pilares* pg. 124
- *Consideraciones sobre el armado* pg. 125
- *Cargas actuantes en la zanca* pg. 126
- *Comprobación de la resistencia de la zanca* pg. 127
- *Comprobación de la deformación de la zanca* pg. 130

BIBLIOGRAFÍA

pg. 131

¿POR QUÉ?

El presente proyecto surge como medio para dar respuesta a los desafíos que están apareciendo en las ciudades en el siglo XXI, fruto del planteamiento de nuevas cuestiones como la sostenibilidad ambiental y social, las nuevas formas de trabajo o los límites del crecimiento. En este contexto, se toma como “laboratorio de pruebas” la ciudad noruega de Trondheim, tercera en número de habitantes del país y un importante foco cultural para el mismo.

La idea de realizar el trabajo en esta ciudad concreta deriva de una primera aproximación realizada en la escuela de arquitectura de la NTNU (Norges Teknisk-Naturvitenskapelige Universitet) por sugerencia de la asociación ciclista de Trondheim, con el fin de ejecutar una nueva conexión peatonal y ciclista entre ambos lados del río Nidelva, al tiempo que se experimenta con la madera como material de construcción. Es a partir de dicho proyecto que se conoce

la importancia estratégica de la salida sur de la ciudad y las ideas y proyectos que actualmente se pretenden para esta área.

Es en este punto cuando surge la idea de realizar una intervención que, frente al carácter más radical de los proyectos existentes, se sirva de herramientas como la transformación, la coexistencia y la multifuncionalidad para resolver los problemas que plantea esta zona. Se plantea pues un proyecto que abarque una intervención sobre los viarios, la distribución de nuevas viviendas y la colocación de lugares de trabajo y equipamientos adicionales, sin perder de vista las preexistencias y el contexto en que se sitúa el mismo. En este sentido, adquiere especial importancia el entendimiento del país donde se ubica, un país con unos hábitos, una geografía y un clima radicalmente distinto a lo que estamos acostumbrados. Se ha tratado también con esta intervención de incorporar aquellos proyectos ya existentes y

aprobados en el área que, con las modificaciones pertinentes, se puedan adaptar a las nuevas formas de actuar.

OBJETIVOS GLOBALES

Estableciendo una primera aproximación al proyecto, se han tomado como objetivos los contemplados en el plan general de Trondheim para el período 2009-2020. Estas metas poseen un carácter global y responden a tres conceptos, la sostenibilidad ambiental, la sostenibilidad social y la economía. Estos objetivos son:

- Una ciudad de un bajo consumo energético, que proporcione una buena calidad de vida y sea respetuosa con el medio.
- Una ciudad de renombre en lo referido a tecnología y conocimiento, atractiva para estudiantes e investigadores.
- Una ciudad acogedora y diversa, donde se facilite un desarrollo cultural que refleje la diversidad de la población.

OBJETIVOS LOCALES

A partir del mismo plan general citado anteriormente, se han extraído y modificado de acuerdo con el proyecto estos objetivos locales, que también podrían ser llamados herramientas de intervención. Estos, fijan las actuaciones concretas en el área de trabajo en cuanto a viales, uso residencial, equipamientos y trabajo se refiere, si bien es cierto que alguno de ellos posee un alcance mayor, abarcando la estructura misma de la ciudad:

- Crear un plan global y unificado para los distritos de Nardo y Nirdavoll, coordinado con el resto de la ciudad en cuanto a transporte y red de espacios libres se refiere.
- Organizar un sistema de tráfico que proporcione un mejor ambiente y soluciones para el transporte público a través de un cambio en la política de movilidad de la ciudad, sustituyendo el modelo de tráfico central por uno anular atravesado por un eje de gran importancia, donde poder colocar las zonas de trabajo y funciones principales del área.
- Cambio de la jerarquía en los medios de transporte, colocando en primer lugar los no motorizados seguidos de aquellos cuya capacidad de transporte de pasajeros sea mayor y en último lugar el automóvil privado. Este cambio se apoya en intervenciones que mejoren el transporte público y la conexión peatonal y ciclista entre distritos.
- Creación de un nodo intermodal en las afueras del área de trabajo que permita reducir la presión de tráfico que soportan las dos principales vías, al tiempo que posibilita el cambio en la política de movilidad.
- Creación de un nodo residencial y terciario en el distrito de Sluppen, acorde con el crecimiento demográfico y económico previsto, para hacer efectivo el cambio estructural de la ciudad.
- Crear un área con buenas cualidades para vivienda y puestos de trabajo, considerando las oportunidades para alojamiento estudiantil y temporal vinculado al nodo multifuncional.
- Densificar en cuanto a usos y ocupación del suelo se refiere, estudiando la posibilidad de colocación y las condiciones de edificios en altura como elementos estructurales visual y urbanísticamente, teniendo siempre en cuenta un diseño urbano cívico.

- Reutilizar los edificios existentes en el área para incorporarlos al plan, cuando por sus características o interés arquitectónico sea posible.
- Intervenir sobre los espacios libres y naturales, estableciendo las medidas para su desarrollo con la calidad y protección necesaria, tratando a su vez de generar una red de espacios verdes, como en el caso de Fredlybekken.
- Creación de un espacio urbano saludable, con buenas condiciones ambientales y bajos niveles de ruido, que permita el desarrollo de la activada urbana en condiciones dignas.
- Generar ambientes y espacios urbanos seguros y dar un fácil acceso a los mismos, pudiendo servir a

guarderías, escuelas, zonas deportivas y centros de día.

LUGAR

El proyecto propuesto se sitúa en la ciudad noruega de Trondheim. Se trata de la tercera ciudad del país en cuanto a población, con aproximadamente 180000 habitantes, y en los últimos años afronta los mismos problemas que se están encontrando en la mayoría de ciudades, donde el modelo de urbanismo expansivo y orientado a un estilo de vida apoyado en la división por funciones y el automóvil privado están demostrando su ineficacia.

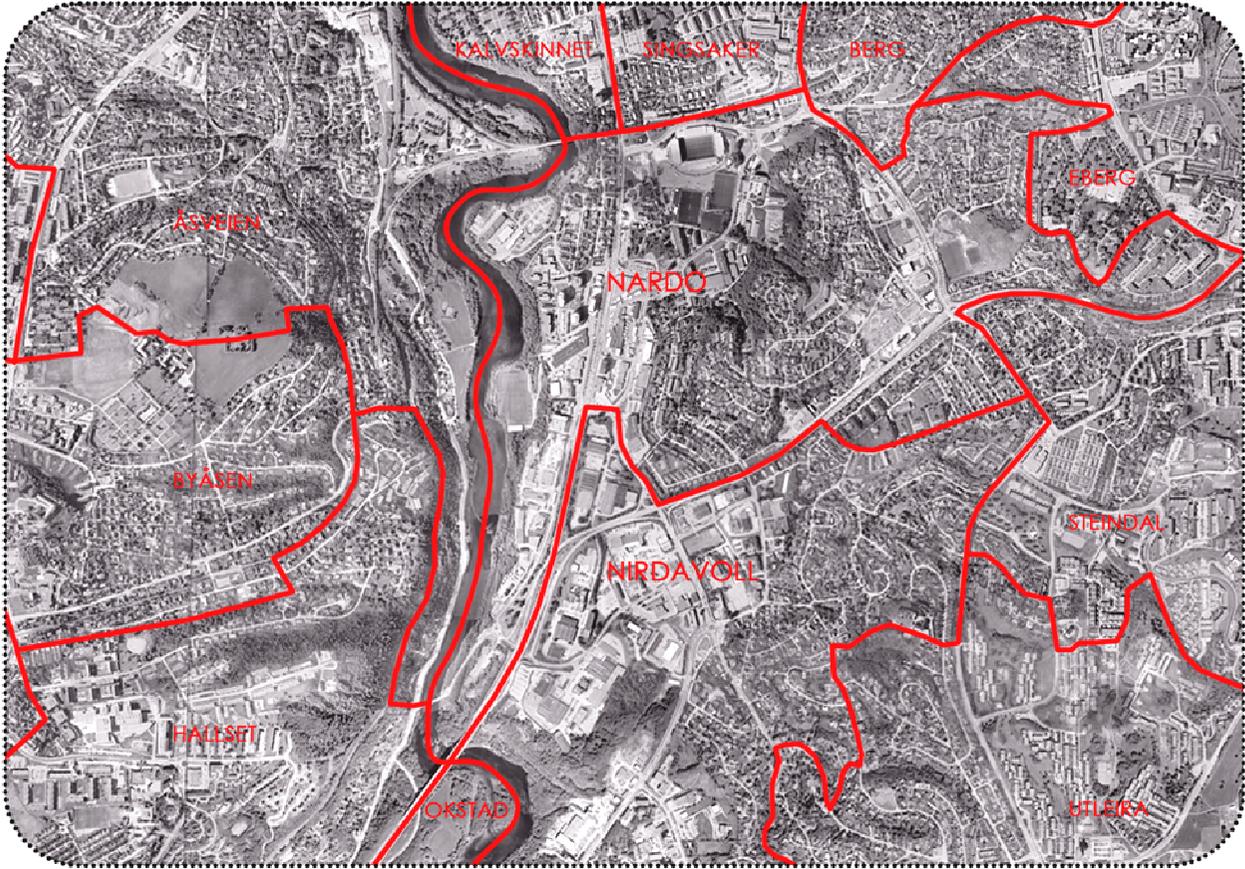
El área de intervención abarca 98,50 Ha repartidas entre los distritos de Nirdavoll y Nardo, si bien la influencia de la misma se extiende también al resto de la ciudad y en especial a los distritos de Byåsen, Hallset y Åsveien, los cuales se verían muy favorecidos por la creación de una conexión peatonal y ciclista con la zona de trabajo. El área estructura sus 98,45 Ha en torno a dos importantes arterias de tráfico: Holtermmans veg, avenida en la cual se apoya la expansión

urbana de los últimos años, y el Bypass de la autovía E6, el cual constituye una barrera infranqueable entre los distritos de Nardo y Nirdavoll. Este crecimiento que está experimentando la ciudad se desarrolla como un tejido consolidado más que como una extensión de viviendas unifamiliares y es cuestión de tiempo que alcance la zona de trabajo. La presencia de industria, la presión urbanística desde el norte y la existencia de un modelo de ciudad disperso al este le dan a la zona una importancia estratégica, debiendo resolver la conexión entre áreas muy diversas. A su vez, se debe responder a la "frontera" entre la ciudad y el área natural asociada al río Nidelva.

La zona de estudio se caracteriza por una gran presencia de industria, acogiendo aproximadamente 3700 puestos de trabajo, y una orientación al transporte privado. Destacan empresas como Aktietrykkeriet, Renholdsverket y K.Lund, adquiriendo especial

importancia la compañía Siemens, pieza fundamental para la ordenación, con cerca de 650 empleados. Encontramos además un interés actual en el establecimiento de viviendas y edificios de oficinas.

Los distritos estudiados afrontan desafíos ambientales importantes, relacionados con la contaminación del aire, acústica y la construcción de carreteras. El área está actualmente dominada por el asfalto, estando la bicicleta relegada a un segundo lugar. Observamos además carencias en espacios verdes y de recreo donde poder permanecer y disfrutar, siendo la única excepción el corredor verde del río Nidelva. Este hecho, habitual en zonas industriales, debería replantearse para lograr que tanto los puestos de trabajo como los usos que se sirven de estos incorporen otros criterios más allá de la estricta funcionalidad, lo que podríamos llamar aspectos emocionales, que a la larga afectarían a la felicidad de los usuarios.

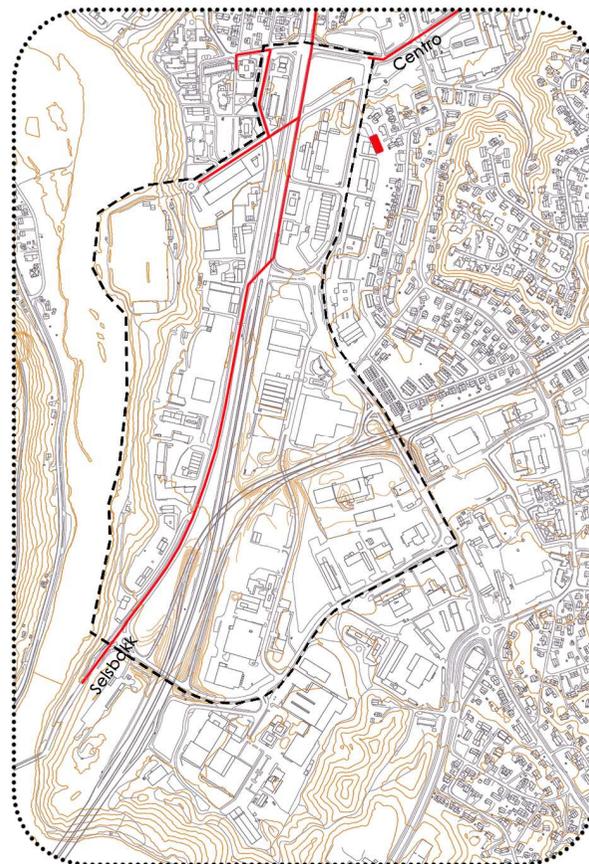


Modificado de Google Earth

HISTORIA

ANTERIOR A 1900

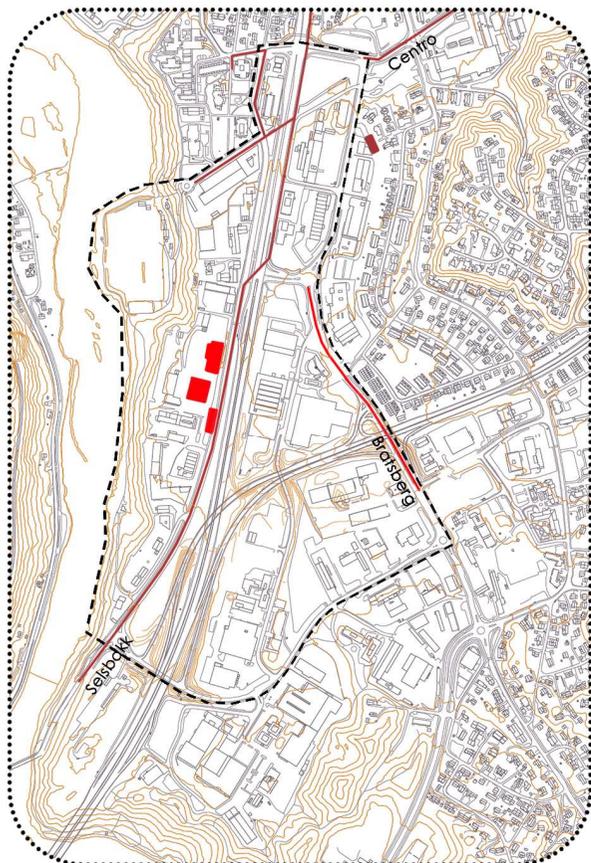
Antes de la primera guerra mundial, el área era una zona rural del municipio de Strinda, estando caracterizada por la presencia de una granja cuyo granero se ha conservado y reconvertido en residencia para estudiantes. En esta época el camino hacia la ciudad atravesaba Klæbuveien y Valøyvegen. El ferrocarril fue colocado en el área en 1864 y después de que fuese desviado en 1884 el trazado se utilizó como camino hacia la ciudad.



Modificado de *Tempe, Valøya og Sluppen*
Områdeplan. Analyser, 2012

ENTRE 1900 Y 1950

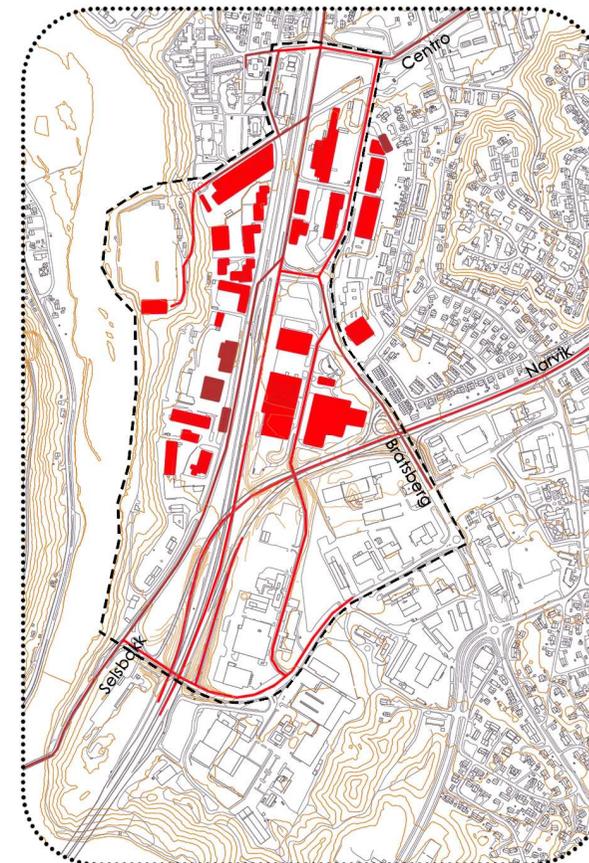
La granja situada a las afueras de la ciudad fue comprada por el municipio de Trondheim en 1918 y utilizada como espacio de residuos municipal, construyéndose varias naves y un “pudrettfabrikk”, una especie de planta de compostaje habiendo desaparecido estos edificios actualmente. Después de la guerra el área siguió manteniendo la actividad rural, incorporando algunos edificios de viviendas unifamiliares que serían retirados posteriormente. Aparece también en esta época el camino a Bratsberg al sureste de la zona de intervención.



Modificado de Tempe, Valøya og Sluppen
Områdeplan. Analyser, 2012

ENTRE 1950 Y 1975

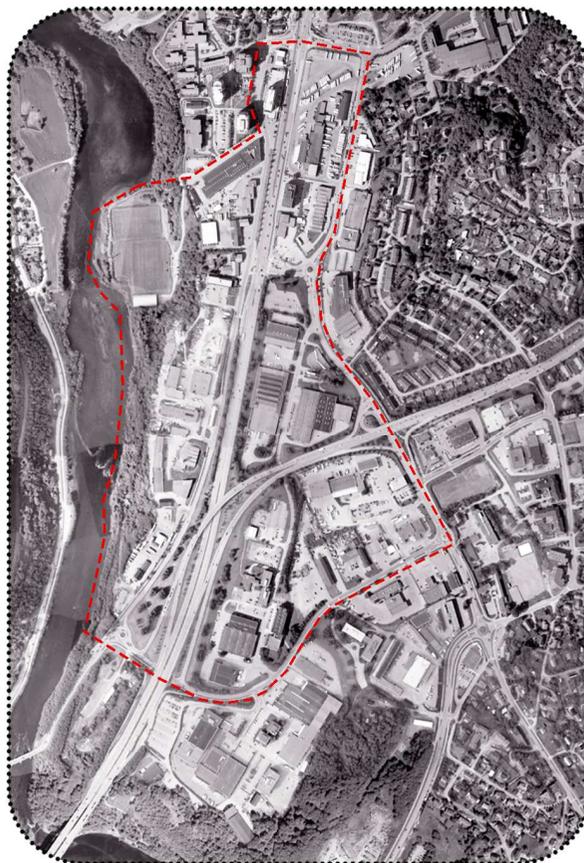
En los años 60 el área fue dividida en zonas para la industria aunque el planteamiento original fue el de crear una ciudad jardín. En esta época se situó un cuartel de defensa civil además de otra serie de oficinas en el área y sedes de empresas relacionadas con la producción y el transporte, apoyándose en las vías Sorgenfriveien y Tempevegen. Destaca por su importancia posterior el establecimiento de la empresa Siemens en el año 1962. En el 1966 se amplió Holtermmans veg contemplando en un primer momento la colocación de una línea de tranvía, idea que fue descartada por oposición de las autoridades de tráfico. Durante estos años se utilizaron tanto Fredlybekken como parte de la rivera del río como vertedero.



Modificado de Tempe, Valøya og Sluppen
Områdeplan. Analyser, 2012

DESDE 1975 A LA ACTUALIDAD

En esta última fase se construyeron torres de apartamentos entre los años 1970 y 1990 en el ámbito de Valøyvegen, entre Tempevegen y la barrera que suponía la rivera del río Nidelva. Una de estas torres poseía, además de viviendas, oficinas, comercio, gasolineras y otros servicios. En 1975 el puente Kroppan se puso en uso y ya en la década de los 80 la circunvalación se amplió a 4 carriles. Posteriormente se reforzaron las rutas comerciales y la idea de “habitaciones con ventanas panorámicas” dando lugar a “un área donde la eficiencia y la accesibilidad habían prevalecido sobre la idea de hacer lugares y habitaciones donde la gente podía quedarse (Stugu, 1997).



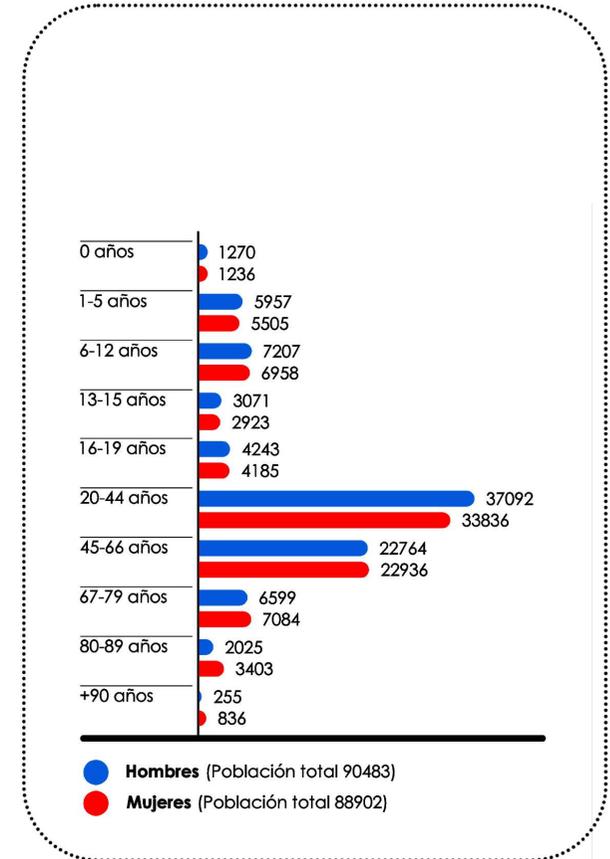
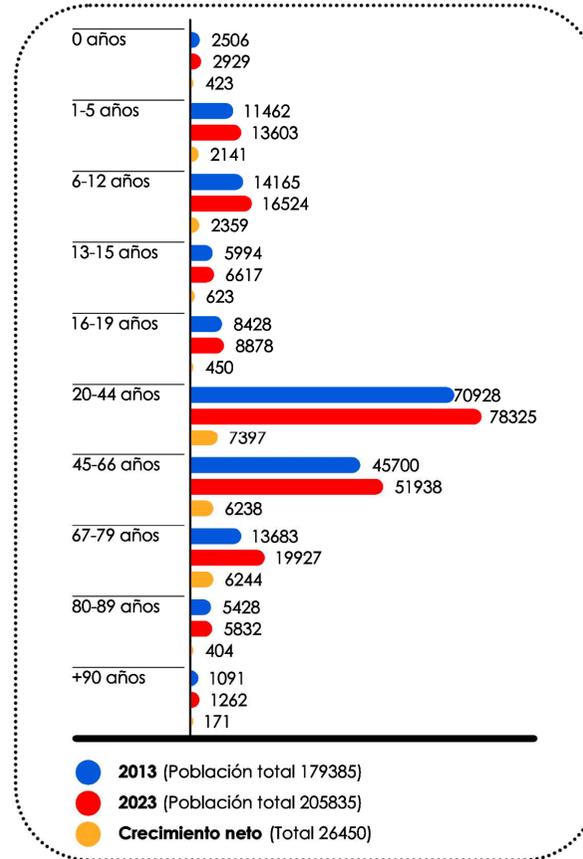
Modificado de Google Earth

En conclusión, la historia de la ciudad resulta hoy poco legible la zona del proyecto, percibiéndose principalmente la evolución a partir de los años 50. Encontramos mayoritariamente edificios comerciales de aproximadamente 40 a 60 años que alojan empresas y comercio de carácter artesanal, taller y almacén. Aparecen también algunos edificios residenciales en forma de viviendas unifamiliares y de edificación en altura al norte de la ordenación.

DEMOGRAFÍA

Para establecer las magnitudes del proyecto (véase el número de viviendas, superficie de dotaciones necesaria, etc.) se han tomado como referencia las previsiones de población a 10 años, tiempo que se prevé tardaría en desarrollarse el mismo. Considerando este periodo y basándose en las estimaciones realizadas por el municipio de Trondheim para el crecimiento de la población en los próximos años, la distribución por grupos de edades y sexo será la que se muestra.

El mismo informe, estima a su vez el número de viviendas que se construirán en el periodo considerado 2013-2023 en 16594 hogares. Atendiendo al crecimiento poblacional y considerando que la media de habitantes por vivienda (sin distinciones por tipología de la misma) es de 2,22 se puede calcular que para el periodo considerado 2013-2023 será necesaria la construcción de 11907 hogares.



A partir de datos en *Befolkningsprognose for Trondheimregionen, 2012*

ACTIVIDAD EMPRESARIAL

Como ya se ha mencionado anteriormente, el área alberga alrededor de 3700 puestos de trabajo, de los cuales unos 2300 están enmarcados en el sector servicios, 400 corresponderían a la producción industrial o taller y 750 aproximadamente estarían relacionados con los servicios sociales y la enseñanza. El resto estarían distribuidos en pequeñas empresas localizadas en el área de trabajo.

Como se ha explicado anteriormente, uno de los objetivos del proyecto es la reconversión industrial de área, pasando de la industria más pesada y contaminante a las nuevas formas de trabajo que se están dando actualmente. En este sentido, parte de los puestos de trabajo presentes en el área serían suprimidos y sustituidos por negocios enmarcados en el llamado sector cuaternario o de la información. De acuerdo con los datos obtenidos de la oficina de estadística de Noruega, la creación de empresas en

este sector¹ durante el periodo 2008-2012 para el condado de Sør-Trøndelag por número de empleados ha sido la que se muestra.

Nº Emp.	2008	2009	2010	2011	2012
S/E	818	809	850	925	910
1-4	43	35	52	50	69
5-9	0	6	4	2	2
10-19	1	3	2	3	2
20-49	0	1	2	1	0
50-99	0	1	0	0	0
100+	1	0	0	0	0
Total	863	855	910	981	983

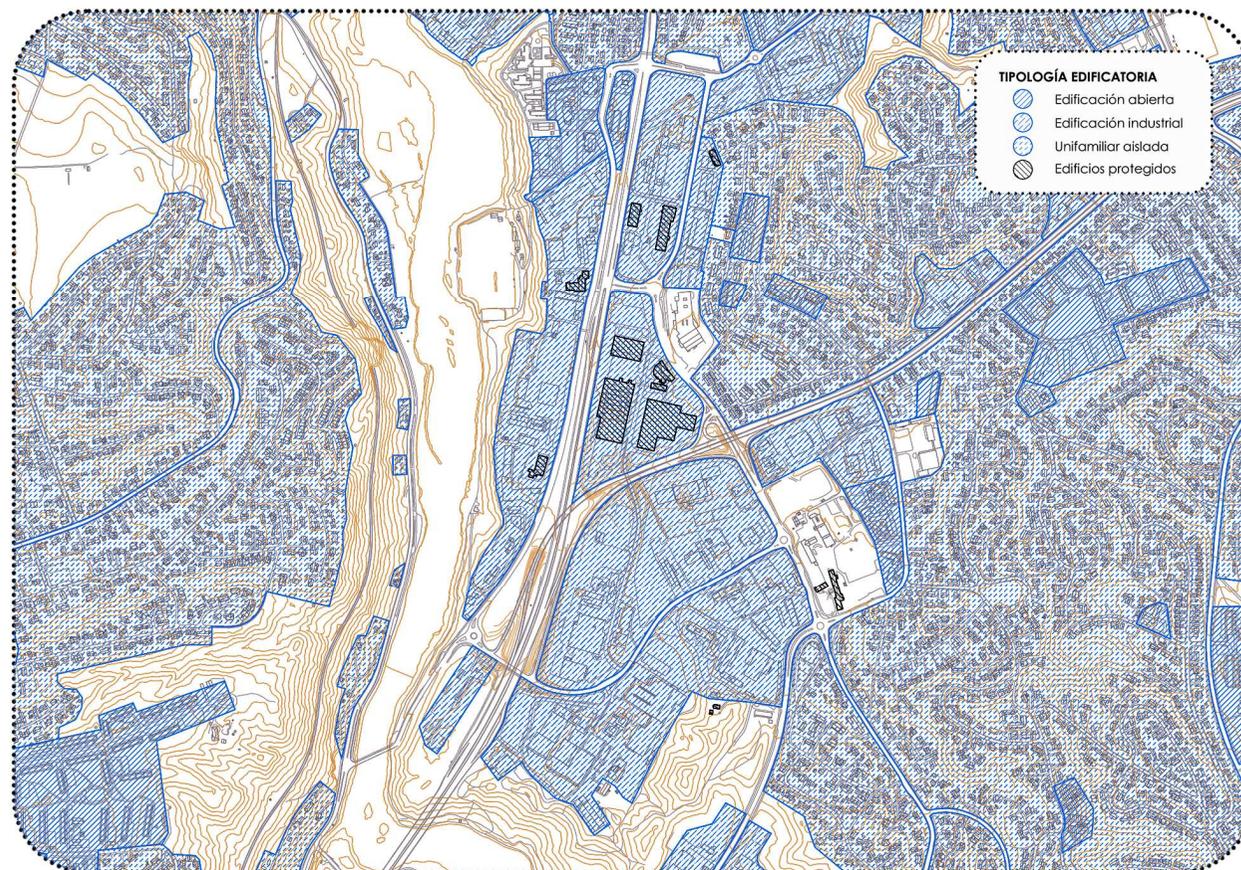
¹ Sectores considerados: publishing activities; motion picture, video and television program production; programming and broadcasting activities; telecommunication; computer programming; information service activities; activities of head offices, management consultancy; architectural and engineering activities; scientific research and development; advertising and market research; other professional, scientific and technical activities; office administrative, office support and other business; creative, arts and entertainment activities.

De los valores obtenidos de esta tabla para el sector cuaternario y dadas las condiciones económicas de Noruega y las previsiones para su crecimiento de acuerdo con el FMI (el cual prevé una desaceleración en el crecimiento de la economía) se puede tomar como representativo el valor de 983 empresas creadas el 2012 para posteriores actuaciones sobre el área.

EDIFICACIONES

El área supone un punto conflictivo en cuanto a construcciones se refiere ya que confluyen tres modelos muy distintos de urbanización: edificación abierta, viviendas unifamiliares y edificios industriales.

El primero de estos tres modelos de urbanización se localiza fundamentalmente al norte de la zona de trabajo, estando presente también aunque de manera dispersa entre las zonas de vivienda unifamiliar. Las edificaciones industriales y comerciales datan en su mayoría de los años 50 a 70 y abarcan el área que se sirve de las arterias Holtermans veg y E6, ganado en densidad a medida que nos acercamos al cruce de ambas. Finalmente, el espacios restante está constituido por edificaciones unifamiliares con una densidad aproximada de 10 viviendas por Ha y una preponderancia del modelo unifamiliar aislada.



DOTACIONES

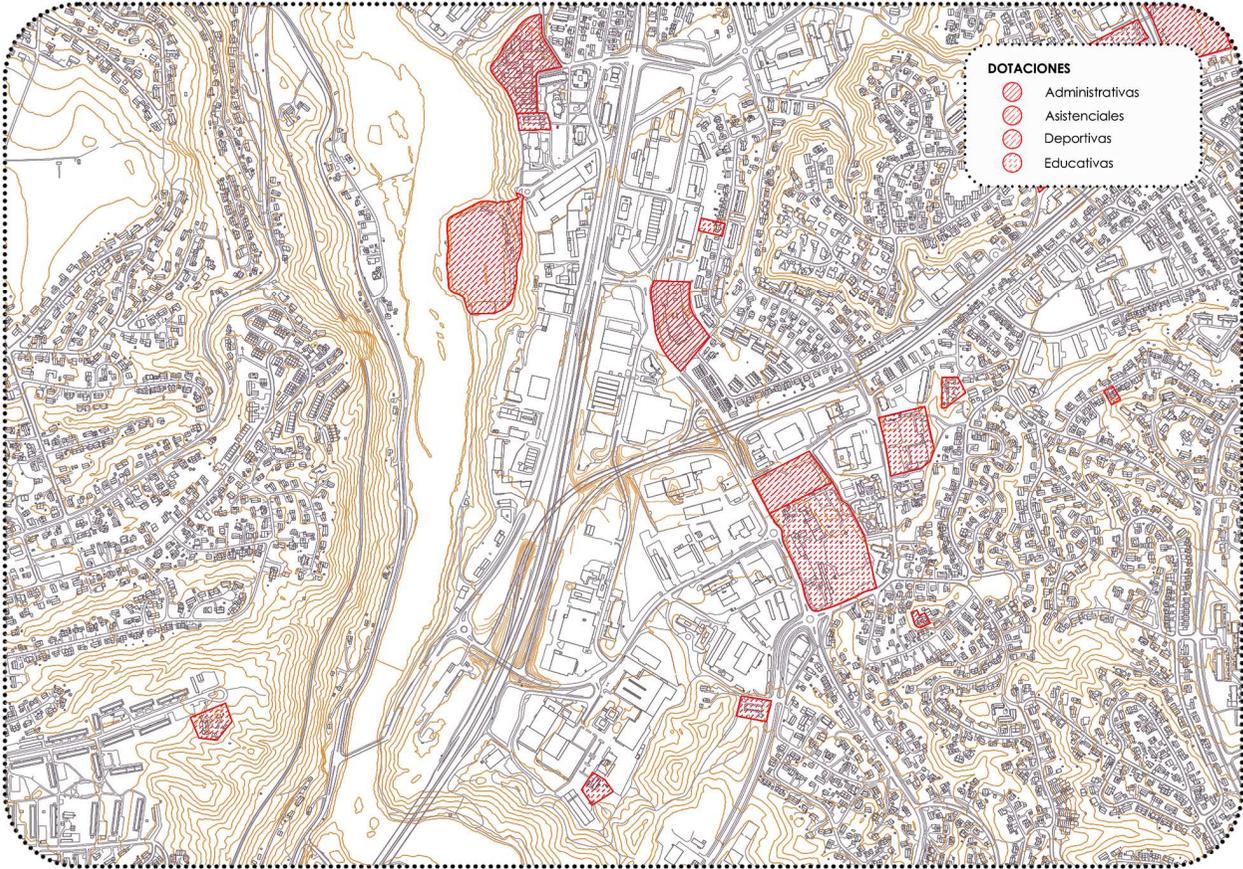
La zona de trabajo se enmarca dentro de los distritos escolares de *Nardo* y *Nirdavoll*, los cuales disfrutaban actualmente de un buen número de dotaciones educativas, encontrando las escuelas *Nardo Skole* y *Nirdavoll Skole*, con unas ocupaciones de 400 y 450 estudiantes respectivamente. Las capacidades de estas dos escuelas son 500 alumnos en *Nardo Skole* y entre 600 y 700 en el caso de *Nirdavoll Skole*, disponiendo el área de un total de 350 plazas libres, lo que representa un 29% de la capacidad total. En lo referente a guarderías, el área se encuentra un 10% por debajo de la capacidad máxima de éstas lo que representa aproximadamente 80 plazas.

En cuanto a dotaciones deportivas se refiere destaca Tempebanen, situado al norte del área de estudio junto al río Nidelva. Es bastante habitual encontrar además pistas deportivas dispersas entre las viviendas unifamiliares las cuales cumplen más una fun-

ción de recreo para los jóvenes que la de un equipamiento propiamente dicho.

Como equipamientos de carácter asistencial encontramos únicamente un centro de salud y bienestar al norte de la ordenación, junto a la zona con edificaciones abiertas. Por último, en el rango de las dotaciones administrativas estaría la oficina de atención al público junto a la compañía Siemens.

En el área podemos encontrar también diversos equipamientos privados, si bien a efectos de establecer las carencias que tendría el área en cuanto a dotaciones educativas se refiere, únicamente se han considerado las públicas. Estas dotaciones privadas son principalmente escuelas y guarderías, siendo estas últimas las más abundantes. Destaca además el hecho de que muchas guarderías están relacionadas o dependen de lugares de trabajo cercanos.



VIARIO Y ACCESIBILIDAD

El área está atravesada por grandes ejes estructuradores de la ciudad de Trondheim, siendo estos el bypass de la autovía E6 y Holtermmans veg, siendo esta última especialmente importante por el gran flujo de transporte público que acoge, con más de 50 salidas de autobuses por hora hacia el centro de la ciudad. Ambas vías sirven de soporte para las redes de transporte público, elemento fundamental para permitir el adecuado funcionamiento de los usos residenciales y terciarios que se apoyan en estos ejes.

Las vías que atraviesan el área soportan actualmente unas intensidades de tráfico muy importantes, comparándolos con el resto de la ciudad. Encontramos pues que la intensidad que soportan Holtermmans veg y el bypass de la E6 en su paso por el barrio de Tempe es de 23200 y 21000 vehículos por día respectivamente. Otras vías con gran presencia de tráfico son Bratsberveien con

11000 vehículos por día y Sorgenfriveien y Tempeveien, ambas con un flujo de 6000 vehículos diarios.

