



Universidad de Valladolid



ESCUELA DE INGENIERÍAS
INDUSTRIALES

UNIVERSIDAD DE VALLADOLID

ESCUELA DE INGENIERIAS INDUSTRIALES

Grado en Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo del
Producto

“Ledway”: Diseño del tabique que separa la
cabina del conductor del resto del vagón en
trenes y trenes-tranvía

Autor:

Santos Villaverde, Celia

Responsable de Intercambio en la UVA

Sánchez Bascones, María Isabel

Universidad de destino

Universidad Politécnica de Valencia, ETSID

Valladolid, septiembre 2017.

TFG REALIZADO EN PROGRAMA DE INTERCAMBIO

TÍTULO: “Ledway”: Diseño del tabique que separa la cabina del conductor del resto del vagón en tranvías y trenes-tranvía

ALUMNO: Celia Santos Villaverde

FECHA: 18 septiembre 2017

CENTRO: ETSID, Universidad Politécnica de Valencia

TUTOR: Marina Puyuelo Cazorla

RESUMEN Y PALABRAS CLAVE

RESUMEN:

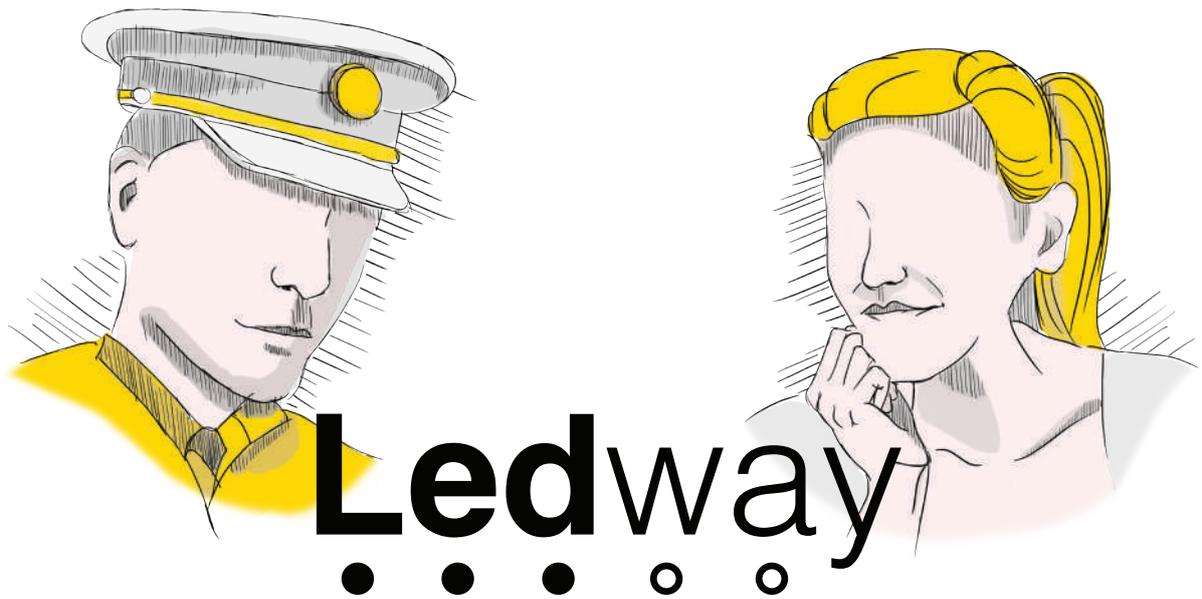
El proyecto de ingeniería que se presenta en las siguientes páginas y que pretende abarcar todo el proceso del proyecto, desde la conceptualización de la idea hasta la fabricación del producto, responde a la propuesta para el diseño y desarrollo del tabique que separa la cabina del conductor del resto del vagón de tranvías y tren-tranvías.

Se busca como objetivo principal la convergencia de la ergonomía y simplificar la transmisión de información entre la empresa y los usuarios, sin dejar de lado la utilidad, tanto para el maquinista como para el pasajero. Se han identificado y utilizado elementos representativos del Metro de Valencia como el recorrido y colores plasmados en el mapa oficial de la red de tranvías para conseguir uniformidad y simplicidad de cara al usuario.

PALABRAS CLAVE: Tranvía, Usuario, Integración, Asidero, Wayfinding



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



**Diseño del tabique que separa la cabina del conductor
del resto del vagón en trenes y trenes-tranvía**

Trabajo Fin de Grado: Ledway

Celia Santos Villaverde

Tutora: Marina Puyuelo Cazorla

**Grado en Ingeniería en Diseño
Industrial y Desarrollo del
Producto 2016-17**

Ledway

Trabajo Fin de Grado

Diseño del tabique que separa la cabina del conductor del resto del vagón en trenes y trenes-tranvía

Autora

Celia Santos Villaverde

Tutora

Marina Puyuelo Cazorla

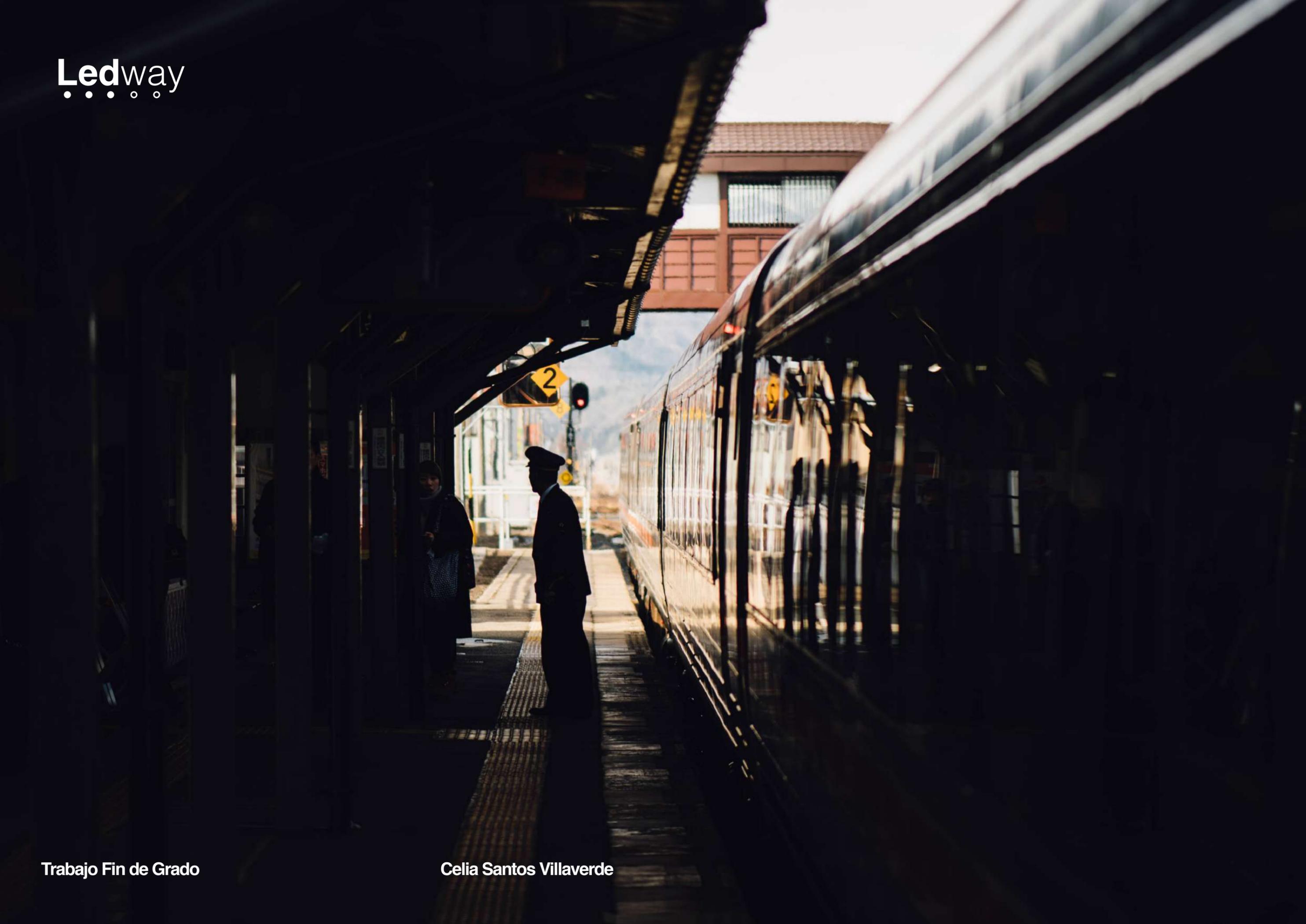
**Grado en Ingeniería en Diseño
Industrial y Desarrollo del Producto**

ETSID. Universidad Politécnica de Valencia. 2017

Memoria

Planos

13	73	126	155
<p>Objetivo y justificación del proyecto</p> <p>Premios de Diseño de la Cátedra Stadler</p>	<p>Briefing. Factores a considerar</p> <p>Público objetivo Objetivos</p> <p>Moodboard</p> <p>Normativa</p> <p>Ergonomía</p> <p>Proxémica</p>	<p>Ecodiseño</p> <p>Rueda de Lids</p>	<p>Catorce Planos</p>
15	85	128	185
<p>Antecedentes</p> <p>Introducción. El transporte</p> <p>Historia de los tranvías</p> <p>Tranvías en España</p> <p>Características</p> <p>Stadler</p> <p>Metrovalencia</p> <p>Referencias visuales Inspiración</p> <p>Señalización y <i>wayfinding</i></p>	<p>Diseño conceptual</p> <p>Propuestas</p> <p>Evaluación de las ideas</p> <p>Justificación de la solución adoptada</p>	<p>Planificación</p> <p>Diagrama de Gantt</p>	<p>Presupuesto</p> <p>Material</p> <p>Elementos adquiridos</p> <p>Mano de obra directa</p> <p>Presupuesto industrial</p>
52	99	Anejos	Fuentes consultadas
<p>Estudio de mercado</p> <p>Productos análogos</p>	<p>Diseño de detalle</p> <p>Descripción del producto</p> <p>Machinist { } Passenger</p> <p>Imagen corporativa</p> <p>Justificación de las medidas</p> <p>Materiales</p> <p>Fabricación</p> <p>Elementos a comprar</p> <p>Montaje y ensamblaje</p>	<p style="text-align: center;">131</p> <p>Diagramas de proceso</p> <p>Detalles técnicos de elementos comerciales</p> <p>Folletos informativos Stadler</p> <p>Paneles presentados al concurso</p>	<p style="text-align: center;">195</p> <p>Bibliografía</p> <p>Webgrafía</p> <p>Galería</p>



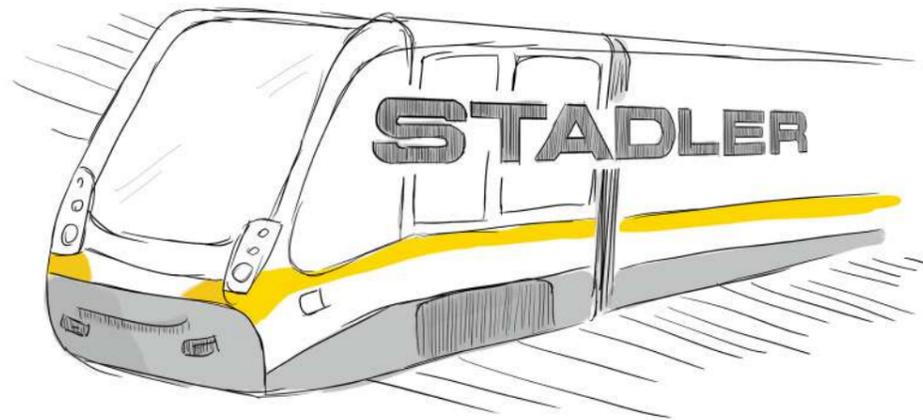
<p>13</p> <hr/> <p>Objetivo y justificación del proyecto</p> <p>13 Premios de Diseño de la Cátedra Stadler</p>	<p>73</p> <hr/> <p>Briefing. Factores a considerar</p> <p>73 Público objetivo Objetivos</p> <p>74 Moodboard</p> <p>76 Normativa</p> <p>78 Ergonomía</p> <p>82 Proxémica</p>	<p>99</p> <hr/> <p>Diseño de detalle</p> <p>99 Descripción del producto Machinist { } Passenger</p> <p>111 Imagen corporativa</p> <p>114 Justificación de las medidas</p> <p>116 Materiales</p> <p>119 Fabricación</p> <p>123 Elementos a comprar</p> <p>125 Montaje y ensamblaje</p>
<p>15</p> <hr/> <p>Antecedentes</p> <p>15 Introducción. El transporte</p> <p>17 Historia del tranvía</p> <p>21 Tranvía en España</p> <p>26 Características</p> <p>30 Stadler</p> <p>33 Metrovalencia</p> <p>40 Señalización y <i>wayfinding</i></p> <p>46 Referencias visuales Inspiración</p>	<p>85</p> <hr/> <p>Diseño conceptual</p> <p>85 Propuestas</p> <p>93 Evaluación de las ideas</p> <p>97 Justificación de la solución adoptada</p>	<p>126</p> <hr/> <p>Ecodiseño</p> <p>126 Rueda de Lids</p>
<p>52</p> <hr/> <p>Estudio de mercado</p> <p>58 Productos análogos</p>		<p>128</p> <hr/> <p>Planificación</p> <p>128 Diagrama de Gantt</p>

Objetivo y justificación del proyecto

El proyecto de ingeniería que se presenta en las siguientes páginas y que pretende abarcar todo el proceso del proyecto, desde la conceptualización de la idea hasta la fabricación del producto, responde a la propuesta para el diseño y desarrollo del tabique que separa la cabina del conductor del resto del vagón de tranvías y tren-tranvías.

Este documento tiene como objetivo la culminación del Grado en Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo del Producto mediante la elaboración del siguiente Trabajo Fin de Grado que se presenta en la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Diseño de Valencia (en adelante ETSID) de la Universitat Politècnica de València.

Para la realización de este trabajo se utilizarán los conocimientos adquiridos durante los cuatro cursos del grado de una manera práctica en el análisis y solución de un problema real para justificar que se ha realizado la adquisición de los mismos; y asimismo, para demostrar que se han aprovechado los años de estudio del grado.



Premios de diseño de la Cátedra Stadler

Este proyecto surge a raíz de la convocatoria lanzada por la Cátedra STADLER del concurso "Premios de diseño para nuevas ideas para el diseño del tabique separador de cabina de tranvías y tren-tranvías".

En dicho concurso se plantea el rediseño del tabique que separa la cabina del conductor del

resto del vagón. Dentro de las bases del mismo se especifica que el nuevo diseño deberá estar perfectamente integrado visualmente con la totalidad del tren/tren-tranvía, que aporte valor añadido en cuanto a funcionalidades y que se haga un buen aprovechamiento del espacio limitado que se tiene.

Para iniciar el planteamiento del proyecto y para un mayor conocimiento sobre el entorno específico que nos rodea, se comenzará investigando la historia y características de los transportes públicos colectivos, su evolución en la concepción de la sociedad, la utilidad del tabique que separa la cabina del conductor del resto del vagón en la actualidad.

En definitiva, se busca la adquisición de unos conocimientos básicos y específicos sobre el campo en el que se centra el proyecto, así como el contexto en el que se ejecuta el proyecto.

Más aún, los sistemas de transporte son los medios por los que se interrelacionan e intercomunican las sociedades. Generalmente conectan lugares en los que se concentra la población y la producción, o que actúan como distribuidores. Por ello, cuando se diseña el trazado de los sistemas de transporte se debe tener en cuenta lo siguiente: dar solución a los problemas de transporte de las zonas en las que hay una elevada concentración de personas y de mercancías que necesitan trasladarse; y, aumentar la accesibilidad de los lugares que presentan problemas de desarrollo, conectándolos con los territorios y zonas en los que se está produciendo el desarrollo y la innovación.

De acuerdo a las diferentes vías de comunicación mencionadas anteriormente existen tres tipos de medios de transporte: terrestre, aéreo y acuático (marítimo o fluvial).

El transporte **terrestre** es aquel cuyas redes se extienden por la superficie de la tierra. Sus ejes son visibles, debido a que están formados por una infraestructura construida previamente por la que discurren las mercancías y las personas. Así pues existen redes de carreteras, caminos, ferrocarriles y otras redes especiales (eléctricas, de comunicaciones, oleoductos y gasoductos). Más adelante nos centraremos en los tipos de transportes ferroviarios.

El transporte **aéreo** o transporte por avión es el servicio de trasladar de un lugar a otro pasajeros o cargamento mediante la utilización de aeronaves.

El transporte **acuático** es la acción de llevar pasajeros o mercancías por mar o por río de un punto geográfico a otro a bordo de un buque. Este tipo de transporte, en el ámbito mundial, es el modo más utilizado para el comercio internacional.

Introducción. El transporte

La primera pregunta que nos surge es, **¿qué es el transporte?**, pues bien, el transporte es una actividad económica esencial, cuyo objetivo es trasladar personas y mercancías en el menor tiempo y con la máxima seguridad posible utilizando las diferentes **vías de comunicación**. Estas vías pueden ser terrestres, aéreas, marítimas o fluviales; y, a través de ellas circulan los diferentes **medios de transporte**.

El transporte es de vital importancia ya que en España, según datos del Ministerio de Fomento, ocupaba en 2001 a 965.400 personas (de ellos, 765.000 asalariados), que suponían el 5,9% del total de la población ocupada y aportan algo más del 6% del PIB. Además, el transporte se ha convertido en una industria estratégica para una economía crecientemente mundializada y esto debería también comportar una mayor consideración de las necesidades de este sector en las decisiones políticas y una mayor atención a los criterios empresariales en la actuación del sector público.

Después de definir el transporte y sus medios, llegamos a la siguiente pregunta, **¿qué es el transporte público?** es el término aplicado al transporte colectivo de pasajeros. Pero dicho transporte público puede ser proporcionado por una o varias empresas privadas o por consorcios de transporte público. Como aclara la Asociación A Pie, ni todo el transporte público es colectivo ni viceversa. El transporte es colectivo cuando tiene capacidad para transportar un número elevado de pasajeros, aunque sea gestionado de modo privado, como ocurre con los servicios de autobús de empresa o los escolares.

Otra definición, según FACUA, Organización no gubernamental de Consumidores en Acción, sería la siguiente: "El transporte público es un sistema integral de medios de transporte de uso generalizado, capaz de dar solución a las necesidades de desplazamientos de las personas". Esta definición nos da una idea generalizada de la concepción del transporte público en la actualidad (2007).

El transporte público colectivo hace referencia a los medios de transporte de pasajeros que a diferencia del transporte privado, los viajeros tienen que adaptarse a los horarios, rutas y tarifas establecidas. Los viajeros comparten el medio de transporte, y las distintas unidades están disponibles para el público en general. Se podría organizar los **diferentes medios** que componen el transporte público colectivo en **urbano e interurbano**. El urbano incluye los siguientes medios: taxi, autobús urbano, metro (ferrocarril metropolitano), tranvía, tren cercanías. Dentro de los interurbanos nos encontramos el autobús, tren, tren de alta velocidad, ferry y avión.

A grandes rasgos, los servicios se mantienen mediante cobro directo a los pasajeros. Normalmente son servicios regulados y subvencionados por autoridades locales o nacionales; y en algunos casos existen servicios completamente subvencionados, cuyo costo para el viajero es gratuito. Algunos, como los taxis compartidos, organizan su horario según la demanda. Otros servicios no se inician hasta que no se complete el vehículo.

Un breve descripción de los transportes públicos colectivos anteriormente mencionados:

El **taxi** es un vehículo, generalmente turísticos, en el que viaja el conductor (taxista) y un número reducido de pasajeros y, salvo excepciones, sólo circulan en los núcleos urbanos. Usado por personas que prefieren confort y agilidad, o cuando otro transporte público en una región dada es inexistente. Normalmente, los lugares donde se recoge y se deja el pasajero se deciden por el proveedor (oferente), mientras que en el caso del taxi, el usuario (demandante) los determina.

El **autobús** es frecuentemente el medio de transporte más usado a nivel de transportes públicos, por constituir una opción económica. Puede ser urbano, que como el propio nombre indica solo circula por el núcleo urbano de las ciudades; o interurbano, conectando ciudades, o incluso internacional. En este caso las compañías de transporte buscan establecer una ruta con paradas para la recepción de pasajeros. Por tanto, estos son muy prácticos y eficientes en rutas de corta y media distancia.

El **metro** es un ferrocarril eléctrico destinado al transporte público en las ciudades. Su circulación puede ser completamente subterránea, elevada o en superficie, pero es condición necesaria que tenga plataforma reservada. Se caracteriza por ser un transporte masivo de pasajeros en las grandes ciudades.

El **tranvía** es un tren de superficie de trazado urbano o mayormente urbano, de recorrido corto que se detiene en todas las estaciones del trayecto. Es generalmente un transporte destinado al transporte de personas. Este es menos común que el autobús y no existe en todas las ciudades ya que necesita de una infraestructura para su funcionamiento.

El **tren** es el principal transporte ferroviario. Es un vehículo constituido por varios vagones arrastrados por una locomotora, que circula sobre raíles. Existen trenes de muchas clases dependiendo de su recorrido y velocidad. Por ejemplo, los trenes urbanos se denominan cercanías. Estos trenes funcionan muchas veces como complemento a las líneas de

metro, ya que comunican una población importante con otras vecinas y generalmente son del tipo tranvía. Los trenes interurbanos o regionales pueden ser de corta distancia, larga o de alta velocidad. Inclusive existen trenes internacionales.

El **ferry**, también denominado transbordador, es un tipo de buque que enlaza dos puntos llevando pasajeros y a veces vehículos en horarios programados. Forman parte del transporte público en algunas ciudades situadas en la costa, con bahías, grandes lagos o ríos.

El **avión** es una aeronave con mayor densidad que el aire, dotado de alas y un espacio de carga capaz de volar, impulsado por ninguno, uno o más motores. Los aviones denominados aviones comerciales son los utilizados para el transporte de pasajeros.

Historia del tranvía

Una vez definidos todos los medios de transporte, como se mencionó en el transporte terrestre, nos centraremos en el transporte ferroviario, y dentro de éste se ahondará especialmente en los tranvías, ya que el proyecto a tratar se incorporará en tranvías y trenes-tranvía. A continuación explicaremos brevemente su historia y evolución.

Los **primeros servicios** ferroviarios de pasajeros en el mundo se iniciaron en **1807** en Gales, usando carruajes especialmente diseñados en una línea de tranvía tirado por caballos construida previamente para el transporte de mercancías. Pero no fue hasta 1854 cuando empezó a circular por París, llegando a Berlín (1865), Bruselas (1869), Madrid (1871), etc.

Este tipo de transporte se popularizó por dos razones: la tracción animal podía arrastrar más peso gracias al bajo coeficiente de rozamiento entre carril y rueda respecto a los transportes sobre pavimento con ruedas; y, la superficie de los carriles era mucho más lisa que la de las calles y carreteras de entonces, haciendo

mucho más suave la marcha que la de los carruajes corrientes.

A su vez, sobre los años 1830 el éxito del **motor de vapor** impulsó la creación de locomotoras de vapor que pudieran arrastrar trenes por líneas de ferrocarril. Se trató de implantar una pequeña máquina de vapor en los tranvías pero las molestias causadas por los humos y el vapor no hicieron popular este sistema.

Más tarde, se comenzó a realizar pruebas con trenes eléctricos. El primer **tranvía eléctrico** fue puesto en servicio en Berlín en **1879** y finalmente con la electrificación de la red de Tranvías de Richmond, en 1887, se demostró que la tracción eléctrica era la forma mejor de propulsar los tranvías. Así, en la década de 1890 algunas grandes ciudades, como Londres, París y México, utilizaron esta nueva técnica para construir líneas de metro urbanas. En España, Bilbao fue la primera ciudad en contar con este sistema en 1896.

El tranvía tuvo su **edad de oro** a comienzo del siglo XX y el periodo de entreguerras (1918-1939) gracias a esta innovación de tracción eléctrica. Se multiplicaron las vías, causando un incremento del número de pasajeros; convirtiéndose en el principal transporte urbano. El transporte a caballo había desaparecido prácticamente de todas las ciudades europeas y americanas alrededor de 1910, y los autobuses aún estaban en fase de desarrollo, aumentando su fiabilidad mecánica, pero aún no superaban al tranvía en prestaciones, mientras que el automóvil estaba aún reservado a una clientela limitada.

El desarrollo de la **venta de vehículos** con motor de explosión y el progreso técnico del autobús (más ágil en el tránsito urbano), ocasiona graves contratiempos al tranvía por no necesitar una infraestructura costosa. Se invirtió en el establecimiento de **redes de autobús**, en infraestructuras destinadas al automóvil, percibido como símbolo del progreso. A la vez, las redes de tranvía se dejan de mantener y modernizar, lo que les desacredita a ojos del público. Consiguiendo así la **desaparición** de muchas redes de tranvía en todo el mundo: América del Norte, Argentina, España (Madrid

en 1972, Zaragoza en 1975), Francia y Gran Bretaña. En cambio en algunos casos como Alemania, Bélgica, Países Bajos o Japón se mantienen.

Treinta años después se volvió a introducir el tranvía en algunas ciudades. Esta **situación de recuperación** se debe a un proyecto surgido en Francia tras la crisis del petróleo de 1973 y la saturación de las ciudades por parte de los coches. Como resultado a largo plazo de este proceso se construyen redes tranviarias nuevas en Nantes (1985), Estrasburgo (1994), Ruán (1994), Burdeos (2003), Niza (2007) y Toulouse (2010). El éxito de estos proyectos ha provocado que numerosas ciudades europeas estudien soluciones parecidas. Los **nuevos tranvías**, gracias a la aplicación de los avances tecnológicos, se han convertido en un nuevo medio de transporte público con un alto nivel de prestaciones por su accesibilidad, baja acústica, rapidez, regularidad, comodidad y ecología.

En resumen, el tranvía, durante un par de siglos, fue el medio de transporte urbano más popular y económico con el que contaba un gran número de poblaciones, pero también se convirtió en el centro de discusión de muchos debates a favor y en contra de su uso en las grandes ciudades. A mediados de los 90, con la aparición de los autobuses y automóviles, una multitud de localidades quitaron los rieles y catenarias de sus calles ya que se comenzó a ver como un medio anticuado y poco ecológico.

Hasta el día de hoy, que se están recuperando todas estas infraestructuras con el principal objetivo de garantizar la accesibilidad en las ciudades bajo unas condiciones respetuosas con el ambiente. Ciudades europeas como Oslo, Roma, Milán, Dublín, Frankfurt o Burdeos se apuntaron a rediseñar el tráfico de algunas zonas de la ciudad. En total hay **280 ciudades de Europa** que lo tienen. En la tabla de la siguiente página se muestra un listado de algunas ciudades europeas con la fecha de inauguración de su tranvías (la mayoría de ellos de tracción animal hasta principios del siglo XX con la introducción de tranvías eléctricos).

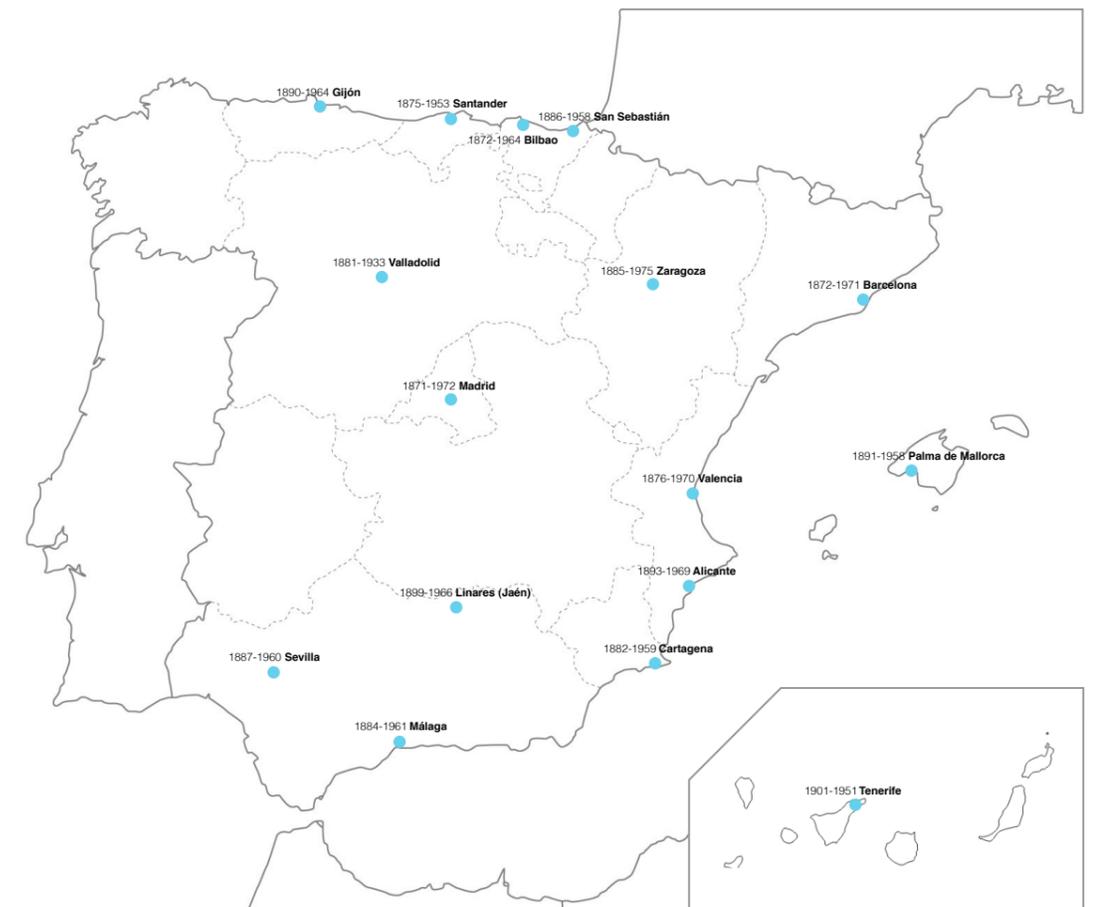
	Red Clásica Inauguración-Cierre	Red Actual Inauguración-Cierre
Berlín , Alemania	1865	
Viena , Austria	1897	
Bruselas , Bélgica	1869	
Madrid , España	1871-1972	2007
Helsinki , Finlandia	1891	
París , Francia	1855-1938	1992
Budapest , Hungría	1866	
Dublin , Irlanda	1872-1959	2004
Roma , Italia	1877	
Oslo , Noruega	1875	
Ámsterdam , Países Bajos	1875	
Varsovia , Polonia	1866	
Oporto , Portugal	1872	
Londres , Reino Unido	1860-1952	2000
Praga , República Checa	1875	
Moscú , Rusia	1872	
Belgrado , Serbia	1892	
Berna , Suiza	1890	
Kiev , Ucrania	1886	

Tabla 1. Fecha de inauguración de algunos tranvías europeos
Elaboración propia

Tras este repaso histórico me gustaría hacer un inciso y destacar que la llegada del ferrocarril a mitad del siglo XIX trajo consigo una nueva clase social: **los ferroviarios**. Si bien es cierto que los tranvías no funcionaron a vapor por mucho tiempo, este nuevo transporte dió lugar a trabajos vinculados exclusivamente al mundo ferroviario. 'La "231 D 735"' de François de Roubaix es un cortometraje que muestra un trayecto ferroviario de la época. En él se centra en la locomotora de vapor 231 D 735 "Pacific" circulando por vías francesas en 1950 y en especial en el oficio del maquinista y del fogonero. Sin embargo, con la modernización ferroviaria en el último tercio del siglo XX, y sobre todo con la muerte del vapor, la mayor parte de estos oficios han desaparecido, pocos perviven y los que lo hacen tienen una nueva denominación. Las generaciones actuales apenas si tienen contacto con supervivientes de ese entorno; las futuras sólo podrán conocer su historia a través de documentos, fotografías y testimonios de aquellos que ejercieron su profesión.

Es evidente una **evolución del aprecio de los transportes colectivos** en la actualidad, favorecida mayoritariamente por la concienciación medioambiental. Repasando brevemente la historia del tranvía tratada

anteriormente, la mayoría de la población utilizaba el transporte público en las ciudades porque no tenían otro medio de transporte, ya que el automóvil estaba reservado para la alta clase. Se convierten en populares y esenciales para mucha gente, además de económicos. Pero en los años 60 con la revolución del automóvil, se abaratan los costes y la gente ya se lo puede permitir. Comienza a desaparecer el tranvía y aparecer el trolebús y el automóvil personal; hasta nuestros días, que dada la cantidad de contaminación que generan los automóviles se intenta fomentar el uso de transporte público y más aún el uso de transportes eléctricos, como es el tranvía. Con la retirada de las infraestructuras de los tranvías, el autobús es el transporte público colectivo más común en las urbes. Pero en las ciudades en las que existía dicha infraestructura se está recuperando y en otras se está implantando de cero (como por ejemplo en Zaragoza). Además la red de Metro va creciendo sin descanso y, en ocasiones, se trata de servicios combinados con el tranvía. En la siguiente gráfica se muestra la cantidad de viajes en transporte público, dividido por tipos, en la Unión Europea en 2014. Estos servicios cada vez son más populares gracias a su comodidad, seguridad y, lo más importante, puntualidad.



Mapa 1. Tranvías de España en el siglo XIX
Elaboración propia

Tranvía en España



Gráfico 1. Viajes de transporte público urbano en la Unión Europea en 2014, según el tipo
Elaboración propia a partir de datos estadísticos de 2016 de la UITP

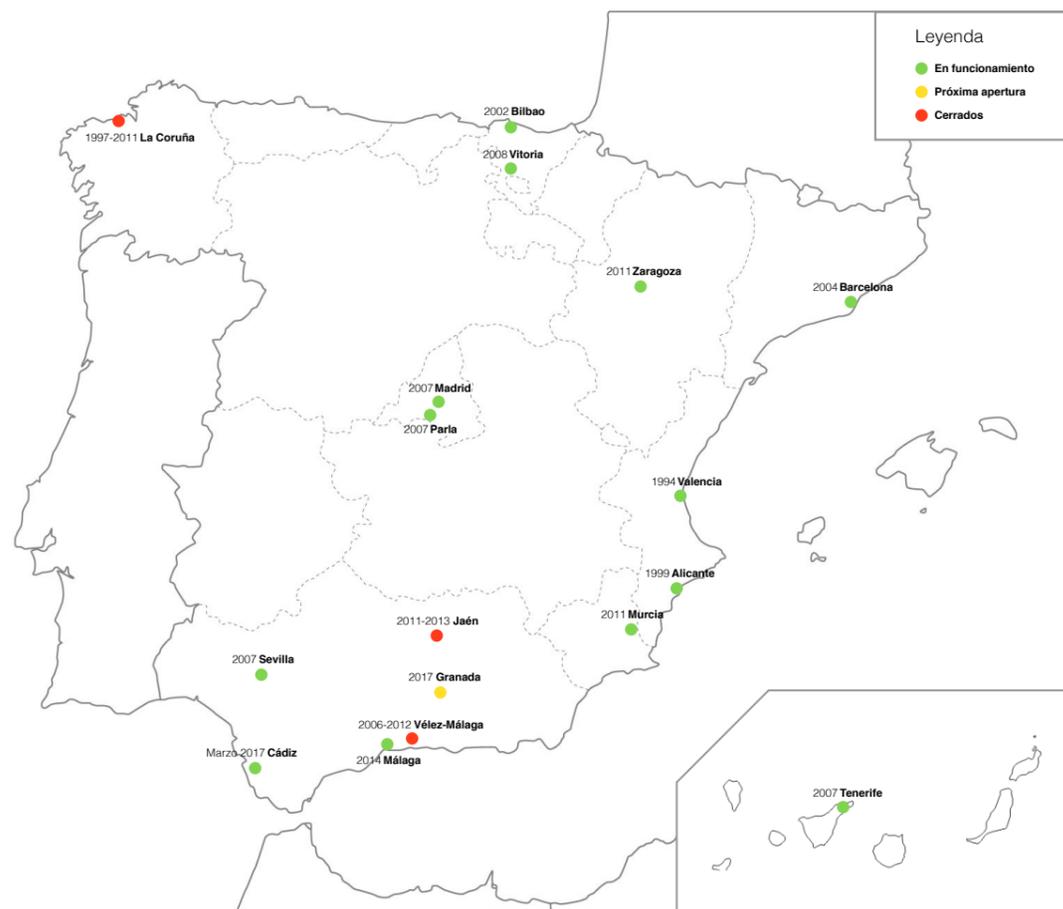
En el caso de España, como ya se ha mencionado en el punto anterior, Madrid (1871) y Bilbao (1872), tuvieron tranvías de tracción animal desde el siglo XIX. También se sumaron Barcelona (1871), Málaga (1884), Cádiz (1880) y el resto de ciudades que aparecen en el Mapa 1. En 1879 la línea de tranvía Madrid-Leganés, empieza a funcionar con tracción de vapor y en 1897 funciona la primera línea electrificada. Pero la primera ciudad en introducir el servicio de tranvía eléctrico fue Bilbao, con la línea Bilbao-Santurce, electrificada en 1896. Tras Bilbao, en 1898 Cartagena también electrifica su tranvía, y Málaga lo haría en 1905.

Desde la década de 1960, pero sobre todo desde la de 1970, las líneas existentes de tranvía se fueron desmantelando, ante un aumento del tráfico rodado privado mientras iban siendo sustituidas por líneas de autobuses, cubriendo algunos de ellos la misma ruta. Como en el resto del mundo, se comenzó a considerar a los tranvías desfasados, además de ruidosos e incómodos. Este paso se dio también para incentivar la automovilización.

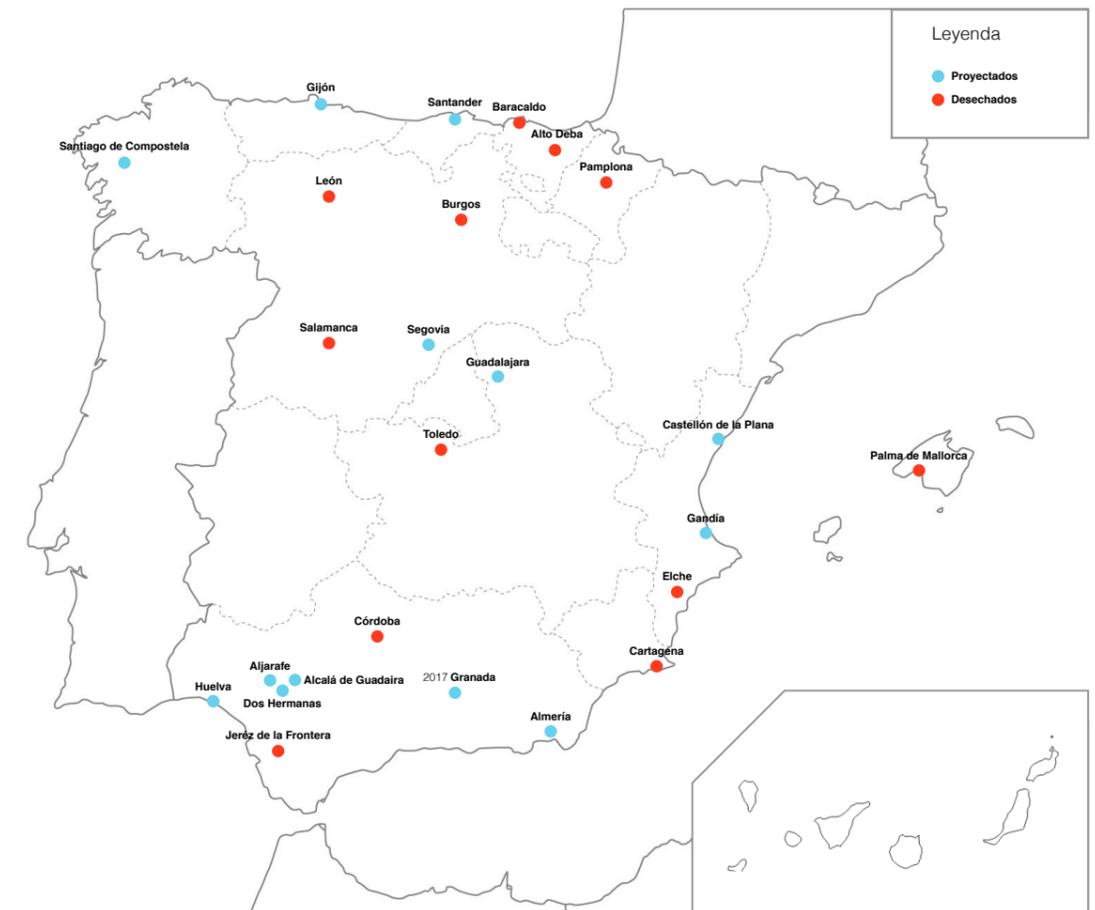
A partir de entonces el transporte por carretera aumentó significativamente, saturando las vías públicas e incrementando la contaminación del aire. Por esta razón, en la década de 2000, numerosas ciudades españolas decidieron reimplantar tranvías para paliar dicha situación y optar por un transporte más limpio. La primera ciudad en reintroducir el tranvía fue

Valencia en 1994. Actualmente algunas de las ciudades que ofrecen este modo de transporte son Alicante, Barcelona, Bilbao, Madrid, Málaga, Murcia, Parla, Sevilla, Santa Cruz de Tenerife, Valencia, Vitoria y Zaragoza (como se puede ver en el Mapa 2). Recientemente se han añadido las líneas de la Bahía de Cádiz y Granada, actualmente en periodo de pruebas.

Existen también proyectos para muchas otras zonas y ciudades, como en Alcalá de Guadaíra, Aljarafe, Dos Hermanas, León, Toledo, Baracaldo, Mallorca o Pamplona (como se puede ver en el Mapa 3). Muchos de estos proyectos han acabado en un fracaso absoluto y, además, algunos de ellos se encuentran acabados pero sin funcionamiento debido a cuestiones económicas: Jaén, Vélez-Málaga y La Coruña (mostrados en rojo en el mapa 2).



Mapa 2. Tranvías de España en la actualidad
Elaboración propia



Mapa 3. Proyectos de tranvía en España
Elaboración propia

A continuación, se mostrará una tabla con las 13 localidades españolas con tranvía en funcionamiento (además de Granada, en proceso de pruebas) con su respectivo operador y su flota, perteneciente a una de las cuatro empresas siguientes:

Alstom es una corporación francesa centrada en el negocio de la generación de electricidad y la fabricación de trenes (como el TGV, Eurostar o tranvías) y barcos (como el Queen Mary 2).

La penetración de Alstom en España se inició con la compra de importantes empresas metalúrgicas, así como la división de generadores de ABB en el País Vasco. Han introducido tranvías en muchas ciudades españolas: Barcelona, Parla, Madrid y Tenerife.

Bombardier Inc. es una empresa de Canadá, con sede en Montreal, Quebec. Actúa en el ramo de la producción de material para ferrocarril, donde es considerada la líder mundial, aviones regionales y otros servicios comerciales.

Bombardier tiene plantas en España. En concreto, en Madrid capital, Alcobendas (Madrid) y en Valle de Trápaga (Vizcaya), y centros de mantenimiento por toda la península, dedicadas ambas a la fabricación, montaje y mantenimiento de equipos de propulsión para trenes de todo tipo. Asimismo tiene una división de señalización ferroviaria encargada de la instalación de enclavamientos electrónicos para Metro de Madrid, Metro de Barcelona, ADIF y otras administraciones. Desde 2001 se ha utilizado el modelo de tranvía Flexity Outlook en Alicante y Valencia.

Construcciones y Auxiliar de Ferrocarriles, coloquialmente conocido por la contracción de su nombre **CAF**, es una empresa española con sede social en Beasáin (Guipúzcoa) que lleva más de 100 años construyendo trenes y material ferroviario para las redes de tranvía, ferrocarril metropolitano, metro de neumáticos, de cercanías, de largo recorrido y de alta velocidad más importantes del mundo.

CAF ofrece sistemas integrales de transporte a la vanguardia tecnológica y de alto valor añadido en movilidad sostenible. Por ejemplo, en España se ha encargado de productos para FEVE, Euskotren, el metro de Madrid y de Barcelona, además de los tranvías para Bilbao (Urbos 1), Vélez-Málaga, Vitoria y metro de Sevilla (todos ellos Urbos 2), y recientemente

el Metrocentro de Sevilla, Tranvía de Zaragoza, Metropolitano de Granada, Metro de Málaga y Tranvía de la Bahía de Cádiz (todos ellos Urbos 3).

Stadler Rail es un fabricante suizo de material rodante de ferrocarril, con énfasis en las unidades regionales de trenes múltiples y tranvías. Stadler tiene su sede en Bussnang, Suiza. La sociedad se compone de ocho filiales, entre ellas Valencia. La fábrica española anteriormente perteneció a Alstom y desde 2005 a Vossloh. En 2016 Stadler adquirió Vossloh, estableciéndose así en la antigua fábrica de Alstom en Albuixech, Valencia.

Antes de ahondar en Stadler y la red de tranvías de Valencia, aportar un último apunte sobre los transportes públicos en España en comparación con el resto de Europa.

Como hemos dicho, hoy en día, los sistemas ferroviarios ligeros tienen cada vez más importancia en ciudades de todo el mundo, ya que representan una solución de movilidad que ayuda a reducir los problemas de congestión de tráfico en sus calles, ofreciendo a los usuarios un modo de transporte rápido, puntual y sostenible. Y, económicamente hablando, viajar en autobús, metro o tranvía puede llegar a ser hasta un 30% más barato en España que en el resto de principales capitales europeas.

Europea de Autoridades Metropolitanas de Transporte (EMTA) muestra cómo los ciudadanos que se deciden por el transporte público como método de desplazamiento, pagan de media 1,5 euros en ciudades como Madrid o Bilbao, mientras que en el resto de grandes urbes de la UE cuesta algo más de 2 euros. En concreto, en Madrid se paga un 26% menos que en otras grandes capitales europeas.

