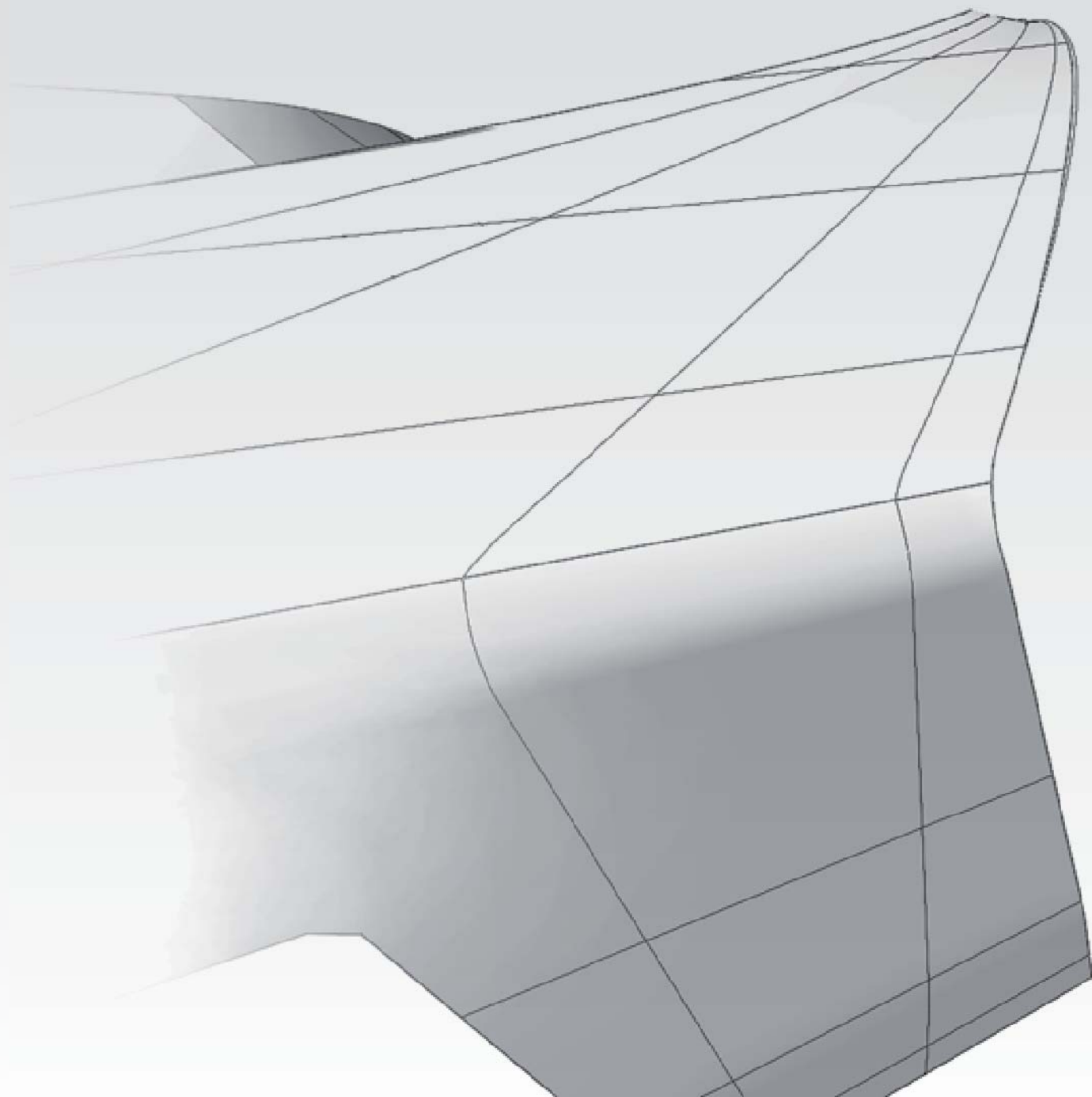
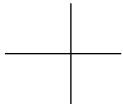


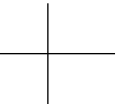
07



ACONCAGUA Coche contemplativo del paisaje andino para trenes turísticos del ferrocarril trasandino central



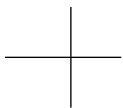
Universidad de Chile
Facultad de Arquitectura y Urbanismo
Escuela de Diseño - Mención Industrial



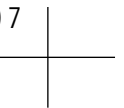
ACONCAGUA Coche contemplativo del paisaje andino para trenes turísticos del ferrocarril trasandino central

Memoria de Proyecto para optar al Título de Diseñador Industrial

Autor: Cristián Ramdohr Lepori



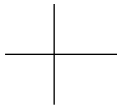
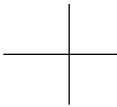
Profesor Guía: Osvaldo Muñoz :: Marzo 2007

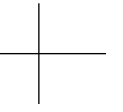
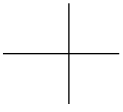




Agradecimientos

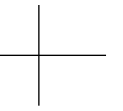
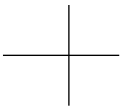
A mis padres y familia por su apoyo incondicional sin fronteras
a Andreas Bergsträber y al equipo de N+P en Múnich por recibirme, enseñarme y apoyarme en todo momento de está etapa
al Prof. Uwe Fischer y a toda la gente de la SAdBK en Stuttgart por sus consejos y dialogos
a Don H. Welt y los ingenieros de Stadler en Suiza por atender todas las consultas técnicas del proyecto





"Aquello que puedes hacer, o sueñas que puedes hacer, comiéndalo. La audacia tiene genio, poder y magia"

Goethe





Indice



Presentación
del Tema

Introducción	7
Metodología de Trabajo	9



Marco Teórico

Antecedentes Históricos del FTC (Ferrocarril Trasadino Central)	11
• Construcción del FTC	11
Antecedentes del Nuevo Proyecto	14
• El nuevo proyecto FTC	14
• Concesión del Ministerio de Obras Públicas	14
• Proyecto FTC de la empresa Tecnicagua	15
El Viaje a través de la Cordillera	21
• Topografía del terreno	21
• Perfil del trazado FTC	22
• Tramo Los Andes - Salto del Soldado	23
• Tramo Río Blanco - Portillos	24
• Tramo Portillo - Punta de Vacas	25
• Tramo Punta de Vacas - Uspallata	26
• Tramo Uspallata - Potrerillos	27
• Tramo Potrerillos - Mendoza	28
• Conclusiones	29
Tipología de Trenes	31
• Trenes de Servicio Regular	31
• Trenes de Servicio Facultativo	31
• Trenes Turísticos	31



Algunos Referentes de Trenes Turísticos	33
• El Glacier Express en Suiza	36
• El Panorama S-Bahn en Berlin	40
Usuario	41
Configuración del Tren	47
Consideraciones Técnicas para el Proyecto	



Planteamiento del Proyecto	54
• Tema	54
• Objetivo General	54
• Objetivo Específicos	54
• Alcance del Proyecto	55
Propuesta Conceptual	56



Esquema del vagón	58
• Estandarización del vagón	58
Esquema del Tren	59
• Alternativa 1	59
• Alternativa 2	59
El Corte Transversal	60
Diseño Exterior	61
Estructura	63
• Estructura Ortogonal	64
• Estructura Triangular	66
• Estructura Trapezoidal	69



Indice



Génesis
Formal

Modelos de Estudio	70
Ventanas	71
Diseño Interior	73
• Cronograma de simulación del viaje trasandino	76
• Sectorización	77
• Consideraciones para el asiento	78
• Génesis del soporte corporal	79
• El salón de pasajeros	79
• Exploración de alternativas	81
• Alternativa C	81
• Alternativa E	83
• Alternativa F	85



Propuesta
Final

Diseño Final	87
Vistas Principales	89
Corte Longitudinal y Layout	90
Cortes Transversales	91
Detalles	93
Materiales	94
Visualización del Salón de Pasajeros	96

Bibliografía	99
Anexos	100



Presentación del Tema

INTRODUCCIÓN

El ferrocarril arrastra poco más de 200 años de historia y ha sido siempre icono del desarrollo de su época¹. En el siglo XIX la máquina a vapor vino a dar un giro sin precedentes en la historia mundial, dando inicio a la revolución industrial y a un auge en el desarrollo tecnológico, en especial en materia de transportes. Así como la locomotora a vapor marcó la historia del transporte terrestre del siglo XIX y el primer tercio del s. XX, la locomotora eléctrica y los automotores electro-diesel vinieron a cambiar el transporte sobre rieles en gran parte del s. XX. Ya en el presente siglo XXI, la tecnología ferroviaria ha llegado a avances notables como lo es la levitación magnética, que permite viajar a velocidades cercanas a los 500 km/h.

De este mismo modo, el Ferrocarril también colaboró siempre en la historia de Chile y en el caso del Ferrocarril Trasandino Central (FCTC), vino a ser un hito. Desde su inauguración en 1910 y luego de imperiosos esfuerzos para construir las obras, hasta el cese de sus servicios de transporte de pasajeros (1979) y de cargas (1984), el trasandino representó ideales políticos, económicos y socioculturales. Es por ello, que siempre soportó conflictos entre detractores y partidarios, tanto al momento de aprobar el proyecto, al ejecutarlo y luego durante su funcionamiento.

El trasandino transportó carga y pasajeros a través de la colosal cordillera de los Andes. Sus viajes, nunca estuvieron exentos

de dificultades al efectuar tal cruce, de modo que la experiencia de cruzar la cordillera en tren, quedó para muchos registrado como el viaje de sus vidas². Esta pasión por el viaje en tren, se fue apagando, a tal punto, de quedar casi en el olvido. Esto debido a las políticas orientadas al transporte ferroviario durante el régimen militar³, cosa que dejó casi obsoleto este medio de transportes, en especial para recorrido de grandes distancias, el que fue desplazado lentamente por el bus. En trayectos interurbanos por lo contrario, tales como el metro y metrotren, tuvieron (y siguen teniendo) un desarrollo explosivo, además de un impacto muy positivo en la población.

Durante los últimos años, el estado ha desarrollado distintas iniciativas enfocadas a mejorar la calidad del transporte público. Proyectos como el Transantiago; extensión de la red de Metro en la región metropolitana y Valparaíso; la línea de Metrotren de Estación Central hacia Rancagua; y la nueva flota de trenes de Ferrocarriles del Estado con la reapertura del servicios en la Red Sur hasta Puerto Montt. Cada una de ellas ha tenido variados resultados.

Por otro lado, es necesario también mencionar que el tránsito de pasajeros y carga hacia y desde Argentina, se va incrementado de modo exponencial año a año, dejando atochamientos importantes

¹ En 1776 el ingeniero británico Richard Trevithick creó la primera locomotora en miniatura, aplicando de esta forma el principio del motor a vapor a su nuevo invento. Pocos años después una versión más larga llamada Puffin Devil fue capaz de transportar unos cuantos pasajeros en un trayecto corto. El ingenio de Trevithick continuó, hasta el desarrollo en 1804 de la primera locomotora a vapor que llevaría pasajeros.

² El Ferrocarril Trasandino Central, Pablo Lacoste, pp. 449-457

³ El ferrocarril como elemento detonador de procesos de regeneración urbana. Memoria Proyecto de Título 2005. Sebastián Bravo Moreno pp. 13



y llegando incluso a cerrar el paso debido a las deplorables condiciones climáticas en la cordillera. En temporadas estivales, el flujo de turistas argentinos hacia Viña del Mar, La Serena, Valparaíso y Santiago, y de turistas chilenos que viajan hacia Mendoza y diferentes localidades de la república Argentina, provocan el colapso de la ruta y del Servicio de Aduanas en el Paso Los Libertadores⁴.

También se debe tener en cuenta, que el viaje en vehículo por la cordillera de Los Andes puede llegar a veces a ser una epopeya, en especial para un conductor no experimentado en el camino. Existen por lo tanto, muchas variables que generan que el viajero no tenga la disposición más adecuada para disfrutar del paisaje y sentirse gratificado por el hecho mismo del viaje: la inestabilidad y adversidad del clima cordillerano -específicamente en invierno-, que obligan al conductor a colocar cadenas a sus vehículos en gran parte del camino de montaña, la dificultad del escarpado y sinuoso camino y también el engorroso chequeo aduanero.

Es importante también considerar que el “material rodante”⁵ en Chile no ha tenido hasta la fecha ninguna identidad. A pesar de no contar con la industria adecuada para desarrollo interno de los distintos elementos del material rodante, aun existen, maestranzas que desarrollan piezas de complejidad menor. En el caso del diseño y construcción de vagones de pasajeros, las empresas insertas en

el negocio ferroviario, han optado por comprar todo el material en el exterior. Siendo ese el caso, el “objeto tren” difícilmente se adapta al contexto local.

Hoy en día después de 22 años del cierre del Ferrocarril Trasandino Central y bajo un clima diplomático óptimo, los gobiernos de Chile y Argentina junto con la empresa Tecnicagua, han decidido impulsar un proyecto que busca volver a poner en marcha el Ferrocarril Trasandino Central para el año 2009.

Sobre la base de lo expuesto, nace - luego de una profunda motivación personal en el tema- la idea de proyectar un Vagón Contemplativo del Paisaje Andino para pasajeros del Ferrocarril Trasandino Central.

⁴ Anexo: Gráficos de flujo de carga y pasajeros

⁵ Dentro de la jerga ferroviaria se denomina “Material Rodante” a cada uno de los vehículos que circulan por la vía férrea.