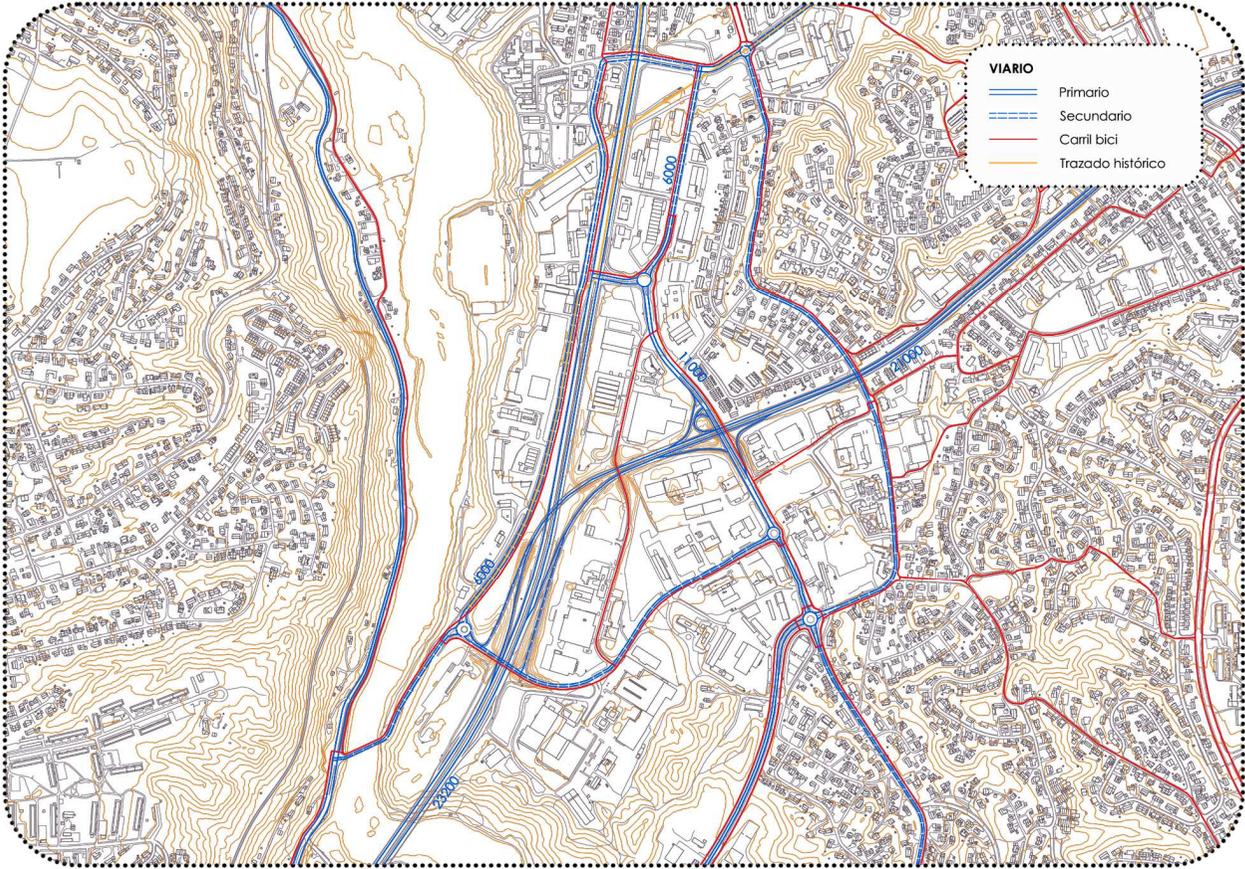
La accesibilidad a la zona se puede caracterizar por la cantidad de personas que podrían alcanzar el área en 30 minutos, siendo estos valores los que siguen:

- A pie: 23700 personas
- T.P.: 110700 personas
- Bicicleta: 136200 personas
- Coche: 168300 personas

Según estos datos se deduce que prácticamente el 62% de la población podría llegar al barrio en transporte público en 30 minutos. Pese a esta circunstancia, la mayoría de desplazamientos se realizan en automóvil privado por las facilidades de aparcamiento

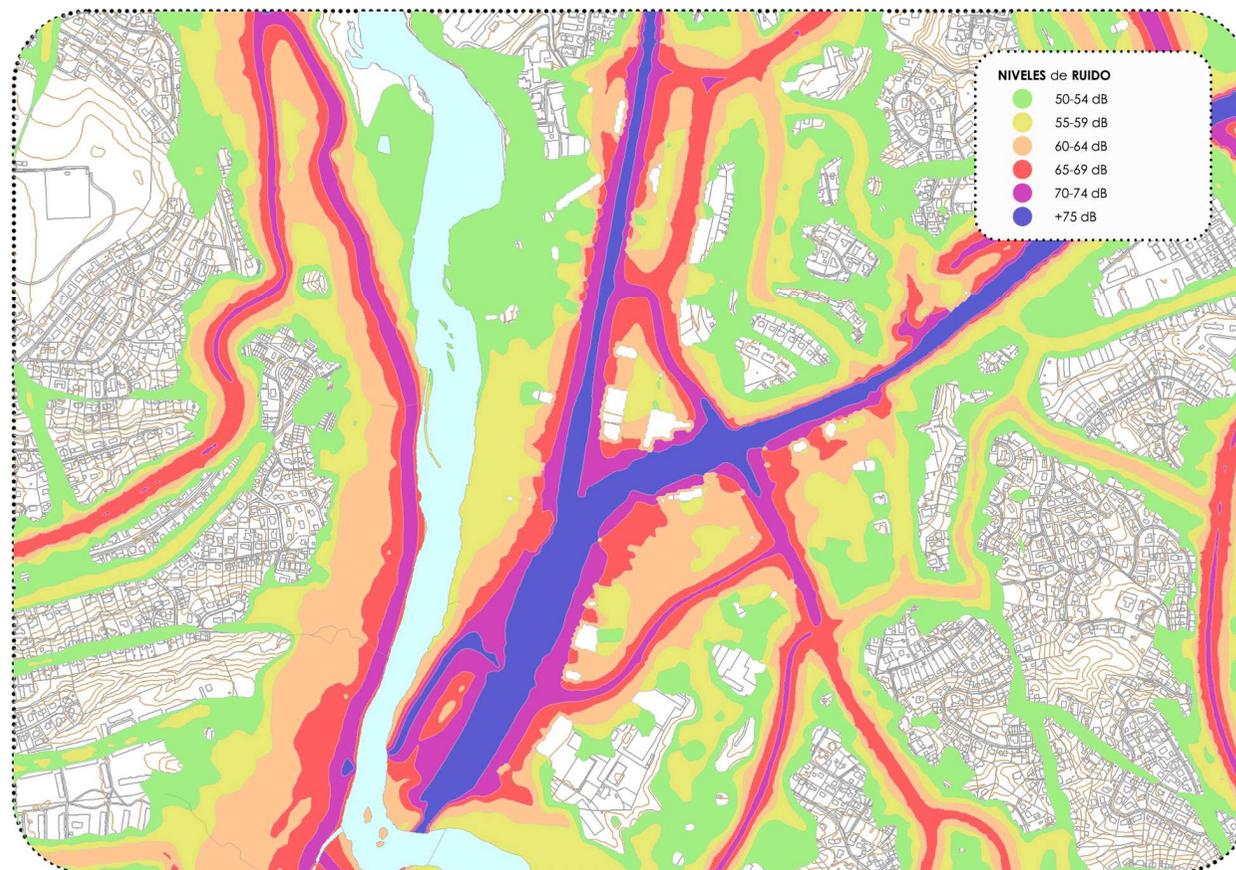
proporcionadas por las industrias. Los valores de accesibilidad peatonal y ciclista se verían altamente influenciados por la construcción de un nuevo puente ciclista cruzando el río Nidelva como se verá más adelante.

Está previsto en el planeamiento la construcción de un nuevo puente para tráfico rodado sobre el río Nidelva, a escasos 200 metros de uno ya existente. Frente a la construcción de este nuevo puente, el cual no se entiende como necesario, la asociación ciclista de Trondheim propuso la construcción de una nueva conexión peatonal y ciclista, apoyándose en un estudio que se verá más adelante.



IMPACTO DEL TRÁFICO

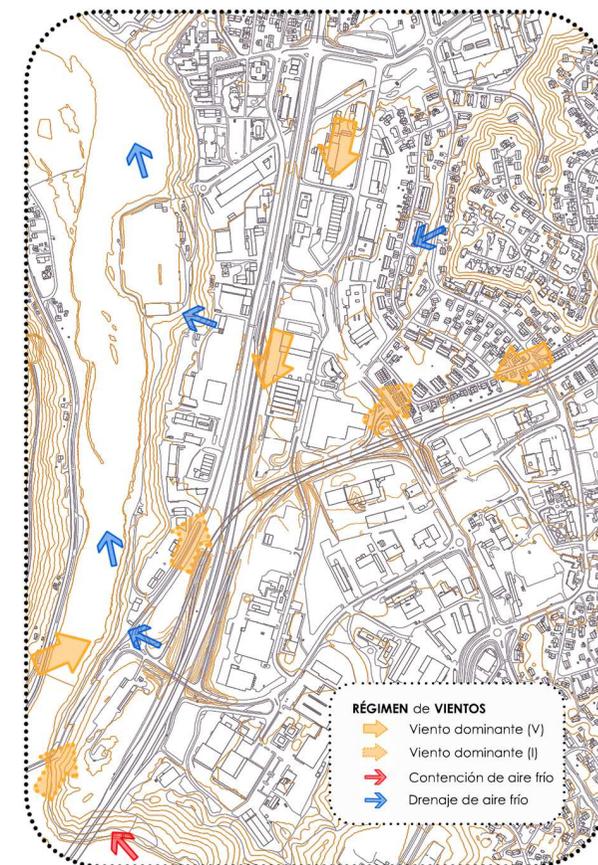
El resultado evidente de estas intensidades de tráfico es una gran contaminación acústica, con valores que llegan a superar los 75 decibelios, y ambiental, encontrando un exceso de contaminantes en el aire y altas concentraciones de partículas y NO₂. Otro problema que deriva de esta intensidad son los accidentes de tráfico, los cuales se asocian fundamentalmente a los cruces en las carreteras y en especial en Holtermmans veg, la cual supone una barrera para los medios no motorizados. La presencia de pasos subterráneos para salvar estos cruces plantea además un problema de inseguridad por el poco control sobre ellos, problema que también puede darse en el sendero paralelo al río Nidelva.



Modificado de Trondheim Kommune Standard Kart

CLIMA LOCAL

La geografía del barrio se caracteriza por ser una zona llana, abierta y soleada rodeada de colinas, unas más altas en el distrito de Byåsen al oeste y otras más bajas en el este, en la zona conocida como Sunnland. El único desnivel notable lo encontramos entre esta área y el río Nidelva, donde se produce una interrupción tanto visual como física. El clima en esta zona, dada su proximidad al río es más fresco y húmedo. Las colinas que circundan el área ejercen una cierta barrera frente al viento pero pese a este hecho y gracias a la presencia del valle del Nidelva, se produce una ventilación y depuración de los contaminantes originados por el intenso tráfico de esta zona.



A partir de datos en *Tempe, Valøya og Sluppen Områdeplan. Analyser, 2012*

ESPACIOS LIBRES

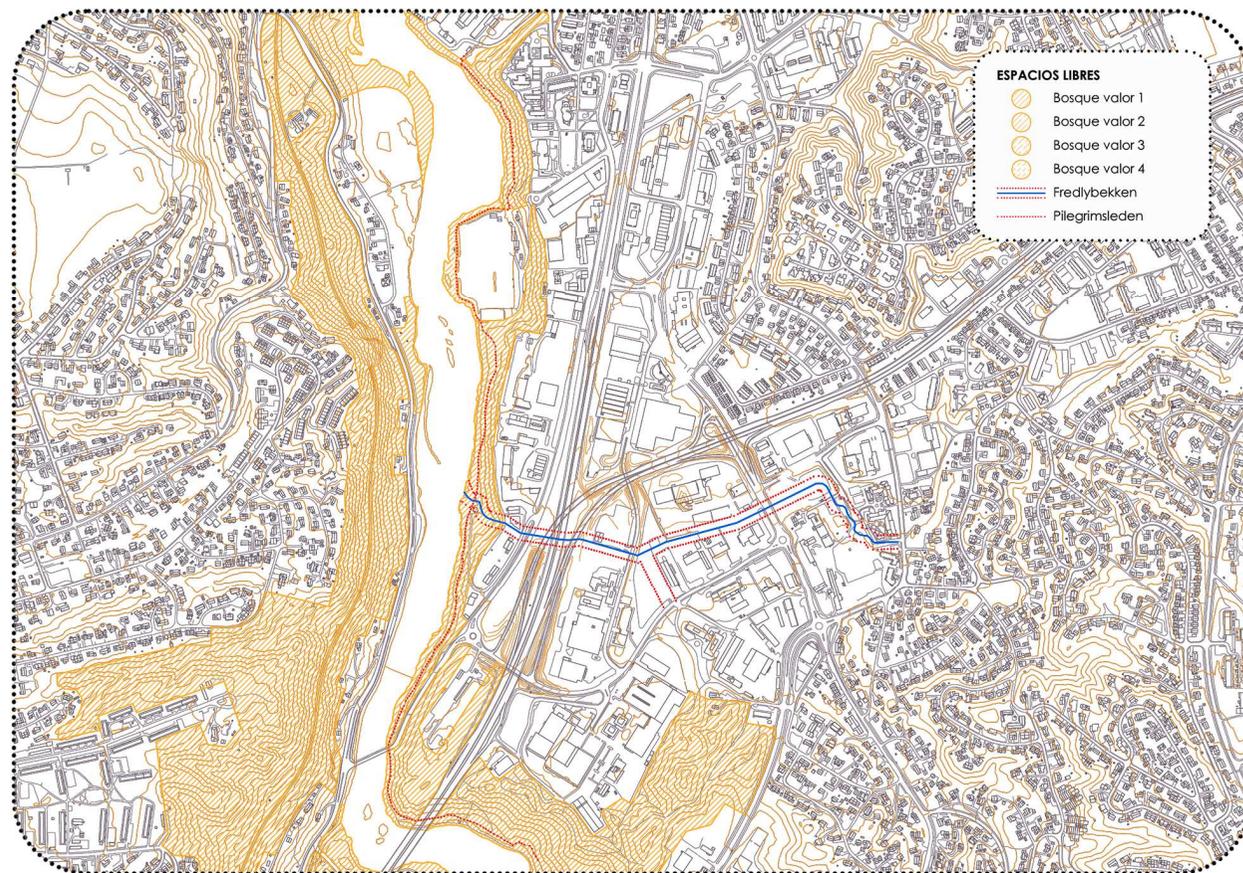
La zona estudiada presenta actualmente una falta de espacios libres planificados, siendo la mayoría de ellos resultado de la urbanización y trazado de las arterias de tráfico. Frente a la carencia de zonas verdes en el área, esta se encuentra rodeada de bosques y espacios naturales. De estas zonas verdes destaca el valle del río Nidelva, por ser la única que se relaciona directamente con el área estudiada y por su alto valor natural y paisajístico, acogiendo gran variedad de especies vegetales y animales, siendo uno de los tres principales destinos para las aves acuáticas. La importancia de esta área radica también en la capacidad de ventilación del corredor del río así como la depuración del aire gracias a la vegetación.

La lista roja (listado especies naturales y animales especificando su estado de conservación), registra en el área la presencia de especies como el azor, el cisne cantor, el pigargo europeo o el *picus canus* así como

diversas especies de patos. Más allá de la evidente necesidad de conservación del área como hábitat de estas especies, se plantea también la posibilidad de conservación como observatorio de la naturaleza y lugar de ocio, teniendo en cuenta además la presencia del gran número de mamíferos como ciervos, castores, tejones y alces que hacen de este paraje su hábitat natural. En cuanto a especies acuáticas se refiere, destacar que se trata de un río salmonero nacional, lo que implica que no se pueden realizar acciones que perjudiquen a los salmones y además se debe disponer de lugares de pesca en el mismo. La misma lista roja cataloga también la presencia de varias especies de briofitas (musgos) y del sauce negro. La clasificación establecida para las zonas de bosque (1, regionalmente muy importante; 2, regionalmente importante; 3, localmente muy importante; 4, localmente importante) se establece de acuerdo con la mencionada lista roja.

Los límites entre la urbanización y la zona natural están muy marcados, generándose una “ruptura” entre ambos. Esto es debido a la fuerte pendiente que posee la rive-ra del río y a que la densa vegetación impide el contacto visual desde la planicie del barrio del Tempe hacia el Nidelva. Discorriendo en paralelo al río por esta zona encontramos el sendero Pilegrimsleden, como único elemento estructurador de esta área natural. Dicho sendero posee las condiciones de anchura y firme para ser utilizado por peatones pero no así por ciclistas.

Desde el barrio de Sluppen y hasta el río se localiza un antiguo espacio natural a lo largo de un arroyo, Fredlybekken, que durante los años 50 se utilizó como vertedero. La importancia de este espacio hoy desaparecido radica en que serviría de conexión entre los espacios naturales circundantes y el valle del Nidelva, dotando a estos de una estructura hoy inexistente.



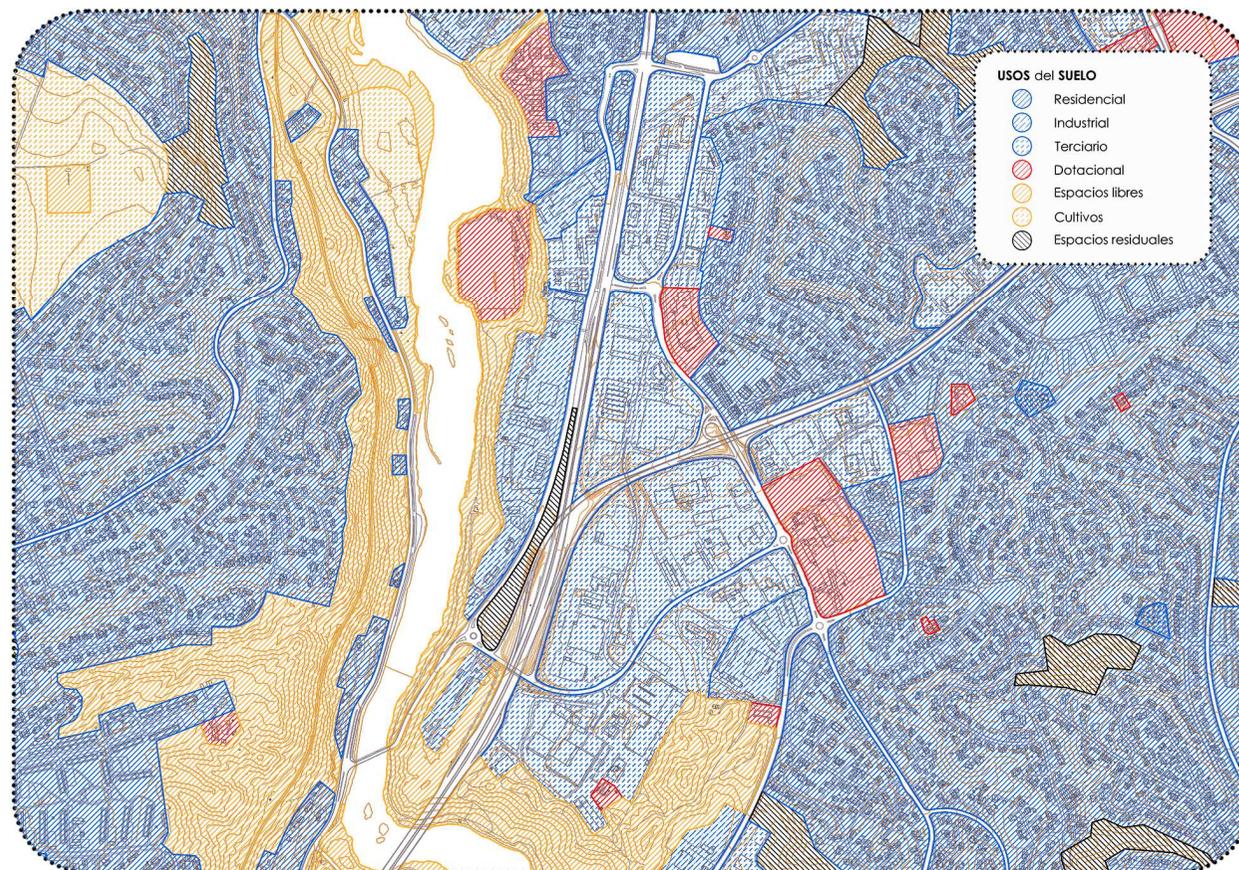
A partir de datos en *Tempe, Valøya og Sluppen Områdeplan. Analyser, 2012*

USOS DEL SUELO

Las 98,50 Ha del plan están repartidas entre cerca de 60 propietarios, siendo el más importante el municipio de Trondheim con un 38,7% del suelo, seguido de la compañía Siemens con un 6,5% aproximadamente, siendo el uso mayoritario el terciario. El municipio de Trondheim posee además las zonas naturales que bordean el río Nidelva, con la excepción del equipamiento deportivo situado junto a este. Las superficies aproximadas de cada uno de los usos presentes se recogen en la siguiente tabla:

Uso	Superficie (Ha)	%
Residencial	2,41	2,45
Industrial	11,32	11,49
Terciario	46,40	47,11
Dotacional ²	27,72	28,14
E. Libres	9,15	9,29
E. Residuales	1,50	1,52
Total	98,50	100,00

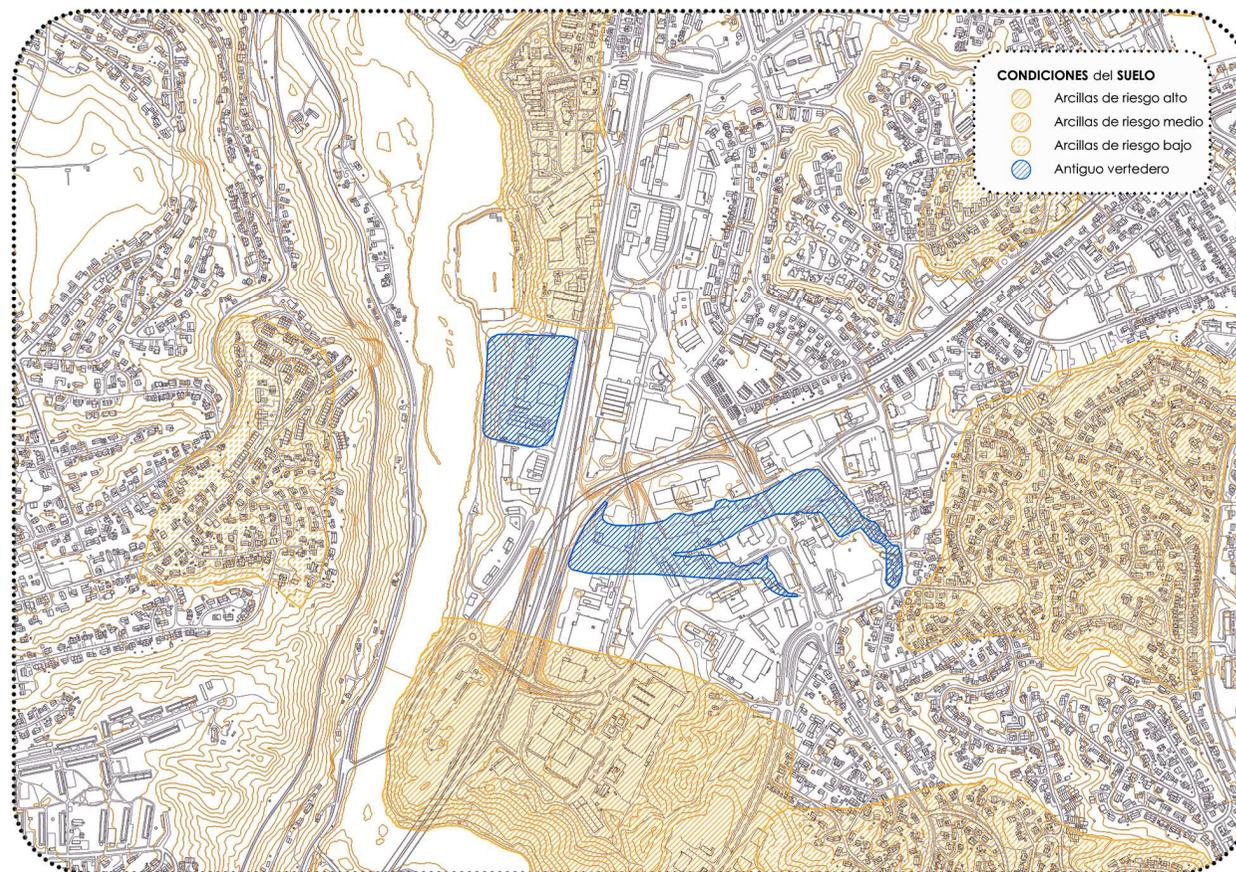
² Se ha considerado también el viario.



CONDICIONES DEL SUELO

El terreno presente en el área es en su mayoría un depósito marino continuo y de grano fino que abarca desde los 0,5 metros hasta una gran profundidad, con pocos o ningún afloramiento rocoso, siendo también posible hallar algunas zonas de depósitos fluviales junto al cauce del río. Destaca especialmente la presencia de antiguos vertederos y rellenos antropogénicos.

La característica más notable de la zona es en cambio la presencia de arcillas rápidas. Estas arcillas poseen una resistencia en estado natural muy alta que disminuye bruscamente cuando son alteradas, pudiendo llegar incluso a comportarse como un líquido. Esta alteración puede producirse por cortes en el terreno o por humectación con agua dulce, siendo esta última la causa de la licuefacción del suelo. Por tanto, se debe tener especial precaución al urbanizar y edificar en estas áreas, evitándolo en la medida de lo posible.



A partir de datos en *Tempe, Valøya og Sluppen Områdeplan. Analyser*, 2012

PROYECTOS EXISTENTES

El barrio de Tempe es hoy una zona en transformación, donde varios actores privados han ido desarrollando proyectos individuales. Urge por tanto la necesidad de un planeamiento global del área que proporcione el marco de trabajo para lograr el resultado deseado, asegurando un buen espacio urbano, sistemas de tráfico funcionales y un desarrollo acorde con los estándares actuales. Recientemente se han preparado varios programas en el área:

1. Parque de bomberos en Sluppen, situado en una colina al sur del área de trabajo.
2. Desarrollo de Fredlybekken como una estructura verde y con agua que discurre desde el este hasta llegar al río.
3. Plan para Sluppenvegen 5-25, donde se prevé la creación de 124000 m² entre oficinas, servicios y nego-

cios. Este plan propone alturas de 5 a 6 pisos con la posibilidad de colocar una torre de hasta 20 pisos.

4. El plan de Holtermmans veg 70 detalla la regulación de oficinas y edificios residenciales, fijando unas alturas de 4 a 5 pisos e incluyendo una torre de 15 plantas.

De todos los planes existentes, el que se ha entendido como más importante es el Kommuneplanens samfunnsdel, plan general de Trondheim. Este abarca desde el 2009 al 2020 y ha servido como punto de partida para el presente proyecto por los objetivos globales que proponía:

- En 2020 Trondheim es una ciudad de reconocimiento internacional en tecnología y conocimiento.
- En 2020 Trondheim es una ciudad sostenible y respetuosa con el medio ambiente

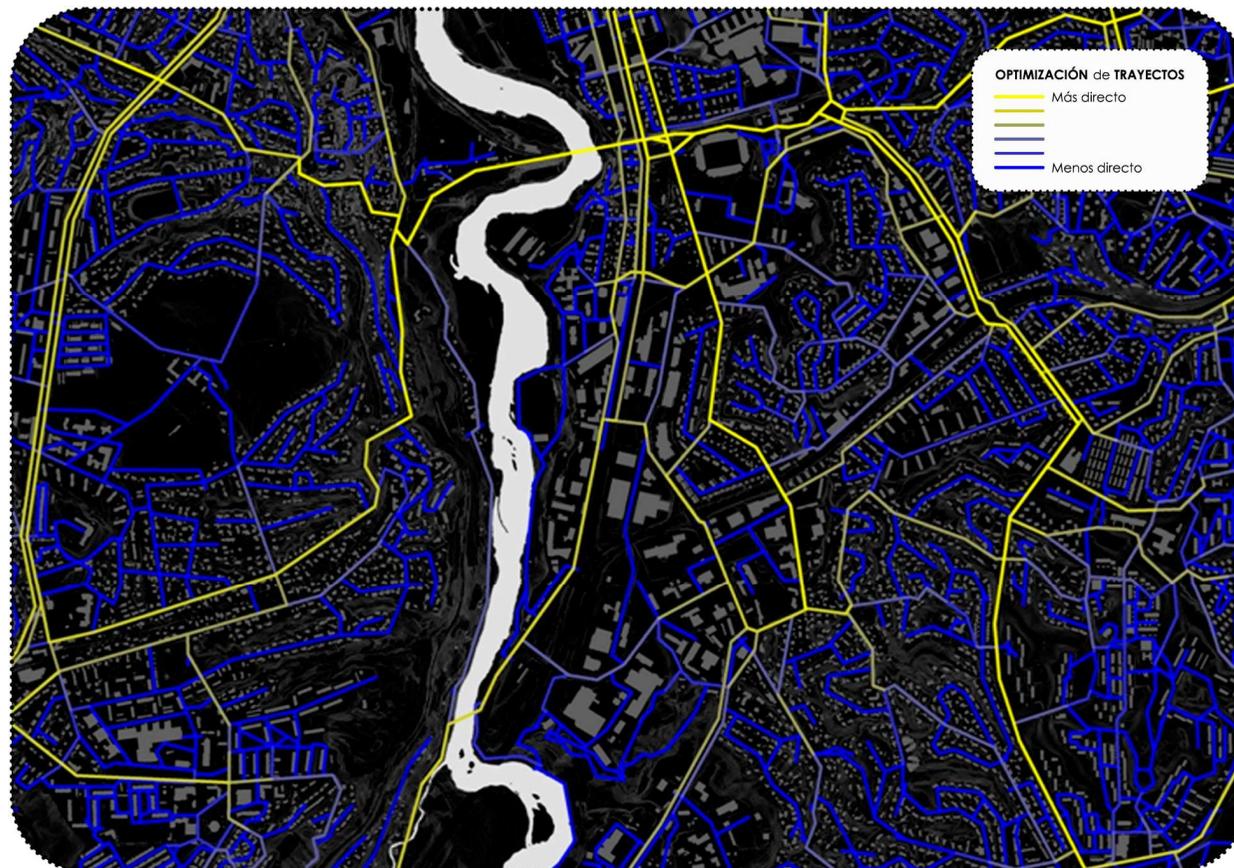
- EN 2020 Trondheim es una ciudad acogedora y diversa.

Al margen de los proyectos individuales para el área, encontramos también un plan urbanístico que propone una ordenación global para la zona de trabajo. En este plan aparece el puente para tráfico rodado comentado anteriormente, como parte de un intento de establecer un anillo de circunvalación atravesado por un eje. Esta forma de cambiar la estructura global de la ciudad sirve como referencia en el presente proyecto por su interés, aunque modificando la forma en que se logra este objetivo y el valor que se lo otorga a los ejes.

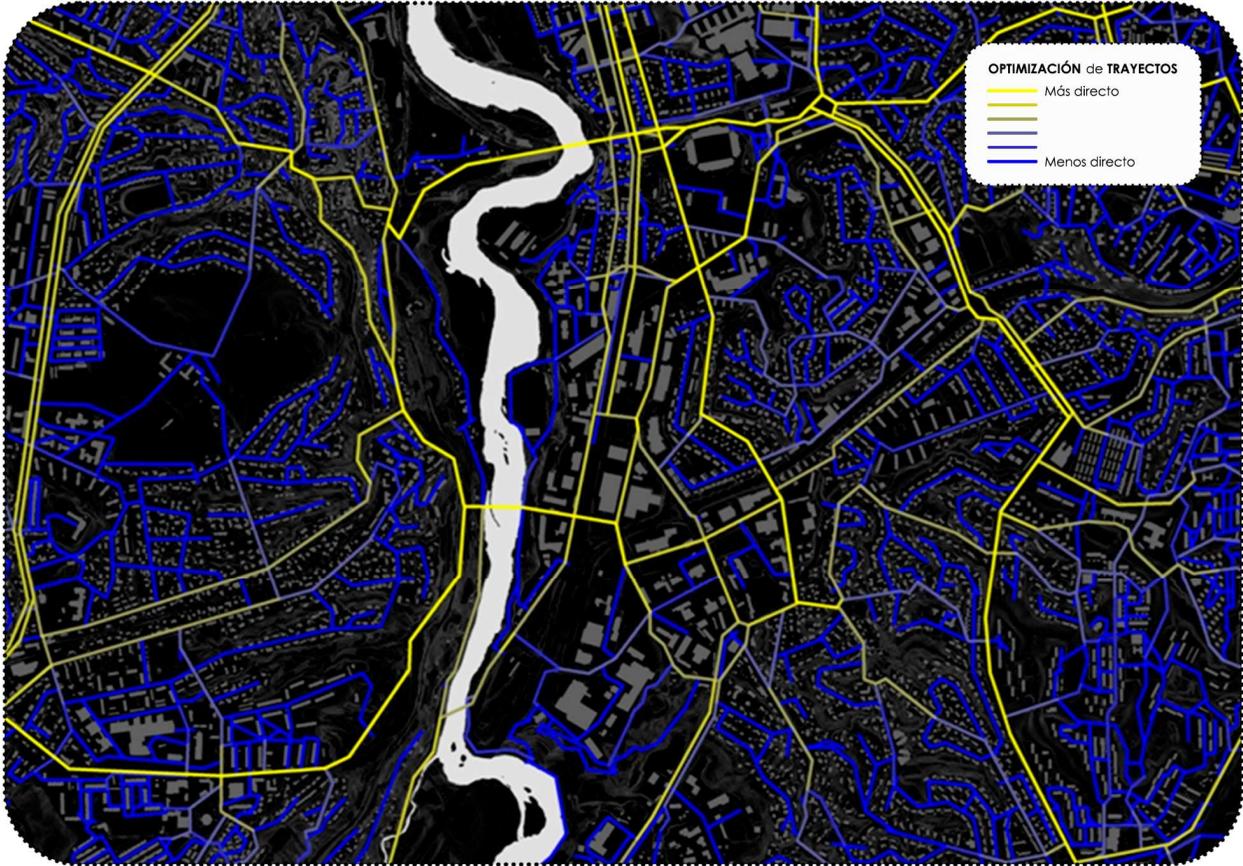
INFLUENCIA DE UNA NUEVA CONEXIÓN

Actualmente ambas partes del río poseen unas conexiones destinadas fundamentalmente a vehículos a motor, estando las conexiones peatonales y ciclistas en una situación deficitaria. Dado que la población conjunta de los distritos más próximos a la zona de trabajo al oeste del río (Byåsen, Hallset y Åsveien) es de 19241, valor que aumenta a 30373 si se considera el resto de distritos, se evidencia la necesidad de establecer nuevas conexiones entre ambas partes del río. Esta nueva conexión reduciría enormemente las distancias y contribuiría al uso y establecimiento del nuevo nodo de la ciudad que propone el presente proyecto, además de servir como ruta de ocio en uno de los parques naturales más interesantes que puede ofrecer la ciudad de Trondheim.

La idea original de esta conexión surge de la asociación ciclista de Trondheim, en parte como respuesta a las nuevas conexiones rodadas que proponía el plan para



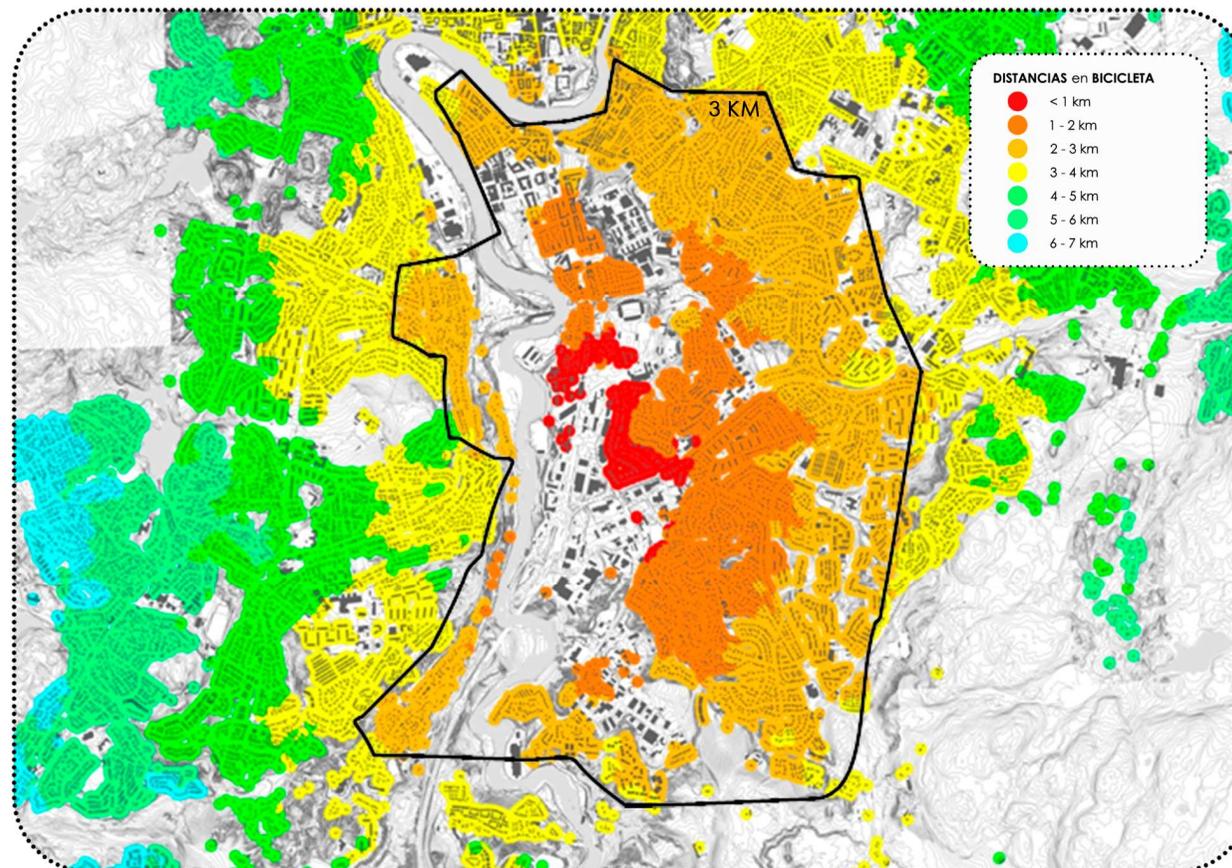
Modificado de *Tillgänglighetsanalys av nya cykelstråk*, 2012



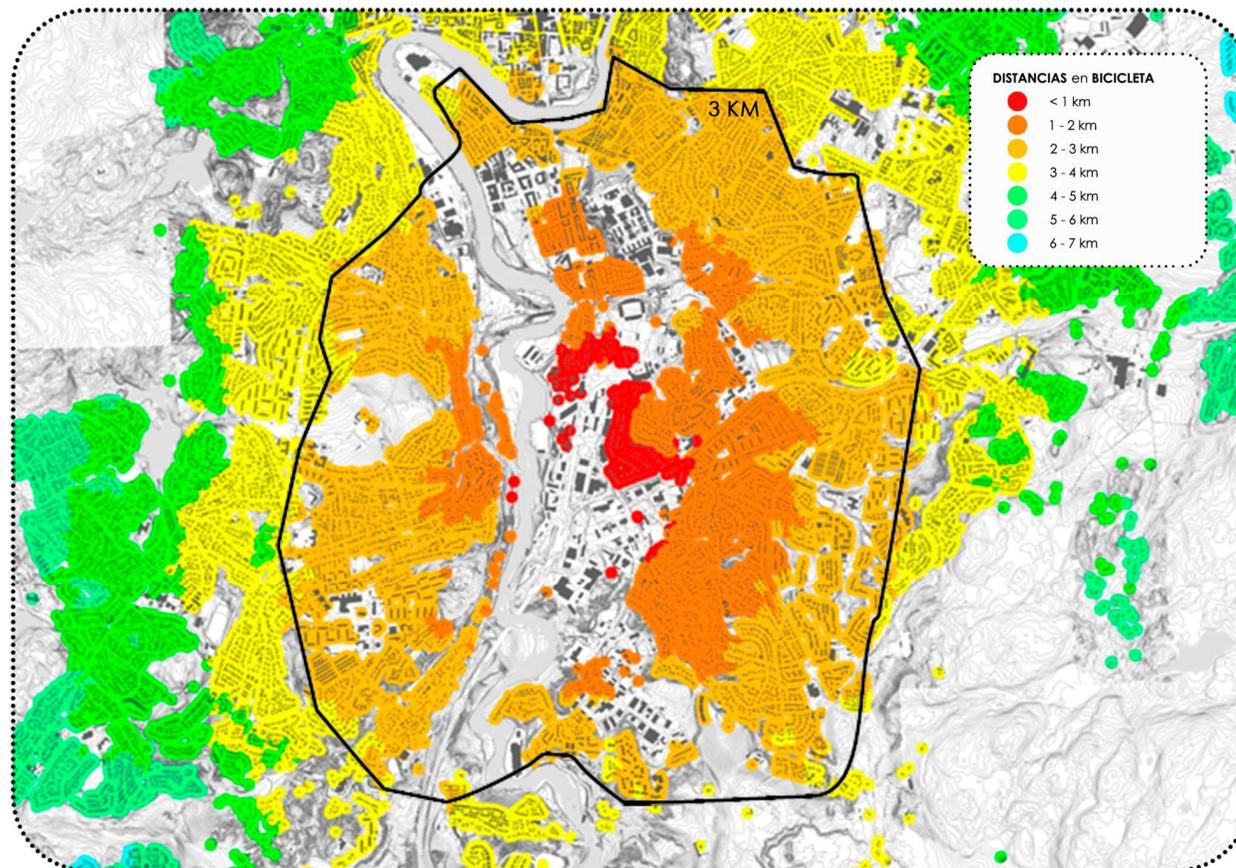
Modificado de *Tillgänglighetsanalys av nya cykelstråk*, 2012

el barrio de Tempe. Esta primera idea se apoya en un estudio³ que establece que la población que podría acceder al nodo propuesto ascendería a 40000 habitantes con la ejecución de la nueva conexión, considerando un desplazamiento de hasta 3km en bicicleta. En el presente proyecto se ha decidido incorporar esta intervención a la ordenación prevista, entendiéndose la necesidad de su ejecución.