El informe que analiza la movilidad de las principales capitales europeas de la Asociación

	Operador	Flota
Alicante , TRAM Metropolitano de Alicante	FGV	Bombardier, Stadler
Barcelona , Trambaix y Trambesòs	TRAM	Alstom
Bilbao , Euskotren Tranbia	Eusko Trenbideak	CAF
Cádiz , Metropolitano de la Bahía de Cádiz	Renfe	CAF
Granada , Metropolitano de Granada	Avanza Metro de Granada	CAF
Madrid , Metro Ligero	Metro de Madrid y MetroOeste	Alstom
Málaga , MetroMálaga	MetroMálaga	CAF
Murcia , Tranvía de Murcia	UTE FCC y Comsa	Alstom
Parla , Tranvía de Parla		Alstom
Sevilla , Metrocentro de Sevilla	TUSSAM	CAF
Tenerife , Metrotenerife	MTSA	Alstom
Valencia , Metrovalencia	FGV	Alstom, Bombardier, CAF
Vitoria , Euskotren Tranbia	Eusko Trenbideak	CAF

Tabla 2. Tranvías activos en España: nombre, operador y flota
Elaboración propia

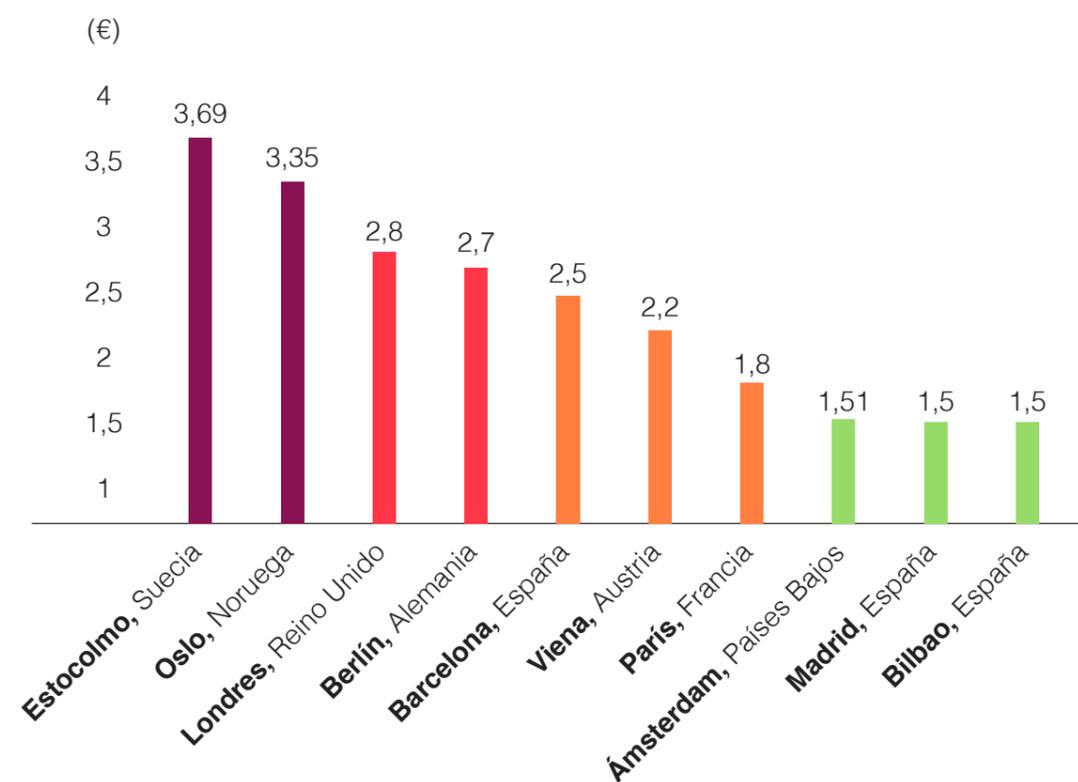


Gráfico 2. Precio por viaje en transporte público en ciudades europeas
Elaboración propia a partir de datos del barómetro de 2015 de la EMTA

Características

En este apartado se hablará sobre las principales características de los tranvías modernos. Entre ellas las más destacadas: cuidado con el medio ambiente, accesibilidad y seguridad. También se listarán una serie de ventajas e inconvenientes.

Algunas características generales: los vehículos tienen estructuras ligeras de aluminio, son articulados, continuos entre vagones y de piso bajo, para conseguir la accesibilidad al vehículo desde la calzada o aceras. La alimentación habitual es de 750V CC por catenaria. Los fabricantes han adoptado la política de desarrollar plataformas escalables, como por ejemplo, *Citadis* de Alstom, *Flexity* de Bombardier, *Urbos* de CAF, *Avenio* de Siemens o *Tramlink* de Vossloh.

Cuidado con el medio ambiente

Frente al uso de los automóviles en las ciudades, el transporte público es más **ecológico y solidario**, ya que beneficia incluso a quienes no lo utilizan. En proporción a los viajeros que llevan, los transportes públicos ocupan mucho menos espacio, por ejemplo, un autobús puede transportar a más de 60 personas en el espacio que ocuparían 2 coches y un tranvía puede transportar el equivalente a 174 coches en mucho menos espacio. Esto facilita la circulación en los núcleos urbanos.

Dentro de los transportes públicos, el tranvía es muy ecológico; es el medio colectivo que menos energía consume, y además es eléctrica, que puede obtenerse de fuentes limpias. Es más **eficiente**, en términos energéticos, que el automóvil a igualdad de ocupación relativa respecto de la capacidad de plazas en cada medio, contribuyendo en gran manera a aumentar la calidad ambiental de las ciudades. En estrecha correspondencia con lo anterior,

las emisiones contaminantes potenciales por viajero transportado son menores en los medios colectivos que en el automóvil.

Otro aspecto que distingue a estos tipos de vehículos es el sistema de frenado complementario, debido a la necesidad de alcanzar frenadas de emergencia superiores a las convencionales, así como la posibilidad de circulación sin catenaria en determinados tramos. Por ello, la mayoría de los fabricantes han desarrollado distintas tecnologías que permiten acumular energía en el tren para que pueda ser utilizada en los tramos en los que no se puede utilizar la catenaria. Además, gracias a estos sistemas de almacenamiento de energía se puede ahorrar hasta un 30% de energía de tracción.

Alstom ha desarrollado el sistema APS (Alimentación Por Suelo) consistente en alimentación integrada en la plataforma tranviaria. También utiliza baterías para eliminar los cables aéreos en trayectos cortos inferiores a un kilómetro, o una tercera solución mediante volante de inercia implementada en el tranvía de Rotterdam.

CAF ha desarrollado para su gama Urbos el sistema ACR (Acumulador de Carga Rápida) basado en almacenamiento de energía mediante baterías que permite tanto la circulación de los tranvías sin catenaria entre paradas, como el ahorro energético por la completa recuperación de la energía durante el frenado.

Más aún, un vehículo colectivo genera menos ruido que el correspondiente al que produciría un número de automóviles capaz de transportar una cifra equivalente de viajeros. En el caso de los tranvías, son **muy silenciosos** por disponer de sistemas de amortiguación como ruedas elásticas, amortiguadores de mayor eficacia. Los carriles están embebidos en un producto elastómero que absorbe las vibraciones del

carril con el pavimento. Además, la energía de frenado se devuelve a la red y puede ser empleada por otro tranvía en circulación y cuando está parado no consume energía.

En abril de 2016, el Ministerio de Fomento generó el documento '**El Transporte Urbano y Metropolitano en España**', donde se incluye una 'Orientación sobre Planes de Transporte Urbano Sostenible':

El transporte urbano, tan fundamental para el ciudadano y la actividad económica, tiene consecuencias directas en la contaminación atmosférica y acústica, la congestión y las emisiones de CO2. La adopción y aplicación de planes de transporte urbano es obligatoria en algunos Estados miembros, en algunas de cuyas ciudades se han adoptados planes voluntarios para mejorar la calidad de vida o para adecuarse a las normas comunitarias de protección de la salud humana (es el caso de la calidad del aire).

La planificación efectiva del transporte requiere una perspectiva de previsión a largo plazo de las necesidades financieras para infraestructura y vehículos, de incentivos para promover un transporte público de gran calidad, el uso de la bicicleta o los desplazamientos a pie y de coordinación con los usos del suelo en los niveles administrativos adecuados.

La planificación del transporte, tanto de pasajeros como de mercancías, que abarca todos los modos de transporte, ha de tener en cuenta todos los aspectos de la seguridad, el acceso a bienes y servicios, la contaminación atmosférica y acústica, las emisiones de gases de efecto invernadero, tan relacionadas con el consumo energético, y la ordenación del suelo. Las soluciones han de ser "a medida", basarse en una amplia consulta del ciudadano y de las otras partes interesadas, y fijarse metas siempre con los ojos puestos en la situación local concreta. La Comisión exhorta vivamente a las administraciones locales a desarrollar y poner en práctica planes de transporte urbano sostenible.

Una mayor **implantación de planes de transporte urbano sostenible**, que incluyan medidas específicas para promover el uso de vehículos de bajo índice de emisiones de CO2 y de bajo consumo energético, contribuirá a reducir las emisiones de gases de efecto invernadero a nivel local.

Los planes sostenibles de transporte urbano contribuirán a reducir la contaminación atmosférica y acústica y, al impulsar el uso de la bicicleta y los desplazamientos a pie, a mejorar la salud y combatir la obesidad.

	Autobús Urbano	Tranvía	Metro
Plazas Viajeros (ud.)	40-120	110-130	140-280
Velocidad Máxima (km/h)	80	70-100	70-110
Velocidad Comercial (km/h)	12	20-25	25-30
Separación Paradas (m)	200-1200	300-1500	500-2000

Tabla 3. Comparativa de los transportes públicos colectivos más utilizados en la actualidad
Elaboración propia a partir de datos de Cimbra, órgano de difusión oficial del CITOP

Accesibilidad

Gracias a sus **paradas en superficie** con plataforma baja de hasta 205 mm con respecto al nivel del carril y hasta un **100% de piso bajo**, el tranvía es uno de los medios más accesibles para personas de edad, con movilidad reducida o bicicletas. Por ejemplo, Urbos (CAF) es un tranvía 100% piso bajo. La altura del nivel de piso sobre el carril es de 350 mm constante a lo largo de todo el tren, incluida la zona de acceso de puertas, lo que evita cualquier posible tropiezo a los pasajeros.

Algunas de las medidas adoptadas para esto incluyen:

- Reducción del gap entre andén y tranvía.
- Incorporación de asideros por la parte interior del tranvía en los extremos de las puertas para facilitar la entrada y salida a personas con movilidad reducida.
- Indicación del cierre de puertas vía audio y mediante pilotos.
- Señalización acústica individual para la localización de puertas habilitadas e interfonía y megafonía modo T.
- Diferenciación cromática en las puertas de acceso al vehículo para identificar claramente éstas.

Más soluciones para la plena accesibilidad de pasajeros: Al tratarse de una concepción de tranvía modular, pueden combinarse múltiples posibilidades de distribución de asientos con el fin de adaptarse a distintas necesidades de capacidad. En este caso, el cliente puede optar por habilitar zonas para ubicación de PMR con la funcionalidad específica de las puertas más cercanas.

Seguridad

Además de accesibilidad, la Asociación de Empresas Gestoras de los Transportes Urbanos Colectivos (Atuc) organizaron una comisión de trabajo de **seguridad en la circulación en los metros y tranvías de España** el

pasado diciembre. En este grupo de trabajo participan empresas ferroviarias, junto con FGV, como los metros de Madrid, Barcelona, Bilbao y Sevilla, además de Ferrocarrils de la Generalitat Catalana (FGC), Serveis Ferroviaris de Mallorca (SFM) y Euskotren, mientras que como empresas tranviarias se encuentran representados los tranvías y metros ligeros de Madrid, Barcelona, Málaga, Zaragoza, Tenerife, Murcia y Sevilla. También asistió la empresa certificadora AENOR, que está apoyando la elaboración de una norma que permitirá en breve a las empresas de transporte obtener un certificado de su gestión en materia de seguridad.

El tranvía es el medio más seguro. Es tres veces más seguro que un autobús, treinta veces más que un coche y cien veces más que una moto, según datos de la UITP. Tiene un sistema de conducción suave de arranque y frenado con muy buena aceleración. Además de un sistema de hombre muerto con parada automática del vehículo en caso de pérdida de conocimiento del conductor con triple sistema de frenado haciendo que sea el sistema de transporte de superficie más seguro. Aunque la masa a desplazar, y por tanto los daños potenciales, son mayores en un vehículo colectivo, la acumulación de riesgos de los automóviles equivalentes y el hecho de que el vehículo colectivo cuenta con una conducción profesional, inclina a su favor el balance de la seguridad.

Ventajas e inconvenientes

Entre las principales ventajas del tranvía moderno, que ha sufrido una gran evolución como el resto de los sistemas ferroviarios, pueden citarse algunas como:

- Estar equipados con **modernos equipos eléctricos** potentes y de bajo mantenimiento, con sistemas de mando y control mediante microprocesadores. Sistemas de detección de averías mediante ordenador.
- **Sistema SAE** (Sistemas de Ayuda a la Explotación), con preferencia semafórica en cruces con el resto del tráfico rodado e

información con el puesto de mando.

- **Rapidez de entrada y salida** del vehículo por disponer de varias puertas con sistema de seguridad antiatrapamientos.

- **Buena regularidad y velocidad comercial** (duplicando la velocidad comercial de los autobuses, como puede verse en la Tabla 3).

- **Consumen menos recursos** en su construcción, que el automóvil privado.

- **Prolongada vida útil** de las unidades.

- La longitud de los tranvías pueden **adaptarse** a las demandas al ser composiciones **modulares** y fabricarse en varias longitudes. En horas punta pueden circular en composición doble con el mismo conductor duplicando la capacidad de transporte.

- **Gran capacidad** de transporte. Se pueden alcanzar hasta 20.000 viajeros por hora y sentido.

- Permite una **transformación y mejora del espacio urbano**. Hace la ciudad más habitable. Por toda Europa se encuentran zonas en las que peatones y tranvías conviven tranquilamente. Ciudades como Valencia, Londres, París, Milán, Roma, Amsterdam, Bruselas, Estocolmo, Viena y un centenar más, tienen tranvías.

- Facilidad de **integración** en el tejido urbano sin crear ningún tipo de barrera arquitectónica, con facilidad de circular por calles incluso estrechas con pequeños radios, pasando a ser parte importante de la ciudad. Sirve de eje estructural para desarrollar y mejorar áreas urbanas.

- **Plataforma reservada** hasta un 100%. No sufren problema de atascos.

- **No ocupan espacio de aparcamiento** en el núcleo urbano.

- **Aumentan la autonomía** de los grupos sociales sin acceso al automóvil: niños y niñas, jóvenes, personas con discapacidad, personas de baja renta, personas mayores y personas que simplemente no desean depender del

automóvil o de los vehículos motorizados. Universalidad. El transporte colectivo puede ser accesible a prácticamente toda la población, mientras que para utilizar de modo autónomo el automóvil se requiere disponer de carné de conducir y tener una determinada condición física y mental.

En resumen, el tranvía es un medio de transporte eficiente, ecológico, rápido y de alta capacidad. Genera menos contaminación que otros medios de transporte, es silencioso, regular y puntual. El tranvía es tan cómodo como un metro, o incluso más: tienen piso bajo, sus paradas están en la propia calle sin necesidad de bajar escaleras, permiten ver la ciudad a través de sus enormes ventanas y su tracción eléctrica, más suave, evita los traqueteos propios de otros medios de transporte. Además, es mucho más accesible, algo que agradecen las personas con problemas de movilidad o que llevan bicicletas.

Sin embargo, no son todas ventajas. Encontramos los siguientes **inconvenientes**:

- Los tranvías requieren de una **inversión** importante para la construcción de la **infraestructura** necesaria. Claro que el automóvil privado también requiere de inversiones cuantiosas para calles, túneles, autopistas, etc, pero en muchos casos se financian con impuestos.

- No prestan el mismo servicio que un medio de transporte individual: somete al usuario a **horarios y trayectos** (esto no se puede aplicar al taxi), se limita el transporte de equipaje, etc. Sin embargo, con una buena red de transporte público se pueden cubrir todos los trayectos posibles (con transbordo o sin ellos) con un tiempo de espera corto.

- Suelen ser **más lentos** que los transportes individuales. Pueden ser más rápidos a condición de que las redes sean bastante densas y los servicios de comunicación bastante frecuentes, pero a menudo no es el caso.

Stadler

En el punto anterior se ha mencionado que **Stadler Rail** es un fabricante suizo de material rodante de ferrocarril que adquirió Vossloh, estableciéndose en la antigua fábrica de Alstom en Valencia. En este apartado se recoge brevemente la **historia** de dicha empresa.

En 1897, dos herreros afincados en Valencia, Miguel Devís y José Noguera Chulià, fundaron en el barrio de Marxalenes **Talleres Devís** por la necesidad de dotar de componentes a la pujante industria naranjera de la época. Este pequeño taller de finales del siglo XIX acabó transformándose en **Macosa** (1947), una fábrica española de ingeniería y fabricación orientada principalmente al material ferroviario que lideró las exportaciones del sector durante varias décadas. En 1989 se fusionó con La Maquinista Terrestre y Marítima (MTM), de Barcelona, y cambió el nombre a **Meinfesa** para entrar luego a formar parte del grupo **GEC-Alstom** con factorías en Valencia, Barcelona y Alcázar de San Juan. Alstom vendió en 2005 la fábrica de Valencia, reubicada ya en Albuixech, al grupo alemán **Vossloh** como Vossloh España. El último cambio de manos se produjo el pasado 4 de noviembre; el grupo suizo **Stadler** ha aprovechado las desinversiones de Vossloh para hacerse con la planta por 172 millones. La compañía suiza le ha cambiado el nombre a Stadler Valencia y pretende convertirla en su factoría de referencia para el mercado del norte de África y Latinoamérica, y también en España y Francia, donde hasta ahora no tenía presencia.

Lo que comenzó como una calderería gracias a un capital social de 2.500 pesetas de la época, se ha transformado en una factoría en Albuixech (a menos de 10 kilómetros de la capital valenciana) de locomotoras, trenes, 'bogies' o vagones de metro que ha superado

todas las crisis desde entonces, tanto económicas como de sus propios accionistas. Lo más importante es que pese al cambio de propiedad lleva un siglo fabricando transportes ferroviarios.

"Una de las claves del éxito es el capital humano. La empresa tiene más de ciento cincuenta investigadores, ingenieros y técnicos en plantilla", explican fuentes de la empresa que preside Íñigo Parra. Este ejecutivo valenciano es otro superviviente de multinacionales. Entró en Alstom para dirigir su división de Transporte en España y la factoría valenciana en 1997, y llegó a ser vicepresidente de locomotoras de la multinacional francesa. Tras la llegada de Vossloh, se mantuvo al frente de la compañía y ahora se ha ganado la confianza de Peter Spuhler, el máximo ejecutivo de Stadler Rail, que lo ha ratificado como presidente de Stadler Valencia.

En cuanto a sus tranvías, **Tramlink** es la nueva familia de tranvías modulares. Tramlink se beneficia de la experiencia de Stadler en el desarrollo de vehículos de transporte público, el historial del grupo en el diseño, montaje y construcción de vehículos completos, así como del alto nivel de conocimientos tecnológicos en el desarrollo de bogies resistentes que garantizan una comodidad de conducción óptima tanto para pasajeros como para conductores.

Se caracterizan por los siguientes aspectos:

Durabilidad. La familia Tramlink ha sido diseñada para una vida útil máxima a un costo mínimo de mantenimiento. El alto límite elástico de la carrocería absolutamente no corrosiva



Tramlink | **Stadler**



Citylink | **Stadler**

Metrovalencia



Citylink para la línea 9 del Tram de Alicante | Stadler

cumple plenamente con todas las normas europeas sobre resistencia al esfuerzo ya la fuerza, resistencia a la fatiga y resistencia al impacto.

Negociabilidad. Gracias a su diseño, el Tramlink puede satisfacer las exigencias actuales y futuras más exigentes, incluida la capacidad de negociar incluso curvas estrechas, pendientes pronunciadas, líneas irregulares, etc.

Comodidad. Dentro del tranvía, los pasajeros pueden pasar de un coche a otro libremente y al mismo nivel gracias a las juntas de bramido y los pasamanos articulados que compensan cualquier movimiento relativo entre los coches. Además, el nuevo concepto permite instalar hasta 16 asientos en el área sobre los bogies.

Los seis nuevos trenes-Tram del tipo **Citylink** que va a comenzar a fabricar la multinacional Stadler para que recorran a partir de 2019 la Línea 9 del Tram de Alicante, la que une Benidorm con Dénia, son **trenes bimodales**, capaces de funcionar como tren y como tranvía, con energía eléctrica o combustible en función del tramo, y adaptados a los estándares que aplica Ferrocarrils de la Generalitat (FGV) en los actuales convoyes de la serie 4100. Los nuevos vehículos ligeros sustituirán a los trenes diésel de la serie 2500 con más de 50 años de explotación y diversas renovaciones.

Stadler ha cuidado especialmente el diseño tanto exterior como interior del vehículo, adaptándolo a las necesidades del cliente y al entorno por el que circulará. Otros aspectos importantes del diseño son la seguridad y el alto nivel de confort tanto para los pasajeros como para el maquinista.

En resumen, Citylink es una familia de vehículos ligeros, modulares, libres de barreras y de piso bajo especialmente diseñados para conectar sin trasbordos el centro de la ciudad con su área metropolitana proporcionando un viaje cómodo, silencioso y seguro. En estos últimos 11 años Stadler se ha convertido en referente europeo en el segmento de los trenes-tram con más de 120 vehículos suministrados que han cubierto más de 15 millones de kilómetros. Citylink presta servicio en diferentes ciudades: Alicante, Mallorca, Karlsruhe (Alemania), Chemnitz (Alemania), Sheffield (Reino Unido) y Puebla (México).

En este apartado se hablará sobre la **historia** del tranvía en Valencia llegando hasta la actual red de Metrovalencia, también se expondrá la evolución de su **flota**.

En 2004 se celebró la exposición "**Valencia Tranvía, 1874-2004**", organizada por FGV en colaboración con la Consejería de Infraestructuras y Transporte de la Generalitat Valenciana. En ella se realizaba un recorrido por el pasado, presente y futuro del tranvía en Valencia, partiendo de los orígenes en 1874 y finalizando en los proyectos incluidos en el Plan de Infraestructuras Estratégicas de la Generalitat de Valencia. La exposición recordaba la historia desde que, en 1874, comenzasen los primeros trabajos y proyectos del futuro tranvía que circuló por **primera vez** en la ciudad el 23 de junio de **1876**. La primera recorría el centro de la ciudad y desde la Plaza de la Aduana salía hacia el Grao y el Cabañal. Años después, se amplió la red con nuevas líneas: Circunvalación e Interior-Diagonal.

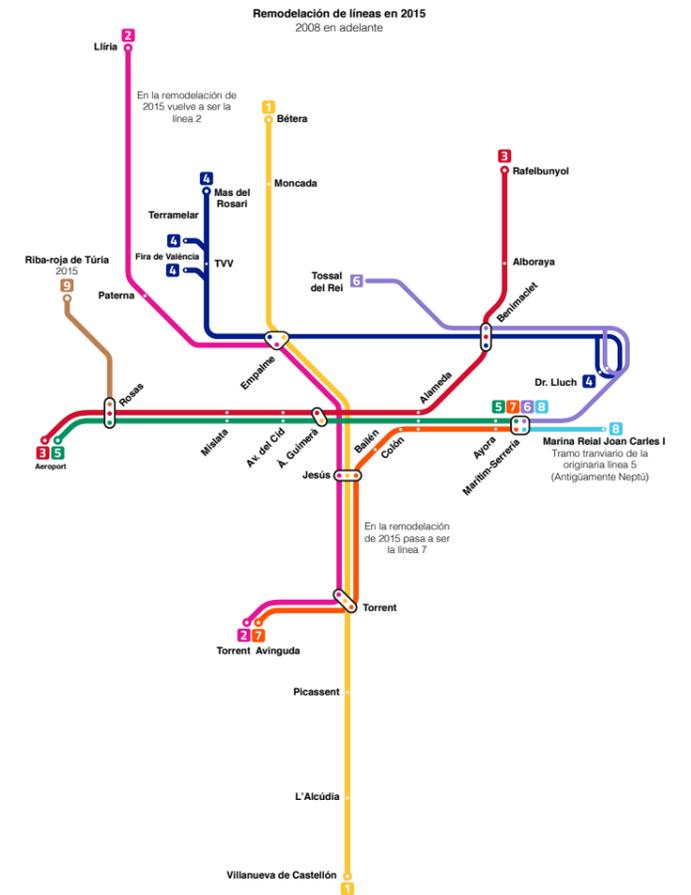
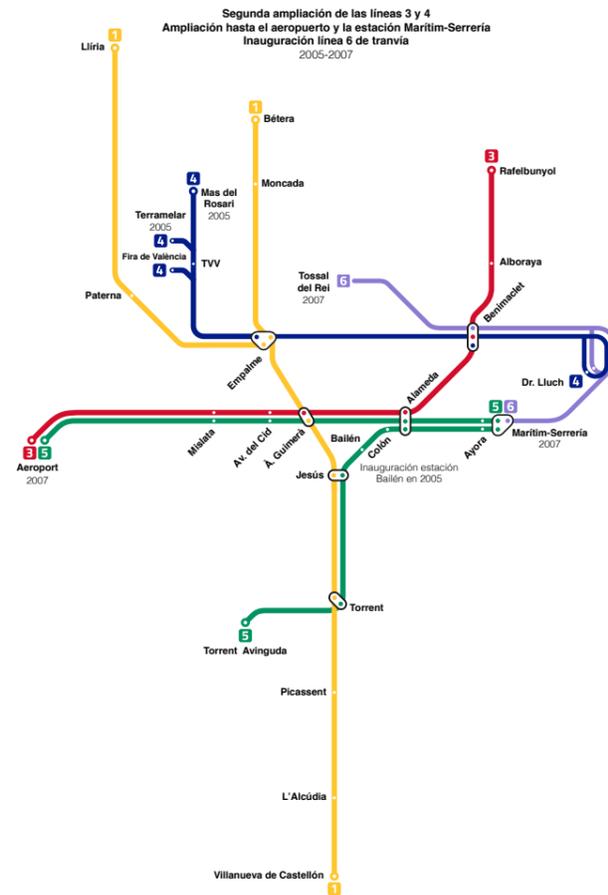
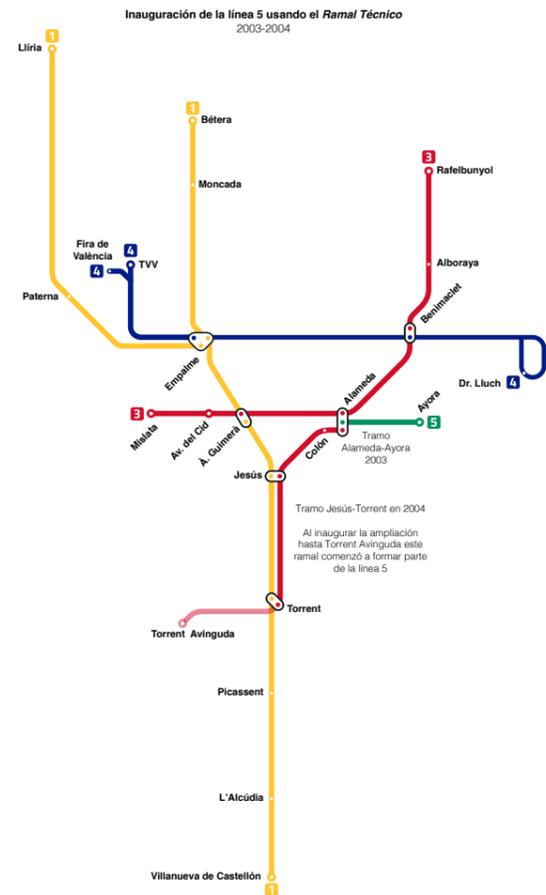
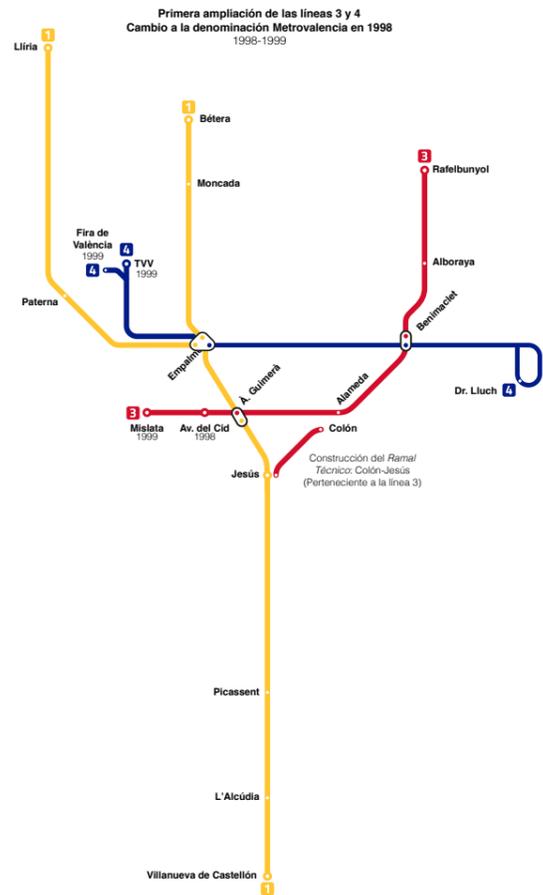
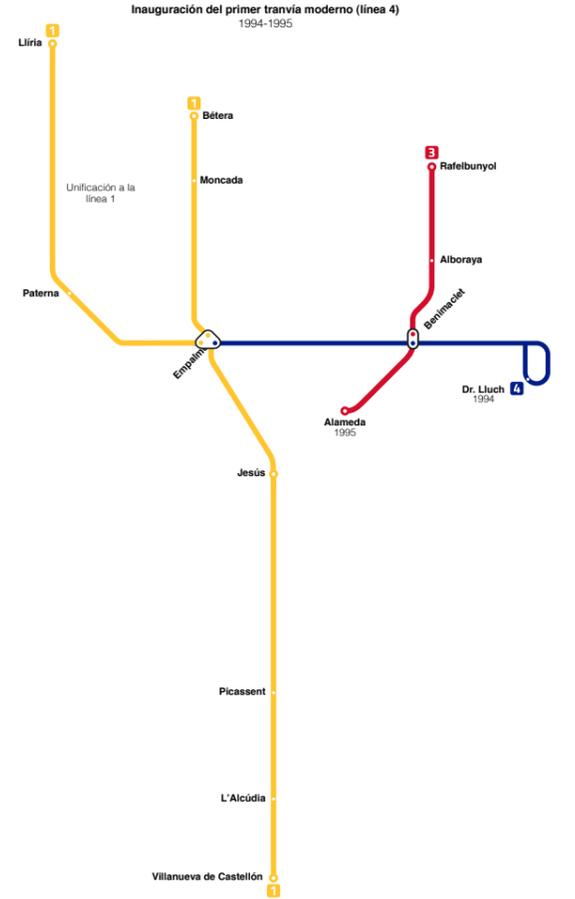
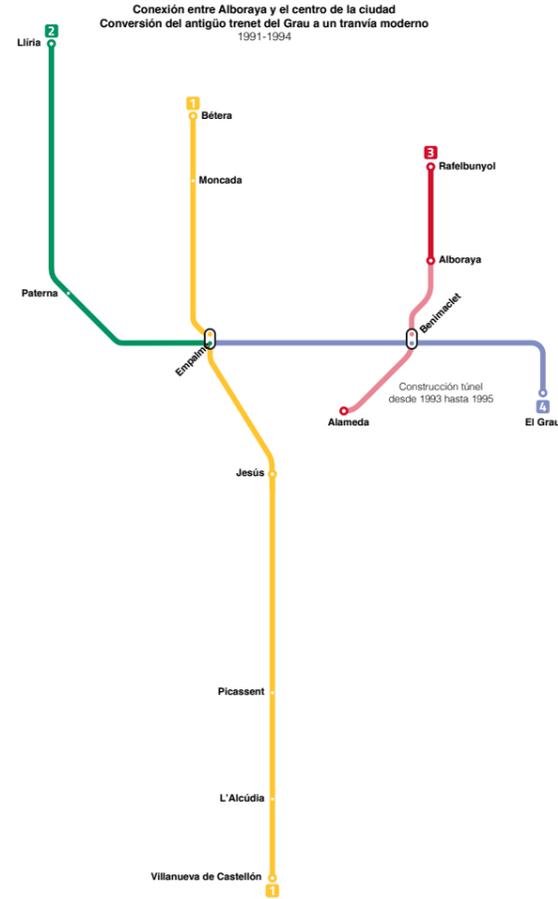
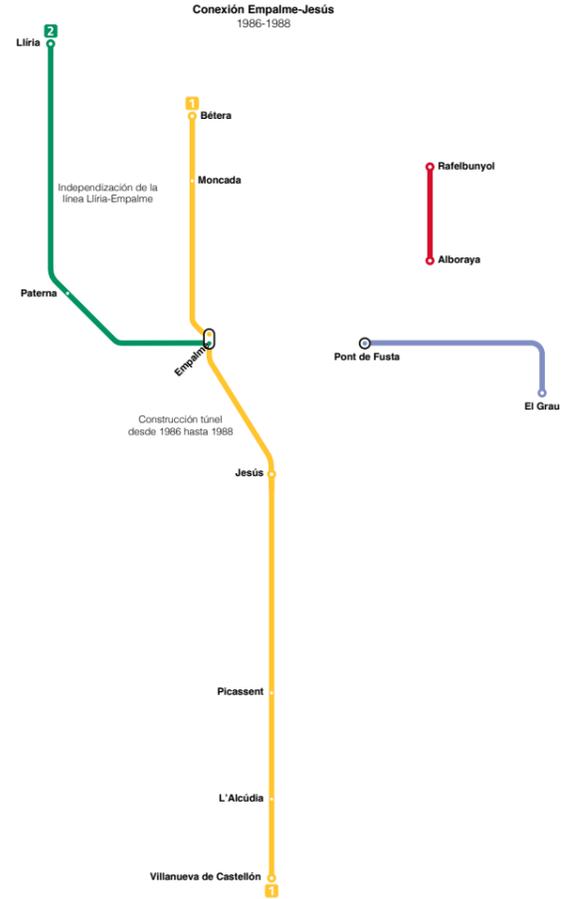
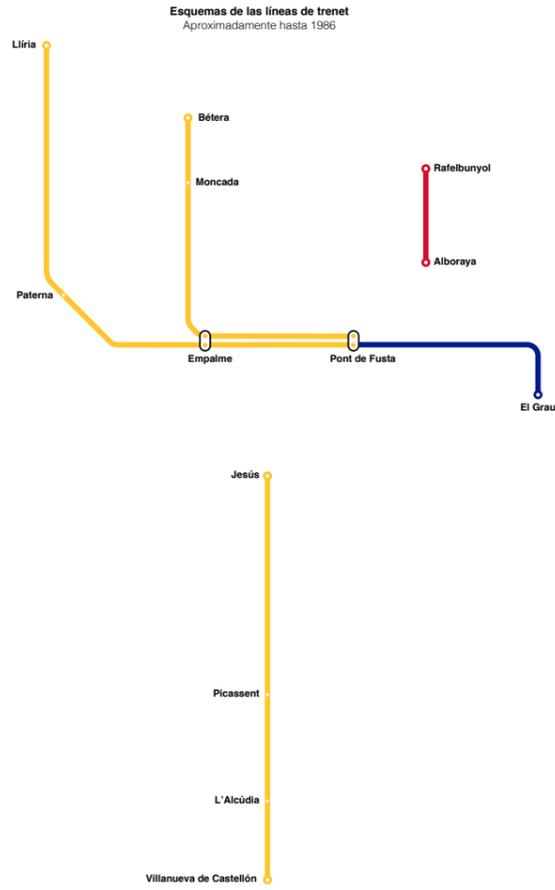
Entre 1888 y 1916 aparecen nuevas compañías que mantienen una gran competencia entre ellas y el número de líneas se amplía llegando el transporte hacia las poblaciones más próximas como Godella o Catarroja. Hasta 1892 la tracción es de sangre, y sólo en esa fecha comienza a utilizarse el vapor y ocho años después la **electricidad**. En los primeros años del siglo XX se celebran en la ciudad la Exposición Regional Valenciana de 1909 y la Nacional de 1910, que sirven de **impulso a la red de tranvías**. Se realizan numerosas mejoras urbanas, se asfaltan y adoquinan calles. Permitiendo así que los tranvías modifiquen itinerarios y ofrezcan servicios directos al recinto de la exposición. A su vez, promueven y fomentan el servicio hacia las playas de Valencia como destino.

En 1917 se constituye definitivamente la Compañía de Tranvías y Ferrocarriles de Valencia, sociedad que sirve para consolidar el transporte urbano e interurbano, mejorar las líneas y sus instalaciones y aumentar el parque móvil. Esta empresa monopoliza todo el transporte tranviario y comienza a sentir la competencia del autobús. En los años 40 el tranvía es el medio de transporte urbano por antonomasia, concretamente en **1940** se llega a 89 millones de viajeros anuales, y en el 41, casi a los 113 millones. Pero después de su **década de oro**, en **1951** aparece en Valencia el **primer trolebús** y comienza el declive del tranvía y su progresiva desaparición como medio de transporte urbano.

Las líneas de tranvías son sustituidas por trolebuses y estos finalmente por autobuses. El **último tranvía** se retiró de las calles el 20 de junio de **1970** y uno de sus verdugos, el trolebús corre la misma suerte el 22 de mayo de 1976.

Lo que viene después es la historia de la recuperación que se inicia con el **nacimiento en 1986 de Ferrocarrils de FGV** para asumir la explotación de la red de Ferrocarriles de Vía Estrecha de la Comunidad Valenciana. A partir de entonces, se inicia la recuperación del transporte público ferroviario, con la modernización y ampliación de la red e instalaciones y, finalmente, el 21 de Mayo de **1994 se inaugura la Línea 4** de FGV o más claramente la primera línea de **tranvía moderno** de Valencia y de España.

El nuevo tranvía partía en su inicio de la Estación de Empalme y culminaba en el Grao, atravesando un recorrido de más de 10 kilómetros los barrios Benicalap, Zaidía, Benimaclet y el Marítimo. En 1999, se prolonga el servicio hasta el campus Universitario de Burjassot y Canal 9-TVV y, posteriormente, hacia





el recinte de Feria Valencia. La consolidación del tranvía en su décimo aniversario (2005), con cerca de 43 millones de viajeros transportados en este periodo, coincide con el desarrollo de las obras de **prolongación** de la Línea 4, desde la rotonda de Radiotelevisión Valenciana en dirección al barrio de La Coma y Mas del Rosari y hacia las urbanizaciones de Valterna y Terramelar y por el otro extremo hasta el Parque de Ayora, lo que permite la conexión con la Línea 5 del metro.

4 unidades más que fueron entregadas en 1999. Hasta la fecha los tranvías eran de la serie 3800 en blanco y rojo, que más adelante en 2015 cambiaron de colores. El tranvía, de 70% piso bajo, está formado por tres cajas articuladas que descansan sobre dos bogies motores en sus extremos y uno portante en la caja central. El vehículo es unidireccional con una cabina de conducción y cuatro puertas de acceso situadas en el costado derecho.

Una vez comentada la evolución de la red de tranvías hablaremos sobre su flota. Como se muestra en la tabla 2 (página 24), la red de tranvías de Valencia cuenta con una flota de múltiples empresas: **Alstom, Bombardier y CAF**. En 1993 se incorporaron a la FGV 9 tranvías de Alstom, y CAF fabricó y entregó 12 tranvías entre 1993 y 1994. Posteriormente, CAF firmó otro contrato con el operador para suministrarle

Finalmente, el 7 de enero de 2005, FGV firma un contrato con Bombardier Transportation Spain, S. A. para adquirir 30 unidades (19 para Valencia y 11 para Alicante) de tranvía Bombardier Flexity Outlook Cityrunner. En 2007 se incorporan dichos vehículos a las líneas 4, 6 y 8 de Metrovalencia. Sus diseños son de tipo modular, lo que permite una amplia gama de oportunidades para personalizar a los vehículos que se adapten a las necesidades técnicas o tendencias estéticas, además de ser 100% piso bajo.



Bombardier Flexity Outlook Cityrunner en la Línea 5 de Metrovalencia

Ampliaciones previstas en Metrovalencia



Ampliaciones previstas en Metrovalencia según el Plan PIE 2004-2010
Fuente: http://www.vialibre.org/PDF/cartog_metroVal.pdf



La Conselleria de Infraestructuras y Transporte desarrolló el Plan de Infraestructuras Estratégicas (PIE) 2004-2010, en el cual uno de los objetivos era el de ampliar y dotar a Valencia, Alicante y Castellón de nuevas líneas de transporte público.

- Prolongación por el extremo oeste de la Línea 5 desde Mislata hasta el Aeropuerto de Manises. Posteriormente esta línea se prolongará desde Manises hasta Riba-roja, sustituyendo a la línea de cercanías de Renfe C-4

- Prolongación por el extremo este de la Línea 5 mediante la estación de Marítim-Serrería y su conexión con la Línea T4

- Tranvía de la Costa Línea T10, con el objetivo de mejorar las comunicaciones de Valencia y su fachada marítima. Se complementará con un ramal que unirá las playas de Malvarrosa y Patacona.

- Puesta en funcionamiento de la Línea T2 norte y su conexión con la Línea T4, comunicando los barrios de Orriols y Torrefiel con el centro de la ciudad.

- Modernización de la Línea 1 para garantizar la accesibilidad al nuevo hospital (La Fe).

- El Metro Ligero de l'Horta Sud Línea 8, que recorrerá toda la comarca desde el noroeste al sudeste.

- Desarrollo del tranvía orbital Línea 6, para conectar los barrios periféricos de la ciudad a través de las Líneas 1, T2, T4 y 8.

Durante el año 2010 se han continuado ejecutando las inversiones en el ámbito metropolitano, previstas en el Plan 2004-2010. En tal sentido la red Metrovalencia contaba desde finales de 2010 con dos nuevas estaciones subterráneas en el término municipal de Alboraya, eliminando tres pasos a nivel y dotando a estas instalaciones de los más avanzados equipamientos de accesibilidad. Asimismo, se ha continuado con las obras de modernización y prolongación de la Línea 1 en dirección al nuevo centro sanitario de La Fe, la prolongación de la Línea 5 desde el aeropuerto a Riba-Roja, prolongación de la línea 4 hacia las playas de Malvarrosa y Patacona, la nueva línea T2 que discurrirá de norte a sur de la ciudad, el metro ligero de l'Horta Sud y la culminación del Tranvía Orbital, que permitirá conectar los barrios periféricos de la ciudad a la red de Metrovalencia.

Señalización y *wayfinding*

En primer lugar, cabe definir señalización y *wayfinding* ya que son términos a menudo confundidos.

Señalización también es comúnmente equivocada otro término: señalética. La señalética es la disciplina encargada del estudio de las técnicas de comunicación para el desarrollo de señales o sistemas de comunicación visual sintetizados. Estas señales tienen por objetivo proporcionar una información clara, directa y precisa en multitud de ámbitos: seguridad laboral, industrial, prevención de riesgos, publicidad, información corporativa, etc.

La señalización, en cambio, es un concepto que se refiere al conjunto de las señales utilizadas en un espacio público y que están destinadas a la regulación de los flujos de gente o de vehículos. Es decir, la señalización es el resultado de aplicar la señalética para crear esas guías visuales que son las señales.

Wayfinding es una palabra en inglés, que no tiene traducción exacta al español. "Encontrar el camino" sería la traducción literal, pero no transmite la idea. Según el experto español en la materia Dimas García Moreno, es un "proceso de orientación y movilidad, constituido por tareas de percepción, cognición e interacción entre la persona y el medio físico que se desplaza por el mismo". Es decir, el *wayfinding* tiene que ver con el ser humano, con la forma en que conocemos y nos desenvolvemos en un determinado entorno.

Para facilitar este proceso perceptivo, cognitivo y de interacción, existen unas herramientas de diseño. El diseño *wayfinding*, según García Moreno, implica "la creación y desarrollo de sistemas de información dirigidos a orientar y direccionar a las personas en

entornos naturales, urbanos y arquitectónicos". Esto significa que el diseñador facilitará, con los elementos que crea, el procedimiento por el que la persona se mueve en un determinado espacio. En este sentido, debe incidirse en que estas herramientas no se reducen a la señalización y la señalética.



Gráfico 3. Alcance de la señalización y el *wayfinding*
Fuente: Chris Calori y DavidVanden-Eynden, 2015.
Signage and Wayfinding Design, pág. 7

La señalización y el *wayfinding* son comúnmente expresados en proyectos de señalización que unen de manera visual y mediante información un lugar, un grupo de lugares relacionados, como parques regionales o instalaciones corporativas globales; o redes/cadenas, tales como un sistema de transporte. En el sentido de que los proyectos de señalización bien diseñados sirven para unificar visualmente un lugar, la señalización puede desempeñar un papel de creación de lugares, estableciendo una identidad única y un sentido de lugar, creando así una imagen de marca en forma ambiental.

Aunque los términos señalización y *wayfinding* son a menudo utilizados

indistintamente, es muy importante tener en cuenta esta distinción: normalmente, el objetivo principal de un proyecto de señalización es ayudar a las personas a encontrar su camino a través de un entorno, mientras que las soluciones de eficaces de *wayfinding* a menudo implican más que sólo señalización. Caminos claros y bien definidos y otras señales visuales, como señales prominentes, todo ayuda al *wayfinding*, como lo hacen los mapas impresos, las guías humanas y, más recientemente, los dispositivos móviles que utilizan GPS y tecnología de realidad aumentada.

Conexión con la Marca

La importancia de la estrategia y la gestión de marca recibe la máxima atención dentro de muchas organizaciones, grandes y pequeñas, comerciales e institucionales. Las estrategias de marca reconocen que las personas entran en contacto con una marca a través de varios tipos de "puntos de contacto", y buscan maximizar no sólo la cantidad de esos puntos de contacto, sino también la calidad.

Una estrategia de marca completa abarca la señalización y los proyectos de diseño gráfico ambiental como puntos de contacto importantes que tienen el poder de construir imágenes de marca tridimensionales. Esto se puede conseguir a través de estrategias de *armonía* o *imposición*.

Utilizando la estrategia de armonía, las características visuales de un proyecto de señalización pueden reflejar y reforzar las características visuales del diseño o la arquitectura de un lugar para crear una identidad perfecta y totalmente integrada.

Utilizando el enfoque de la imposición, la señalización puede crear o imponer una identidad única y singular en un lugar, una identidad que es completamente independiente de las características visuales del lugar. Este enfoque funciona bien para los lugares existentes que tienen elementos visuales dispares, como ciudades, campus universitarios, instalaciones corporativas y redes de transporte, que se pueden vincular mediante la metabranding del proyecto de señalización.

Sistemas de Información Digital

Los sistemas de información digital que muestran gráficos en pantallas electrónicas se han convertido en una parte importante de la vida cotidiana de todos y, puesto que estos sistemas cumplen una función de comunicación, tienen una relación con el diseño de señalización.

Método: Pirámide de la Señalización

El propósito principal de un proyecto de señalización es comunicar información acerca de un entorno dado a los usuarios y que dicha información se transmita a través de gráficos mostrados en objetos de señalización físicos o hardware. Por consiguiente, el diseño de un proyecto de señalización se compone del diseño de tres sistemas constituyentes pero interrelacionados, como se muestra en la pirámide:

Sistema de Contenido de Información

Sistema Gráfico

Sistema de Hardware

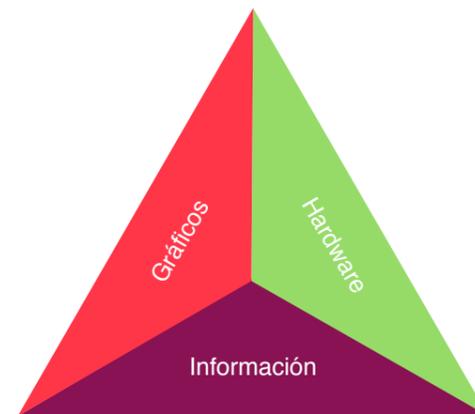


Gráfico 4. Pirámide de la Señalización
Fuente: Chris Calori y DavidVanden-Eynden, 2015.
Signage and Wayfinding Design, pág. 81

Los proyectos de señalización exhaustivos consisten en muchos tipos de señales, desde grandes torres independientes de exteriores a las pequeñas placas de interiores montadas en la pared. Un problema de diseño clave es cómo unificarlo todo, tanto de manera visual como de información. El método de la Pirámide de la Señalización hace justamente eso: proporciona una solución equilibrada, de tres puntas a este problema.