Metodología de Trabajo

El proceso de titulación contempla 4 etapas fundamentales en orden de cronológico:

1era Etapa. Investigación Base Memoria

Plazo : Primer semestre 2006
 Caracter : Investigativo
 Actividades : Recopilación bibliográfica (Histórica, técnica, histórica, entrevistas, estudio en terreno)
 Resultado : Documento "Investigación Base Memoria"
 Guía : Prof. Osvaldo Muñoz

2da Etapa. Práctica Profesional en el área de diseño de trenes

Plazo : 1.07.2006 - 31.10.2006
 Caracter : práctico
 Actividades : la práctica contempla recopilación de experiencias de distinta índole en al área de diseño de trenes. Ésta tomará lugar en N+P Industrial Design Múnich, Alemania.
 Tutela : Andreas Bergsträber Dipl. Industrial Design FH Dortmund

3era Etapa. Desarrollo del Proyecto del Proyecto

Plazo : 4.11.2006 - Marzo 2006
 Caracter : práctico, teórico
 Actividades : desarrollo conceptual y formal, búsqueda de soluciones constructivas y de diseño, construcción de modelos de estudio y prototipos, etc.
 Guías : Prof. Osvaldo Muñoz (Universidad de Chile)
 Prof. Uwe Fischer (SABK Stuttgart)
 Consultor técnico : Ing. Herbert Welt (Stadler Railways AG)

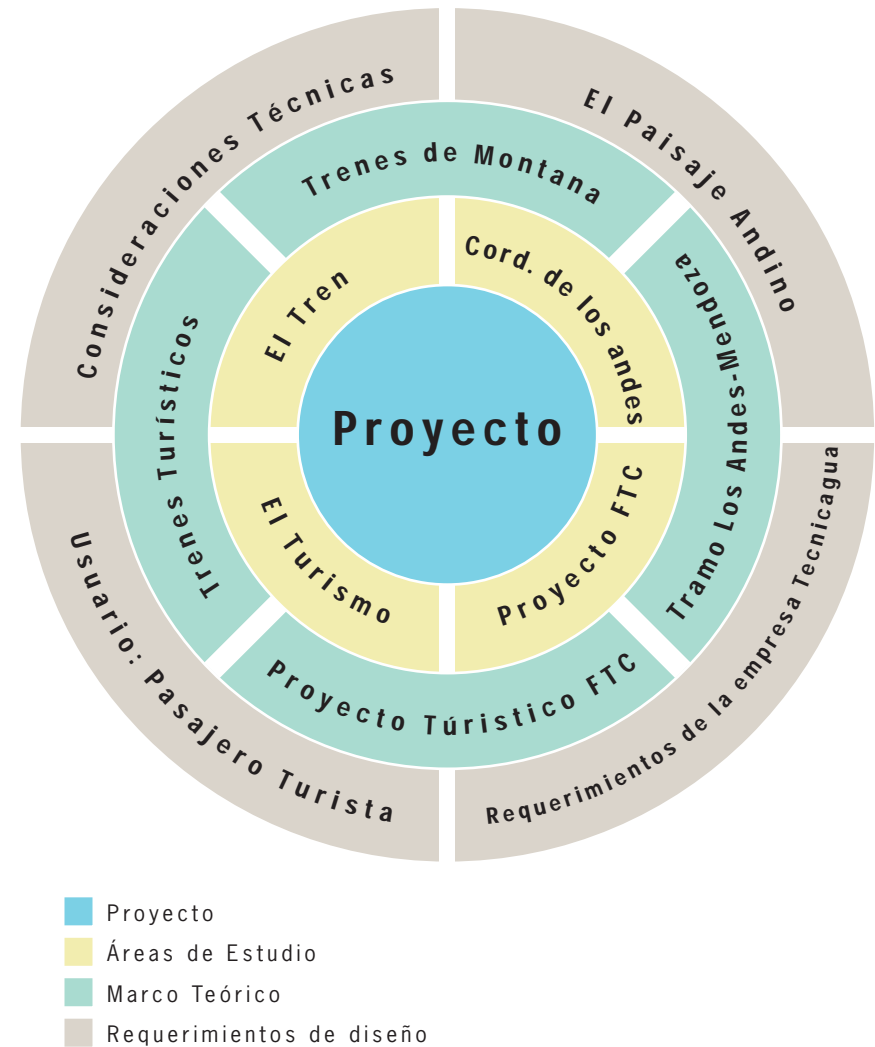


Ilustración N°1. Matriz de Proyecto



Marco Teórico

Antecedentes Históricos del Ferrocarril Trasandino Central

Es importante, para alcanzar los objetivos del proyecto, entender la historia del FCT Central. Es indispensable para ello, entender por qué cesó el servicio de transporte de pasajeros; y como aquellos elementos que incumben a la disciplina del diseño, afectaron directamente al problema. De este modo, se podrá discernir y tomar decisiones de diseño para no cometer los mismos errores de antaño; y con éstas, poder realizar una proposición *ad-hoc* en el escenario actual del proyecto.

El Ferrocarril Trasandino Central fue inaugurado en 1910 y sufrió durante su existencia diversos quiebres. Según el historiador argentino Pablo Lacoste la historia del FCT Central se puede dividir básicamente en 4 etapas claramente diferenciadas. La primera se extiende de 1910 a 1934. Comienza con la inauguración del túnel Caracoles y termina con el aluvión de Cacheuta, que causó serios daños en las instalaciones ferroviarias, motivo por el cual el FCTC quedó fuera de servicio.

La segunda etapa comienza con este catástrofe y se prolonga durante diez años, a lo largo de los cuales el FCT estuvo prácticamente fuera de Servicio (1934-1944). La tercera se inicia en 1944, con la reinauguración del tráfico de internacional, y termina en 1979, con la clausura del servicio de pasajeros.

Luego la cuarta etapa, de 1979 a 1997. Son los años en que se redujo paulatina del servicio del FCT, con hito importante en

1989, cuando cesa, también, el servicio internacional de carga. Posteriormente, se registra, sin éxito, un intento de recuperarlo para turismo interno lo cual, todavía, no ha dado ningún resultado concreto en cuanto a reactivación⁶.

Construcción del Ferrocarril Trasandino Central

Juan y Mateo Clark fueron quienes se encargaron de llevar a cabo gran parte de esta magnífica obra. Gracias al prestigio obtenido luego de levantar la conexión del telégrafo entre Los Andes y Mendoza (1871), fueron los elegidos para ejecutar la mancomunada empresa de construir una ruta férrea a través de la cordillera, que para su época, significaba un desafío inmenso para la ingeniería.

Se debió analizar primero, las conexiones óptimas del FCT -a los dos lados de la frontera- con el resto de las redes ferroviarias, entendiendo que el proyecto se debía ejecutar de manera conjunta entre Chile y Argentina. Por el lado Argentino, los hermanos Clark debieron trazar una nueva ruta de Buenos Aires hasta Villa Mercedes con una extensión de 700 km. Como propietarios de estas ferrovías, formaron la empresa Ferrocarril Pacífico Sur, que fue la encargada de entregar sus servicios. Hicieron luego de su propiedad, el Ferrocarril Andino, que conectaba Villa Mercedes con San Juan y Mendoza; quedando de este modo unidas las ciudades de

⁶ El Ferrocarril Trasandino Central, Pablo Lacoste, pp. 33-34

Buenos Aires, Villa Mercedes, San Juan y Mendoza.

Por el lado chileno, existía ya un latente auge del ferrocarril. Chile fue el segundo país hispanoamericano en contar con una red ferroviaria (la de Copiapo-Caldera), luego del Ferrocarril Lima-Callao habilitado en Abril de 1851 en Perú⁷. Ya en 1868 Chile contaba con líneas ferroviarias bastante extensas y diversificadas⁸.

Recién en 1886, y tras dar por finalizadas las obras del ferrocarril de Buenos Aires a Villa Mercedes, los hermanos Clark iniciaron la construcción de la línea a partir de Mendoza. Luego en febrero de 1891 se inauguró el trazado hasta Uspallata.

Por el lado chileno, los Clark comenzaron con las obras recién en abril de 1889. Por motivo de una gran crisis financiera en 1890 que derivó en una intensa inestabilidad política en Chile y Argentina, los trabajos se volvieron cada vez más difíciles. Luego, bajo un clima hostil reinante debido ahora a los problemas limítrofes entre ambos países, los trabajos se detuvieron definitivamente en 1893, provocando con ello también, el retiro inminente de los inversionistas. A pesar de todos estos infortunios, los hermanos Clark alcanzaron a realizar 28 km de la obra, desde Los Andes hasta la barrera rocosa del Salto del Soldado. Las obras, sólo se pudieron retomar en 1902, luego que se firmaran los Pactos de Mayo, trayendo por fin un clima de paz⁹.

En 1903 el ramal llegaba, por el lado argentino, hasta Las Cuevas, siendo está, la última estación antes de cruzar la frontera. En 1906, por el lado chileno, el ramal se extendió hasta Juncal; y

luego en 1908, se acabó el tramo Juncal-Portillo. Terminando el túnel Caracoles y enlazando por fin las ferrovías chilenas y argentinas, se inauguró por fin, el servicio del Ferrocarril Trasandino Central en abril de 1910.



Imagen N°2. Locomotora clase 200 arrastrando un tren de carga el "Cruce del Km 44"

⁷ Op. cit pp. 99-100

⁸ Los ramales de Copiapo-Caldera (1851), Valparaíso-Quillota (1857), Santiago-San Bernardo (1857), Santiago-Caldera (1861), Coquimbo-La Serena (1862) y Quillota-Santiago (1863).

⁹ Historia del Ferrocarril en Chile, 2000, Ian Thomson y Dietrich Angerstein

Las decisiones más gravitantes que tomarían los Clark para la construcción del ferrocarril, serían el ancho de trocha utilizado y el uso de cremallera. Ambos factores han sido profundamente debatidos, ya que ellos supondrían al fracaso del ferrocarril¹⁰.

La aplicación de cremalleras en el antiguo FCTC, sería sólo en el trazado más empinado de la ruta, de Río Blanco a Portillo colocándose en seis secciones distintas. Este método, a diferencia del método Zig-zag, utilizado en los ferrocarriles andinos de Ecuador y Perú¹¹, asciende directamente la pendiente serpenteando las montañas, por lo que no necesita de un engranaje de adherencia. En el caso del Trasandino se necesitaba mucha potencia, lo que sobre exigía a las locomotoras y disminuía en cuantía la velocidad de avanzada. En cuanto al ancho de trocha, en Chile los ramales que conectaban con el trasandino hacia Valparaíso y Santiago, eran de trocha ancha (1.675 mm); así como en el lado Argentino, la conexión se realizaba con el Ferrocarril BAP, también de trocha ancha. Esto obligaba a realizar transbordos en ambos lados de la frontera. Sin embargo, la trocha angosta se adecuaba más al trazado sinuoso de montaña, ya que las curvas suelen ser mucho más cerradas.



Imagen N°2 . Locomotora clase 200 arrastrando un tren de carga el "Cruce del Km 44".

¹⁰ Historia del Ferrocarril en Chile, 2000, Ian Thomson y Dietrich Angerstein, pp.

¹¹ Ver por ejemplo el Tren de la Sierra y el Tren Quito-Guayaquil.

Antecedentes del nuevo Proyecto

EL Nuevo Proyecto FTC

El plan de volver a poner en marcha el Ferrocarril Trasandino Central, surge de los dos lados de la cordillera. Los gobiernos de Chile y Argentina deben resolver el proyecto bajo sus propios mecanismos de gestión.

Desde el lado argentino la empresa argentina Tecnicagua S.A establecida en Mendoza fue quien tuvo la iniciativa del proyecto. Es por ello que en Chile el proyecto está tildado como Proyecto de Iniciativa Privada en el sistema de concesiones del MOP en Ord. 891/02. En Argentina el proyecto ya se encuentra aprobado en Dec. Nac. N° 1650/03 y reconoce a Tecnicagua S.A como Autor de la Iniciativa Privada con derechos de preferencia en la licitación¹². El llamado a licitación tuvo lugar en Mendoza el 12 de Septiembre de 2006 y fue realizado por la presidenta de Chile Michelle Bachelet y la máxima autoridad argentina Néstor Kirchner.

Concesión del Ministerio de Obras Públicas

Localización: V Región.

Inversión (MMUS\$): 90

Llamado a Licitación: 20 de Julio 2006

Recepción de Ofertas: Primer Semestre 2007

El proyecto denominado “Ferrocarril Trasandino Central” tiene como objetivo implementar un sistema de transporte ferroviario de carga entre la localidad de Los Andes y el Túnel Caracoles, en la frontera con Argentina, en una extensión de 70 km aproximadamente. Dicho proyecto forma parte de un sistema internacional de transporte ferroviario de cargas en la Traza del Corredor Andino Central que unirá las ciudades de Los Andes en Chile y Mendoza en Argentina, con una extensión total de aproximadamente 250 km, siendo parte fundamental del Corredor Bioceánico del Conosur.

La importancia de este proyecto radica en que permitirá duplicar la capacidad de transporte de carga, la que en la actualidad, sólo puede realizarse a través del Paso Internacional denominado Los Libertadores, que conecta la República de Argentina con Chile mediante el modo camión, vía que en algunos periodos del año tiene un alto grado de congestión. Este Paso

¹² El proyecto Ferrocarril Trasandino Central está inscrito como parte de las Obras Bicentenario en el Gobierno de Chile

La Concesión contempla la construcción, rehabilitación, mejoramiento, mantención y explotación de la infraestructura ferroviaria comprendida entre Los Andes y la frontera con Argentina, emplazada sobre la actual faja ferroviaria. Dentro de las obras a construir se considera la reconstrucción de la vía férrea, habilitación de estaciones y talleres; reconstrucción de puentes y obras de artes; construcción de una estación de transferencia de carga intermodal, e instalación de sistemas de comunicación, entre otras obras.

Considerando las características del proyecto, este sería el primero de su tipo desarrollado bajo el Sistema de Concesiones de Obras Públicas, por lo que abre una nueva alternativa de inversión en el país, potenciando y haciendo más eficiente el transporte de carga entre los países del Atlántico y el Pacífico, convirtiéndose en parte de la infraestructura nacional estructurante del corredor bioceánico conectado además con los principales puertos chilenos como son Valparaíso y San Antonio.

Proyecto Ferrocarril Trasandino Central de la empresa Tecnicagua

Tecnicagua S.A es quien espera adjudicarse la concesión del ferrocarril y por lo tanto, tiene la intención de explotar el negocio en distintos ámbitos. Las obras ferroviarias del proyecto están evaluadas en su totalidad (tramo argentino y chileno) en US 400 millones con una inversión total superior a los US\$ 3500 en material rodante e infraestructura para el proyecto en sus distintos ámbitos (transporte de carga y turismo).

De partida se debe tener claro que el proyecto contempla por el momento dos fases. La primera fase -que sustenta todo el proyecto- es la puesta en marcha de un servicio de transporte de carga que facilite el intercambio comercial entre Chile y Argentina (tal como se explica en la concesión del MOP). La segunda fase del proyecto, contempla insertar un servicio de trenes turísticos.

El coordinador del proyecto Ferrocarril Trasandino Central Arq. Carlos León explica las razones de ofrecer este servicio de trenes de turismo o facultativos y no de un servicio regular de transporte público de pasajeros. (Consultar el capítulo Tipología de Trenes para entender estos dos conceptos)

Para definir qué tipo de servicio se ofrecerá, se deben analizar primero tres variables fundamentales:

1. Demanda

Para realizar un análisis de la demanda, se debe realizar primero un catastro de los habitantes que viven y transitan en el área que cubre el Ferrocarril Trasandino Central. Como lo explica el coordinador del proyecto Carlos León, no existe demanda de los habitantes intermedios, la población de éstos, es muy pequeña para justificar la existencia de un ferrocarril. Si lo tiene la ciudad de Mendoza, que posee, en términos de población y áreas de desarrollo, características similares a la ciudad de Valparaíso¹³.