³ El estudio mencionado fue realizado por el profesor Bendik Manum de la NTNU en colaboración con un grupo de ingenieros sueco para demostrar la viabilidad y la necesidad de creación de una nueva conexión entre ambas partes de la ciudad a la altura de Tempe. Según éste, la creación de un nuevo puente peatonal y ciclista permitiría aumentar en 10000 los habitantes a una distancia inferior a 3km de Tempe. El mismo estudio ha sido también base para la propuesta alternativa al plan de movilidad llevada a cabo por la asociación ciclista de la ciudad.



Modificado de *Tillgänglighetsanalys av nya cykelstråk*, 2012



Modificado de *Tillgänglighetsanalys av nya cykelstråk, 2012*

¿CÓMO EMPEZAR?

Para el desarrollo de este proyecto se ha emprendido un proceso iterativo que, comenzando por la nueva jerarquía y distribución del viario, culmina en la resolución de la pequeña escala y el detalle de los edificios. En un primer momento y establecidas ya los objetivos locales a cumplir, se comenzó por trazar esa nueva red viaria, para apoyar posteriormente en ellas las edificaciones y finalmente desarrollar las mismas, teniendo siempre en cuenta que por la condición de proyecto integrado debía haber una labor constante de revisión de lo ya realizado para que estuviese en consonancia con las nuevas partes del proyecto.

Dada la situación del proyecto, resulta evidente que las condiciones y los factores a considerar deberán ser necesariamente distintos a los utilizados en proyectos situados en entornos más próximos. Este concepto, no debe limitarse únicamente a los aspectos climáticos y geográficos sino también

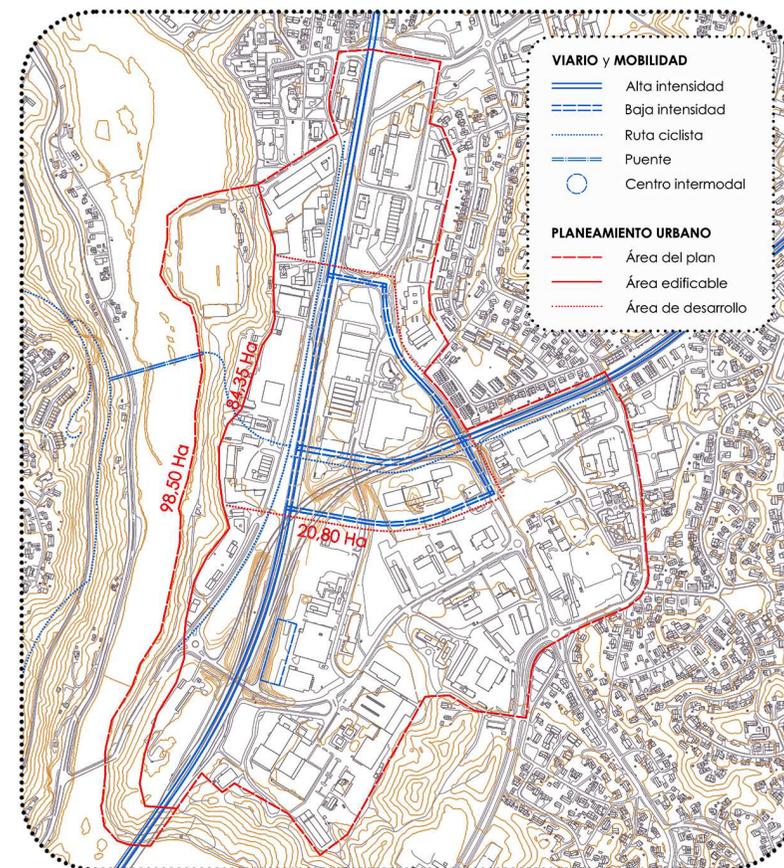
a aquellos de carácter social o cultural e incluso a todos los relacionados con el diseño y la escala urbana. No se trata con esto de reproducir fielmente lo existente, con sus virtudes y sus defectos, si no de utilizar las “herramientas” que nos proporciona el entorno para lograr un proyecto que se adaptado al lugar y a los nuevos retos y exigencias de una sociedad más sostenible y basada en nuevas formas de trabajo y relaciones sociales.

El proyecto consta de varias facetas las cuales se han ido resolviendo de manera conjunta para no cometer los mismos errores que se están dando en el área actualmente. Estas facetas comentadas son: viario y movilidad, edificaciones propuestas, edificaciones recuperadas y red de espacios libres. Podríamos considerar el puente peatonal y ciclista junto con la ruta asociada a este un quinto aspecto del proyecto, si bien no ha sido desarrollado en el presente trabajo.

ÁREA Y LÍMITES DE TRABAJO

Para el análisis y ejecución del presente proyecto se han establecido tres áreas distintas, estando cada una de ellas destinada a una parte del análisis o de la ordenación específica.

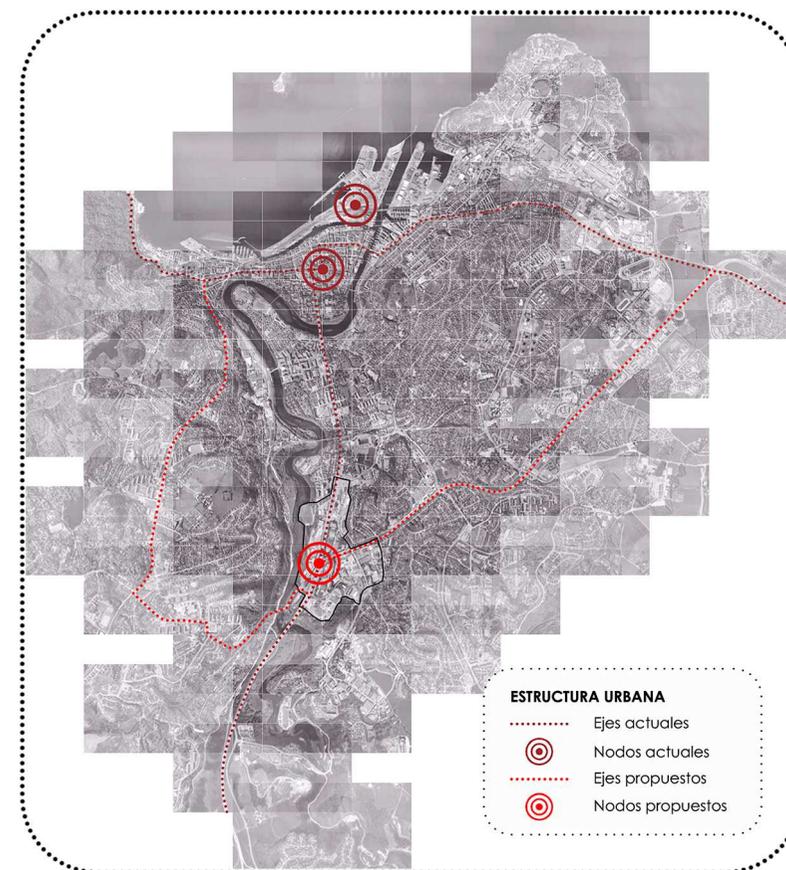
La superficie sobre la que se ha realizado el análisis y las actuaciones sobre el viario y zonas libres abarca 6 barrios repartidos entre los distritos de Nardo y Nirdavoll, con una superficie total de 98,50 Ha. Dentro de esta área se ha delimitado otra de 84,35 Ha, tomando como referencia el inicio de la pendiente que baja hasta el río, siendo esta la zona óptima para colocar las edificaciones. Finalmente se ha trazado un área de 20,80 Ha dentro de las dos anteriores que establece la zona que se ha ordenado en detalle y donde se han colocado los nuevos edificios.



POLÍTICA DE MOVILIDAD

De acuerdo con uno de los objetivos del plan, se propone cambiar la estructura de la ciudad, pasando del actual sistema de transporte basado en dos ejes que se cruzan en el centro a uno anular atravesado por un eje. Este sistema se apoya en la creación de un nodo multifuncional y de transporte situado en la conexión entre el anillo de circunvalación y el eje que parte del centro hacia el área de trabajo.

Este esquema de ciudad adoptado responde al modelo de ciudades policéntricas, donde se pretende la reducción de la necesidad de desplazamientos y la racionalización de los medios de transporte. Esta nueva forma de enfocar la estructura vial de Trondheim se podría aplicar incluso a más puntos del anillo o a otros ejes de transporte, en un intento de contener la excesiva dispersión y la consecuente ineficiencia que sufre la ciudad en su crecimiento.



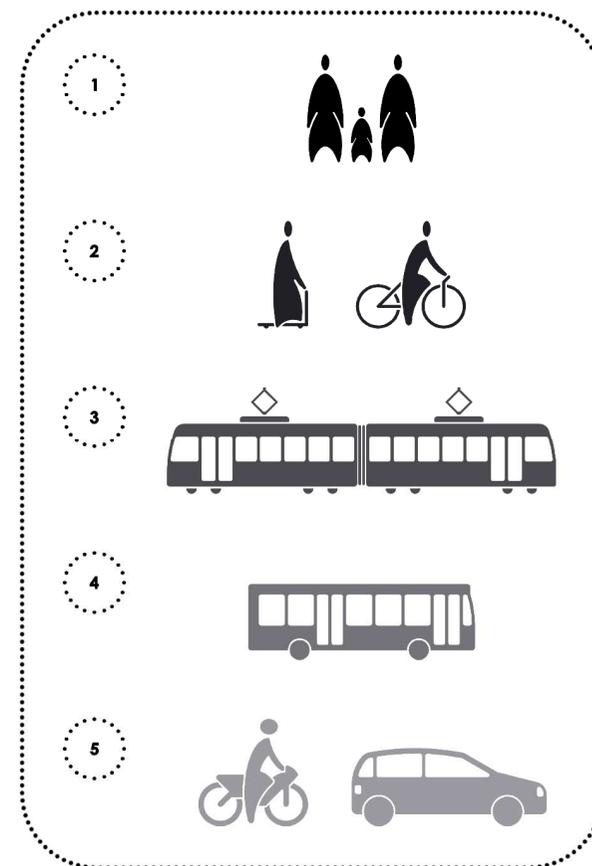
MEDIOS DE TRANSPORTE

El cambio en la política de movilidad anteriormente expuesto se entiende que debe ir acompañado de un cambio en la jerarquía de los medios de transporte, valiéndose de los nuevos ejes y secciones viales propuestas. En este sentido se establecen en primer lugar dos grupos, medios no motorizados y medios motorizados, gozando siempre los primeros de una mayor importancia. El motivo de esta división y de la importancia otorgada a cada grupo depende del impacto urbano que generan, ya sea por contaminación ambiental, acústica, visual o siniestralidad.

Dentro del grupo de medios no motorizados encontramos en primer lugar a los peatones, por generar el menor impacto urbano posible y ser en definitiva los usuarios últimos de la ciudad. En segundo lugar quedarían en este grupo los ciclistas y otras formas de transporte alternativas (patinadores, skaters, etc).

En la categoría de medios motorizados se situarían en primer lugar los medios de transporte público, situándose el tranvía en la posición más alta por su gran capacidad de transporte y por ser un medio no contaminante ambientalmente en el ámbito urbano. En segundo lugar se encontraría el autobús, ya que compensa su impacto urbano con su capacidad de transporte colectivo de personas. Finalmente se situarían los medios de transporte privados como el automóvil y la motocicleta, por su gran efecto contaminante y por la peligrosidad que conlleva su uso masivo para otros usuarios.

Sin perder nunca de vista la nueva jerarquía establecida, se entiende como fundamental el papel que juegan los medios de transporte motorizados no públicos para el correcto funcionamiento de un área, ya sea para los servicios de emergencia o como pieza fundamental de todos los sectores de la industria.

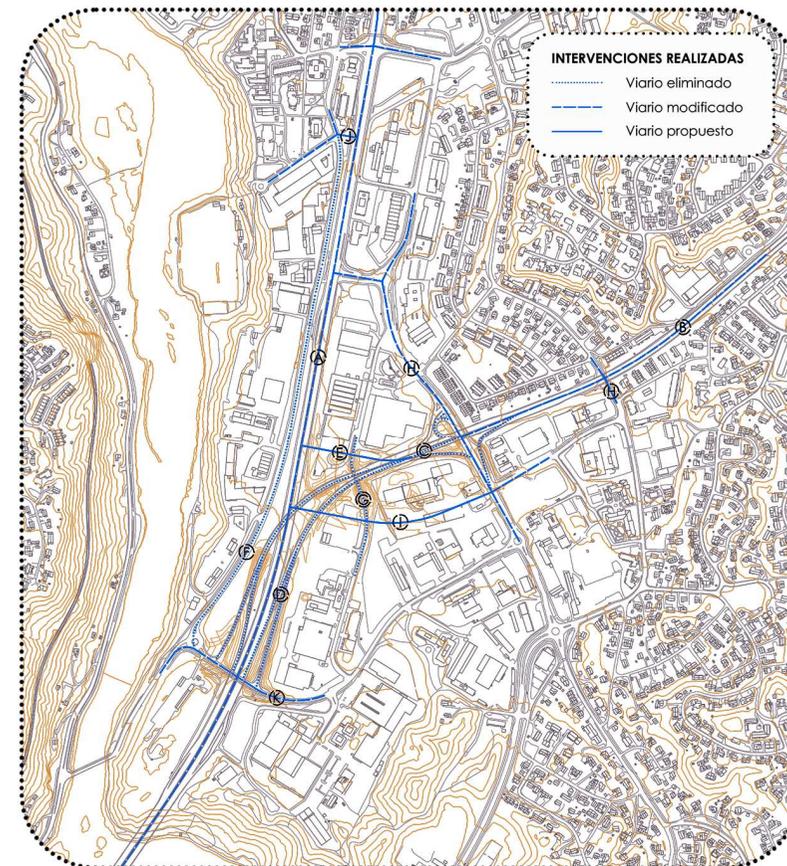


INTERVENCIÓN SOBRE LAS VÍAS

Uno de los pilares fundamentales del proyecto de revitalización urbana desarrollado es el viario, como ya se ha comentado anteriormente. La intervención sobre este se ha realizado siguiendo un criterio de economía de medios, prefiriendo las modificaciones sobre las calles y avenidas existentes frente a la sustitución completa de toda la red viaria, habiéndose actuado de tres maneras: eliminación, modificación y creación. Cabe mencionar que se han conservado ciertos trazados dotándolos de otro uso, cuando por su componente histórica o funcional se haya considerado necesario. Las actuaciones realizadas han sido:

- A.** Modificación de la sección de la vía Holtermmans Veg, incorporando una plataforma para el tranvía con una anchura de 6,80 (doble sentido) o 3,40 (sentido único) y fijando un máximo de tres carriles de circulación (uno reservado para el transporte público) para cada sentido. Encontramos cinco secciones distintas para esta vía, dependiendo de las condiciones concretas de cada tramo (tramo urbano o no, separación entre edificaciones, necesidad de aceras, reducción del tráfico). Estas secciones varían desde una anchura de 24,10 metros a un máximo de 38,80 metros.
- B.** Modificación de la sección de la E6, incorporando aceras a ambos lados y mediana central, así como fijando un máximo de tres carriles de circulación (uno reservado para el transporte público) para cada sentido. Encontramos tres secciones distintas para esta vía, dependiendo de las condiciones concretas de cada tramo. Estas secciones varían desde una anchura de 25,00 metros a un máximo de 30,50 metros.
- C.** Supresión del tramo de la E6 comprendido entre Bratsvervegen y Holtermmans veg.
- D.** Supresión de los carriles de aceleración y nudos de conexión presentes por la condición de autovía que poseen actualmente Holtermmans veg y el bypass de la E6.
- E.** Creación del tramo de conexión entre Holtermmans veg y la E6, tomando como sección la de esta última.
- F.** Supresión de Tempevegen y utilización del trazado de esta como una vía ciclista y peatonal, dado su valor como camino histórico.
- G.** Supresión de la vía señalada y del paso inferior de esta, sustituyéndola por un trazado ciclista.

- H. Modificación de Bratsberveien y Klæbuveien para conectarlas con el nuevo trazado y sección de la E6.
- I. Creación de una nueva vía para absorber parte del tráfico destinado al cruce entre Holtermmans veg y la E6, permitiendo así una reducción en el número de carriles destinados al automóvil en este.
- J. Creación de una nueva vía de conexión entre la subida del polideportivo del río Nidelva y Holtermmans veg.
- K. Modificación de la sección de Sluppenvegen para adaptarla a la modificación de Holtermmans veg y a la supresión de los carriles de aceleración y de Tempevegen.

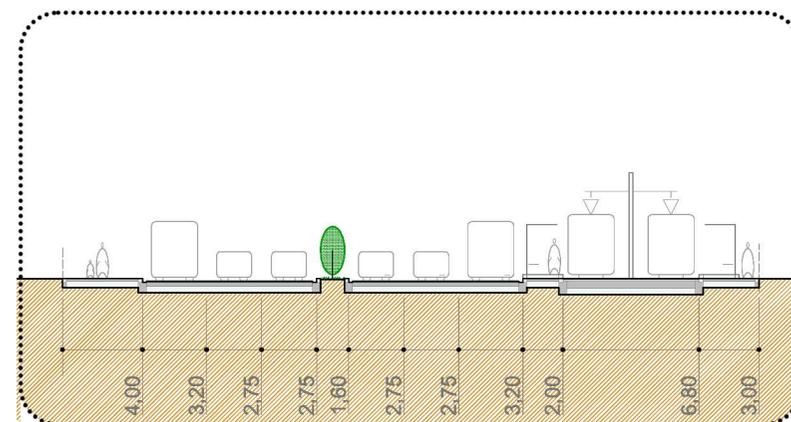


REMODELACIÓN DE LAS VÍAS

El elemento vertebrador del proyecto son las vías principales remodeladas, Holtermmans veg y la circunvalación de la E6, así como las secundarias que conectan con estas. Un primer criterio adoptado para establecer las secciones de estas vías ha sido suprimir el carácter de vía rápida que poseen actualmente mediante el uso de menores secciones destinadas al tráfico, incorporación de aceras y arbolado y fundamentalmente gracias a fomentar la transversalidad de las mismas.

Contando con que la nueva red viaria y el centro intermodal propuesta reducirían las intensidades de circulación actuales que soportan las vías, se considera suficiente la disposición de tres carriles de circulación para cada sentido, siendo uno de ellos destinado a la red de transporte público. La misma red viaria permitiría la reducción del tráfico en el cruce de las dos principales ejes gracias al apoyo de las vías secundarias,

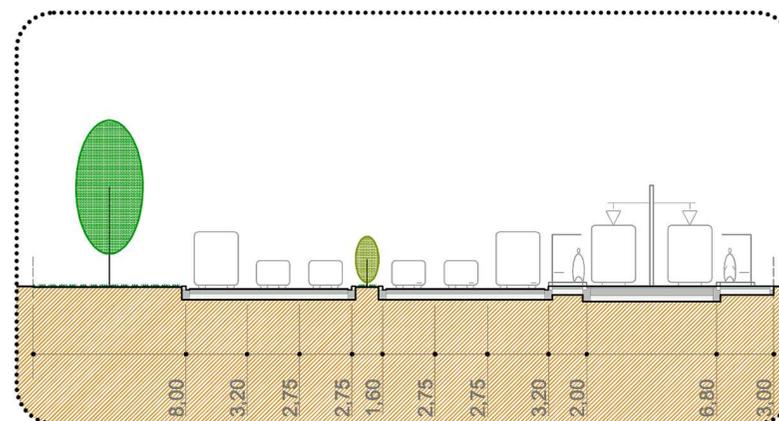
1 · HOLTERMMANS VEG 34,80 m



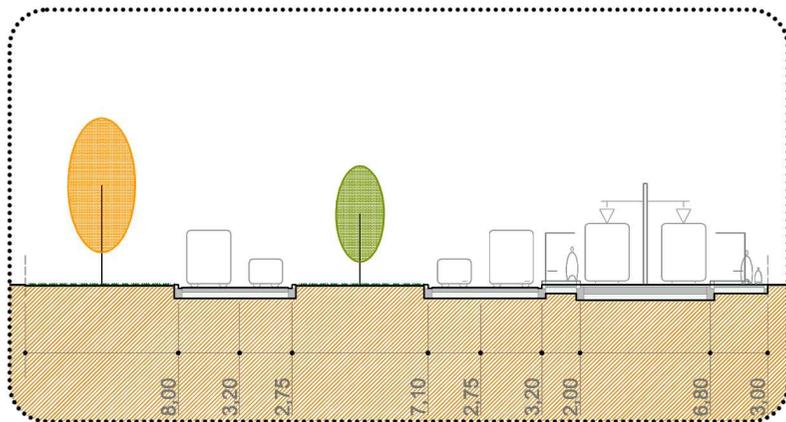
posibilitando una reducción de la sección a dos carriles en la zona central de la ordenación.

Los carriles para uso general que se dispondrán serán de 2,75 metros, salvo en vías de servicio donde llegarán a los 3,20 metros. En las vías principales se reservará además un carril de 3,20 metros para transporte público u otros usos especiales. La separación entre los sentidos de circulación se realizará con una mediana central de 1,60 metros, llegando a los 7,10 en los tramos de tráfico reducido. La plataforma del tranvía tendrá un ancho comprendido entre 3,40 y 6,80 metros dependiendo de si consta de una o dos vías para tranvía y descontando el espacio destinado a las paradas.

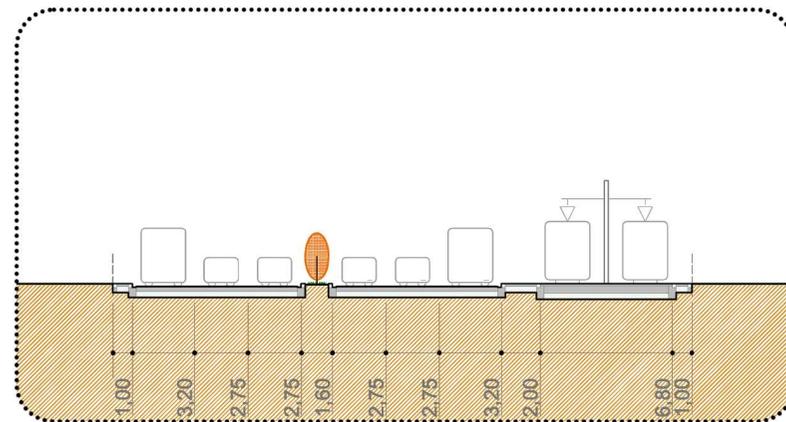
2 · HOLTERMMANS VEG ARBOLADA 38,80 m



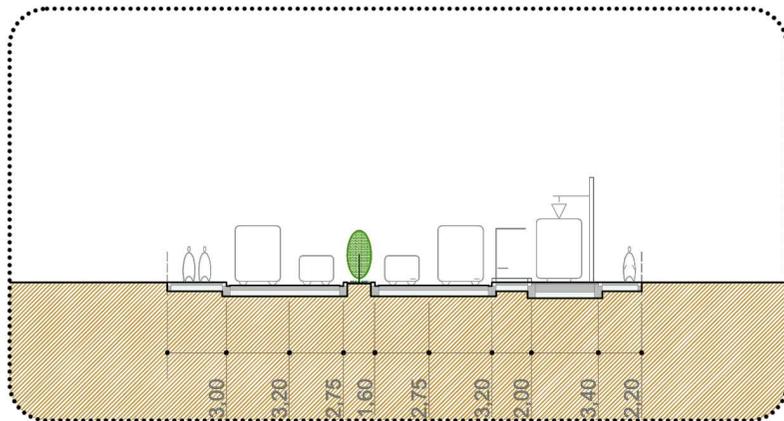
3 · HOLTERMMANS VEG ARBOLADA REDUCIDA 38,80 m



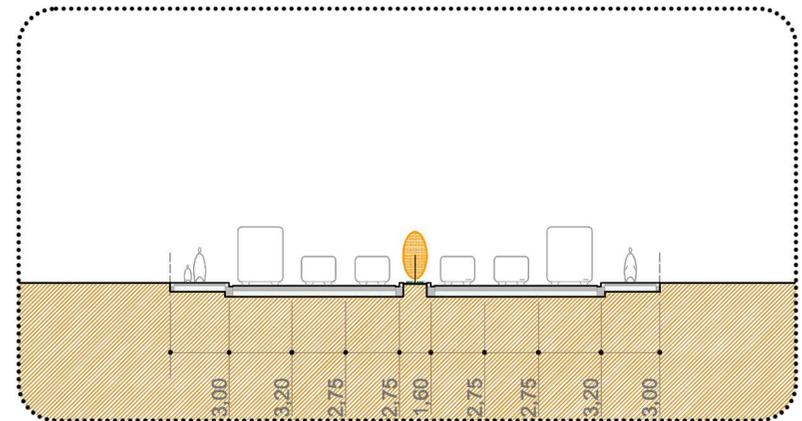
4 · HOLTERMMANS VEG EXTERIOR 29,80 m



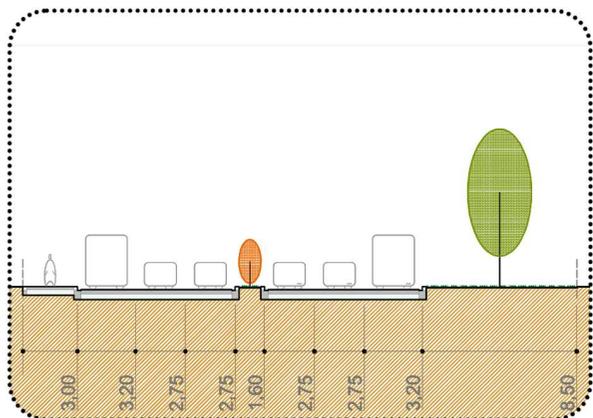
5 · HOLTERMMANS VEG ESTRECHA 24,10 m



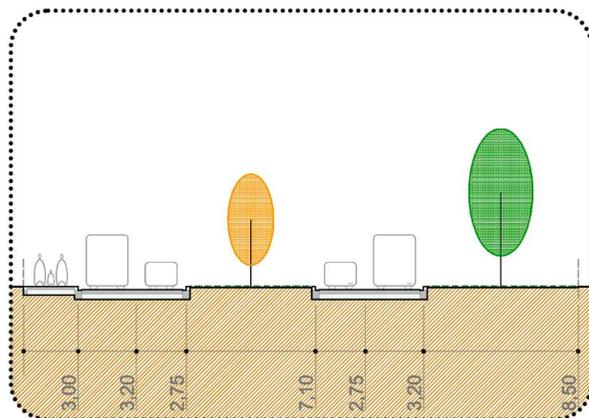
6 · CIRCUNVALACIÓN E6 25,00 m



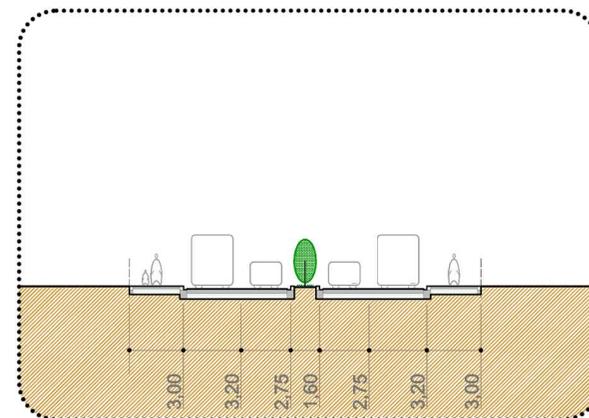
7 · CIRC. E6 ARBOLADA 30,50 m



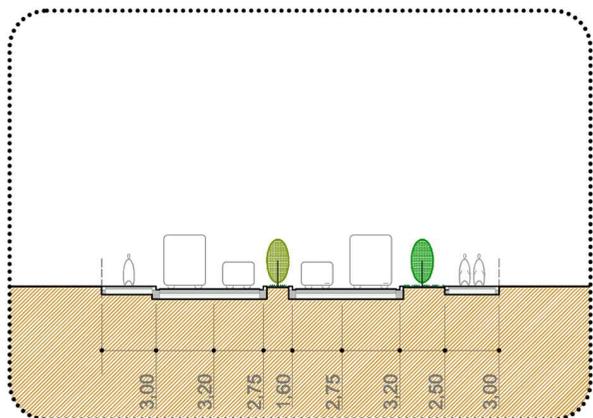
8 · CIRC. E6 ARBOLADA REDUCIDA 30,50 m



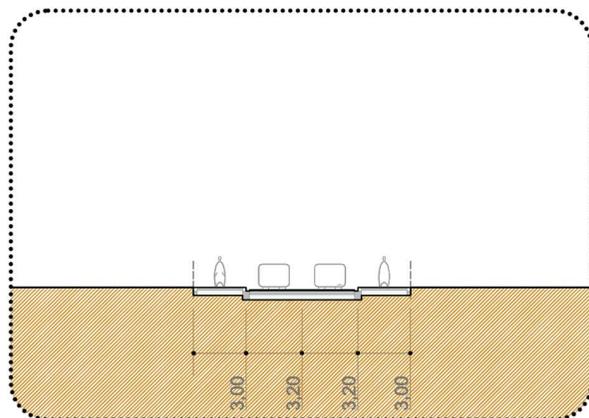
9 · VÍA DE 4 CARRILES 19,50 m



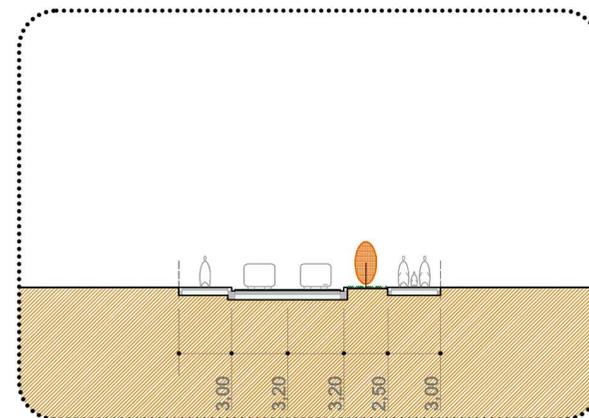
10 · VÍA DE 4 CARRILES AMPLIADA 22,00 m



11 · VÍA DE 2 CARRILES 12,40 m



12 · VÍA DE 2 CARRILES AMPLIADA 14,90 m



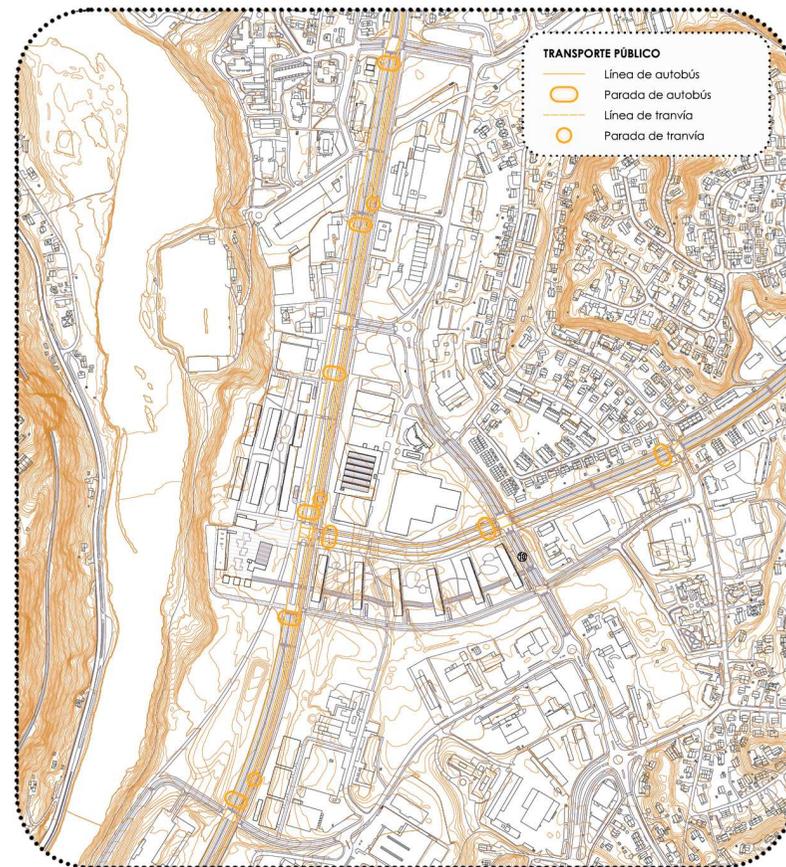
REDES DE TRANSPORTE PÚBLICO

Tanto Holtermmans veg como la circunvalación de la E6 sirven de soporte para las redes de transporte público, elemento fundamental para permitir el adecuado funcionamiento de los usos residenciales y terciarios que se apoyan en estas. En este sentido, se ha continuado la red de autobuses por las vías principales, siendo posible su paso por las vías secundarias, y se ha dispuesto una línea de tranvía a lo largo de Holtermmans veg que conecte el centro con los distritos situados al sur del municipio.

Para establecer la separación óptima entre las paradas de autobús situadas en las vías principales se ha tomado como referencia la utilizada en las líneas de autobús de la ciudad, la cual oscila entre 250 y 450 metros, según el número de líneas que realicen el mismo recorrido y la densidad de habitantes y actividades que circundan a este. Considerando estos valores se ha fijado una distancia entre paradas de 250 a 300 metros

para la zona de actuación, ya que la densidad de vivienda propuesta es bastante mayor a la del resto de la ciudad y se concentrará un gran número de actividades en torno al “núcleo” de la propuesta.

En el caso del tranvía, la separación que adoptada oscilará entre 400 y 500 metros, distancia que se puede recorrer en algo más de 5 minutos. En todo caso se tratará de hacer coincidir las paradas de tranvía con las de autobús para fomentar la intermodalidad. Cabe apuntar que, en aquellos tramos en que únicamente conste de una vía, se hará necesaria para posibilitar la circulación en ambos sentidos la incorporación de apartaderos, los cuales podrán ser las propias paradas de tranvía.



CENTRO INTERMODAL Y APARCAMIENTOS

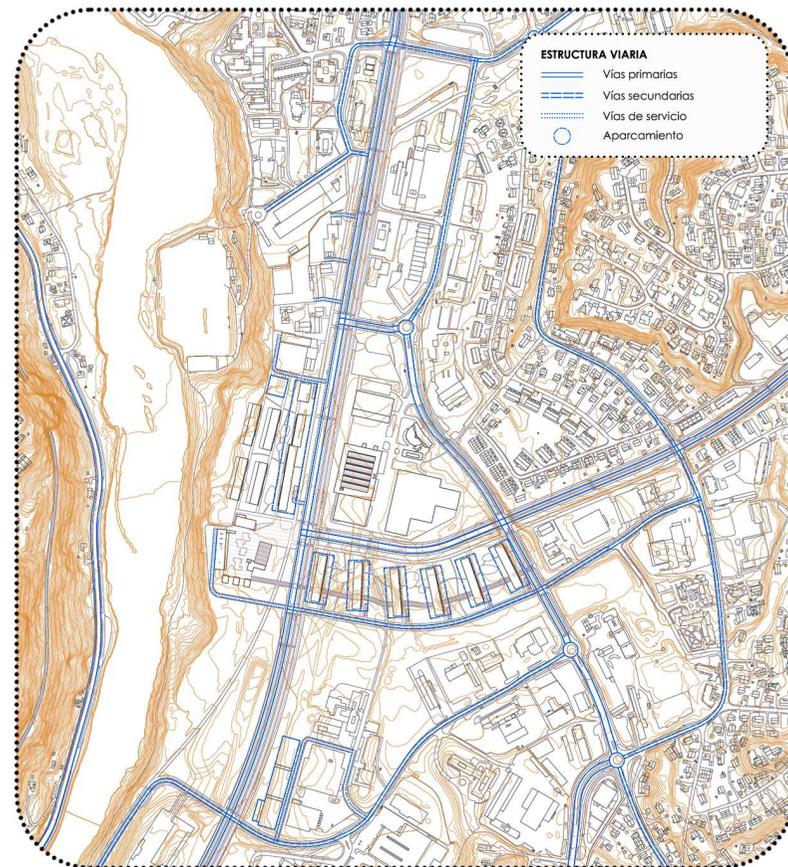
Se plantea, junto con la remodelación de las vías principales, la construcción de un centro intermodal de gran escala que sirva a toda el área del plan, buscando una reducción del transporte privado en favor del público. Este centro, deber aunar el transporte privado, el transporte público y los medios no motorizados con todos los usos previstos y de una manera sostenible. Dicho intercambiador serviría a las industrias y servicios que se mantienen en el proyecto, quedando en relación directa con este los 650 puestos de trabajo de la fábrica de Siemens más los que se sitúen en el espacio de co-working y en la industria conservada, que se podrían estimar en 250. A su vez, en el área y alrededores, hay otros 750 puestos de trabajo dedicados a los servicios sociales y la enseñanza. Estaría por tanto el centro intermodal sirviendo a aproximadamente 1650 puestos de trabajo. Este mismo centro serviría también a la población residente en el área del plan, prácticamente nula actualmente,

la cual aumentaría hasta los 1580 habitantes aproximadamente.