Básicamente, el método de la Pirámide de la Señalización es una clásica estrategia de “divide y vencerás” para resolver un problema complejo. Al descomponer un problema de señalización complicado y aparentemente

insuperable en sus partes componentes, cada una de esas partes puede resolverse más fácilmente. El método ve todos los proyectos de señalización compuestos por tres sistemas distintos pero interactivos, detallados arriba, que deben ser equilibrados en el proceso de diseño. Se describirán brevemente cada uno de estos sistemas.

El Sistema de Contenido de Información

La comunicación de la información es la esencia funcional de cualquier proyecto de señalización; por lo tanto, el sistema de contenido de información consiste en:

- Qué información se muestra en las señales.
- Cómo se redactan los mensajes de las señales.
- Donde se encuentra la información.
- Cómo se relacionan entre sí los mensajes y las ubicaciones de las distintos señales del proyecto; en una red coherente de información.

El Sistema Gráfico

El sistema gráfico es el vehículo bidimensional que codifica visualmente y muestra el sistema de contenido de información. El sistema gráfico consta de:

- Qué elementos gráficos bidimensionales -tipografías, símbolos, flechas y colores- se utilizan para codificar la información de las señales.
- Cómo se disponen y distribuyen los elementos gráficos, para organizar el contenido de la información, hacer hincapié en los mensajes y crear una identidad visual.
- Cómo se adaptan los gráficos a las señales.

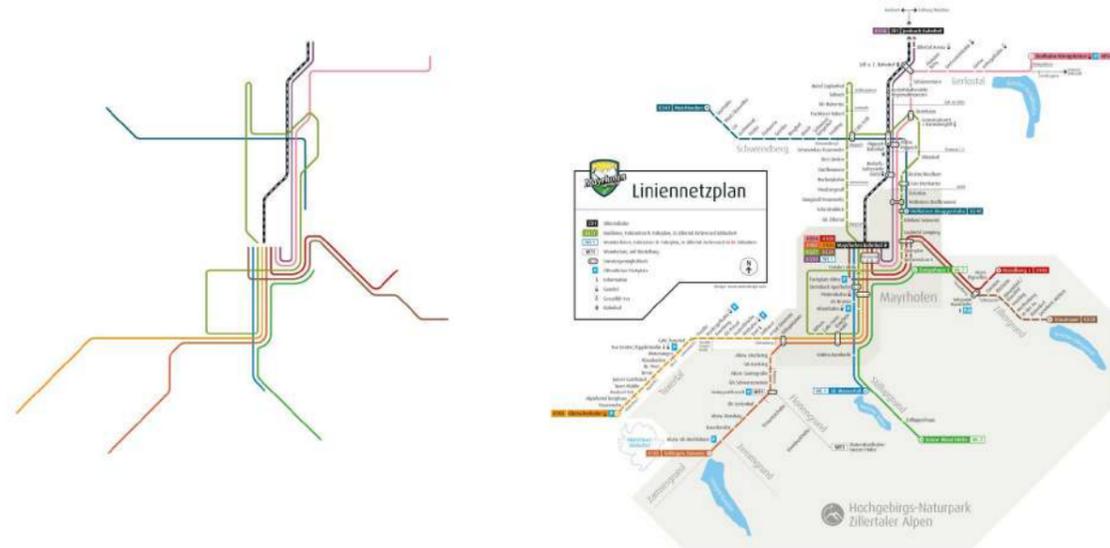
El Sistema de Hardware

El sistema de hardware es el conjunto de objetos físicos tridimensionales que muestran la información previamente codificada por el sistema gráfico. El sistema de hardware consta de:

- Las formas tridimensionales de las señales.
- Los tamaños de las señales.
- Cómo las señales están montadas o conectadas a otros objetos ambientales.
- Los materiales, revestimientos, acabados y técnicas de iluminación utilizados.
- La relación estilística de las señales entre sí y sus alrededores.

Cada uno de estos sistemas desempeña un papel distintivo en el desarrollo de un proyecto de señalización, pero todos ellos interactúan entre sí. El sistema de contenido de información es la razón subyacente para que exista un proyecto de señalización. La información de la señal no es tangible en sí misma; es el material de comunicación en bruto que hace que un proyecto de señalización funcione. Por consiguiente, el sistema de contenido de información puede considerarse como el software de un proyecto de señalización, no se puede ver o tocar, pero el proyecto de señalización no sería funcional sin él. En consecuencia, los sistemas gráficos y de hardware existen para que el contenido de información del proyecto sea visible y concreto en la realidad física.

El método de la Pirámide de la Señalización también puede apuntar a un acercamiento a los sistemas de información digitales. En este enfoque, el sistema de contenido de información del reino digital sería la información que se está comunicando, el sistema gráfico visualizará la información en gráficos 2D y/o video, y el sistema de hardware suministrará y mostrará la información en pantallas electrónicas 3D.



Liniennetzplan | **Motas Design**



Sede de Westpac Group en Barangaroo, Australia | **Urbanite (Frost*collective)**



Museo de Arquitectura en Wrocław, Polonia | **Arch_it**

A continuación se muestran algunos ejemplos de proyectos de señalización y *wayfinding*.

Liniennetzplan es el proyecto de señalización realizado por la agencia austriaca Motas Design. Dicha empresa está especializada en diseño gráfico ambiental. Se ocupan de la cuestión de cómo se mueven las personas en el espacio urbano, en el espacio natural y en los edificios. El equipo de Motas Design está compuesto por un grupo de creativos, entre ellos Christian Lunger y Markus Scheiber; de los cuales podemos encontrar otras obras en el libro de Philipp Meuser y Daniela Pogade, *Construction and Design Manual: Wayfinding and Signage*.

En concreto, *Liniennetzplan* consta de la creación del plan de red para el Parque Natural Hochgebirgs Zillertal Alpes y el municipio de Mayrhofen, con un total de 12 líneas con más de 130 estaciones. Los colores fueron obtenidos principalmente de la apariencia de Mayrhofen, algunos colores fueron modificados con el fin de garantizar la clara distinción entre las líneas. Durante el proyecto, diferentes tipografías fueron sometidas a prueba, Dax demostró ser una fuente muy fácil de leer, incluso en tamaños de fuente pequeños. Mayrhofen es mucho más grande en relación con el parque natural. Sin embargo, el plan se las arregla para mostrar los hitos naturales correctamente en su ubicación paisajística. Sirven al usuario como ayudas de orientación y el plan es una herramienta útil para planificar una excursión al Parque Natural Hochgebirgs Zillertal Alpes.

El siguiente proyecto de *wayfinding* se desarrolla en la sede de Westpac Group en Barangaroo, Australia. El estudio encargado de la realización fue Urbanite, parte de Frost*collective. Westpac necesitaba señalización, *wayfinding*, gráficos y elementos de colocación para su sede. Como una de las más grandes empresas de trabajo basado en la actividad de Sidney, debía de conservar el sentido de la integridad, innovación y creatividad. El concepto fue construido alrededor de la noción "sin límites". Urbanite identificó los espacios clave del usuario para crear memorables y únicas señalizaciones táctiles y gráficos.

Por último, destacar la reconstrucción de la entrada y parte de las salas de exposición del Museo de Arquitectura de Wrocław, Polonia. A lo largo de los años, el complejo arquitectónico del Museo de Arquitectura ha experimentado una importante degradación, principalmente en términos de su capacidad para satisfacer las necesidades de la exposición contemporánea. Al mismo tiempo, sigue siendo un lugar especial debido a la naturaleza de su actividad.

Aunque inicialmente el alcance del trabajo consistía sólo en adaptar la zona de entrada a las necesidades de las personas con discapacidad, se acordó con el museo que se necesitaba un enfoque integral. Bajo el presupuesto limitado, se prepararon suposiciones generales de utilidad funcional. Se dio prioridad a los esfuerzos para reordenar el espacio con el fin de lograr la coherencia estética y crear las mejores condiciones posibles de exposición. Otra tarea importante fue la introducción de un nuevo sistema de control de iluminación artificial e iluminación natural. En la primera etapa, la zona de entrada fue reconstruida, con una palabra nueva, más abierta, "invitadora". La zona ahora define, ante todo, un mueble fuerte y minimalista en una de las paredes con elementos distintivos del sistema de identificación visual. En la segunda etapa se modernizó la nave y coro de la antigua iglesia. Con el fin de proporcionar un espacio neutral, todas las intervenciones arquitectónicas se limitaron a formas simples y una base de color: blanco. Con el fin de garantizar la coherencia de todas las áreas de exposición -incluidas las que no están actualmente en proceso de modernización- un sistema adicional de identificación visual y direccional, integrado en estrecha cooperación con soluciones arquitectónicas. El sistema integra estéticamente los museos con diferentes expresiones y niveles de inversión e introduce vínculos claros entre las salas de exposición combinadas con la galería interior.

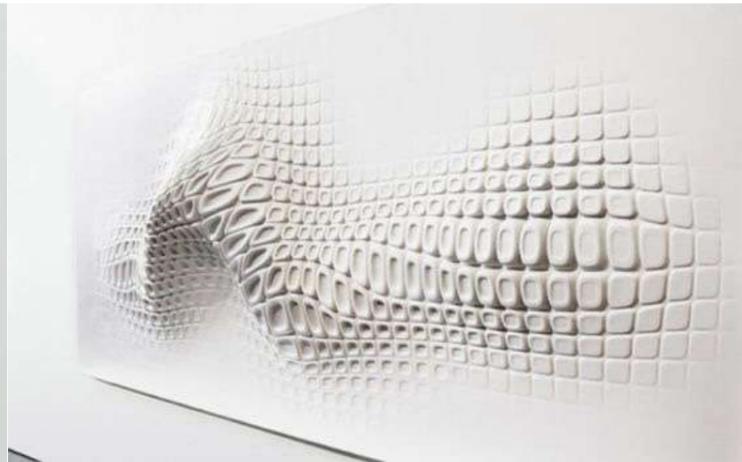
En definitiva, el arquitecto Piotr Zybura, Iga Peruga (arch_it), en colaboración con Marian Misiak, han conseguido un resultado de *wayfinding* claro y sencillo a bajo costo.

Referencias visuales | Inspiración

Forma y textura



Jabonera | **Jimmy Hook**



Real Flex | **Ora-Itto**



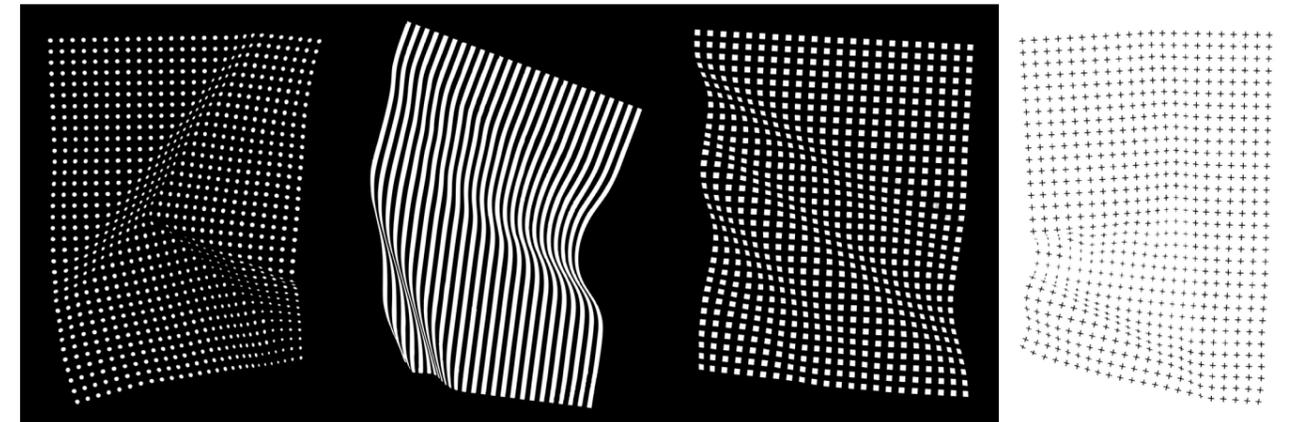
Krion sink | **Stark Group**



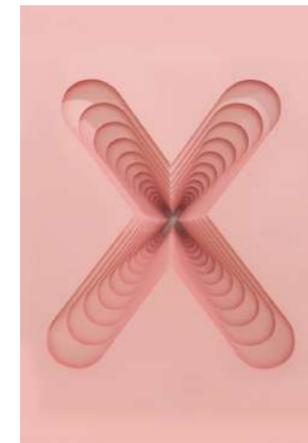
DD SUGI | **Shinpei Arima & Masayuki Kurokawa**



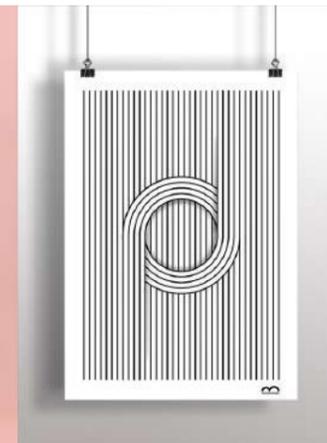
Bøy | **Gard Flydal Rorgemoen**



Ilusiones ópticas en 2D | **Ian Rousey**



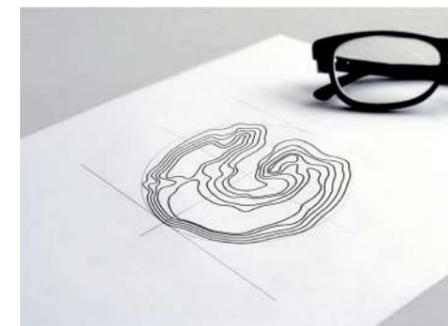
Éxtasis | **Lo Siento Studio**



Líneas | **Marco Bernardes**



Póster | **We are 1910**



Gavth Studio Logo | **Tugba Ozcan**

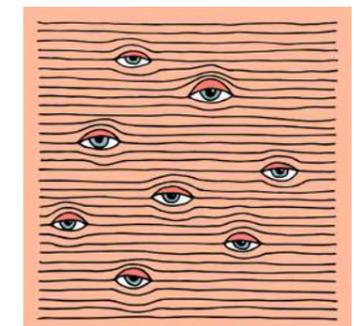


Ilustración | **Wesley Bird**

Previo al próximo apartado, el estudio de mercado, se recurre a una búsqueda de inspiración en todo lo que nos rodea dado que el objetivo del proyecto es el rediseño de un tabique innovador. Se ha realizado una extensa búsqueda de inspiración con el fin de recopilar productos o referencias visuales que aporten un alto grado de creatividad o diferenciación, ya sea en el diseño, la función, los materiales o cualquier otra categoría. Dentro de los productos encontrados se han detectado distintas tipologías: forma y textura, elementos tubulares y unión de elementos.

Formas y texturas

El primero es un recipiente para el jabón de Jimmy Hook. Destacar de él la forma continua y sinuosa, que simplemente variando la curvatura hace de una lámina lisa un recipiente con 3 pliegues. Este estilo podría adaptarse para generar un lugar donde dejar tu teléfono móvil o simplemente de agarradero.

En 2011, seis arquitectos y diseñadores fueron los elegidos para desarrollar escultóricamente algunos de los nuevos modelos de *Reebok*. Entre ellos está la representación de la suela del modelo *RealFlex* del francés Ora-Íto. Dicho relieve sugiere una forma muy interesante de la aparición de elementos de una pared, creando sensación de vivacidad y movimiento fluido. El material es piedra acrílica natural HI-MACS® fabricado por Cándido Hermida en España.

El lavabo de Stark Group también destaca por su contrarrelieve y su material. Está realizado en Krion, un producto de Porcelanosa. Su diseño a base de capas, recordando a un mapa topográfico, también resulta interesante para el diseño de la pared. Siguiendo con los relieves encontramos el juego de platos y palillos de los japoneses Shinpei Arima y Masayuki Kurokawa. En ellos vemos dos tipos de acabado del relieve, los dos superiores con el borde suavizado y el inferior con una arista marcada. Vemos diferentes acabados conseguidos con el mismo material.

El taburete *Bøy* del noruego Gard Flydal Rorgemoen también está fabricado en madera de abedul. Su objetivo era crear un objeto simple, estéticamente puro, que fuera barato

de producir y capaz de ser fabricado en una variedad de tamaños. Con tan solo una lámina de madera, dos cortes y el plegado de la base y la parte central consigue un taburete que demuestra fluidez e importancia del material siguiendo la dirección de las vetas. Todos estos objetivos se pueden aplicar al proyecto que se está llevando a cabo.

En cuanto a las ilustraciones de Ian Rousey y Marco Bernardes, ambos juegan con dos dimensiones y la creación de ilusiones ópticas con líneas, círculos, cuadrados o cruces. Dependiendo de su dirección y proximidad generan efectos tridimensionales muy interesantes. En el caso del póster de We are 1910, introducen el sombreado de ciertas columnas para obtener esa tridimensionalidad.

En el trabajo *Éxtasis* de los diseñadores españoles Lo Siento Studio se puede observar el mismo efecto de contrarrelieve del lavabo. En este caso se trata de una escultura realizada con capas de papel superpuestas hasta conseguir la profundidad deseada. El diseño de logotipo para Gavth Studio de Tugba Ozcan juega con la misma idea pero dibujado. Para conseguir la profundidad utiliza diferentes tonos de azules y emplea sombreados.

Por último la ilustración de Wesley Bird, resulta interesante cómo crea una textura con líneas sinuosas, pero en cierto modo uniformes, y coloca ojos aleatoriamente rompiendo dicha uniformidad de las líneas al desplazarlas hacia arriba y abajo para dejar hueco a la aparición de elementos de diferentes tamaños.

Elementos tubulares



Beaubien Three Positions | Beaubien Suspension | **Lambert & Fils**

Grupo Memphis



Slim Brass | **Adolfo Abejón**

Three-Legged Side Chair, DCM
Charles & Ray Eames

Field | **Dmitry Kozinenko**

Elementos tubulares

En este apartado se han seleccionado diferentes productos, entre ellos lámparas, una silla y una estantería.

Las dos primeras lámparas pertenecen a la firma canadiense de diseño de luminarias Lambert & Fils. La primera de ellas corresponde a una colección de piezas escultóricas inspiradas en las pantallas tradicionales chinas. Pueden colocarse de pie, suspendidas o de pared. Su estructura rectangular es a la vez

moderna y recuerda los años 80 del grupo Memphis. Tanto la *Beaubien Three Positions* como la *Beaubien Suspension* están fabricadas en aluminio pintado con un color negro mate. La unión de los diferentes elementos tubulares se realiza mediante apliques metálicos también tubulares. Ya que el cableado tiene que ir por su interior, los tubos son huecos.

El grupo Memphis fue un movimiento de arquitectura y diseño industrial fundado a finales de 1980 por Ettore Sottsass, diseñador y arquitecto italiano que se reunió con jóvenes diseñadores y arquitectos a los que propuso formar un grupo de diseño que ofreciera un nuevo enfoque creativo, como reacción contra los diseños post-Bauhaus de los 70s, diseños minimalistas, sin color, de corte limpio y aburridos, reducidos a lo esencial. Algunos de sus objetivos también resultan interesantes, como puede ser la utilización de materiales no convencionales, la personalidad fresca y divertida.

Las siguiente luminaria pertenece al diseñador español Adolfo Abejón. Recuerda a las antes mencionadas de Lambert & Fils por su composición pero en este caso se trata de una soldadura de latón y plata. Es interesante cómo enmarca el elemento principal, la bombilla.

A continuación una de las icónicas sillas del matrimonio Eames, *DCM (Dining Chair Metal)* de tres patas. En ella combinan madera y acero. Fue el resultado de los experimentos iniciales de Charles y Ray Eames con contrachapado de madera moldeado en formas complejas. El asiento y el respaldo son de madera de fresno natural o teñido de negro; y la base de acero tubular tiene un acabado cromado.

Por último, la estantería escultórica del diseñador ucraniano Dmitry Kozinenko. *Field* juega con la perspectiva creando una ilusión óptica, mediante el uso de formas geométricas lineales. A primera vista, al estar de pie frente a la estantería, sólo se puede ver una rejilla plana de líneas metálicas. Una vez que la persona se mueve al lado del estante se dará cuenta de que estas líneas tienen profundidad. Esta profundidad resulta ser estanterías, que permiten que los objetos descansen.

Unión de elementos

Con unión de materiales se hace referencia a el modo en el que dos o más elementos de diferente material pasan a formar parte de un mismo objeto.

Por ejemplo, *Kit-Lamp* o *Curve Wall Shelf* de Rowan Jackman Design. Es un estudio con pasión por crear muebles minimalistas, elegantes y contemporáneos. Los componentes de madera se encajan en las piezas de acero impresas en 3D con facilidad. Dichas piezas de acero combinan en contraste con la madera de fresno. Además el diseño de *Kit-Lamp* es plano cuando está desmontado por lo que ocupa el mínimo espacio. En el caso de la balda de pared *Curve*, es una estantería elegante gracias a las piezas de cobre que encajan perfectamente en los troquelados que posee y por la ausencia de soportes visibles.

La siguiente luminaria pertenece a Johanna Dehio en cooperación con Dominik Hehl. Estos dos diseñadores alemanes han creado tres mamparas de diferente diámetro, longitud y material. Las mamparas hechas de Eternit (fibrocemento = cemento + refuerzo de fibra), vidrio coloreado y cerámica permiten ser amontonadas sobre el casquillo de la bombilla a través de su ranura. Se pueden colocar unas u otras para variar la calidad de la luz. Encontramos *Venice*, del diseñador español Adolfo Abejón, otra pantalla de porcelana que

Unión de elementos



Kit-Lamp | **Rowan Jackman Design**

Curve Wall Shelf | **Rowan Jackman Design**



Schrimme | **Johanna Dehio & Dominik Hehl**

Venice | **Adolfo Abejón** Ceiling Lights "Nut C" **Kononenko ID**

convierte rápidamente un simple punto de luz de techo en una luminaria siguiendo la misma filosofía.

Finalmente la colección de tres lámparas de techo *Nut C* de Kononenko ID creadas en colaboración con M'ZPA. Nut en castellano es avellana. La forma de la avellana está representada en la parte de madera, creando contraste con las texturas del resto de piezas. Todas ellas son lámparas de techo; comparten un estilo, llevan elementos similares, y se pueden combinar fácilmente. La primera

lámpara en la familia tiene un largo vástago que se convierte en una forma más ancha al encontrarse con el elemento blanco donde se fija con los detalles de cuero en forma de "Y". La segunda tiene el vástago más corto y en la parte inferior no ensancha mucho; se fija con el detalle de cuero en forma de "I". En esta serie de lámparas se observa claramente la combinación de diferentes materiales unidos de manera elegante.

Estudio de mercado

Se considera que el estudio de mercado de un producto es de vital importancia para conseguir una buena acogida por parte del público objetivo. En este caso nos encontramos con que nuestro producto se compone, o puede componer, a su vez de varios elementos como son aparatos tecnológicos, asientos plegables, "vidrios inteligentes", o cualquier otro elemento para la mejora de los pasajeros.

Por tanto, de manera que resultara más fácil establecer una toma de contacto, se realiza

un estudio de mercado de los elementos análogos. Al no haber un nicho de mercado en el cual prestar especial atención, se recurre a la realización de un estudio de mercado muy amplio. El estudio ha consistido en analizar, por una parte, separadores de ambientes como biombos u otras instalaciones y, por otra parte, tipos de estantes o baldas y asientos. Por último se han analizado algunos elementos auxiliares incluidos en transporte público como soportes para bicicletas o soportes de información.



Interior del **Manchester Tram 765**



Interior de Urbos 3 de **CAF** en la línea 1 de Zaragoza



LoungeLink | **Priestmangoode**



Propuesta del metro de Riyadh | **RCP**



Propuesta del tranvía de Barcelona | **Damien Loreaux**



Russia One | **UralVagonZavod**



Antes de comenzar con el estudio de mercados análogos, se comentarán algunas imágenes de proyectos de interiores de tranvía y otros llevados a cabo.

El primero de ellos es el diseño de un tranvía clásico, el Manchester Tram 765, el cual se encuentra en el Beamish Museum. Como se puede ver al fondo del vagón se encuentra la cabina del conductor y el tabique que separa estos dos compartimentos es una pared más de madera, con un espacio en el centro para la puerta y dos ventanas a media altura a los laterales. Por su antigüedad (1914), no dispone de ningún tipo de panel informativo, ni a lo largo del vagón ni en el tabique, también se observa la ausencia de agarraderos o pasamanos.

Dando un salto hasta la actualidad nos encontramos con el segundo interior de tranvía. Se trata de un Urbos 3 de CAF, cuyo diseño ha corrido a cargo de la firma italiana Giugiaro Design. Además de la modernización de su mecanismo que le permite circular casi sin necesidad de catenaria, se ha mejorado su interior haciéndolo más ergonómico y accesible. Este tranvía circula desde el 2011 por la línea 1 de tranvía de Zaragoza, y han sido la ONCE y la Fundación Disminuidos Físicos de Aragón los que han participado en el diseño del tranvía. Prestando gran importancia a la colocación de los espacios reservados para personas con movilidad reducida, observamos que estos se encuentran en los laterales del vagón y no delante del tabique en cuestión. No hay desniveles para entrar o salir, los pulsadores para abrir la puerta pueden ser accionados con la palma de la mano, los accesos han sido

pintados con colores de contraste para que sean fácilmente reconocidos por los usuarios de visión reducida y un piloto avisa de la apertura y el cierre de puertas.

En cuanto al tabique que separa la cabina del conductor con el resto del vagón, podemos observar su gran cristalera. La puerta para el maquinista se encuentra en el centro, toda ella completamente transparente hasta la parte superior y a sus laterales hay dos grandes ventanas sin marcos igualmente transparentes. Encontramos una barra en la zona izquierda con un dispositivo para la lectura de tarjetas.

Mencionar también la prestigiosa empresa PriestmanGoode, a la cual pertenece la tercera imagen. En este caso no se trata de un tranvía sino de un tren destinado a viajeros de negocios. Si bien el tabique que se muestra al fondo no corresponde al evaluado en el resto de casos ya que le continúa otro vagón de pasajeros, pero podemos observar cómo prestan toda la atención al diseño del mobiliario del vagón, el aprovechamiento del espacio, la maximización de asientos y la comodidad del pasajero, dejando de lado este tabique, utilizándolo simplemente como apoyo para dos paneles informativos.

La empresa francesa RCP imaginó un proyecto de metro para la ciudad de Riyadh. Además de un diseño exterior urbano e innovador, generaron dos diseños de interiores: *The Mobile Agora* y *The Urban Oasis*. En ambas propuestas, en el último vagón se puede ver una ventana totalmente transparente que deja ver el exterior. Sin embargo, en el otro extremo

del vagón nos encontramos con una pantalla digital ocupando todo el espacio donde se encuentra proyectada una especie de cascada en la primera propuesta, y una sucesión de láminas que se prolongan por todo el techo a modo de "oasis" en la segunda propuesta. El objetivo era integrar aspectos culturales y climáticas de Arabia Saudí. Para ello se unieron varias empresas expertas del ferrocarril para identificar y operar las tecnologías más punteras para valorar la experiencia de viaje, en particular la maximización de mensajes de vídeo, la integración de paneles fotovoltaicos en el techo y cortinas digitales.

El siguiente diseño interior es la propuesta del diseñador industrial francés Damien Loreaux para el tranvía de Barcelona. En él pretende reflejar los valores fundamentales de la ciudad y la energía que la mantiene en movimiento. El exterior es aerodinámico pero sutil con un atractivo futurista que no es abiertamente ruidoso. En el interior, sin embargo, la elección de colores y texturas se refiere a la peculiar arquitectura de la ciudad y el ambiente vibrante. En este ejemplo se observa claramente la ubicación de la zona para personas con movilidad reducida a los laterales de las puertas de entrada.

Por último, el *Russia One (R1)* de la empresa rusa UralVagonZavod Corporation. Uraltransmash, una filial de UVZ, desarrolló un nuevo tranvía de tres vagones de planta baja. El proyecto, que fue implementado conjuntamente con la oficina de diseño experimental Atom, es el primer tranvía de piso bajo hecho en Rusia. Su diseño es muy llamativo gracias a la utilización

de paneles de vidrio templado en color negro con juntas de sellado del mismo color que les permiten ser casi invisibles.

El diseño *R1* se basa en un enfoque especial para el posicionamiento del tranvía en un paisaje urbano. Siendo un vehículo, es al mismo tiempo una parte importante de la apariencia arquitectónica de la ciudad. Este concepto permitió a los diseñadores diseñar una fórmula *vehicle + architecture = vehitecture*. Este término refleja el nuevo espacio interdisciplinario de ingeniería y arquitectura de vehículos.

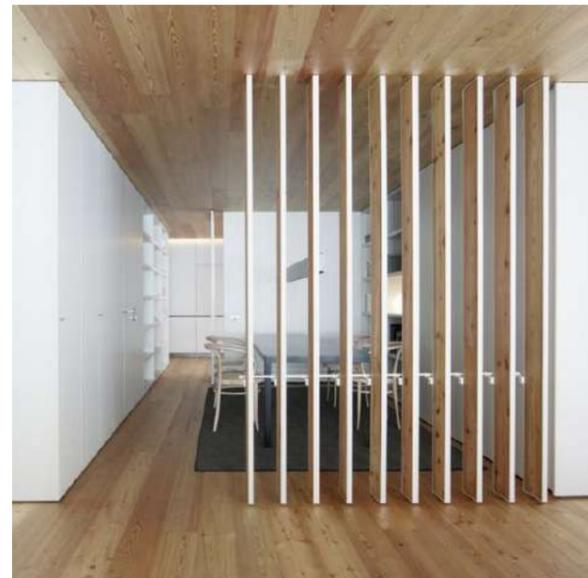
En el interior, el *R1* ofrece una cabina de pasajeros muy espaciosa, hay zonas para equipaje, cochecitos de bebé y bicicletas, la iluminación corre a cargo de diodos luminiscentes que cambian en función de la hora del día, en el techo de la cabina de los pasajeros está el aire acondicionado y altavoces, por donde saldrá una música acorde a la hora del día. Los pasamanos son de aluminio con una capa de cobre antibacteriano, la cabina del conductor tiene un campo visual de 180 grados, y cuenta con una batería que permite que viaje 50 kilómetros de forma autónoma en caso de un problema en el tendido eléctrico. Sin embargo, vemos como el tabique a estudiar solamente incluye la puerta central para el conductor y a sus laterales dos cristaleras.

Productos análogos

Separador de ambientes



Parati-RJ | **Tride Interiores**



Casa cp. Barcelona | **BAAS**



PD3 Space | **Richard Shed Studio**



Tarasovo | **Zrobym**



Dieño interior de la oficina de 99c Advertising Agency, Cape Town
InHouse Brand Architects



Office Colored Glass | **Concept/Glass**



Baño de High House | **Dan Gayfer Design**



Wogg 39 Screen (Wogg Rica Screen) | **Frédéric Dedelley**



Folding Screen | **Charles & Ray Eames**

En general, encontramos características similares en todos los separadores de espacios. En el diseño de interiores, son la forma perfecta para maximizar un pequeño espacio, y también son excelentes como punto de enfoque de decoración. Ofrecen privacidad, límite y elementos estéticos todo ello sin alterar los componentes estructurales de un espacio. Pueden ser deslizables, plegables y también se pueden colgar para adaptarse a las necesidades del momento. Pueden ser opacos, permitiendo que la luz penetre y que circule el aire. Una estantería o cortinas hacen algunos de los separadores de ambiente más rápidos.

Muchos de los ejemplos aquí mostrados utilizan la madera como material principal. El primero de ellos del estudio Tride Interiores es una casa de verano en la costa brasileña. La cocina, abierta al salón, se independizó con una celosía de madera; una solución altamente decorativa y práctica que permite aislar o diferenciar espacios, además de aportar calidez a la decoración.

InHouse fue el encargado de rediseñar la oficina de la agencia de publicidad 99c Advertising Agency. Se acercó al proceso de diseño con varios objetivos clave, el primero, mejorar el ya espectacular sitio. El segundo objetivo fue crear un ambiente totalmente funcional para satisfacer las necesidades diarias del cliente; y la tercera, fue reflejar la naturaleza creativa de la agencia y sus empleados. El espacio mostrado en la imagen es el salón de descanso, frente a la ausencia de puertas colocaron unos grandes marcos de acero donde apoyan los tablonces de madera de pino pintados. Estos tablonces están colocados oblicuamente y con distancias irregulares entre ellos, permitiendo el paso de la luz natural y ofreciendo al espacio una amplitud visual y comunicativa.

Para el piso de aires nórdicos, el estudio de arquitectura catalán BAAS se inspira en la *Casa Mairea* de Alvar Aalto para rehabilitar con luminosidad un oscuro entresuelo. El resultado es un piso familiar de aspecto amable, claro y tranquilo. Esto lo consiguen gracias a la

sustitución de muchos tabiques sólidos por separadores de ambientes a base de listones de madera verticales. El vidrio coloreado es una gran manera de dividir un espacio sin cerrarlo como se puede ver en la oficina finlandesa de Concept/Glass. El vidrio es una opción popular al crear espacios atractivos y lujosos; El vidrio impreso es una progresión natural en el vidrio arquitectónico, ya que combina tanto la necesidad de áreas funcionales, así como detalles estéticos.

Los siguientes separadores también son de madera. *PD3 Space* de Richard Shed Studio es un espacio de encuentro para una agencia creativa en Shoreditch, East London. Respondiendo a las necesidades de privacidad y división de funciones de los clientes en su estudio, la solución fue diseñar una pared divisoria que tenga una presencia definitoria en el espacio. La estructura asegura que las personas son conscientes de la actividad de ambos lados de una manera no intrusiva. Su composición es similar a la habitación de *Tarasovo*. Se basan en la distribución de paneles con listones en diferentes direcciones.

En cuanto al diseño del baño de *High House* de Dan Gayfer Design, resulta interesante cómo utiliza el mismo material por el suelo, por las pared y el medio tabique, dotando al baño de una continuidad ininterrumpida gracias a la mampara fija de vidrio templado.

Por último, nos encontramos con dos separadores de espacio móviles. El panel Wogg 39 está compuesto de aluminio con muescas, ofreciendo una gran flexibilidad y estabilidad, y puede cubrirse de aluminio o madera HPL Finline, dependiendo del ambiente deseado. Este panel puede enroscarse, mientras que el Folding Screen del matrimonio Eames se recoge apilando los segmentos de madera contrachapada para fines de almacenamiento. Dichos segmentos se unen con cinta textil, asegurando la movilidad y creando líneas onduladas suaves de la pantalla. Se puede colocar en varias posiciones. La pantalla es a la vez un práctico divisor de la habitación y un impresionante objeto escultórico.

Estantería



Konnex | **Florian Gross Design Studio**



Expositor | **Leando Farina**



Estantería a modo de celosía



Link Shelf | **StudioHausen**

Las estanterías sirven igualmente como separador de espacios, además de tener como objetivo principal organizar. *Konnex* está dirigido a personas que disfrutan constantemente de rediseñar y organizar su entorno. Un conjunto básico, que comprende tres módulos, puede ser dispuesto individualmente para formar una unidad de estantería. Con su innovador sistema de ranuras puedes generar la estantería según tus necesidades; las ranuras en forma de peine se insertan en las paredes laterales de otro cubo. La forma en que deciden unirlos es variable dependiendo de su preferencia y la ocasión y por lo tanto puede adaptarse a cada espacio y cada situación.

Se encuentra similitud en el modo de unión en las imágenes del argentino Leando Farina donde se sustituyen las cajas por planchas. Farina famoso por su profesionalidad y atención al detalle en la construcción de fotografías de naturaleza muerta. Crea composiciones cuidadosamente pensadas para la exposición de productos con un vivo colorido.

La estantería a modo de celosía resulta interesante por la unión de materiales. Combinando una estructura de acero y unos cajones de madera que pueden ser situados en cualquier espacio. En la imagen se muestra una disposición de tablero de ajedrez excepto en las dos últimas filas donde encontramos cajas alargadas en lugar de cuadradas. Se pueden aprovechar los espacios huecos apoyándose sobre el cajón inferior.

Finalmente, *Link Shelf* de la firma de diseño de Berlín Studio Hausen es una actualización de la "estantería de cadena clásica". El sistema de estantería personalizable comprende una serie de módulos de acero fino negro y tableros hechos de madera de fresno. Hay tres estilos diferentes de soporte: uno triangular, uno cuadrado y uno rectangular. Los tableros tienen la misma anchura y profundidad, pero vienen en dos longitudes. Combinando todas estas piezas se pueden crear una gran variedad de montajes.

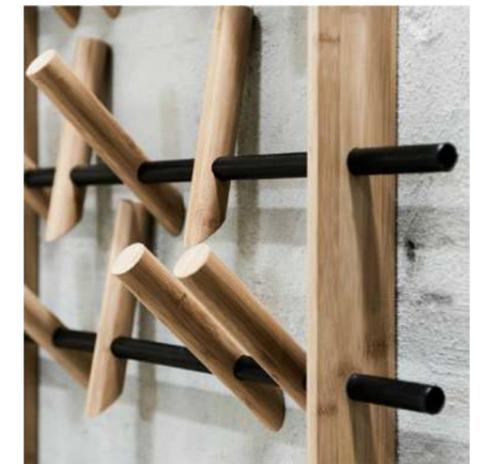
Balda | Colgador



Iggly | **Luca Longu** para Formabilio



Exposición Lama/NonLama | **Studiopepe**



Coat Frame | **We Do Wood**



Piano Shelf | **Sebastián Errázuriz**



Sketchers TR Casual Showroom | **Zemberek Design**



Pegboard | **Koskela**

El estudio de diseño Luca Longu ha creado *Iggly*, una pieza modular de mobiliario que puede colocarse en la entrada o en un pasillo como un lugar para descargar los bolsillos al llegar a casa. La mesa viene con cajas de madera deslizantes que se pueden mover y ajustarse fácilmente para acomodar sus cosas. Es versátil y fácil de montar para poder modificarlo y ajustarlo dependiendo de tus propias necesidades. Los compartimientos sólidos de abeto tienen muescas que le permiten orientarlos hacia arriba o hacia abajo.

Los dos siguientes parten del mismo principio, una serie de listones que se anclan a la pared por la parte inferior para así permitir el giro de 90°. *Piano Shelf*, del chileno Sebastián Errázuriz, es una plataforma de piano que ofrece una pared de madera flexible. Bajando cada sección individual, se crea una superficie de estante y un rectángulo de espacio vacío aparece en la pared, enmarcando todo lo que se coloca en el estante. Se adapta a las necesidades del usuario. Hecho de madera lacada y acero.

En la tienda de *Sketchers* en Estambul, el estudio Zemberek Design colocó un expositor de zapatillas con el mismo funcionamiento. Utilizando este sistema consiguen enmarcar las zapatillas bajando 3 listones.

El siguiente sistema ha sido desarrollado por

Koskela, en principio para utilizar en su sala de exposiciones. *Pegboard* fue tan popular que han introducido módulos estándar, con las fijaciones, a la venta para poder instalar este sistema en su propia oficina o en su hogar. Consiste en un tablero de madera contrachapada perforada con dos tamaños de agujero. En los orificios más grandes encajan las espigas. Dichas espigas pueden utilizarse para colgar elementos directamente o colocar un tablón encima y así usarlo como balda. Se ha incluido una imagen ejemplificadora de la posible utilización de pegboard por la bloguera estadounidense Aspyn Ovard.

Studiopepe ha realizado el diseño de la tienda de Valcucine en Milán, esencial y flexible, se caracteriza por el uso de madera y cemento, materiales que expresan la unión del concepto de naturaleza con el de investigación tecnológica. Utilizan la propia pared como sistema de baldas gracias a los peldaños irregulares.

Por último, el colgador de We Do Wood realizado en bambú. Se compone de tres barras ajustables, que están montadas en un marco hecho de bambú. Los ganchos se montan en las tres barras de metal, y se pueden ajustar tanto en los lados como en la altura. El marco de bambú sirve como sistema de montaje y también crea un hermoso marco visual para las chaquetas de la familia, bufandas y demás.



Asientos



Coffee Bench | **Beyond Standards Studio**



Horizon | **PriestmanGoode**



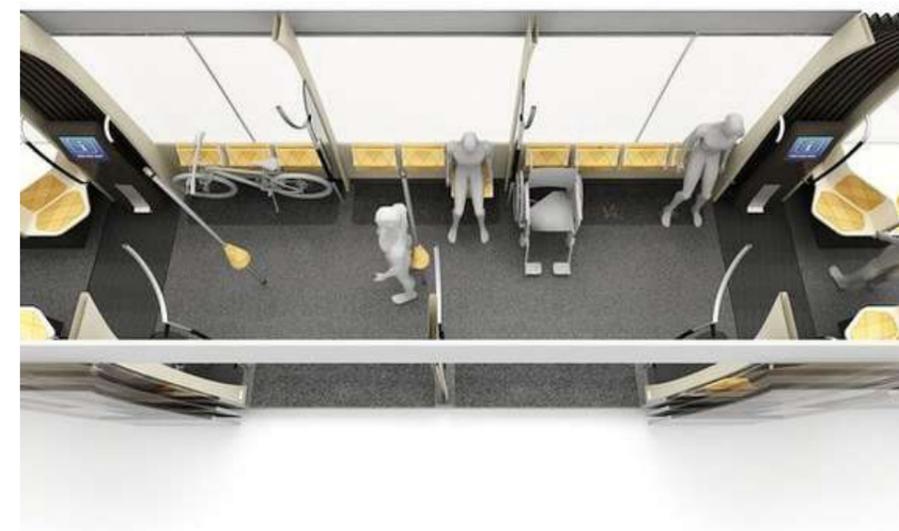
Island Bay | **PriestmanGoode**



JumpSeat Series | **Ziba Design**



Distribución interior de un tranvía | **Jun Yasumoto**



Diseño de tranvía TrytoN | **Theosone**

Los estadounidenses Ziba Design han diseñado una serie de asientos plegables para auditorio: *JumpSeat*, *JumpSeat 90*, *JumpSeat Wall*, *JumpSeat Emerge*. *JumpSeat* es realmente eficiente en su uso del espacio. El asiento tiene sólo 10 cm de profundidad cuando está cerrado. Es un diseño que aprovecha al máximo las propiedades del material, ya que no se puede conseguir nada mucho más eficiente que dos piezas de madera contrachapada, y es la prueba de que un objeto relativamente simple y repetitivo puede ser hermoso también. La madera contrachapada y el acero crean la columna vertebral de la innovadora estructura en voladizo. El *JumpSeat 90* se sienta a 90° permitiendo que sea montado en el suelo al ras de la pared, perfecto para pasillos, áreas de bar, cocinas, baños y cualquier área donde el espacio es limitado.

Destacar también el famoso *Coffee Bench* de los polacos Beyond Standards Studio. Es un estudio colaborativo de diseño y producción dirigido por Karolina Tylka y Szymon Nawój. Se dedican a la investigación de material, tecnología y las relaciones espaciales, con un enfoque en la búsqueda de coherencia en cada producto, espacio y proceso diseñado. El banco se puede hacer en diferentes longitudes de hasta 3 metros y diversos materiales. Es un diseño de mobiliario multifuncional, ideal para cualquier espacio al aire libre público o privado.

Los asientos *Horizon* y *Island Bay*, en el centro de la página, pertenecen PriestmanGoode. Una consultora de diseño de transporte que ofrece experiencias de marca excepcionales para una lista de empresas internacionales líderes.

Desde el interior de aviones, aeropuertos, transporte público y trenes de alta velocidad hasta hoteles y productos de consumo. Se centran en un diseño simple, elegante, intuitivo, fácil de mantener y eficiente de fabricar. Así, han diseñado dos asientos para hacer frente a la sobrepoblación en el transporte público.

Horizon aumentaría la capacidad de asientos hasta un 30% por vagón (basado en un tren de cercanías estándar), así como un mayor espacio de pie. Basado en un informe elaborado conjuntamente con un líder en ergonomía, el asiento está diseñado para garantizar a los pasajeros una posición totalmente apoyada. Otras características incluyen:

- Un diseño de asiento escalonado aumenta el espacio de los hombros entre los pasajeros, mejorando la sensación de espacio personal.
- El espacio de almacenaje individual en cada asiento y los colgadores aseguran que los pasajeros pueden mantener sus pertenencias personales cerca en todo momento y elimina la necesidad de portaequipajes.
- Cada asiento tiene dos reposapiés para acomodar cómodamente a pasajeros de diferentes alturas.
- La mesa admite tabletas y dispositivos móviles en un rango de ángulos para una visualización óptima.
- Carga USB individual.

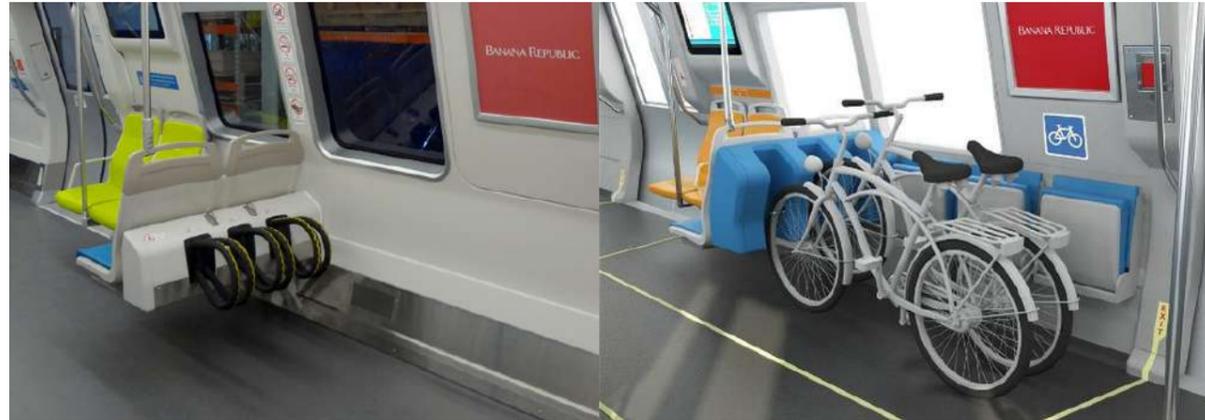
Island Bay es una solución de asiento flexible que proporciona asientos regulares durante la

temporada baja y una mayor densidad durante las horas pico, lo que da lugar a un aumento del número de asientos de 15-20% y una mayor capacidad de pie. Las características de *Island Bay* incluyen:

- Incremento de la anchura del asiento.
- El asiento adicional del final del asiento con el respaldo acolchado da a pasajeros previamente colocados una posición más cómoda.
- En el modo de alta densidad, los reposapiés acomodan a los pasajeros de diferentes alturas y proporcionan una posición totalmente apoyada.
- La disposición de los asientos proporciona un acceso más amplio que el de los pasillos convencionales, haciéndolo más accesible a las sillas de ruedas, buggies, equipaje grande y bicicletas plegables.