2. Infraestructura

Por el lado chileno se deben evaluar los ramales existentes que llegan hasta la ciudad de Los Andes. También, se debe tener en cuenta que los medios de transporte público para trasladarse hacia y desde Los Andes son sólo a través de medios automotores (bus y auto), ya que las líneas férreas existentes son únicamente para el transporte exclusivo de cargas. Refiriéndose a las vías que llegan a Los Andes, se tiene el ramal del antiguo ferrocarril trasandino que en la actualidad sólo está habilitado en el trazado Los Andes-Saladillo, que como ya dijimos, es de trocha angosta. El otro ramal existente es el de Ventana-Los Andes que es de trocha ancha. El concesionario de ambos tramos es la empresa Fepasa (Ferrocarriles del Pacífico), quien posee la pertenencia de las vías

hasta el año 2008, luego pasarán a ser nuevamente de EFE. En este tramo se transporta únicamente mineral desde la mina Saladillo, ubicada a 4 Km al interior de Río Blanco, hasta el puerto de Ventanas, pasando por Concón, Quillota, La Calera, Llay Llay, San Felipe y Los Andes. Debido a la diferencia del ancho de la trocha, existe actualmente una estación intermodal encargada de transferir la carga a los trenes de cada ramal.

Para evitar el cambio de trocha, la empresa Tecnicagua S.A, proyecta insertar un tercer riel en el tramo Los Andes-Ventana¹⁴, permitiendo con ello un flujo continuo.

Sin embargo, no existe infraestructura -hoy en día- en ese tramo para el transporte público de pasajeros, ya que el ferrocarril sólo transporta carga; mas no existen proyectos actualmente para rehabilitar este tramo para transportar pasajeros. Esto significa que al no existir conexión alguna hacia Santiago y hacia el litoral, este tipo de servicio no se justifica.

En consecuencia, el área de concesión para el actual proyecto Ferrocarril Trasandino Central queda dividida. Como ya vimos, el tramo Los Andes-Río Blanco, le pertenece a Fepasa hasta el año 2008 y luego volverá a ser de EFE. El tramo inhabilitado desde Río Blanco hasta la frontera, que está en muy mala condición, le pertenece al MOP. Por lo tanto, la empresa que se adjudique la concesión, debe comprar al MOP dicho tramo y luego reconstruirlo; debe también reacondicionar el tramo existente de Río Blanco hasta Los Andes.

¹³ La arquitecta Isabel Pavez se refiere al Triángulo de la Macro Región Central compuesto por las ciudades de Santiago, Valparaíso y Mendoza. Hace referencia a la importancia actual del triángulo en los distintos ámbitos y su importancia histórica. Establece que Los Andes es una ciudad intermedia entre en el triángulo

¹⁴ Es lo que se define como Bitrocha en la terminología ferroviaria

Por el lado Argentino, el área de concesión contempla los ramales A10/A12(Mendoza) y el ramal A16, los que configuraban el trazado del ex Trasandino del ex Trasandino.

3. Competencia

Para comprender la competencia que debiese enfrentar el ferrocarril, es necesario revisar los *Tipos de Competencia*¹⁵ y entender su significado:

- *Competencia de marca* proviene de empresas que venden productos directamente similares. En el caso del Ferrocarril Trasandino Central, no existe actualmente ninguna empresa en el mercado que ofrezca un servicio de transporte ferroviario, ni de cargas ni de transporte de pasajeros.
- *Competencia de productos sustitutos* que satisfacen la misma necesidad. En este caso el Ferrocarril Trasandino Central se enfrentaría a empresas que satisfacen la misma necesidad en el mercado: servicio de transporte internacional, ya sea en el ámbito de transporte de carga o de transporte público colectivo internacional. En este contexto el Ferrocarril debiese competir con los siguientes medios de transporte:

+ **Buses.** El bus es el medio de transporte automotor colectivo más utilizado en este tramo. Debido a la gran demanda, existe una considerable oferta de pasajes en bus clásico y cama por parte de empresas argentinas y chilenas. La duración del viaje es relativa a las condiciones climáticas en la cordillera, sin embargo está en el rango de las 7 a 8 ½ horas, incluyendo el control aduanero que tiene una duración aproximada de ½ a 1 hora (siendo el destino Chile, se debe contemplar el control del Servicio Agrícola Ganadero SAG).

Se debe tener especial atención cuando se desea viajar entre Mayo y Septiembre, ya que los nevazones bloquean el paso y se mantiene cerrado por horas e incluso días.

Las empresas que actualmente ofrecen el servicio de transporte Santiago-Valparaíso -Viña del Mar-Mendoza son: Nevada (Autos- minibuses), Buses Fenix, Buses Ahumada, Nueva O'Higgins San Martín, Buses Cata, Turbus, Andesmar-Tas Choapa.

+ **Automotor privado.** El automotor privado es el medio de transporte más económico si los pasajeros copan la capacidad del vehículo (ver cuadro N° 1). Sin embargo, el auto tiene la desventaja de que 1 de los 4 pasajeros (promedio por vehículo lleno) debe conducir por carretera de montaña. Si los pasajeros son turistas, no estarán familiarizados con el camino (a diferencia de un conductor de bus) que presenta un

¹⁵ Fundamentos de Marketing, William Stanton, pp. 37-38

alto grado de dificultad, si se suman también los obstáculos que se presentan y que impiden la contemplación del paisaje, transformando finalmente el viaje en un actividad agotadora.

+ **Avión.** El avión es el medio de transporte más exclusivo debido al costo del viaje pero tiene la gran ventaja -sobre los medios de transporte mencionados anteriormente- que no se enfrenta a los obstáculos geográficos del trayecto. De este modo el viaje es muy expedito rondando los 50 minutos, sin embargo, se deben considerar todos los tiempos relativos a un viaje aéreo internacional (ida al aeropuerto, check-in, policía internacional, etc), elevando la duración del viaje a por lo menos 2½ horas. El viaje en avión cuesta actualmente USD 225 + Tasas y la única aerolínea en ofrecer dicho trayecto es LAN.

- *Todas las compañías.* A nivel macro todas las empresas son rivales debido al limitado poder adquisitivo del público. En este punto no es necesario detenerse ya que un análisis de estas características es muy extenso y el resultado no tiene relevancia directa con el proyecto.

En base al análisis del sector y de la competencia, la empresa Tecnicagua S.A, define su estrategia competitiva. Michael Porter establece que existen dos tipos de ventaja competitiva: una por costos relativamente más bajos, otra por diferenciación -su

capacidad de realizar actividades a costo similar pero de una forma original que genera más valor para el comprador que el que le proporcionan los competidores y, por lo tanto, permite un precio superior¹⁶.

Como se concluye en el Cuadro N° 1, la empresa Tecnicagua S.A no puede basar su estrategia competitiva en los bajos costos del pasaje. Sin embargo puede centralizarse en el mercado de pasajeros turistas que buscan en un viaje de este tipo, beneficios no asociados al tiempo del viaje y que buscan confort, entretención y una nueva experiencia de viaje. De este modo la empresa puede diferenciarse ofreciendo un servicio no comparable al de su competencia, que permite como vimos, un precio superior.

Cuadro N° 1. Comparación del viaje Santiago-Mendoza en diferentes medios

Medio de Transporte	Duración	Precio (pesos chilenos 2006)
Bus	7- 8 ½ horas *	Aprox. \$9.000
Automotor privado	6- 7 horas *	Aprox. \$ 22.000 por auto **
Avión	50- 55 min. ***	Aprox. \$156.000 (ida y vuelta)
FC Trasandino (Los Andes-Mendoza)	Aprox. 10- 12 h oras	Aprox. \$100.000****

(*) Duración del viaje sujeta a condiciones climáticas
 (**) Los cálculos son tomando como base un auto que rinde en promedio 14 kilómetros por litro y considerando que cada litro de bencina cuesta en Santiago \$600 y que el trayecto en carretera son 365 km. También se incluyen los peajes.
 (***) Se debe considerar también todos los tiempos adicionales al tiempo a bordo que implica un viaje en avión (traslado aeropuerto, policía internacional, check-in, etc.)
 (****) Precio tentativo condicionado a la clase en que se encuentre la butaca. El precio incluiría también una serie de servicios suplementarios.

¹⁶ Estrategia competitiva. Técnicas para el análisis de los sectores industriales y de la competencia, Michael Porter, 1947.

En base a este análisis la empresa Tecnicagua S.A implementara un servicio de transporte facultativo de pasajeros a través de trenes turísticos.

Tecnicagua S.A planea ofrecer tres tipos diferentes de servicios basados en el mercado de trenes turísticos con puesta en marcha el 2010. Estos son:

1. Servicio de Tren Internacional de Lujo Turístico

Son trenes enfocados a un mercado muy exclusivo, para turistas con gran poder adquisitivo, a quienes se les pretende vender un paquete turístico completo con una programación atípica. Éste paquete contemplaría todo un servicio turístico complementario al tren, incluyendo todos los potenciales turísticos del área por el cual circula el ferrocarril. Estos son por ejemplo el turismo de montaña, aprovechando la cercanía del cerro Aconcagua¹⁷; el turismo aventura, explotando el rafting en el Río Mendoza y Aconcagua; además de todos los paseos en bicicleta y cabalgatas; turismo de salud entorno a los baños termales en la cordillera; turismo enológico entorno a las viñas en Mendoza; y turismo entorno a los deportes de invierno, aprovechando la infraestructura existente en Portillo y Puente del Inca.

Para lograr un alto estándar de calidad para estos servicios, la idea sería contar con trenes que estuvieran en el orden de dos suites por vagón, bañeras hidromasajes, sala estar y comedor,

coches climatizados para el verano y calefaccionados para el invierno y un auxiliar abordo cada tres pasajeros. Los trenes deberían tener una capacidad de no más de 70 pasajeros incluyendo un vagón exclusivo para el personal auxiliar abordo.

2. Servicio de Tren Internacional Turístico

Sería un servicio mas austero que el de lujo pero de oferta diversa y de muy buena calidad. Abracaría un mercado más amplio que el anterior sectorizando el vagón por clases. Sin embargo el segmento de mercado al cual apuntaría sería el de ABC1. El servicio también pretendería ofrecer un paquete turístico explotando los diversos tipos de turismo explicados en el punto anterior.

Los trenes tendrían una capacidad aproximada de 180 a 200 pasajeros, también con vagones climatizados y con sistema de calefacción y que contarían con servicio de bar abordo en un Coche Bar. Estos servicios funcionarían únicamente en función de la demanda estival (fines de semana, salvo en vacaciones cuando el servicio se podría extender).

Este servicio estaría en el rango de precios de USD 200 por el viaje Los Andes Mendoza, incluyendo algún tipo de servicio extra en el paquete.

¹⁷ El Cerro Aconcagua posee la cumbre más alta de América con 6952 m.s.n.m.

3. Servicio de Trenes Locales Turísticos

Los trenes locales tendrán la característica de no cruzar la frontera. El servicio apuntaría a un mercado más amplio ofreciendo trayectos por tramos con requerimientos distintos en ambos lados de la cordillera.

Por el lado argentino existirán dos trayectos. Uno de Mendoza a Potrerillos y viceversa, que busca satisfacer la demanda de transporte hacia el Embalse Potrerillos, que posee un gran potencial turístico entorno al lago y los deportes acuáticos. Por la cercanía del destino (aprox. 40 Km.), los trenes tendrían un carácter de tren urbano.

El otro trayecto es desde Mendoza hasta Puente del Inca y viceversa. Se aprovechará el transbordo con los trenes locales chilenos para realizar los trámites aduaneros en Horcones. Este servicio tendrá también la característica de realizar un desvío hacia un punto para vislumbrar en plenitud el cerro Aconcagua. El Aconcagua, al ser el hito del trayecto, transfiere su nombre al nombre tentativo de este tren. Además este servicio contará con ofertas de hospedaje entorno a la estación fronteriza y servirá de punto de acceso para las excursiones al Cerro Aconcagua.

Las estaciones en el tramo argentino serían Mendoza, Potrerillos, Uspallata, Polvaredas y Puente del Inca.

Por el lado chileno, funcionará sólo un servicio de trenes

locales directos Mendoza-Los Andes con estaciones intermedias en Río Blanco y Portillo.

Las características de los trenes para estos servicios (excluyendo el tren Mendoza-Potrerillos) serán de un aspecto más común que los Trenes Internacionales. Sin embargo igual se sectorizarán por clases, poseerán climatización para primera clase y los vagones tendrán una capacidad que va en torno a los 40 pasajeros.

El proyecto Coche Contemplativo del Pasaje Andino se enmarcará en el Servicio de Trenes Turísticos Internacionales que pretende ofrecer Tecnicagua S.A.

El viaje a través de la Cordillera de los Andes

Topografía del terreno

Crear un escenario de las características del paisaje de la cordillera en la futura ruta del FCT, es primordial, ya que apunta directamente con la estrategia turística de la empresa. Por otro lado, potenciar la belleza del paisaje a través del objeto-tren es parte del objetivo principal del proyecto, ya que éste se funda en la singularidad de este trayecto.

En la imagen satelital de la ruta queda al descubierto la riqueza del paisaje andino, así como la magnitud de la cordillera de los andes, inserta como un inamovible límite natural entre Chile y Argentina. Se aprecia las tonalidades verdes en las faldas de la cordillera, en las ciudades de Los Andes y Mendoza, cambiando a tonos pardos-pétreos



■ Límite Fronterizo
 ■ Cumbres más altas
 Ciudades importantes
 ■ Futuro trayecto FTC

Imagen N°3 . Foto satelital con coordenadas aprox. 33°11'/69°31' y a una altura de 4400 m

derivados de la aridez de la montaña.

Es primordial señalar que en la cordillera se distinguen sólo las estaciones de verano e invierno o estación seca y estación con nieve. Ambos paisajes son perceptiblemente distintos, teniendo cada uno cualidades de belleza únicas.