Este centro intermodal se situaría en una posición periférica respecto de la ciudad, en el tramo de Holtermmans veg que hace las veces de anillo de tráfico. Su función sería descongestionar la ciudad y especialmente el área del plan, permitiendo que en la conexión entre los dos ejes principales, y gracias a la presencia de las vías secundarias, el tráfico sea mínimo. El intercambiador estaría formado por una serie de paradas de autobús y tranvía, un servicio de alquiler y estacionamiento de bicicletas y un aparcamiento para automóviles que permita absorber una parte importante de los desplazamientos a través del área estudiada.

Se ha entendido como fundamental, al margen del propuesto centro intermodal, la colocación de aparcamientos para los edificios residenciales, utilizando el estándar

de una plaza de aparcamiento por vivienda. Estos aparcamientos estarían situados en profundidad bajo los edificios residenciales, con la excepción de los bloques situados juntos al talud del río, los cuales se sirven de un aparcamiento en superficie anejo. El acceso a estos estacionamientos se realizaría siempre a través de vías de servicio y tratando, en la medida de lo posible, de no interferir con el normal desarrollo de las actividades urbanas del área.



EDIFICACIÓN

Al intervenir sobre el tejido urbano del área desarrollada, se ha tratado de conservar y reutilizar el mayor número posible de edificios, siempre que sus características o su relación con la ordenación propuesta así lo permitan. En este sentido, se han mantenido tres edificios junto al punto de cruce de Holtermmans veg con la E6, ya que dadas sus características sería posible una reconversión y adaptación a nuevos usos. Uno de estos edificios reutilizados está además catalogado como elemento protegido y posee un gran interés por su estructura de naves de hormigón paralelas, especialmente a nivel funcional.

Una vez establecido que edificios se mantienen y cuales se eliminan, se ha distribuido una serie de bloques residenciales, una torre y un edificio de aparcamiento utilizando como referencia las vías propuestas y la topografía del terreno. Considerando que por tratarse de bloques no es necesaria una

alineación estricta a las calles y valiéndose de la pendiente que posee la zona hacia el río, se ha llegado a una ordenación en arco o abanico, distinguiéndose dos zonas separadas por Holtermmans veg.

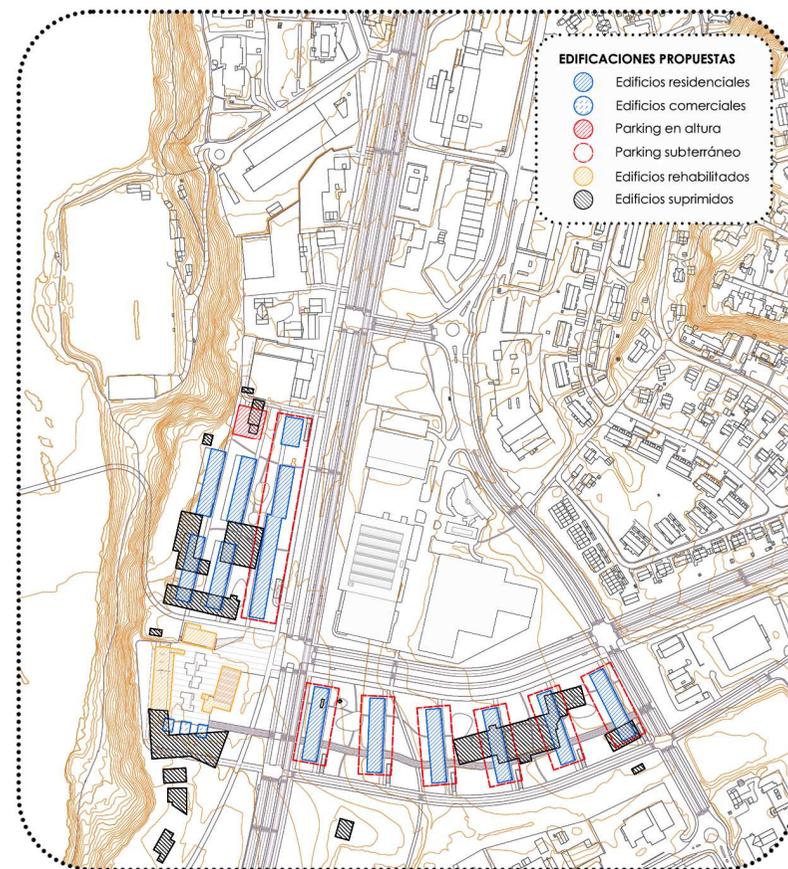
En el espacio comprendido entre los tres edificios conservados, lo que denominaríamos el nodo multifuncional, se delimita en su lado sur mediante la colocación de tres pequeñas piezas comerciales. Estas edificaciones tratan de construir la idea de espacio acotado, al tiempo que permiten una cierta permeabilidad con el área natural inmediata. Estas tres piezas se alinean con el eje que atraviesa los bloques situados al este de la ordenación y a su vez con la vía principal Holtermmans veg, alineación que se mantendrá a su vez en la definición concreta de la plaza del nodo multifuncional.

Se estima que se podrían disponer 710 viviendas en el área de 20,80 Ha desarro-

llada. Tomando como valor representativo los 2,22 habitantes por vivienda obtenido en el análisis, se podrían albergar cerca de 1580 personas. De esta población, harían uso de las escuelas un total de 245 personas⁴, valor inferior a las 350 plazas libres de que se dispone actualmente, no siendo necesario ampliar dichas dotaciones. En el caso de la educación infantil, sería necesario el proyecto de nuevas guarderías, ya que el total de 80 plazas libres no permitiría absorber los 105 nuevos usuarios⁵ asociados a la actividad residencial, más aquellos que se deriven de los puestos de trabajo ocupados por personas ajenas al área. En principio se ha colocado una de estas guarderías en el edificio de co-working, vinculada a la actividad laboral, siendo posible la colocación de otras en las plantas bajas de los edificios residenciales si fuese necesario.

⁴ Obtenido de la distribución por edad de 6 a 15 años.

⁵ Obtenido de la distribución por edad de 1 a 5 años.



ESTADO ACTUAL DE LAS EDIFICACIONES



Modificado de Bing Maps



Modificado de Bing Maps



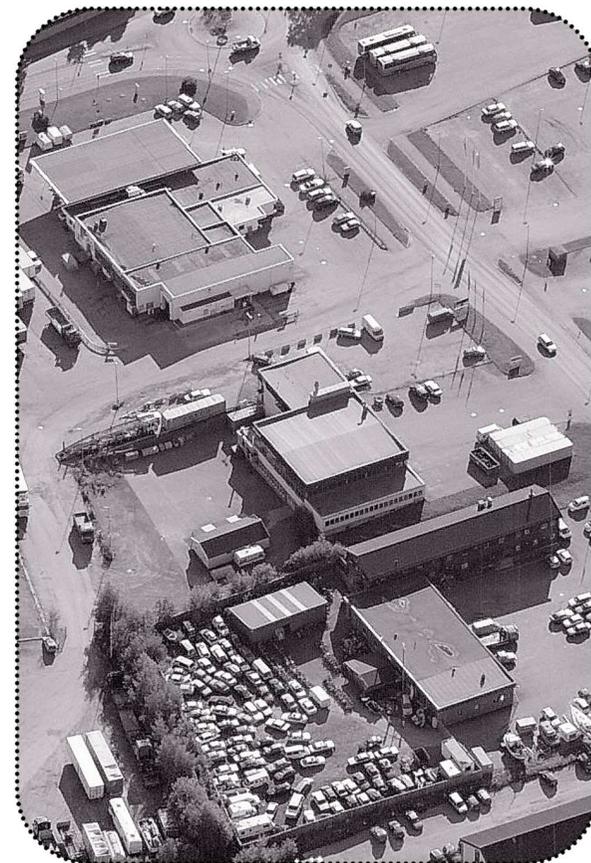
Modificado de Bing Maps



Modificado de *Bing Maps*



Modificado de *Bing Maps*



Modificado de *Bing Maps*

TRATAMIENTO DEL SUELO

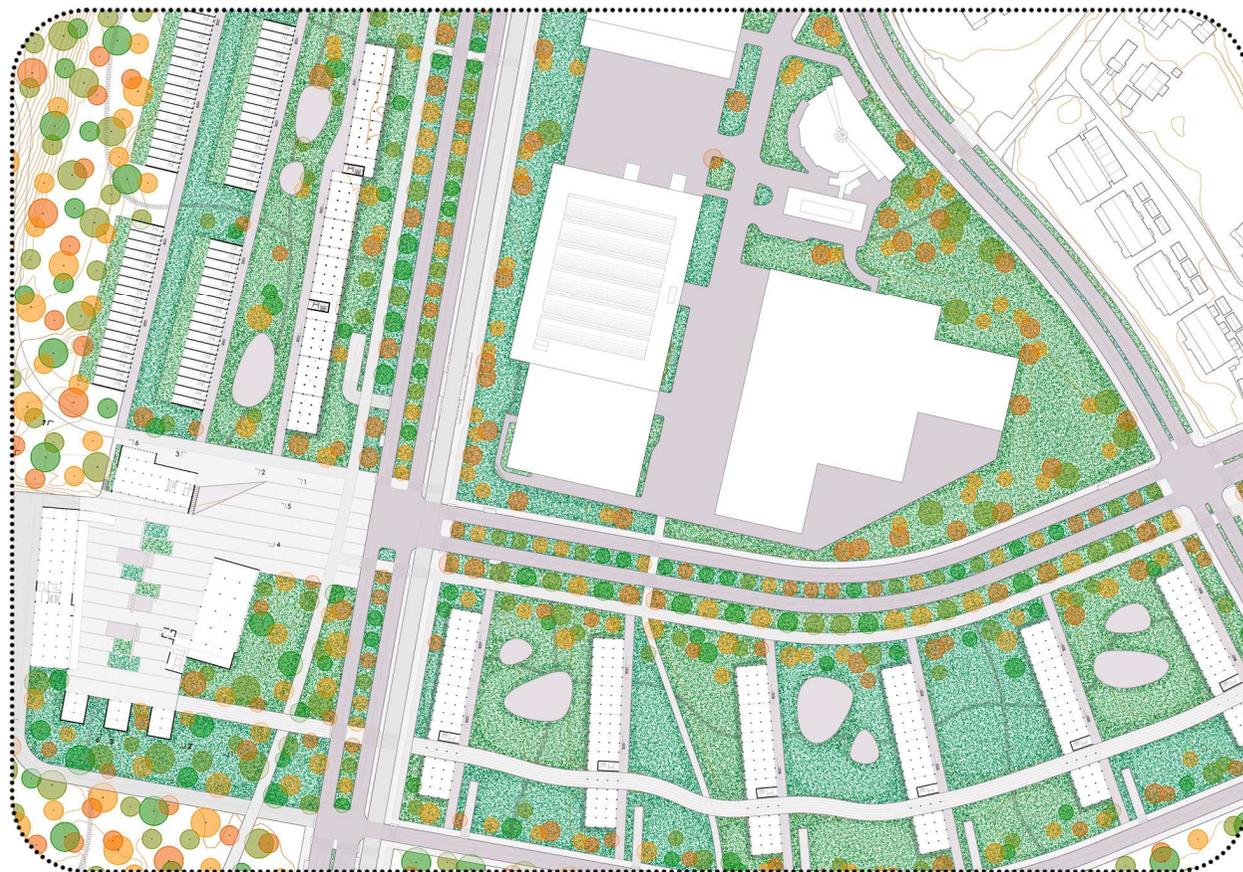
La definición de cómo debía ser el plano del suelo contenido entre las edificaciones y la vías debía plantearse de una manera diferente a como se haría en nuestro entorno inmediato, planteándose en un primer acercamiento que debía ser figura y que fondo.

Es habitual en nuestra latitud entender la creación de espacio urbano como una extensión de asfalto y diversos tipos de pavimentos, distribuidos de tal manera que se produzcan afloramientos artificiales de zonas verdes, entendiendo en definitiva la vegetación como figura sobre un fondo. En el caso de Trondheim, y por lo general en todo el norte de Europa, el espacio urbano surge de una manera algo diferente en la periferia de las ciudades. En estas latitudes, se toma como fondo el espacio natural, trazándose sobre el las vías y colocando las nuevas edificaciones sin llegar a perder, al menos en apariencia, la vegetación original.

De acuerdo con este concepto, se plantea al definir el plano del suelo el problema de cómo lograr esa idea de “fondo verde” partiendo de un espacio pavimentado en su práctica totalidad en la actualidad y considerando además la red de caminos y vías peatonales que se han de colocar para servir a las edificaciones propuestas.

Un primer mecanismo utilizado ha sido el dotar al plano del suelo de una gran superficie de espacios libres vegetales en comparación con las vías peatonales y los caminos dispuestos, colocando además pequeñas zonas pavimentadas para permitir otros usos y remarcar la idea de fondo. El otro mecanismo utilizado ha sido el entender los diversos tipos de caminos dispuestos como elementos independientes mediante los cambios de pavimentos y su estandarización. Se pretende de esta manera que no se pueda percibir una red continua que terminaría por enmarcar las zonas vegetales ge-

nerando paquetes que se apreciarían como figuras. Esta forma de trabajar se invierte en la plaza del nodo multifuncional para enfatizar el carácter de espacio urbano y de gran actividad que se pretende para ese punto.



RED DE ESPACIOS LIBRES

En la intervención sobre los espacios libres se ha tratado de conservar las áreas naturales existentes y recuperar aquellas que se perdieron fruto de la actividad humana, siempre que dicha recuperación contribuya activamente en la manera de estructurar los estos espacios. Además, los edificios propuestos en el área de desarrollo se hayan vinculados a una serie de espacios libres pensados con un carácter más urbano y vinculados con la actividad residencial y terciaria dispuesta. Esta serie de espacios libres se ha clasificado según se trate de zonas verdes de carácter urbano o zonas boscosas de carácter natural.

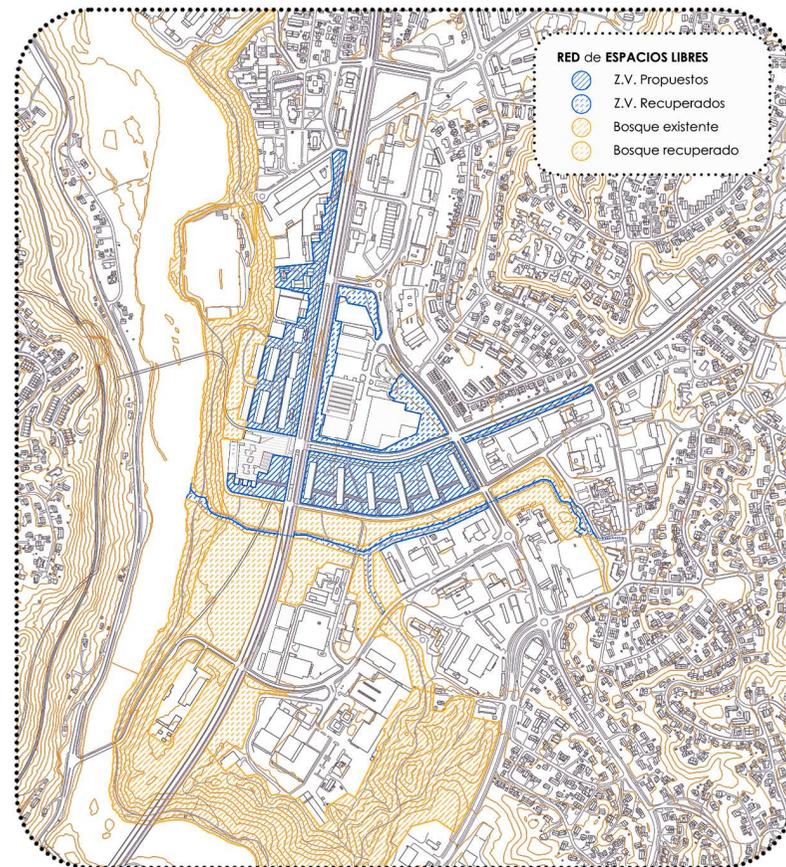
Como zonas boscosas existentes encontramos el corredor del río Nidelva, límite oeste de la zona de trabajo. Se trata de un área de alto valor ambiental y paisajístico que se debe proteger especialmente mediante su puesta en valor como espacio de ocio, gracias a la disposición de rutas ciclis-

tas y peatonales y estableciendo una estructura de espacios interconectados que le permita una mayor resistencia a las presiones urbanísticas. Destaca dentro de estas rutas Pilegrimsleden, un sendero que recorre actualmente la rivera del Nidelva y que se podría adecuar para permitir su uso por ciclistas y peatones. Encontraríamos como espacios naturales recuperados aquellas zonas en que se ha eliminado la industria y las vías rápidas, abarcando una superficie dentro del área del plan de 11,31 Ha. Estas zonas, donde se dispondrían caminos y vías ciclistas, cierran junto con la rivera del Nidelva unas áreas donde disponer paquetes de industria y servicios urbanos.

En el caso de los espacios de carácter urbano recuperados destaca Fredlybekken, un antiguo corredor natural a lo largo de un arroyo que desembocaba en el río Nidelva y que fue utilizado primeramente como vertedero para acabar siendo terreno

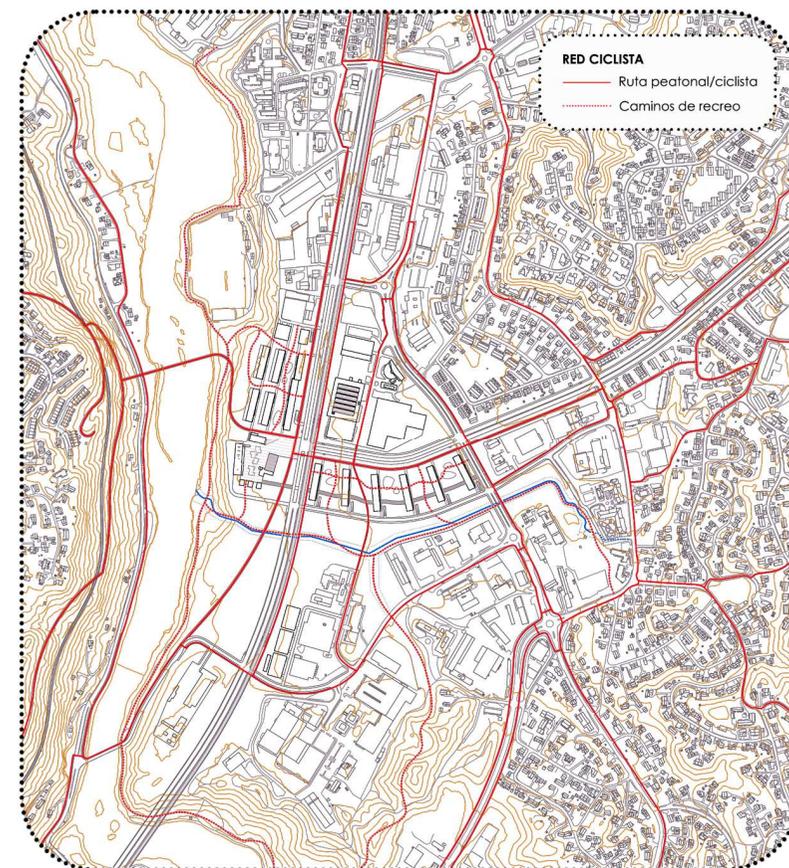
sobre el que continuar la urbanización. Recuperando esta área se apoyaría la generación de la estructura de espacios interconectados que se ha mencionado. La intervención concreta abarca 2,04 Ha y consistiría en un parque asociado a un arroyo que discurriría a lo largo del bosque, desembocando finalmente en el río.

La importancia de estas intervenciones sobre las zonas verdes va más allá de la recuperación por cuestiones paisajísticas o ambientales o la contención del crecimiento. Esta recuperación se realiza entendiéndose que unos espacios libres de calidad e interconectados pueden tener una influencia directa sobre la vida que se da en los espacios urbanos próximos, ya sea como apoyo para las dotaciones o como foco de atracción, siendo por tanto fundamental esta serie de intervenciones para la formalización de un nuevo nodo más completo para la ciudad de Trondheim.



RED CICLISTA

La red ciclista que atraviesa actualmente las 98,50 Ha del plan es bastante completa salvo en los ejes principales del área. Ni el bypass de la E6, por su carácter de autovía, ni Holtermmans veg, por contar con la ruta ciclista que discurre por Tempevegen, poseen actualmente un espacio reservado para la bicicleta. En este sentido, se propone en el presente proyecto la colocación de un nuevo carril bici en la acera este de Holtermmans veg y en el lado sur de la remodelada E6. Estos carriles se conectarían en el espacio anejo a la plaza del nodo multifuncional, creando una red más completa y uniéndola a su vez a la nueva conexión propuesta cruzando el río Nidelva. Cabe destacar que, si bien el trazado de la red actual se mantendría, la definición concreta de la misma se modificaría en tanto que las vías por las que discurre también cambien de sección, suprimiéndose pasos los pasos inferiores y eliminando las barreras que delimitan algunos de estos carriles.



MATERIALIZACIÓN DEL SUELO

En la definición concreta del tratamiento del suelo se han empleado 6 tipos de pavimentación, según el uso a que estén destinados y la dureza necesaria para los mismos. La mayoría de los pavimentos utilizados son continuos, siendo la solución habitual presente en el resto de la ciudad, dadas sus ventajas medioambientales y técnicas:

- Aseguran una mayor durabilidad y no requieren prácticamente mantenimiento, resultando más económicos a largo plazo y reduciendo la afcción de estas operaciones sobre los usuarios
- Emplea recursos naturales locales, prácticamente inagotables, lo que favorece además su integración en el lugar.
- Permite emplear cementos con un elevado contenido de adiciones y

áridos reciclados, siendo además reciclables en su totalidad al final de su vida útil.

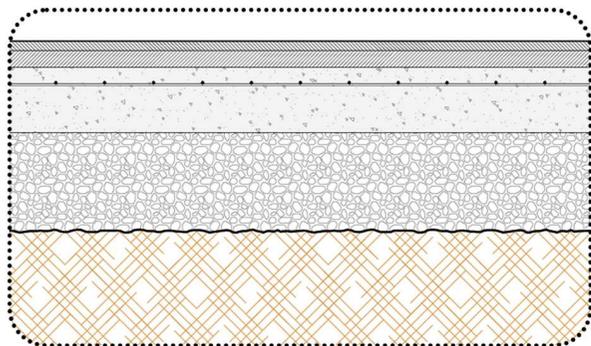
- Es una solución estructuralmente resistente, que puede dimensionarse para tráfico ligero y pesado. Las menores deformaciones de estos pavimentos reducen además las emisiones de los vehículos, siendo este fenómeno más notable en el tráfico de vehículos pesados.
- Soslaya el problema de los despieces de pavimentos en la colocación de arquetas y ejecución de trazados no rectilíneos.
- Las reparaciones o reposiciones de estos pavimentos se pueden efectuar sin dificultad y con el mismo material, textura y tonalidad del original.

- Permite el empleo de texturas diferentes adaptadas a las necesidades de cada vía.
- Su integración en el entorno puede mejorarse mediante el empleo de hormigones coloreados en masa (solución más durable) con la técnica de ejecución bicapa.

En el empleo de los pavimentos continuos de hormigón y en la ejecución de losas se tendrá en cuenta que, dadas las bajas temperaturas de invierno y las frecuentes nevadas (clase de exposición IV+F), se deberán utilizar hormigones con aditivos inclusores de aire y con resistencia a sales fundentes. Los hormigones empleados tendrán una resistencia característica mínima de 30 Mpa por requisitos de durabilidad y se dosificarán con un cemento CEM II/A-P 32,5 N y bajas relaciones A/C por cuestiones de resistencia y durabilidad.

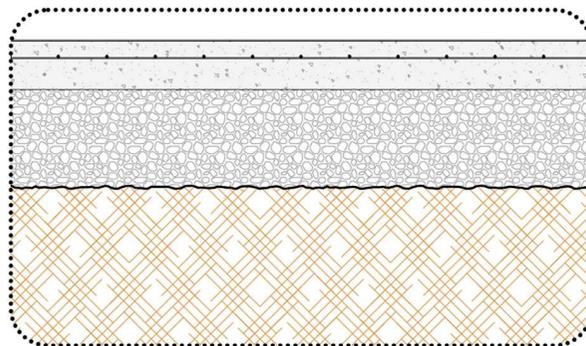
CALZADA

Pavimento asfáltico AC SURF S (5 cm) con capa fonoabsorbente (3 cm) sobre soleira de hormigón armado (20 cm) y relleno de zahorras compactado (30 cm). Los tipos de hormigón son HA-30/P/16/IV+F (tráfico medio y bajo) o HA-35/P/16/IV+F (tráfico intenso) y el armado se realiza con malla electrosoldada ME 15x15 A Ø 6 - 6 B 500 T. Dispone de juntas transversales cada 10 metros y longitudinales a un máximo de 6 metros.



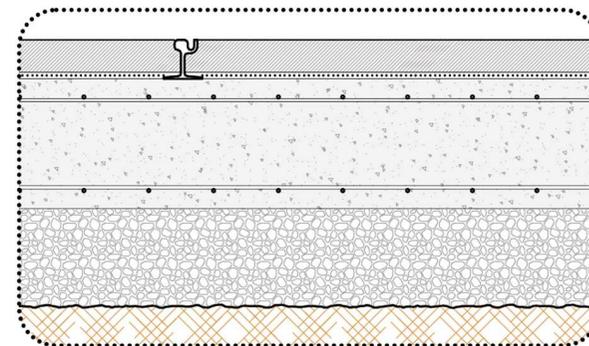
ACERAS Y VÍA DE SERVICIO

Solera de hormigón armado (15 cm en aceras, 20 cm en vías de servicio) con acabado superficial de árido visto, mediante el empleo de un retardador de superficie, y relleno de zahorras compactado (30 cm). El tipo de hormigón es HA-30/P/16/IV+F y el armado se realiza con malla electrosoldada ME 15x15 A Ø 6 - 6 B 500 T. Dispone de juntas transversales cada 4,5 metros (aceras) o 6 metros (vías de servicio).



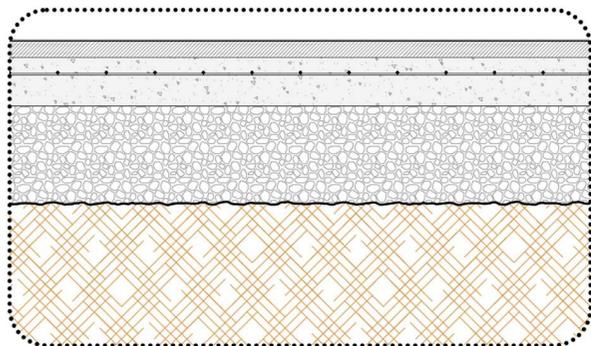
PLATAFORMA DEL TRANVÍA

Pavimento de hormigón en masa (10 cm) con acabado superficial de árido visto, mediante el empleo de un retardador de superficie, sobre losa de hormigón armado (40 cm) y relleno de zahorras compactado (30 cm). Los tipos de hormigón empleado son HM-30/B/12/F y HA-30/P/16/IV+F, estando el hormigón del pavimento coloreado en masa (gris oscuro). El pavimento dispone de juntas transversales cada 3 metros y se separa de la losa con un geotextil.



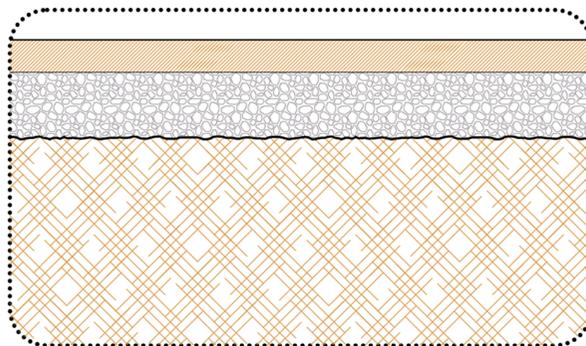
CARRILES BICI

Pavimento de hormigón en masa (5 cm) con acabado semipulido (resbaladici-
dad clase 3) sobre solera de hormigón ar-
mado (15 cm) y relleno de zahorras compactado (30 cm). Los tipos de hormigón em-
pleado son HM-30/B/12/F y HA-30/P/16/IV+F, estando el hormigón del pavimento colo-
reado en masa (rojo), y el armado se realiza con malla electrosoldada ME 15x15 A Ø 6 - 6
B 500 T. Dispone de juntas transversales cada 4,5 metros.



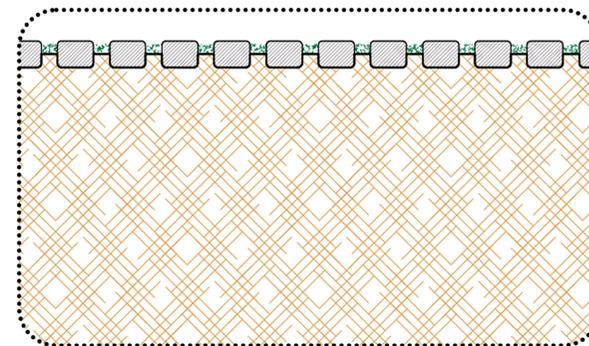
PAVIMENTOS PERMEABLES

Pavimento de tierra morterenga (10 cm), con tamaño máximo del árido de 6 mm, sobre relleno de zahorras compactado (20 cm). Se emplea árido de la zona, de co-
loración gris oscura con tonos verdosos.



CAMINOS DE RECREO

Pavimento de adoquines hexagonales de hormigón (Ø 11 cm, 8 cm espesor) con coloración en masa (gris oscuro). Apoyan sobre tierra natural, separados 5 cm para permitir el crecimiento de especies vegetales bajas.



CONEXIÓN TEMPE-BYÅSEN

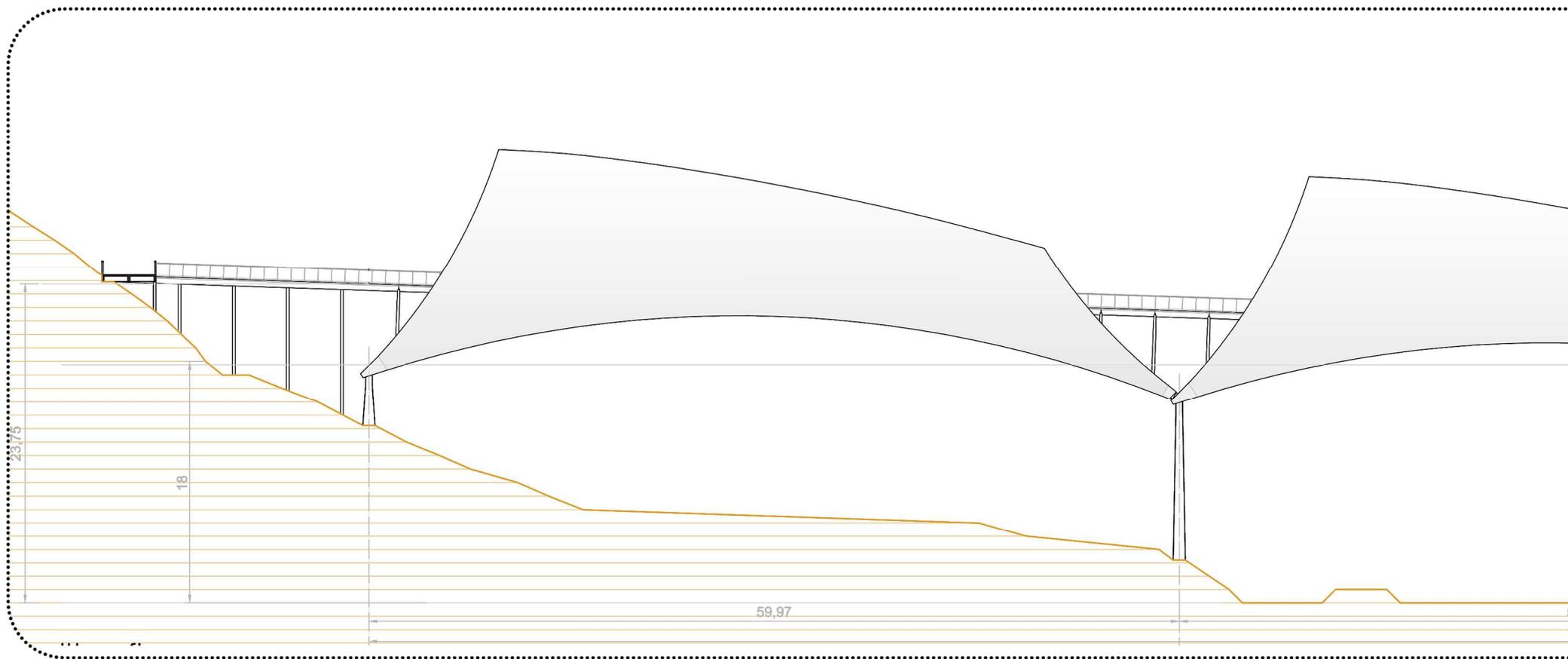
Como se comentó en el primer capítulo, el proyecto de esta conexión fue el germen para el posterior desarrollo de este trabajo. Surge fruto del análisis de las posibilidades que se abrirían estableciendo nuevas conexiones ciclistas y peatonales, conexiones que podrían influir a más de 30000 personas de los distritos de Byåsen, Hallset, Åsveien, Nardo y Nirdavoll. Este proyecto de conexión se divide en tres partes, un puente, una ruta ciclista y peatonal y una serie de puestos de información y taller colocados en los puntos de partida de cada uno de los brazos del recorrido.

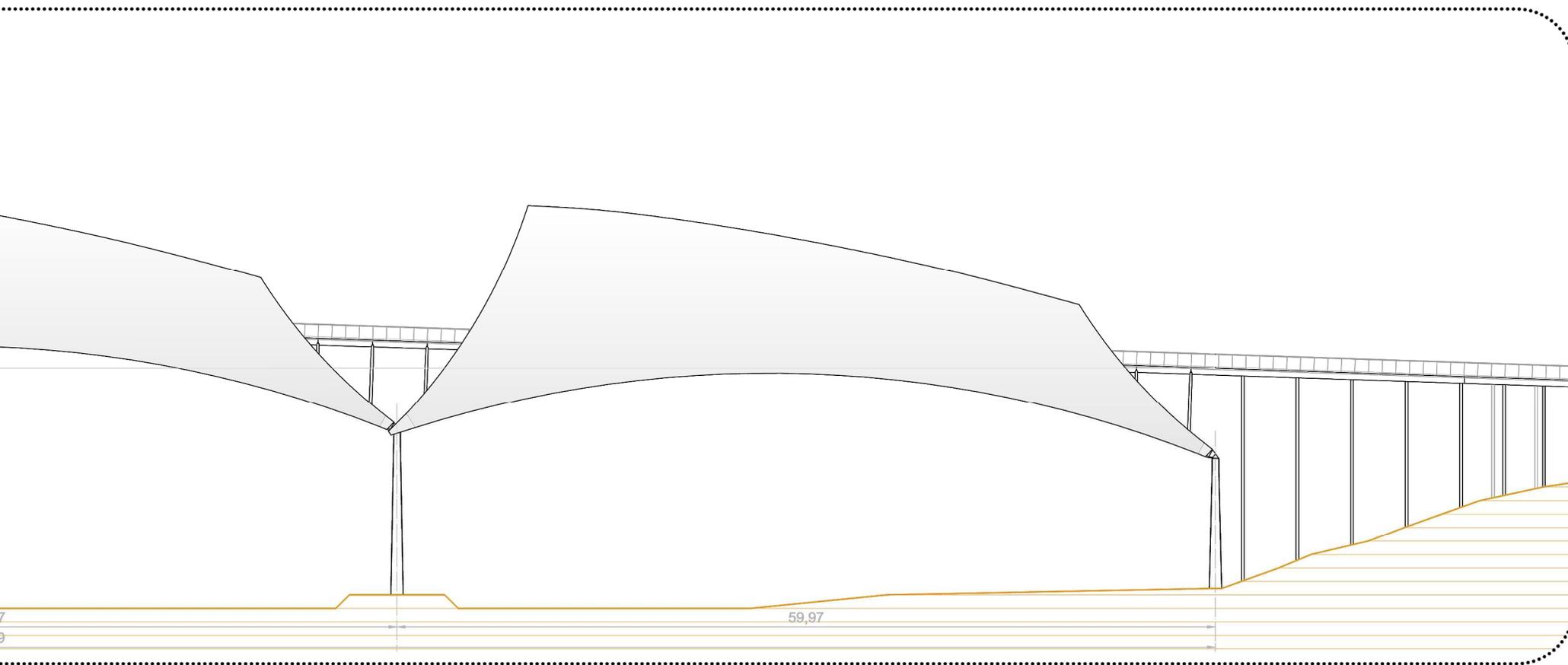
Con el objetivo de abarcar la mayor extensión posible, con la consiguiente mejora en la funcionalidad de la red peatonal y ciclista, se propone la ramificación de la ruta desde un único tramo que cruza el río, a la altura de la plaza del nodo multifuncional, hasta cuatro finales posibles en el lado oeste del río, uno de los cuales constituye un mira-

dor sobre el río en un enclave privilegiado. A su vez, se contempla la posibilidad de disponer otros puntos que estén dedicados al ocio, a fin de lograr una red ciclista atractiva no solo como elemento de conexión.