Por último, dos distribuciones de interior de trenes. Jun Yasumoto ha creado módulos de 12 cm de ancho. Este sistema de asiento plegable para trenes suburbanos permite una gran variedad de posturas y usos. Se puede utilizar como soporte para una posición de "medio asiento", y actuar como un reposabrazos o simplemente un asiento. Dependiendo de lo lleno que esté el vagón, los usuarios pueden sentarse cómodamente con los módulos como reposabrazos o sentarse medio para hacer más espacio para otros en situaciones muy concurridas; el interior del tren se vuelve reactivo a su ocupación.

Elementos auxiliares de transporte urbano colectivo



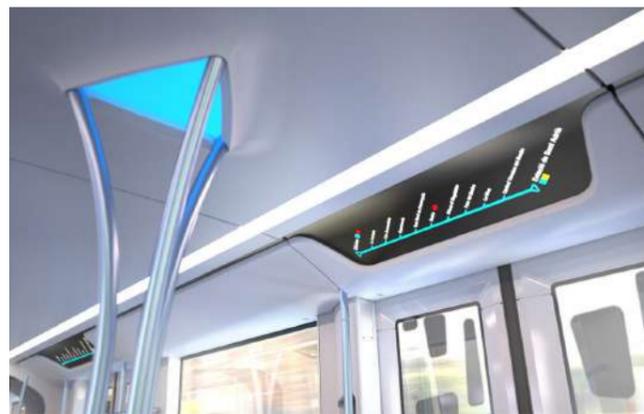
Bastidores para bicicletas | **BART**



Look Up Handle | **Kwon il Hyun, Lee Ji Su**



Boston Subway Bid Concepts | **IDA**



Tranvía Barcelona | **Damien Loreaux**



Mercedes-Benz Future Bus | **Daimler Buses**

Para concluir se ha hecho un breve estudio sobre elementos de los medios de transporte colectivos. Como, por ejemplo, bastidores para bicicletas. Es una propuesta de diseño de BART (Bay Area Rapid Transit) para los vagones de metro de San Francisco. Su idea es incorporar dichos bastidores en cada coche, ya que van cambiando de línea a lo largo del día y no es posible mantener un “coche de bicicleta” dedicado en una posición predecible en cada tren. El bastidor estará diseñado para estabilizar las bicicletas a medida que el tren se mueve. Durante el proceso de diseño, los clientes expresaron su preocupación por la interacción del portabicicletas con asientos abatibles adyacentes. Como resultado, los asientos abatibles han sido retirados. Cada bastidor de bicicletas tiene suficientes ranuras para albergar hasta 3 bicicletas.

Look Up Handle fue el proyecto ganador en 2014 de los *K-Design Awards*, es una correa de metro que notifica la información de la estación. Así, en horas punta, ahorra a los pasajeros la molestia de mirar a su alrededor en busca de pantallas o tratando de escuchar el mensaje sonoro. Los pasajeros sentados tan sólo tienen que levantar la cabeza para ver la información en la correa.

En cuanto al proyecto *Boston Subway Bid Concepts* para Fordyno PTY LTD (una empresa de consultoría ferroviaria con sede en Sydney, Australia) por Industrial Design Alliance (IDA). IDA es una agencia de diseño contemporáneo australiana con experiencia en el mercado y ya están haciendo un impacto con su pensamiento fresco y soluciones de diseño innovadoras. Se han encargado del diseño interior, exterior y de la cabina del conductor. En la imagen se ilustra el espacio para personas con movilidad reducida

indicado en el suelo y pared, acompañado de un pasamanos.

Asimismo, la propuesta del francés Damien Loreaux para el tranvía de Barcelona, como se mencionó anteriormente, pretende reflejar los valores fundamentales de la ciudad y la energía que la mantiene en movimiento. Destacar en este apartado la terminación de las tres barras verticales y la pantalla informativa perfectamente integrada en el lateral del vagón.

Para terminar, el autobús *Mercedes-Benz Future* que presenta Daimler Buses. Es el primer autobús de la ciudad que opera de forma autónoma en una situación de tráfico real. Dentro de su aspecto futurista destacan las barras de agarre orgánicas simulando árboles iluminados.

Briefing. Factores a considerar

Este apartado podría considerarse una conclusión de todo el estudio expuesto anteriormente; además fijará las bases del diseño que se va a realizar. En primer lugar se describirá el público objetivo, lo que de por sí determina muchas de las necesidades del producto. A continuación se detallarán los objetivos, donde se describen los requisitos fundamentales.

Público objetivo

El tranvía es un medio de transporte público colectivo, con lo cual, no hay ningún tipo de restricción. Personas de todas las edades y fisonomías ya que todo el mundo puede utilizar este tipo de transporte colectivo. Así, está orientado a ambos sexos y a personas de todas las edades y nacionalidades, aunque el diseño se realizará teniendo en cuenta las medidas antropométricas de la población española.

Objetivos

Para conseguir una estructuración adecuada y poder valorar el éxito del proyecto, se han establecido una serie de objetivos, tanto académicos por parte de la alumna como los relativos al concurso. Académicamente, se quiere garantizar la adquisición de los conocimientos teóricos y prácticos requeridos para la obtención del Grado en Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo del Producto. No obstante, se espera también poder demostrar las aptitudes personales desarrolladas por la alumna durante estos cuatro cursos tales como creatividad, pensamiento crítico, compromiso social y capacidad de innovación.

Las propias bases del concurso especifican una serie de categorías o atributos que deberían considerarse en el diseño. No es necesario incluir todas ellas, pero en esta fase inicial todavía no se descarta ninguna opción.

1. Total **integración** del separador/tabique con el resto del tranvía.

2. La **reducción de deslumbramientos** mediante el uso de vidrios inteligentes.

3. Integración de **elementos tecnológicos** tales como pantallas, intercomunicadores, altavoces... que mejoren la experiencia de los usuarios del tranvía.

Además de estos, se plantean otra serie de objetivos que deberán de ser estrictamente cumplidos siendo:

Accesibilidad. Al ser un transporte público, todo el público debe de ser capaz de usarlo sin importar minusvalías físicas o psíquicas. Las capacidades físicas no condicionan la experiencia de usuario.

Flexibilidad. La solución aportada debe de ser factible en los diferentes tranvías de la red FGV.

Comodidad. Al considerarse un medio de transporte rutinario, el desplazamiento en el mismo deberá de tener ciertas garantías en términos de comodidad.

Económico. En cualquier proyecto de ingeniería este factor es crucial para la validez del mismo, se espera que el valor obtenido con la implantación del proyecto sea mayor al valor económico del mismo.

Simplicidad. Cualquier pasajero debe poder desenvolverse en un tranvía sin necesidad de experiencia previa.

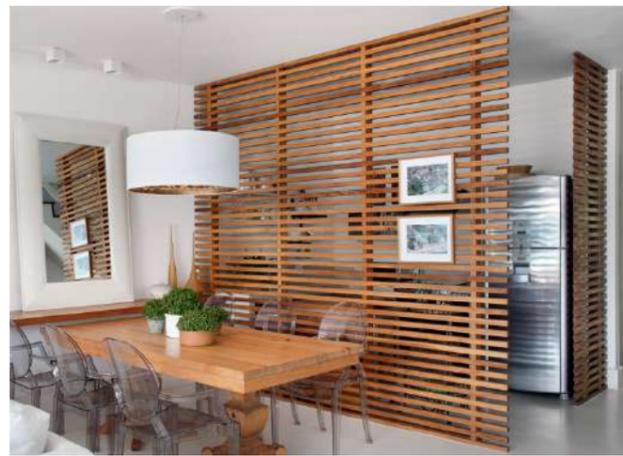
Usabilidad. Cualquier elemento dentro del tranvía debe estar perfectamente señalado sus accesos y mecanismos para asegurar que todo tipo de viajeros puedan usarlo.

Asimismo, dicho proyecto debe tener un carácter informativo; un diseño estético e innovador; ser resistente y duradero; y por supuesto, ergonómico.

Tubular | Sencillo



Ecológico | Económico



Moodboard

Una vez analizadas todos los objetivos, se ha realizado una valoración cualitativa para seleccionar los requerimientos que se consideran más interesantes a trabajar en el proyecto.

Los conceptos seleccionados se han plasmado en un moodboard para representar visualmente el tipo de producto que se pretende conseguir y tenerlo presente a lo largo de todo el desarrollo del proyecto.

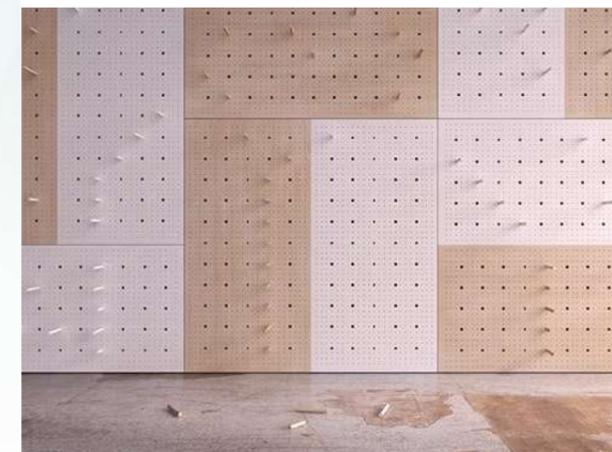
Estético | Atractivo



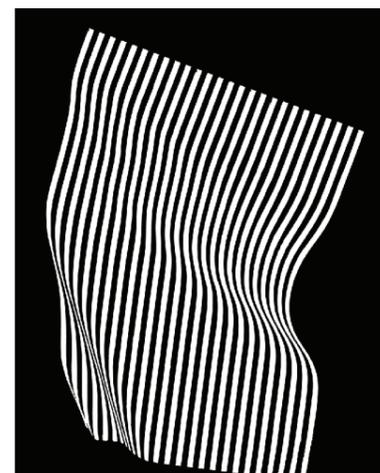
Combinación de materiales



Modular | Multifuncional



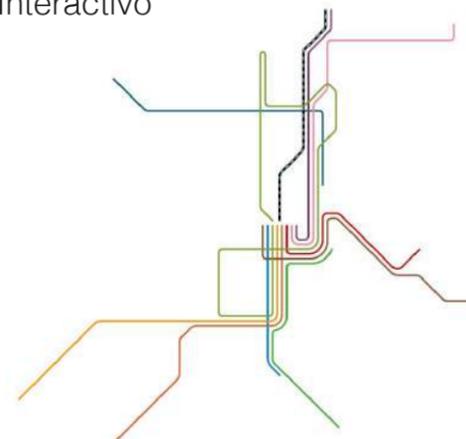
Dinámico



Accesible | Integrado



Wayfinding
Interactivo



Normativa

A continuación se citan las normas que pueden ser influyentes en el desarrollo del proyecto de diseño. Se han agrupado en función a la categoría a la que hacen referencia.

Calidad

- **UNE-EN 13816:2003** - Transporte. Logística y servicios. Transporte público de pasajeros. Definición de la calidad del servicio, objetivos y definiciones.

El transporte público es un servicio fundamental en nuestra sociedad y una de las actividades más directamente relacionadas con la calidad de vida de los ciudadanos. La norma UNE-EN 13816 de Transporte público de pasajeros proporciona directrices a los operadores para que asuman compromisos de calidad en la prestación de su servicio, con el fin de satisfacer las expectativas de sus clientes. Los compromisos de calidad deben asumirse en ocho ámbitos: tiempo, confort, información, accesibilidad, seguridad, servicio ofertado, atención al cliente e impacto ambiental.

Para que una oferta de transporte público sea competitiva frente a otras posibles alternativas, es ineludible responder con regularidad a esas demandas y transmitirlo con convicción. Así, la empresa operadora de transporte podrá además de mejorar su prestación del servicio, mejorar la percepción que del mismo tienen los usuarios.

- **Reglamento particular de la marca Aenor** de servicios para el transporte público de pasajeros (TPP)

- **UNE-EN 15140:2006** - Transporte público de pasajeros. Requisitos básicos y recomendaciones para los sistemas de medición de la calidad del servicio producida.

Accesibilidad

- **Real Decreto 1276/2011**, de 16 de septiembre, de adaptación normativa a la Convención Internacional sobre los derechos de las personas con discapacidad.

- **Real Decreto 1544/2007**, de 23 de noviembre, por el que se regulan las condiciones básicas de accesibilidad y no discriminación para el acceso y utilización de los modos de transporte para personas con discapacidad.

En materia de transportes, la modificación realizada en el Real Decreto 1544/2007, tiene como finalidad incluir los Planes de Accesibilidad en todos los sectores del transporte y establecer un criterio para deslindar las grandes infraestructuras y servicios de las de pequeña entidad.

Inflamabilidad

En Europa, EE.UU. y otros países, existen muchas normas y método de ensayo de pruebas de fuego para componentes de ferrocarril debido a los diferentes antecedentes en la historia y a la experiencia en las pruebas de fuego.

El propósito de la normativa francesa **NF F 16-101/102** es establecer criterios relativos a la elección de los materiales de acuerdo a su comportamiento frente al fuego con respecto a su reacción, la opacidad del humo y la toxicidad de los gases emitidos. La NF F 16-101 es aplicable a todos los materiales no metálicos, con la excepción de la pintura, donde forman parte de los vagones de pasajeros, cabinas, furgones, vagones de observación y sus remolques, así como las cabinas de los maquinistas. Para equipos eléctricos se complementa con la NF F 16-102. Estas normas son efectivas desde el 1976 y sus logros demuestran claramente una disminución de incendios en los ferrocarriles.

Más específicamente, dependerá del **Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares** que gestione el servicio público (construcción, financiación, explotación y mantenimiento) del tranvía en cada caso. En él se incluirán las prescripciones técnicas particulares del material móvil: capacidades y prestaciones (tamaño, plazas, tasa de confort y composición), características de la cabina del conductor (ergonomía y confort, visibilidad, interfaz con los viajeros) y características sobre el transporte de viajeros (accesibilidad, habitabilidad, confort, información y comunicaciones).

El conductor estará físicamente aislado de los viajeros por una mampara con una puerta. La puerta será de muy fácil apertura desde el interior de la cabina para facilitar la evacuación del conductor, y se podrá cerrar y bloquear desde dentro y desde fuera (por el conductor o por el personal de operación) esté la cabina ocupada o no. La puerta debe proteger al conductor de todos los esfuerzos y choques que puedan ser producidos por los viajeros.

El vehículo debe poder transportar al conjunto de la población. Entre otros, los distintos tipos de viajeros incluyen:

- Personas con cochecitos de niño.
- Personas con movilidad reducida (personas mayores, heridas o con discapacidad leve).
- Personas con movilidad reducida en silla de ruedas, con o sin ayuda.
- Personas con problemas de visión y los invidentes.
- Personas con problemas auditivos y los sordos.
- Viajeros con bicicletas.

La oferta de plazas sentadas puede aumentarse instalando asientos abatibles, pero es imperativo que su uso por personas no presente ninguna interferencia con los anchos de paso, y deben estar instalados en sitios que insten a las personas que los utilicen a levantarse si el tren está funcionando con una carga superior a la capacidad normal.

En el interior del tren también habrá pantallas que mostrarán el nombre de la línea, el destino final y la próxima estación. Mostrarán además la hora y la temperatura exterior. Serán visibles por los pasajeros sentados y de pie, y tendrán un tamaño y número suficiente de ellas para que todos los viajeros puedan usar la información. Serán como mínimo de tecnología LED o superior (tecnología LCD, TFT o similar para poder emitir publicidad u otros contenidos audiovisuales) y deberán prever en su funcionalidad el rescatar datos que lleguen por SAE (Radio) al material móvil desde el puesto de control de la circulación.

El mobiliario interno del tranvía debe diseñarse teniendo en cuenta la seguridad de los pasajeros, y dicha seguridad se tendrá en cuenta especialmente al proyectar los siguientes elementos/ aspectos:

- El tipo de materiales usados: cristalerías, partes de hierro, etcétera.
- Las formas; que no haya aristas vivas, evitar riesgos de aplastamiento, etcétera.
- Los espacios necesarios para las circulaciones y el estacionamiento de los pasajeros (incluidos los viajeros en silla de ruedas) y las calidades antideslizantes del suelo.

Ergonomía

Antes de comenzar la descripción de la solución adoptada debemos entrar en conceptos ergonómicos, ya que son la base fundamental del diseño.

La ergonomía se relaciona con el **bienestar** y la **comodidad**. Como ya se ha mencionado, este proyecto pretende proponer una solución al tabique que separa la cabina del conductor del resto del vagón en tranvías para que sea accesible para todo el mundo. Para lograr un buen diseño, debemos conseguir que éste se adapte al cuerpo, y que en la medida de lo posible todos los usuarios estén cómodos al usarlo. Por ello, la ergonomía de un producto debe basarse también en la **antropometría**. La antropometría es la ciencia que entiende las medidas de las dimensiones del cuerpo humano. Son objeto de la antropometría los conocimientos y técnicas para llevar a cabo las mediciones, así como el tratamiento estadístico de las mismas.

Es especialmente importante la consideración de esta ciencia en el diseño de una pieza interior de un medio de transporte público colectivo, puesto que son objetos destinados al uso humano. Los datos antropométricos servirán para el dimensionado de todo el conjunto, y de cada parte del tabique.

Estudios antropométricos utilizados

Se ha realizado una investigación en busca de estudios antropométricos recientes sobre la población española. Se han tomado como referencia los siguientes estudios:

Guía de recomendaciones para el Diseño de Mobiliario Ergonómico realizado por el Instituto de Biomecánica de Valencia en 1992. Además de un amplio estudio sobre la postura sedente, criterios ergonómicos para el mobiliario de oficina, doméstico, geriátrico y escolar, y normas técnicas nacionales e internacionales, presenta multitud de tablas antropométricas de la población española. Dichas tablas se han obtenido aplicando el método estadístico de la estimación proporcional de distribuciones normales. Para cada grupo de edad considerado se presentan los valores dimensionales correspondientes a tres percentiles (5%, 50% y 95%) y para ambos sexos.

Estudio antropométrico sobre la población laboral española realizado por el Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT).

Tal y como se indica, las tablas corresponden a un estudio sobre la antropometría de la población laboral española (tanto hombres como mujeres comprendidos entre los 16 y 65 años); las medidas se han tomado entre 1992 y 1996.

	Designación	Edad de la población		
		4-10	11-17	18-65
Medidas de pie (mm)	2 Estatura	1050-1399 1224,5	1436-1746 1591	1581-1756 1668,5
	3 Altura ojos	945-1283 1114	1321-1631 1476	1481-1646 1563,5
	a Altura codos	630-865 747,5	894-1087 990,5	991-1102 1046,5
Medidas sentado (mm)	18 Anchura hombros	265-334 299,5	344-444 394	386-463 424,5

Tabla 4. Datos antropométricos significativos de la población española, por edades
Elaboración propia a partir de datos de la *Guía de Recomendaciones para el Diseño de Mobiliario Ergonómico*

	Designación	Media Mujeres	Media Hombres	Media Conjunta
Medidas de pie (mm)	2 Estatura	1595,37	1698,84	1663,23
	3 Altura ojos	1491,17	1592,82	1557,96
	4 Altura hombros	1320,09	1414,62	1382,12
	a Altura codos	985,03	1049,57	1027,27
Medidas sentado (mm)	17 Longitud hombro-codo	335,06	365,05	354,75
	18 Anchura hombros	347,15	381,37	369,58
Medida funcional (mm)	42 Longitud codo-punta dedos	421,53	460,73	447,32

Tabla 5. Datos antropométricos significativos de la población laboral española
Elaboración propia a partir de datos del INSHT

Medidas significativas

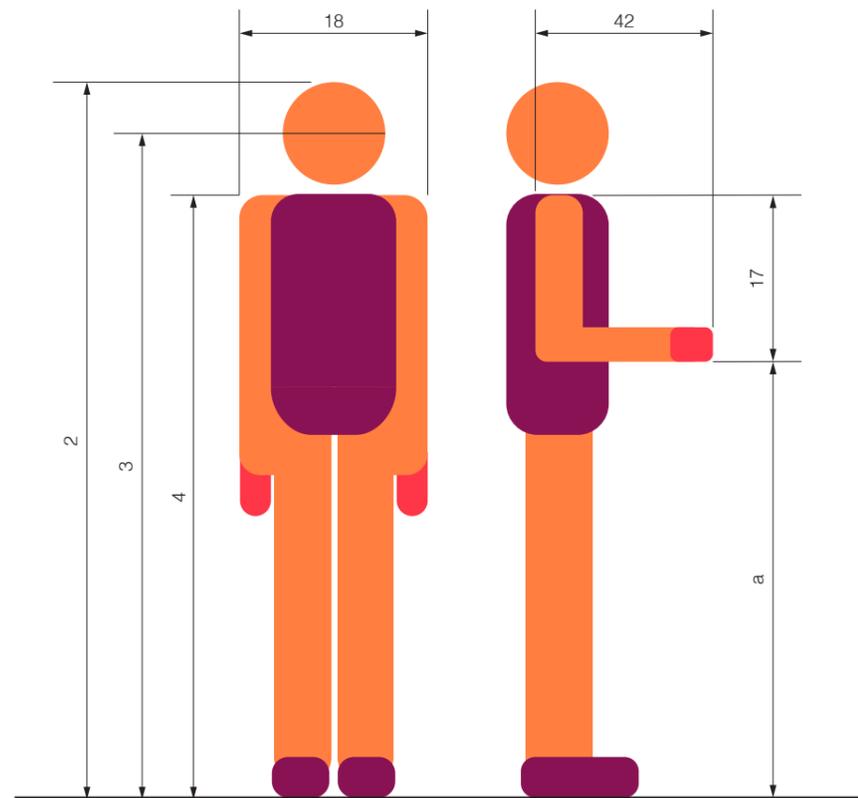


Gráfico 5. Representación de los datos antropométricos significativos de la población laboral española
Elaboración propia a partir de datos del INSHT

Nota: Se ha conservado la designación de cada medida del estudio antropométrico realizado por el INSHT, exceptuando la altura de los codos, la cual se ha denominado "a", ya que no figuraba en el estudio.

Tras comparar ambos estudios y decidir las medidas más significativas para el proyecto se han realizado dos tablas (véanse Tabla 4 y Tabla 5 en la página 79). Las tablas antropométricas presentadas en la *Guía de recomendaciones para el Diseño de Mobiliario Ergonómico* incluían valores para tres percentiles pero en este caso se ha seleccionado el del 50% para obtener valores medios como en el estudio del INSHT. Además incluía tablas para la población adulta, dividida en 3 grandes grupos de edades -18 a 25, 25 a 42 y 42 a 65-, una tabla referente a la población anciana (mayores de 75), y tablas para todas las edades desde los 4 hasta los 18 años. Para la realización de la Tabla 4 se han establecido 3 rangos de edades: población infantil de 4 a 11, población adolescente de 12 a 17 y población adulta de 18 a 65. Los datos de mayor tamaño es la media obtenida de tomar el menor y el mayor valor en cada medida antropométrica.

A continuación se explicará porque se han elegido dichas medidas corporales.

Estatura (2): Se ha seleccionado para establecer una correspondencia general entre la estatura y el tamaño de las partes del tabique.

Altura de los ojos (3): Separación adecuada de los listones para tener un buen acceso visual a la parte delantera.

Altura de los codos (a): La medida más importante, ya que es necesaria para garantizar un buen acceso al pasamanos para evitar posturas encorvadas e incomodidad de brazos y hombros.

En el estudio del INSHT, debido a la ausencia de esta medida, se han tomado los valores de la altura de hombros (4) y la longitud hombro-codo (17) para obtenerla; se ha restado la longitud hombro-codo a la altura de hombros.

Anchura de hombros (18): Espacio que ocupan las personas cuando se encuentran en posición paralela al tabique.

Longitud del codo a la punta de los dedos (42): Separación del usuario respecto del tabique cuando mantiene el codo pegado al cuerpo y a 90°.

Proxémica

El término de la proxémica es el que el antropólogo **Edward T. Hall** propuso para referirse al uso que hacemos las personas del espacio y la distancia que guardamos entre nosotros, dentro del contexto cultural, para referirse a la “distancia interpersonal”. Este concepto es clave en el desarrollo del proyecto para entender el comportamiento de las personas en entornos colectivos, como los transportes públicos, y para asegurar un equilibrio en la distribución del espacio.

El autor nos habla sobre un espacio que nos rodea y donde hay unas distancias bien definidas en cuatro zonas:

Espacio público. Es en el que no hay ninguna función definida entre los integrantes, son espacios sociales como los aeropuertos, cuando estamos en centro comercial, o en transportes colectivos.

Espacio habitual. Similar al público pero tienen sus integrantes tienen fines comunes o compartidos. Se da en centros comerciales, ferias, bares, discotecas...

Espacio de interacción. Las acciones son más definidas y concretas, pues allí hay intereses comunes y bien definidos como puede ser en hospitales, bancos, universidad, peluquería...

Espacio corporal. Las actividades son íntimas. Es el espacio para la familia, pareja, compañeros de trabajo o de escuela...

Por otro lado, Hall notaba que la distancia social entre la gente, está directamente relacionada con la distancia física y describe cuatro tipos diferentes de distancia:

Distancia íntima - entre 15 y 45 cm

Para que se dé esta cercanía, las personas tienen que tener mucha confianza y en algunos casos estarán emocionalmente unidos, pues

la comunicación en esta situación se presenta la posibilidad de mantener un gran contacto sensorial: visual, olfativo, térmico y táctil. Es la zona de los amigos, familia, pareja, etc. Dentro de esta zona se encuentra la zona inferior a unos 15 cm del cuerpo, la llamada zona íntima privada.

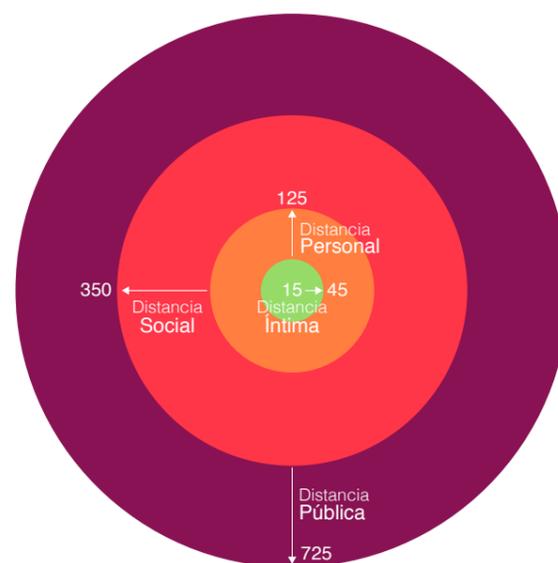


Gráfico 6. Tipos de distancia según Edward T. Hall
Elaboración propia a partir de datos de Edward T. Hall

Distancia personal - entre 46 y 125 cm

Estas distancias se dan en la cordialidad de la oficina o conversaciones amistosas. El límite depende del alcance de las extremidades para saludarse; si estiramos el brazo llegamos a tocar a la persona con la que estamos manteniendo la conversación.

Distancia social - entre 126 y 350 cm

Es la distancia que nos separa de terceros extraños. Se utiliza con las personas con las que no tenemos ninguna relación amistosa o no conocemos bien, por ejemplo con una dependienta.

Distancia pública - entre 350 y 725 cm

Es la idónea para dirigirse a un grupo de personas o por el contrario, la que mantienes con desconocidos o personas con las que no quieres tener interacción. Si la distancia supera los 725 cm se considera distancia pública lejana. Es esta situación se presenta escaso contacto sensorial, típico en relaciones muy formales, conferencias, discursos, situaciones sociales entre desconocidos, etc.

La proxémica, en el contexto concreto de los transportes públicos urbanos, presenta una gama de respuestas por parte del sujeto frente a la interacción forzada y, fundamentalmente, ante la invasión de su espacio personal: las conductas de defensa del espacio personal se incrementan con la densidad; el grado de tolerancia a la intrusión en los espacios personales y a la ruptura de las pautas generales de ocupación espacial se relaciona con la densidad y las características de los actores implicados; y las dificultades para el distanciamiento y la evitación, bajo condiciones de alta densidad, conducen a procesos de despersonalización de los sujetos que comparten el espacio.

Recientemente, han aparecido noticias acerca del **manspreading**, algo así como “hombre despatarrado”. El término se refiere a esas posturas expansivas que adoptan muchos hombres al sentarse en el metro, el autobús o la butaca del cine. Esta práctica se ve tan a menudo en cualquier lugar o medio de transporte público que se ha convertido en algo habitual. Por consiguiente, en cuanto a proxémica, el despatarre masculino en el transporte público supone invadir la burbuja privada del vecino y suele generar rechazo por parte del que lo padece.

Este mismo junio los autobuses de la Empresa Municipal de Transportes (EMT) de Madrid llevarán pegatinas que advertirán contra este “despatarre masculino”. Lo anunció el área de Políticas de Género y Diversidad, después de una recogida de firmas por parte de colectivos feministas pidiendo medidas como ésta en los autobuses de la EMT y en los vagones de Metro.

La comunicación no verbal

El paralenguaje	La cinésica	La proxémica
El silencio	La mirada	El espacio
El tiempo o la velocidad del habla	Los gestos	El contacto físico
La intensidad de voz	La expresión facial	La postura corporal
Etcétera	La sonrisa	Etcétera
	Etcétera	

Gráfico 7. Árbol de la comunicación no verbal

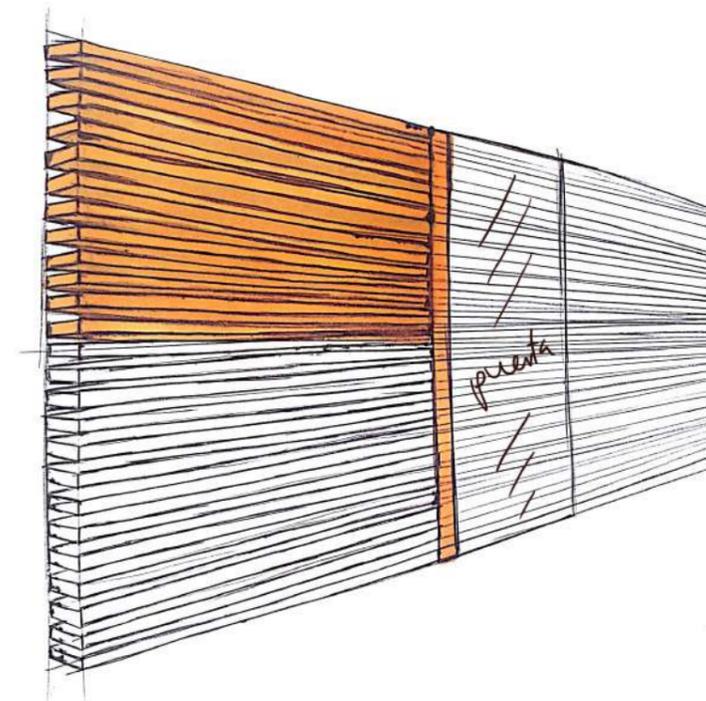
Elaboración propia a partir de la tesis doctoral *Proxémica y comunicación intercultural: La comunicación no verbal en la enseñanza de E/LE* de Sarah Schmidt

Memoria

Diseño conceptual

Tomando como punto de partida el enunciado del proyecto facilitado por la empresa Stadler, con toda la información asimilada (referencias visuales, estudio de mercado, ergonomía, etc) y con los objetivos de diseño presentes, es el momento de desarrollar alternativas de diseño.

Propuesta 1



Boceto propuesta 1
Elaboración propia

Esta primera propuesta consiste en un tabique creado con **listones de madera** longitudinales colocados horizontalmente uno encima del otro dejando cierto espacio entre sí. Gracias a este espacio los usuarios pueden agarrarse en cualquier punto de la pared, adecuándose así a las dimensiones de cada uno.

Dichos listones se encuentran a ambos lados de la puerta, la cual estaría en medio y sería completamente transparente (la puerta sería de fácil apertura desde el interior, y se podrá cerrar y bloquear desde dentro y desde fuera).

Al servir todo el tabique como agarradero, se consigue un espacio de más de dos metros para el establecimiento de pasajeros.

Más aún, es una superficie donde se pueden incorporar elementos tecnológicos fácilmente.

Propuesta 2



Bocetos propuesta 2
Elaboración propia

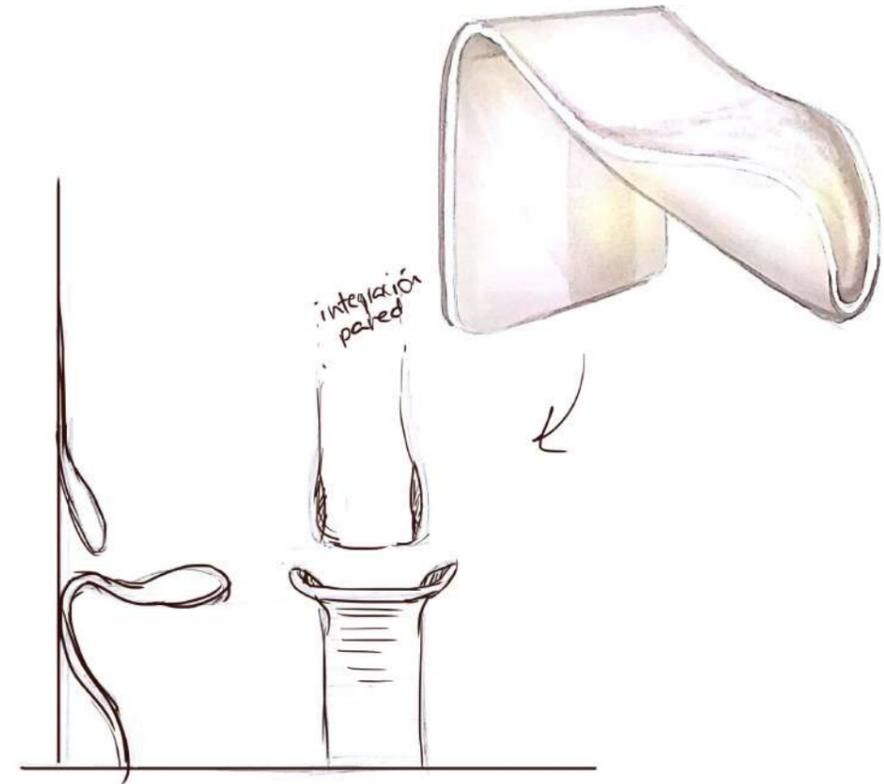
Siguiendo la misma idea que en la anterior propuesta, este tabique está formado por **cubos** de las mismas dimensiones; jugando con el lleno y vacío.

Los espacios huecos servirían para albergar un enchufe de carga, y así poder dejar apoyado tu dispositivo en el cajón. Estos cajones podrían ser intercambiables y personalizables por los trabajadores dependiendo de las necesidades de la población.

Se incorporan huecos para poder introducir la mano y servir de agarradero.

Igualmente como en la primera propuesta los cubos se sitúan a ambos lados de la puerta.

Propuesta 3



Bocetos propuesta 3
Elaboración propia

Esta propuesta se centra en el aprovechamiento del tabique para la colocación de dos **asientos plegables**, uno a cada lado de la puerta del conductor. El resto de la pared se utilizará para colocar **elementos tecnológicos** tales como pantallas, intercomunicadores, altavoces, entradas USB, etc.

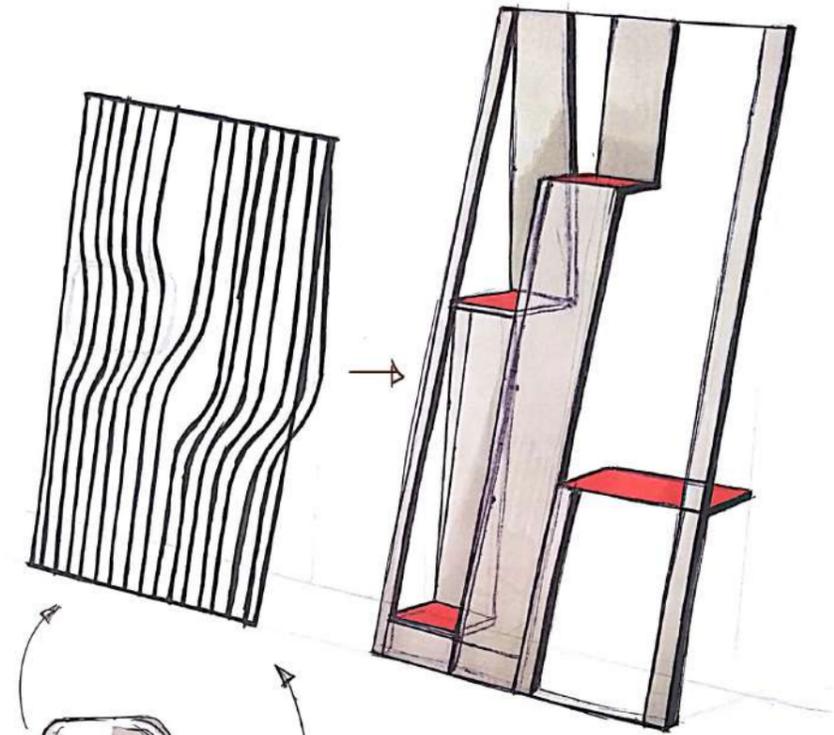
Es la opción más práctica en cuanto a ampliación del número de pasajeros sentados y la incorporación de medios de carga para aparatos electrónicos, hoy en día tan socorridos.

La idea consiste en crear una superficie

para el respaldo integrada con el resto del tabique. Siguiendo la idea del jabonero (véase Referencias visuales | Inspiración, pág. 46), con el plegado de una simple lámina conseguir asiento y por otro lado respaldo.

A este material, que podría ser plástico o madera, se le incorporaría acolchado para mayor comodidad.

Propuesta 4



Bocetos de la evolución de la propuesta 4
Elaboración propia

propone realizar curvaturas que sirvan para el apoyo de pantallas o como asiento.

La idea evoluciona a la mostrada en el centro de la página. Cambiando los elementos curvos por planos para facilitar su fabricación y la posibilidad de colocar pantalla y asiento.

Esta “**estantería**” iría colocada en el lado izquierdo del tabique, dejando el hueco central para la puerta, y otro elemento simétrico a este en el lado derecho. Así se conseguirían dos asientos, numerosos apoyos y puntos de agarre para los pasajeros.

Inspirada en los elementos tubulares como son la estantería *Field* (véase Referencias visuales | Inspiración, pág. 49) y la silla *DCM* de Charles & Ray Eames (véase Referencias visuales | Inspiración, pág. 49). Es una combinación de ambos elementos ya que manteniendo la estructura de la estantería se

Propuesta 5



Boceto propuesta 5
Elaboración propia

En esta propuesta encontramos la primera inspiración del **plano de Metrovalencia** y la idea de **señalización y wayfinding**.

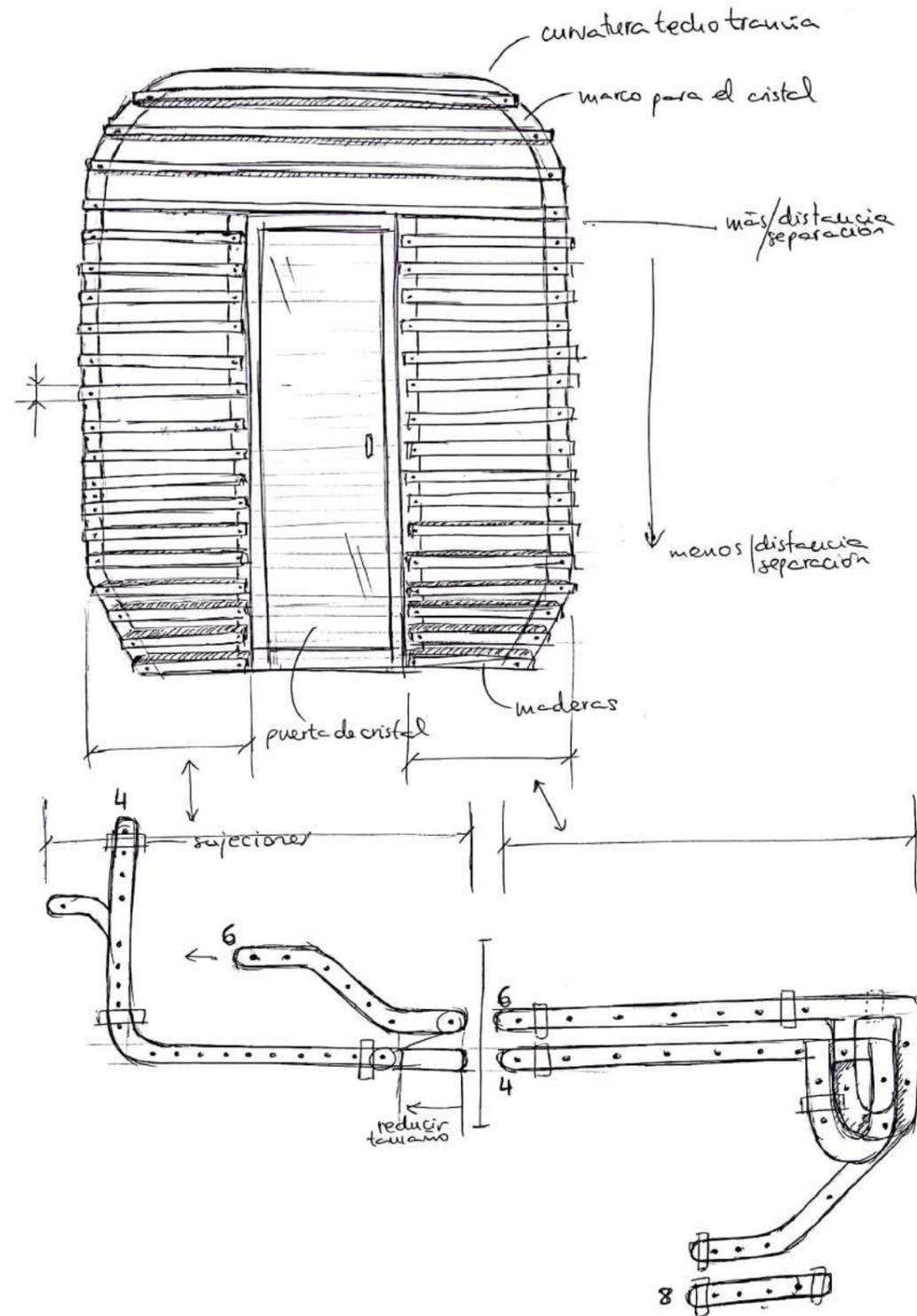
Consiste en un **troquelado** de las 3 líneas actuales de tranvía (4, 6 y 8) en el tabique separador. Se utilizará el color característico de cada línea para el coloreado del recorrido.

Además se plantean dos opciones: meramente decorativo, cubriendo dicho recorrido con un plástico transparente y en el resto de la pared un vinilado del nombre de las paradas, además del logo de Metrovalencia; o

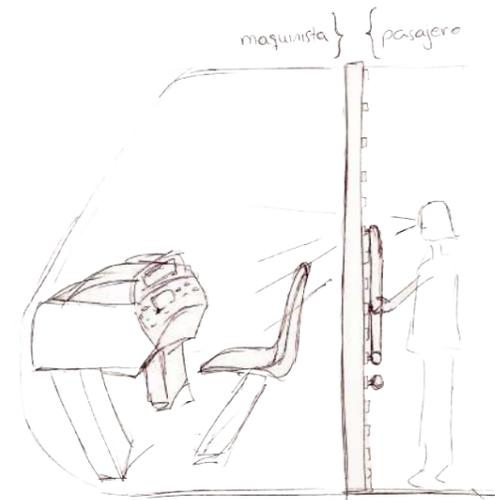
bien realizar el troquelado con agarres para las manos y así utilizarse como pasamanos.

Como en el resto de propuestas se deja un espacio en el centro para la puerta, en este caso, dividiendo las líneas -continuas en el plano-.

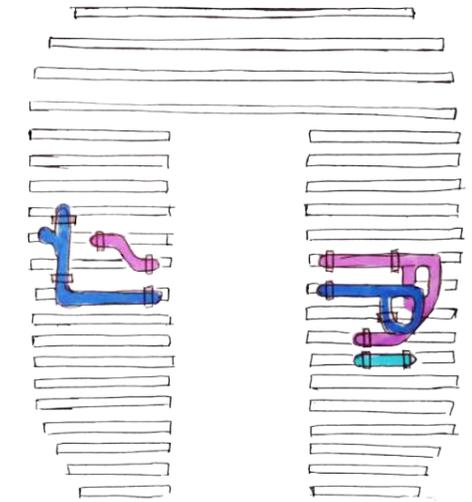
Propuesta 6



Bocetos propuesta 6
Elaboración propia



Boceto conductor} {pasajero
Elaboración propia



Simplificación de la propuesta 6
Elaboración propia

Por último, esta propuesta nace de la combinación de la primera y la anterior.

Totalmente centrada en el **wayfinding**: consiste en utilizar el recorrido de las tres líneas de tranvía del plano de Metrovalencia como **pasamanos**. Así, al ser un elemento tubular, utilizado en el resto del tranvía, queda **integrado** y sirve para albergar una tira de **LEDs** que indicarán cada parada del camino.

Como se puede observar en los bocetos de la página 88, el tabique estaría compuesto por un marco en el que atornillar los listones de madera. Estos listones van ampliando su separación a medida que aumenta la altura para así ofrecer más visibilidad al pasajero. En cuanto al pasamanos, como en la propuesta anterior, queda dividido para así dejar espacio a la puerta del conductor.

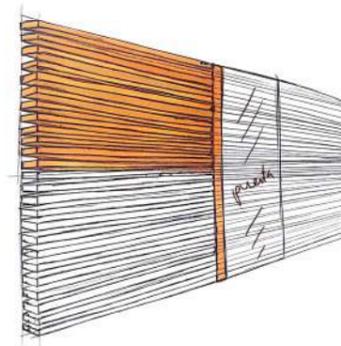
Esta propuesta ofrece espacio para agarrar tanto en el pasamanos como en el resto de los listones.

Para finalizar, se pueden integrar **elementos tecnológicos** como pantallas informativas en los laterales o en la parte superior.

Evaluación de ideas

Para el análisis de las diferentes propuestas, se calificarán en ventajas, inconvenientes y los aspectos interesantes o a potenciar las cualidades de cada diseño.