Ian Thomson y Dietrich Angerstein describen en su libro Historia del Ferrocarril en Chile también el entorno geográfico del trazado chileno realizado por el ferrocarril:

“La ruta tomada por el Ferrocarril Trasandino, a ambos lados de la frontera, conduce por los valles de ríos cordilleranos, específicamente, en el costado chileno, los del Aconcagua y del Juncal. El sector chileno del ferrocarril posee un largo de 71 Km. y sube casi 2400 m. Partiendo de la ciudad de (Santa Rosa de) Los Andes a 835 m.s.n.m, sigue primero, del lado sur del río Aconcagua; luego, cruza a la ribera norte en Río Blanco, a 33 Km. de su punto de partida. Pocos kilómetros más arriba, se devuelve al costado sur. Desde el Km 50 sigue, sigue la vía del valle Juncal por el lado sur hasta el Km 55 para retornar por la ribera norte hasta Portillo; ya en el kilómetro 63 de Los Andes, junto a la laguna del Inca. Y pocos kilómetros más al oriente, la línea entra en el túnel internacional.”

Perfil del Trazado del Ferrocarril Trasandino Central

El siguiente apartado pretende contextualizar el proyecto mediante fotogramas de los distintos tramos.

Los tramos se han dividido en 6. En cada tramo aparecen factores tales como la flora, pendiente-altura, poblados, suelo e hitos. Es decir, cada tramo posee puntos de interés turísticos únicos, ya sea por motivos de avistamiento, algún monumento, etc. Esta división coincide también con las futuras estaciones que se pretenden construir.

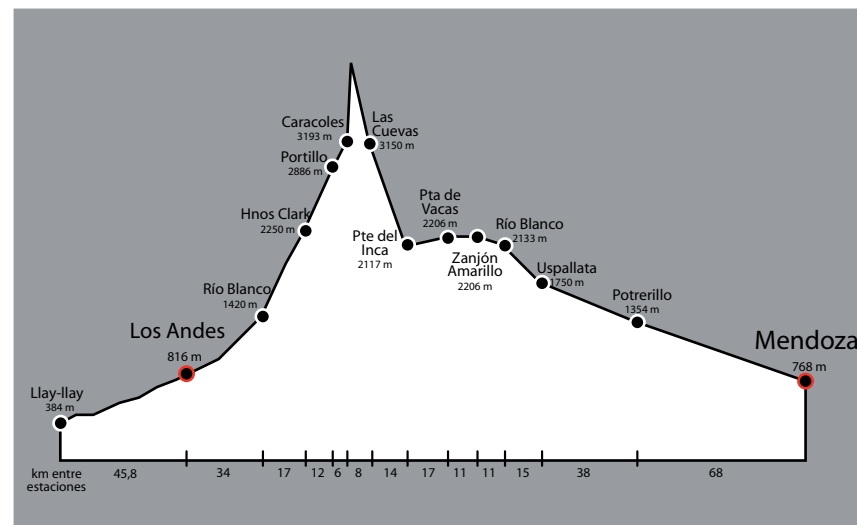


Ilustración N°2 . Perfil del trazado del FCTC. (Cuadro de Ian Thompson)

Tramo de Los Andes al Salto del Soldado

El viaje empieza con pendiente suave y perdura sin mayores fluctuaciones hasta Río Blanco. La vía férrea se encuentra actualmente en funcionamiento hasta la mina Saladillos, 4 Km. hacia el interior de río Blanco.

Como se aprecia en las fotografías, el río Aconcagua riega las tierras aledañas permitiendo el cultivo de distintas especies (en especial de la vid) y permitiendo también el crecimiento natural de la flora nativa. Durante la primera parte del trayecto la vía se mantiene en el costado izquierdo de la carretera y luego se cruza al costado derecho serpenteando por la ladera del cerro.



Imagen N°4. Desde arriba y a la izq: Llegada a Vilcuña desde el tren Gondola. Paisaje de viñedos alrededor de la carretera dejando Los Andes. Cruce del camino sobre el río Aconcagua. Salto del Soldado y túnel con el mismo nombre. Río Blanco

Tramo de río Blanco a Portillos

A partir de la localidad de Río Blanco, el camino se enfrenta a su máxima pendiente en todo el trayecto. El suelo se vuelve cada vez más infértil a medida que se alcanza mayor altura. Es por ello que la ferrovía se abre hacia adentro del río Juncal, desviándose por primera vez de un costado de la carretera, para así ascender la mayor pendiente del todo el recorrido: casi 7,8%. En esa zona se encuentra la antigua estación Hermanos Clark (ex Juncal).

Con respecto al paisaje, se puede apreciar que las montañas son más escarpadas, obligando con ello a abrir verticalmente la perspectiva del paisaje. Los ríos Aconcuagua y Juncal se ven mermados debido a desaparición de caudalosos afluentes, a cambio se alimenta de diversos afluentes menores que descienden espontáneamente por las quebradas. La vegetación por consecuencia escasea, concentrándose principalmente a orillas de los ríos.

En Portillo se encuentra, junto a la Laguna del Inca, el Hotel Portillo, un importante centro de deportes de invierno con muy buena calidad de pistas y actividades de montaña.



Imagen N°5. Desde arriba y a la izq: Laguna del Inca (invierno). Laguna del Inca (verano). Paisaje 10 kilómetros más arriba que Portillo. Hotel Portillo. Río Juncal y antigua estación del tren

Tramo de Portillo a Punta de Vacas

Este tramo es muy interesante debido a la altura en que se encuentra (3.200m en el túnel caracoles) y los hitos que existen. Uno de éstos es sin duda el Cristo Redentor, monumento levantado en la frontera de ambos países en 1904 y que simboliza la superación pacífica de un conflicto por cuestiones de límites que había llevado a Chile y Argentina a estar al borde de la guerra. También se encuentran las aduanas de Chile y Argentina, ambas situadas en el lado argentino. Éste también, es el punto de ascenso al Aconcagua. Una vez pasado el Hotel Portillo por la ruta 7, se debe cruzar el túnel Los Libertadores de aprox. 3 km para vehículos automotores. Paralelamente está el ex túnel ferroviario Los Caracoles.

Desde la antigua línea del ferrocarril, el paisaje se asoma de forma intermitente debido al túnel y numerables cobertizos que evitaban el estancamiento del ferrocarril en las zonas de mayor atochamiento de nieve. Sin embargo, en ciertas temporadas de invierno, esta zona se ve bloqueada debido a la gran cantidad de nieve caída. Pasado las aduanas existen una serie de atractivos turísticos, empezando con el centro de esquí Los Penitentes y luego el monumento natural Puente del Inca, una formación que fue paso obligado del Camino de Inca y del Ejército de los Andes. En la actualidad existen las ruinas de un hotel que potencio el turismo de salud entorno a los baños termales.



Imagen N°6. Desde arriba y a la izq: Vista desde la aduana en Horcones . Cristo Redentor y antiguas aduanas. Cerro Aconcagua. Cerro Los Penitentes (verano). Puente del Inca y ruinas del hotel arrasado por el alud en 1965

Tramo de Punta de Vacas a Uspallata

A partir de Punta de Vacas la cordillera se extiende y se abre, dando lugar a valles entre ellos el de Polvaredas y Uspallata. El río Mendoza en consecuencia fluye con menor pendiente y libertad. Gracias al río los valles a esta altura (1700m en Uspallata) mantienen una flora frondosa en ciertos puntos. Las formaciones rocosas por otro lado adquieren singulares formas, texturas con tonos rojizos, ocre y pardos. A diferencia del lado chileno, a esta altura (aprox. de Río Blanco) la perspectiva tiende a ser horizontal.

La pequeña localidad de Uspallata es sin duda un potencial turístico.



Imagen N°7. Desde arriba y a la izq: Ruta 7 Polvaredas-Uspallata. Localidad de Uspallata. Formaciones rocosas al borde. Estación de Ferrocarriles de Polvaredas. Flora del valle de Uspallata

Tramo de Uspallata a Potrerillos

En este tramo la ferrovía bordea el río Mendoza, el que sirve a atractivo turístico para rafting. Este trazo se caracteriza también por cruzar sucesivos túneles cortos, junto a las quebradas de los cerros aledaños. Una vez en Potrerillos la vía llega a una gran explanada donde se ubica el nuevo embalse Potrerillos, qué alcanzará su cota máxima en otoño del 2007. La construcción del lago pretende fomentar el turismo de deportes acuáticos como la pesca, navegación a vela y motorizada. Actualmente existen algunos complejos turísticos y se encuentran en marcha varios proyectos inmobiliarios.

A pesar de que el entorno es algo árido, en unos años más el embalse gozará de suficiente flora. Sin embargo la belleza del paisaje es similar al tramo anterior, con la diferencia que la perspectiva se abre cada vez más hasta llegar a Mendoza.



Imagen N°8. Desde arriba y a la izq: Río Mendoza óptimo para la práctica del Rafting. Cabañas entorno al dique. Cerros de contención del dique. Embalse Potrerillos. Deportes acuáticos en el embalse

Tramo de Potrerillos a Mendoza

Entre las quebradas de Potrerillos se encuentra Cacheuta, en donde se sitúan complejos turísticos entorno a baños termales. Antiguamente era parada del Ferrocarril Trasandino Central. Una vez pasadas las quebradas la línea férrea se separa por primera vez del río Mendoza, a partir de ese momento surge la gran explanada que da lugar al valle de Mendoza. Entorno a los costados de la vía se ubican una variedad de viñas que generan un paisaje idílico a partir de la vid, en especial en Luján de Cuyo y Maipú. Al ser una gran explanada, el cordón de Los Andes se percibe majestuoso de cualquier punto de vista, en consecuencia la perspectiva es mucha más abierta que los tramos anteriores e incluso más que la análoga ciudad de Los Andes, en donde las montañas se perciben inmediatas y estrechas.

En cuanto a los colores y matices, los tonos verdes y amarillos abundan, así como los colores propios de la cordillera que mencionamos anteriormente. La luz genera situaciones muy cálidas en este contexto campestre, generando disposición al descanso y a la calma.

La ciudad de Mendoza es por otro lado una urbe de gran potencial e interés turístico.

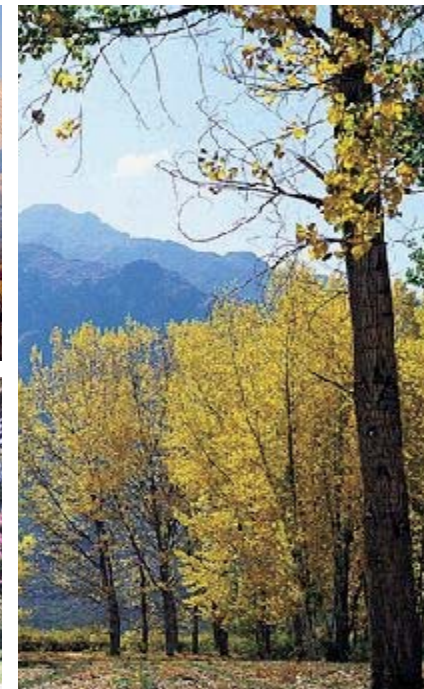


Imagen N°9. Desde arriba y a la izq: Viña Viniterra. Luján de Cuyo. Parque San Martín, Mendoza. Termas de Cacheuta. Viñedos en las cercanías de la ciudad de Mendoza.

Conclusiones

El paso cordillerano surge a partir del camino natural que siguen las aguas en su descenso por los accidentes geográficos. De este modo, la ruta del tren se compone de elementos constantes como la montaña, el valle y el río, y que son fundamentales para la panorámica del viaje.

En el lado chileno del trayecto, es decir entre Los Andes y Pta. de Vacas, el cordón cordillerano es compacto por lo que el ascenso se realiza bajo una gran pendiente. Casi el 90% de la ferrovía se mantiene al costado sur con respecto al río Aconcagua. La vía avanza cortando la ladera de las altas montañas, creando de este modo una pared al costado del riel y centrando de el interés del viaje al lado libre de obstáculos visuales. (Ver situación 1 y 2)

La ruta se mantiene en este tramo casi siempre en el lado sur, pasando únicamente 5km en el costado norte.

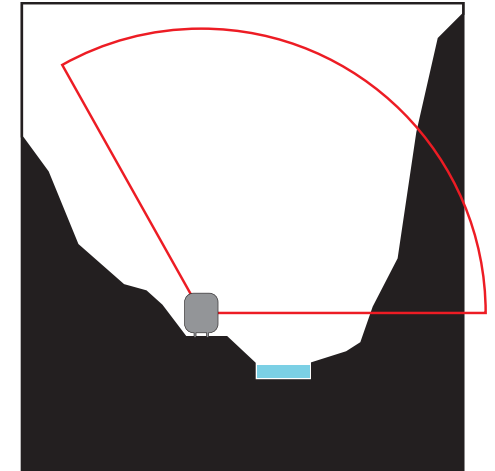
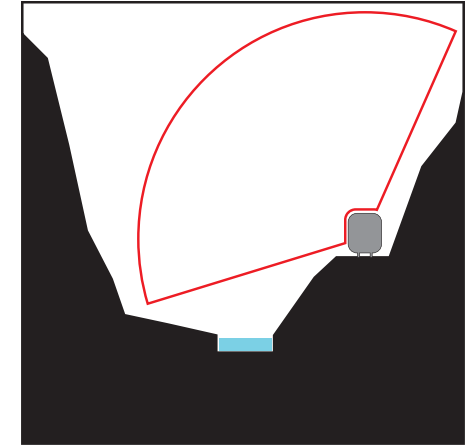


Imagen N°10.
Situación 1: 90% de la panorámica sólo a lado izquierdo al viajar desde Los Andes a Mendoza.
Situación 2: durante 5km el camino cambia al costado norte, rotando el ángulo de visión al lado sur.

Una tercera situación panorámica que se genera, es la aparición de altas cumbres en un segundo plano. Estas surgen entre las quebradas, al frente (o atrás) con respecto a la dirección del tren. Esta situación tiene lugar esencialmente cuando se va llegando al punto más alto del paso.

Una cuarta y última situación emerge ya básicamente en el lado argentino, donde el trayecto se vuelve cada vez más plano llegando a Mendoza. En este trayecto el cordón cordillerano se dispersa, presentándose así un campo visual más amplio que los anteriores.

Estos resultados dan las bases para diseñar el esquema del vagón.