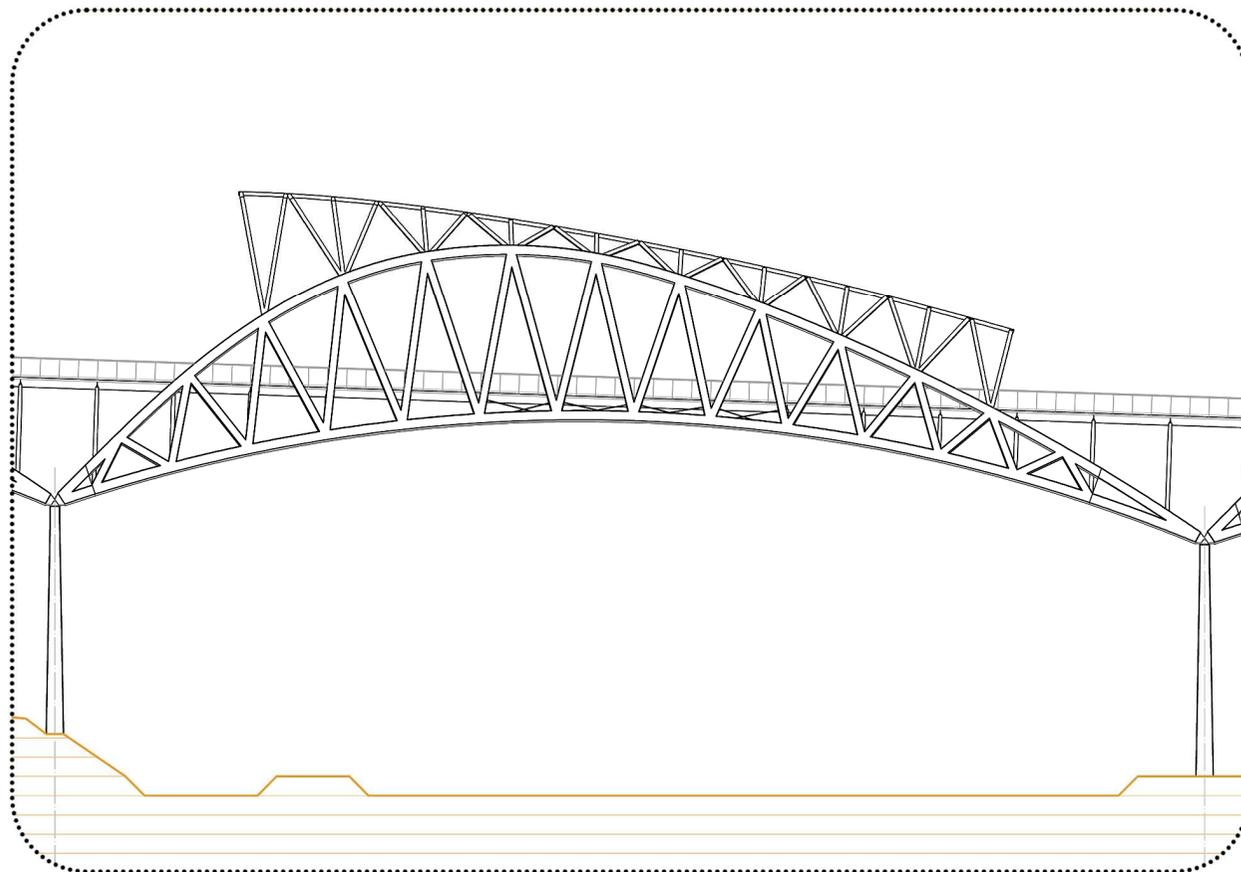
Considerando que esta conexión debe albergar varios tipos de medios de transporte no motorizados, se fijará un ancho mínimo de 5,00 metros, haciéndose un reparto de un 50% para los ciclistas y un 50% para los otros usuarios. En todo caso, se tratará de utilizar una pendiente del 6% a fin de crear una ruta accesible, si bien se entiende que por las condiciones del entorno puede haber tramos con pendientes superiores. Se atenderá también al carácter de la rivera del Nidelva como paraje natural con gran variedad de fauna sobre la que se buscará el menor impacto posible.







En lo referente al puente sobre el río Nidelva se debe tener en consideración que, dado que durante una época del año el río se congela y fluye posteriormente hacia el mar, no es recomendable la colocación de soportes en el cauce, siendo preferible la utilización de pequeños islotes en el río o de un antiguo canal de un molino. Ya que su ubicación es bastante expuesta, el puente deberá estar cubierto en gran parte y tratado y diseñado de tal manera que se garantice un largo tiempo de servicio. La solución final para el mismo pasa por una serie de seis arcos de madera laminada, colocados en grupos de dos y a través de los cuales discurre una pasarela con las mismas características de la ruta dispuesta. Los arcos se unen además en su parte superior con otras piezas de madera de menor sección que garanticen la estabilidad frente a los esfuerzos horizontales.





ORDENACIÓN DE LOS BLOQUES

En el presente proyecto se ha entendido como fundamental la disposición de un uso residencial que proporcione la adecuada vida urbana a la zona de trabajo, complementando además el funcionamiento de los edificios terciarios dispuestos y de la actividad industrial mantenida. Se entiende que, al contrario de lo que se proponía en la división por funciones, un espacio mixto, que combine el trabajo con el ocio y la residencia con la adecuada calidad, puede resultar muy beneficioso para el futuro del área desarrollada. En este sentido, se ha situado en el área de desarrollo, de 20,80 Ha, una superficie residencial de 5,86 Ha aproximadamente.

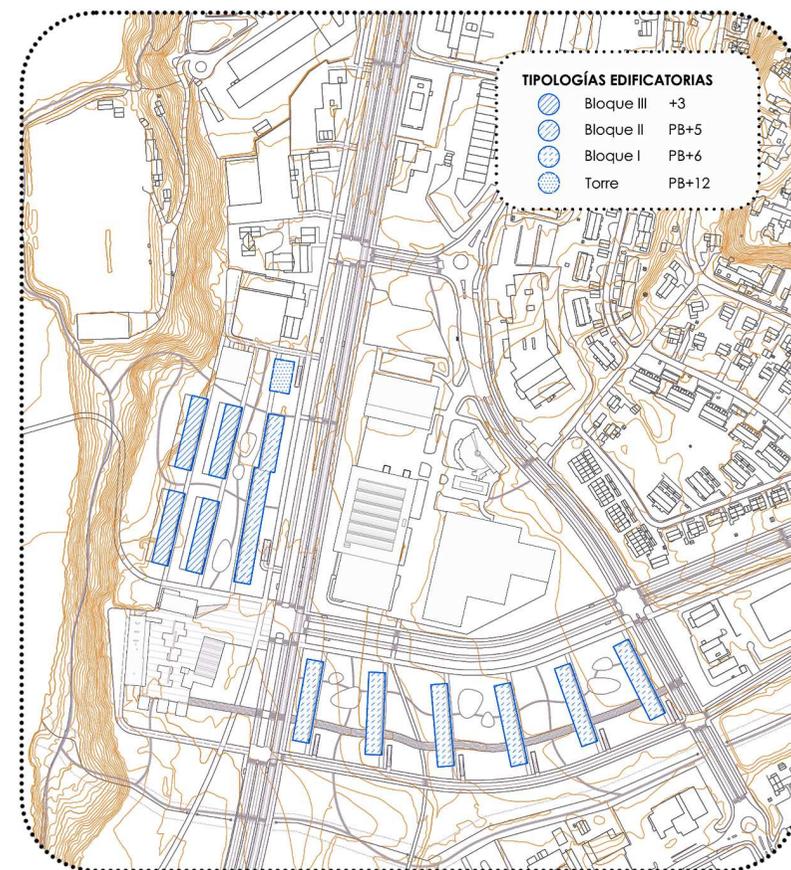
Las nuevas zonas residenciales se conciben con tipología de edificación abierta o bloque lineal, adoptando una densidad 60 viviendas/Ha, valor considerado ideal para lograr las condiciones de compacidad óptimas y de eficiencia de las dotaciones.

Con estos valores se podrían disponer unas 710 viviendas ⁶, aunque dada la flexibilidad de los bloques este valor podría variar entre 660 y 1090, albergando unas 1580 personas. Como altura de las edificaciones se establece un límite de PB+6 alturas, con posibilidad de aumentos puntuales de densidad para constituir hitos que enriquezcan el perfil urbano al tiempo que se relacionan con la zona de torres que se sitúa al norte del área del plan.

En la definición concreta de los tipos edificatorios se propone la construcción de tres bloques distintos: el bloque I, con seis alturas y situado en la parte este de Holtermans veg; el bloque II, de mayor longitud y con un retranqueo que le permita aproximarse a la alineación que marca el edificio expositivo del nodo multifuncional; y el bloque III, de menor altura y sin uso en planta baja situado junto al terraplén que marca la rivera del Nidelva. Por último se

sitúa una torre de 12 plantas al norte del área de desarrollo, vinculándola a los edificios en altura situados al inicio de Holtermans veg. Como ya se ha explicado anteriormente la ordenación definitiva se realiza mediante dos abanicos o arcos, adaptándose así a las vías y a la topografía del lugar.

⁶ Cabe destacar en este punto que el valor de 710 viviendas mencionado se ha obtenido tomando como superficie la del área de desarrollo menos las dotaciones públicas del área, unas 12,50 Ha, en lugar de las 5,86 Ha destinadas exclusivamente a uso residencial.

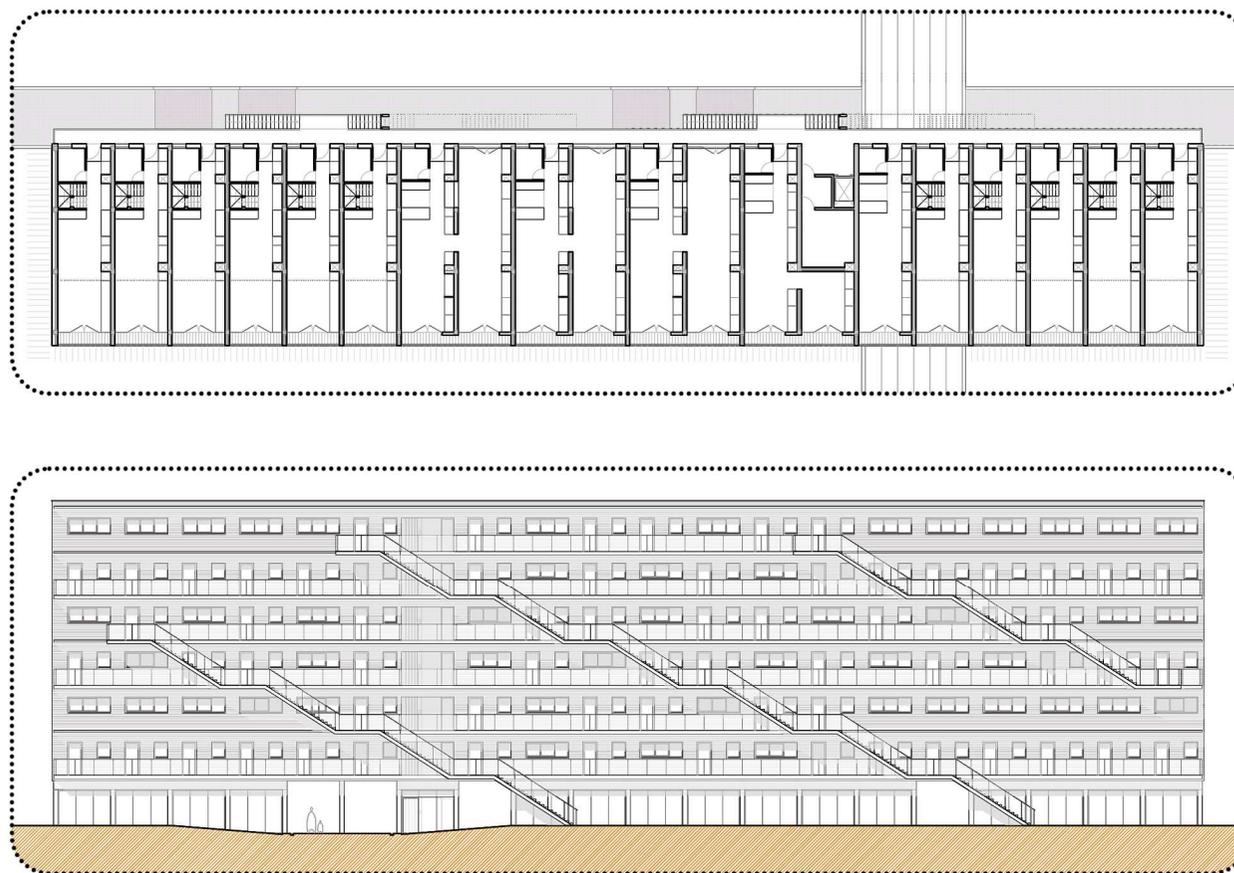


SISTEMAS DE AGREGACIÓN

BLOQUES I Y II

Estas dos tipologías de bloque se sirven de un corredor exterior en cada planta para dar servicio a las viviendas, siendo las escaleras de acceso desde la vía pública también exteriores. Estas escaleras conectan todos los corredores de tal manera que la distancia de cualquier vivienda a las mismas no exceda de 35 metros. Dada su altura y número de viviendas, estos bloques disponen de núcleos centrales que acogen ascensor y servicios comunes (cuartos de contadores, mantenimiento y lavandería).

Se plantean los bloques de tal manera que la disposición de viviendas pueda ser flexible, tomando como única precaución que las zonas de noche no vuelquen sobre los corredores. Este hecho, que se produce en las viviendas tipo dúplex, se solventaría agrupándolas en los extremos y sustituyendo el corredor por una cornisa.



BLOQUE III

De manera similar a lo que ocurría en los bloques I y II, esta pieza se organiza con un corredor exterior para dar servicio a la tercera planta mientras que las plantas primera y segunda (viviendas dúplex) se sirven de la vía pública, al no haber uso terciario en planta baja. Las escaleras que dan acceso a este corredor están dispuestas de tal manera que la distancia de cualquier vivienda a las mismas no exceda de 35 metros. Dada su altura y número de viviendas, estos bloques no necesitan de la presencia de un núcleo central de ascensor y servicios comunes.

Al contrario que en los dos anteriores, el bloque III posee siempre las mismas tipologías de vivienda y en la misma posición, rompiendo únicamente la serie de viviendas dúplex por la presencia de las escaleras, las cuales marcan la posición de las viviendas adaptadas.

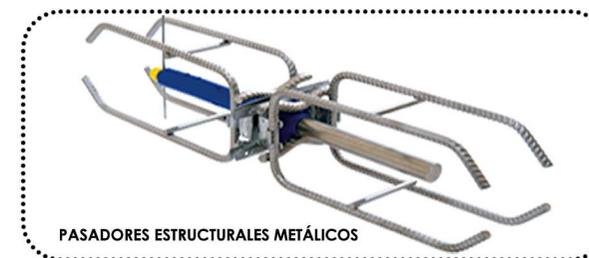
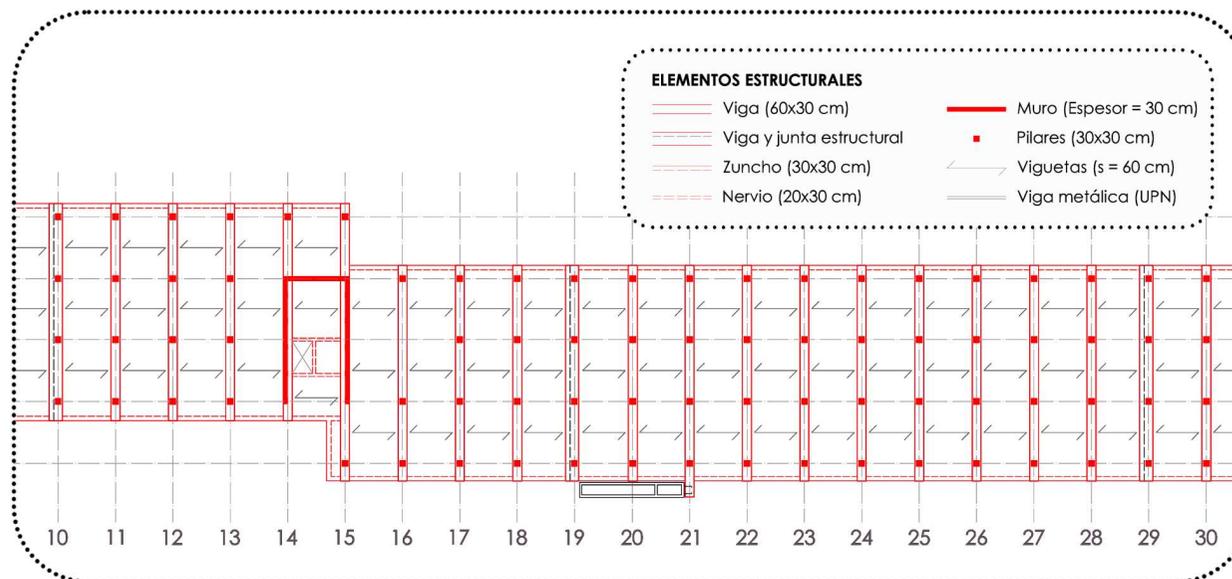


SISTEMAS ESTRUCTURALES

BLOQUES I Y II

Se propone para los bloques I y II una estructura unidireccional de pórticos de hormigón paralelos con vigas planas y crujía de 3,90 metros y una distancia entre pilares de 4,20 metros, reforzada con núcleos de hormigón para garantizar la estabilidad transversal. Las vigas poseen además un voladizo de 1,30 metros que constituye el corredor exterior y otro voladizo de 0,90 metros en la fachada opuesta. Se han dispuesto juntas estructurales cada 10 pórticos realizadas mediante pasadores, evitando así el doblado de pilares.

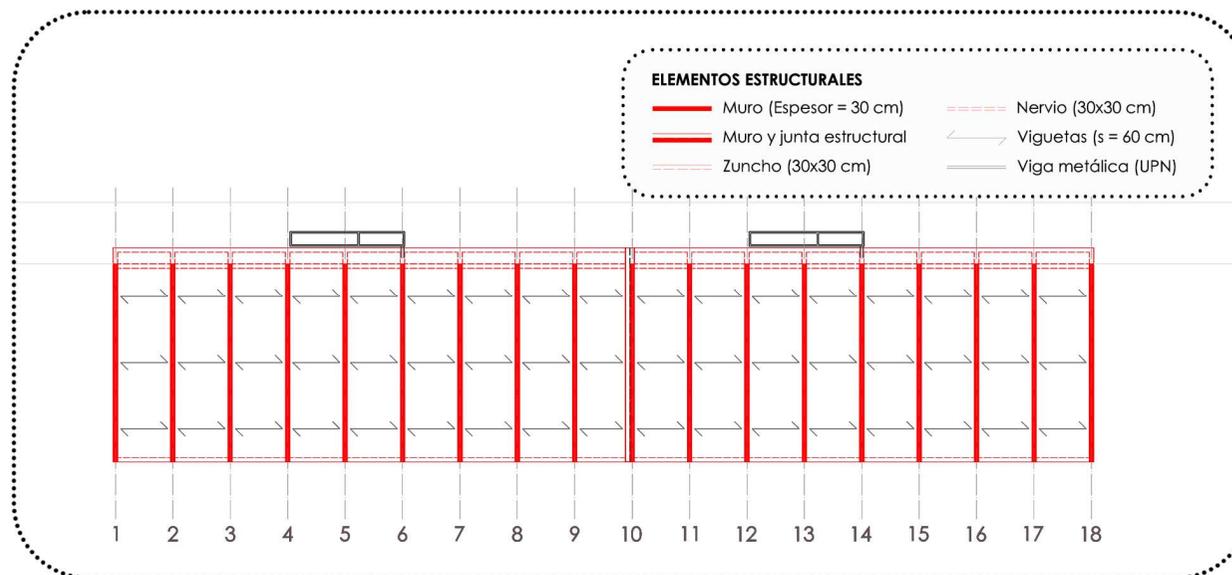
Las escaleras, ejecutadas con perfiles metálicos UPN 240 para las zancas y chapa metálica conformando los peldaños, se anclarían cada 7,80 metros (2 pórticos) a la estructura porticada mediante perfiles HEB 200 embebidos en las vigas en voladizo del corredor exterior.



BLOQUE III

Se propone para los bloques tipo III una estructura bidireccional formada por muros de hormigón paralelos con una crujía de 3,90 metros. En la planta superior se prolongaría el forjado 1,10 metros respecto de los muros de hormigón para formar el corredor exterior. Se han dispuesto juntas estructurales cada 9 pórticos realizadas mediante pasadores, evitando así el empleo de ménsulas de hormigón.

Las escaleras, ejecutadas con perfiles metálicos UPN 240 para las zancas y chapa metálica conformando los peldaños, se anclarían cada 7,80 metros (2 crujías) a la estructura mediante perfiles HEB 200 embebidos en el forjado en voladizo que forma el corredor exterior.



TIPOLOGÍAS DE VIVIENDA

BLOQUES I Y II

El empleo de estructuras porticadas en estos dos bloques posibilita la combinación de los módulos de vivienda no solo en vertical sino también en horizontal. Esta flexibilidad permite el empleo de siete tipologías diferentes, pudiendo así albergar unidades familiares diversas y proporcionando un ambiente urbano más variado y activo.

Las viviendas se han concebido para permitir la mayor variabilidad posible, posibilitando cambios en su uso mediante el empleo de plantas abiertas y flexibles. Este concepto se ha materializado en la colocación de una banda lateral de almacenaje, zonas húmedas y paso de instalaciones y de una pieza de baño, cocina y comunicación vertical junto al acceso. En las viviendas de dos módulos se ha mantenido las bandas laterales de cada uno de ellos, permitiendo así su división en dos piezas independientes.

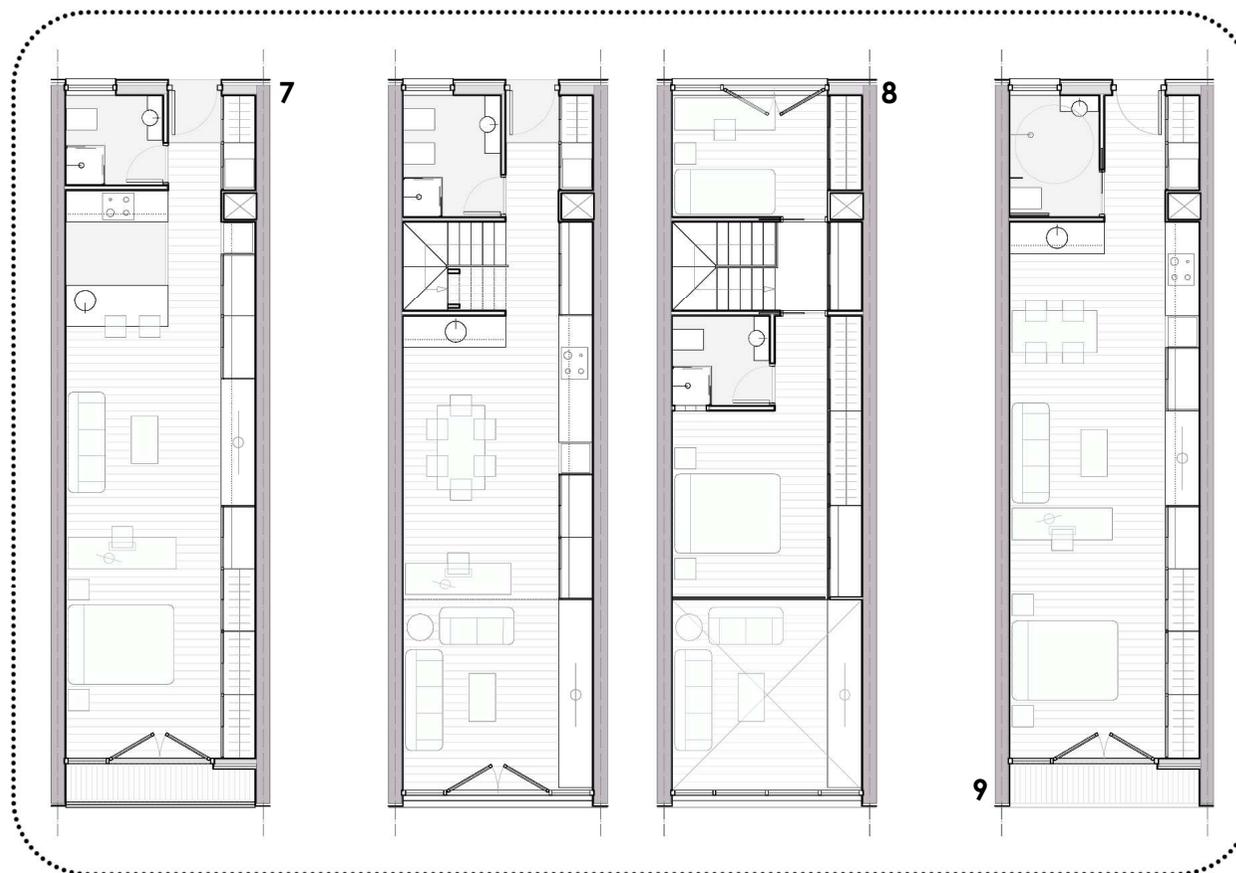




BLOQUE III

El empleo de una estructura de muros paralelos de hormigón permite únicamente la combinación de los módulos en vertical, por lo que los tipos utilizados son los que deben garantizar la flexibilidad necesaria para adaptarse a los diversos usos y unidades familiares.

Las viviendas se han concebido de manera similar a las de los bloques I y II, permitiendo la mayor variabilidad posible mediante el empleo de plantas abiertas y flexibles. Este concepto se ha materializado en la colocación de una banda lateral y de una pieza de servicios y escalera junto al acceso. Cabe destacar que en las viviendas de los tres tipos de bloques se ha dispuesto las instalaciones en un suelo técnico, generando así un primer espacio de transición entre el exterior y su mayor rigor climático y el interior calefactado de la vivienda.



USO TERCIARIO

Los bloques I y II combinan uso residencial y terciario en planta baja, permitiendo así dotar al entorno urbano de una mayor mezcla de funciones. Estas plantas bajas podrían servir además para colocar aquellas dotaciones necesarias que no disponen de edificio destinado, como guarderías o centros de atención primaria.

Se ha dispuesto, para potenciar este uso terciario y vertebrar las piezas, un eje comercial que recorre los seis bloques tipo I en planta baja y que desemboca en el nodo multifuncional. Este eje conectaría los espacios comerciales y serviría como soporte a mercadillos temporales como el de navidad, fomentando en definitiva la vida urbana del área de trabajo y la idea de nuevo centro para la ciudad.



ORDENACIÓN DEL NODO MULTIFUNCIONAL

El nodo multifuncional propuesto se apoya sobre tres edificios existentes, dos de carácter industrial y uno que servía a los grupos de protección civil y que se haya protegido según el catálogo de patrimonio. Este equipamiento es una pieza fundamental en el proyecto, al contribuir, junto con la intervención sobre el viario y la movilidad, a la formalización del nuevo nodo de la ciudad.

Los usos que alberga este equipamiento giran en torno a la idea de crear un lugar donde pueda desarrollarse una actividad económica adaptada a los nuevos medios de comunicación y relación ente personas, permitiendo, como se expuso en los objetivos globales del plan, hacer de Trondheim una ciudad de renombre en lo referido a tecnología y conocimiento, atractiva para estudiantes e investigadores. Estos usos son: un edificio de trabajo colaborativo, el cual se explicará más adelante, una

biblioteca pública, destinada a dar servicio a los otros edificios y a los residentes del área, y un edificio expositivo que establece una relación directa con la pieza de co-working.

La pieza expositiva se ubica en un antiguo edificio de protección civil, característico por la presencia de cinco naves paralelas de 7,20 metros cubiertas con bóvedas de hormigón, las cuales generan un gran espacio diáfano ideal para albergar la función expositiva. Destaca la presencia de una torre de 20,65 metros cuyo función original sería la de servir de atalaya para los servicios de protección civil, uso que se ha mantenido para poder contemplar el paisaje natural circundante. La intervención concreta sobre este edificio consiste en sustituir el cerramiento actual de las naves por un acristalamiento que permita la relación interior-exterior y ampliar el volumen unido a estas naves para que pueda alber-

gar cuartos de instalaciones, servicios y almacenamiento, vinculado este último con las naves expositivas.

La biblioteca se ubica en un edificio de oficinas y taller al norte de la plaza, siendo sus características más destacadas la doble altura presente en sus dos plantas superiores y la posibilidad de acceso desde dos niveles distintos. El programa de la biblioteca se ha distribuido situando el archivo, mantenimiento y servicios en planta baja, la sala de lectura y archivo y la biblioteca infantil en la planta intermedia y, finalmente, otra sala de lectura en la planta superior, ocupando esta únicamente dos crujías del edificio.

Para cerrar la ordenación por el sur se ha dispuesto tres piezas de baja altura y uso comercial y de servicios, alineadas con Holtermmans veg y con el eje comercial que atraviesa los bloques tipo I. Estas piezas

sirven para generar un límite y una idea de espacio acotado al tiempo que posibilitan la permeabilidad entre la plaza y los espacios naturales inmediatos.



DESARROLLO DE LA PLAZA

Se ha tratado con esta plaza de generar un área con un carácter más urbano que las zonas libres del resto del área de desarrollo, vinculándolo a su función como espacio de tránsito y trabajo. Pese a ese tratamiento más duro del espacio, se ha incorporado también zonas de estancia y ocio que posibiliten una mayor vida urbana. Continuando con esta idea de plaza dura, y atendiendo a su pasado como zona industrial, se emplearán en su materialización el hormigón visto y el acero sin tratar⁷

En el diseño de la plaza, el primer problema que se plantea es la falta de una ordenación que abarque los tres edificios y los relacione a su vez con las nuevas vías y edificaciones propuestas. Se plantea por tanto el trazado de una retícula de 6,25 metros perpendicular a Holtermmans weg que se relacione con las piezas y ejes de nueva construcción. Esta retícula se formalizaría con bandas de 25 cm realizadas con placas

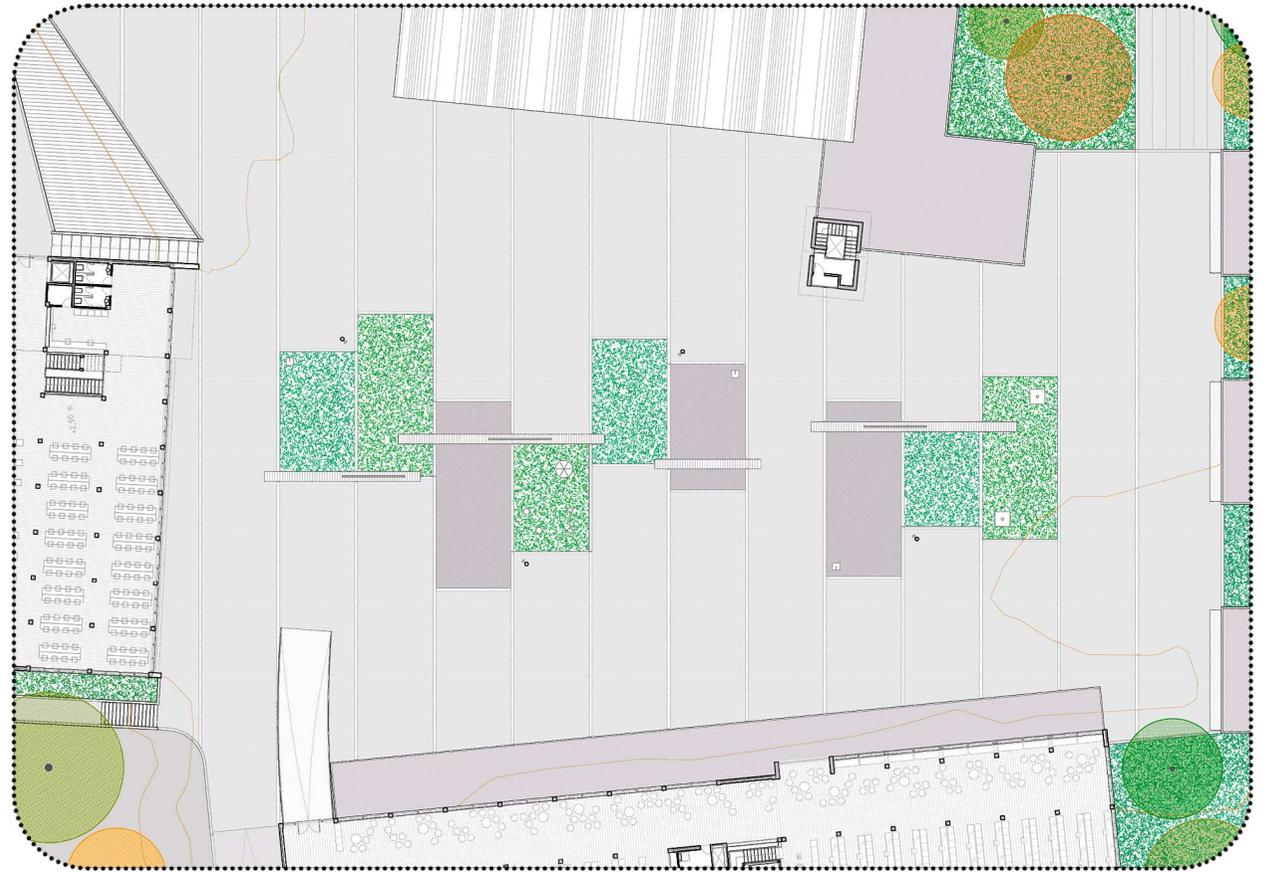
de granito negro, quedando el espacio intermedio pavimentado con el mismo hormigón continuo.

Apoyándose en esta retícula y para remarcar la idea de bandas independientes se dispondrían zonas de pavimento más blando y tierra vegetal formando una silueta escalonada. Estas zonas acogerían un espacio para niños, vinculado con la guardería situada en el edificio de co-working, otro de estancia en una zona intermedia y por última un área para poder llevar animales.

El otro problema que encontramos en el desarrollo de la plaza es el desnivel del terreno, encontrando una variación de 2,80 metros entre el área de los bloques residenciales y la cota de la plaza. Este desnivel se salvaría colocando un talud junto a la biblioteca, realizado con piezas metálicas clavadas en el terreno, que serviría además para invitar a los usuarios a entrar a la plaza.

En contraste con la linealidad marcada por el pavimento, se dispondrían unas piezas de bancos separadas del suelo y en perpendicular a la retícula. Estas piezas poseerían una longitud variable, no estando restringidas por las bandas en que se divide la plaza.

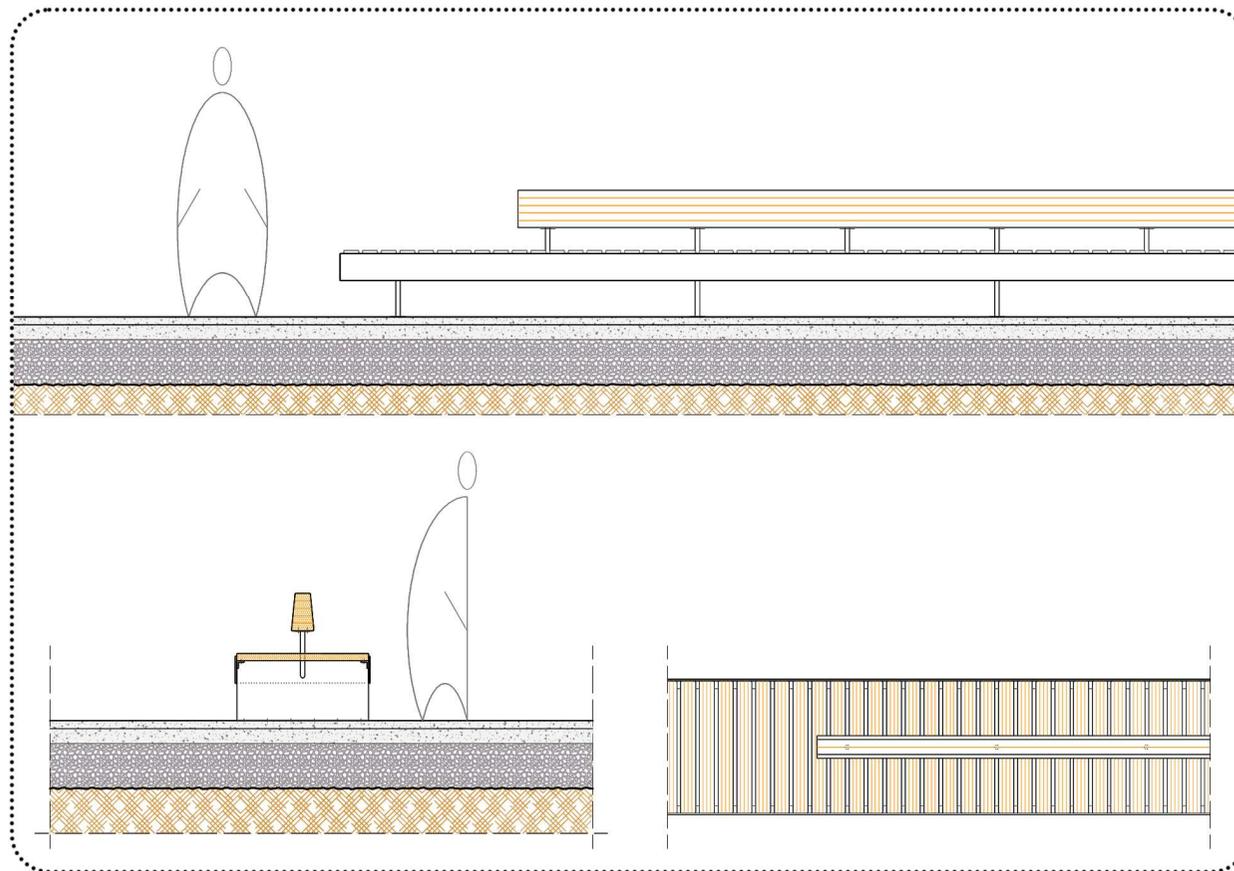
⁷ Se espera que el acero genere una capa de óxido pasivante, pudiendo aplicarse en caso contrario tratamientos superficiales específicos.