Propuesta 1



Ventajas

- Forma atractiva y simple
- Resistente
- Material económico y ecológico
- Admite diferentes materiales
- Personalización

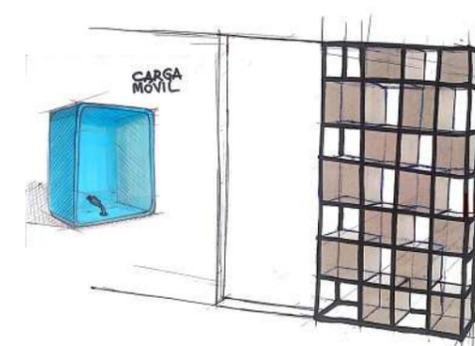
Inconvenientes

- Dificulta la visibilidad
- Agarre poco seguro

Puntos fuertes

- Amplia zona de agarre

Propuesta 2



Ventajas

- Forma atractiva
- Resistente
- Admite diferentes materiales
- Personalización

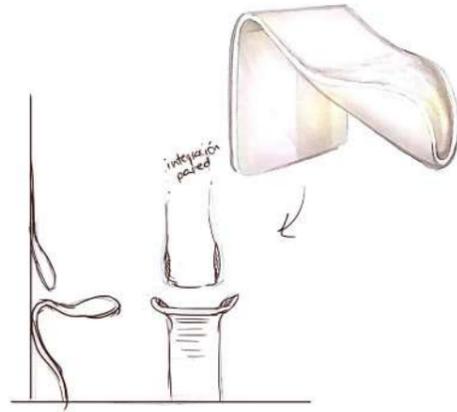
Inconvenientes

- Dificulta la visibilidad
- Agarre poco seguro
- Demasiado voluminoso

Puntos fuertes

- Integración de elementos tecnológicos

Propuesta 3



Ventajas

- Forma agradable y atractiva
- Integración
- Admite diferentes materiales
- Aprovechamiento del espacio

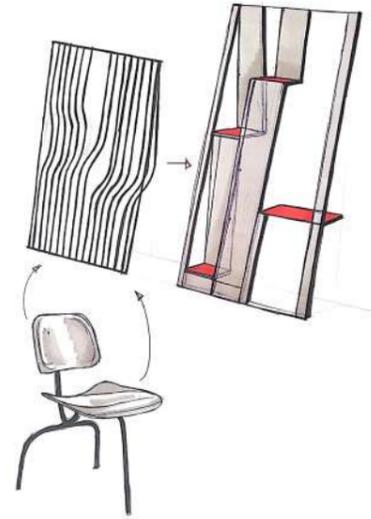
Inconvenientes

- Dificulta la visibilidad
- Poco resistente
- Falta de agarre

Puntos fuertes

- Aumento de asientos

Propuesta 4



Ventajas

- Forma atractiva
- Material económico y ecológico
- Admite diferentes materiales
- Varias opciones de uso
- Aprovechamiento del espacio

Inconvenientes

- Dificulta la visibilidad
- Demasiado voluminoso

Puntos fuertes

- Aumentos de asientos y apoyos

Propuesta 5



Ventajas

- Forma simple y compacta
- Resistente
- Admite diferentes materiales
- Personalización

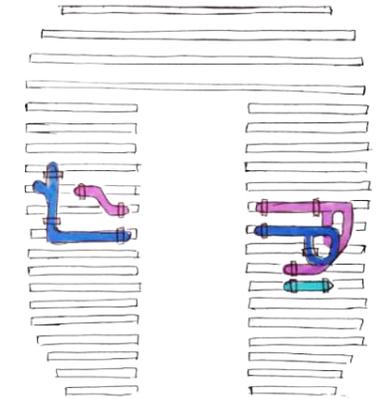
Inconvenientes

- Dificulta la visibilidad
- Agarre poco seguro

Puntos fuertes

- Wayfinding

Propuesta 6



Ventajas

- Estético y atractivo
- Resistente
- Material económico y ecológico
- Combinación de materiales
- Accesible e integrado
- Personalización

Inconvenientes

- No aumenta asientos

Puntos fuertes

- Amplia zona de agarre
- Wayfinding

Justificación de la solución adotada

Finalmente, tras analizar las ventajas y los inconvenientes, la propuesta elegida es la número 6.

No cabe duda de que es la propuesta más innovadora, cumple con los objetivos marcados como son: la integración del tabique con el resto del tranvía, la integración de elementos tecnológicos, la accesibilidad y comodidad, usabilidad y lo más importante, el carácter informativo, un diseño estético, duradero y ergonómico.

Aunque se incluyan materiales novedosos como pueden ser los listones de madera, estos no desentonan con el resto del tranvía ya que es un material agradable y no bloquea la visibilidad. Además, con la incorporación de la barra, existentes en el resto del tranvía, se consigue unificar este tabique con el resto del vagón.

La multifuncionalidad también destaca en el pasamanos, ya que tiene doble utilidad, señalar las paradas además de servir como agarradero.

Por todo ello se continuará trabajando sobre la propuesta 6 sin dejar de lado el resto de puntos fuertes y ventajas del resto de propuestas que puedan enriquecer el proyecto.

Descripción del producto

En este apartado se van a explicar en detalle todos los componentes que forman Ledway y cómo están unidos entre sí. Además, se explicarán las dimensiones que posee, los materiales de los que está fabricado, su proceso de fabricación y ensamblaje.

El elemento principal, el cual da nombre al proyecto, es el pasamanos. Es una interpretación del plano de Metro de Valencia (Metrovalencia).

Tiene doble funcionalidad: informativo, debido al cableado LED que recorre todo el tubo, y, por supuesto, como asidero multifuncional.

Primero, tomando como punto de partida el plano de Metrovalencia, se generan 5 tubos que servirán como pasamanos, dos en el lado izquierdo de la puerta del conductor (el inicio de la Línea 4 en Mas de Rosari y el inicio de la Línea 6 en Tossal del Rei, hasta Primat Reig) y tres en el lado derecho (la continuación de las Líneas 4 y 6 hasta el final y la Línea 8 completa). Estos tubos están dotados de una tira LED en su interior, coincidiendo cada punto de iluminación con una parada. De esa manera, en todos los tranvías se colocarían todos los tubos y sólo se iluminarían los LEDs del trayecto que se esté realizando. Además, la pantalla superior es de tecnología TFT o similar para poder emitir publicidad u otros contenidos audiovisuales. Asimismo, el número de línea con su correspondiente color y el nombre de la parada estarán siempre visibles.

En cuanto al conjunto de listones de madera, este transmite calidez y a su vez, al ser un material ecológico, refuerza la idea de que el tranvía es el transporte colectivo más eficiente en términos energéticos. Uno de los puntos

fuertes es su amplia superficie de agarre (véase página 93), ya que no solo el pasamanos hace esta función, cada listón ofrece la posibilidad de sujeción.

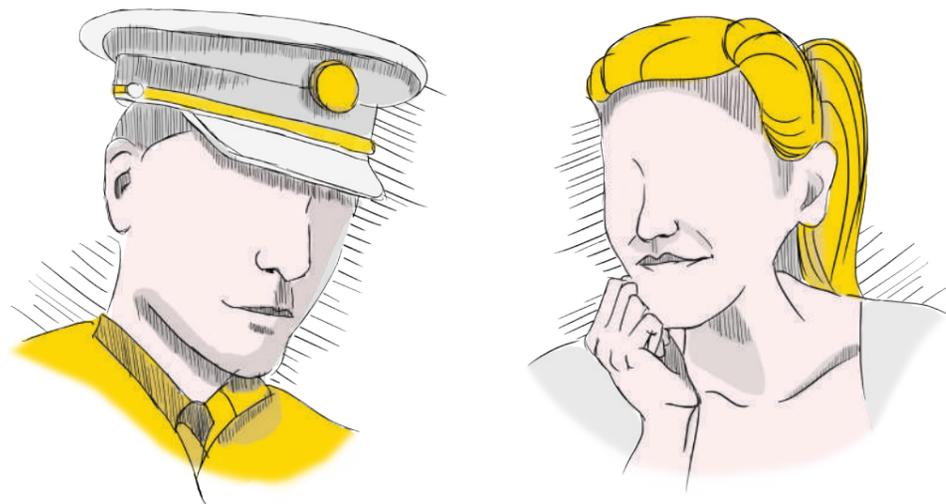
Todos los listones van atornillados al marco de metal que rodea y asegura el panel de plástico acrílico transparente. Este material ofrece más seguridad que el cristal ya que está situado en un vehículo en movimiento.

Por último, dos perfiles metálicos enfrentados conforman la sujeción de los tubos a las maderas. Dichos perfiles se aseguran con tornillos y arandelas a las lamas y entre sí con tornillo y tuerca. Todos los tornillos son de cabeza redonda para garantizar la seguridad del usuario. Más aún, el vástago del perfil tiene dos longitudes diferentes para conseguir dos planos de agarre: uno más cercano a la madera (Línea 6) y otro más alejado (Líneas 4 y 8).

En resumen, en este proyecto se busca como objetivo principal la convergencia de la ergonomía y simplificar la transmisión de información entre la empresa y los usuarios, sin dejar de lado la utilidad, tanto para el maquinista como para el pasajero. Se han identificado y utilizado elementos representativos del Metro de Valencia como el recorrido y colores plasmados en el mapa oficial de la red de tranvías para conseguir uniformidad y simplicidad de cara al usuario.

No solo lo mencionado en el párrafo anterior, sino también se han cumplido y logrado el resto de objetivos propuestos. Se ha conseguido un resultado estético y atractivo (véanse páginas 102 y 103), con el uso de diferentes materiales, entre ellos la madera -económica y ecológica-, que combinados entre si funcionan a la perfección.

Machinist } { Passenger



‘ **Maquinista:** 2. m. y f.
Persona que dirige o gobierna máquinas, especialmente si estas son de vapor, gas o electricidad. ’

‘ **Pasajero, ra:** 3. adj.
Dicho de una persona:
Que viaja en un vehículo, especialmente en avión, barco, tren, etc., sin pertenecer a la tripulación. ’

Ledway establece una **conexión** entre el **maquinista** y el **pasajero**. Dotando al usuario de visión gracias a la transparencia del panel y de la puerta; creando una suave transición con las láminas de madera que parecen ser atraídas por la gravedad. Consiguiendo así unificar de una forma natural ambos espacios.



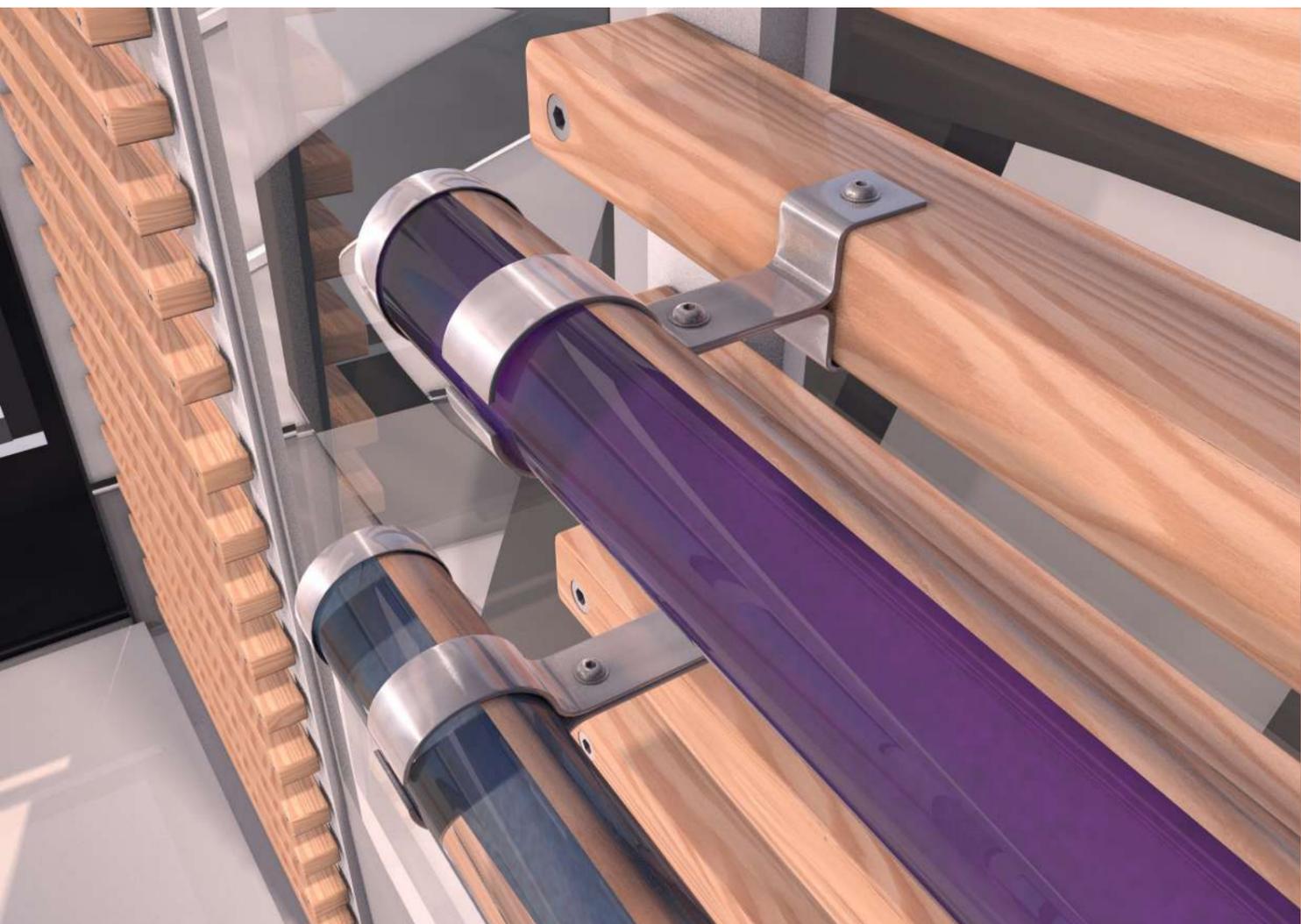
4 U. Politécnica

Uso del diseño por parte de los usuarios

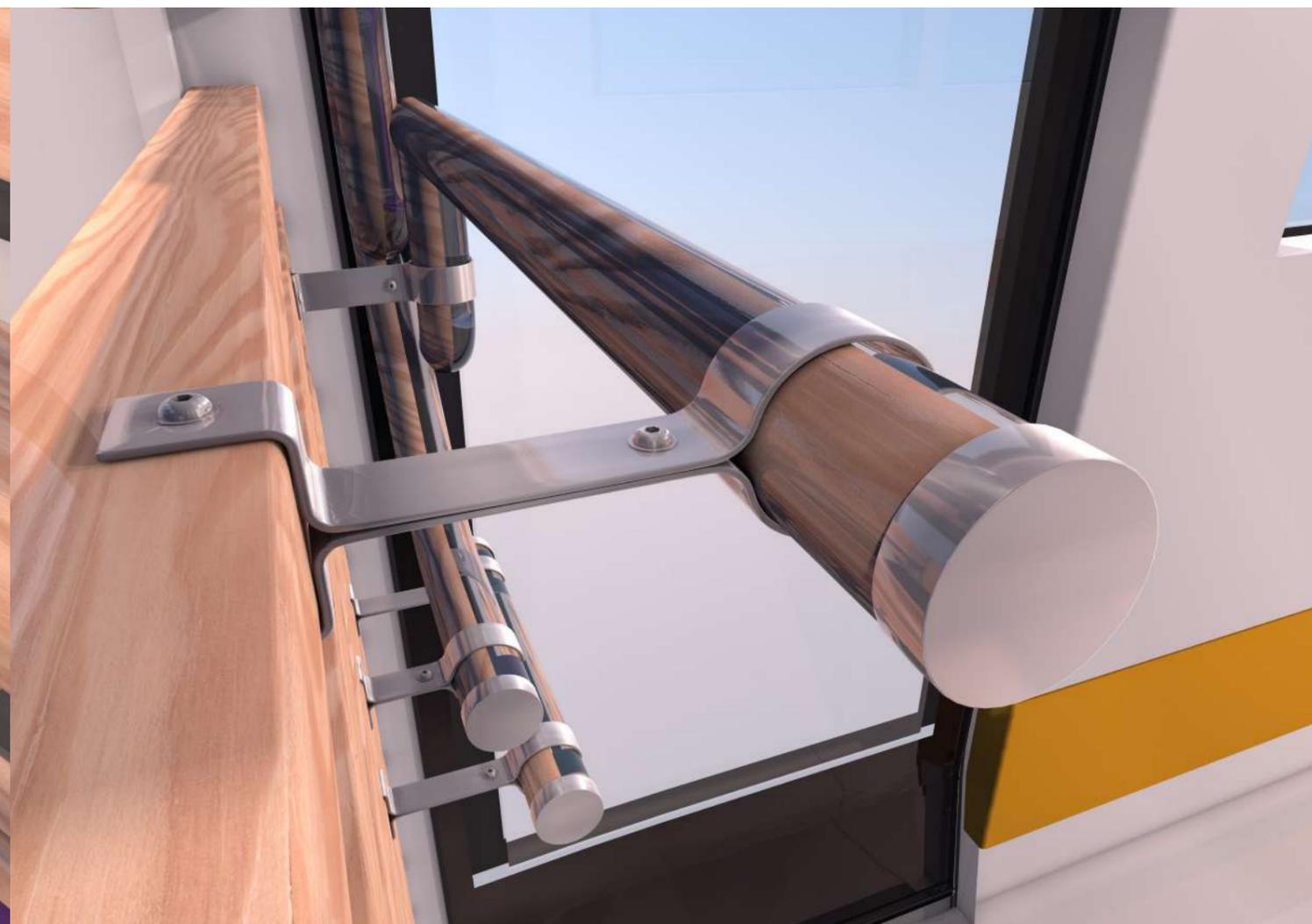
Representación de la funcionalidad
Elaboración propia con Cinema 4D a
partir del modelado 3D



Detalles del pasamanos



Render detalle de la sujeción y visualización del color del pasamanos
Elaboración propia con Cinema 4D a partir del modelado 3D



Render detalle de la sujeción y cierre del pasamanos
Elaboración propia con Cinema 4D a partir del modelado 3D

Imagen corporativa

Como punto de partida para elegir el nombre del producto, se ha tomado como referencia el pasamanos.

Ledway

Ledway nace de la combinación de dos palabras, "led" y "way". "Led" son las siglas de la expresión inglesa *light-emitting diode*, 'diodo emisor de luz', que es el tipo de diodo empleado para la iluminación de las paradas en el pasamanos. Por otro lado, "way" es una palabra inglesa que significa **camino** en castellano.

En cuanto a los puntos que se encuentran debajo de las letras, hacen referencia a los puntos de iluminación físicos del pasamanos. Tres de ellos están rellenos, coincidiendo con las letras "L", "e" y "d" ya que estas están en negrita, mientras que los dos puntos bajo la "w" y "a" tan solo están contorneados.

La tipografía usada es **Helvetica**, es de estilo sencillo y del tipo *sans serif* o sin remate. Se ha utilizado esta tipografía por su buen funcionamiento en logotipos, tiene buena legibilidad en tamaños grandes y porque Ledway incluye una "a", su letra más distintiva ya que el espacio negativo que figura dentro de la "a" minúscula, se parece mucho a una gota de agua.

a

Helvetica

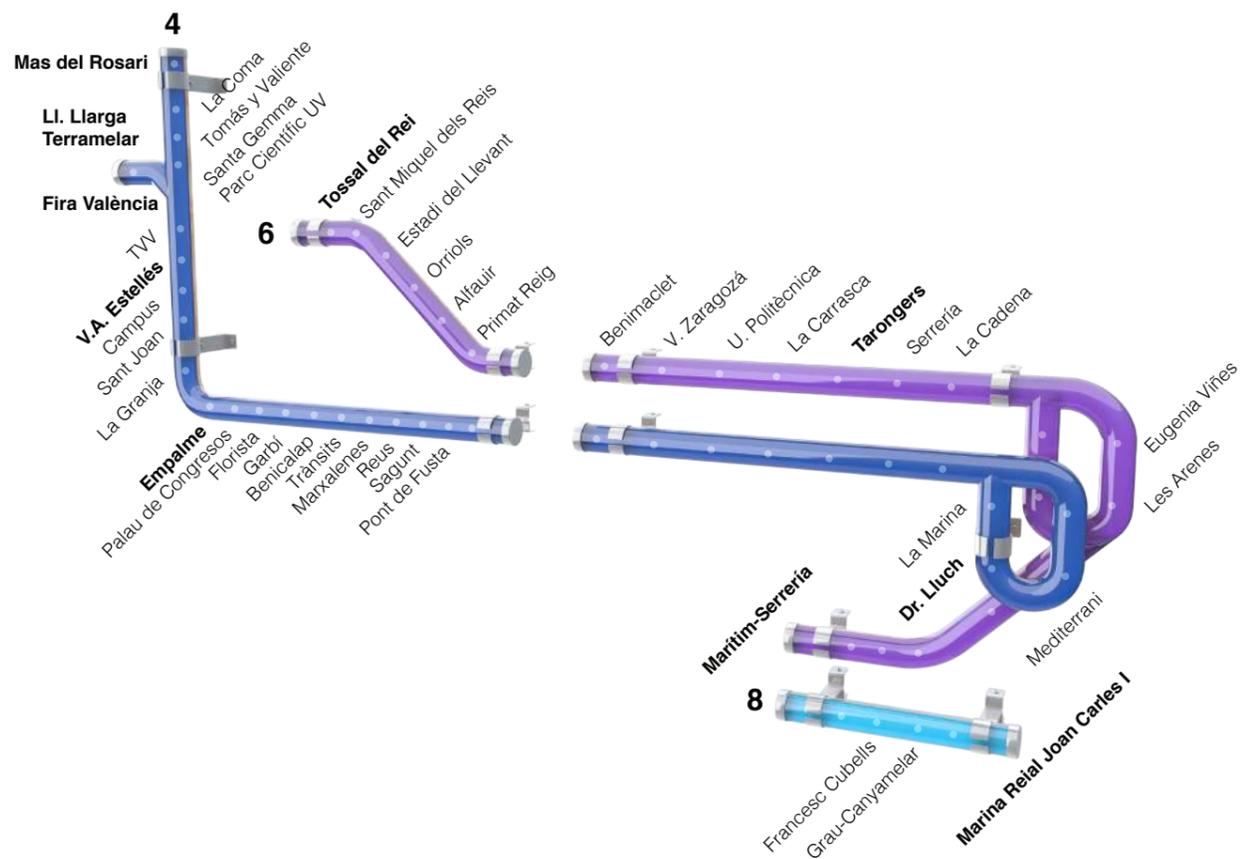
Helvetica Light

ABCDEFGHIJKLMN
OPQRSTUVWXYZÀ
ÅÉÎÕabcdefghijklmn
opqrstuvwxyzàåéî&1
234567890(\$£€.,!?)

Helvetica Bold

ABCDEFGHIJKLMN
OPQRSTUVWXYZÀ
ÅÉÎÕabcdefghijklmn
opqrstuvwxyzàåéî&1
234567890(\$£€.,!?)

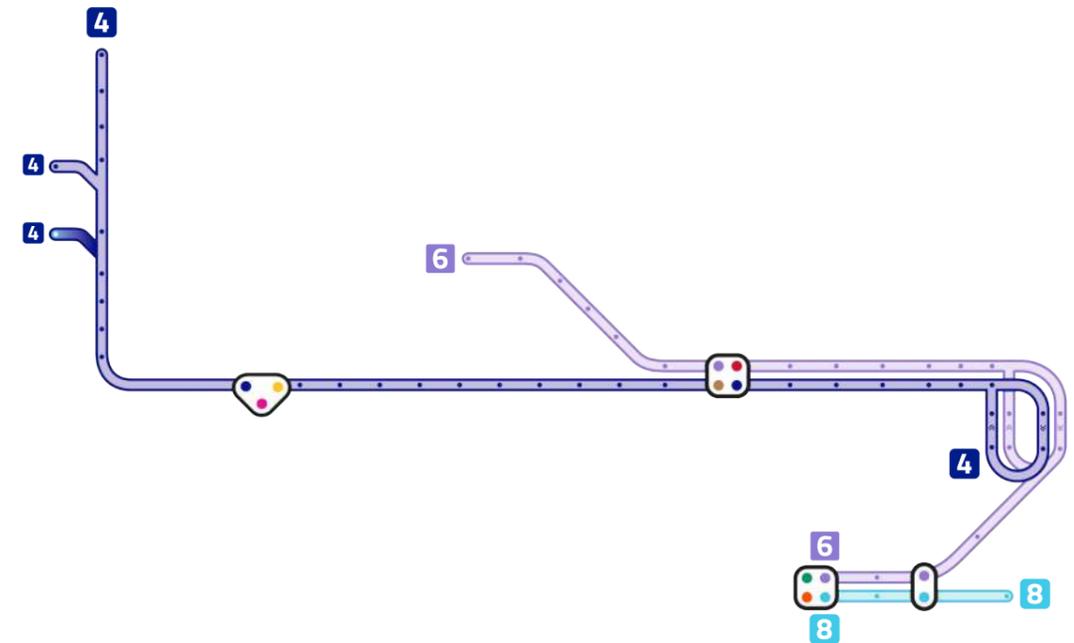
Tipografía empleada: Helvetica
Elaboración propia



Representación de las líneas de tranvía de Metrovalencia en 3D
Elaboración propia con Cinema 4D y Adobe Illustrator

Elección de colores

La elección de colores para el pasamanos ha sido relativamente clara y sencilla. El proyecto, al estar centrado en la señalización, pedía que cada barra llevase el color de la línea de tranvía correspondiente para así asemejarse al propio plano y facilitar el reconocimiento al usuario.



Líneas 4, 6 y 8 de tranvía del Metrovalencia
Elaboración propia a partir del plano Metrovalencia de Julio de 2016

4	6	8
PANTONE® Reflex Blue C	PANTONE® 2655 C	PANTONE® 305 C
RGB 0 20 137	RGB 150 120 211	RGB 89 203 232
HEX/HTML 001489	HEX/HTML 9678D3	HEX/HTML 59CBE8
CMYK 100 89 0 0	CMYK 54 61 0 0	CMYK 54 0 6 0

Pantones utilizados en el pasamanos (líneas 4, 6 y 8 respectivamente)
Elaboración propia a partir de www.pantone.com

Justificación de las medidas

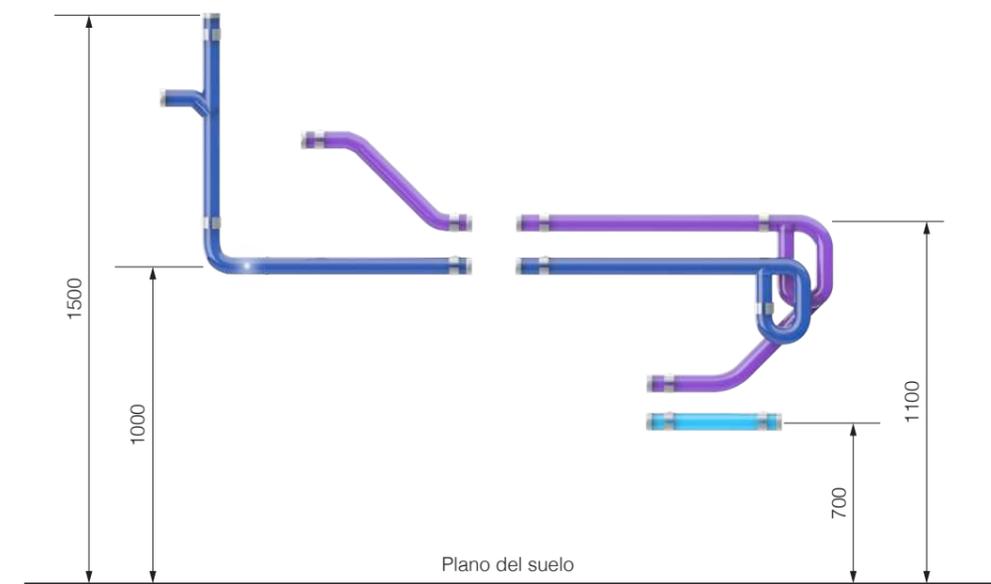
En este apartado se van a explicar las medidas de todos los componentes que forman Ledway.

Tomando como referencia el plano del tren-tram **Vossloh S/4100** obtenido en el *Pliego de Cláusulas Técnicas para la Adjudicación de la Concesión del Servicio de Explotación de la Publicidad en la Entidad de Derecho Público Ferrocarrils de la Generalitat Valenciana* (véase página 114) y los datos de *Citylink* de Stadler (véase el tercer anexo, Folletos informativos Stadler, página 150).

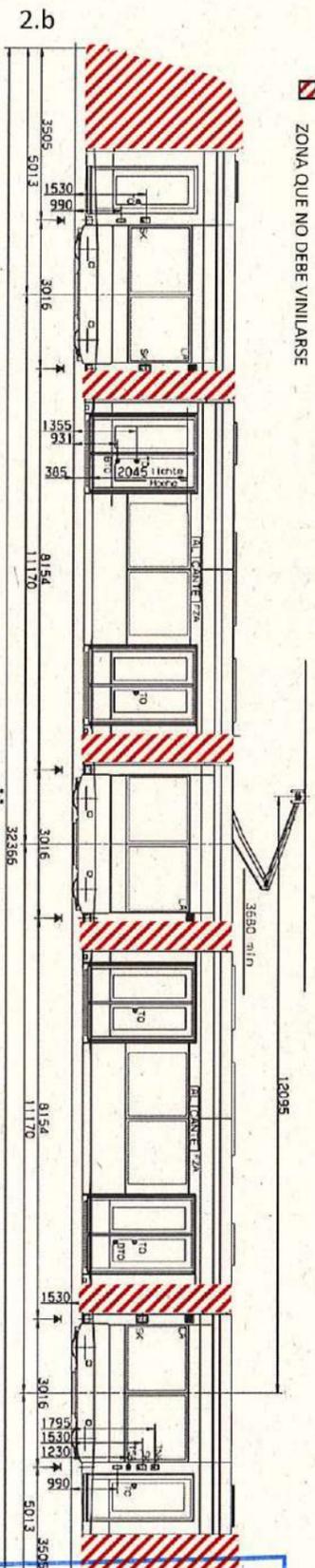
Obtenemos un **espacio habitable** de 2300 x 2550 mm (altura x anchura). La anchura es aproximada ya que el dato se refiere a la medida total desde el exterior. Estas serán las dimensiones principales para el marco.

En cuanto a los listones de madera, su sección es de 30 x 60 mm para que sea de fácil agarre, y de longitud variable. Las tres tablas superiores se aproximan a los 2550 mm mientras que las cortas miden 875 mm. Su distribución, como ya se ha comentado, no es uniforme. Su separación va disminuyendo a medida que se acercan al suelo. Así, en la altura de los ojos se encuentra una separación óptima para la visualización y en la altura de los codos la separación sigue siendo apta para el agarre.

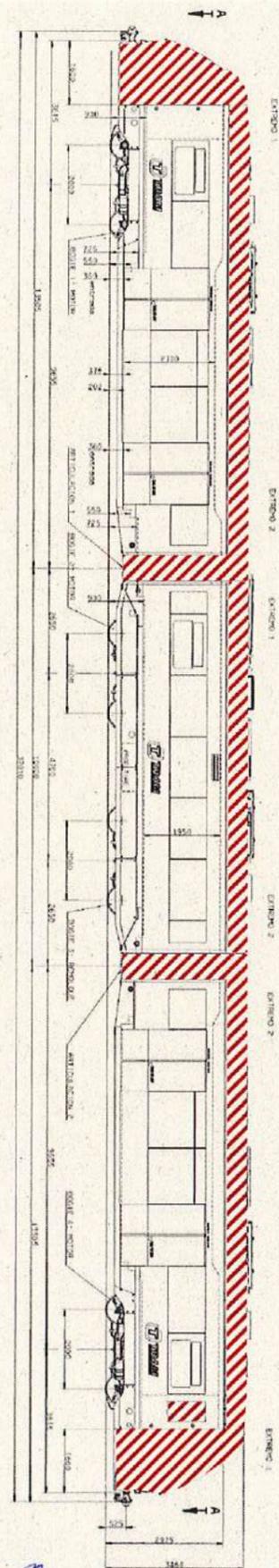
Finalmente, las barras o asideros. Estas están directamente relacionadas con el usuario, por lo que se ha tenido muy en cuenta el estudio antropométrico (véase apartado *Ergonomía*, páginas 78-81). Se ha establecido una separación de las barras respecto del tabique de 40mm para las más cercanas (Línea 6) y de 90mm para el resto. El diámetro de todas las barras es de 35mm.



Plano del suelo
Altura de las barras respecto del suelo
Elaboración propia



TRANVIA BOMBARDIER S/4200



TREN-TRAM VOSSLOH S/4100

PLANO DE ZONA RESTRINGIDA AL VINILADO

Ferrocarrils de la Generalitat Valenciana
finanzas
[Handwritten signature]

Id de Finanzas. Ingresos Accesorios

Materiales

Ledway está formado por una serie de listones de madera atornillados al marco que sujeta el vidrio. Por otro lado, diversos tubos que combinan madera, vinilo y detalles metálicos. A continuación, se explicará uno por uno.

Marco

El marco consta de un **perfil fabricado en PVC con refuerzo de acero galvanizado** en el interior, cuya función es mantener la rigidez de los perfiles y soportar el peso de los vidrios.

Se ha elegido PVC por las prestaciones que ofrece frente a otros materiales, como la madera o el aluminio.

- El PVC, también conocido como policloruro de vinilo, es una combinación química de carbono, hidrógeno y cloro.

- Es uno de los termoplásticos con menos dependencia del petróleo, con un 43% del petróleo bruto y un 57% de la sal.

- Es el material más indicado para este uso, ya que, al ser no conductor eléctrico y térmico, es un aislante natural. También es no conductor de ondas sonoras, consiguiendo así un perfecto aislamiento de la cabina del conductor.

- Como ya se ha mencionado, pertenece a la familia de los termoplásticos, es decir, bajo la acción del calor (140 a 205°C) se reblandece pudiendo moldearse fácilmente; cuando se enfría recupera la consistencia inicial conservando la nueva forma.

- Proporciona una solidez y una rigidez frente a la torsión máximas, así como características de resistencia estática hasta ahora no realizables si no era utilizando acero, todo ello siendo un material ligero.

- Durante su todo su ciclo de vida útil, el PVC ni se oxida ni se corroe lo que reduce los costes de mantenimiento y sustitución. Permite ser reciclado.

- Es destacable su resistencia al fuego y autoextinguible. Su composición molecular hace de él un material intrínsecamente ignífugo, no propaga la llama, no gotea, se quema a temperaturas más elevadas que muchos materiales alternativos y, en condiciones normales, dejará de quemarse en cuanto se le retire la fuente de calor.

- Por último, no necesita mantenimiento y es de fácil limpieza.

Acristalamiento

El vidrio utilizado para el panel es **vidrio templado homologado** de acuerdo con el documento que se publicó en el BOE, la Orden ITC/1992/2010, de 14 de julio, por la que se determinan las condiciones técnicas que deben cumplir las láminas de material plástico destinadas a ser adheridas a los vidrios de seguridad y materiales para acristalamiento de los vehículos en servicio.

Listones

En cuanto a los listones, se pretende utilizar la misma madera que para los tubos, por lo tanto, tiene que ser de fácil mecanizado. Entre la amplia variedad de maderas que podemos encontrar: madera maciza, madera laminada, microlaminada o contralaminada y los diferentes tipos de tableros (contrachapados, fibras, etc), se ha optado por la **madera de cedro**.

La madera de cedro es ligera, fácil de trabajar, de tonalidades rojizas y posee una fragancia característica. Ofrece buena durabilidad siendo una madera ligera o semidura; su densidad se sitúa entre los 550 y 600 kg/m³, lo que hace que el peso de los listones sea bajo y sea más efectivo el atornillado al marco.

Perfil de sujeción

Para que la fabricación de la sujeción fuera sencilla y lo más económica posible, se ha optado por elegir un perfil para usar simétricamente de **acero S275 JR**. Para la selección de este material, se realizó un estudio buscando las características que debía cumplir. Se necesitaba un metal que tuviera buen comportamiento frente al mecanizado, plegado y buena tenacidad. Por esto, el material elegido fue el acero S275.

Este acero es una aleación de hierro con pequeñas cantidades de carbono, que le aportan gran dureza y resistencia. Es muy utilizado para la realización de estructuras metálicas. Dentro de sus propiedades químicas se debe tener en cuenta la oxidación y la corrosión.

Oxidación: Es un material que con el tiempo se oxida, por lo que se ha de recurrir a la utilización de revestimientos para retardar la oxidación.

Corrosión: Puede crear fisuras y la estructura puede peligrar. Para evitarlo se utiliza un proceso de galvanizado (revestimiento con zinc).

Respecto a sus propiedades de fabricación, es un material maleable. También tiene una capacidad dúctil elevada. Hay que saber que cuanto más porcentaje de carbono contenga, menos capacidad de forja tiene. Al igual que en la forjabilidad, cuanto más porcentaje de carbono contenga, menos maquinabilidad tiene. Normalmente este acero tiene un contenido medio de carbono por lo que su capacidad de forjabilidad y maquinabilidad es media.

Fabricación

Marco

La fabricación del marco sigue el mismo procedimiento que la fabricación de los marcos y hojas para los cerramientos, como puertas y ventanas. En nuestro caso no es necesaria la hoja ya que no se va a abrir pero su perfil nos interesa ya que incluye los vidrios. Por lo tanto, tras un estudio de los perfiles existentes en el mercado, se ha diseñado uno que combina características del perfil del marco y de la hoja.

El proceso de extrusión se utiliza para la producción de longitudes continuas de materiales termoplásticos con sección transversal constante, como el PVC.

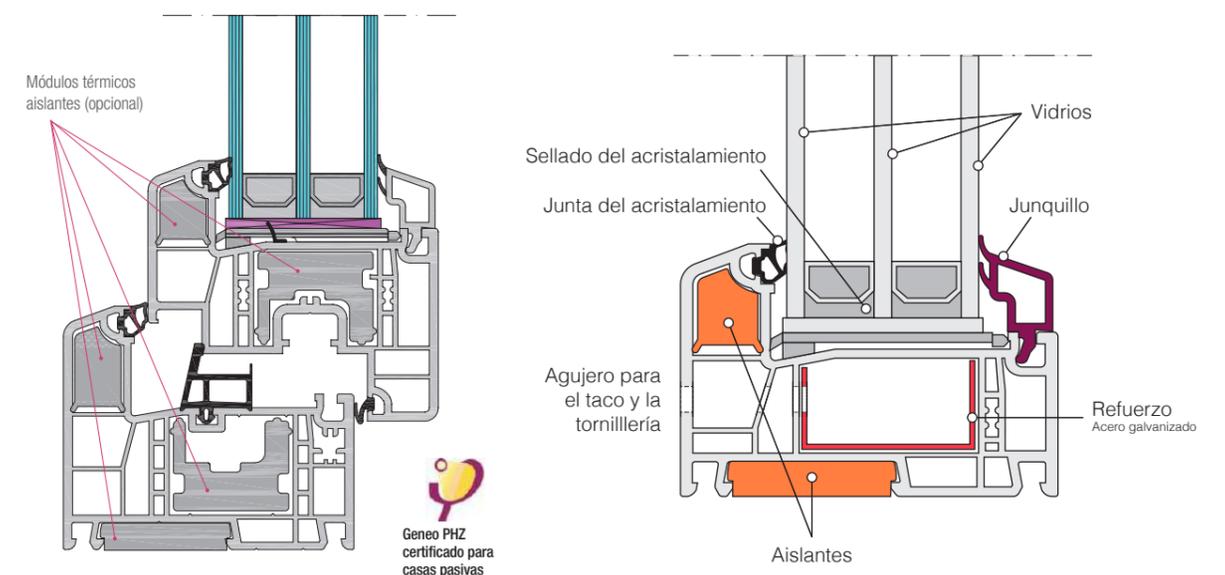
Es muy versátil y permite obtener formas tan diversas como tuberías, películas, fibras, perfiles, recubrimientos de cables y de otros sustratos y para alimentar sistemas de soplado destinados a la obtención de cuerpos huecos.

Las etapas del proceso de extrusión son:

- Plastificación del material de partida (granza o polvo).
- Hacer pasar el material plastificado a través de una boquilla que le da la forma deseada.
- Solidificación con la forma deseada.
- Bobinado o bien cortado en unidades.

Las extrusoras de dos tornillos producen menos trabajo de cizalla por lo que son muy adecuadas para materiales muy sensibles al calor, que tengan bajo coeficiente de fricción o que deban extruirse a temperaturas bajas. Un ejemplo sería la fabricación de tuberías de PVC rígido de gran diámetro y espesor.

Comparados con los metales, los plásticos tienen menor resistencia y rigidez, aunque las relaciones de resistencia a peso y rigidez



Perfil del marco de PVC reforzado
Elaboración propia a partir del perfil *Geneo* de Rehau

a peso en los plásticos reforzados es mayor que en muchos metales. En consecuencia, se deben seleccionar los tamaños de los perfiles tratando de mantener el módulo de sección alto, para tener mejor rigidez. También, el refuerzo con fibras o partículas puede ser muy eficaz para lograr este objetivo (pero es más caro y no necesitamos tanta rigidez), al igual que el diseño de perfiles transversales con gran relación de momento de inercia entre área.

Una vez tenemos las barras de PVC extruidas, se colocan en una sierra de dos cabezales para el corte a inglete en las dimensiones requeridas. Este proceso se realiza con el máximo aprovechamiento del material.

Paralelamente al corte de perfiles se corta el refuerzo de acero galvanizado que se insertará en la cámara más ancha del interior del perfil. Una vez introducido, pasa por el centro de mecanizado donde es unido al perfil (el refuerzo es atornillado al marco con tornillos). También se realizan todos los fresados necesarios.

Para unir los perfiles se procede a soldar los mismos, esta fase se lleva a cabo mediante termofusión; se calientan los extremos hasta que comienzan a fundir y se unen a inglete bajo presión. Después se deja enfriar y, una vez configurada la estructura, se pasa a la limpieza de las rebabas de los ingletes a la máxima precisión para un acabado estético y elegante.

Se coloca el cristal en el marco y se tapa con los junquillos de PVC previamente cortados. Se usa cola de PVC para sellar las posibles aberturas de las esquinas.

Listones

Como punto de partida se cortarán los listones de madera, posteriormente se realizarán los fresados para ajustarse a la curvatura del marco y a continuación se realizarán los tratamientos necesarios de acabado.

La materia prima en bruto, en este caso la madera de cedro, se obtiene en tablones de gran medida. El primer paso consistiría en troncar el tablón a la medida del largo de las piezas más una sobremedida de unos 5mm en la máquina tronadora.

Se llevaría el tocho a la sierra múltiple, la cual posee tres cuchillas que se posicionarían a cada 50mm y se cortaría el tocho de madera obteniendo listones de, dependiendo de la pieza a cortar, 35x50mm de sección y el largo de la pieza más la sobremedida.

Una vez tenemos estos listones, los llevamos a la moldurera, esta máquina se encarga de cortar la pieza por las cuatro caras. Por lo que, de aquí saldrían las piezas a su medida más una sobremedida de 1mm necesario para el lijado final.

Para terminar de determinar la estructura, se llevan todas las piezas a la zona de lijado. En primer lugar se utilizaría la lijadora para lijar las cuatro caras 1mm dejando las piezas a la medida final.

Para rebajar las aristas vivas, se utiliza otra lijadora para redondear los cantos de cada una de ellas.

La norma UNE-EN 335-2 define las clases uso de la madera maciza, es decir, las situaciones en las que se encuentra instalada en función del riesgo de ataque de hongos e insectos xilófagos. En nuestro caso van a estar en interior o bajo cubierta. Por lo tanto se tratará la madera de acuerdo a la clase 1.

Perfiles de sujeción

Hay que generar dos perfiles diferentes. Vástagos de diferente longitud.

La materia prima en bruto son planchas de acero. Se procederá a cortar la plancha mediante un proceso de corte con láser ya que el espesor es de 2 mm. Una vez tenemos las tiras de 50 x 2 mm, se cortan en sentido perpendicular (al anterior corte), en una distancia de 150 mm para las sujeciones cortas y 200 mm para las largas.

En este punto tenemos piezas lisas de dos longitudes. El siguiente paso es el taladrado de los dos agujeros pasantes que servirán para la unión con los listones y el pasamanos. También se realizará el achaflanado en todas sus aristas para garantizar la seguridad del usuario.

Por último, se procederá al conformado del perfil, que se conseguirá por estampación. Se utilizará una prensa con guía y yunque de la forma deseada (plegado de la parte trasera y curvado de la parte delantera).

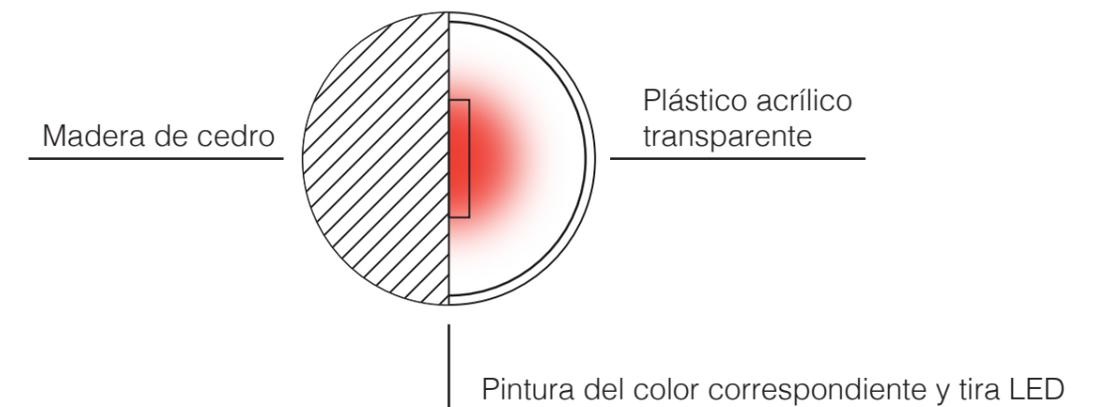
Pasamanos

Por último, la fabricación del pasamanos o asidero. Como se puede apreciar en la ilustración, el tubo consta de dos mitades, una de madera de cedro y otra de plástico rígido transparente.

Para el mecanizado de la parte de madera, se partirá de tablones de 20 mm de espesor y mediante una fresadora por control numérico se generarán los alzados de cada pieza. El siguiente paso será generar la superficie semiesférica. Para ello se utilizará una lijadora por control numérico.

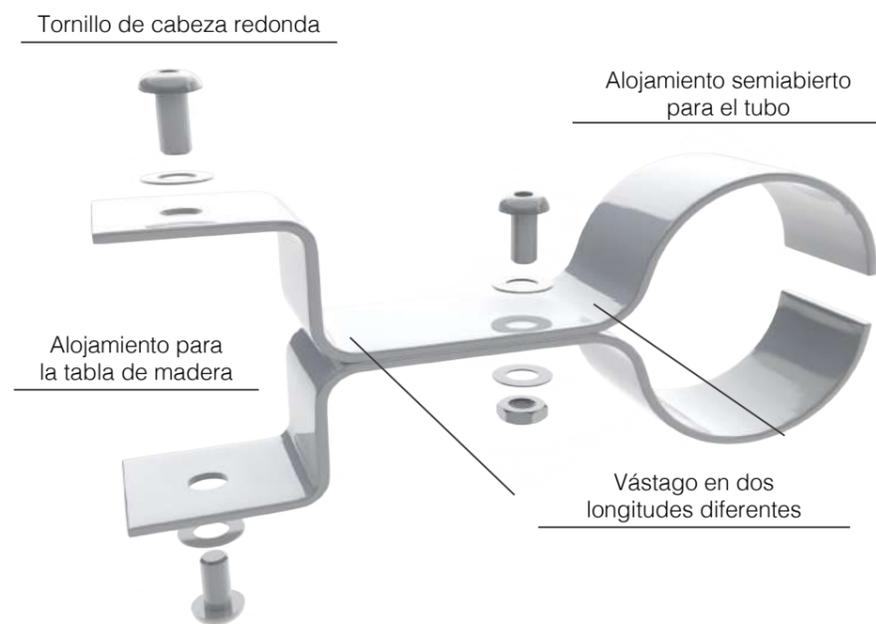
Como en los listones, se tratará la madera de acuerdo a la clase 1 de la norma UNE-EN 335-2.