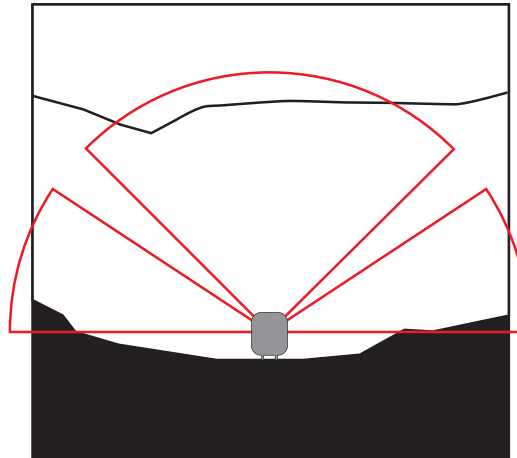
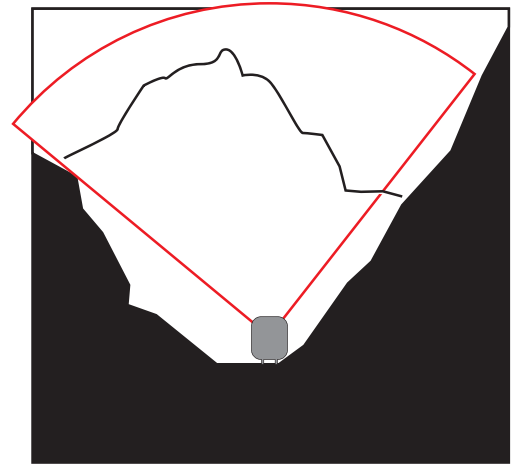


Imagen N°11.
Situación 3: las cumbres que emergen tras las quebradas presentan una panorámica hacia atrás y hacia el frente con respecto al sentido del camino (en la foto el cerro Aconcagua).

Situación 4: el campo visual en el lado argentino pasa a ser más horizontal pero emergen de igual modo las cumbres a lo lejos.

Tipología de Trenes

Con fines prácticos los trenes se clasificarán por el tipo de servicio que entregan. Dentro del marco de trenes de pasajeros existe la siguiente clasificación:

Trenes de Servicio Regular

Son aquellos ferrocarriles que ofrecen –como su nombre lo dice- un servicio regular de pasajeros orientado a suplir la demanda de transporte público. En esta categoría se enmarcan los trenes urbanos, interurbanos, interregionales e interciudades (incluyendo el servicio internacional).

Trenes de Servicio Facultativo

Son aquellos trenes en que sus servicios se rigen por la demanda. Esto no significa que no se lleguen a definir horarios de salida. La diferencia radica que la empresa tiene la facultad de definir cuando y bajo que condiciones se ofrecera. En esta categoría se encuentran los trenes turísticos.

Trenes Turísticos

Los trenes turísticos o facultativos se rigen por la demanda y surgen principalmente bajo iniciativas privadas.

Para contextualizar el proyecto es importante y necesario realizar un catastro sintético de algunos ferrocarriles de montaña que existieron y aquellos que aun perduran. Se concluye en base a los ejemplos presentados en este capítulo varios factores comunes. Entre estos factores se encuentran la velocidad de avance, la larga duración de los viajes, las magníficas obras de arte que se realizaron para trazar las vías, que atravesaban (o atraviesan) maravillosos paisajes y el ancho de la trocha. Sin embargo, uno de las características más importantes y notorias de cada uno, fue el “recuerdo nostálgico” de los viajes realizados bajo sus servicios.

¹⁸ En la jerga ferroviaria, se denomina “obra de arte” a todas las obras civiles que permiten el recorrido de vía férrea: puentes, túneles, viaductos, cobertizos, etc.

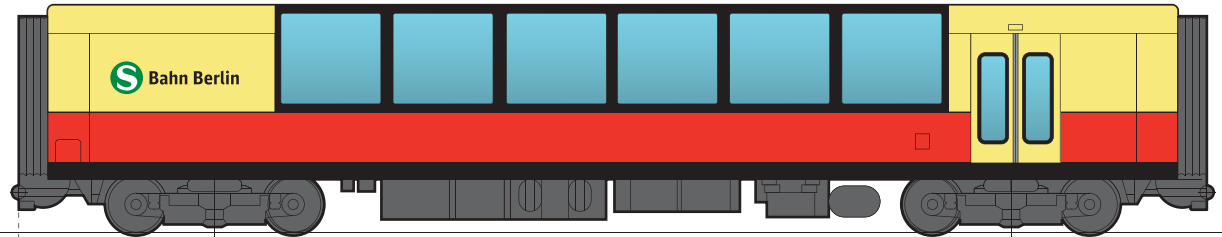
¹⁹ El concepto ancho de trocha¹⁸ se refiere a la distancia que existe entre los dos ejes de la ferrovía. Existen tres anchos de trochas convencionales dependiendo de los requerimientos del ferrocarril: Trocha Angosta (1.000 mm), Trocha Normal (1.435 mm) y Trocha Ancha (1.675 mm). Existen también trochas intermedias en casos específicos.

Algunos Referentes de Trenes Turísticos

El coche panorámico se encuentra inserto dentro del segmento de Trenes Turísticos. Dentro de este segmento existen dos referentes que han logrado permanecer con éxito durante los últimos 20 años.

Panorama S-Bahn Berlin

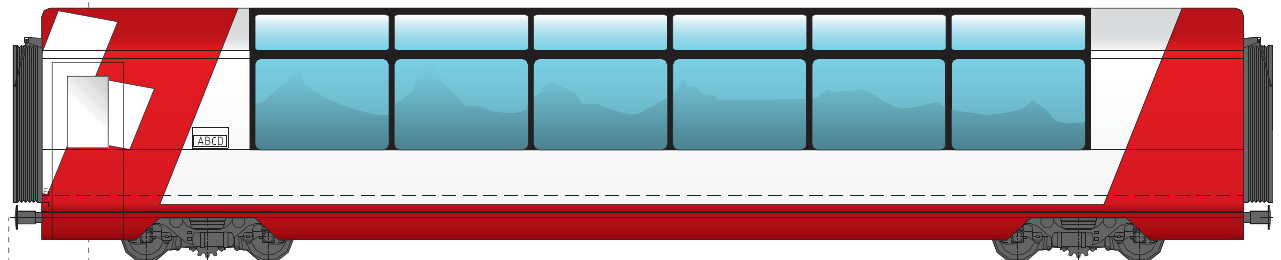
Último producto : BR 488/888
Puesta en marcha : 1995
Fabricante : Hw Schöneweide,
ELMO, AEG,
Siemens



Glacier Express 2006

Glacier Express

Último producto : Panoramawagen
Puesta en marcha : 2006
Fabricante : Stadler



Aconcagua 2010

Ferrocarril Trasandino Central

Producto : Aconcagua
Puesta en marcha : 2010



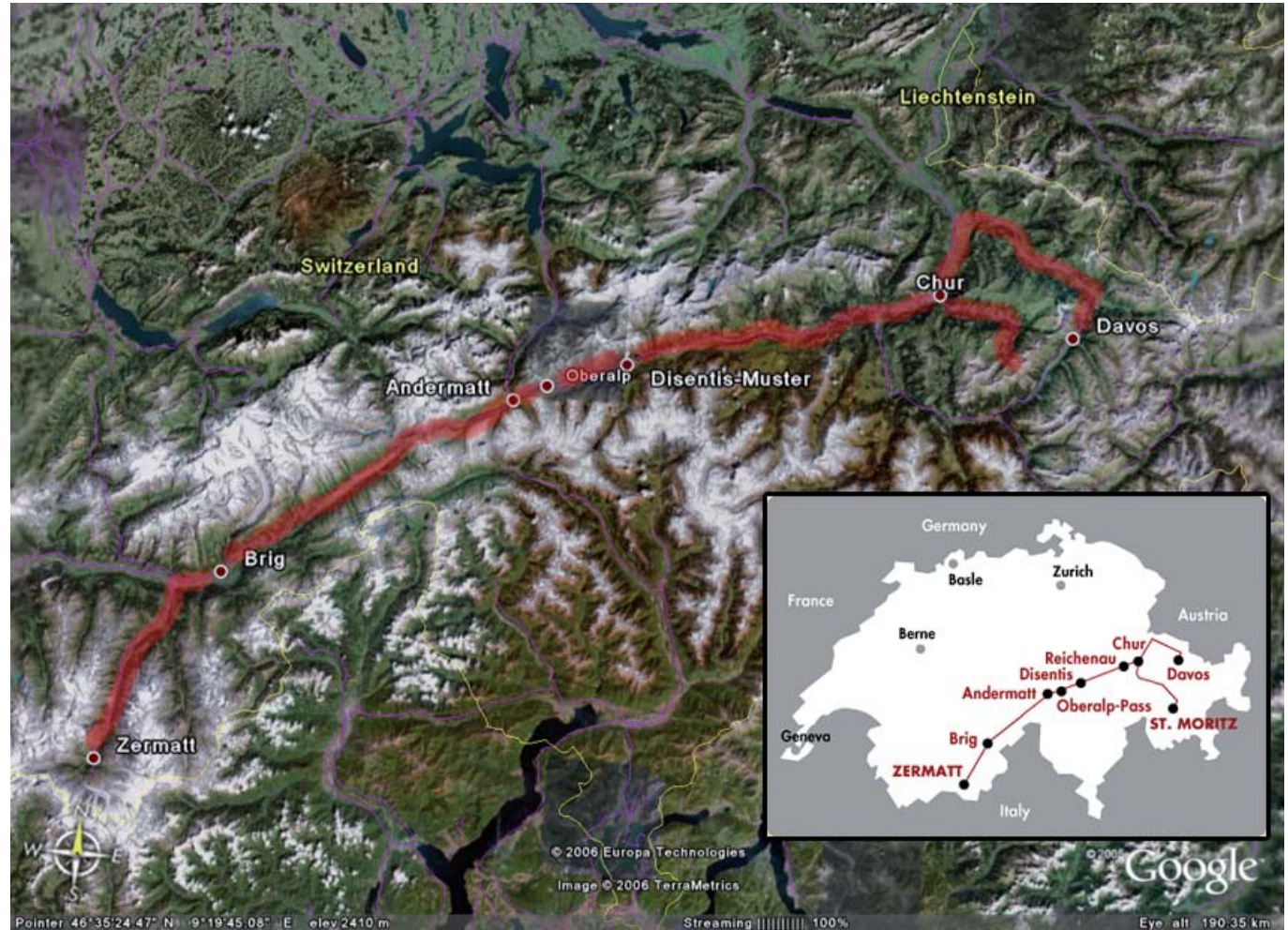
17,5m 17,6m 16,8m

Ilustración N°3 . Dos referentes importantes_ Panorama S-Bahn y el Glacier Express

El Glacier Express en Suiza

El Glacier Express, llamado también “El tren lento más rápido del mundo” es quizás, el mejor referente -en muchos aspectos- para el proyecto. Además de ser un ferrocarril de montaña de trocha angosta y que funciona con cremallera en gran parte de su recorrido, el Glacier Express ha existido siempre por el hecho de ser un tren enfocado al turismo en Suiza. Gracias a él, se ha explotado con éxito el turismo entorno al paisaje de Los Alpes Suizos.

Es por ello que la compañía ferroviaria FO (Furka-Oberalp Railway) con la intención de ir ofreciendo siempre una experiencia única de viaje a sus pasajeros, convirtió en 1987 -a modo de prueba- uno de sus vagones en un vagón panorámico,



- Límite Fronterizo
- Ciudades importantes
- Trayecto

Imagen N°12 . Foto satelital con coordenadas aprox. 46°35' y a una altura de 2400 m

al incluirle marcos de acero para una ventana adicional. Tres años después y dado al éxito del singular vagón, se construyeron otros más del mismo modo.

Debido a la excelente respuesta de los clientes, la BVZ (Visp Zermatt Railway) y la FO encargaron en 1990, la fabricación de 14 vagones panorámicos a la empresa italiana Breda. El diseño interior y exterior estuvo a cargo del reconocido diseñador italiano Pininfarina. Desde la introducción de estos coches en mayo de 1993, estos se han convertido en la característica predominante de la imagen del Glaciar Express.

Así, los nuevos coches panorámicos 903/904 inauguraron una nueva era. Cinco vagones de cada serie fueron equipados con aire acondicionado en primera clase. Debido a la gran demanda del servicio y al atractivo de los vagones, las dos empresas asociadas propietarias del Glaciar Express comienzan a operar diariamente en verano, llegando a transportar 260.264 pasajeros en el año 2002.

El primero de Enero del 2006 las compañías Brig-Visp-Zermatt Railway y Furka-Oberalp Railway se fusionan para formar Matterhorn-Gotthard Railway. A partir de entonces el Glaciar Express será operado sólo por dos compañías ferroviarias.

En Junio del mismo año los directores de las compañías Rhaetian Railway y Matterhorn-Gotthard Railway firman un acuerdo

para incorporar cinco nuevos vagones panorámicos y un coche comedor, formando así una flota de 24 vagones panorámicos. Los pasajeros deberían verse beneficiados de estos nuevos coches en Mayo del 2006, los cuales contarán por primera vez con un vagón panorámico para segunda clase con 48 asientos, además de reducir los asientos de 48 a 36 en los coches de primera clase. También todos los trenes contarán con espacio para discapacitados y baños debidamente equipados para ellos en primera clase. Implementar



Imagen N°13 . El Glaciar Express sobre los alpes nevados

Las mejoras en este tren Alpino para hacerlo más confortable y atractivo, fue un desafío para proveedores, diseñadores y fabricantes. Además de regirse por la ley de discapacitados y el número óptimo de pasajeros en función del precio, la estructura debe ser muy liviana de modo de no exceder el peso máximo los seis carros cargados en 130 toneladas.

Desde 1990 hasta ahora los vagones son impulsados por locomotoras del tipo HGe 4/4 II, las que poseen una potencia de 2500 HP capaces de empujar hasta 135 toneladas y que pueden alcanzar una velocidad máxima de 90 km/h. Estas características son muy similares a las máquinas que desea utilizar Tecnica para movilizar a sus carros.



Imagen N°14 . Interior de un coche de segunda clase

Cuadro N° 2. Datos Técnicos de las Rutas realizadas por las líneas Rhb y MGB

	RhB	MGB
Ancho de Trocha	1000 mm	1000 mm
Largo de línea	315 km	144 km
Peralte Máximo con Adhesión	45 %	40 %
Peralte Máximo con Cremallera	-	125 %
Radio Máximo de Curva	60 m	60 m
Estaciones de Mayor Altura :	1774	
St. Moriz		2033
Oberhalb		1607
Zermatt		
Estación de menor Altura	584	
Chur		650
Visp		
Cremallera	-	Sistema Abt
Largo de Cremallera	-	32 km
Velocidad Máxima con Adhesión	100 km/h	90 km/h
Velocidad Máxima con Cremallera	-	35 km/h

Panorama S-Bahn Berlín

El Panorama S-Bahn es otro caso de un tren con fines turísticos con éxito. A pesar de que la singularidad de este tren difiere con respecto al Glacier Express, el principio de entregarle al pasajero una experiencia única se mantiene. Es por ello que el análisis de este tren proveerá elementos de juicio que servirán luego para el proyecto.