MOBILIARIO URBANO

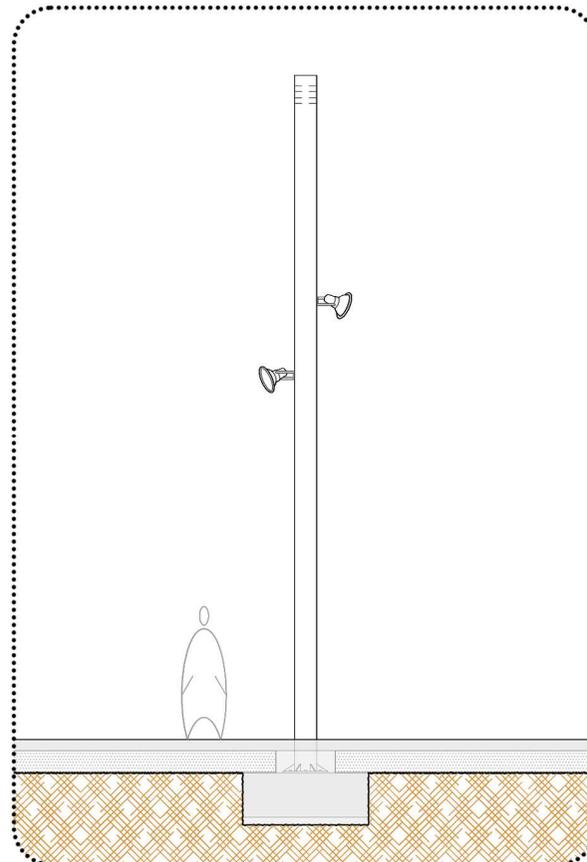
En la plaza proyectada, son dos las piezas de mobiliario que destacan sobre los demás por contribuir a la generación de los espacios y a la imagen global de la misma: los bancos y las farolas. En el diseño de ambos elementos se ha utilizado fundamentalmente el acero, como se ha indicado anteriormente, para remarcar esa idea de dureza y pasado industrial de la plaza.

Los bancos están concebidos como un prisma de 90x20 cm de sección, levantados del suelo, y de longitud variable. La anchura de 90 cm permite que puedan ser utilizados por ambos lados, siendo posible a tal efecto colocar un respaldo, y además les proporciona la potencia necesaria para influir sobre un espacio, el de la plaza, de más de 80 metros de longitud y 50 de anchura. Estos elementos se materializan como un cajón metálico cerrado en su parte superior con piezas de madera de roble de 10 cm, con una separación entre ellas para

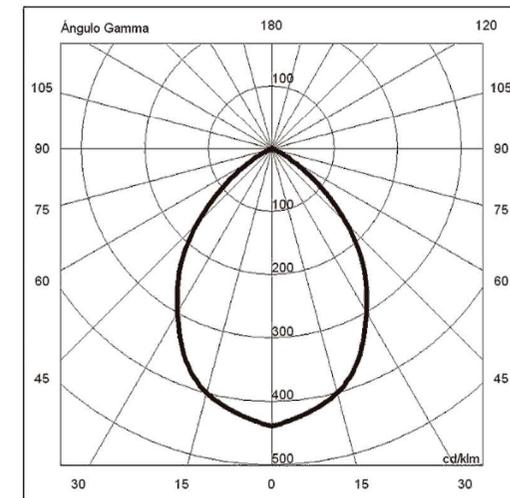
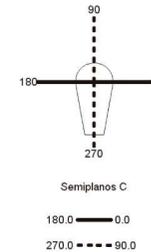


permitir el drenaje del agua. Este cajón se dispone sobre soportes parcialmente ocultos a 25 cm del plano del suelo. Los respaldos están constituidos por una pieza de madera de sección trapezoidal con fijaciones metálicas que lo anclan en el centro del asiento.

Las otras piezas de mobiliario de gran importancia son las cuatro farolas dispuestas, estando estas pensadas no solo para iluminar el espacio sino también para constituir elementos de referencia, adaptadas a la escala de la plaza. Estas piezas estarían formadas por un mástil de acero de 9 metros sobre el que se anclarían los focos a la altura y en el número requerido. En este caso se ha dispuesto las luminarias a una altura de 5 metros sobre el suelo y enfocadas a los espacios en que se espera que se desarrollen más actividades, contemplándose también la posibilidad de colocar proyectores para iluminación difusa del espacio en la parte superior del mástil.



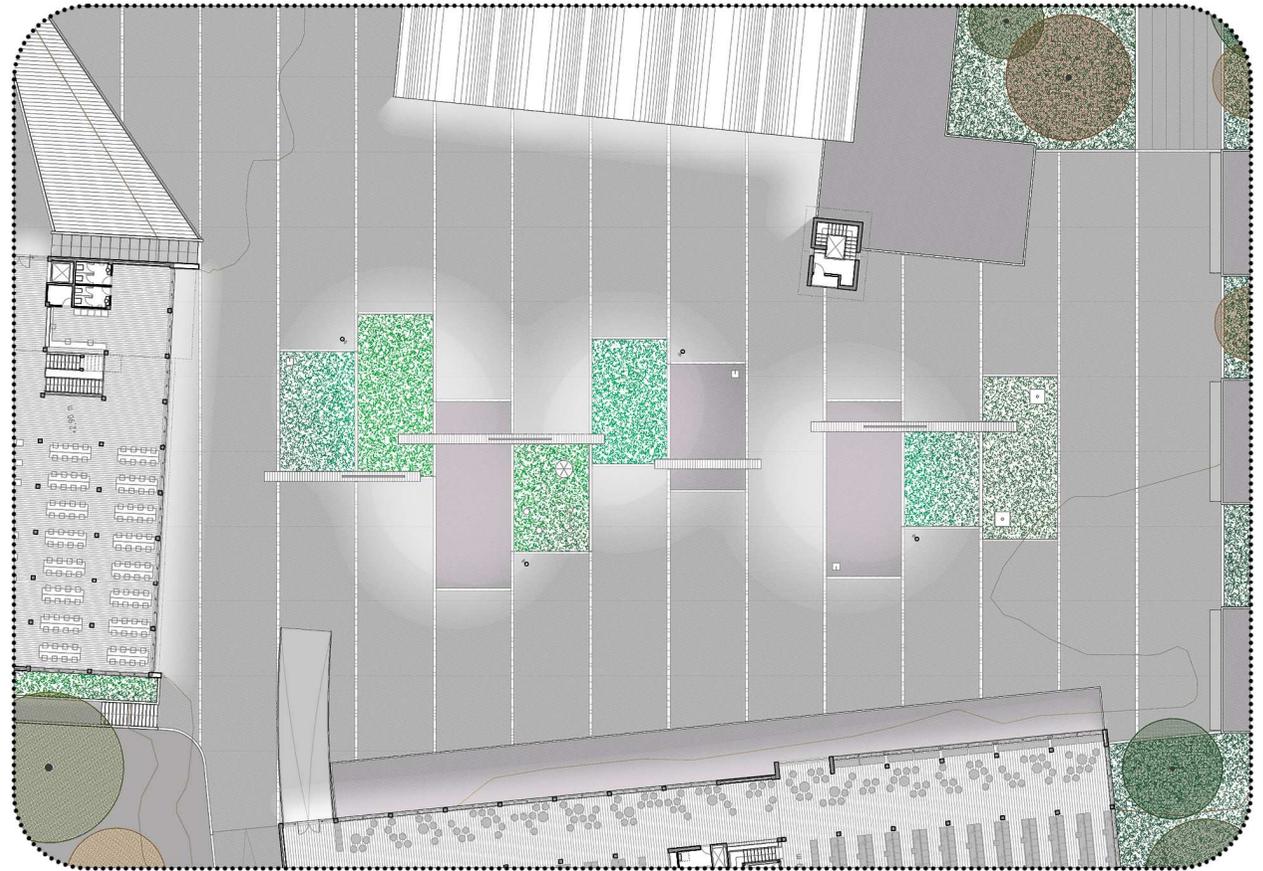
Máximo 437,78 cd/klm
 Posición C = 270,00 G = 0,00
 Rendimiento η = 67,46%
 Tasa FHS = 0,00%



Modificado de *Ficha técnica luminaria Sara.*

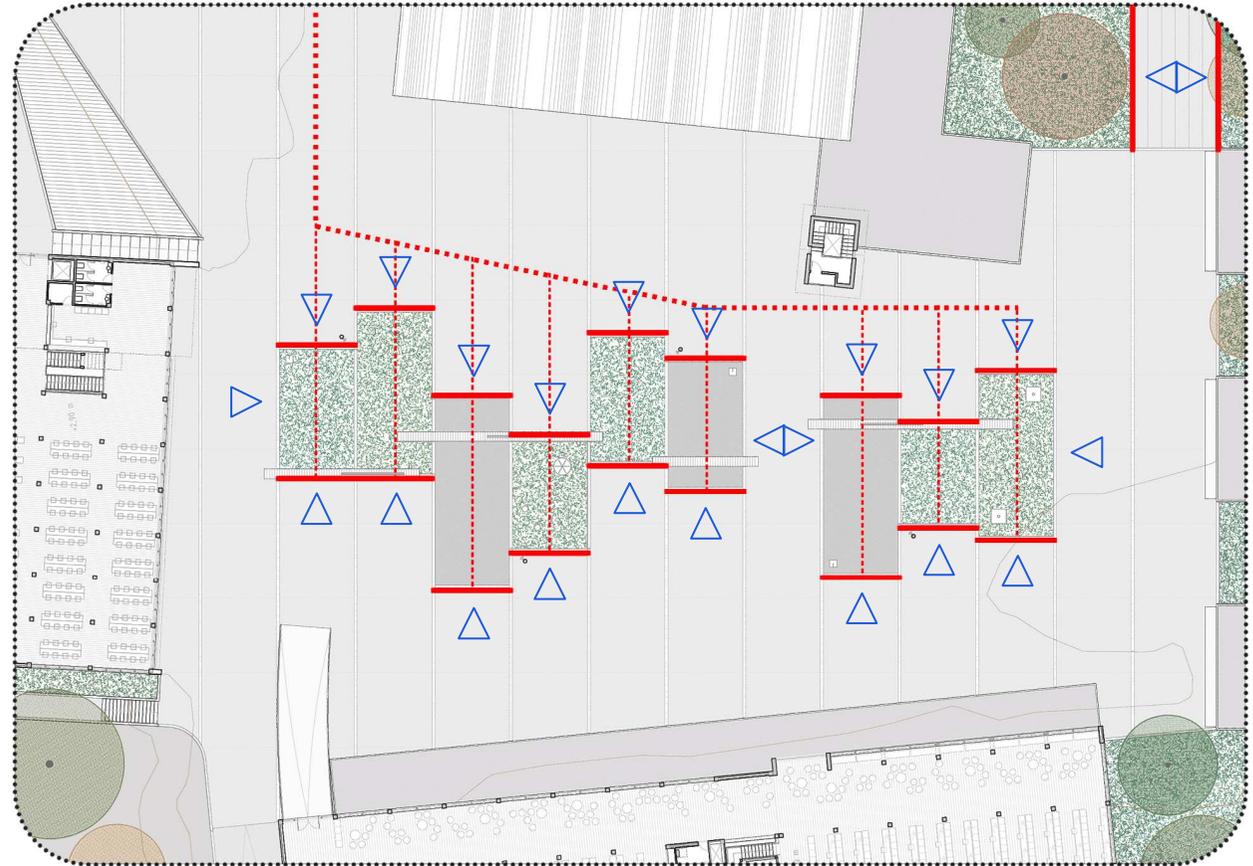
ILUMINACIÓN

De acuerdo con el número de focos colocados y su modelo y las luminarias de los edificios, la iluminación del espacio sería aproximadamente la que se muestra.



EVACUACIÓN DE AGUAS

Se ha dispuesto elementos para evacuación de agua lineales, apoyándose en las bandas y en los cambios de pavimento. La pavimentación de hormigón posee, por tanto, una leve inclinación hacia la zona central, donde se ubican estos sumideros, no siendo necesario disponer evacuación de aguas para las zonas vegetales y de tierra morterenga.



MAGNITUDES DEL CO-WORKING

Una de las herramientas fundamentales para formalizar el nuevo nodo propuesta es la creación de un espacio de trabajo colaborativo, un lugar donde dar cabida a todas aquellas pequeñas empresas que no posean los recursos suficientes como para tener sus propias sedes, permitiendo a su vez la relación entre distintos sectores industriales y la creación de sinergias. Esta actividad se sitúa en el edificio que cierra la plaza por el oeste, junto a la ribera del río, siendo su uso actual el de taller de reparación de automóviles y lunas.

Los usos a que se plantea dar cabida serían pertenecientes al llamado sector cuaternario o de la información y el conocimiento y, en definitiva, a aquellos cuya actividad no requiera una gran infraestructura. De acuerdo con los datos mostrados en el análisis, obtenidos de la oficina de estadística, se ha tomado como valor representativo las 983 empresas creadas en el año 2012.

En aras de lograr un foco de atracción y motor para este sector industrial, se dará cabida en el espacio de co-working a unas 50 empresas, lo que representa aproximadamente un 5% de las que se crearán en el condado. Del mismo análisis se extrae que la media de trabajadores por empresa es 1,20, por lo que el espacio de co-working debería poder albergar a 60 personas. Tomando como referencia otros edificios de trabajo colaborativo ⁸, se destinarían 17,5 m² por empresa o 14,5 m² por trabajador, resultando una superficie de 875 m², siendo por tanto suficiente con utilizar una planta para este uso.

Este uso empresarial se combina además con cafetería, salas de usos múltiples, guardería y un taller, todos ellos vinculado a este aunque pudiendo funcionar de manera independiente. A su vez el edificio de co-working se puede servir de las otras dos piezas del nodo, la biblioteca, la cual

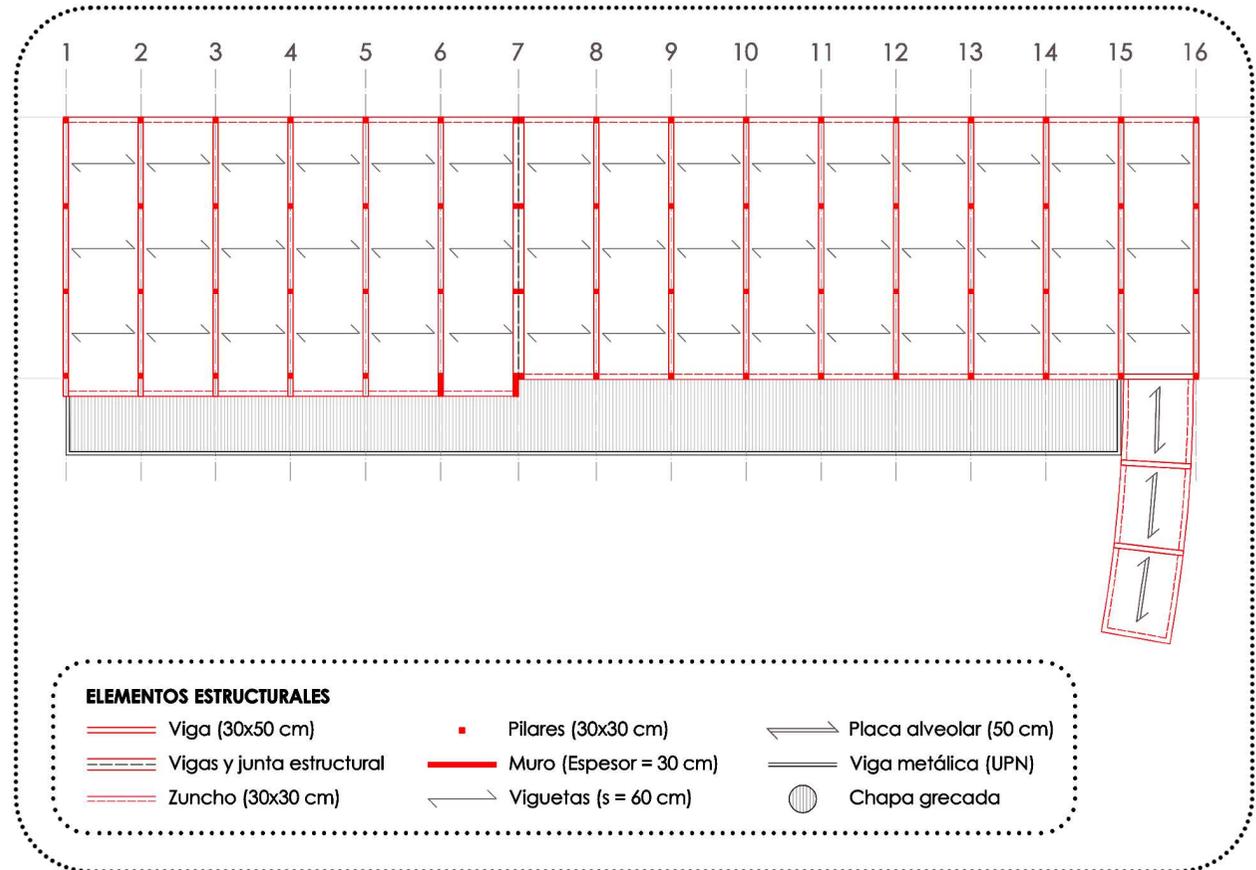
permitiría una posible relación entre estudiantes y trabajadores, y un espacio expositivo, donde poder mostrar lo producido en el co-working.

⁸ Se ha tomado como referencia el CSI de Toronto, con una superficie total de 6600 m² y 400 empresas.

HIPÓTESIS ESTRUCTURAL

La estructura de este edificio se ha deducido a partir de los alzados del mismo y teniendo en cuenta la topografía del terreno, todo ello apoyándose en los planos generales del distrito. En este sentido, se ha tomado como hipótesis estructural un entramado unidireccional formado por una serie de 16 pórticos paralelos de hormigón armado con una crujía de 4,40 metros, situados en perpendicular a la pendiente. Estos pórticos estarían a su vez formados por tres vanos con una distancia entre pilares de 5,00 metros. Siete de estos pórticos, situados en la parte sur del edificio, poseen además un voladizo de 1,20 metros. En la planta inferior, parcialmente enterrada, tres de sus lados estarían formados por un muro de hormigón armado.

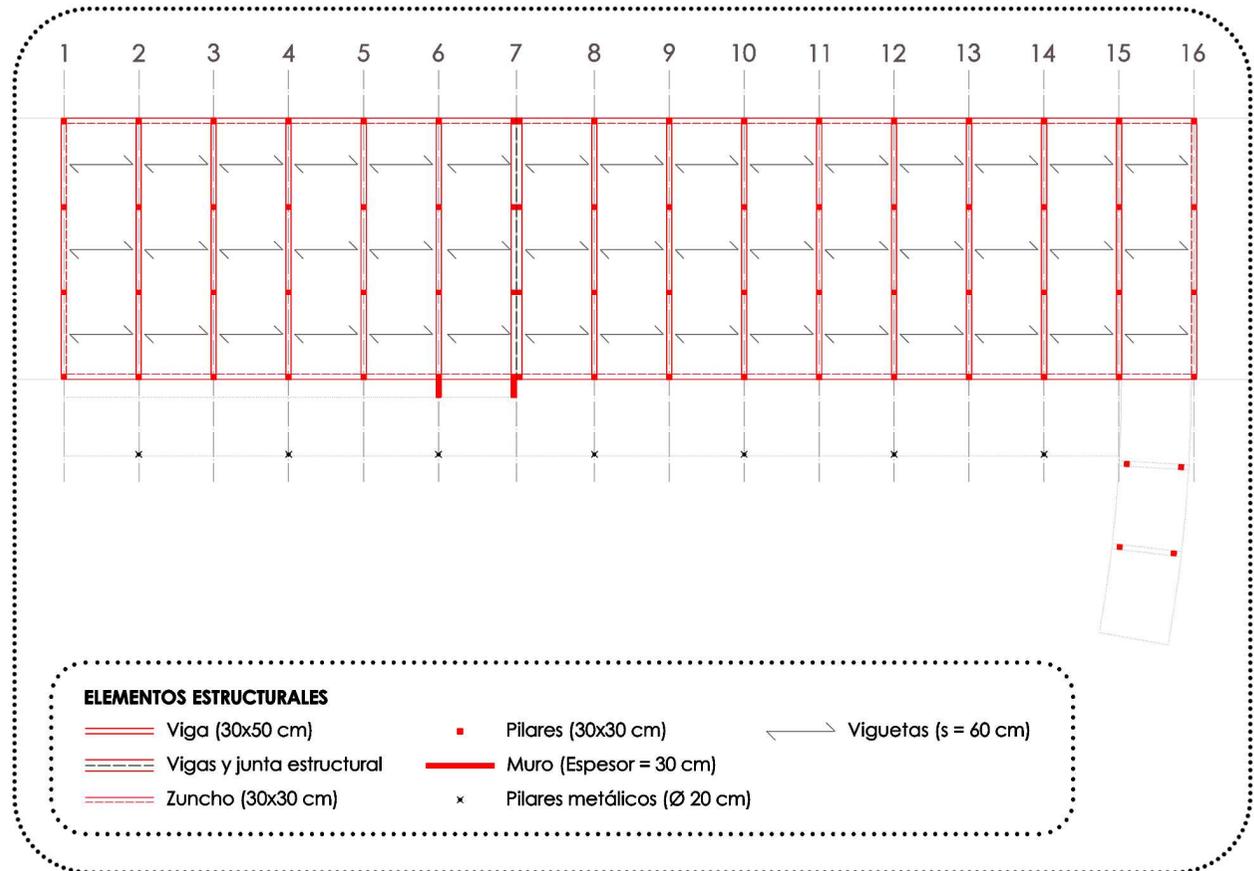
Destaca la presencia de una rampa para vehículos y de una cubierta ligera de 4,65 metros de anchura (medido desde el eje del pilar más próximo) que, anclándose



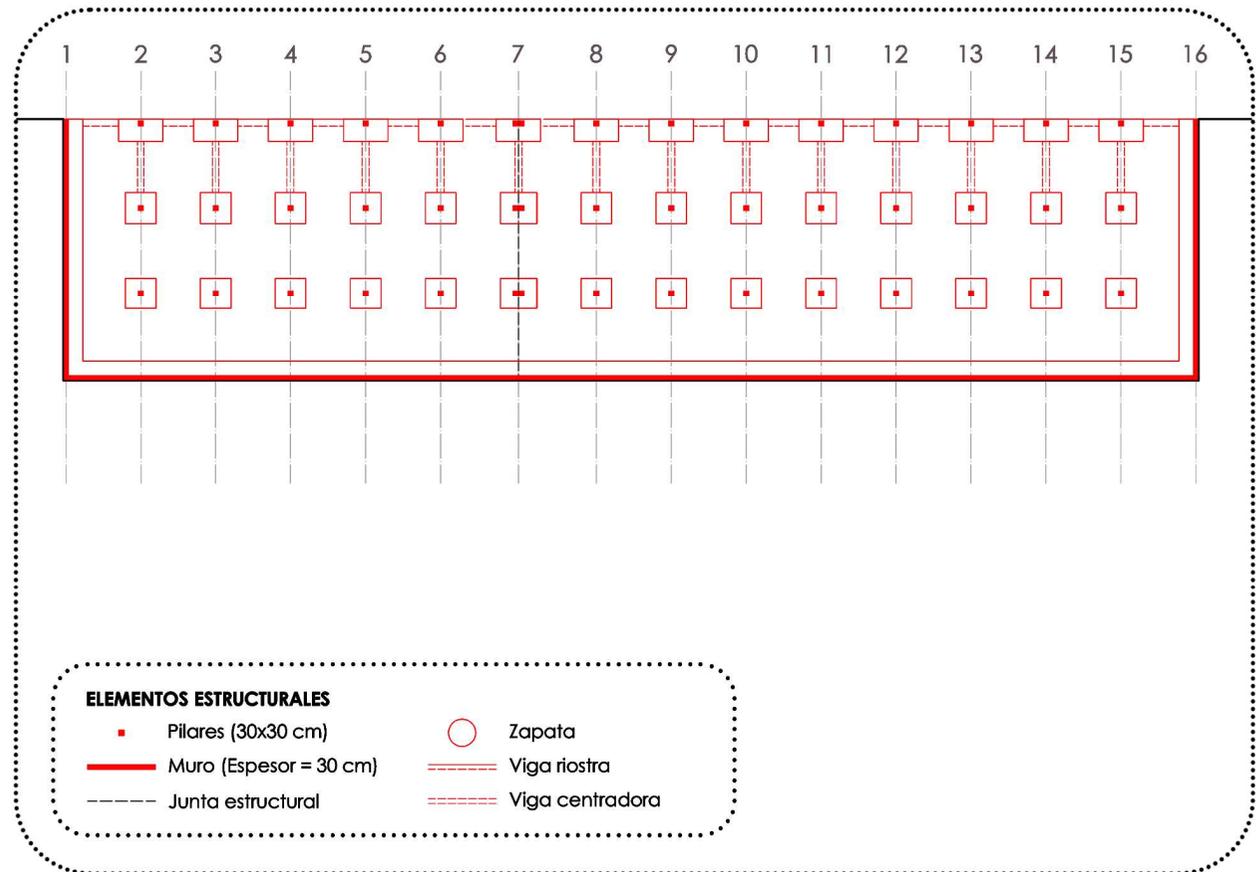
en el forjado de la planta superior, apoya sobre pilares metálicos cada 8,80 metros. Otros dos elementos singulares serían una junta de dilatación estructural mediante doblado de pilares, coincidiendo con el inicio del tramo en voladizo (pórtico 7), y dos muros de hormigón de 1,35 metros como refuerzo de los pórticos 6 y 7.

Se ha supuesto que los forjados entre plantas poseen un espesor de 30 cm con vigas de cuelgue de hasta 50 cm de canto, mientras que la solera de planta baja sería de 15 cm sobre una capa de zahorras compactadas. La cubierta ligera, estaría realiza con chapa grecada y perfiles metálicos, sumando un espesor de 20 cm.

Finalmente, la rampa para vehículos estaría formada por tres placas prefabricadas de hormigón armado de 50 cm de canto, con una capa de hormigón superior de 10 cm de espesor. Este conjunto de placas



apoyaría en la cimentación, en dos pórticos perpendiculares a la directriz de la rampa colocados cada 5 metros y en una viga o zuncho reforzado colocado a tal efecto en el forjado de planta superior.



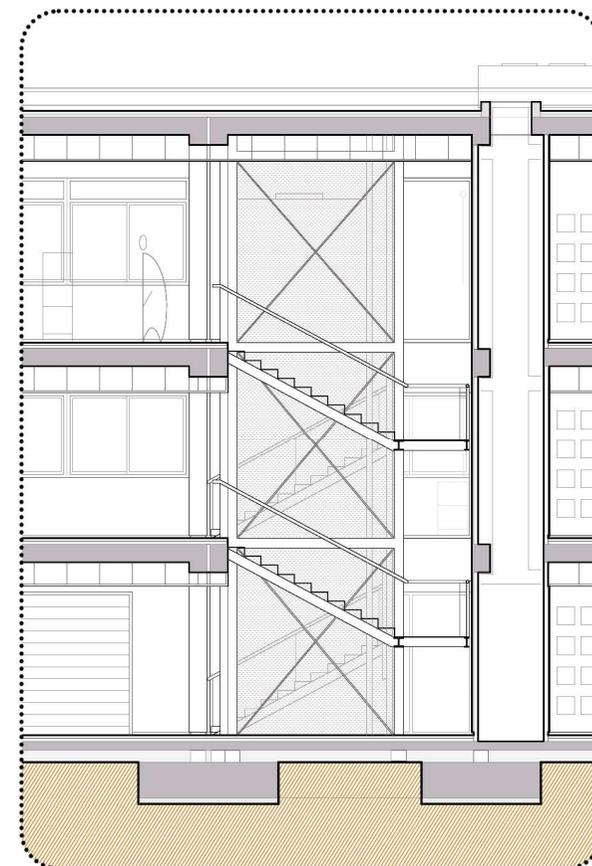
PAUTAS DE INTERVENCIÓN

Al intervenir sobre el edificio, se ha tratado en todo momento de reconvertir el espacio para el uso previsto con la mínima actuación posible, dejando grandes espacios diáfanos que adquieren un uso por el mobiliario dispuesto. El motivo de esta forma de intervenir es doble, tratando por un lado de generar espacios flexibles que puedan adaptarse a las necesidades fruto de un sector industrial cambiante, al tiempo que se hace un guiño a lo “ligero” o virtual del sector de la información, y por otro lado evitando sobrecargar una estructura que no fue pensada a tal efecto y de la que no se dispone información detallada.

En la formalización de los conceptos expuestos, se ha considerado además la direccionalidad transversal que posee la planta por la presencia de la plaza y el valle del río Nidelva. Tomando esta direccionalidad, se ha dispuesto en las dos plantas superiores una banda de estancia y relación

vinculada a la plaza y otra de trabajo y diversas funciones orientada al río. En la planta inferior este sistema se invierte, al estar el edificio parcialmente enterrado. Estas bandas se materializan mediante la colocación de piezas compactas de servicios comunes en la zona de trabajo y diversas funciones, subdividiendo el espacio global en áreas más pequeñas que se distribuyen mediante la colocación del mobiliario específico.

En lo referente a las sobrecargas estructurales, se ha dispuesto la comunicación vertical de manera independiente al edificio original. Ascensor y escalera se agruparían en una pieza ligera construida con perfiles metálicos y chapa de acero plegada que, transmitiendo las cargas a su propia cimentación, se anclaría a la estructura de hormigón en la parte superior de los pilares y en los desembarcos de la escalera en cada planta por cuestiones de funcionalidad y de rigidez transversal.

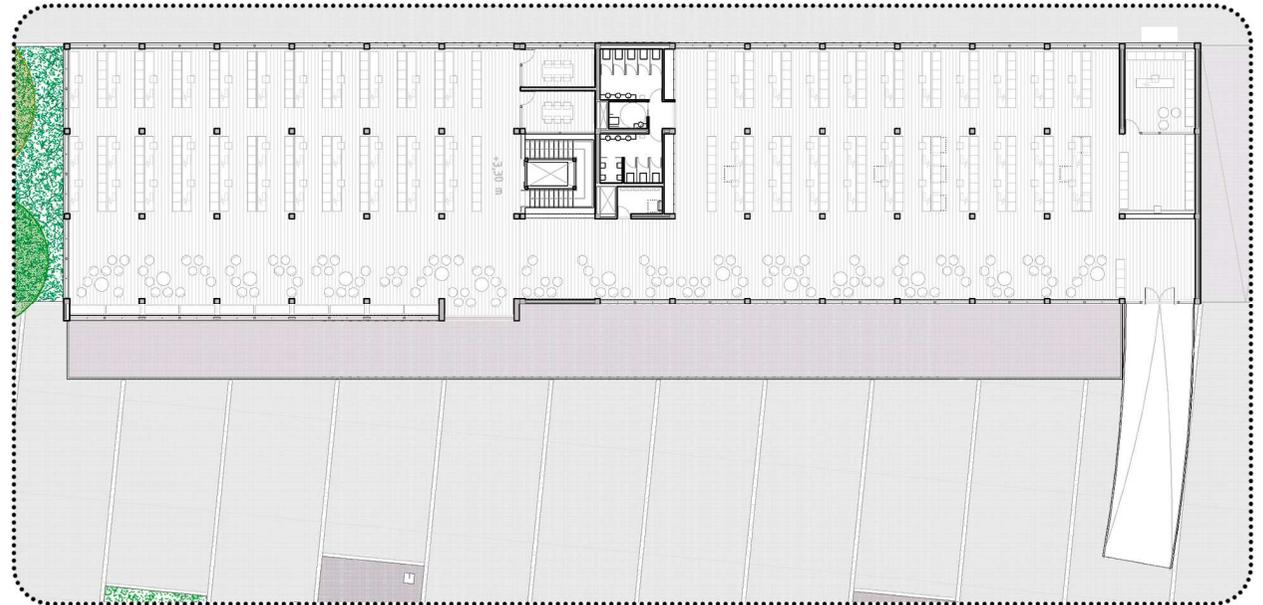


PROGRAMA DEL CO-WORKING

PLANTA SUPERIOR

Esta planta se ha destinado al espacio de trabajo colaborativo, disponiendo entre los dos pórticos centrales una pieza de servicios y mantenimiento que divide la planta en dos zonas de trabajo. El núcleo de comunicación vertical, así como las dos salas de reuniones, se sitúan junto a esta pieza, aunque utilizando un concepto más ligero que remarque el volumen de servicios. Frente al acceso exterior a la planta, realizado por la rampa para vehículos, se sitúa otra pieza de oficinas y control de acceso.

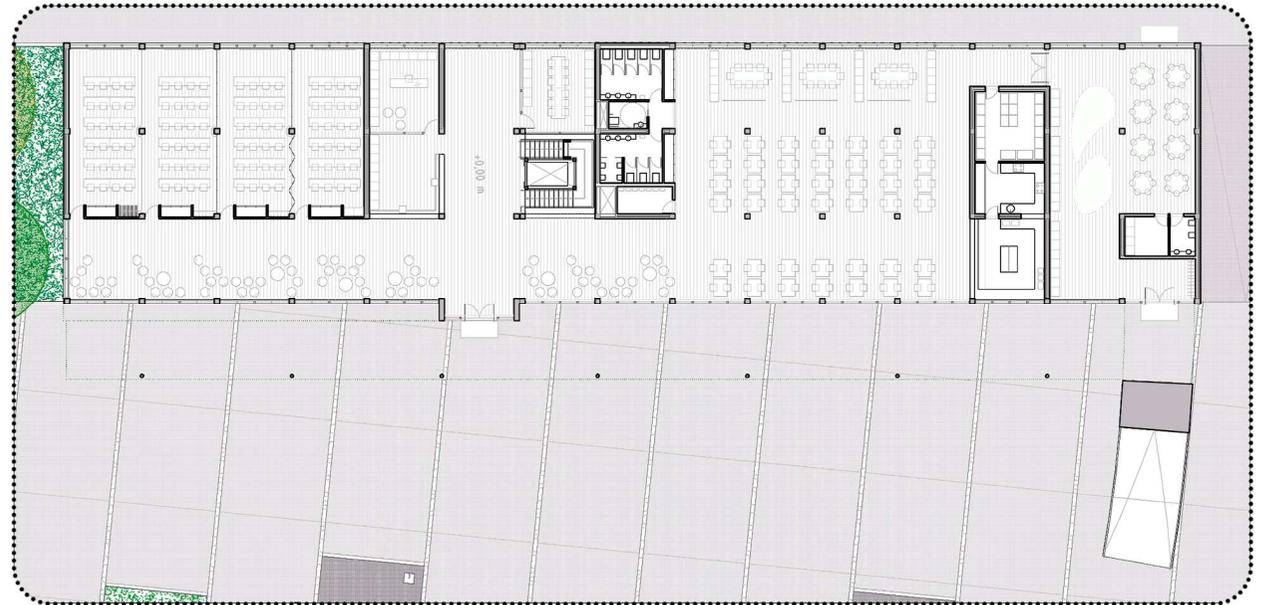
El vano situado del lado de la plaza se convierte en un espacio de estancia, comunicación y relación para los trabajadores, utilizando una disposición de mobiliario que trate de ejemplificar la actitud más distendida de esta zona, apostando por una ordenación más libre y orgánica frente a la ortogonalidad de la zona de trabajo.



PLANTA INTERMEDIA

En esta planta se ha mantenido el mismo esquema de piezas de servicios y comunicación vertical de la planta superior, habiéndose incorporado además dos volúmenes más: uno de almacenaje y cocina, vinculado a la cafetería, y otro de servicios y almacén, destinado a la guardería. En la parte sur del edificio se ha dispuesto una serie de cuatro aulas de usos múltiples y el control de acceso.

El sistema de bandas se ha modificado en esta planta para adecuarlo a las funciones propuestas. A tal efecto, en la cafetería se ha utilizado la banda de relación como zona de mesas, dejando un espacio para circulación, y se ha incorporado en la parte del río un área con tres pequeños comedores más íntimos. En la guardería se invierte también el esquema para dotarla de un acceso secundario a la cafetería.



PLANTA INFERIOR

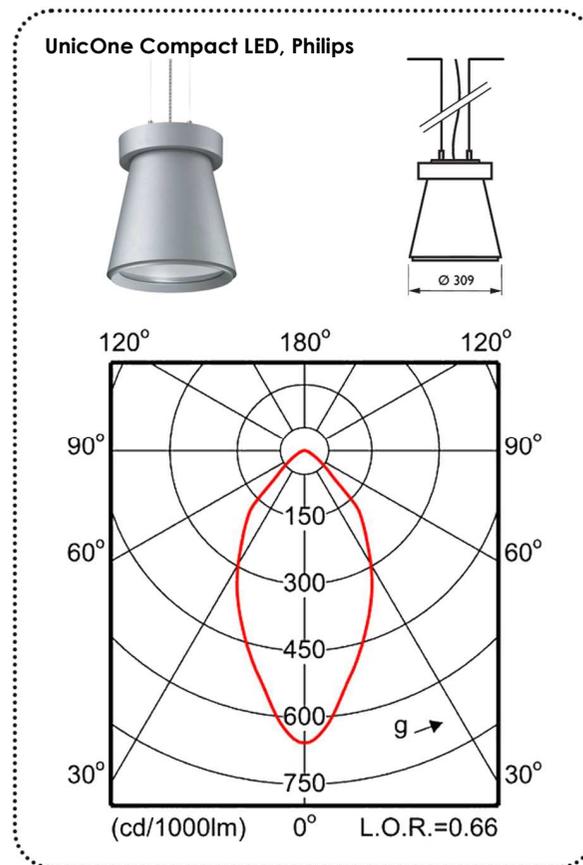
La planta inferior se ha destinado fundamentalmente a taller y almacenaje vinculado al mismo, estando este uso relacionado directamente con el espacio de co-working y en especial con aquellas empresas orientadas al diseño, si bien estaría disponible para los otros usuarios del área del plan. Junto al uso de taller se ha dispuesto también un pequeño control de acceso y oficina de asesoramiento, un volumen de servicios de planta y mantenimiento, la comunicación vertical y piezas de servicios y almacenamiento para todo el edificio.

En esta planta se ha invertido el sistema de bandas, pasando el espacio de circulación y relación a estar en el vano más próximo al río, habiéndose suprimido en los espacios de servicios comunes para el edificio y en la zona de almacenaje de material vinculada al taller.