En cuanto a la parte plástica, se parte de tubos de PVC extruidos con el diámetro deseado (35 mm). Estos tubos se cortarán por la mitad, consiguiendo así una semiesfera hueca transparente que se ajustará a los alzados de madera. Al ser un material moldeable, se ajustará a las diferentes curvaturas.



Sección del pasamanos
Elaboración propia

Elementos a comprar



Conjunto de la sujeción y sus uniones
Elaboración propia a partir del modelado 3D

Se utilizarán **tornillos de cabeza redonda** para la unión de las placas de metal de la sujeción entre sí y a los listones. Se han elegido estos ya que podrían intervenir con el usuario y la cabeza redonda garantiza la seguridad. Además, son autorroscantes.

Para los dos tornillos que se insertan en el listón se utilizará un **taco de expansión** para mejorar el agarre y una **arandela achaflanada**. Estos tacos son especialmente indicados para uso sobre materiales macizos. En cuanto a los que unen los dos perfiles, se colocará una **tuerca hexagonal estrecha achaflanada** en la parte inferior y **arandelas achaflanadas** arriba y abajo.

Por último, los **tornillos de cabeza hueca hexagonal** para unir los listones al marco. Estos tienen cabeza hexagonal. Se han seleccionado porque son comúnmente utilizados para la fijación de vigas pesadas y uniones estructurales de madera. Además, al ser de cabeza hueca, quedan escondidos en el listón.

Se utilizarán **tornillos de cabeza hexagonal** para fijar el refuerzo que recorre el interior del marco.

Cantidades

Tornillo cabeza redonda allen DIN-7380: 36

Arandela ISO 7090: 48

Tuerca hexagonal estrecha ISO 4035: 12

Taco de expansión SX: 24

Tornillo cabeza hueca hex. ISO 4762: 90

Tornillo cabeza hex. ISO 4017: 50

Montaje y ensamblaje

Montaje del marco

El marco se compone de 12 piezas. Se ensamblan entre ellas mediante termofusión como se ha explicado en fabricación. Una vez terminado toda la estructura, se coloca el vidrio, previamente recortado con las dimensiones establecidas y se procede a colocar los junquillos.

Ensamblaje de los listones al marco

Previamente se habrá taladrado en la madera un agujero del diámetro y profundidad de la cabeza de los tornillos barraqueros para que esta quede oculta en el tablón. En el marco también se han taladrado agujeros del diámetro del tornillo. Se realizará una fijación con taco metálico expansivo ya que el marco no es macizo.

Montaje del pasamanos

Véase apartado *Fabricación* de los perfiles de sujeción y el pasamanos, página 121.

Sobre la parte de madera se instalará el cableado LED. La tira de puntos de luz se pega a la madera gracias a la cinta de doble cara. El último paso es la unión con el PVC. Esta se realiza mediante un pegamento plástico especializado, como el epoxi.

Ensamblaje del pasamanos a los listones

Véase apartado *Elementos a comprar*, páginas 122 y 123.

El orden a seguir para el ensamblaje final (sujeción al pasamanos y a los listones) será el siguiente:

1. Se coloca un perfil de sujeción agarrando el tubo por la parte inferior y otro, enfrentado, en la parte superior.
2. Se asegura con el tornillo de cabeza redonda y la tuerca en el agujero que posee la sujeción en el vástago.
3. Se ancla el final del conjunto de la sujeción a un listón de madera mediante dos tacos en la madera y dos tornillos de cabeza redonda.

Memoria Ecodiseño

8. Desarrollo de un Nuevo Concepto

Tabique integrador con posibilidad de agarre en toda su superficie.
Optimización funcional de productos y componentes del producto.

La **Rueda de LIDS** es una herramienta muy útil para analizar el producto y conocer cómo se encuentra el producto en términos de impactos ambientales de acuerdo a ocho aspectos: selección de materiales de bajo impacto; reducción de uso de materiales; técnicas para optimizar la producción; optimización del sistema de distribución; reducción del impacto sobre el uso; optimización de vida útil; optimización del sistema de fin de vida; desarrollo de un nuevo concepto.

7. Optimización del Sistema de Fin de Vida

No sólo se puede usar para tranvías.
Desarmable.
Reciclado de materiales.
Recuperabilidad de materiales.

6. Optimización de Vida Útil

Estructura de producto modular.
Confiabilidad y durabilidad en el diseño.
Fuerte relación usuario-producto que favorece la durabilidad del negocio.
Fácil mantenimiento y reparación, por la disposición de los elementos.

5. Reducción del Impacto Durante el Uso

Bajo consumo de energía.
Fuente de energía más limpia.
(Fuente de energía eléctrica)
Sin desperdicio de energía.
Sin consumibles.

4. Optimización del Sistema de Distribución

Menor volumen de empaque, por el transporte de piezas sueltas.
Modo de transporte energéticamente eficiente por la optimización durante el mismo.

1. Selección de Materiales de Bajo Impacto

Madera de cedro de fácil mecanizado.
Marco de perfil de acero al carbono de 1mm de espesor que utiliza un 95% de acero reciclado.
Uso de PVC, 100% reciclable.

2. Reducción de Uso de Materiales

Reducción en volumen a transportar, pues se transportan las piezas por separado.
Montaje in situ.
Uso de perfil "normalizado" en el marco.

3. Técnicas para Optimizar la Producción

Minimización de los pasos de producción con la integración de componentes.
Uso del mínimo número de máquinas distintas.
Menor consumo energético al fabricar.
Energía más limpia al fabricar.

Memoria Planificación

Con el objeto de dar a conocer al promotor la duración aproximada del proyecto completo, es decir, desde la definición del proyecto por el propio promotor hasta el lanzamiento al mercado y comercialización del producto, se ha realizado un Diagrama de Gantt con el que se estima la duración de cada actividad componente del proyecto bajo un supuesto tiempo total determinado. Pese a que el diagrama de Gantt es una herramienta gráfica de gestión de proyectos frecuentemente utilizada y que ofrece una pormenorización de las actividades del proyecto suficiente certera y semejante a la realidad, no es una ciencia exacta, por basarse en la variable del tiempo. Este hecho hace que se haya de tener en cuenta que los tiempos que se prevén para la realización de cada actividad, pueden variar, en función de determinadas circunstancias.

El tiempo total estimado para la realización del proyecto de diseño y desarrollo del proyecto es de una duración de aproximadamente 19 semanas, es decir, 5 meses.

	Sem1	Sem2	Sem3	Sem4	Sem5	Sem6	Sem7
Identificación de oportunidades							
Análisis de clientes potenciales							
Investigación y desarrollo							
Análisis de mercado							
Encuestas							
Diseño del producto y toma de datos							
Viabilidad económica y comercial							
Valoración de las reacciones de la competencia							
Consulta de posibles clientes							
Desarrollo del concepto							
Prototipo							
Pruebas de evaluación del prototipo							
Desarrollo e ingeniería del producto y el proceso							
Estudio del proceso de fabricación							
Distribución en planta							
Compra de material y maquinaria							
Recursos humanos							
Elegir departamentos							
Fabricación y montaje							
Pruebas y evaluación							
Control de calidad							
Inspección de seguridad laboral							
Calidad, seguridad y salud							
Ensayos de duración							
Distribución							

m7	Sem8	Sem9	Sem10	Sem11	Sem12	Sem13	Sem14	Sem15	Sem16	Sem17	Sem18	Sem19

131

133 Diagramas sinópticos de proceso

139 Detalles técnicos de elementos comerciales

142 Folletos informativos Stadler

146 Paneles presentados al concurso

Diagramas sinópticos de proceso

Un diagrama sinóptico de proceso representa el proceso productivo de forma abreviada, pero suficiente para apreciar con rapidez las partes o actividades principales del mismo. Este tipo de diagrama se elabora siguiendo una serie de razones:

1. Establecer y representar el proceso de fabricación y/o montaje de un producto nuevo, comprobando la fabricabilidad, analizando la conveniencia de hacer modificaciones en el diseño o en los materiales seleccionados para rebajar costes, mejorar la calidad, simplificar el proceso, etc.

2. Registrar y consolidar el método actual del proceso realizado en la actualidad.

3. Estudiar el método actual para elaborar, si procede, el diagrama de un método mejorado llamado propuesto, con las modificaciones y mejoras que se crean oportunas. La elaboración del método propuesto tiene gran repercusión económica en los procesos industriales para los casos de producción anual de grandes cantidades.

Para analizar de manera detallada los procesos de trabajo se recurre a los diagramas de procesos. En ellos se consideran, de forma habitual, cinco tipos de actividades simples que son las siguientes:

- 1. Operación:** Se representa mediante un círculo. Esta tiene lugar cuando en el proceso se produce un cambio de forma, de las propiedades mecánicas, de la composición química o la realización de un montaje (solidario o no) en un elemento.

- 2. Inspección:** Se representa mediante un cuadrado. Consiste en el examen programado que se realiza sobre un elemento o producto para verificar algunas de sus características. Puede ser de diversa naturaleza, entre las que destacan: visual, mecánica, eléctrica y química.

- 3. Transporte:** Se representa por medio de una flecha. Esta actividad tiene lugar cuando un objeto se traslada de manera intencionada de un lugar a otro. La distancia recorrida debe ser de al menos un metro, no considerándose transporte a los pequeños traslados dentro de una misma actividad o al paso de material en instalaciones de fabricación continua de un puesto de trabajo al siguiente. Tampoco se incluye como tal, la circulación de material en instalaciones con distribución continua cuando es pequeña la distancia entre puestos de trabajo. Esta actividad generalmente se mide en metros. Los transportes se clasifican según los medios utilizados.

- 4. Demora o espera:** Se presenta mediante un símbolo similar a una bala. Es cualquier interrupción en un proceso de trabajo. Pueden clasificarse en previstas e imprevistas, en función de si está programada o no.

- 5. Almacenamiento:** Se señala mediante un triángulo equilátero hacia abajo. Se entiende por almacenamiento a la estancia controlada de un elemento, material o producto en un almacén, cerrado y protegido, hasta ser incluido en el proceso de trabajo correspondiente. Esta actividad no retrasa la producción, por lo que no se concede tiempo, ni supone un costo de mano de obra directa.

A continuación se muestran los diagramas sinópticos elaborados para el ensamblaje del marco y la fabricación de los listones que irán posteriormente unidos al marco.

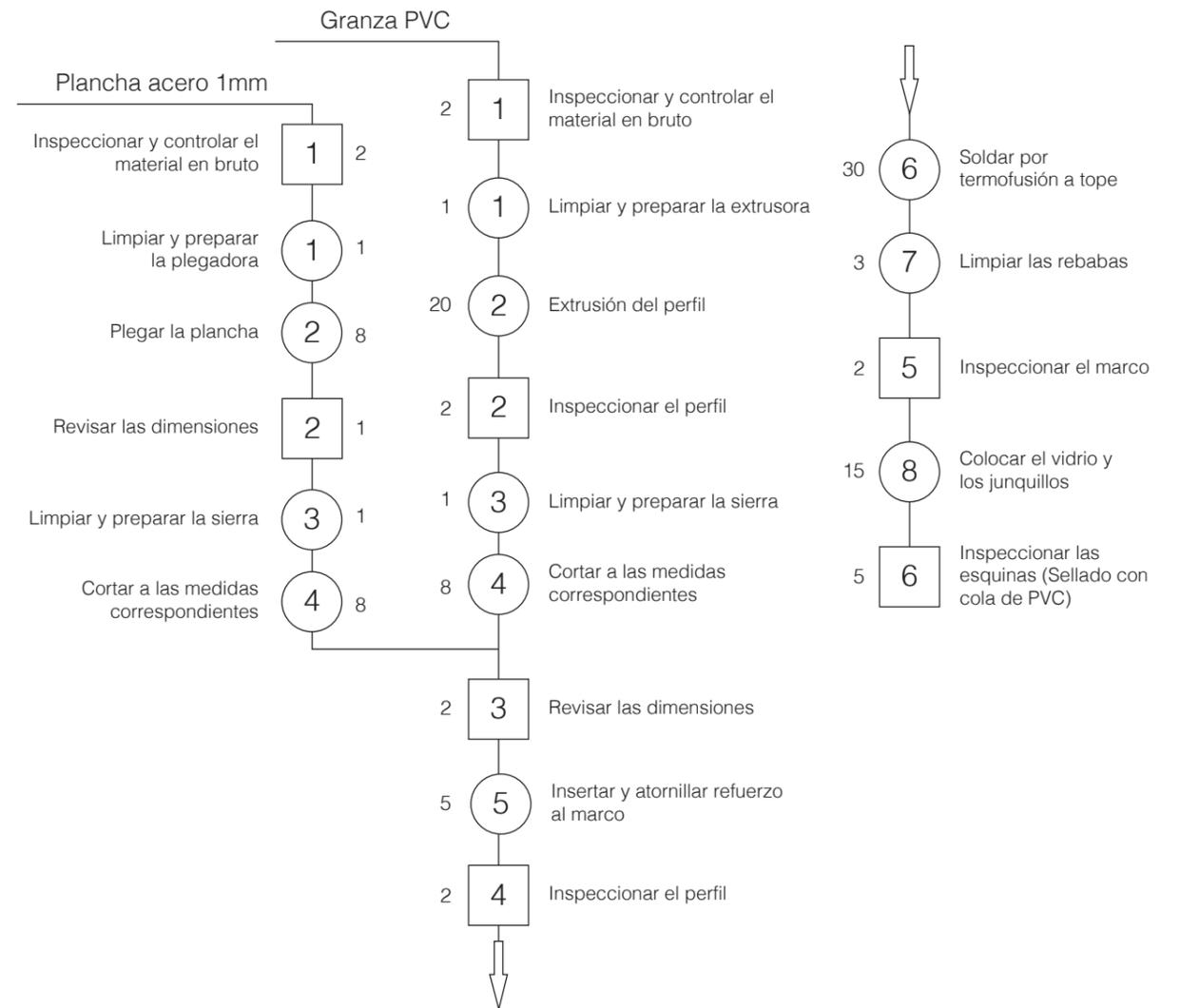
Diagrama sinóptico de proceso

Pieza o conjunto: **Marco**
 N° de plano: 1
 Proceso: **Fabricación y ensamblaje**
 Método: **Actual**

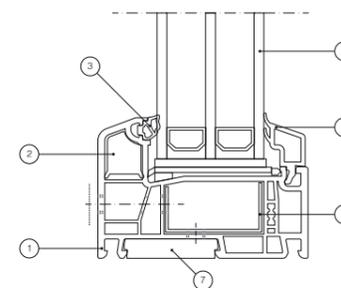
Departamento: **Fabricación**
 Empieza: **Planta de fabricación**
 Termina: **Planta de montaje**
 Unidad de costo:
 Producción anual:

Métodos y tiempos

Efectuado por:
Celia Santos
 Fecha: **11.09.2017**
 Hoja: 1/2



Croquis:



Resumen por unidad de costo

Actividad	Actual		Propuesto		Economía	
	Nº	min	Nº	min	Nº	min
Inspección <input type="checkbox"/>	8	18				
Operación <input type="radio"/>	12	101				
Tiempo total (min)	119					
M.O.D. (euros)						
Unidad de costo:						
Producción anual:						

Observaciones: 1. Marco; 2. Aislante; 3. Junta del acristalamiento; 4. Conjunto acristalamiento; 5. Junquillo; 6. Refuerzo; 7. Aislante

Diagrama sinóptico de proceso

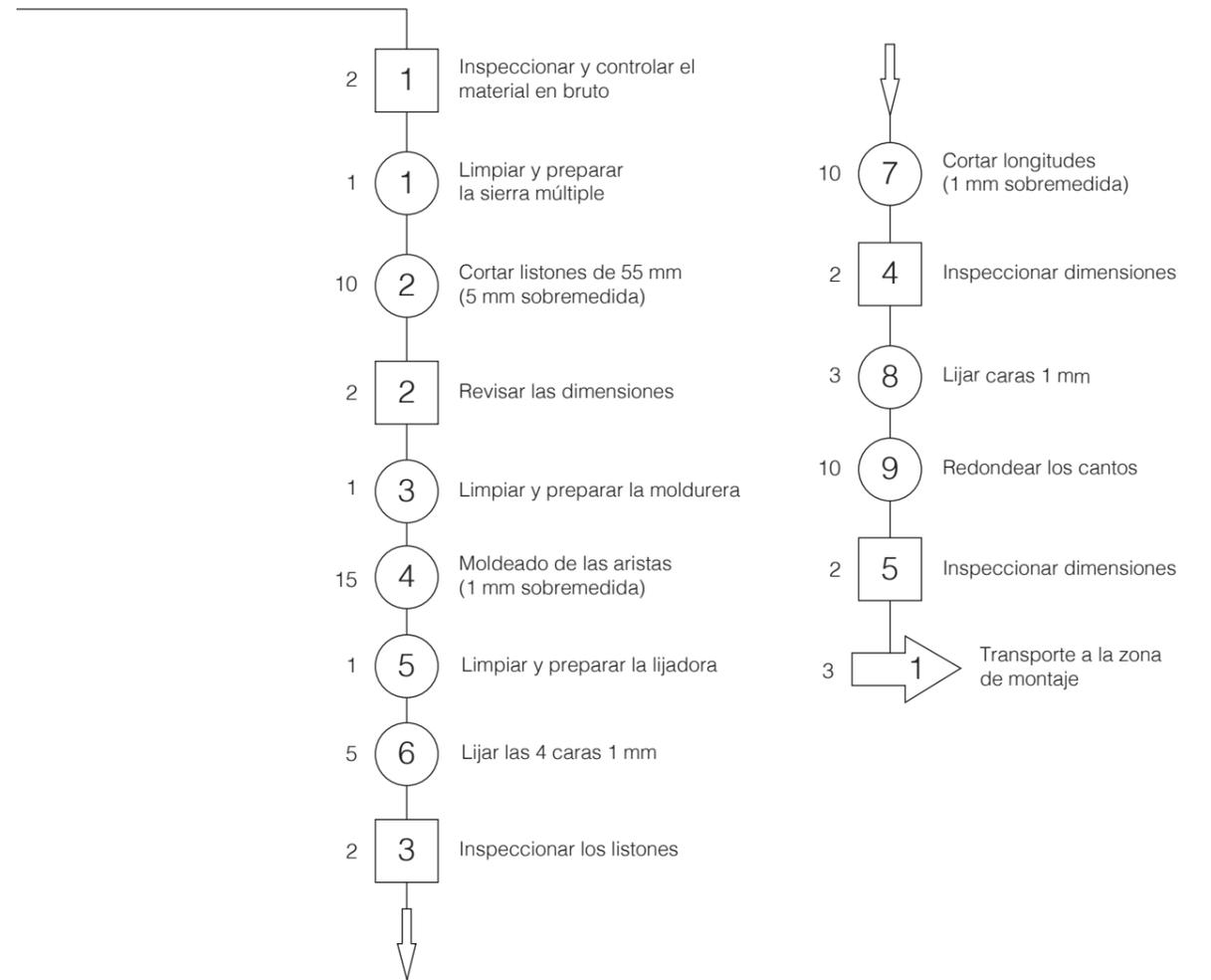
Pieza o conjunto: **Listones**
 N° de plano: 4
 Proceso: **Fabricación**
 Método: **Actual**

Departamento: **Fabricación**
 Empieza: **Planta de fabricación**
 Termina: **Planta de montaje**
 Unidad de costo:
 Producción anual:

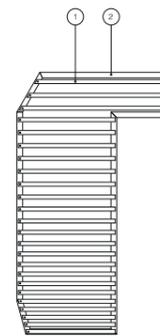
Métodos y tiempos

Efectuado por:
Celia Santos
 Fecha: **11.09.2017**
 Hoja: 2/2

Tablón madera de cedro
 de 40mm de espesor
 (5 mm sobremedida)



Croquis:



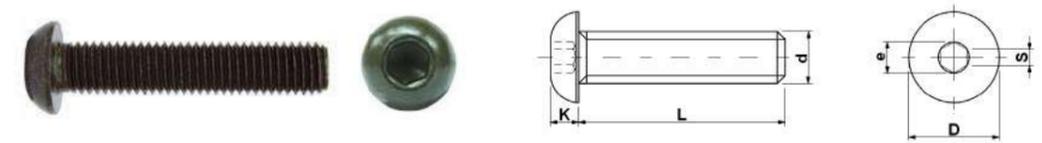
Resumen por unidad de costo

Actividad	Actual		Propuesto		Economía	
	Nº	min	Nº	min	Nº	min
Inspección <input type="checkbox"/>	5	10				
Operación <input type="radio"/>	9	56				
Tiempo total (min)	66					
M.O.D. (euros)						
Unidad de costo:						
Producción anual:						

Observaciones: 1. Listones; 2. Marco

Detalles técnicos de elementos comerciales

TORNILLO CABEZA REDONDA "ALLEN" ISO 7380 CALIDAD 10.9



Métrica d	M-3	M-4	M-5	M-6	M-8	M-10	M-12
Paso	0,5	0,7	0,8	1	1,25	1,5	1,75
D	5,5	7,6	9,5	10,5	14	17,5	21
K	1,6	2,2	2,75	3,3	4,4	5,5	6,6
S	2	2,5	3	4	5	6	8
e		0,2	0,2	0,25	0,4	0,4	0,6

L							
6	•	•					
8	•	•	•	•			
10	•	•	•	•	•		
12	•	•	•	•	•		
14							
16	•	•	•	•	•	•	
18							
20	•	•	•	•	•	•	•
22							
25		•	•	•	•	•	•
30		•	•	•	•	•	•
35			•	•	•	•	•
40			•	•	•	•	•
45							
50							
55							
60							
65							
70							

El potente conector de nailon con expansión de 4 vías



MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN

- Hormigón
- Ladrillo perforado en vertical
- Bloques huecos de hormigón ligero
- Losas de suelo hechas de ladrillos y hormigón
- Ladrillo de piedra arenisca perforado
- Ladrillo macizo de piedra arenisca
- Piedra natural con estructura densa
- Hormigón celular
- Panel sólido fabricado en yeso
- Ladrillo sólido fabricado en hormigón liviano
- Ladrillo macizo

APROBACIONES



VENTAJAS

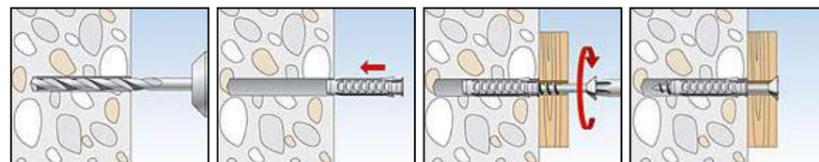
- La expansión de 4 vías proporciona la distribución de fuerza óptima dentro del material, y ofrece grandes capacidades de carga en materiales de construcción macizos y huecos.
- El cuello del conector, libre de expansión, impide la creación de fuerzas de expansión sobre la superficie del material mientras se atornilla la tornilla. Esto contribuye a evitar daños en losetas y yeso.
- El borde pronunciado impide que el conector se deslice al interior del agujero, permitiendo así una sencilla instalación.
- La mayor profundidad de anclaje del SX 6x50, 8x65 y 10x80 significa que el conector se adapta especialmente a las fijaciones en materiales de construcción huecos, hormigón celular y yeso.

APLICACIONES

- Iluminación
- Armarios
- Detectores de movimiento
- Rodapiés
- Estanterías ligeras
- Armario con espejo
- Buzones
- Muebles de televisión
- Enrejados
- Postigos plegables
- Instalaciones de baños y servicios

FUNCIONAMIENTO

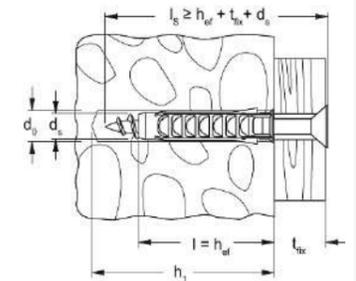
- SX es apto para instalación pre-posicionada y mediante introducción a presión.
- Al introducir el tornillo, el SX se expande en cuatro direcciones, proporcionando así un anclaje seguro en el interior del material de construcción.
- La longitud de tornillo requerida viene dada por: longitud de conector + grosor de fijación + 1 x diámetro de tornillo.
- Apto para tornillos de madera, aglomerado y espaciamiento (fischer ASL, véase la página).



DATOS TÉCNICOS



Taco de expansión SX



Nombre artículo	No.art.	Diámetro de agujero d_0 [mm]	Min. taladro profundidad del agujero h_1 [mm]	Longitud de anclaje l [mm]	unidad de venta [uds]
SX 4 x 20	070004	4	25	20	200
SX 5 x 25	070005	5	35	25	100
SX 6 x 30	070006	6	40	30	100
SX 6 x 50	024827	6	60	50	100
SX 8 x 40	070008	8	50	40	100
SX 8 x 65	024828	8	75	65	50
SX 10 x 50	070010	10	70	50	50
SX 10 x 80	024829	10	95	80	25
SX 12 x 60	070012	12	80	60	25
SX 14 x 70	070014	14	90	70	20
SX 16 x 80	070016	16	100	80	10

STADLER



CITYLINK TRAM TRAIN

Ferrocarrils de la Generalitat Valenciana, Alicante, Spain

In March 2003, Spanish public operator Ferrocarrils de la Generalitat Valenciana (FGV) ordered nine metric tram trains of the Citylink type for use in Alicante without trans-shipments between the tramway network of the city and the commuter rail network along the coast.

It is the first tram-train system in Spain and the first metric-gauge tram-train system worldwide. The bidirectional light rail vehicles cover tramway applications and full train regional operations at 100km/h and have been adapted to the particularities of the tram and rail network of Alicante.

Citylink is a modular, barrier-free and low-floor light rail vehicle family specially designed to provide a safe and highly comfortable ride.

www.stadlerail.com

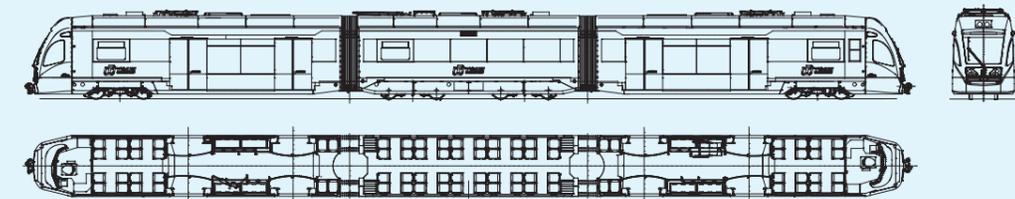
Stadler Rail Group

Ernst-Stadler-Strasse 1
 CH-9565 Bussnang
 Phone +41 (0)71 626 21 20
stadler.rail@stadlerail.com

Stadler Rail Valencia S.A.U.

Pol. Ind. del Mediterráneo, Mitjera 6
 E-46550 Albuixech (Valencia)
 Phone +34 96 141 50 00
info@stadlerail.es

STADLER



Technical features

Technology

- Bidirectional light rail vehicle
- Lightweight structure made of high-strength stainless steel
- Real turning bogie with slewing ring and large-diameter wheels
- Smooth and silent operation with secondary air suspension and resilient wheels
- Hydraulic brake and magnetic track brakes in all bogies

Comfort

- Bright, pleasant passenger compartments with scope for individual design
- 4 double doors with automatic sliding steps
- Direct access from 360 mm tram platforms
- Air-conditioned passenger area and driver's cab
- Two spacious multifunctional areas
- Modern passenger information system and video surveillance

Personnel

- Ergonomically designed driver's cab with great visibility for city operation
- Air-conditioned driver's cab

Vehicle data

Customer	FGV
Region	Valencia, Spain
Number of vehicles	9
Commissioning	2006
Track gauge	1'00 mm
Energy supply	750 V DC
Axle arrangement	Bo'Bo'2'Bo'
Vehicle Length	37000 mm
Vehicle width	2550 mm
Vehicle height	3480 mm
Entrance height	360 mm
Seats	96
Standing capacity (6 pers./m²)	209
Doors	4 double doors
Wheel diameter	720 mm/660 mm
Min. curve radius	30 m
Power traction motor	6 x 140 kW
Maximum speed	100 km/h

TTFGV0816e



METRO TRAINS SERIES 4300 TYPE TUBELINK

Ferrocarrils de la Generalitat Valenciana, Spain

Spanish public operator Ferrocarrils de la Generalitat Valenciana (FGV) has ordered in several batches from 2004 to 2008 62 metro trains of the Tubelink Series 4300 type for use in the Metro Valencia network that connects the center of Valencia with its metropolitan area. Some sections are underground.

There are 42 metro trains of 4 cars and 20 of 5 cars in operation. The bidirectional vehicles have a modular and scalable design customized to the Valencia infrastructure and customer requirements. They are able to run on 1500 V DC overhead voltage and 1000 mm-gauge lines and are ready for ATP / ATO operations. They have a spacious and comfortable passenger area with a continuous floor level. Ergonomic seats are wall mounted for easy cleaning. A great number of double-doors and wide corridors allow quick passenger flow and free access along the vehicle.

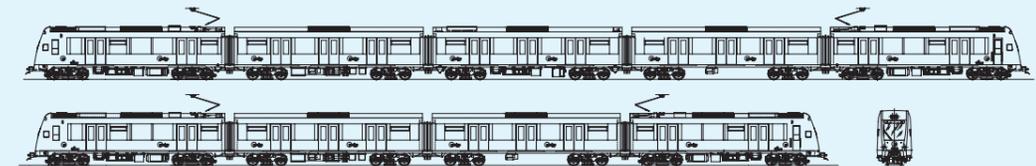
www.stadlerail.com

Stadler Rail Group

Ernst-Stadler-Strasse 1
CH-9565 Bussnang
Phone +41 (0)71 626 21 20
stadler.rail@stadlerail.com

Stadler Rail Valencia S.A.U.

PoL Ind. del Mediterráneo, Mitjera 6
E-46550 Albuixech (Valencia)
Phone +34 96 141 50 00
info@stadlerail.es



Technical features

Technology

- Bidirectional vehicles
- Lightweight structure of stainless steel
- High performance of the traction chain (IGBT)
- Rubber/metal primary suspension
- Pneumatic secondary suspension
- Electrical service brake: Regenerative

Comfort

- Double-leaf doors for quick passenger flow
- Bright, pleasant passenger compartments with scope for individual design
- Air-conditioned in passenger area and driver's cab
- Wide corridors allow free access along vehicle
- Multifunction areas and places for PRM
- Modern passenger information system

Personnel

- Wall mounted seats for easy cleaning
- Ergonomically designed driver's cab allowing great visibility

Reliability / Availability / Maintainability / Safety

- Antislip, antislid system
- ATP/ATO capability
- Surveillance CCTV system

Vehicle data

Customer	Ferrocarrils de la Generalitat Valenciana (FGV)
Region	Valencia, Spain
Number of vehicles	42 x 4 cars (MRRM) 20 x 5 cars (MRNRM)
Commissioning	2008
Track gauge	1000 mm
Energy supply	1500 V DC
Vehicle length	60500 mm (MRRM) 75700 mm (MRNRM)
Vehicle width	2550 mm
Vehicle height	4055 mm
Floor height	1150 mm
Seats	116 (MRRM) 144 (MRNRM)
Capacity (6 pers./m²)	588 (MRRM) 750 (MRNRM)
Doors	10 double-leaf doors per side (MRRM) 13 double-leaf doors per side (MRNRM)
Wheel diameter	860 mm / 760 mm
Min. curve radius	60 m
Power traction motor	1485 kW (MRRM) 2200 kW (MRNRM)
Maximum speed	80 km/h

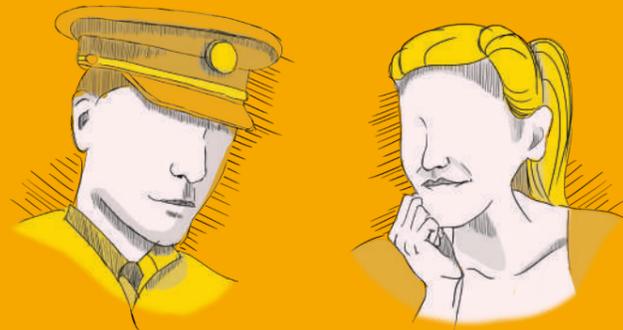
MFGV0216e

Paneles presentados al concurso

Ledway

El elemento principal, el cual da nombre al proyecto, es, el **pasamanos**. Es una interpretación del plano de Metro de Valencia.

Tiene doble funcionalidad: **informativo**, debido al cableado LED que recorre todo el tubo, y, por supuesto, como **asidero multifuncional**.

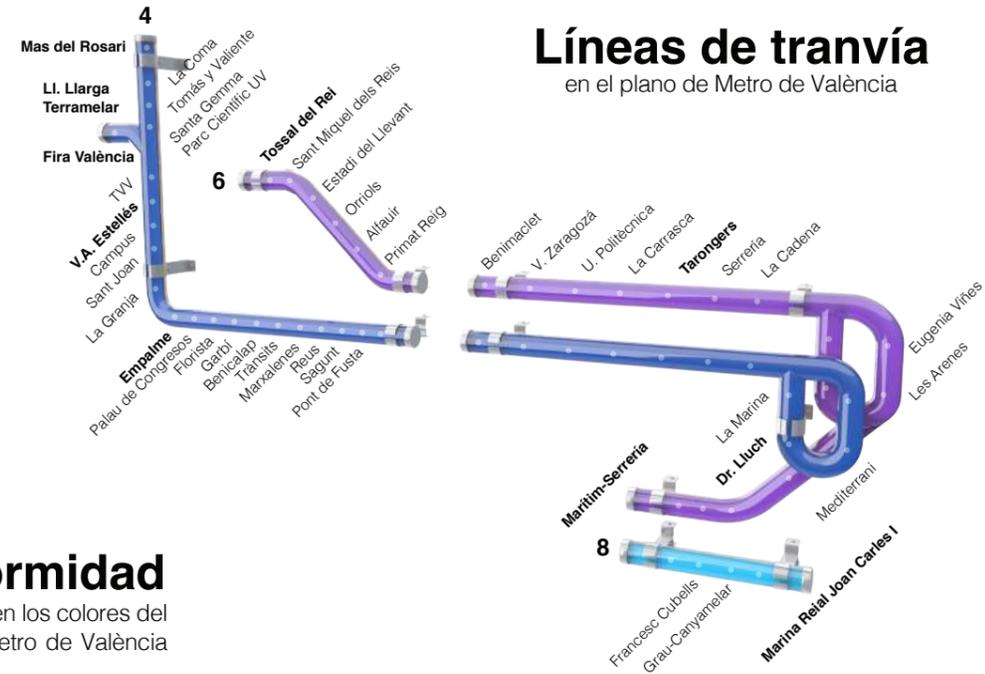


Machinist } { Passenger

Ledway establece una **conexión** entre el **maquinista** y el **pasajero**. Dotando al usuario de visión gracias a la transparencia del panel y de la puerta; creando una suave transición con las láminas de madera que parecen ser atraídas por la gravedad. Consiguiendo así unificar de una forma natural ambos espacios.

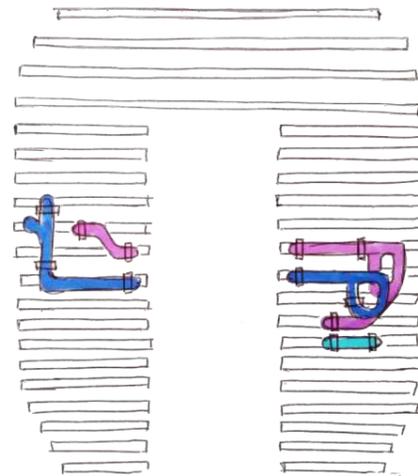
Celia Santos Villaverde | Universidad Politécnica de València | 2017

Líneas de tranvía en el plano de Metro de València



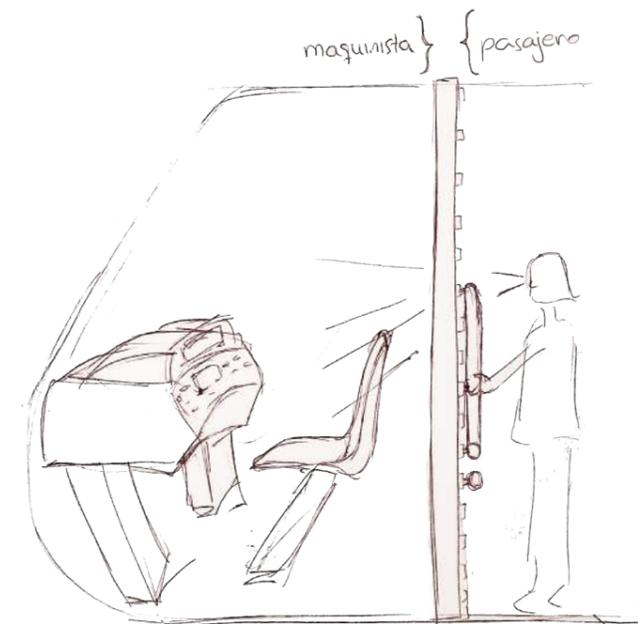
Uniformidad

Se mantienen los colores del Plano de Metro de València



Conexión

Unificación de ambos compartimentos de manera natural



Ledway

Pantalla digital
Wayfinding

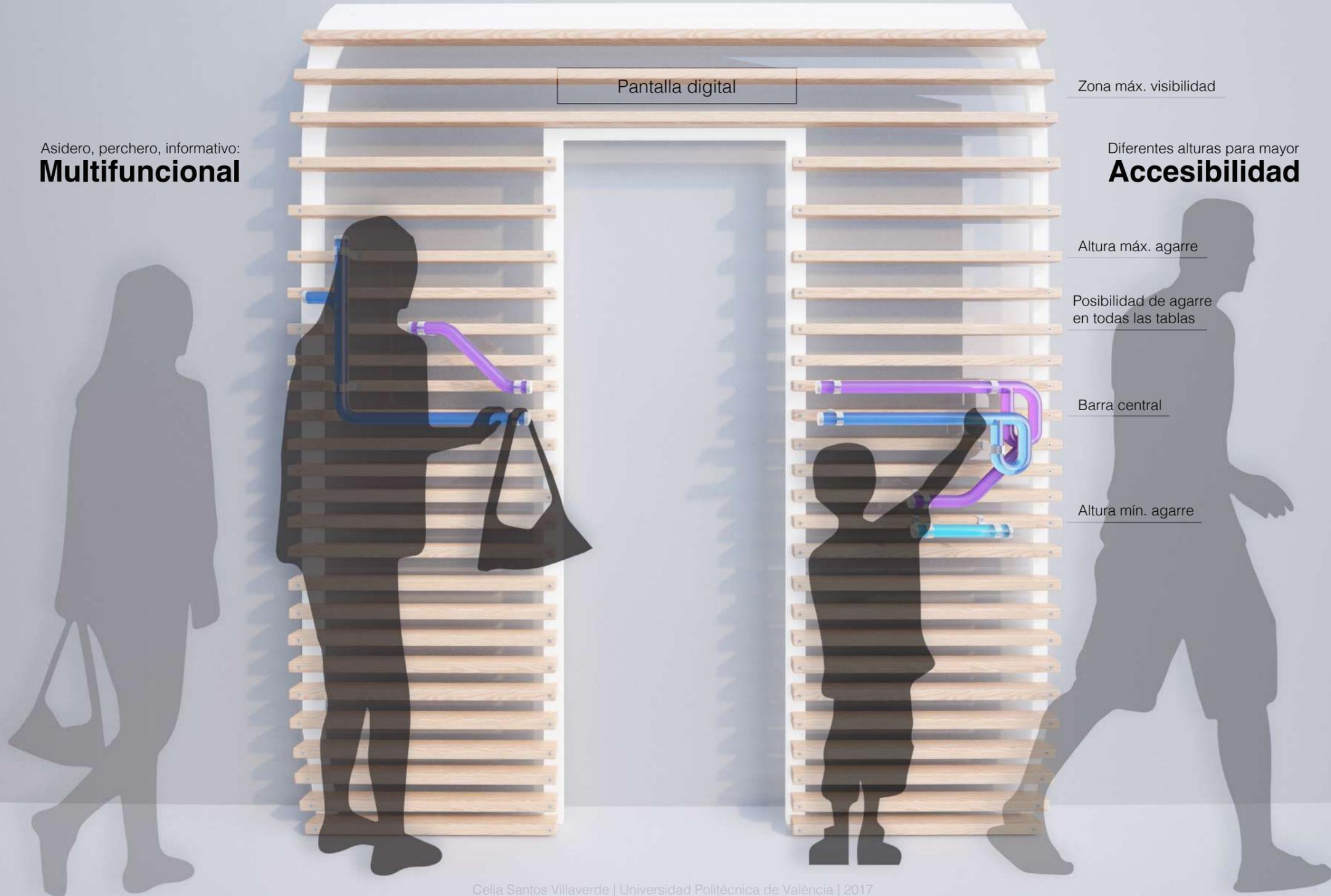
4 U. Politècnica

Paneles transparentes
Visión

Indicador LED
Wayfinding

Celia Santos Villaverde | Universidad Politècnica de Valencia | 2017

Asidero, perchero, informativo:
Multifuncional



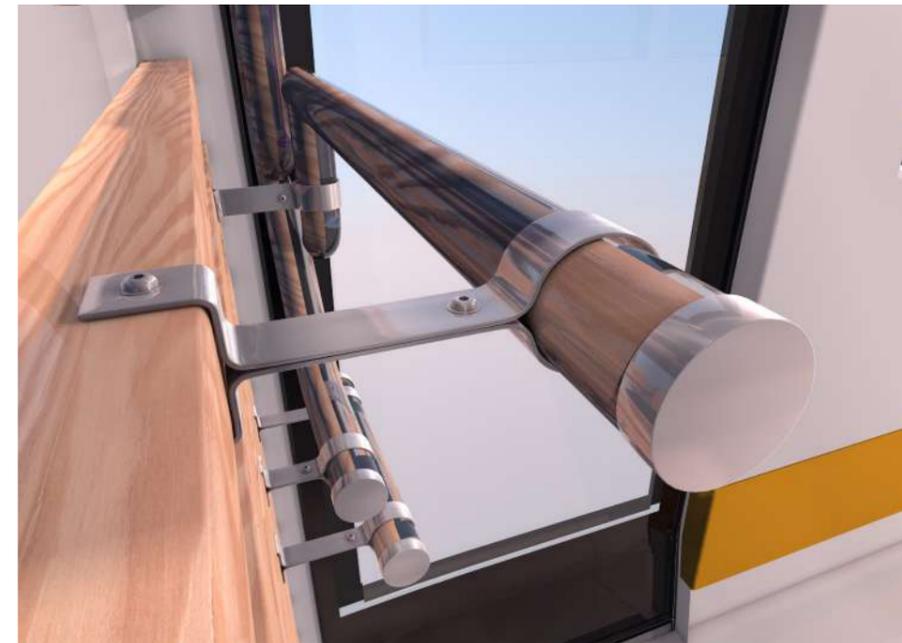
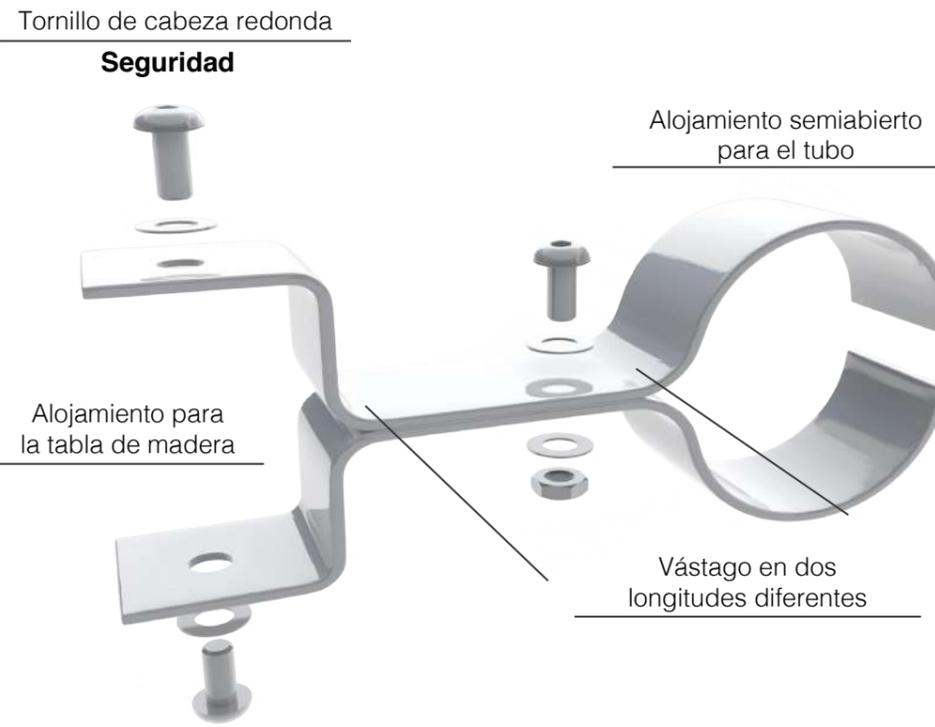
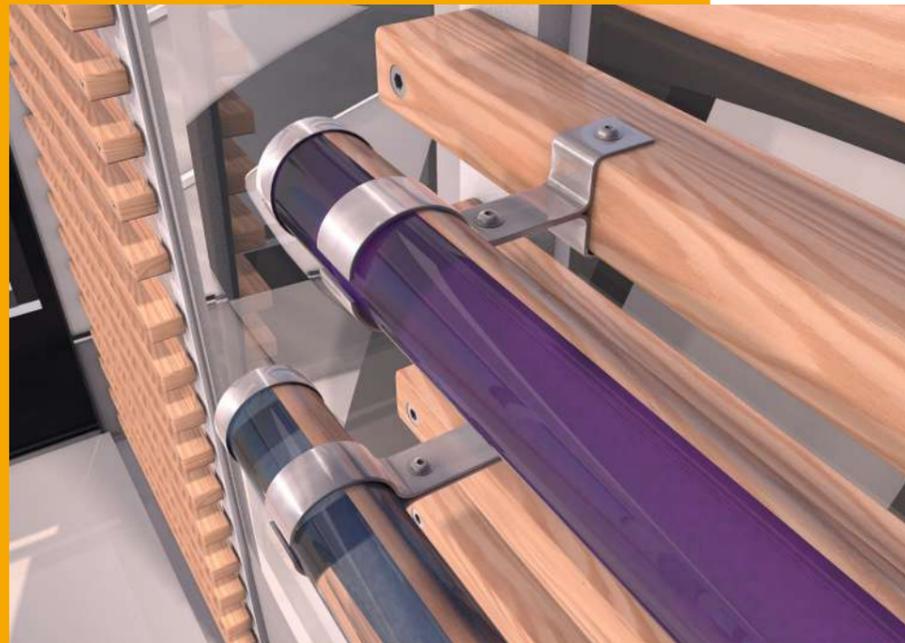
Detalle del pasamanos