La concepción del vehículo remonta hace 75 años y hasta 1999 100.000 pasajeros han disfrutado de sus servicios, entre ellos la reina Elizabeth II.

El modelo de serie utilizado hoy en día es el 488/888, un vehículo a tracción del Metro de Berlín (Berliner S-Bahn) y que surge a partir del remodelamiento hecho 1999 de la serie 477/877 para el servicio de viajes especiales.

El Panorama S-Bahn sólo viaja de modo facultativo los días viernes y durante el fin de semana entre los trenes de servicio regular. El recorrido estándar es Ostbahnhof - Suedring - Stadtbahn - Ostbahnhof, ofreciéndose también destinos especiales en ocasiones como para mundial de fútbol o la inauguración de una nueva línea de metro. De igual modo presta sus servicios para matrimonios o fiestas de empresas.

Un guía de viaje va explicando el trayecto con el trasfondo

histórico, anécdotas chistosas y señalando los monumentos situados en el recorrido. También se ofrecen audio-guías en inglés y español en audífonos dispuestos sobre los asientos.

Historia del Desarrollo

Para el desarrollo del nuevo tren Panorama S-Bahn con fines turísticos, se utilizaron ejemplares de la serie 491. El último representante de la esta serie se dañó tan gravemente luego de un accidente en diciembre de 1995, que su reconstrucción se vio imposible.



Imagen N°14 .Modelo 488/888 del Panorama S-Bahn

El accidente sucedió poco después de la fundación de la S-Bahn Berlín GmbH. Dentro de las primeras ideas de esta institución, estaba la de un vagón abierto sobre la base de un bus de dos pisos utilizado por esta misma empresa de transporte. Un vehículo abierto con semejantes características, ya había existido en el metro con el nombre de Cabrio-U-Bahn, en el que los pasajeros debían colocarse un casco otorgado por la línea al momento de viajar.

La idea de aplicar un vehículo similar para la nueva Panorama S-Bahn se rechazó por distintas razones:

- La seguridad de los pasajeros, considerando la exposición al tendido eléctrico y los trenes que se cruzarían.
- Considerando que los trenes se insertarían entre los trenes de servicio regular, estos debían también viajar a velocidades que se adaptasen al flujo. En ese caso los pasajeros estarían expuestos a un viento constante.
- Un vehículo abierto sólo se podría poner en funcionamiento en la temporada de verano bajando considerablemente los ingresos de un servicio de estas características.

Existieron más razones en contra de la idea de un Cabrio S-Bahn. En ese momento, aconteció un accidente en del ultimo ejemplar del Gläsern Zug (tren vidriado) quedando completamente destruido.

fueron re-ideados por los ejecutivos con lo siguientes requisitos:

- Los trenes deben transitar bajo la misma red del Metro de Berlín, esto es 750 V DC con el tendido eléctrico a un costado de los rieles.
- Los vagones debían permitir una visibilidad libre de obstáculos a ambos costados, similar a la otorgada por el Gläsern Zug.
- Se debe considerar un espacio y equipamiento para discapacitados, se debe ofrecer un alto confort de las plazas. Para reforzar las explicaciones del guía, debe existir un centro multimedia.

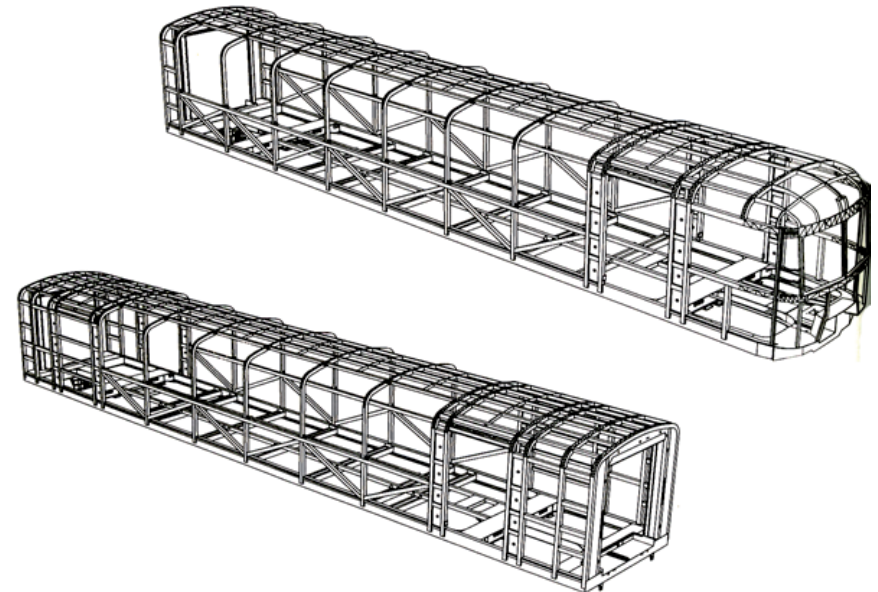


Imagen N°15. Esqueleto del carro central y terminal 477/888 del Panorama S-Bahn

- Debe tener un baño para discapacitados
- El nuevo tren debe adaptarse al parque de máquinas ya existente.

La elección recayó rápidamente sobre la reconstrucción del Modelo 477, un clásico, del cual estaba ya prevista su eliminación. La reconstrucción se realizó en el Taller de Máquinas Schöneweide, el que tenía décadas de experiencia con ese vehículo.

El esqueleto y lacado

Las medidas del vehículo corresponden a las de un vagón base. El carro medio es 350 mm más largo con respecto a ambos carros de tracción. El esqueleto equivale sin embargo al original, solamente los travesaños cambiarían de posición para mantener la estática. El esqueleto frontal del carro se debería concebir nuevamente.

Las paredes laterales del vehículo estarían unidas a la viga central del techo de 1600 mm de ancho. Las paredes estarían compuestas por perfiles cuadrados con puntales de compresión-tracción y enchapado de acero. La distribución se logra gracias a la reducción de puertas (solo una por vagón en vez de cuatro), logrando así la estática de la construcción.(Ver Imagen N°13)

Con respecto al lacado del vehículo se ideó volver al tan querido color original: por debajo de la ventana rojo bordeaux y sobre la ventana, ocre.

El Salón de Pasajeros

El concepto del interior como también la elección del color exterior estuvo a cargo de los diseñadores Heike Mühlhaus y Peter Ruthenberg.

En total el tren tiene 40 ventanas con un peso de 170 kg. Fueron concebidas como ventanas térmicas y libres de estructura hasta la viga central del techo.



Imagen N°16. Vista interior del coche terminal

Para garantizar de todos modos un campo visual óptimo del camino, se insertó un tabique de vidrio entre la cabina del piloto y el salón de pasajeros.

El suelo del vehículo se encuentra a una altura de 1120 mm, garantizando de este modo el ingreso a nivel raso. El suelo está compuesto de madera contrachapada unida a una chapa estructurada de acero. Sobre el contrachapado se adhiere finalmente un folio de alfombra.



Imagen N°17. Vista interior de la sección bar-restaurant



Marco Teórico

Usuario

Como se menciona en la sección *Tipología de Trenes*, el servicio que ofrecerá el FTC, está inserto dentro de la categoría "Trenes Turísticos", por lo tanto, el usuario se acota exclusivamente al turista.

Debido al costo del pasaje (aprox. US\$ 200), el público objetivo queda reducido a un segmento chileno y argentino de altos ingresos y turistas internacionales. Dentro del segmento de altos ingresos, se consideran familias con niños, parejas, jóvenes y adultos mayores que realizan un viaje de recreo de corta estadía en las ciudades de Mendoza, Valparaíso, Viña del Mar o Santiago. El segmento adulto mayor o tercera edad, será probablemente el grupo de mayor peso dentro de los anteriormente mencionados, debido a su disponibilidad de tiempo, dependencia a la hora de transportarse y a sus gastos en el tópicos viajes.

Debido a la variabilidad etaria, demográfica y cultural del público objetivo, se debe considerar de modo muy general el aspecto de mitos y costumbres del usuario. Sin embargo, el diseño interior del coche se debe regir por el *principio ergonómico de los extremos*.

Turistas Internacionales



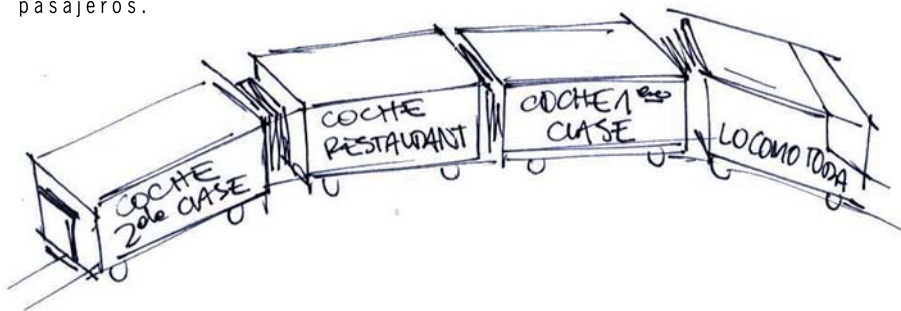
Turistas Chilenos

Turistas Argentinos

Ilustración N°4 . Público objetivo y segmentación

Configuración del Tren

El tren es, en un sentido abstracto, una sucesión de habitáculos conectados entre sí, que tienen como función transportar -del modo más apropiado- una cierta cantidad de pasajeros.



En el caso de un tren turístico internacional de montaña, la configuración de los habitáculos debe, además de cumplir con todas las especificaciones técnicas, satisfacer necesidades y expectativas del usuario, que como bien dijimos, optará por elegir este medio no por su costo, sino por el servicio diferenciador que éste le otorgue con respecto a sus competidores. Para aprovechar esta oportunidad, se concluyó que el motivo del viaje debe enfocarse por medio de la gratificación que éste nos entrega a través de la contemplación del paisaje y actividades turísticas entorno al trayecto. Por eso la composición de los espacios y equipamiento debe apuntar al usuario turista y sus actividades.

El tren, es un vehículo de medio terrestre por lo que mantiene mayores similitudes con el bus. Sin embargo, el poseer una vía propia tiene ciertas ventajas y desventajas con respecto a los otros

medios. El tren tiene la posibilidad de acoplar una gran cantidad de carros relativos a la potencia de sus motores y la demanda. Esto permite una mayor utilización del espacio a lo largo del convoy que en los otros medios, así como mayor control (al estar bajo conducción controlada) y por ende mayor seguridad. El uso de fuelles, permiten comunicar al pasajero con el resto de los carros dando cabida a la actividad de circulación sin problemas. La estabilidad, el espacio, la seguridad y la velocidad constante

Cuadro N° 3. Cuadro de Actividades realizadas en un tren de larga distancia

Actividad(es)	Equipamiento	Espacio
Comer	mesas y soportes corporales	Bar-Restaurat / plaza
Dormir	cama / butaca	Dormitorio / plaza
Sanitarias	-	Baño
Circulación	-	Pasillo / fuelle
Eliminación de desechos	contenedor de desechos	-
Recreativas : - ver televisión - actividades de mesa - leer	tele soporte -	butaca
Guardar equipaje	rack de equipaje	650
Embarque / Desembarque	puerta	-
Fumar	cenicero	Espacios designados

permiten que el pasajero pueda realizar diferentes actividades con mayor libertad.

La estructura, como bien lo vimos en las consideraciones técnicas, admite una gran flexibilidad en el diseño. Estas diferencias son un factor decisivo a explotar y fundamental para el diseño de un coche. El cuadro N° 3 describe las actividades que el pasajero podría llegar a realizar durante un viaje de larga distancia.

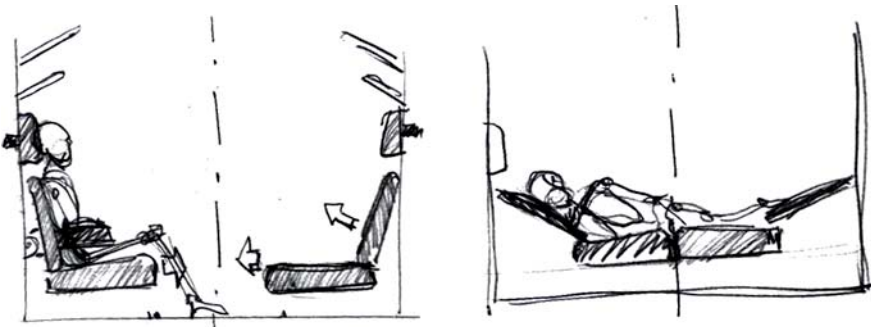


Imagen N° 18 . Compartimiento dormitorio.

Existen configuraciones clásicas con respecto al espacio y el equipamiento en función de la actividad. Sin embargo, es importante adecuarlos según los requisitos del proyecto.

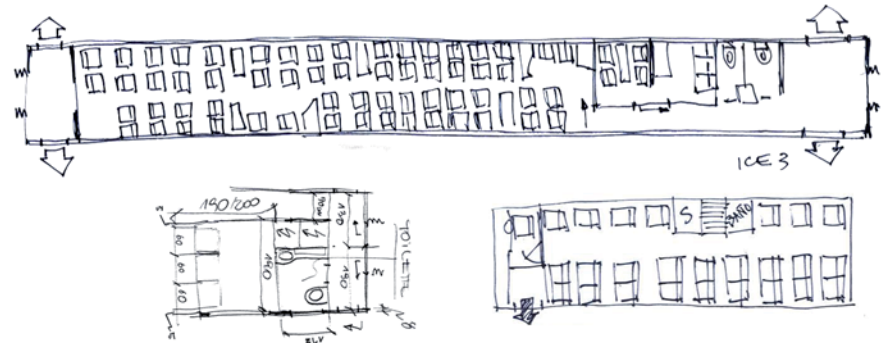


Imagen N° 19 . Algunas configuraciones clásicas en tren y bus.

Los espacios imprescindibles que deben existir en un vagón son los siguientes:

Espacio de embarque/desembarque

El embarque y desembarque en un tren son correlativos a las paradas en las estaciones que cada servicio ofrezca. Para que esta actividad no obstruya al buen funcionamiento del resto y para optimizar el proceso de ingreso y salida, es ideal que exista un espacio de transición entre la situación de viaje y la de permanencia en "tierra", aprovechando la cualidad de buena circulación en el tren. El acceso al tren se logra mediante el uso

de puertas, que dependiendo de la tipología del tren, son de apertura automática o de accionamiento por parte del propio pasajero. Generalmente existen en este espacio paneles informativos que indican estaciones, paradas u otro tipo de información relevante al pasajero con respecto a embarques y desembarques.