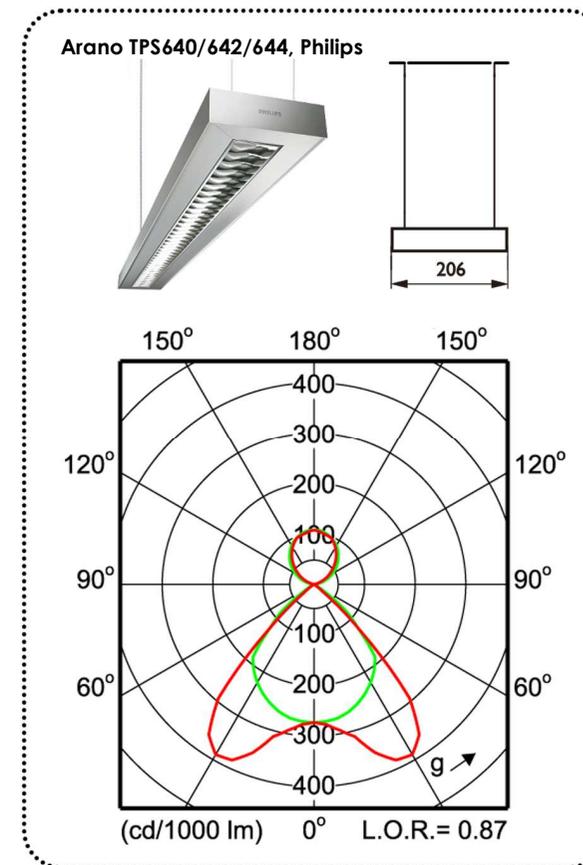


ILUMINACIÓN DE LA PLANTA DE TRABAJO

El planteamiento de la iluminación en el espacio de trabajo colaborativo debe responder al carácter de las distintas bandas y fundamentalmente a la idea de espacios flexibles planteada. En este sentido, se ha dispuesto en los espacios de trabajo una iluminación uniforme mediante elementos lineales colocados cada 2,20 metros. Frente a dicha claridad uniforme, se plantea para las zonas de relación una iluminación mediante elementos puntuales que genere espacios centrípetos gracias a la luz, dejando en un segundo plano toda la actividad que se desarrolla en la planta y poniendo el foco sobre las interacciones entre las personas. Estas luminarias puntuales se disponen sobre carriles longitudinales, colocados cada 60 cm, para permitir su reposicionamiento cuando sea necesario, adaptándose así a las necesidades del espacio de relación.



Modificado de Ficha técnica UnicOne Compact LED



Modificado de Ficha técnica luminaria Arano



LUMINARIAS

- | | |
|--|--|
|  Luminaria Arano TPS640/642/644 |  Luminaria empotrada halógena |
|  Luminaria UnicOne Compact LED |  Luminaria de emergencia |
|  Luminaria empotradas fluorescentes |  Cuarto de instalaciones eléctricas |

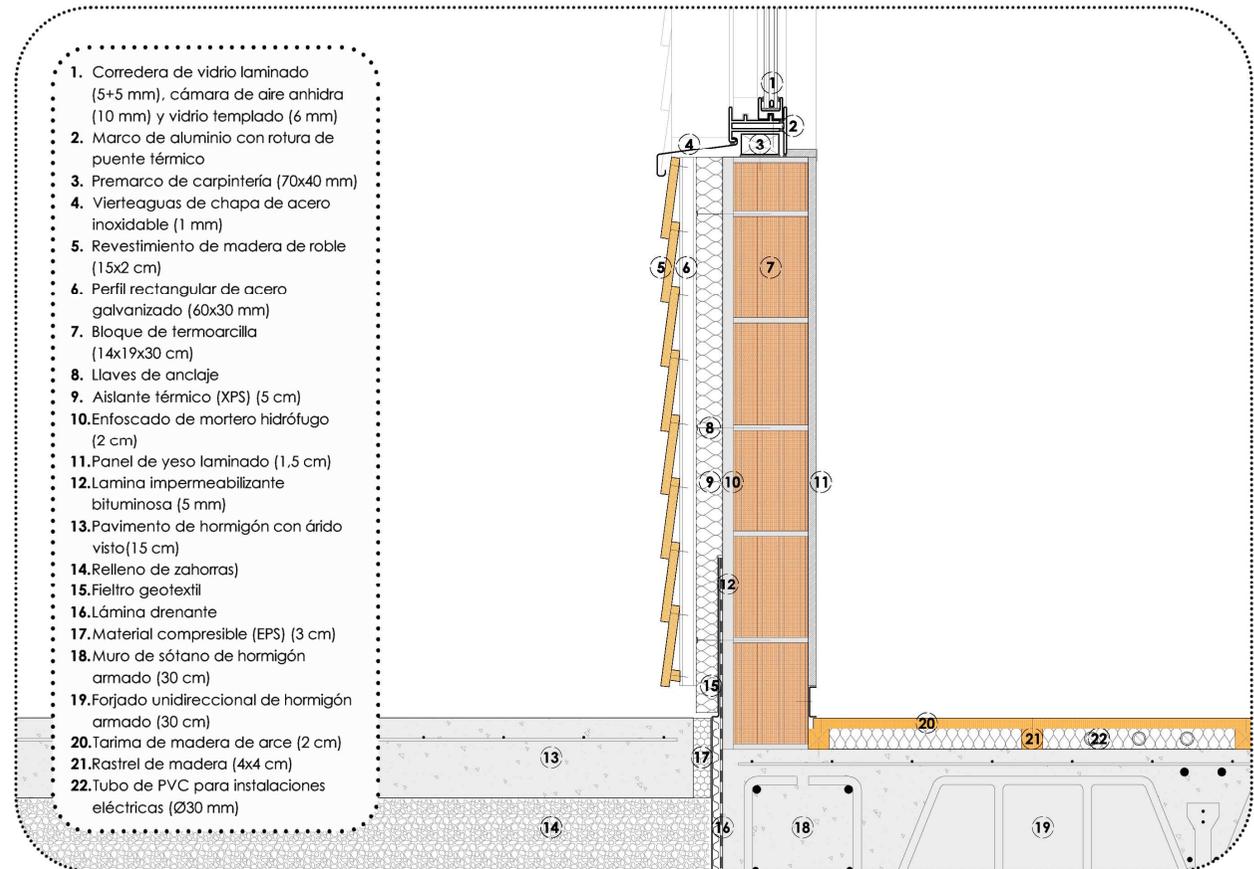
DETALLES CONSTRUCTIVOS

Con el fin de dotar de unidad a toda la propuesta y utilizando las soluciones tradicionales del lugar, se ha utilizado la madera como revestimiento de las fachadas de este edificio, así como de tres de las fachadas de la biblioteca (la fachada este está realizada con ladrillo caravista) y los edificios residenciales. Adquiere en el diseño de los detalles constructivos especial importancia el uso a que se destinen los edificios (si es un uso continuado o intermitente) y el clima del lugar, con temperaturas medias en invierno de 5,7° grados bajo cero y una gran humedad relativa por la presencia del río Nidelva.

Se ha entendido que, tanto en los equipamientos públicos (biblioteca y co-working) como en los edificios residenciales, es previsible un uso continuado lo que, combinado con el rigor climático de la zona, ha llevado a la elección de fachadas ventiladas de dos hojas que proporcionen además una gran inercia térmica para re-

ducir así la necesidad de calefacción y el consumo energético en general. Estas fachadas se ejecutarían con una hoja de termoarcilla de 20cm, aislada térmicamente por el exterior, que permita acumular el calor generado en los espacios interiores (la contribución solar en invierno sería mínima), y una hoja ligera exterior que genere una cámara de aire.

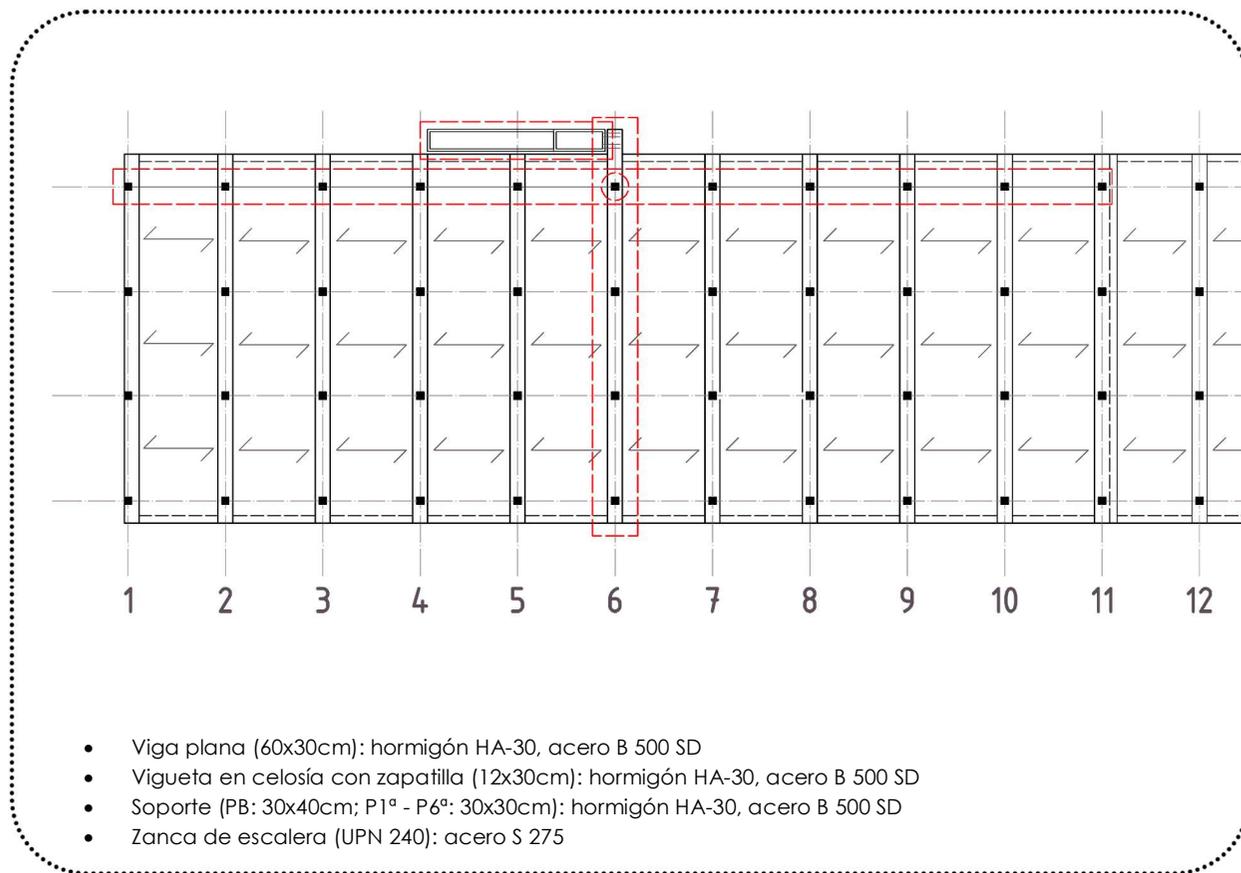
La solución adoptada para la hoja exterior se ha buscado en la construcción tradicional, disponiendo horizontalmente piezas longitudinales de madera de roble, solapando cada pieza sobre la inferior y quedando de esta manera la estanqueidad garantizada. Esta superficie de madera se dispone sobre una estructura de rastreles de acero galvanizado dejando una cámara de aire entre las dos hojas de la fachada. Los elementos de coronación y vierteaguas se realizan con chapa de acero, contribuyendo a la idea de ligereza de las fachadas.



ESTRUCTURA Y CARACTERÍSTICAS

La estructura elegida para el cálculo es una sección entre juntas de dilatación de la perteneciente al bloque I. De esta estructura se calculará una viga de tres vanos con un voladizo donde apoya la zanca de la escalera, un vigueta continua a lo largo de las 10 crujeías, el pilar más solicitado del pórtico considerado y la zanca de la escalera. El hormigón utilizado en la estructura es un HA-30 con armado de acero B 500 SD y en el caso de la escalera se ha empleado un acero con resistencia 275 MPa. Los recubrimientos mecánicos "r" son 3 cm.

Destacar además que, para evitar el doblado de pilares, se ha optado por la realización de las juntas de dilatación estructural mediante pasadores metálicos, reduciendo así el impacto de las mismas sobre los alzados y sobre las viviendas recayentes a esta.



SIMPLIFICACIÓN DE CÁLCULO

El cálculo de la presente estructura se ha realizado de manera simplificada, llegando al nivel de lo que se podría considerar un predimensionado. Por tanto, en el proceso desarrollado no se ha tenido en cuenta la combinación de acciones, habiéndose considerado todas las cargas actuantes con su mayor valor de cálculo.

En lo referente a las acciones, no se ha considerado la presión del viento sobre la estructura, dada la presencia de un núcleo central de hormigón y por la poca esbeltez de los bloques. Tampoco se ha tenido en cuenta en el cálculo el efecto de cargas de pequeña magnitud como son el peso propio de los pilares de hormigón o las acciones sobre barandillas y antepechos.

Las comprobaciones realizadas han sido las de resistencia frente a momentos o axiles (en el caso de pilares) y las de flecha, habiéndose fijado la armadura a cortante

mediante limitaciones constructivas. En estas comprobaciones se han empleado los siguientes coeficientes de seguridad, tanto de mayoración de acciones como de minoración de resistencias:

COEFICIENTES DE SEGURIDAD

- Cargas permanentes en verificación de resistencia de estructuras de hormigón: $\gamma_G = 1,35$
- Cargas variables en verificación de resistencia de estructuras de hormigón: $\gamma_Q = 1,50$
- Cargas permanentes en verificación de resistencia de estructuras de acero: $\gamma_G = 1,33$
- Cargas variables en verificación de resistencia de estructuras de acero: $\gamma_Q = 1,50$

COEF. MINORACIÓN DE RESISTENCIAS

- Hormigón: $\gamma_c = 1,50$
- Acero de armar: $\gamma_{sc} = 1,15$
- Acero: $\gamma_s = 1,05$

CARGAS ACTUANTES EN LA VIGA

PESOS PROPIOS (Según CTE DB SE-AE)

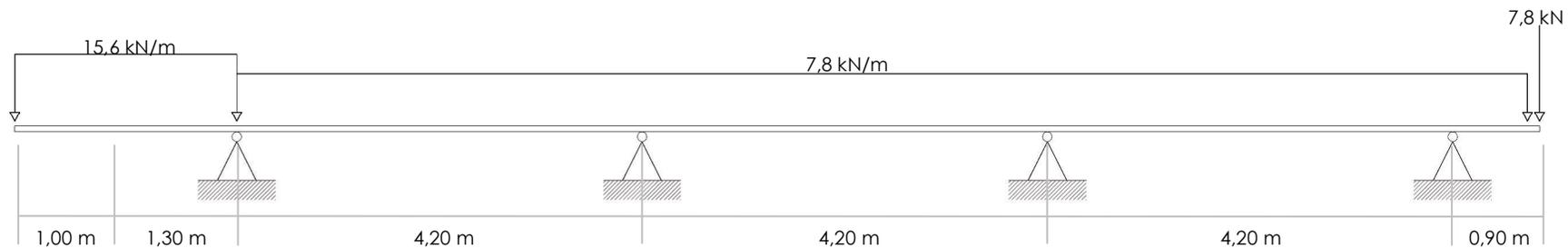
- Forjado unidireccional con grueso total inferior a 0,28m → 3,0 kN/m²
- Tabiquería en viviendas → 1,0 kN/m²
- Suelo técnico acabado con tarima de madera de 2 cm → 0,75 kN/m²
- Enlucido de yeso en la cara inferior del forjado → 0,15 kN/m²
- Cerramiento de termoarcilla con hoja exterior ligera de baldas de madera de roble → 4,16 kN/m
- Pavimento polimérico de zonas exteriores → 0,57 kN/m²
- Escalera metálica con zancas UPN 240 y chapa de acero de 2mm para los peldaños → 0,94 kN/ m²

ACCIONES VARIABLES

- Uso residencial con subcategoría de uso A1 → 2 kN/m²
- Corredores y escaleras vinculadas al uso residencial con subcategoría de uso A1 → 3 kN/m²
- Balcones volados y corredor de acceso a las viviendas → 2 kN/m
- Carga de nieve para altitudes inferiores a 1000 m → 1kN/m²

ÁMBITO DE CARGA

El ámbito de carga de las vigas se corresponde con los 3,90 metros de separación entre pórticos, salvo en el caso de la escalera que aumenta a 7,80 metros, ya que esta abarca dos crujeas. Con este ámbito de carga se obtiene que las cargas G (pesos propios) y Q (cargas variables) son las que se muestran en las figuras 1.1. y 1.2.

1.1. Cargas permanentes (G)**1.2. Cargas variables (Q)**

ARMADURA LONGITUDINAL DE LA VIGA

CARGA ACTUANTE "q"

Antes de proceder al cálculo de los momentos se debe obtener la carga total actuante, como suma de todas las acciones multiplicadas por sus respectivos coeficientes de mayoración. El diagrama de cargas se muestra en la figura 1.3.

MOMENTO DE CÁLCULO

El diagrama de fletores se ha obtenido de manera simplificada, mediante las formulas que proporciona el libro "Números Gordos en el Proyecto de Estructuras". Se ha supuesto, para la aplicación de estas fórmulas, que el voladizo de 0,90m no influye significativamente sobre el tramo de viga contiguo, quedando este como un vano extremo. Por el contrario, el voladizo de 2,30m sí que influye sobre el vano adyacente, quedando este como un tramo interno. El diagrama de momentos se muestra en la figura 1.4.

ARMADURA NECESARIA

Obtenidos los diagramas de momentos se ha calculado la armadura de acuerdo con la siguiente ecuación:

$$A_s = \frac{M_d}{0,8 \cdot h \cdot f_{yd}} \quad [x10]$$

Los valores de armadura se muestran en las figuras 1.5.

ARMADURA DE COMPRESIÓN

Será necesario disponer armadura de compresión en aquellos casos en que el momento de cálculo actuante M_d sea superior a un momento límite obtenido mediante la siguiente ecuación:

$$M_{lim} = 0,37 \cdot f_{cd} \cdot b \cdot d^2 \quad [x1000]$$

$$M_{lim} = 0,37 \cdot 20 \cdot 0,6 \cdot 0,27^2 \quad [x1000] = 323,68 \text{ kNm}$$

Dado que no se supera M_{lim} , no será preciso colocar armadura de compresión.

LIMITACIONES DE LA ARMADURA

- Armadura mínima geométrica:

$$A_s \text{ tracción} > 2,8\% A_C = 5,04 \text{ cm}^2$$

$$A_s \text{ compresión} > 0,3 A_s \text{ tracc} = 1,78 \text{ cm}^2$$

- Armadura mínima mecánica:

$$A_s \text{ tracc} \cdot f_{yd} > 4\% A_C \cdot f_{cd} = 144 \text{ kN}$$

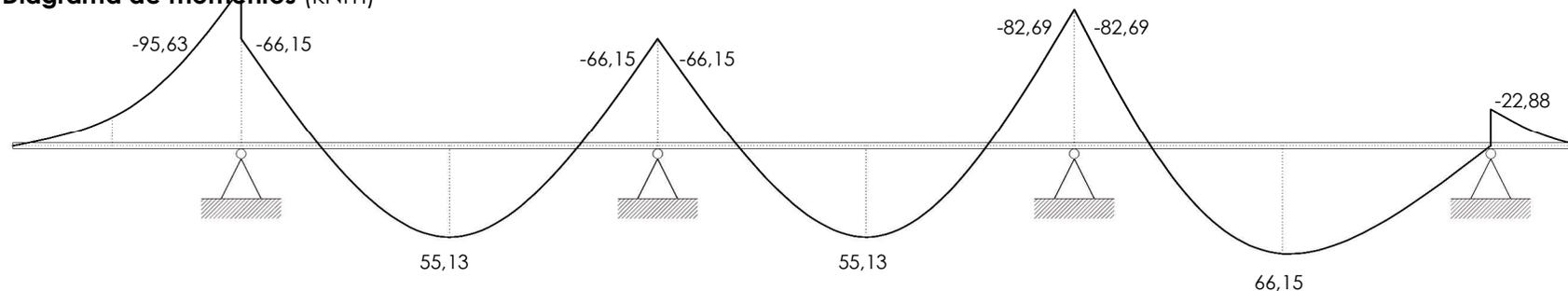
DISPOSICIÓN DE LA ARMADURA

Considerando la armadura necesaria por cálculo y por limitaciones, y teniendo en cuenta las disposiciones constructivas de la armadura (solape de armaduras, longitud de barras, estribos de 4 ramas, etc), el armado resultante es el mostrado en la figura 1.6.

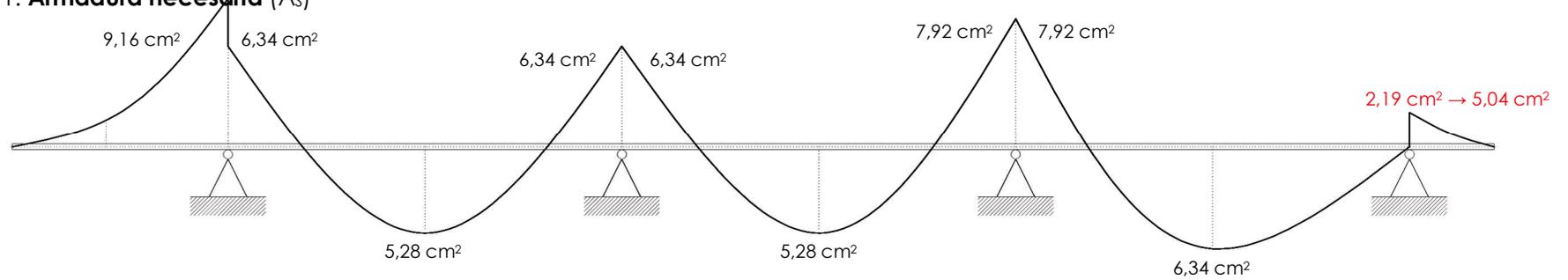
1.3. Carga total (q)



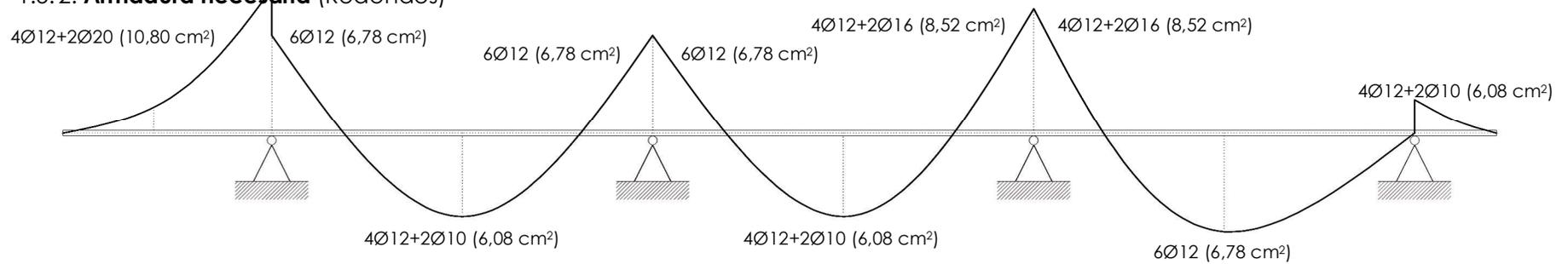
1.4. Diagrama de momentos (kNm)



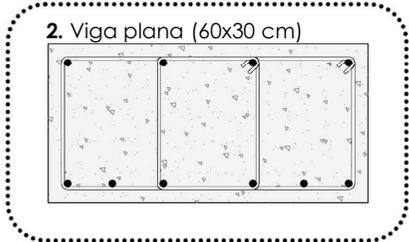
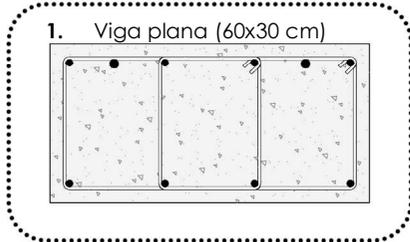
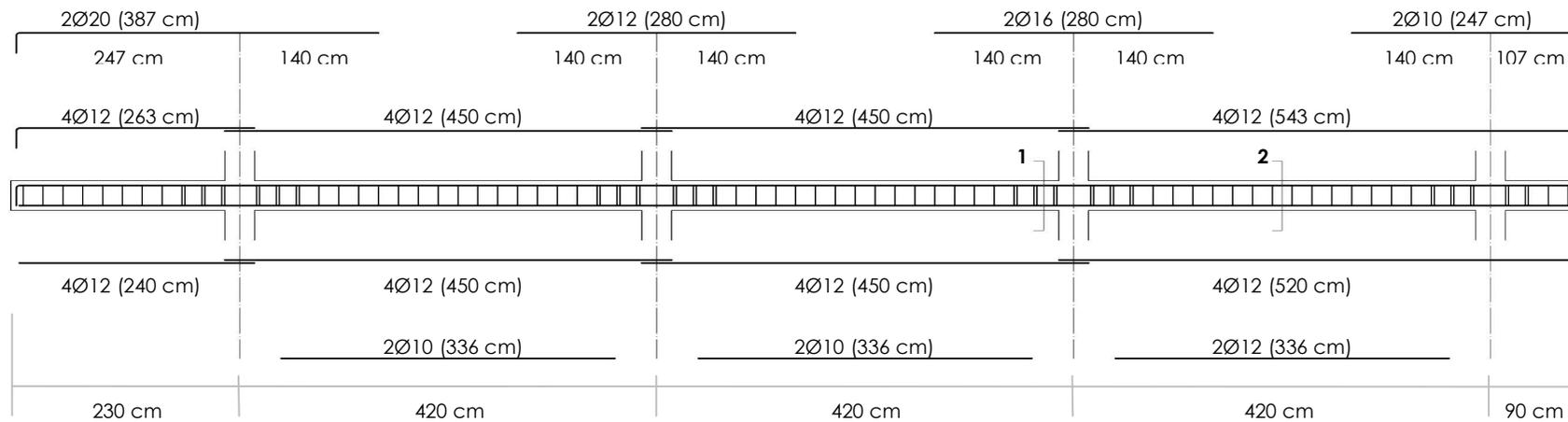
1.5.1. Armadura necesaria (As)



1.5.2. Armadura necesaria (Redondos)



1.6. Esquema de ferralla



HA-30
B 500 SD

DEFORMACIÓN DE LA VIGA

Una vez dimensionada la viga se ha procedido al cálculo de las flechas de la misma en sus diferentes tramos, utilizando la armadura obtenida en el apartado anterior y teniendo en cuenta que las cargas se presentarán con su valor característico.

En primer lugar, cabe plantearse cuando será imprescindible realizar el cálculo de las flechas, atendiendo a la esbeltez de las vigas. En este sentido, no será necesario realizarlo cuando la esbeltez sea inferior a los siguientes valores:

- $L/d < 6$ en voladizos
- $L/d < 18$ en vanos extremos
- $L/d < 20$ en vanos internos

Conociendo el canto útil $d = 0,27\text{m}$ y la geometría de la estructura se concluye que solo será necesario calcular la flecha en el

voladizo de 2,30 metros, dado que su esbeltez es 8,52 y siendo el límite en voladizos 6.

INERCIA EQUIVALENTE Y MÓDULO E

Antes de proceder al cálculo de la flecha instantánea es preciso obtener los valores del módulo de elasticidad "E" y de la inercia equivalente "I", siendo a su vez necesario para el cálculo de este último la cuantía de armadura de tracción "ρ", el momento de fisuración M_f , el momento actuante M_a y el coeficiente K.

- Cuantía de armadura de tracción:

$$\rho = \frac{10,80}{60 \cdot 27} \cdot 100 [\%] = 0,67\%$$

- Momento de fisuración:

$$M_f = \frac{30}{10} \cdot \frac{0,6 \cdot 0,3^2}{6} \cdot 1000 = 27 \text{ kNm}$$

- Momento actuante:

$$M_a = 22,95 \cdot 1,8 + \frac{29,52 \cdot 1,3^2}{2}$$

$$M_a = 66,25 \text{ kNm}$$

- Dado que el momento actuante es mayor a $2M_f$ y que la cuantía de armadura es $\rho = 0,67\%$, el coeficiente K tiene un valor $K = 0,2$

- Inercia equivalente:

$$I = 0,2 \cdot \frac{1}{12} \cdot 600 \cdot 300^3 = 2,7 \cdot 10^9 \text{ mm}^4$$

- Módulo de elasticidad:

$$E = 8500 \cdot \sqrt[3]{30 + 8} = 28577 \text{ N/mm}^2$$

FLECHA INSTANTÁNEA DEL VOLADIZO

Obtenidos los valores anteriores se puede proceder, de manera simplificada, al cálculo de la flecha instantánea mediante la siguiente ecuación:

$$f_{\text{inst}} = \frac{q \cdot L^4}{8 \cdot E \cdot I}$$

Para aplicar esta fórmula se necesita que la carga actuante sea de valor constante a lo largo de todo el voladizo, por tanto, se supondrá esta con un valor de 29,52 kN/m, la mayor de las dos cargas presentes.

$$f_{\text{inst}} = \frac{29,52 \cdot 2300^4}{8 \cdot 28577 \cdot 2,70 \cdot 10^9} = 1,34 \text{ mm}$$

FLECHA DIFERIDA DEL VOLADIZO

El efecto de la fluencia del hormigón con el tiempo y el aumento de las deforma-

ciones, se puede suponer, de manera simplificada como 1,5 veces el valor de la flecha instantánea. De esta manera obtenemos una flecha diferida:

$$f_{\text{dif}} = 1,5 \cdot 1,34 = 2,01 \text{ mm}$$

FLECHA TOTAL DEL VOLADIZO

La flecha total se obtendrá como suma de las dos anteriores, siendo su valor:

$$f_{\text{tot}} = 1,34 + 2,01 = 3,36 \text{ mm}$$

FLECHA ACTIVA DEL VOLADIZO

Se calculará la flecha activa para el pavimento polimérico dispuesto en el voladizo, ya que es el único elemento presente que sería susceptible a estas deformaciones.

De manera simplificada, y dado que se desconoce el proceso de ejecución y

tiempos de descimbrado, se supondrá la flecha activa como la suma de las fracciones de flecha instantánea asociadas al pavimento ($q_P = 2,22 \text{ kN/m}$) y a las cargas variables ($q_Q = 15,60 \text{ kN/m}$) y la flecha diferida total, quedando así del lado de la seguridad.

$$f_{\text{act}} = f_{\text{inst P}} + f_{\text{inst Q}} + f_{\text{dif}}$$

$$f_{\text{act}} = 0,10 + 0,71 + 2,01 = 2,82 \text{ mm}$$

FLECHAS ADMISIBLES

Como valores máximos para las deformaciones se ha considerado una edificación normal sin pavimentos rígidos ni tabiquería, obteniéndose los siguientes límites:

$$f_{\text{tot}} = 3,36 \text{ mm} < \frac{1,6 \cdot L}{250} = 14,72 \text{ mm} \rightarrow \text{Admisible}$$

$$f_{\text{act}} = 2,82 \text{ mm} < \frac{1,6 \cdot L}{300} = 12,27 \text{ mm} \rightarrow \text{Admisible}$$

CARGAS ACTUANTES EN LA VIGUETA

PESOS PROPIOS (Según CTE DB SE-AE)

- Forjado unidireccional con grueso total inferior a 0,28m → 3,0 kN/m²
- Tabiquería en viviendas → 1,0 kN/m²
- Suelo técnico acabado con tarima de madera de 2 cm → 0,75 kN/m²
- Enlucido de yeso en la cara inferior del forjado → 0,15 kN/m²
- Cerramiento de termoarcilla con hoja exterior ligera de baldas de madera de roble → 4,16 kN/m
- Pavimento polimérico de zonas exteriores → 0,57 kN/m²

ACCIONES VARIABLES

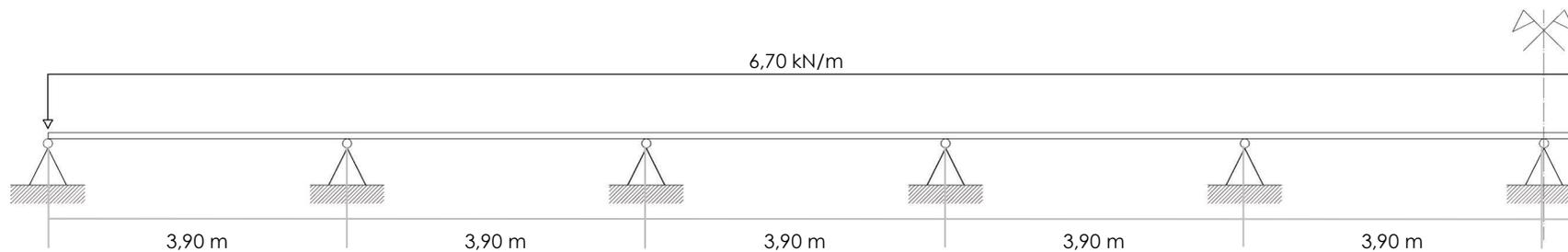
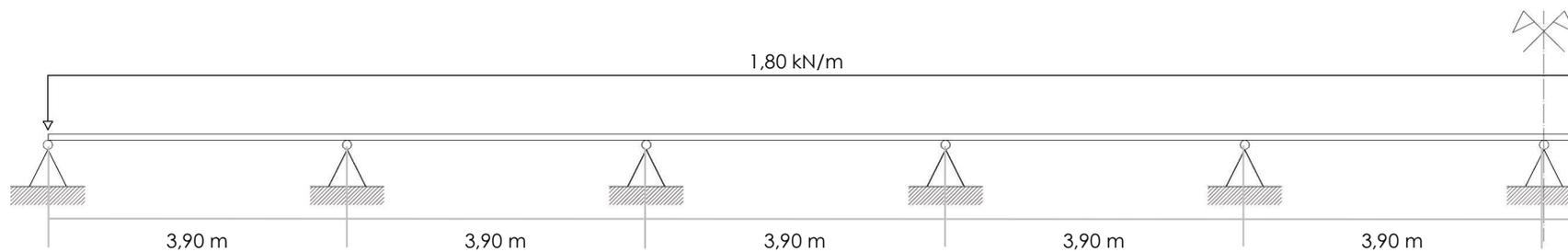
- Uso residencial con subcategoría de uso A1 → 2 kN/m²
- Corredores y escaleras vinculadas al uso residencial con subcategoría de uso A1 → 3 kN/m²
- Carga de nieve para altitudes inferiores a 1000 m → 1 kN/m²

ÁMBITO DE CARGA

El ámbito de carga de las viguetas según la modelización estructural⁹ es de 0,60 metros, distancia entre ejes de las mismas. En este caso se ha calculado la vigueta que se considera más desfavorable, aquella que soporta la acción del cerramiento¹⁰ q_c. Con este ámbito se obtiene que las cargas G (pesos propios) y Q (cargas variables) son las que se muestran en las figuras 2.1. y 2.2.

⁹ Se ha supuesto el primer nudo como articulado, siendo esta la hipótesis más desfavorable, aquella en que la viga sufre una torsión no siendo posible absorber momentos. En todo caso se dispondrá un armado de negativos igual al del otro apoyo del tramo considerado para la correcta conexión viga-vigueta.

¹⁰ Aunque sería lo habitual apoyar el cerramiento sobre un zuncho o nervio de hormigón, dado que la diferencia de magnitud entre las cargas a ambos lados de este no es importante y teniendo en cuenta también que se trata de un cerramiento semipesado, se ha considerado suficiente disponer una vigueta en el apoyo.

2.1. Cargas permanentes (G)**2.2. Cargas variables (Q)**

ARMADURA LONGITUDINAL DE LA VIGUETA

CARGA ACTUANTE "q"

Antes de proceder al cálculo de los momentos se debe obtener la carga total actuante, como suma de todas las acciones multiplicadas por sus respectivos coeficientes de mayoración. El diagrama de cargas se muestra en la figura 2.3.

MOMENTO DE CÁLCULO

Los flectores se han calculado de manera simplificada para una viga continua, obteniéndose el diagrama de la figura 2.4.

ARMADURA NECESARIA

Obtenidos los diagramas de momentos se ha calculado la armadura de acuerdo con la siguiente ecuación:

$$A_s = \frac{M_d}{0,8 \cdot h \cdot f_{yd}} [x10]$$

Los valores de armadura obtenidos se muestran en las figuras 2.5.1. y 2.5.2.

ARMADURA DE COMPRESIÓN

Será necesario disponer armadura de compresión en aquellos casos en que el momento de cálculo actuante M_d sea superior a un momento límite obtenido mediante la siguiente ecuación:

$$M_{lim} = 0,37 \cdot f_{cd} \cdot b \cdot d^2 [x1000]$$

$$M_{lim} = 0,37 \cdot 20 \cdot 0,12 \cdot 0,27^2 [x1000] = 64,74 \text{ kNm}$$

Dado que no se supera M_{lim} , no será preciso colocar armadura de compresión.