En el siguiente esquema se muestra un plano de corte de un tubo



Detalles de la sujeción

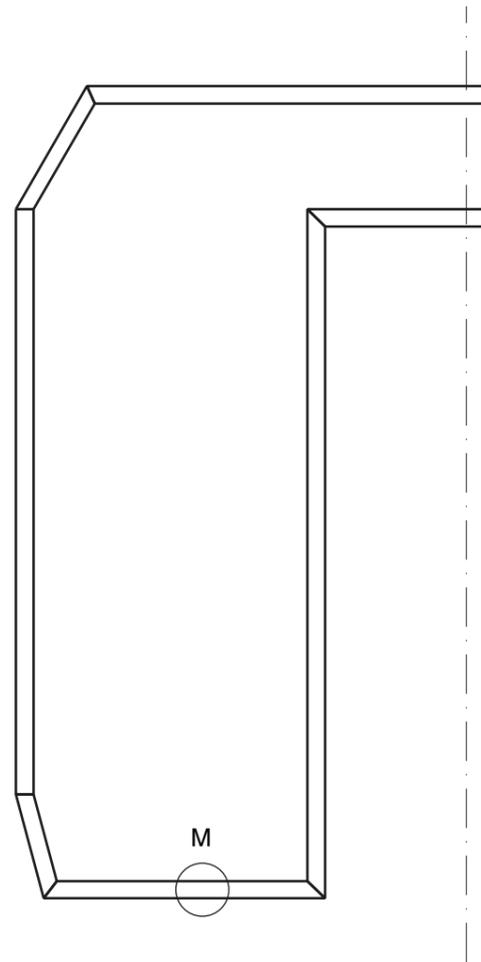
Vista superior de los tubos (transparencia y madera)



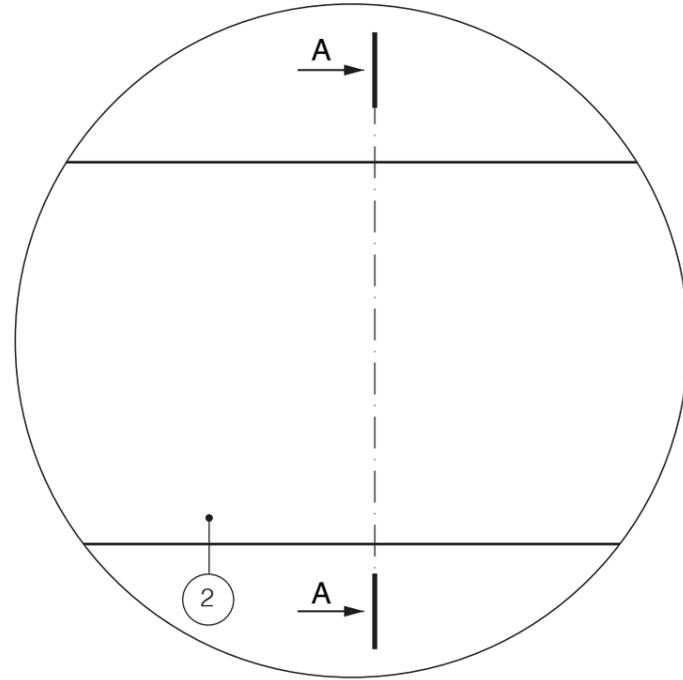
Cierre de los tubos por apriete con tapa de metal

155

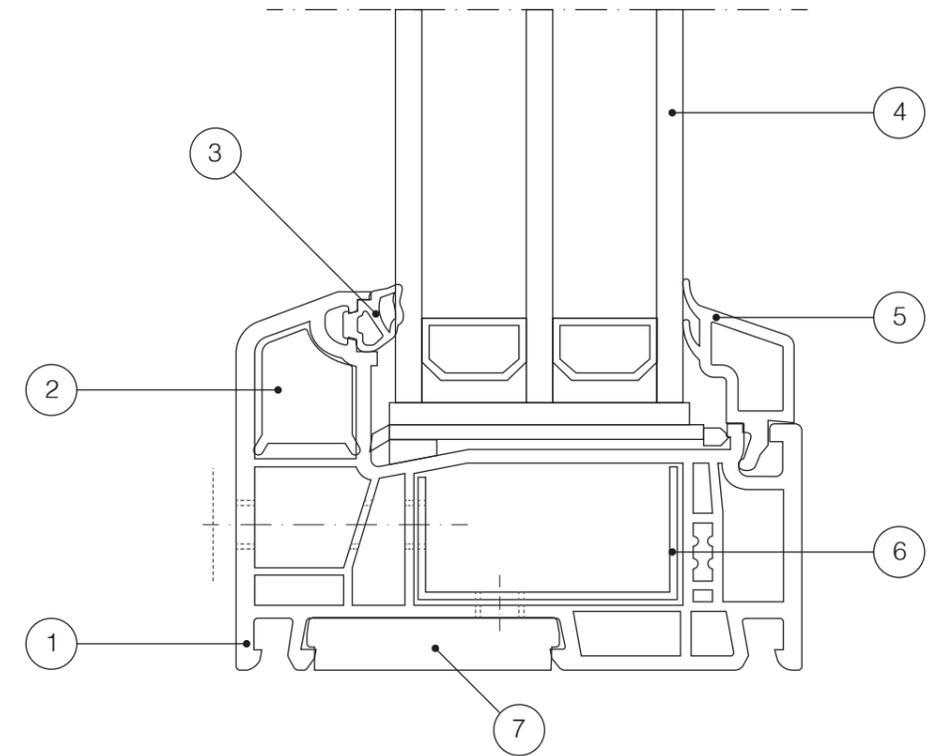
- 157** P1. Ensamblaje marco
- 159** P2. Marco
- 161** P3. Refuerzo
- 163** P4. Ensambraje sujeción
- 165** P5. Perfil sujeción corto
- 167** P6. Perfil sujeción largo
- 169** P7. Conjunto sujeción
- 171** P8. Inicio tubo 4
- 173** P9. Entrada tubo 4
- 175** P10. Final tubo 4
- 177** P11. Inicio tubo 6
- 179** P12. Mitad tubo 6
- 181** P13. Final tubo 6
- 183** P14. Tubo 8



M (1:1)



A-A (1:1)



12	Aislante	7		
12	Refuerzo	6	Plano 3	Acero galvanizado
12	Junquillo	5		PVC
1	Conjunto acristamiento	4		Vidrio
12	Junta del acristamiento	3		Caucho Etileno-Propileno-Dieno
12	Aislante	2		
1	Marco	1	Plano 2	PVC
Nº de piezas	Denominación	Marca	Referencia	Material

Universidad Politécnica de Valencia



Escala 1:20

Fecha Septiembre 2017

Título del proyecto Ledway

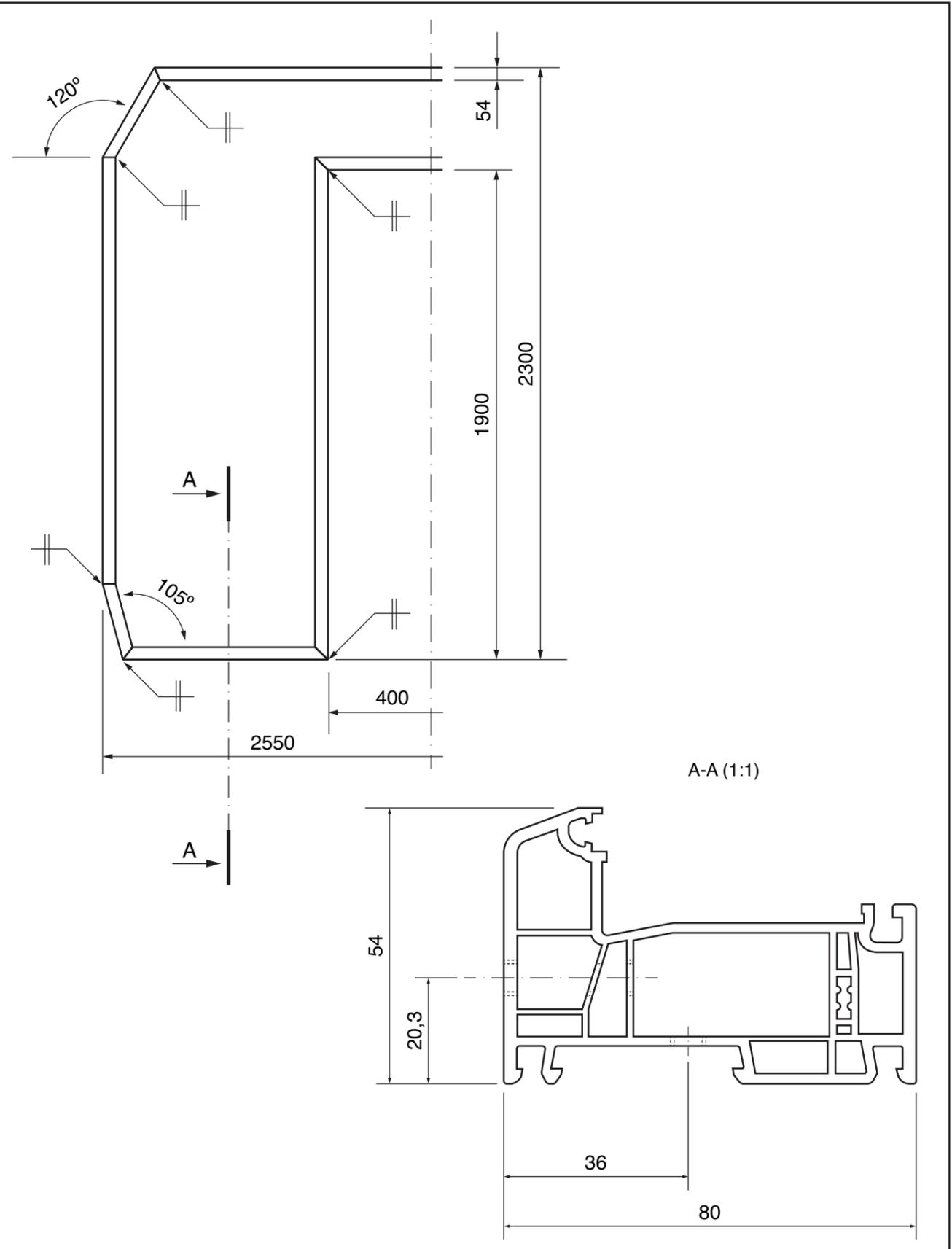
Firma

Nº plano 1/14

Denominación Ensamblaje del marco

Celia Santos Villaverde

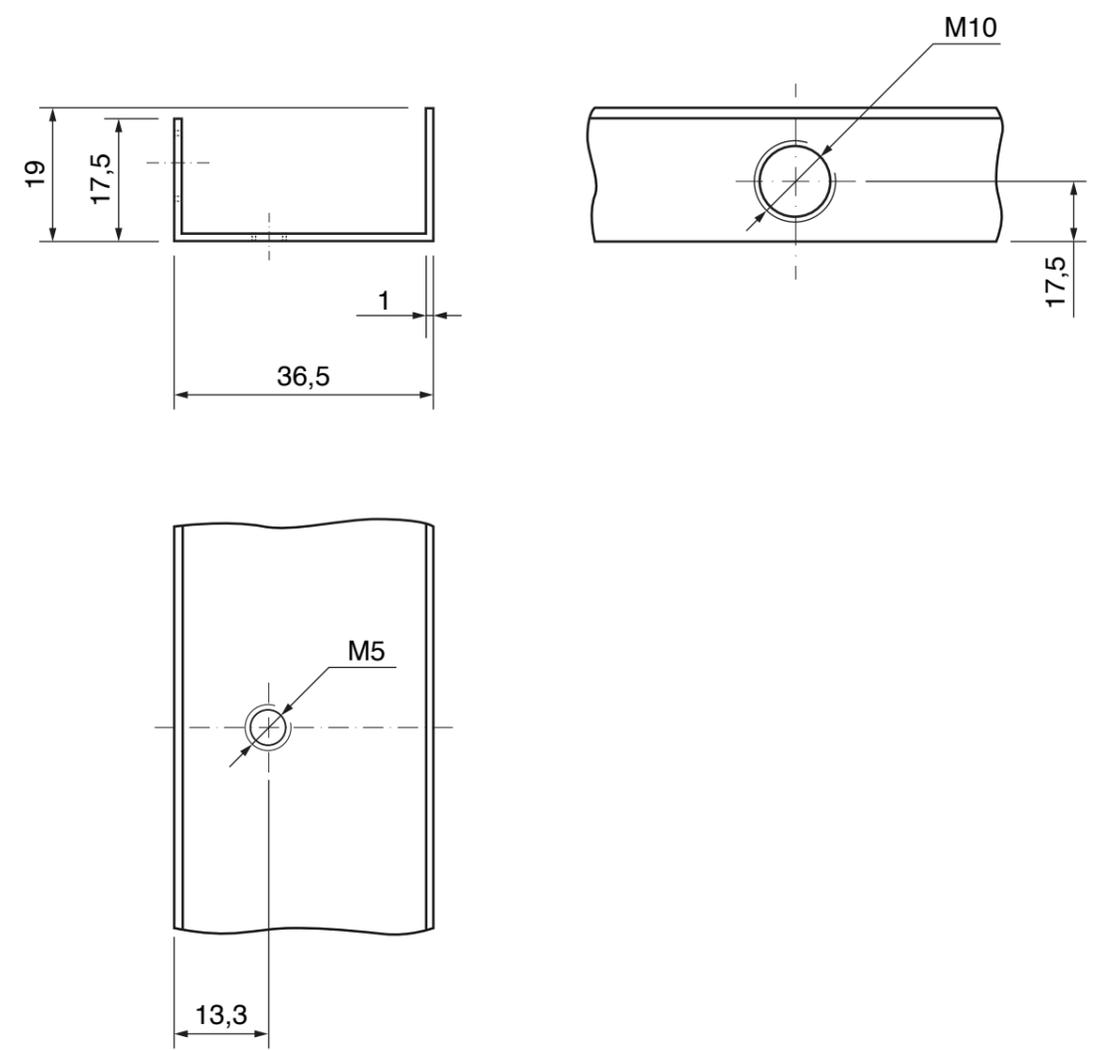
Celia Santos Villaverde



Universidad Politécnica de Valencia



Escala	1:20	Fecha	Septiembre 2017	Título del proyecto	Ledway	Firma	 Celia Santos Villaverde
Nº plano	2/14	Denominación			Marco		

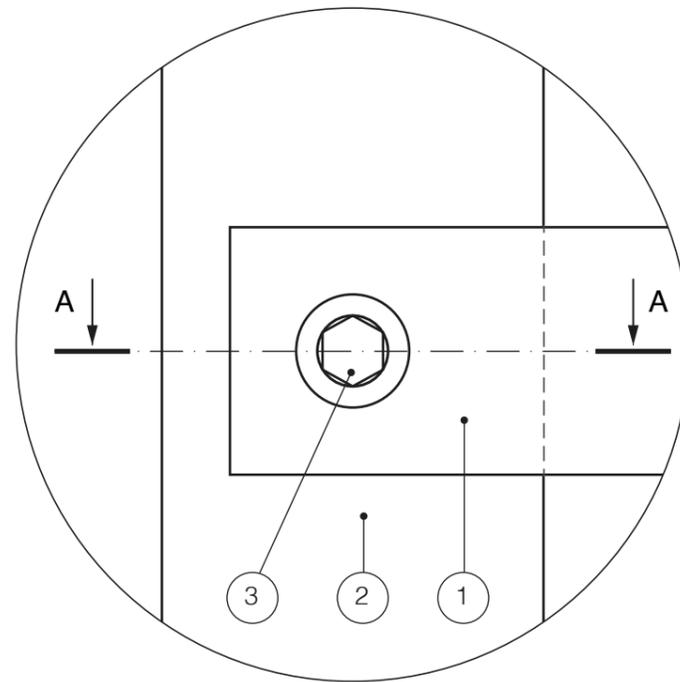


Universidad Politécnica de Valencia

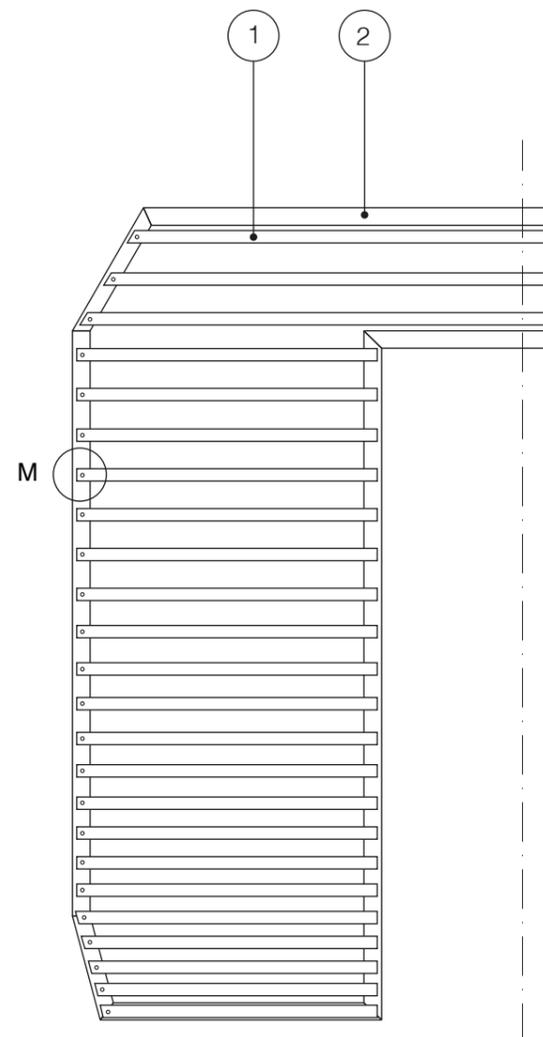
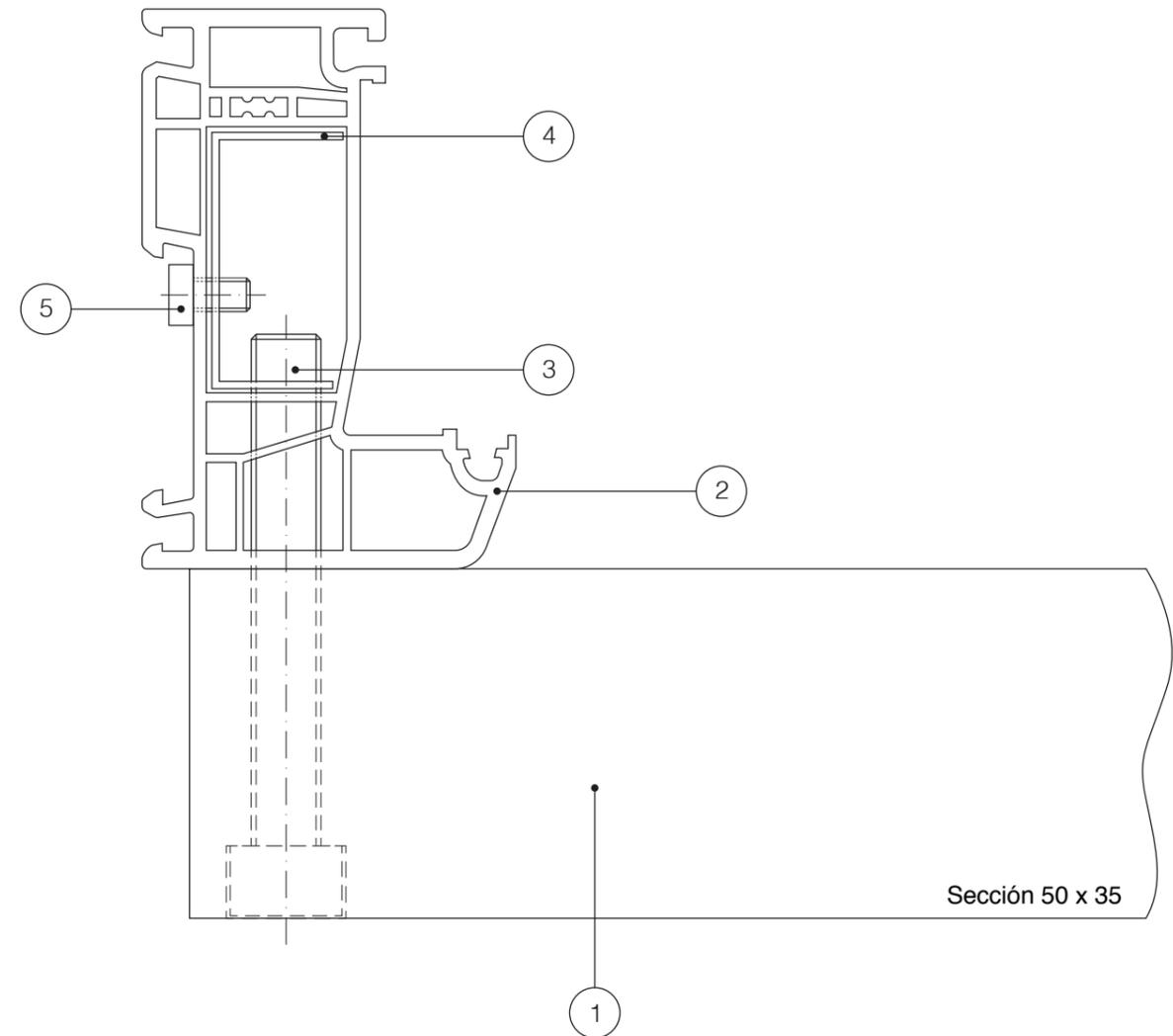


Escala	1:1	Fecha	Septiembre 2017	Título del proyecto	Ledway	Firma	<i>Celia Santos Villaverde</i>
Nº plano	3/14	Denominación			Refuerzo		Celia Santos Villaverde

M (1:1)



A-A (1:1)

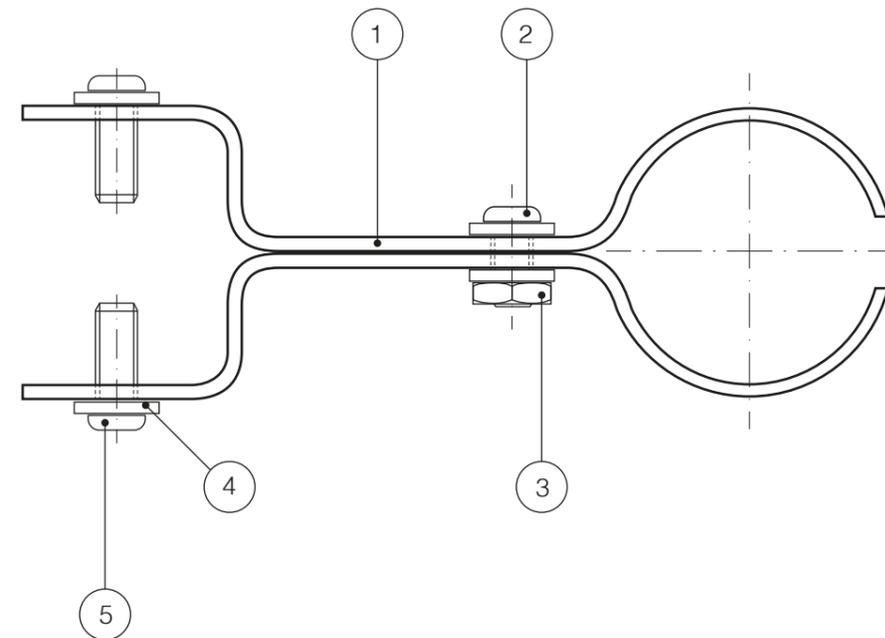


50	Tornillo de cabeza hex. ISO 4017 - M5 x 8 - 8.8	5	DIN 933	Acero
1	Refuerzo	4	Plano 3	Acero galvanizado
90	Tornillo de cabeza hueca, hex. ISO 4762 - M10 x 80 - A2-70	3	DIN 912	Acero inoxidable
1	Marco	2	Plano 2	PVC
45	Listones	1		Madera de cedro
Nº de piezas	Denominación	Marca	Referencia	Material

Universidad Politécnica de Valencia



Escala	1:20	Fecha	Septiembre 2017	Título del proyecto	Ledway	Firma	 Celia Santos Villaverde
Nº plano	4/14	Denominación	Ensamblaje de los listones				

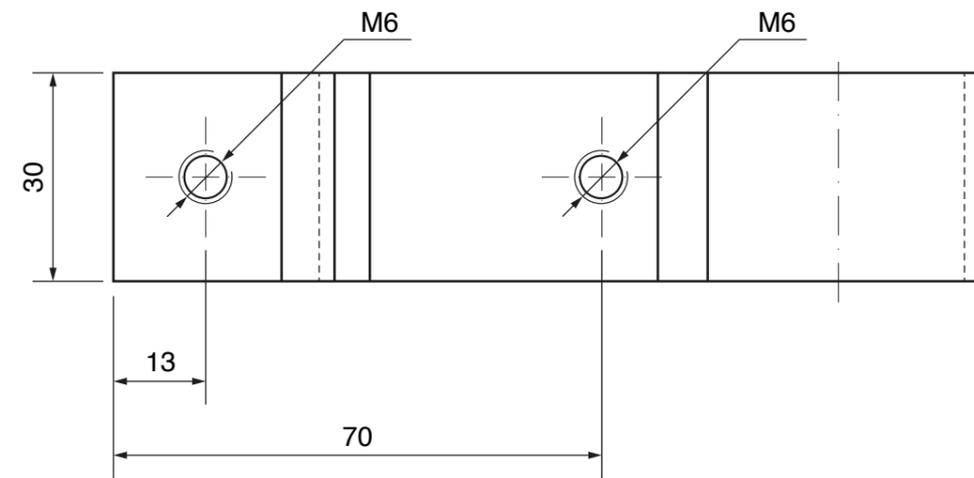
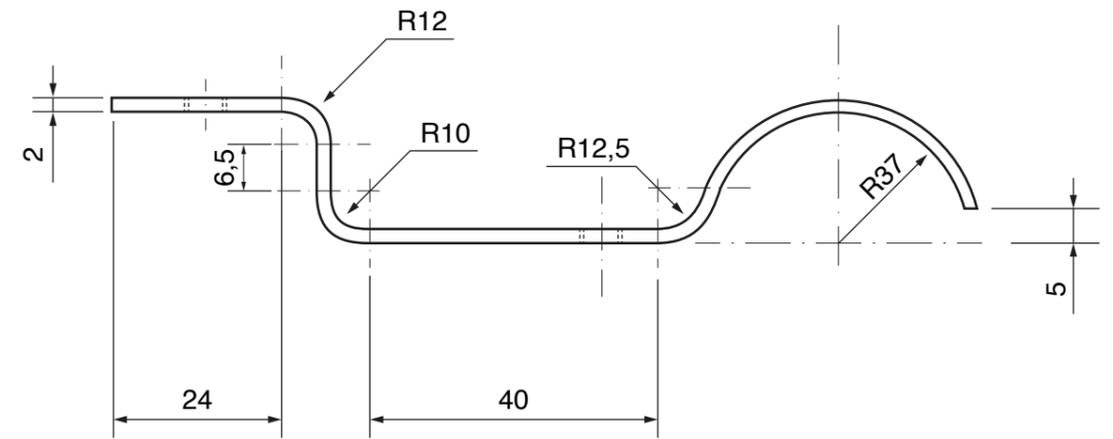


2	Tornillo cabeza redonda allen M6 x 16 - A2	5	DIN 7380	Acero inoxidable
1	Arandela ISO 7090-6-200 HV-A2	4	DIN 125-2	Acero inoxidable
1	Tuerca hexagonal estrecha ISO 4035 - M6 - A2-035	3	DIN 439	Acero inoxidable
1	Tornillo cabeza redonda allen M6 x 12 - A2	2	DIN 7380	Acero inoxidable
1	Sujeción corta	1	Plano 6	Acero S275
Nº de piezas	Denominación	Marca	Referencia	Material

Universidad Politécnica de Valencia



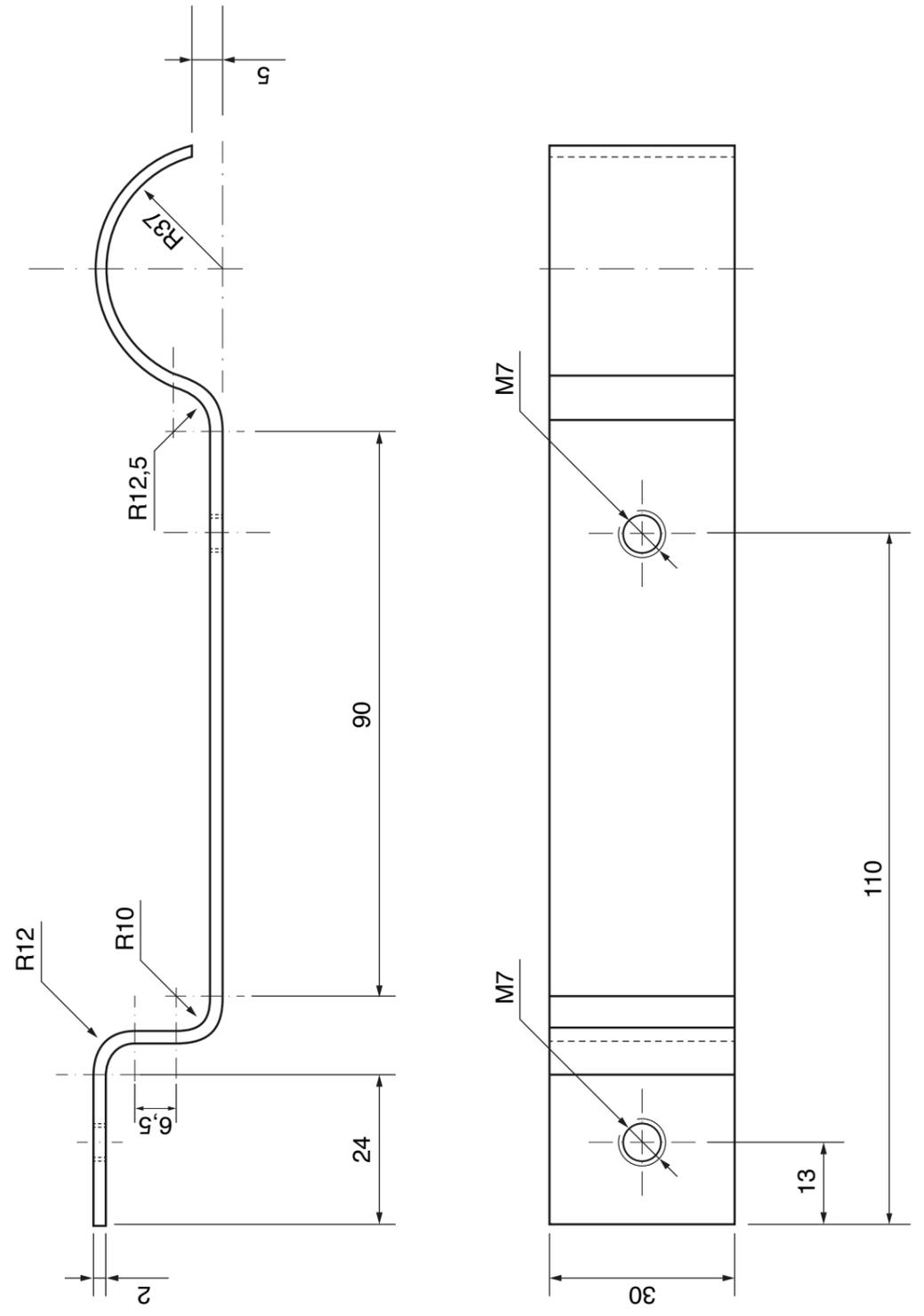
Escala	1:1	Fecha	Septiembre 2017	Título del proyecto	Ledway	Firma	<i>Celia Santos Villaverde</i>
Nº plano	5/14	Denominación	Ensamblaje de la sujeción				Celia Santos Villaverde



Universidad Politécnica de Valencia



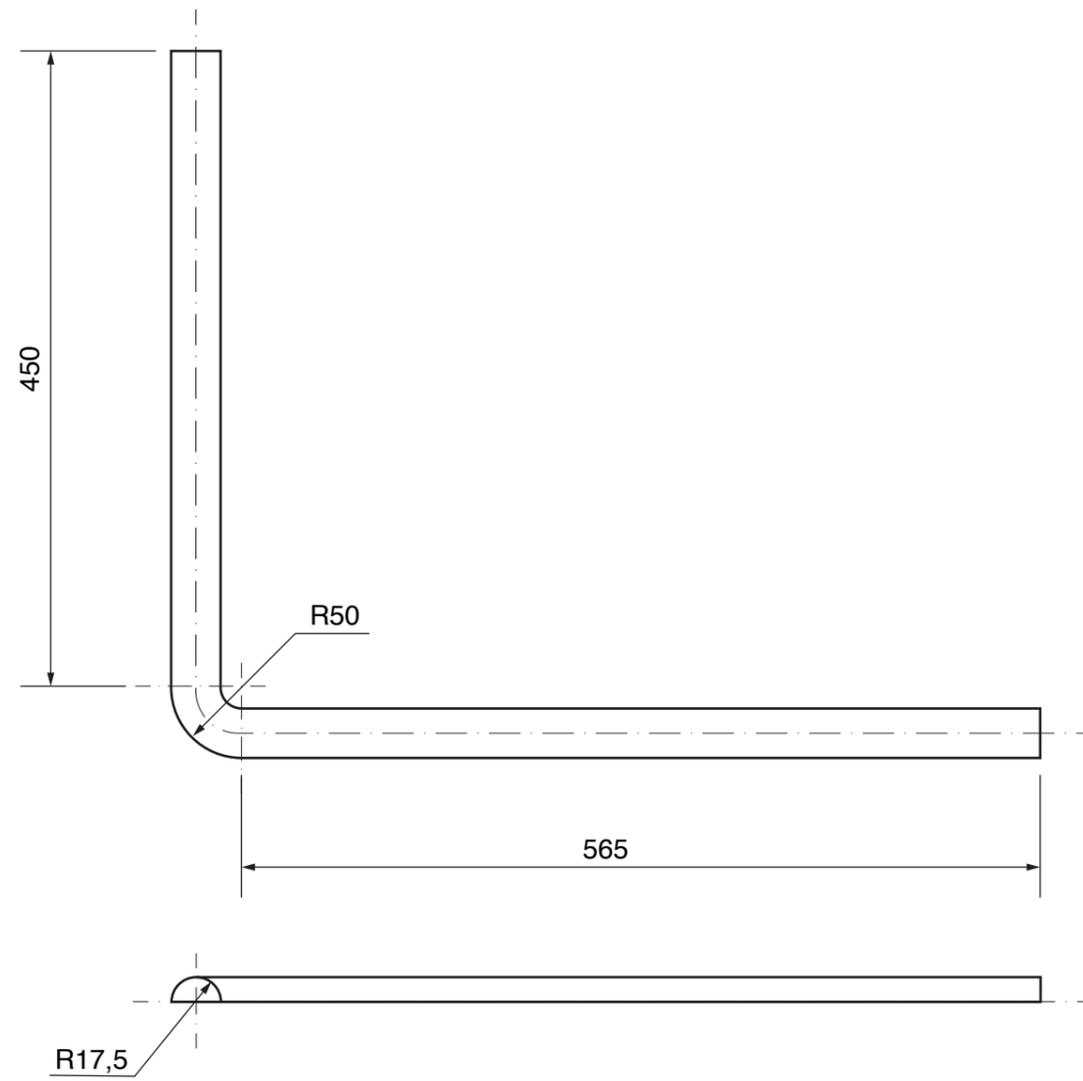
Escala	1:1	Fecha	Septiembre 2017	Título del proyecto	Ledway	Firma	 Celia Santos Villaverde
Nº plano	6/14	Denominación			Sujeción corta		



Universidad Politécnica de Valencia



Escala	1:1	Fecha	Septiembre 2017	Título del proyecto	Ledway	Firma	 Celia Santos Villaverde
Nº plano	7/14	Denominación			Sujeción larga		

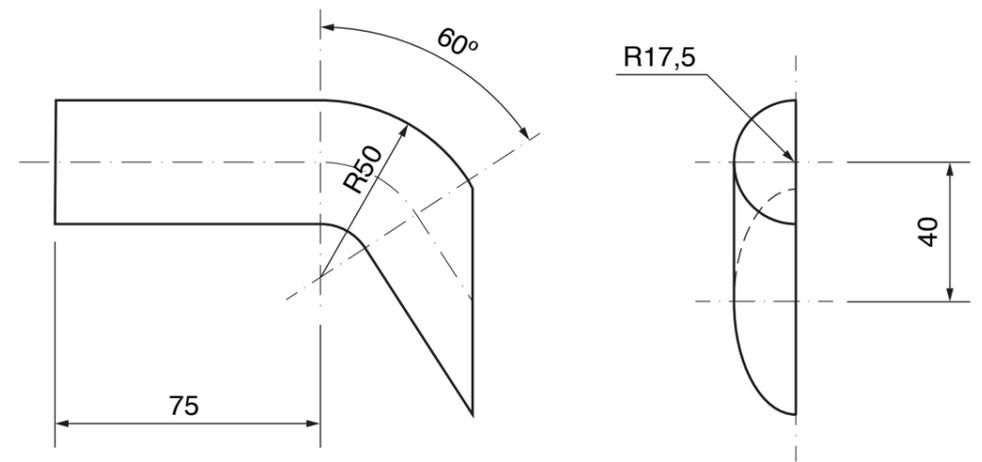


Espesor 17,5

Universidad Politécnica de Valencia



Escala 1:5	Fecha Septiembre 2017	Título del proyecto Ledway	Firma  Celia Santos Villaverde
Nº plano 8/14	Denominación Barra Línea 4. Mas del Rosari - Primado Reig		

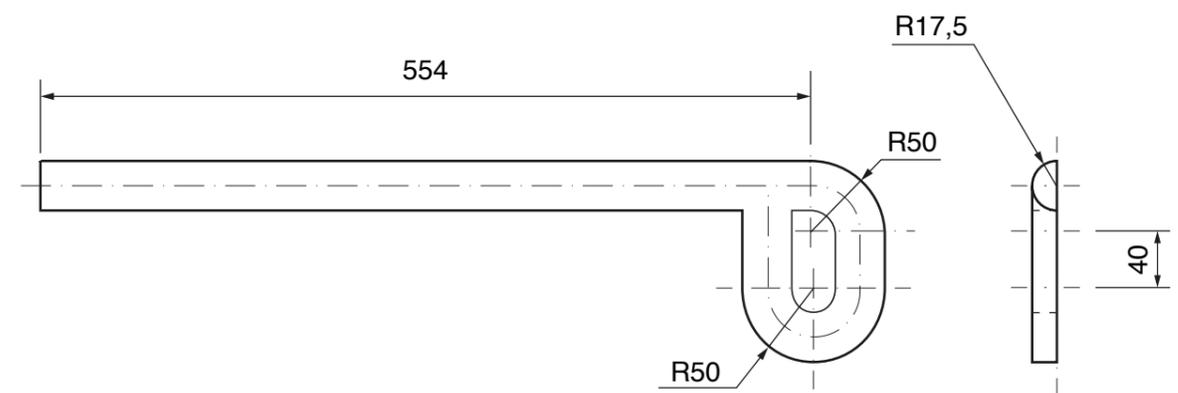


Espesor 17,5

Universidad Politécnica de Valencia



Escala	1:2	Fecha	Septiembre 2017	Título del proyecto	Ledway	Firma	 Celia Santos Villaverde
Nº plano	9/14	Denominación			Barra Línea 4. Terramelar		

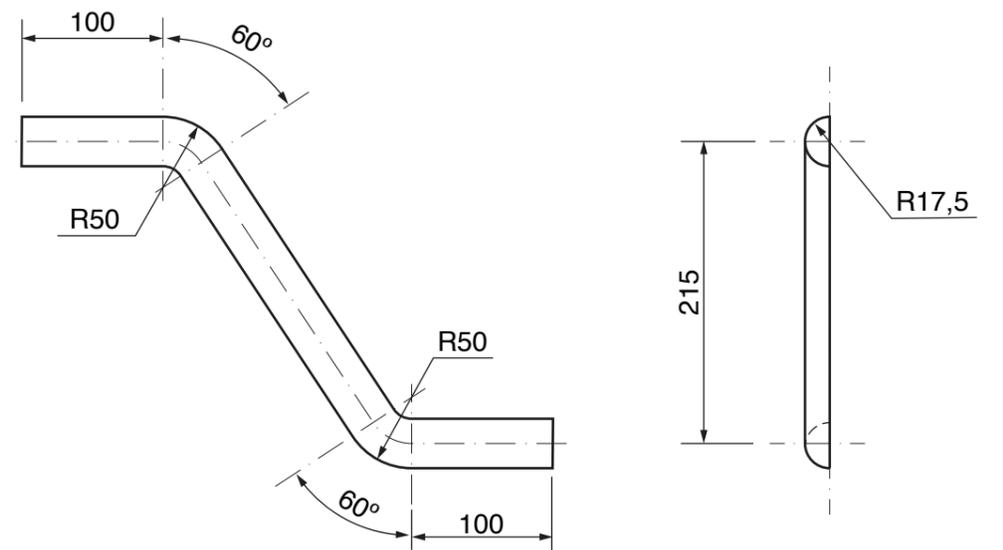


Espesor 17,5

Universidad Politécnica de Valencia



Escala 1:5	Fecha Septiembre 2017	Título del proyecto Ledway	Firma  Celia Santos Villaverde
Nº plano 10/14	Denominación Barra Línea 4. Benimaclet - Dr. Lluch		

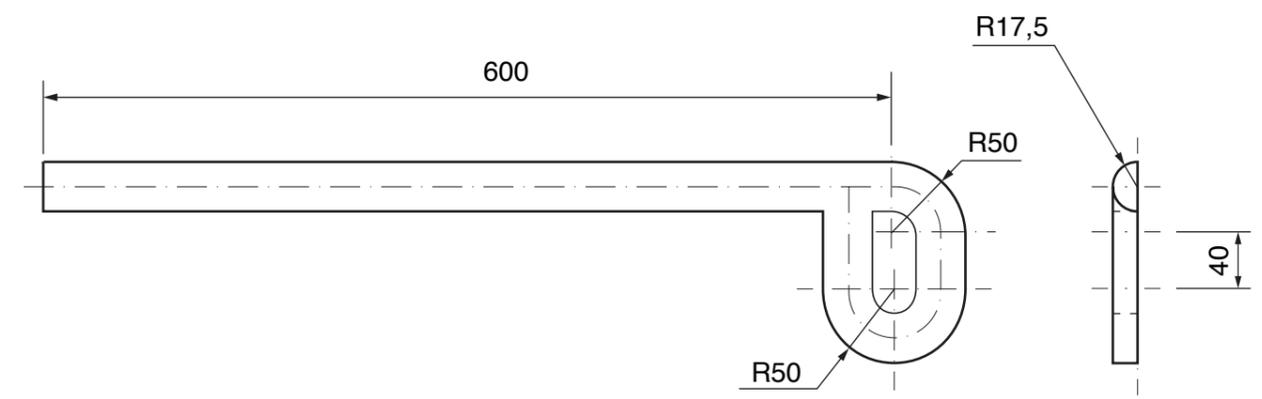


Espesor 17,5

Universidad Politécnica de Valencia



Escala 1:5	Fecha Septiembre 2017	Título del proyecto Ledway	Firma  Celia Santos Villaverde
Nº plano 11/14	Denominación Barra Línea 6. Tossal del Rey - Primado Reig		

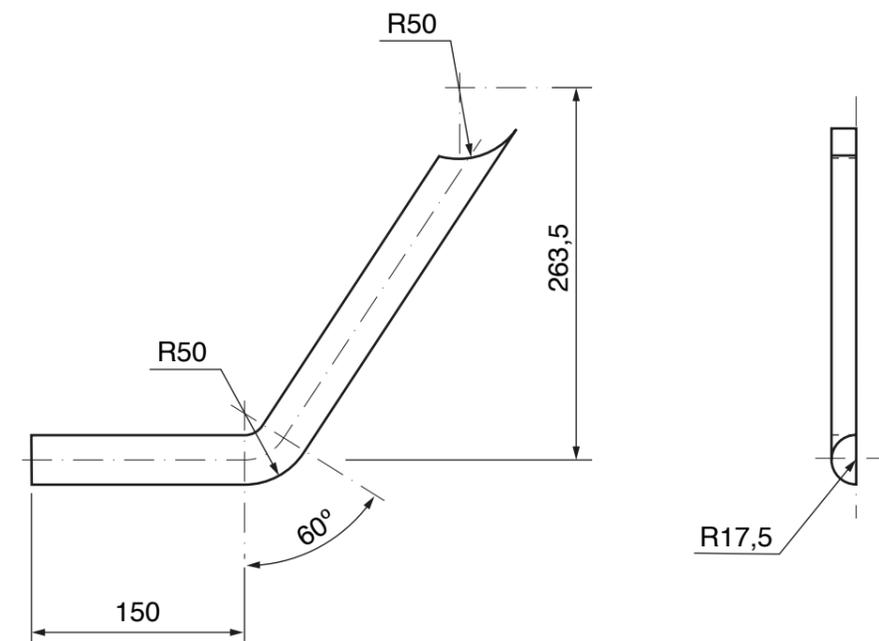


Espesor 17,5

Universidad Politécnica de Valencia



Escala 1:5	Fecha Septiembre 2017	Título del proyecto Ledway	Firma 
Nº plano 12/14	Denominación Barra Línea 6. Benimaclet - Dr. Lluch		Celia Santos Villaverde

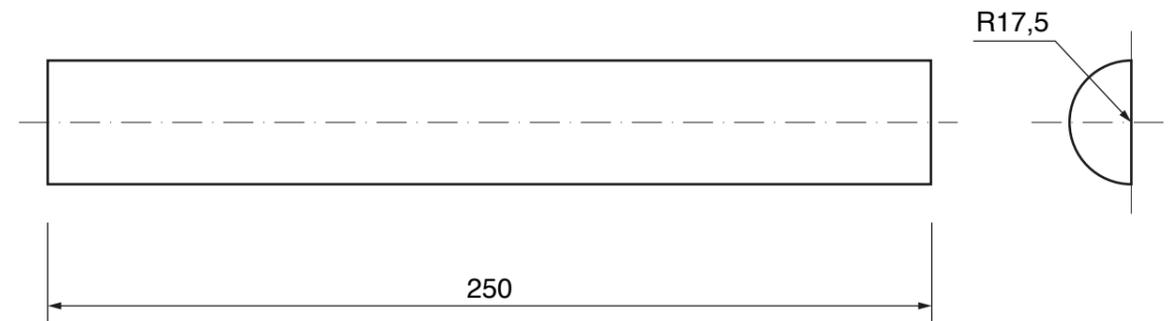


Espesor 17,5

Universidad Politécnica de Valencia



Escala 1:5	Fecha Septiembre 2017	Título del proyecto Ledway	Firma  Celia Santos Villaverde
Nº plano 13/14	Denominación Barra Línea 6. Las Arenas - Marítim-Serrería		



Espesor 17,5

Universidad Politécnica de Valencia



Escala 1:2	Fecha Septiembre 2017	Título del proyecto Ledway	Firma  Celia Santos Villaverde
Nº plano 14/14	Denominación Barra Línea 8. Marítim-Serrería - Marina Real Juan Carlos I		

Presupuesto

185

- 187** Material
- 189** Elementos adquiridos
- 190** Mano de obra directa
- 193** Presupuesto industrial

Presupuesto Material

Hoja de costo de materiales

Conjunto: <i>Ledway</i>	Nº conjuntos: 1	Efectuado por Celia Santos Fecha: 11.09.2017	Hoja Nº1 de 1
-------------------------	-----------------	---	------------------

Pieza			Material	Cantidad	Coste unitario (Euros)	Importe (Euros)
Plano	Marca	Designación				
2		Marco	PVC Placa 10 mm	1350	1,19	1606,5
3		Refuerzo	Acero galvanizado Plancha espesor 1 mm	1200x1200mm	150	150
5-7		Sujeción	Acero S275 Plachas esperos 2 mm	1000x1500mm	150	150
4	1	Listones	Madera de cedro Tablones espesor 40 mm	1,8 m ²	43€/m ²	77,4
8-14		Barras. Madera	Madera de cedro Tablones espesor 20 mm	2 m ²	21€/m ²	42
		Barras. Plástico	Plástico acrílico Tubos diámetro 35 mm	4	1,1	4,4

2030,3

Presupuesto
Elementos adquiridos

Hoja de costo de elementos adquiridos

Conjunto: <i>Ledway</i>		Nº conjuntos: 1	Efectuado por Celia Santos Fecha: 11.09.2017	Hoja Nº1 de 1	
Pieza			Cantidad	Coste unitario (Euros)	Importe (Euros)
Plano	Marca	Designación			
5	5	Tornillo cabeza redonda allen DIN-7380	36	0,2	7,22
5	4	Arandela ISO 7090	48	0,023	1,11
5	3	Tuerca hexagonal estrecha ISO 4035	12	0,021	0,25
		Tacos de expansión SX	24	0,05	1,2
4	3	Tornillo cabeza hueca hex. ISO 4762	90	1	90
4	5	Tornillo cabeza hexagonal ISO 4017	50	0,35	17,5
		Tira LED 5m	1	10	10
					127,28

Presupuesto

Mano de obra directa

Se denomina mano de obra directa (m.o.d.) al conjunto de operarios relacionados directamente con la producción y con responsabilidad sobre un puesto de trabajo. Por lo tanto, el costo de la mano de obra directa representa el producto del tiempo concedido para realizar las actividades del proceso, tanto de fabricación como de montaje, por su jornal correspondiente.