Fuelle

El fuelle es el puente que permite comunicar internamente los vagones en aquellos puntos de quiebre del tren. A través de éstos, los pasajeros y el personal abordo pueden circular a lo largo del convoy. Está comunicación es trascendental desde el punto de vista comparativo con los otros medios de transportes.

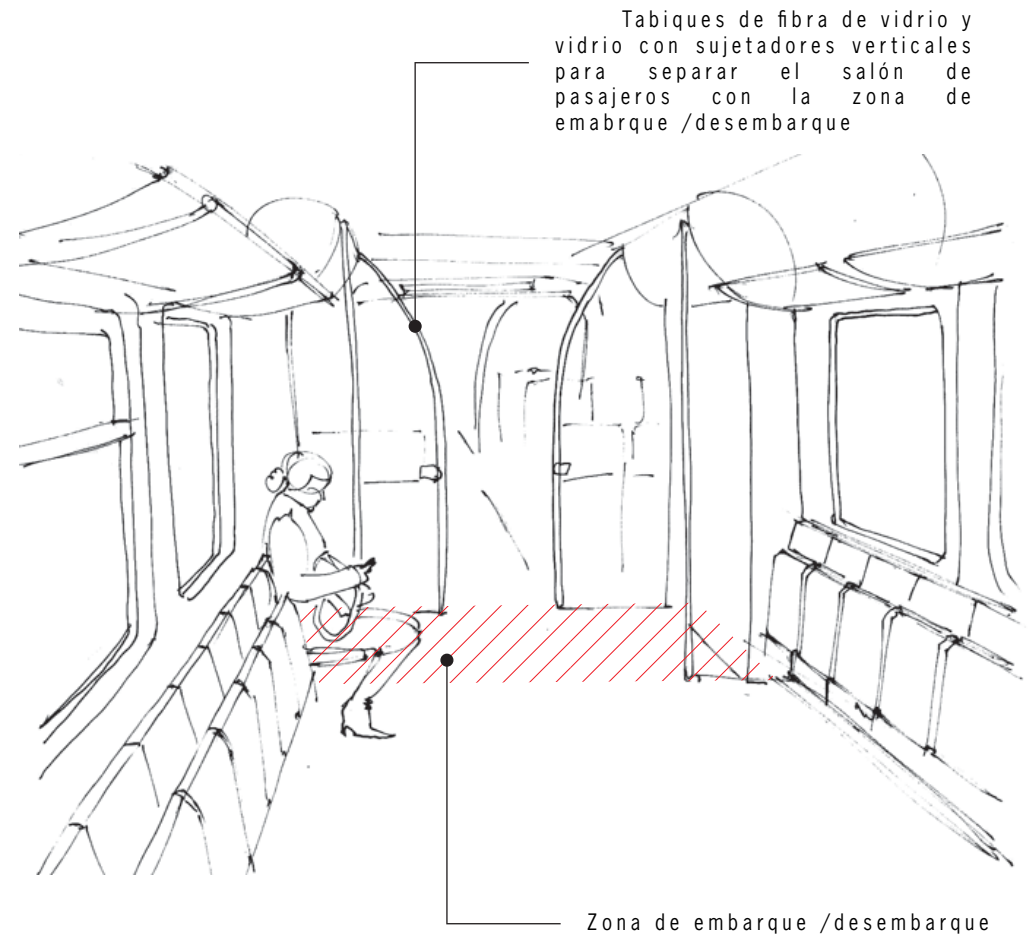
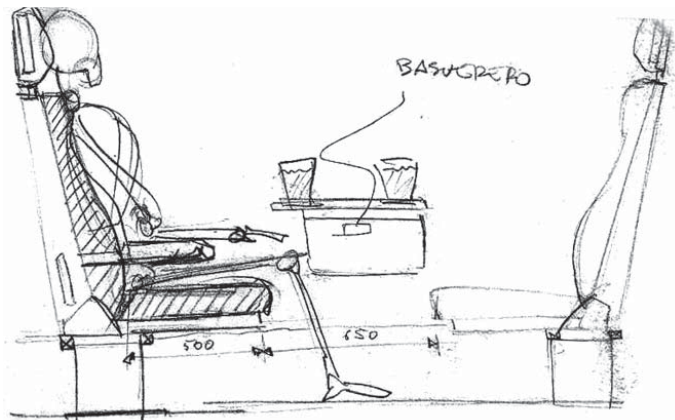


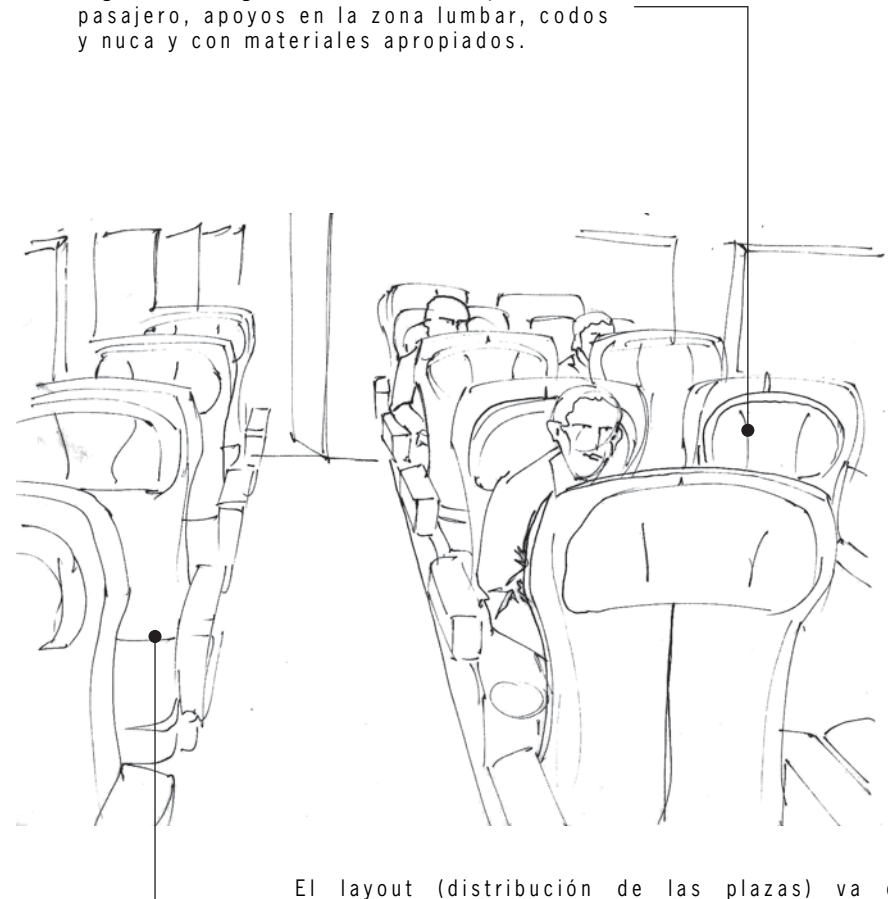
Imagen N° 20 . Situación de Embarque / Desembarque en un tren de cercanías

Butacas

Para transportarse en un vehículo es necesario contar con una plaza o espacio designada para el pasajero en el mismo. Cuando el viaje es de larga distancia como un viaje interurbano, es necesario contar con una plaza que permita al pasajero estar en una posición de descanso. Para ello es necesario un soporte corporal. En un tren interregional o interurbano generalmente se ofrecen servicios de distintas clases, que determinan el grado de confort de la plaza y la calidad del servicio a bordo. Las medidas de las butacas son acordes a los requerimientos ergonómicos del usuario. Dependiendo del ancho del interior del coche y del ancho de las butacas, la configuración de éstas varía, por lo general en primera clase las butacas se configuran en hileras de tres y en segunda clase en hileras de cuatro. Sin embargo no es una condición, ya que las cualidades del tren permiten diversidad de configuraciones que responden a las actividades que al interior se realizan.

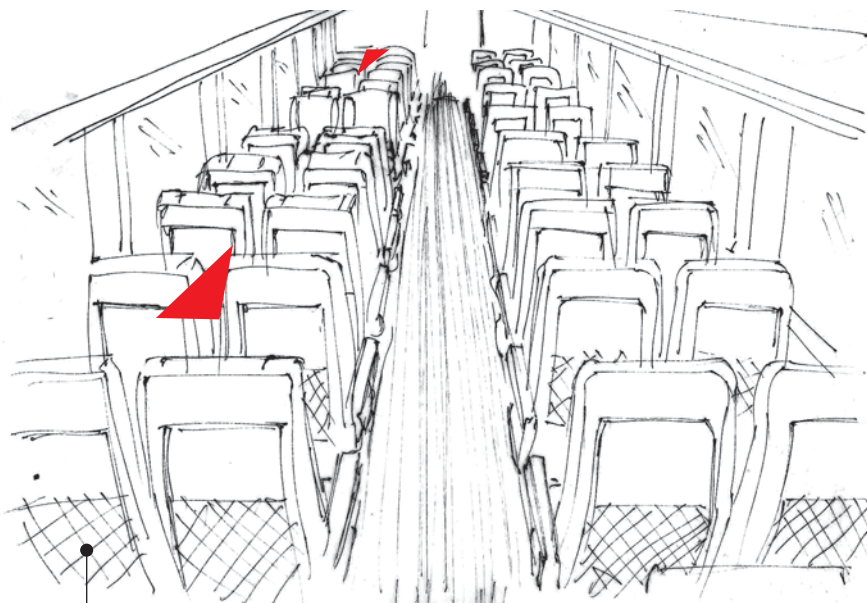


La confortabilidad de los asientos se logra entregando mucho espacio al pasajero, apoyos en la zona lumbar, codos y nuca y con materiales apropiados.



El layout (distribución de las plazas) va en dirección de viaje y tiende a una relación individual entre los pasajeros

Imagen N° 21 . Butacas de 1era Clase del tren rápido ICE (Inter City Express)

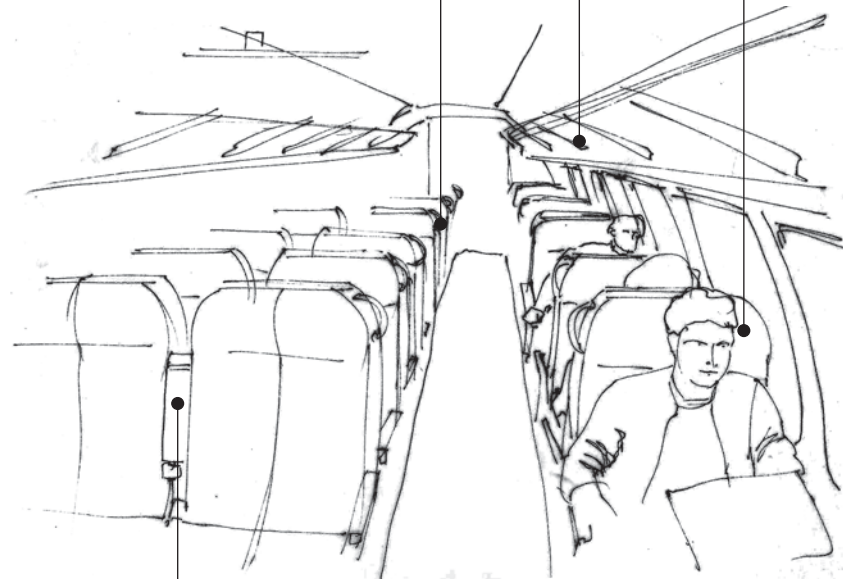


El layout en este caso tiene un eje de simetría al centro del vagón. Un grupo de plazas en contra dirección de viaje y el otro a favor.

El espacio de la plaza es claramente más reducido y la butaca menos confortable en trenes regionales

Rack para equipaje liviano

Elementos de sujeción

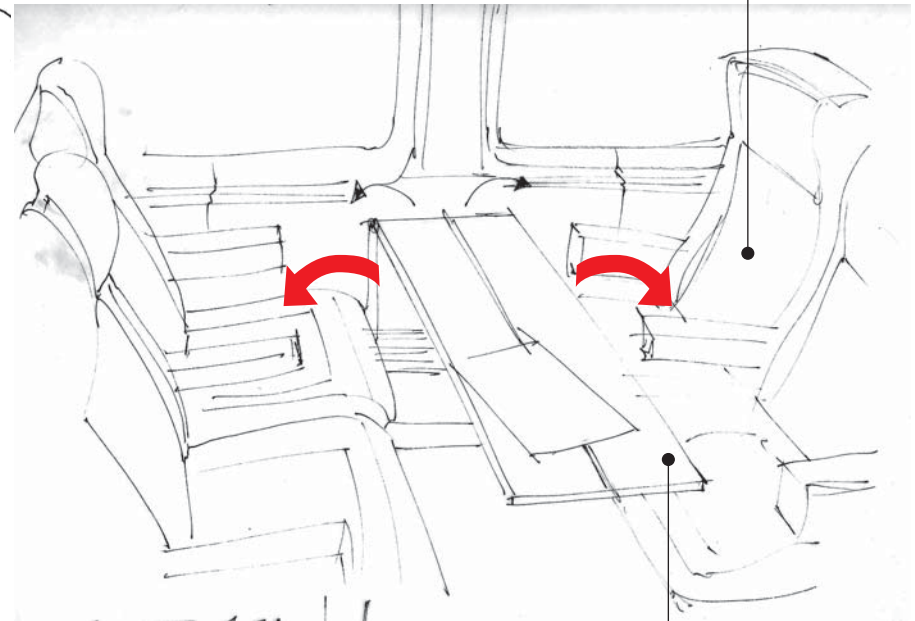


Apoyo compartido para codos en butacas dobles



Las butacas para trayectos cortos como el metro son más comunicativas. El omitir el apoyo de la nuca deja mucho más libre el espacio interior

La composición de asientos grupales propicia la omunicación entre los pasajeros y permite también actividades recreativas entre ellos.



Las mesas son abatibles, optimizando de este modo el espacio

Consideraciones Técnicas para el Proyecto

Para diseñar un coche es necesario establecer primero cuáles son las normas ferroviarias existentes que rigen en Chile y en Argentina y ya que son muy gravitantes para tomar decisiones de diseño en el proyecto. Por otro lado es necesario definir cuales son los elementos y/o sistemas con que contara el tren, y luego establecer cual de éstos no se intervendrá, ya que no están al alcance de la disciplina del diseño. Un vez definidos los elementos y/o sistemas inamovibles, es pertinente ubicarlos y extraer de ellos aquellos factores que permitan diseñar la estructura del coche.