LIMITACIONES DE LA ARMADURA

- Armadura mínima geométrica:
 $A_s \text{ tracción} > 2,8\% \cdot A_C = 1,00 \text{ cm}^2$

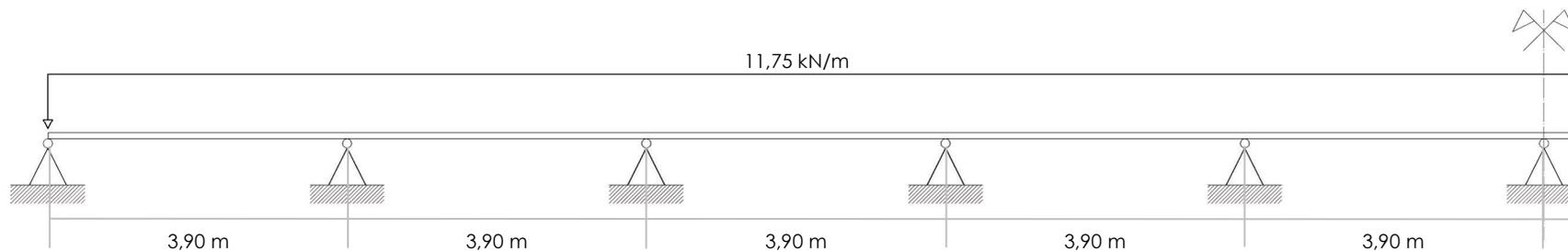
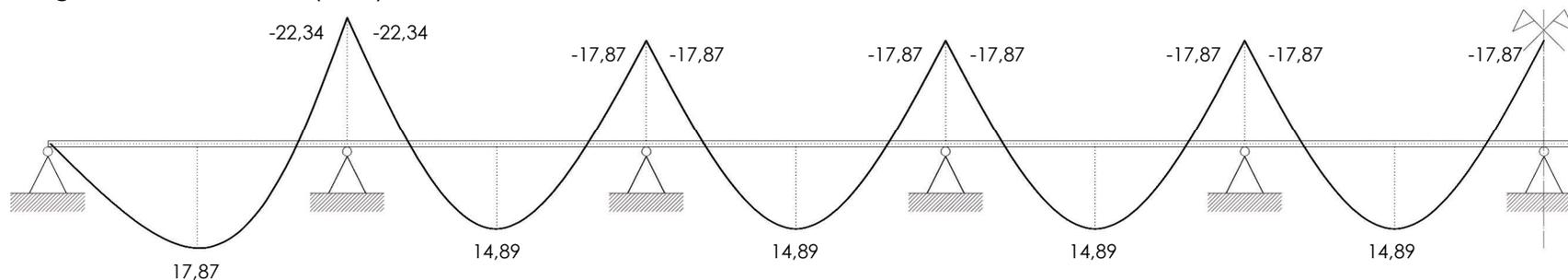
$$A_s \text{ compresión} > 0,3 A_s \text{ tracc} = 0,30 \text{ cm}^2$$

- Armadura mínima mecánica:

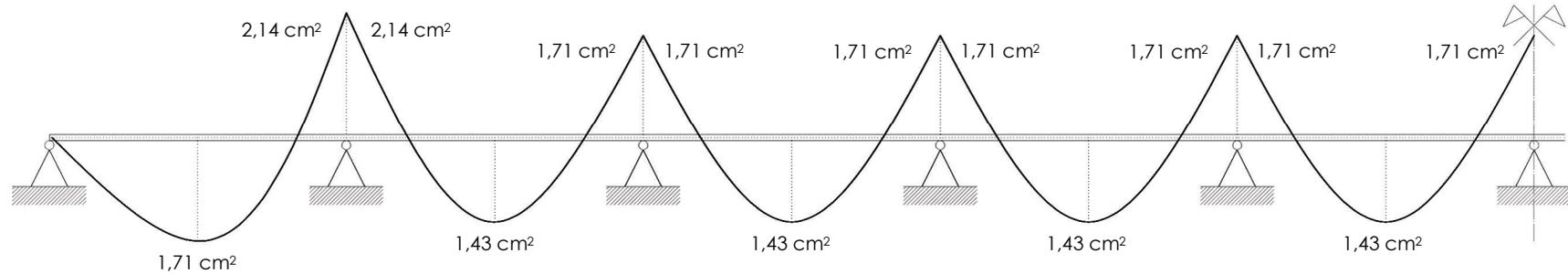
$$A_s \text{ tracc} \cdot f_{yd} > 4\% A_C \cdot f_{cd} = 28,8 \text{ kN}$$

DISPOSICIÓN DE LA ARMADURA

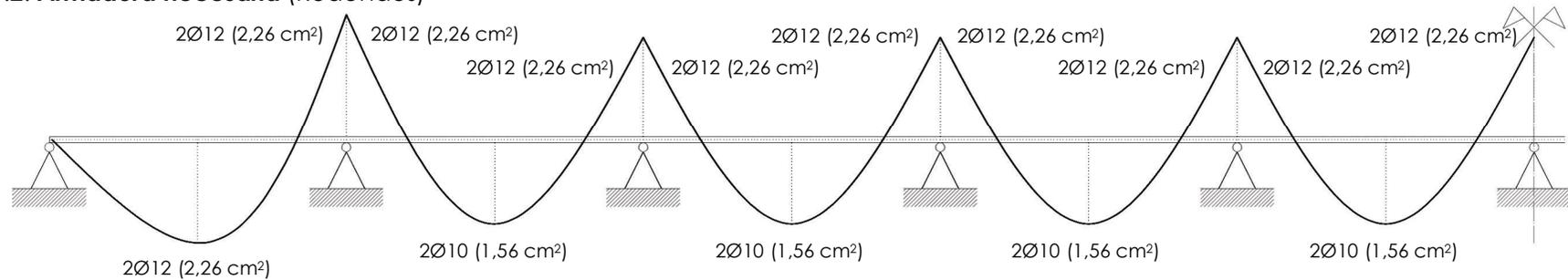
Dado que se trata de viguetas prefabricadas en celosía con zapatilla, la armadura inferior abarcará de cara a cara de las vigas, quedando embebida 15 cm en el hormigón de estas. Además, y con tal de simplificar la construcción, se dispondrán todas las viguetas con iguales características. Por último, se supondrá que la armadura mínima geométrica de compresión en la cara superior será el mallazo de reparto. Con estas consideraciones, el armado resultante es el mostrado en la figura 2.6.

2.3. Carga total (q)**2.4. Diagrama de momentos (kNm)**

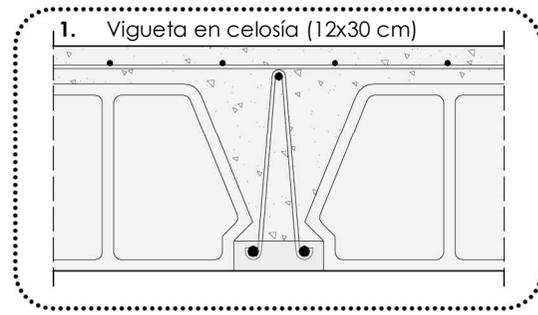
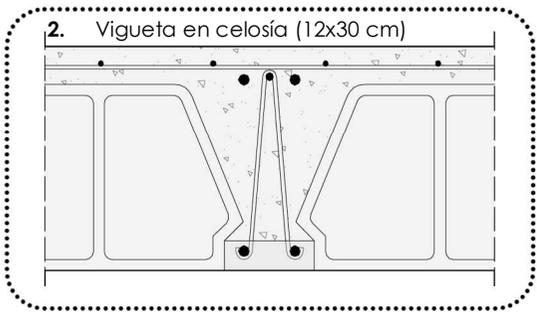
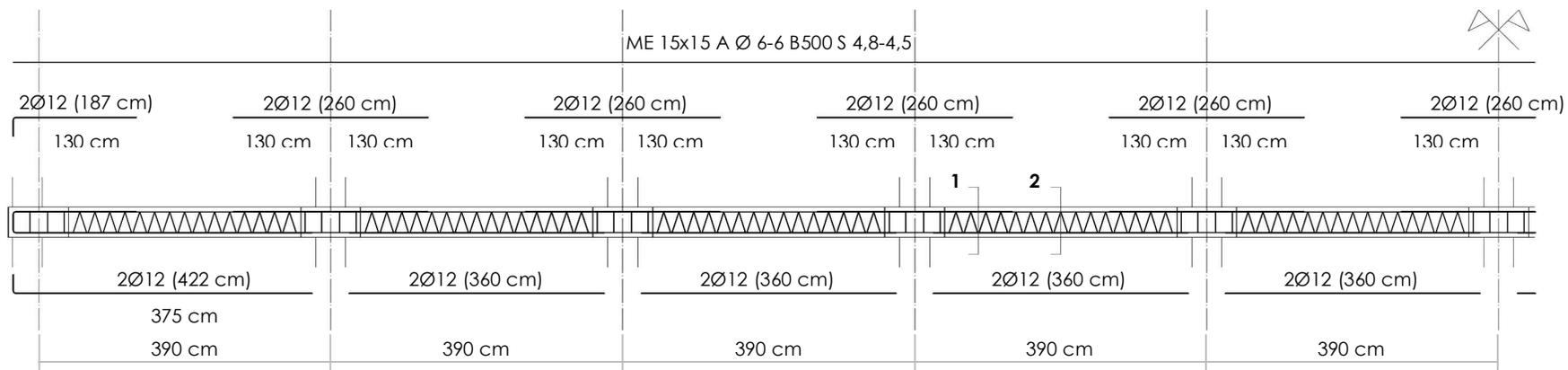
2.5.1. Armadura necesaria (A_s)



2.5.2. Armadura necesaria (Redondos)



2.6. Esquema de ferralla



HA-30
B 500 SD

DEFORMACIÓN DE LA VIGUETA

Una vez dimensionada la vigueta se ha procedido al cálculo de las flechas de la misma en sus diferentes tramos, utilizando la armadura obtenida en el apartado anterior y teniendo en cuenta que las cargas se presentarán con su valor característico.

En primer lugar, cabe plantearse cuando será imprescindible realizar el cálculo de las flechas, atendiendo a la esbeltez de las viguetas. En este sentido, no será necesario realizarlo cuando la esbeltez sea inferior a los siguientes valores:

- $L/d < 18$ en vanos extremos
- $L/d < 20$ en vanos internos

Sabiendo que el canto útil es $d = 0,27\text{m}$ y que la luz entre apoyos es $L = 3,90\text{ m}$, se obtiene que la esbeltez de las viguetas es 14,44, no siendo necesario el cálculo de las deformaciones de las mismas.

CARGAS ACTUANTES EN EL PILAR (forjados 1º-6º)

PESOS PROPIOS (Según CTE DB SE-AE)

- Forjado unidireccional con grueso total inferior a 0,28m → 3,0 kN/m²
- Tabiquería en viviendas → 1,0 kN/m²
- Suelo técnico acabado con tarima de madera de 2 cm → 0,75 kN/m²
- Enlucido de yeso en la cara inferior del forjado → 0,15 kN/m²
- Cerramiento de termoarcilla con hoja exterior ligera de baldas de madera de roble → 4,16 kN/m
- Pavimento polimérico de zonas exteriores → 0,57 kN/m²
- Escalera metálica con zancas UPN 240 y chapa de acero de 2mm para los peldaños → 0,94 kN/m²

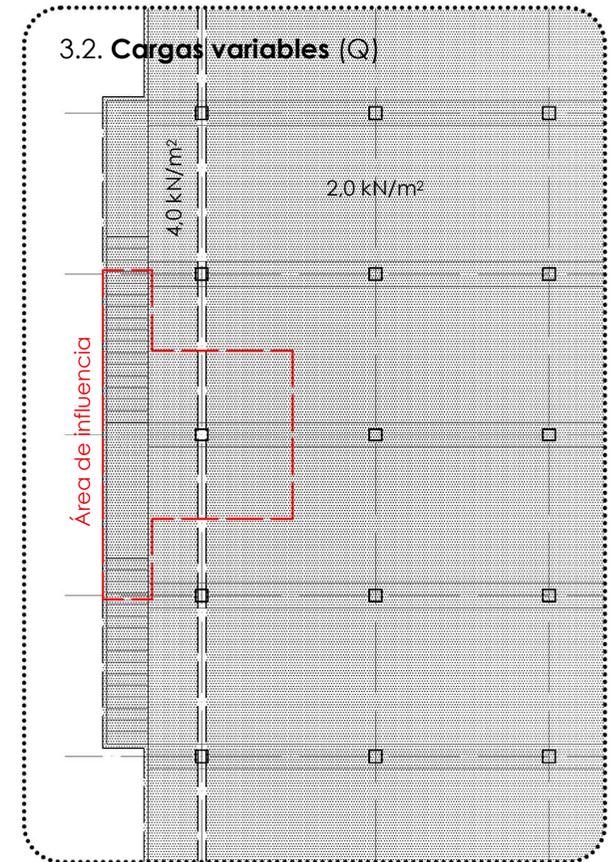
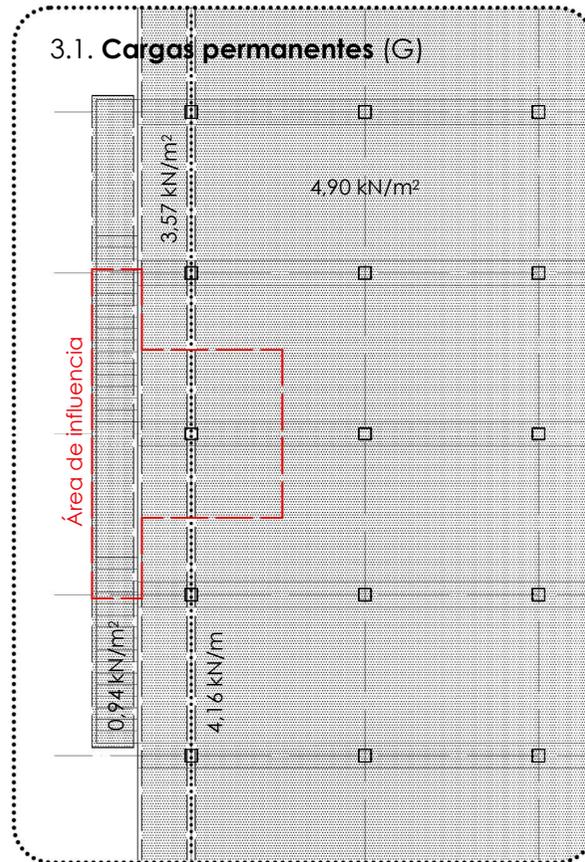
ACCIONES VARIABLES

- Uso residencial con subcategoría de uso A1 → 2 kN/m²
- Corredores y escaleras vinculadas al uso residencial con subcategoría de uso A1 → 3 kN/m²
- Carga de nieve para altitudes inferiores a 1000 m → 1 kN/m²

ÁMBITO DE CARGA

En la dirección de las vigas, el ámbito de carga se corresponde con los 3,90 metros de separación entre pórticos, salvo en el caso de la escalera¹¹ que aumenta a 7,80 metros, ya que esta abarca dos crujeas. En la dirección perpendicular, el área de influencia abarcará desde el punto medio de la luz entre pilares adyacentes (2,10m) hasta el extremo de la escalera (2,30 m). Las distintas acciones en su valor característico se muestran en las figuras 3.1. (pesos propios) y 3.2. (cargas variables).

¹¹ La carga de la escalera solo afectará a los pilares de las plantas baja y 4ª.



CARGAS ACTUANTES EN EL PILAR (forjado 7º)

PESOS PROPIOS (Según CTE DB SE-AE)

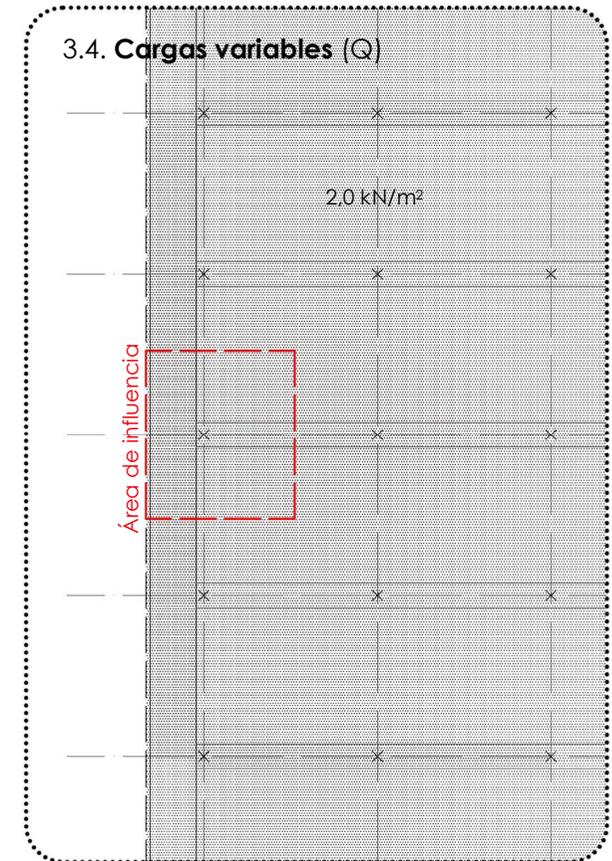
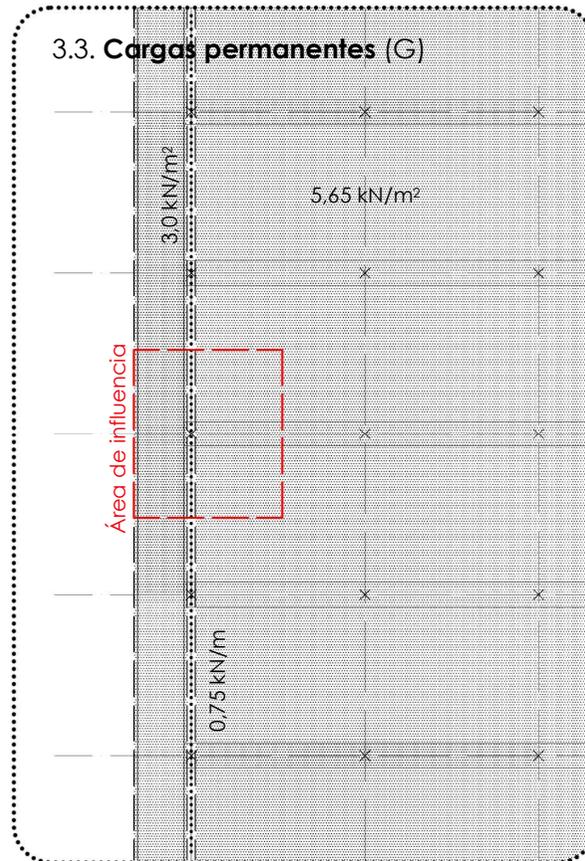
- Forjado unidireccional con grueso total inferior a 0,28m → 3,0 kN/m²
- Cubierta plana con acabado de grava → 2,5 kN/m²
- Enlucido de yeso en la cara inferior del forjado → 0,15 kN/m²
- Antepecho de 42 cm de ladrillo perforado (espesor < 0,14m) con hoja exterior ligera de baldas de madera de roble → 0,75 kN/m
- Losa de hormigón armado en voladizo (espesor = 12 cm) → 3,0 kN/m²

ACCIONES VARIABLES

- Cubiertas accesibles únicamente para conservación (G1) con inclinación inferior a 20° → 1 kN/m²
- Carga de nieve para altitudes inferiores a 1000 m → 1 kN/m²

ÁMBITO DE CARGA

En la dirección de las vigas, el ámbito de carga se corresponde con los 3,90 metros de separación entre pórticos. En la dirección perpendicular, el área de influencia abarcará desde el punto medio de la luz entre pilares adyacentes (2,10m) hasta el extremo del voladizo (1,30 m). Las distintas acciones en su valor característico se muestran en las figuras 3.3. (pesos propios) y 3.4. (cargas variables).



ESFUERZOS DE CÁLCULO

AXIL DE CÁLCULO

Los axiles actuantes en el pilar escogido se obtendrán como resultado de multiplicar cada carga mayorada por la fracción del área de influencia del mismo en que actúan (en caso de ser cargas superficiales) más las cargas lineales multiplicadas por el ámbito de carga. Como se ha dicho al inicio de este capítulo, no se tendrá en cuenta el peso propio del pilar. Los diagramas de axiles del pilar se muestran en la figura 3.6.

MOMENTO DE CÁLCULO

El cálculo del momento actuante se realizará en el plano del pórtico considerado, ya que en la dirección perpendicular los momentos se pueden considerar despreciables. Estos flectores resultan difíciles de calcular por métodos simplificados, habiéndose realizado una aproximación a su valor mediante la fórmula proporcionada en el libro

“Números Gordos en el Proyecto de Estructuras”:

$$M_d = \left[(1,35g + 1,5 \cdot 0,5q) \frac{L_2^2}{14} - 1,35g \frac{L_1^2}{14} \right] \cdot b$$

Siendo “L₁” la luz menor de las adyacentes, “L₂” la luz mayor de las adyacentes y “b” el ancho de influencia del pórtico. En el caso del nudo de apoyo y dado que se a modelizado como un empotramiento, se supondrá un momento igual al del nudo inmediatamente superior, a falta de un cálculo más preciso

Cabe destacar que este método no tiene en cuenta las rigideces de las vigas y pilares recayentes al nudo considerado, necesarias para obtener el momento de manera exacta. De acuerdo con esta ecuación, los diagramas de momentos son los mostrados en la figura 3.7.

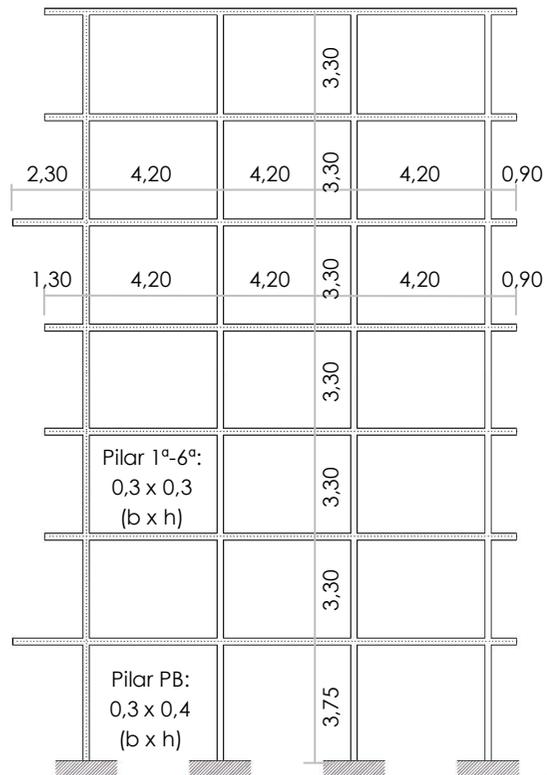
MÉTODO DE CÁLCULO

Dado que los momentos son mayores al axil actuante multiplicado por la excentricidad mínima ($e_{\min} = 2$ cm), se realizará el cálculo en flexocompresión mediante ábacos. Se utilizará uno para armadura simétrica en ambas caras y una relación $r = 0,10 \cdot h$, válida para las plantas 1ª a 6ª donde el recubrimiento mecánico es $r = 3$ cm y el canto de la pieza es $h = 30$ cm. En la planta inferior, donde el canto es $h = 40$ cm, se puede suponer también válido al ser, de las tres posibles relaciones entre canto y recubrimiento, la más aproximada.

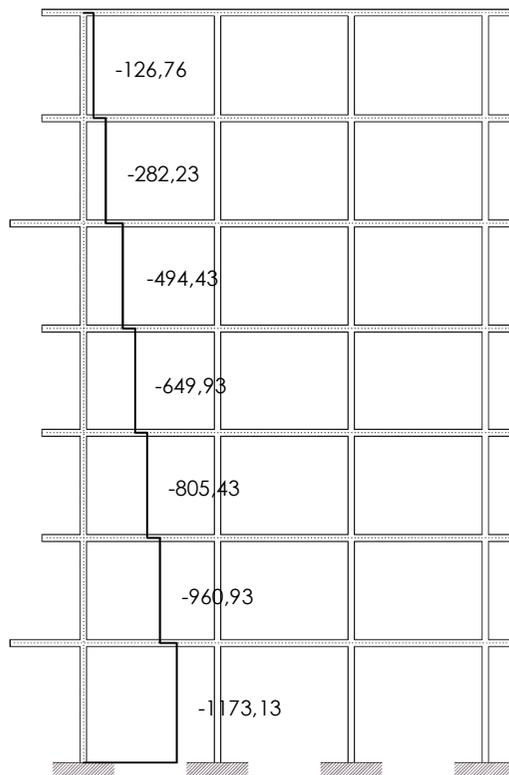
LIMITACIONES DE LA ARMADURA

Las limitaciones, tanto geométricas como mecánicas, para el armado de los pilares aparecen en la tabla del cálculo de la armadura longitudinal, no siendo ninguna barra de diámetro inferior a $\varnothing = 12$ mm.

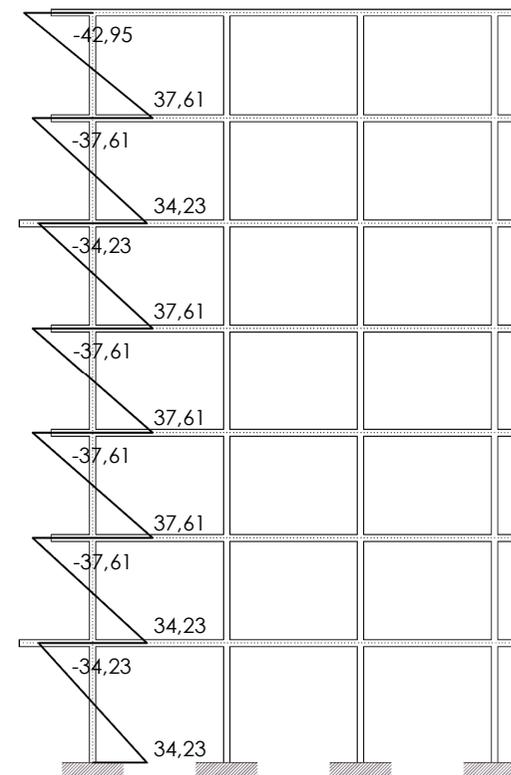
3.5. Geometría de la estructura (m)



3.6. Diagrama de axiles (kN)



3.7. Diagrama de momentos (kNm)



ARMADURA LONGITUDINAL DE LOS PILARES

b x h	N _d (kN)	M _d (kNm)	e _{cal} (m)	v	μ	ω _{total}	U _{s,cara} (kN)	Limitaciones (U _{s,cara} , kN)			U _{s,cara} (kN)	Armado (por cara)
								≥ 0,05 N _d	≤ 0,5 A _c · f _{cd}	≥ 2,0‰ A _c · f _{yd}		
300 x 300	126,76	42,95	0,34	0,078	0,088	0,13	227,5	6,34	810,0	72,0	227,0	3Ø16 (241,3 kN)
		37,61	0,30		0,077	0,11	198,0					
300 x 300	282,23	37,61	0,13	0,174	0,077	0,02	36,0	14,11	810,0	72,0	198,0	3Ø16 (241,3 kN)
		34,23	0,12		0,070	0,00	0,0					
300 x 300	494,43	34,23	0,07	0,305	0,070	0,00	0,0	24,72	810,0	72,0	72,0	3Ø12 (135,7 kN)
		37,61	0,08		0,077	0,00	0,0					
300 x 300	649,93	37,61	0,06	0,401	0,077	0,00	0,0	32,50	810,0	72,0	72,0	2Ø12 (90,5 kN)
		37,61	0,06		0,077	0,00	0,0					
300 x 300	805,43	37,61	0,05	0,497	0,077	0,00	0,0	40,27	810,0	72,0	72,0	2Ø12 (90,5 kN)
		37,61	0,05		0,077	0,00	0,0					
300 x 300	960,93	37,61	0,04	0,593	0,077	0,00	0,0	48,05	810,0	72,0	72,0	3Ø12 (135,7 kN)
		34,23	0,04		0,070	0,00	0,0					
300 x 400	1173,13	34,23	0,03	0,543	0,040	0,00	0,0	58,66	1080,0	96,0	96,0	3Ø12 (135,7 kN)
		34,23	0,03		0,040	0,00	0,0					

CONSIDERACIONES SOBRE EL ARMADO

En este punto hay que aclarar ciertos criterios que se ha tenido en cuenta en el apartado anterior en cuanto a resistencia de materiales y efectos como el pandeo.

En primer lugar, por tratarse de un soporte vertical, se ha reducido un 10% la resistencia de cálculo del hormigón, por efecto del hormigonado en vertical, además, se ha fijado límite elástico de cálculo del acero en $f_{yd} = 400 \text{ Mpa}$ ¹².

En lo referente al pandeo, dado que ninguno de los soportes posee una esbeltez mecánica “ λ ” superior a 35 (en el soporte de planta baja la esbeltez es $\lambda = 22,73$ y en los de las plantas superiores es $\lambda =$) se ha despreciado su efecto.

Como última consideración, en aquellos soportes que poseen un menor número de barras que los adyacentes, se ha dispuesto tantos redondos (que no capacidad mecánica) como en los pilares inmediatos, por motivos de conexión y constructivos. En cuanto a los estribos, se dispondría únicamente un cerco perimetral arriostrando las barras de las esquinas en dos direcciones.

¹² Dado que no se pueden producir en el hormigón deformaciones superiores al 2‰ en compresión, multiplicando esta deformación límite por el módulo de elasticidad del acero $E = 20000 \text{ N/mm}^2$ da como resultado los 400 MPa del límite elástico de cálculo del acero.

CARGAS ACTUANTES EN LA ZANCA

GEOMETRÍA DE LA ZANCA

Para el cálculo de la escalera, se ha realizado en primer lugar una aproximación más precisa en su dimensión, la cual era anteriormente 7,80 metros (distancia entre ejes de las vigas), y una modelización que facilite el cálculo y tenga en cuenta las condiciones del apoyo.

Se ha supuesto en la modelización de la estructura que esta se compone de dos vigas formando un pórtico triarticulado. De esta manera, se puede calcular las 4 reacciones de la estructura mediante el equilibrio de fuerzas y de momentos a ambos lados de la rótula.

Dado que las zancas apoyan en las caras laterales de las vigas planas, la longitud real de la escalera es 0,60 metros menor a la utilizada en apartados anteriores. La geometría queda reflejada en la figura 4.1.

PESOS PROPIOS (Según CTE DB SE-AE)

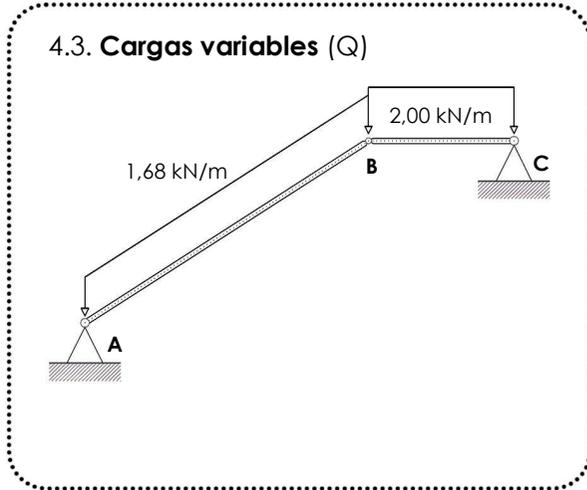
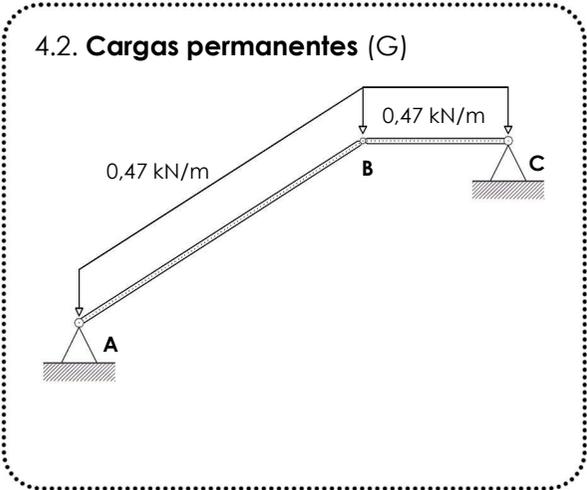
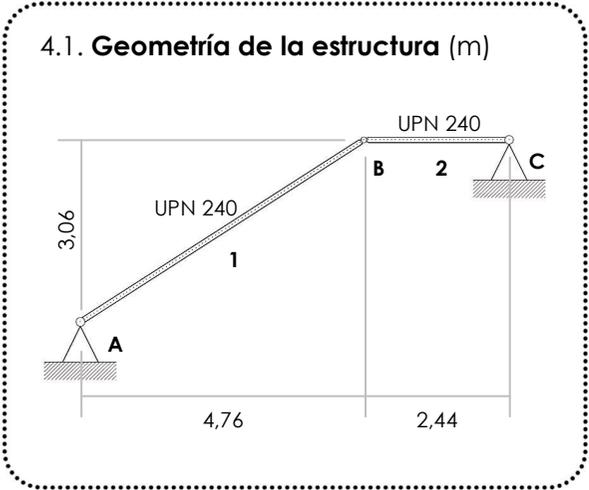
- Escalera metálica con zancas UPN 240 y chapa de acero de 2mm para los peldaños con barandilla de chapa de acero desplegada de 1mm y estructura de perfiles tubulares Ø40.2 de acero → 0,94 kN/m² (directriz de la vigas)

ACCIONES VARIABLES

- Corredores y escaleras vinculadas al uso residencial con subcategoría de uso A1 → 3 kN/m² (proyección horizontal).
- Carga de nieve para altitudes inferiores a 1000 m → 1 kN/m² (proyección horizontal).

ÁMBITO DE CARGA

El ámbito de carga de cada una de las zancas se corresponde con la mitad de la anchura de la escalera, 0,50 metros. Las distintas acciones en su valor característico, dispuestas sobre la directriz de la escalera, se muestran en las figuras 4.2. y 4.3.



COMPROBACIÓN DE LA RESISTENCIA DE LA ZANCA

CÁLCULO DE LA REACCIONES

Como ya se ha comentado, el cálculo de reacciones de esta estructura (con las cargas mayoradas) se hará planteando el equilibrio de fuerzas horizontales y verticales y dos equilibrios de momentos, uno a cada lado de la rótula. Las reacciones resultantes se muestran en la figura 4.4.

LEYES DE ESFUERZOS

Calculadas las reacciones en los apoyos, se procederá al cálculo de las leyes de axiles y de flectores, necesarias para la comprobación posterior de la sección de acero. Estas leyes se muestran en las figuras 4.5. y 4.6.

COMPROBACIÓN DE LA SECCIÓN

Obtenidos los valores máximos de las leyes de esfuerzos axiles y flectores, se verifi-

cará que la sección más solicitada no sufre una tensión normal “ σ ” superior a la admisible de cálculo, que para un acero S 275 es $\sigma_{adm,d} = 261,9$ Mpa. Esta tensión actuante se calculará mediante la siguiente ecuación:

$$\sigma_d = \frac{N_d}{A_s} + \frac{M_d}{W} \text{ MPa}$$

Aplicando esta fórmula para los perfiles UPN 240 dispuestos y los valores de las solicitaciones calculados se obtiene que la tensión actuante sobre las zancas es:

- Tramo 1:

$$\sigma_{d1} = \frac{29,47 \cdot 10^3}{42,3 \cdot 10^2} + \frac{10,61 \cdot 10^6}{300 \cdot 10^3} = 42,33 \text{ MPa}$$

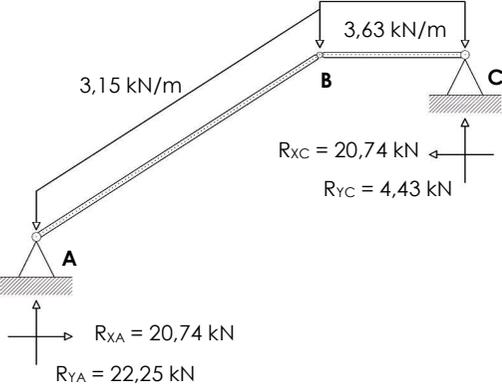
- Tramo 2:

$$\sigma_{d2} = \frac{19,83 \cdot 10^3}{42,3 \cdot 10^2} + \frac{2,70 \cdot 10^6}{300 \cdot 10^3} = 13,69 \text{ MPa}$$

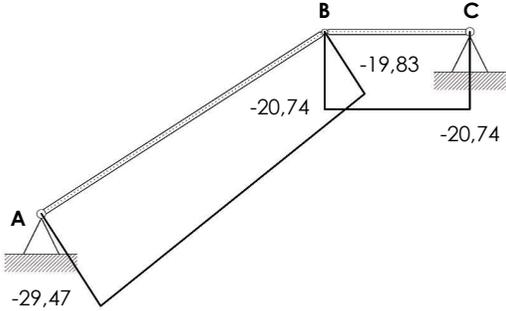
Dado que en ninguno de los dos tramos estudiados σ_d ¹³ supera la tensión admisible de cálculo $\sigma_{adm,d} = 261,9$ Mpa, se dan por válidos los perfiles UPN 240 dispuestos en el proyecto.

¹³ Para obtener la tensión actuante de cálculo σ_d , de manera simplificada y quedando del lado de la seguridad, se ha supuesto que las solicitaciones están en su valor máximo, no teniéndose en cuenta en que sección se producen estos.

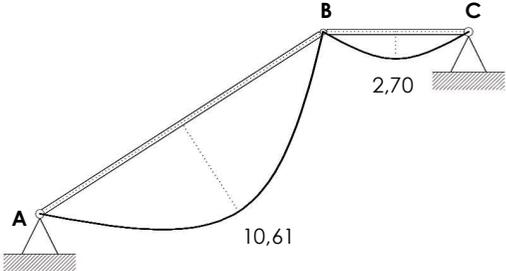
4.4. Cargas mayoradas y reacciones



4.5. Diagrama de axiles (kN)



4.6. Diagrama de momentos (kNm)



COMPROBACIÓN DE LA DEFORMACIÓN DE LA ZANCA

El cálculo de las flechas se realizará de manera simplificada, suponiendo únicamente las deformaciones asociadas a los momentos actuantes en cada tramo y comparándolas con la flecha admisible, que en este caso será $L/300$ (ya que no hay tabiquería ni pavimentos rígidos). La ecuación utilizada para el cálculo de las deformaciones es la siguiente:

$$f = \frac{5 \cdot q \cdot L^4}{384 \cdot E \cdot I}$$

De acuerdo con esta fórmula, las flechas en los dos tramos de zanca son las siguientes:

- Tramo 1:

$$f = \frac{5 \cdot 2,65 \cdot 5660^4}{384 \cdot 2,1 \cdot 10^5 \cdot 36 \cdot 10^6} \text{ [mm]}$$

$$f = 4,68 \text{ mm} < f_{\text{adm}} = \frac{5660}{300} = 18,87 \text{ mm}$$

- Tramo 2:

$$f = \frac{5 \cdot 3,63 \cdot 2440^4}{384 \cdot 2,1 \cdot 10^5 \cdot 36 \cdot 10^6} \text{ [mm]}$$

$$f = 0,22 \text{ mm} < f_{\text{adm}} = \frac{2440}{300} = 8,13 \text{ mm}$$

Dado que ninguno de los dos valores supera la flecha admisible, se dan por válidos los perfiles UPN 240 dispuestos, no reduciéndose su dimensión ya que esta responde a criterios constructivos y de proyecto.

LIBROS

- Arroyo Portero, Juan Carlos. **Números Gordos en el Proyecto de Estructuras**. Madrid: Cinter Divulgación Técnica, 2009.

PLANEAMIENTO

- Oficina urbana del Ayto. de Trondheim. **Kommuneplanens samfunnsdel 2009 – 2020**. Trondheim: Ayto. de Trondheim, 2010.
- ----- **Tempe, Valøya og Sluppen Områdeplan. Analyser**. Trondheim: Ayto. de Trondheim, 2012.
- ----- **Tempe, Valøya og Sluppen Områdeplan. Planprogram**. Trondheim: Ayto. de Trondheim, 2012.

INFORMES

- Oficina urbana del Ayto. de Trondheim. **Befolkningsprognose for Trondheimregionen 2012 (TR2012)**. Trondheim: Ayto. de Trondheim, 2012.
- Spacescape. **Tillgänglighetsanalys av nya cykelstråk**. Cliente: NTNU, Trondheim. 2012.

PÁGINAS WEB

- Oficina Central de Estadística (www.ssb.no).
- Cartografía y planeamiento del municipio de Trondheim (www.trondheim.kommune.no).

- Bing Maps (www.bing.com/maps/)
- Luminarias exteriores Santa & Cole (www.santacole.com)
- Luminarias interiores Philips (www.philips.es)

APLICACIONES

- Google Earth