Horas de trabajo efectivas al año

Se establecen anualmente para cada sector industrial o empresa convenio colectivo propio:

$$He = 1800 \text{ h}$$

Horas de trabajo efectivas al día

Es el resultado de dividir las horas de trabajo efectivas/año, He:

$$Jd = He/Cr = 1800/233 = 7,73 \text{ horas}$$

Salario por día

Se obtiene calculando el salario base/día (Sbd) y plus/día (Pd), y es establecido para cada categoría profesional:

$$Sb = Sbd + Pd$$

Días naturales, Dn	365
Deducciones, D	132
Domingos	52
Sábados	52
Vacaciones	20
Fiestas	8
Días reales, Dr = Dn - D	233

Concepto	Duración (min)	Trabajador			
		Oficial 1	Oficial 2	Oficial 3	Especialista
Fabricación de piezas					
Inspección del material en bruto	18	x			
Limpieza y preparación	15	x			
Inspección de las dimensiones tras el proceso	25	x			
Corte sierra	60		x		
Extrusión	20				x
Soldado	30				x
Corte láser	65				x
Preparación guía y yunque	4		x		

Estampación	20		x		
Plegado	18			x	
Corte fresadora	18				x
Moldurado	15			x	
Limado	25			x	
Taladrado	42		x		
Atornillado	30		x		
Limpieza pieza	16			x	
		58 min	156 min	74 min	133 min

Concepto	Duración (min)	Trabajador			
		Oficial 1	Oficial 2	Oficial 3	Especialista
Montaje y ensamblaje					
Ensamblaje marco	119	x			
Atornillado listones	20	x			
Montaje barras	20		x		
Instalación tiras LED	5				x
Atornillado sujeciones	8		x		
Comprobar funcionamiento	4			x	
		139 min	28 min	4 min	5 min

	Tiempo total 1	Tiempo total 2	Tiempo total	Salario/Hora	Precio total
Oficial 1	0,97	2,32	3,29	9,2	30,24
Oficial 2	2,6	0,47	3,07	10,5	32,2
Oficial 3	1,23	0,07	1,3	9	11,7
Especialista	2,22	0,08	2,3	8,3	19,09
Total	7,02	2,94	9,96	37	93,23

Presupuesto industrial

El presupuesto industrial se realiza para saber el precio de venta en fábrica que tendrá nuestro producto. Este precio se obtiene calculando el coste total en fábrica y sumándole el beneficio industrial. A continuación se irá desarrollando el presupuesto del producto proyectado para obtener el mencionado precio de venta del mismo.

Presupuesto industrial	Ejecutado por Celia Santos			
	Fecha: Septiembre 2017		Hoja nº1 de 1	
Concepto	Descripción		Importe (Euros)	
1, Costo de fabricación	Material	Fabricados	2030,3	2250,81
		Adquiridos	127,28	
	Mano de obra, M.O.D.		93,23	
2. Mano de obra indirecta	M.O.I.=(34,7%) x M.O.D./100		0,32	
3. Cargas sociales	C.S.=(37,5%) x (M.O.D.+M.O.I.)/100		0,35	
4. Gastos generales	G.G.=(47%) x M.O.D./100		0,44	
5. Costo total en fábrica	Ct=Cf+M.O.I.+C.S.+G.G.		2251,92	
6. Beneficio industrial	15% Ct		337,788	
7. Precio de venta en fábrica	Unitario		2589,71	

Precio fijo (IVA 21%)	3133,55
-----------------------	---------

El precio final con IVA es de 3133,55 deducido a partir de las hojas de presupuesto anteriores.

Es importante mencionar que este precio ha sido calculado tomando como base la fabricación un solo tabique. En ese sentido no se han podido obtener precios de proveedores más económicos que se obtendrían con lotes de grandes cantidades.

Fuentes consultadas

195

197 Bibliografía

201 Webgrafía

211 Galería

Fuentes Consultadas

Bibliografía

- 1 Calori, Chris; Vanden-Eynden, David. *Signage and Wayfinding Design*. Hoboken, New Jersey: Wiley, 2015.

Signage and Wayfinding Design es la referencia interdisciplinaria para cualquier diseñador encargado de diseño gráfico del entorno. Totalmente actualizada para cubrir lo último en tecnología, uso y requisitos, esta segunda edición a todo color ofrece un recurso único para todos los aspectos y etapas del diseño de la señalización.

- 2 García Molina, C.; Moraga, R.; Tortosa, L.; Verde, V. *Guía de Recomendaciones para el Diseño de Mobiliario Ergonómico*. Valencia: Instituto de Biomecánica de Valencia, 1992

La siguiente guía presenta tablas antropométricas de la población española aplicadas al diseño de mobiliario; criterios ergonómicos de diseño de muebles de oficina, escolar, geriátrico y de hogar, y que recoge normas técnicas nacionales e internacionales. Se seleccionan los datos más significativos para el dimensionamiento del tabique separador.

- 3 Hejduk, John. *Víctimas*. Valencia, España: Artes Gráficas Soler, S.A., 1993.

El proyecto "Víctimas" de John Hejduk es una representación arquitectónica de 67 estructuras planeadas durante 60 años, en el sitio arrasado de una cámara de tortura nazi en Berlín. Hejduk escribe y representa sobre personas y oficios de la ciudad de Berlín. Su relato sobre el hombre del tranvía sirvió como inspiración.

- 4 Meuser, Philipp; Pogade, Daniela. *Construction and Design Manual: Wayfinding and Signage*. DOM Publishers, 2010.

Este volumen de la serie de manuales de construcción y diseño, orientada a la práctica, muestra 50 sistemas internacionales de señalización y orientación. La señalización de identidad e imaginación para edificios culturales, de transporte y educativos se presenta gráficamente y con gran detalle.

- 5 Shaoqiang, Wang. *New Signage Design: Connecting People & Spaces*. China: Promopress, 2015.

El libro recoge el más reciente y más fresco diseño de señalización de todo el mundo. Todos ellos están hechos a medida para espacios específicos, incluyendo escuelas, hoteles, centros comerciales, bibliotecas, garajes de estacionamiento e instalaciones médicas. Estos exitosos proyectos de señalización no sólo ayudan a las personas a encontrar su camino con facilidad, sino que también integran estéticamente la arquitectura e interiores de todo el edificio con el diseño gráfico.

Normas técnicas

- 1** Asociación Española de Normalización y Certificación. **UNE- EN ISO 286-1:2011**: Especificación geométrica de productos (GPS). Sistema de codificación ISO para las tolerancias en dimensiones lineales. Parte 1: Base de tolerancias, desviaciones y ajustes.
- 2** Asociación Española de Normalización y Certificación. **UNE- EN ISO 5457:2000**: Documentación técnica de producto. Formatos y presentación de los elementos gráficos de las hojas de dibujo.
- 3** Asociación Española de Normalización y Certificación. **UNE- EN ISO 5455:1996**: Dibujos Técnicos. Escalas. (ISO 5455:1979).
- 4** Asociación Española de Normalización y Certificación. **UNE 1-039:94**: Dibujos técnicos. Acotación. Principios generales, definiciones, métodos de ejecución e indicaciones especiales.
- 5** Asociación Española de Normalización y Certificación. **UNE 1-027:75**: Dibujos técnicos. Escritura. Caracteres corrientes.
- 6** Asociación Española de Normalización y Certificación. **UNE-EN 22553**: Uniones soldadas por fusión, soldeo fuerte y soldeo blanco. Representación simbólica en los planos.
- 7** Asociación Española de Normalización y Certificación. **UNE-EN ISO 4762**: Tornillos de cabeza hueca hexagonal.
- 8** Asociación Española de Normalización y Certificación. **UNE-EN ISO 4017**: Tornillos de cabeza hexagonal. Productos de clases A y B.
- 9** Tornillo cabeza redonda allen **DIN-7380** inoxidable A-2: <https://entaban.es/allen/145-tornillo-cabeza-redonda-allen-din-7380-inoxidable-a-2.html>
- 10** Asociación Española de Normalización y Certificación. **UNE-EN ISO 7090**: Arandelas planas achaflanadas. Serie normal. Productos de clase A.
- 11** Asociación Española de Normalización y Certificación. **UNE-EN ISO 4035**: Tuercas hexagonales estrechas (achaflanadas). Productos de clases A y B.

Fuentes Consultadas

Webgrafía

Antecedentes

Introducción. El transporte

Ministerio de Fomento https://www.fomento.gob.es/mfom/lang_castellano/default.htm [Última consulta: 18.7.17]

Historia del tranvía

Tranvía <https://es.wikipedia.org/wiki/Tranv%C3%ADa> [Última consulta: 18.7.17]

Oficios ferroviarios <http://www.elcorreo.com/vizcaya/ocio/201311/24/domingo-relatos-ferroviarios-oficios.html> [Última consulta: 20.6.17]

La “231 D 735” de François de Roubaix https://www.youtube.com/watch?v=g2WDic5J_4c [Última consulta: 16.7.17]

Tranvía en España

Tranvías en España https://es.wikipedia.org/wiki/Tranv%C3%ADas_en_Espa%C3%B1a [Última consulta: 16.7.17]

Tranvías en proyecto, construcción, y servicio <http://www.vialibre-ffe.com/noticias.asp?not=2928> (2009) [Última consulta: 20.7.17]

Lista Tranvías Google <https://www.google.com/maps/d/u/0/viewer?mid=1Qe40R0bHqDWpxVbIn0hzyS58h5Y&hl=es&ll=43.02200630019924%2C-2.794688130979921&z=9> [Última consulta: 20.7.17]

Artículo peores y mejores tranvías de España http://www.elconfidencialautonomico.com/estado_autonomico/Espana-Malaga-Metro-Ligero-Madrid_0_2438156187.html [Última consulta: 20.7.17]

Flota de tranvías por ciudades <http://www.listadotren.es/tranvias/index.php> [Última consulta: 20.7.17]

Flota CAF España <http://www.caf.net/es/cafmundo.php#proyectos> [Última consulta: 20.7.17]

Artículo precios transporte urbano en la UE <http://www.nuevatribuna.es/articulo/medio-ambiente/viajar-transporte-publico-espana-30-mas-barato-media-ue/20150915112426120115.html> [Última consulta: 21.7.17]

Características

Ministerio de Fomento. Cuidado con el medio ambiente <https://www.fomento.gob.es/NR/rdonlyres/02ED782D-0A8E-462B-83D0->

	CCE67E4B51CD/137112/TransporteUrbano.pdf [Última consulta: 20.7.17]
Ministerio de Fomento. Informe de la Comisión Técnica Científica para el estudio de mejoras en el Sector Ferroviario	http://www.fomento.gob.es/NRrdonlyres/F2306101-F215-4C10-A121-6D6AF083D453/125370/InformeComisiónTécnicoCientíficaSectorFerroviario1.pdf [Última consulta: 21.7.17]
Accesibilidad CAF	http://www.caf.net/es/accesibilidad/accesibilidad.php [Última consulta: 20.7.17]
Seguridad	http://www.fgv.es/salvador-asiste-en-valencia-a-la-comision-de-trabajo-de-seguridad-en-la-circulacion-en-los-metros-y-tranvias-de-espana-de-atuc/ [Última consulta: 20.7.17]
Vídeos tranvía de Zaragoza	
Promoción línea 2	https://www.youtube.com/watch?v=HsBclDtsns [Última consulta: 16.7.17]
Conoce el tranvía	https://www.youtube.com/watch?v=dwb_rtBRcJQ [Última consulta: 16.7.17]
Conductor explicando	https://www.youtube.com/watch?v=kq0fkSY-5Ck [Última consulta: 16.7.17]
Ventajas	https://ecomovilidad.net/madrid/falsos-mitos-tranvia/ [Última consulta: 20.7.17]
Stadler	
Historia	https://es.wikipedia.org/wiki/MACOSA [Última consulta: 22.7.17]
Noticia Vossloh	https://elpais.com/ccaa/2016/01/07/valencia/1452171941_495062.html [Última consulta: 22.7.17]
Blog evolución Stadler	http://almadeherrero.blogspot.com.es/2016/06/talleres-devis-y-noguera.html [Última consulta: 22.7.17]
Tramlink	http://www.stadlerrail.es/en/products_1/passenger_vehicles/tramway_1/tramway_3.html [Última consulta: 22.7.17]
Citylink y Tramlink	http://www.stadlerrail.com/en/products/detail/tram-trains/ [Última consulta: 22.7.17]
Metrovalencia	
CAF Valencia	http://www.caf.net/es/productos-servicios/proyectos/proyecto-detalle.php?p=63 [Última consulta: 20.7.17]
Historia Metrovalencia	https://es.wikipedia.org/wiki/Metrovalencia [Última consulta: 26.7.17] http://ferropedia.es/wiki/Metrovalencia

	[Última consulta: 26.7.17]
Historia tranvía Valencia	http://www.busvalencia.com/fototranvias.htm [Última consulta: 26.7.17]
Infraestructura de transporte de la Comunidad Valenciana. Plan PIE 2004-2010	http://www.ces.gva.es/cs_/index.htm [Última consulta: 27.7.17]
Señalización y wayfinding	
<i>Liniennetzplan</i> de Motas Design	http://www.motasdesign.com [Última consulta: 21.8.17]
Sede de Westpac Group por Urbanite	http://www.adg-fad.org/es/laus/proyecto/westpac-group-headquarters-barangaroo [Última consulta: 21.8.17]
Museo de Arquitectura de Wroclaw por arch_it	http://www.archit.pl [Última consulta: 21.8.17]
Referencias visuales I Inspiración	
<i>Real Flex</i> de Ora-Íto	http://www.arch2o.com/real-flex-ora-ito/ [Última consulta: 12.6.17] http://www.evolo.us/architecture/the-hidden-art-of-sneakers-ora-ito/ [Última consulta: 12.6.17]
<i>Krion Sink</i> de Stark Group	http://www.krion.com/en/ [Última consulta: 12.6.17]
<i>DD Sugi</i> de Shinpei Arima & Masayuki Kurokawa	http://japanesedesign.pl/2013/dd-sugi/?utm_source=feedburner&utm_medium=feed&utm_campaign=Feed%3A+japanesedesignpl+%28Japanese+Design%29 [Última consulta: 13.6.17]
<i>Bøy</i> de Gard Flydal Rorgemoen	http://100percentnorway.com/gard-flydal-rorgemoen [Última consulta: 11.6.17]
Ilusiones ópticas en 2D de Ian Rousey	http://ianrousey.com/index.html [Última consulta: 12.6.17]
<i>Éxtasis</i> de Lo Siento Studio	http://www.losiento.net [Última consulta: 16.6.17]
<i>Líneas</i> de Marco Bernardes	https://www.behance.net/marcos_bernardes [Última consulta: 16.6.17]
Póster de We are 1910	http://weare1910.com/#_=_/ [Última consulta: 16.6.17]
Logo para Gavth Studio de Tugba Ozcan	https://www.behance.net/tugbaozcan [Última consulta: 12.6.17]
Ilustración de Wesley Bird	http://wesleybird.com [Última consulta: 12.6.17]
<i>Beaubien Three Positions</i> y <i>Beaubien Suspension</i> de Lambert & Fils	http://www.lambertetfils.com [Última consulta: 16.6.17]

Mobiliario del Grupo Memphis	https://makeitworkvalencia.wordpress.com/2014/02/25/grupo-memphis/ [Última consulta: 16.6.17]
<i>Slim Brass</i> de Adolfo Abejón	http://www.adolfoabejon.com/products#venice [Última consulta: 16.6.17]
<i>Three-Legged Side Chair, DCM</i> de Charles & Ray Eames	https://www.moma.org/collection/works/1944 [Última consulta: 16.6.17] https://www.vitra.com/es-es/corporation/designer/details/charles-ray-eames [Última consulta: 16.6.17]
<i>Field</i> de Dmitry Kozinenko	https://www.behance.net/dimas1c [Última consulta: 16.6.17] http://leibal.com/furniture/field/ [Última consulta: 16.6.17]
<i>Kit-Lamp y Curve Wall Shelf</i> de Rowan Jackman Design	https://www.rowanjackmandesign.com [Última consulta: 16.6.17] http://design-milk.com/flat-pack-floor-lamp-wood-3d-printed-parts/ [Última consulta: 16.6.17]
<i>Schirme</i> de Johanna Dehio & Dominik Hehl	http://johannadehio.de/products/ [Última consulta: 17.6.17] http://dominikhehl.de/project/schirme/ [Última consulta: 17.6.17]
<i>Venice</i> de Adolfo Abejón	http://www.adolfoabejon.com/products#venice [Última consulta: 16.6.17]
Ceiling Lights <i>Nut C</i> de Kononenko ID	http://kononenkoid.com [Última consulta: 16.6.17] https://www.behance.net/yIkul [Última consulta: 16.6.17]

Estudio de mercado

Interior de Urbos 3 de CAF en la línea 1 de Zaragoza	http://www.caf.net/es/productos-servicios/proyectos/proyecto-detalle.php?p=61 [Última consulta: 22.6.17]
<i>LoungeLink</i> de Priestmangoode	http://www.priestmangoode.com [Última consulta: 22.6.17] http://www.designindaba.com/articles/creative-work/lounging [Última consulta: 22.6.17]
Propuesta para el metro de Riyadh por RCP	http://en.rcp.fr/design-global/11-riyadh-metro.html [Última consulta: 23.6.17]
Propuesta para el tranvía de Barcelona por Damien Loreaux	https://www.behance.net/gallery/45982283/Barcelona-Tramway [Última consulta: 22.6.17]
<i>Russia One</i> de UralVagonZavod	http://uralvagonzavod.com/news/76/

[Última consulta: 23.6.17]
<http://r1.uvz.ru/en/press/>
[Última consulta: 23.6.17]

Separador de ambientes

<i>Parati-RJ</i> de Tride Interiores	https://www.pinterest.pt/trideinteriores/tride-na-casa-claudia/ [Última consulta: 22.6.17]
Casa cp. Barcelona de BAAS	http://www.jordibadia.com [Última consulta: 22.6.17] http://diariodesign.com/2010/03/un-piso-de-inspiracion-nordica-diseno-de-baas-arquitectos/ [Última consulta: 22.6.17]
Dieño interior de la oficina de 99c Advertising Agency por InHouse Brand Architects	http://www.inhouse.ws/erp-portfolio/99c/ [Última consulta: 22.6.17]
Ejemplo de oficina de Concept/Glass	http://www.conceptglass.fi/glassprinting-3-1-1/ [Última consulta: 22.6.17]
<i>PD3 Space</i> de Richard Shed Studio	http://www.richardshed.com [Última consulta: 23.6.17]
Habitación de <i>Tarasovo</i> por Zrobym	http://zrobym.by [Última consulta: 23.6.17] https://www.behance.net/gallery/44767927/TARASOVO [Última consulta: 23.6.17]
Baño de <i>High House</i> por Dan Gayfer Design	http://dangayfer.com [Última consulta: 23.6.17]
<i>Wogg 39 Screen</i> de Frédéric Dedelley	https://wogg.ch [Última consulta: 24.6.17] http://www.fredericdedelley.ch/project.php?id=16 [Última consulta: 24.6.17]
<i>Folding Screen</i> de Charles & Ray Eames	https://www.vitra.com/es-es/home [Última consulta: 24.6.17]

Estatería

<i>Konnex</i> de Florian Gross Design Studio	http://www.floriangross.net/konnex.html [Última consulta: 24.6.17]
Expositor de Leandro Farina	http://leandrofarina.com [Última consulta: 24.6.17] https://east.co/artists/leandrofarina/ [Última consulta: 24.6.17]
Estantería a modo de celosía	https://item.taobao.com/item.htm?id=538842651996&toSite=main [Última consulta: 24.6.17]
<i>Link Shelf</i> de StudioHausen	http://www.studiohausen.com/en/ [Última consulta: 24.6.17] https://www.dezeen.com/2014/09/29/link-shelf-studio-hausen-modular-shelving/ [Última consulta: 24.6.17]

Balda I Colgador

Iggy de Luca Longu para Formabilio <http://design-milk.com/modular-console-table-named-iggy/> [Última consulta: 24.6.17]
<http://www.lucalongu.com/iggy.html> [Última consulta: 24.6.17]

Piano Shelf de Sebastián Errázuriz <http://www.meetsebastian.com/sebastian-errazuriz-design-art-piano-shelf-black/> [Última consulta: 23.6.17]
<http://www.meetsebastian.com> [Última consulta: 23.6.17]

Casual Showroom de Sketchers por Zemberek Design <http://www.zemberek.org/en/index.php> [Última consulta: 23.6.17]

Pegboard de Koskela <https://www.koskela.com.au/collection/> [Última consulta: 20.6.17]
<http://aspynovard.com/diyhousemakeover/> [Última consulta: 24.6.17]

Exposición Lama/NonLama de Studiopepe <http://www.studiopepe.info> [Última consulta: 24.6.17]

Coat Frame de We Do Wood <http://www.wedowood.dk> [Última consulta: 24.6.17]

Asiento

JumpSeat Series de Ziba Design <https://www.ziba.com/ziba-labs/> [Última consulta: 23.6.17]
<https://www.sediasystems.com/jumpseat-studio/> [Última consulta: 23.6.17]

Coffee Bench de Beyond Standards Studio <http://design-milk.com/coffee-bench-by-beyond-standards/> [Última consulta: 22.6.17]

Horizon y Island Bay de PriestmanGoode <http://www.priestmangoode.com/project/horizon-island-bay/> [Última consulta: 22.6.17]

Distribución interior de un tranvía de Jun Yasumoto <http://www.junyasumoto.com/#/train-interior/> [Última consulta: 24.6.17]

Diseño de tranvía TrytoN de Theosone <https://www.behance.net/theosone> [Última consulta: 24.6.17]

Elementos auxiliares de transporte

Bastidores para bicicletas de BART <http://www.bart.gov/about/projects/cars/new-features> [Última consulta: 24.6.17]

Look Up Handle de Kwon il Hyun y Lee Ji Su <http://kdesignaward.com/exhibition/278> [Última consulta: 24.6.17]

Concepto para el metro de Boston por IDA <http://www.id-alliance.com.au/transport-design-portfolio> [Última consulta: 24.6.17]

Propuesta para el tranvía de Barcelona por <https://www.behance.net/damienloreaux>

Damien Loreaux [Última consulta: 22.6.17]

Mercedes-Benz Future Bus de Daimler Buses <https://www.daimler.com/company/business-units/daimler-buses/> [Última consulta: 25.6.17]

Briefing

Objetivos

Ferrocarriles de la Generalidad Valenciana <http://www.fgv.es> [Última consulta: 2.8.17]

Normativa

Calidad. UNE-EN 13816:2003 https://www.aenor.es/aenor/certificacion/calidad/calidad_transporte_13816.asp#.WazhMaB0_V [Última consulta: 2.9.17]

Calidad. UNE-EN 15140:2006 http://www.aenor.es/aenor/normas/normas/fichanorma.asp?tipo=N&codigo=N0037550#.Waz1MaB0_V [Última consulta: 2.9.17]

Accesibilidad. Real Decreto 1276:2011 <https://www.boe.es/boe/dias/2011/09/17/pdfs/BOE-A-2011-14812.pdf> [Última consulta: 2.9.17]

Accesibilidad. Real Decreto 1544:2007 <http://www.fomento.es/NR/rdonlyres/6FFAD560-549F-4462-94EA-6E09EABF28F1/52217/20071123RD1544Accesibilidad.pdf> [Última consulta: 2.9.17]

Normas de Inflamabilidad <http://www.ericca.es/web/ensayos-y-tests/> [Última consulta: 2.9.17]

Pliego de Cláusulas Administrativas Particulares (PCAP) de Zaragoza <https://www.zaragoza.es/aytocasa/descargarFichero.jsp?id=1126> [Última consulta: 2.9.17]

Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares (PPTP) de Zaragoza <http://www.ayto-zaragoza.mobi/aytocasa/descargarFichero.jsp?id=1127> [Última consulta: 2.9.17]

Ergonomía

Datos antropométricos de la población laboral española del Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT) http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/TextosOnline/Rev_INSHT/2001/14/artFondoTextCompl.pdf [Última consulta: 3.9.17]

Proxémica

Proxémica y comunicación intercultural: La comunicación no verbal en la enseñanza de E/LE. Tesis doctoral de Sarah Schmidt <http://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/125906/ss1de1.pdf?sequence=1> [Última consulta: 3.9.17]

Revista Nueva Época Año 1 No. 1. Rafaél Tomás y María Américo: *El comportamiento socio-espacial en los transportes públicos urbanos: una aproximación cualitativa* <http://web.uaemex.mx/antropoformas/documentos/capitulosantro1/1Elcomportamientosocioespacial.pdf> [Última consulta: 3.9.17]

Noticia *manspreading* https://elpais.com/elpais/2017/06/08/mujeres/1496932532_826145.html
[Última consulta: 4.9.17]

Diseño de detalle

Descripción del producto

Rae pasajero <http://dle.rae.es/?id=S2Xft5V>
[Última consulta: 4.9.17]

Rae maquinista <http://dle.rae.es/?id=OL9gCuW>
[Última consulta: 4.9.17]

Imagen corporativa

Pantone www.pantone.com/ [Última consulta: 4.9.17]

Justificación de medidas

Pliego de Cláusulas Técnicas para la Adjudicación de la Concesión del Servicio de Explotación de la Publicidad en la Entidad de Derecho Público Ferrocarrils de la Generalitat Valenciana http://www.fgv.es/wp-content/uploads/2017/03/17-010_PliegoTecnico.pdf
[Última consulta: 5.9.17]

Materiales

PVC <http://www.kommerling.es/profesionales/arquitectura-sostenible/materia-prima/pvc>
[Última consulta: 6.9.17]

Perfi Kömmerling http://www.xagal.es/files/interior_ventana_kommerling.pdf [Última consulta: 6.9.17]

Acristalamiento <https://www.boe.es/boe/dias/2010/07/24/pdfs/BOE-A-2010-11822.pdf> [Última consulta: 6.9.17]

Madera de cedro <https://maderame.com/madera-cedro/>
[Última consulta: 6.9.17]

Fabricación

Marco PVC <https://www.youtube.com/watch?v=-y5ft-OUfnw>
[Última consulta: 6.9.17]

<https://www.youtube.com/watch?v=4bLAjHfDzbU>
[Última consulta: 6.9.17]

<http://www.kommerling.es/profesionales/carpinterias-pvc/fabricacion>
[Última consulta: 6.9.17]

https://www.youtube.com/watch?v=P2yiPc1_EMU [Última consulta: 6.9.17]

Tipo del perfil <https://www.rehau.com/es-es/profesionales/carpinteria-y-cerramientos-de-pvc/perfiles-de-pvc-para-ventanas/geneo>

[Última consulta: 6.9.17]

Extrusión http://ruc.udc.es/dspace/bitstream/handle/2183/9640/CC_32_art_4.pdf?sequence=1 [Última consulta: 6.9.17]

Elementos a comprar

Tacos metálicos de expansión <https://www.hogarmania.com/bricolaje/taller/materiales/201404/tacos-metalicos-expansion-24551.html>
[Última consulta: 11.9.17]

Tacos multiusos de expansión <http://www.fischer.es/tabid-333/Productos/Selector-de-productos.aspx/cpage-details/pcategory-1000998541/usetemplate-productdetails/>
[Última consulta: 11.9.17]

Anejos

Tornillo cabeza redonda allen DIN-7380 inoxidable http://www.gallastegi.com/images/catalogos/Catalogo_tornilleria.pdf
[Última consulta: 11.9.17]

Taco de expansión SX Fischer <http://www.fischer.es/tabid-333/Productos/Selector-de-productos.aspx/cpage-details/pcategory-1000998541/usetemplate-productdetails/> [Última consulta: 11.9.17]

Stadler Citylink https://wwwstadlerrailcom-live-01e96f7.s3-eu-central-1.amazonaws.com/filer_public/59/f1/59f1fea3-a050-46c4-b09d-c50911d0a834/ttfgv0816e.pdf [Última consulta: 16.7.17]

Stadler Tubelink https://wwwstadlerrailcom-live-01e96f7.s3-eu-central-1.amazonaws.com/filer_public/68/df/68df9df5-f322-48fa-b455-5cfcb56b1c8b/mfgv0216e.pdf [Última consulta: 16.7.17]

Fuentes Consultadas

Galería

Págs. 8 y 9: Fotografía doble página de Chuttersnap <https://unsplash.com/search/photos/train?photo=5f-bGW1NIq0>

Objetivo y justificación del proyecto

Pág. 12: Ilustración tranvía Elaboración propia

Antecedentes Historia del tranvía

Pág. 19: Tabla 1. Fecha de inauguración de algunos tranvías europeos Elaboración propia

Pág. 20: Gráfico 1. Viajes de transporte público urbano en la Unión Europea en 2014, según el tipo [http://www.uitp.org/sites/default/files/cck-focus-papers-files/UITP_Statistics_PT_in_EU_DEF_0.pdf](http://www UITP.org/sites/default/files/cck-focus-papers-files/UITP_Statistics_PT_in_EU_DEF_0.pdf)

Tranvía en España

Pág. 21: Mapa 1. Tranvías de España en el siglo XIX Elaboración propia a partir de https://es.wikipedia.org/wiki/Tranv%C3%ADas_en_Espa%C3%BAa#/media/File:Tranv%C3%ADa_en_Espa%C3%BAa.svg

Pág. 22: Mapa 2. Tranvías de España en la actualidad Elaboración propia a partir de <https://www.google.com/maps/d/u/0/viewer?mid=1Qe40R0bHqDWpxVbln0hzyS58h5Y&hl=es&ll=43.02200630019924%2C-2.794688130979921&z=9>

Pág. 23: Mapa 3. Proyectos de tranvía en España Elaboración propia a partir de https://es.wikipedia.org/wiki/Tranv%C3%ADas_en_Espa%C3%BAa

Pág. 24: Tabla 2. Tranvías activos en España Elaboración propia

Pág. 25: Gráfico 2. Precio por viaje en transporte público en ciudades europeas Elaboración propia a partir de <http://www.emta.com/spip.php?article267>

Características

Pág. 27: Tabla 3. Comparativa de los transportes públicos colectivos más utilizados en la actualidad Elaboración propia a partir de http://www.citop.es/publicaciones/documentos/Cimbra356_08.pdf

Stadler

Pág. 31: Imagen del *Tramlink* de Stadler Rail <http://www.stadlerrail.com/en/products/detail/tram-trains/>

Pág. 31: Imagen del *Citylink* de Stadler Rail <http://www.stadlerrail.com/en/products/detail/tram-trains/>

Pág. 32: Imagen del *Citylink* de Alicante http://valenciaplaza.com/public/Imagen/2017/8/FGVAlicante_NoticiaAmpliada.jpg

Metrovalencia

- Págs. 34 y 35: Evolución del plano Metrovalencia
Elaboración propia a partir de <https://es.wikipedia.org/wiki/Metrovalencia> y <http://ferropedia.es/wiki/Metrovalencia>
- Pág. 36: Plano Metrovalencia, Julio 2016
<http://www.lovevalencia.com/lineas-de-metro-en-valencia.html>
- Pág. 37: Imagen del Bombardier Metrovalencia
<https://hiveminer.com/Tags/metrovalencia,tranv%C3%ADa>
- Págs. 38 y 39: Ampliaciones previstas en Metrovalencia según el Plan PIE 2004-2010
http://www.vialibre.org/PDF/cartog_metroVal.pdf
- Señalización y wayfinding**
- Pág. 40: Gráfico 3. Alcance de la señalización y el wayfinding
Elaboración propia a partir del gráfico en: Chris Calori y DavidVanden-Eynden, 2015. Signage and Way nding Design, pág. 7
- Pág. 42: Gráfico 4. Pirámide de la Señalización
Elaboración propia a partir del gráfico en: Chris Calori y DavidVanden-Eynden, 2015. Signage and Way nding Design, pág. 81
- Pág. 44: Imágenes de *Liniennetzplan* de Motas Design
<http://www.motasdesign.com/projekt/liniennetzplan-hochgebirgs-naturpark-zillertaler-alpenmayrhofen/>
- Pág. 44: Imágenes de la sede de Westpac Group por Urbanite
<http://www.adg-fad.org/es/laus/proyecto/westpac-group-headquarters-barangaroo>
- Pág. 44: Imágenes del Museo de Arquitectura de Wroclaw por arch_it
<http://www.archit.pl>

Referencias visuales I Inspiración

- Pág. 46: Imagen de la jabonera de Jimmy Hook
<https://i.pinimg.com/564x/9d/57/43/9d5743d9146b112bea3c59071b598280.jpg>
- Pág. 46: Imagen de *Real Flex* de Ora-ĭto
<http://www.arch2o.com/wp-content/uploads/2013/06/Arch2o-Real-Flex-Ora-Ito-19-500x310.jpg>
- Pág. 46: Imagen de *Krion Sink* de Stark Group
<https://www.starkuk.com/fullscreen-page/comp-irrdazy/ba7b8208-9ca8-4ab0-8e81-cd487c5b41ad/22/%3Fi%3D22%26p%3Dj35s8%26s%3Dstyle-it4c4aix>
- Pág. 46: Imagen de *DD Sugi* de Shinpei Arima & Masayuki Kurokawa
http://japanesedesign.pl/assets/DD_SUGI-Shinpei-Arima_and_Masayuki-Kurokawa.jpg
- Pág. 46: Imagen de *Bøy* de Gard Flydal Rorgemoen
<http://100percentnorway.com/gard-flydal-rorgemoen>
- Pág. 47: Ilusiones ópticas en 2D de Ian Rousey
http://68.media.tumblr.com/c6bbc93981627e30bb29941ee60ee4d3/tumblr_mz3afw49H71qab8ajo1_1280.jpg

- Pág. 47: Imagen de *Éxtasis* de Lo Siento Studio
<http://www.losiento.net/entry/extasis-poster>
- Pág. 47: Imágenes de *Líneas* de Marco Bernardes
<https://www.behance.net/gallery/11171483/Personal-Project-Linea>
- Pág. 47: Póster de We are 1910
<http://weare1910.tumblr.com/post/33152024454>
- Pág. 47: Imágenes del logo para Gavth Studio de Tugba Ozcan
<https://www.behance.net/gallery/36050047/Gavth-Studio-Logo-Visual-Identity>
- Pág. 47: Ilustración de Wesley Bird
<http://wesleybird.com/#/illustration/>
- Pág. 49: Imagen de *Beaubien Three Positions* de Lambert & Fils
<http://www.lambertetfils.com/collections/beaubien>
- Pág. 49: Imagen de *Beaubien Suspension* de Lambert & Fils
<http://www.lambertetfils.com/collections/beaubien-suspension>
- Pág. 49: Imagen del mobiliario del Grupo Memphis
<http://memphis-milano.org>
- Pág. 49: Imagen de *Slim Brass* de Adolfo Abejón
http://www.adolfoabejon.com/content/1-products/17-slim-brass/adolfoabejon_slim-brass-1.jpg
- Pág. 49: Imagen de *Three-Legged Side Chair, DCM* de Charles & Ray Eames
<https://www.moma.org/collection/works/1944>
- Pág. 49: Imagen de *Field* de Dmitry Kozinenko
<https://www.behance.net/gallery/32458529/Field>
- Pág. 51: Imágenes de *Kit-Lamp* y *Curve Wall Shelf* de Rowan Jackman Design
<https://www.rowanjackmandesign.com/gallery>
- Pág. 51: Imágenes de *Schirme* de Johanna Dehio & Dominik Hehl
<http://johannadehio.de/wp-content/uploads/2014/09/Schirme2.jpg>
- Pág. 51: Imagen de *Venice* de Adolfo Abejón
http://www.adolfoabejon.com/content/1-products/16-venice/adolfoabejon_venice-instructions.jpg
- Pág. 51: Imagen de Ceiling Lights *Nut C* de Kononenko ID
<http://kononenkoid.com/julia-kononenko-projects/nut-c>

Estudio de mercado

- Pág. 52: Imagen del interior del Manchester Tram 765
<http://www.beamish.org.uk/about/remaking-beamish/>
- Págs. 52 y 53: Imágen del interior de Urbos 3 de CAF en la línea 1 de Zaragoza
http://www.heraldo.es/noticias/suplementos/tercer_milenio/silencio_rueda.html
- Pág. 53: Imagen de *LoungeLink* de Priestmangoode
<http://www.designindaba.com/articles/creative-work/lounging>

Págs. 54 y 55: Imágenes de la propuesta para el metro de Riyadh por RCP	http://en.rcp.fr/design-global/11-riyadh-metro.html
Págs. 54 y 55: Imágenes de la propuesta para el tranvía de Barcelona por Damien Loreaux	https://www.behance.net/gallery/45982283/Barcelona-Tramway
Págs. 54 y 55: Imágenes del <i>Russia One</i> de UralVagonZavod	https://www.behance.net/gallery/36351189/R1-Atom-City-Tram
Separador de ambientes	
Pág. 58: Imagen de <i>Parati-RJ</i> de Tride Interiores	https://decoratrix.com/casa-de-verano-en-la-costa-brasilena
Pág. 58: Imagen de la casa cp. Barcelona de BAAS	http://www.jordibadia.com/proyecto.php?idProyectos=81
Pág. 58: Imagen del diseño interior de la oficina de 99c Advertising Agency en Cape Town por InHouse Brand Architects	http://www.inhouse.ws/projects/#
Pág. 58: Imagen de ejemplo de oficina de Concept/Glass	http://www.conceptglass.fi/glassprinting-3-1-1/
Pág. 59: Imagen de <i>PD3 Space</i> de Richard Shed Studio	http://www.richardshed.com/PD3-Space
Pág. 59: Imagen de habitación de <i>Tarasovo</i> por Zrobym	http://zrobym.by/eng/interer/dizajn-kottedzhej/tarasovo.html
Pág. 59: Imagen del baño de <i>High House</i> por Dan Gayfer Design	http://dangayfer.com/project/high-house/
Pág. 60: Imágenes de <i>Wogg 39 Screen</i> de Frédéric Dedelley	https://wogg.ch/product/raumteiler/39/?source=line
Pág. 60: Imágenes de <i>Folding Screen</i> de Charles & Ray Eames	https://www.vitra.com/es-es/living/product/details/folding-screen
Estantería	
Pág. 62: Imágenes de <i>Konnex</i> de Florian Gross Design Studio	http://www.floriangross.net/img/projects/Konnex/
Pág. 62: Imagen de un expositor de Leandro Farina	https://i.pinimg.com/564x/f6/0f/c6/f60fc6b3b9efb892e2bbf8abc4b1dd08.jpg
Pág. 62: Imagen de estantería a modo de celosía	https://item.taobao.com/item.htm?id=538842651996&toSite=main
Pág. 62: Imagen de <i>Link Shelf</i> de StudioHausen	http://www.studiohausen.com/en/
Balda Colgador	
Pág. 64: Imágenes de <i>Iggy</i> de Luca Longu para Formabilio	http://www.lucalongu.com/iggy.html

Pág. 64: Imagen de <i>Piano Shelf</i> de Sebastián Errázuriz	http://www.meetsebastian.com/sebastian-errazuriz-design-art-piano-shelf-black/
Pág. 64: Imagen del Casual Showroom de <i>Sketchers</i> por Zemberek Design	http://www.zemberek.org/en/skechers-casualshowroom.php
Pág. 64: Imagen de <i>Pegboard</i> de Koskela	https://www.koskela.com.au/pegboard http://aspynovard.com/diyhousemakeover/
Pág. 65: Imagen de Exposición <i>Lama/NonLama</i> de Studiopepe	http://www.studiopepe.info/exhibitions-lamanonlama
Pág. 65: Imagen de <i>Coat Frame</i> de We Do Wood	http://www.wedowood.dk/coatframe/
Asiento	
Pág. 66: Imágenes de <i>JumpSeat Series</i> de Ziba Design	https://www.sediasystems.com/jumpseat-studio/jumpseat-90.php
Pág. 66: Imagen de <i>Horizon</i> de PriestmanGoode	https://www.designboom.com/wp-content/uploads/2016/09/priestmangoode-horizon-and-island-bay-chairs-designboom-01-818x563.jpg
Pág. 66: Imagen de la distribución interior de un tranvía de Jun Yasumoto	http://www.junyasumoto.com/#/train-interior/
Pág. 67: Imágenes de <i>Coffee Bench</i> de Beyond Standards Studio	http://design-milk.com/coffee-bench-by-beyond-standards/
Pág. 67: Imagen de <i>Island Bay</i> de PriestmanGoode	https://www.designboom.com/wp-content/uploads/2016/09/priestmangoode-horizon-and-island-bay-chairs-designboom-05-818x460.jpg
Pág. 67: Imagen del diseño de tranvía <i>TrytoN</i> de Theosone	https://www.behance.net/gallery/520768/Product-Design-master-degree
Elementos auxiliares de transporte	
Pág. 70: Imágenes de bastidores para bicicletas de BART	https://cl.pinterest.com/pin/358951032786878184/ http://www.bart.gov/about/projects/cars/new-features
Pág. 70: Imagen de <i>Look Up Handle</i> de Kwon il Hyun y Lee Ji Su	http://kdesignaward.com/exhibition/278
Pág. 70: Imagen del concepto para el metro de Boston por IDA	http://www.id-alliance.com.au/transport-design-portfolio
Pág. 70: Imagen de la propuesta para el tranvía de Barcelona por Damien Loreaux	https://www.behance.net/gallery/45982283/Barcelona-Tramway
Pág. 70: Imagen del <i>Mercedes-Benz Future Bus</i> de Daimler Buses	https://www.daimler.com/company/business-units/daimler-buses/

Briefing

Ergonomía

- Pág. 79: Tabla 4. Datos antropométricos significativos de la población española, por edades
Elaboración propia a partir de datos de la *Guía de Recomendaciones para el Diseño de Mobiliario Ergonómico*
- Pág. 79: Tabla 5. Datos antropométricos significativos de la población laboral española
Elaboración propia a partir de datos del INSHT: http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/TextosOnline/Rev_INSHT/2001/14/artFondoTextCompl.pdf
- Pág. 80: Gráfico 5. Representación de los datos antropométricos significativos de la población laboral española
Elaboración propia a partir de datos del INSHT

Proxémica

- Pág. 81: Gráfico 6. Tipos de distancia según Edward T. Hall
Elaboración propia a partir de datos de Edward T. Hall
- Pág. 82: Gráfico 7. Árbol de la comunicación no verbal
Elaboración propia a partir de la tesis doctoral *Proxémica y comunicación intercultural: La comunicación no verbal en la enseñanza de E/LE* de Sarah Schmidt: <http://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/125906/ss1de1.pdf?sequence=1>

Diseño conceptual

- Pág. 85: Boceto propuesta 1
Elaboración propia
- Pág. 86: Bocetos propuesta 2
Elaboración propia
- Pág. 87: Bocetos propuesta 3
Elaboración propia
- Pág. 88: Bocetos propuesta 4
Elaboración propia
- Pág. 89: Boceto propuesta 5
Elaboración propia
- Págs. 90 y 91: Bocetos propuesta 6
Elaboración propia

Diseño de detalle

Machinist { } Passenger

- Pág. 102: Ilustración
Elaboración propia
- Págs. 104 y 105: Render del diseño final
Elaboración propia on *Cinema 4D* a partir del modelado 3D
- Págs. 106 y 107: Representación de la funcionalidad
Elaboración propia con *Cinema 4D* a partir del modelado 3D
- Pág. 108: Render detalle de la sujeción y visualización del color del pasamanos
Elaboración propia con *Cinema 4D* a partir del modelado 3D

- Pág. 109: Render detalle de la sujeción y cierre del pasamanos
Elaboración propia con *Cinema 4D* a partir del modelado 3D

Imagen corporativa

- Pág. 111: Ejemplo de la tipografía empleada: Helvetica
Elaboración propia
- Pág. 112: Representación de las líneas de tranvía de Metrovalencia en 3D
Elaboración propia con *Cinema 4D* y Adobe Illustrator
- Pág. 113: Líneas 4, 6 y 8 de tranvía del Metrovalencia
Elaboración propia a partir del plano Metrovalencia de Julio de 2016
- Pág. 113: Pantones utilizados en el pasamanos (líneas 4, 6 y 8 respectivamente)
Elaboración propia a partir de www.pantone.com

Justificación de las medidas

- Pág. 114: Plano del tren-tram Vossloh S/4100
Pliego de Cláusulas Técnicas para la Adjudicación de la Concesión del Servicio de Explotación de la Publicidad en la Entidad de Derecho Público Ferrocarrils de la Generalitat Valenciana
- Pág. 115: Altura de las barras respecto el suelo
Elaboración propia

Fabricación

- Pág. 119: Plano del tren-tram Vossloh S/410
Elaboración propia a partir del perfil *Geneo* de Rehau: <https://www.rehau.com/download/1623780/geneo---ficha-técnica.pdf>

- Pág. 121: Sección del pasamanos
Elaboración propia

- Pág. 122: Conjunto de la sujeción y sus uniones
Elaboración propia con *Cinema 4D* a partir del modelado 3D

Ecodiseño

- Págs. 126 y 127: Rueda de LIDS
Elaboración propia

Planificación

- Págs. 128 y 129: Diagrama de Gantt
Elaboración propia

Anejos

- Véase *Webgrafía*, página 209