1. Galibos

El galibo es el contorno de referencia con las alteraciones que corresponde considerar para determinadas circunstancias, al cual deben adecuarse las instalaciones fijas y el material rodante para posibilitar la circulación de los vehículos sin interferencia.

Para fines del proyecto esta información es trascendental, ya que marca la pauta de todas las restricciones geométricas de la sección transversal del vagón en relación al ancho de la trocha.

La normativa Argentina NEFA y FAT establecen las distancias máximas entre el ferrocarril y las obras de la vía para un ancho de trocha 1000mm.

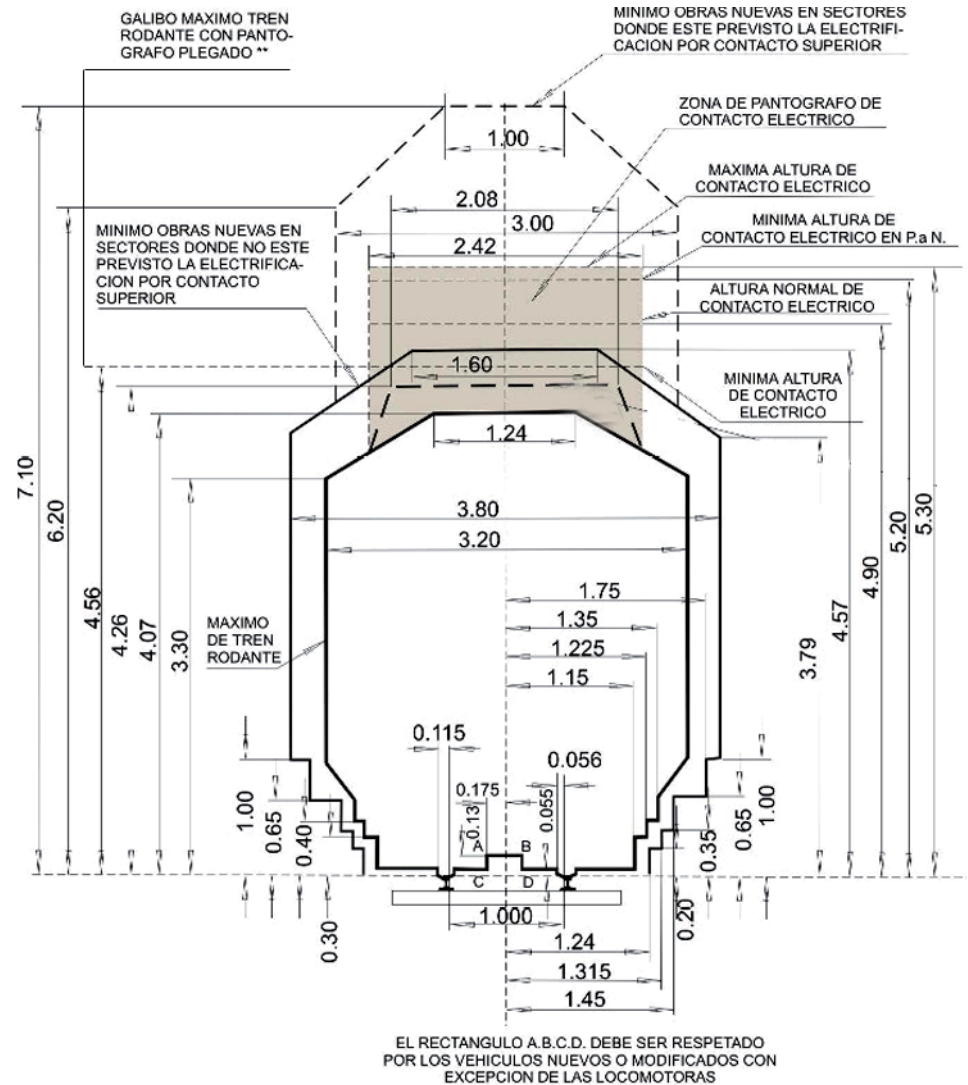


Imagen N° 26. Galibos máximo de trenes y mínimo de obras en vías comunes y electrificadas trocha angosta (1.000)

2. Peso Máximo

La tara o peso del vagón sin carga, es relativo a la capacidad de la rueda del bogie. Todos los elementos del vagón transmiten sus cargas que finamente llegan al eje y luego a la rueda del bogie, transmitiéndose finalmente del plano de rodadura al carril. Cada rueda es capaz de resistir una carga aproximada de 10ton, por lo que cada eje es capaz de soportar 20ton y cada bogie 40ton. Considerando que por cada vagón existen dos bogie, el peso del vagón cargado no puede superar 80ton, desviando el margen en un 20% por concepto de seguridad queda un total 64ton.

Suponiendo que un coche tipo tiene capacidad para un máximo de 50 pasajeros cargados, se realiza el siguiente cálculo considerando valores críticos:

$$\begin{aligned} \text{Peso pasajero cargado} &= \text{peso pasaj.} + \text{peso equipaje} \\ &= 100\text{kg} + 20\% \text{ peso pasaj.} \\ &= 120\text{kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Peso Total de pasaj.} \\ \text{cargados} &= 50 \times 120 \\ &= 6.000 \text{ ton} \end{aligned}$$

Si el peso máximo del vagón vacío es 64ton restando el peso total de los pasajeros cargados resultan 58ton, de los cuales 7ton corresponden a los bogies. Todo lo que respecta a elementos constructivos, estructura y equipamiento, no puede superar 50 ton. Mas, es necesario en este punto reflexionar sobre la relación

costo-beneficio al momento de escoger los materiales constructivos para la estructura y revestimiento interior.

3. Estructura y equipamiento de un vagón

La estructura o caja de un coche para pasajeros tiene requerimientos distintos a los de un vagón de carga. Su función es proteger al pasajero, componer la morfología básica del coche, reducir la vibración y aislar acústica y climáticamente el interior del exterior.

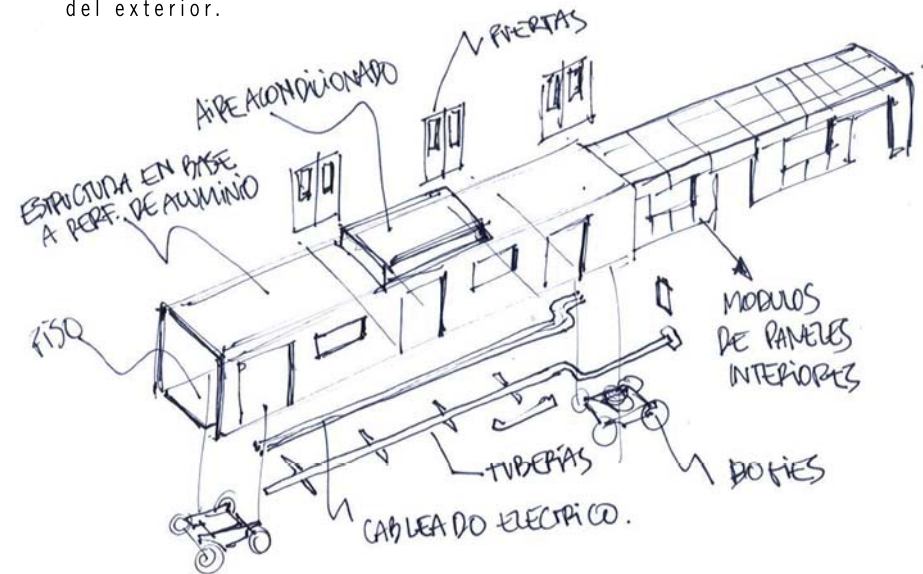


Imagen N° 27 . Partes principales de un coche

Existen actualmente dos métodos para construir la estructura de un coche: basada en perfiles de aluminio soldados entre sí y de perfiles metálicos y enchapados con chapas de acero. El primer método es claramente más sofisticado pero con costos considerablemente más altos que el segundo. Sin embargo el método constructivo está sujeto a varios factores, entre ellos la localización geográfica de la empresa que fabrica los coches y los costos. Esto, por la facilidad de obtener la materia prima y por la facilidad de trabajar con ella. Esto significa que en países como China el trabajo con acero es más común que el trabajo con aluminio, sus costos son más bajos y es tecnológicamente más sencillo. En Europa y Japón por el otro lado, existe ya un desarrollo en la aplicación del aluminio en la industria ferroviaria.¹⁸

La empresa japonesa Hitachi Rail, ha desarrollado un modo singular de construcción de carrocería basada en perfiles modulares cerrados de aluminio de un máximo de 25mts y que permiten libertad en el diseño, los que luego se sueldan sin dejar vestigio de la unión (la tecnología se llama Friction Stir Welding FSW). El sistema de unión deja la superficie bastante pareja por lo que no requiere de un proceso adicional para pintar directamente.

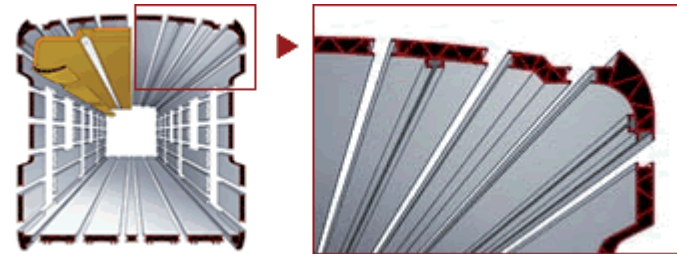


Imagen N° 28 . Sistema de perfiles modulares de aluminio de desarrollado por Hitachi

El proceso de montaje de los elementos interiores se optimiza, de igual modo, generando módulos y evitando una variedad de piezas únicas. Para ello es necesario diseñar piezas prefabricadas que se adaptarán y montarán *in situ*. Los módulos interiores se dividen en el panel del cielo, paneles laterales y el piso. Los módulos de montaje exterior por debajo del piso, como las tuberías y cableado, son cambiados “sobre riel” y protegidos con una estructura formada a partir de los mismos perfiles de aluminio. El baño, es una unidad modular auto-sustentable, lo que permite su intercambio completo en caso de deterioro o defecto y es también fácil de mantener.

El montaje de los paneles del cielo del coche se logra al existir una cantidad suficiente de puntos de sujeción o sistema de riel, provisto o incluido en los perfiles de la estructura.

¹⁸ Extraído de una entrevista realizada con el Ing. Herbert Weit

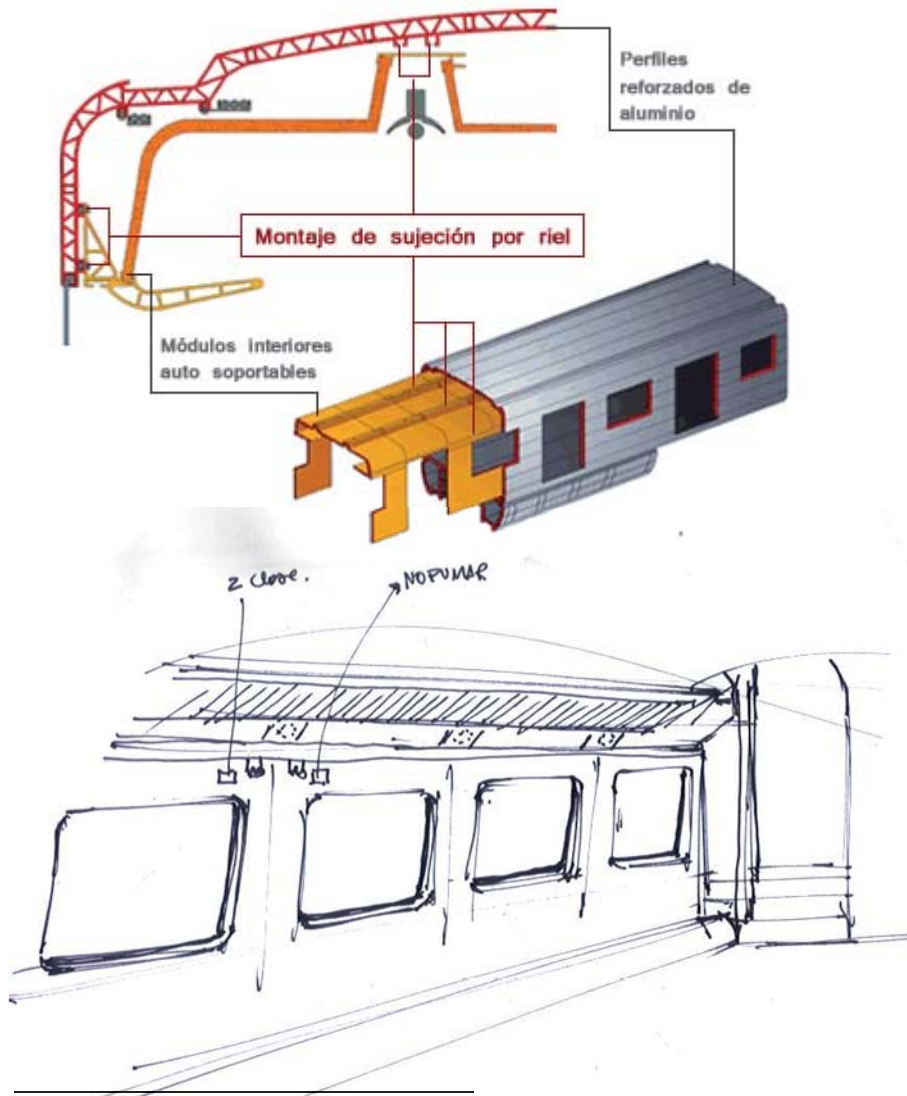


Imagen N° 29 . Sistema de unión de los paneles interiores a la estructura de aluminio.
Imagen N° 30. Sistema de paneles interiores de una estructura de perfiles de acero.

4. Geometría del Coche

La geometría del coche se definirá por la sección transversal y longitudinal las que estarán limitada por una serie de factores.

Sección transversal

La sección transversal del vagón está definida por los galibos, la velocidad máxima del viento durante el trayecto y el peralte máximo. Como se vio en el punto 1, los galibos definen la sección transversal del vagón y las obras de arte, en función del ancho de trocha. En el caso de trocha angosta (1000 mm) el ancho máximo desde el exterior del vagón es de 3200 m. El piso del vagón se debe encontrar a una altura de 1000mm desde el plano de rodadura. Desde el piso la altura máxima del vagón debe ser 3007mm. Sin embargo existe una sección cuadrada desde el piso del vagón de 3200 mm x 2300mm y sobre ella una sección trapezoidal de base 3200mm altura 770mm y 1240mm respectivamente.

Es importante que tener en cuenta una sección mínima por debajo del piso del coche por donde circule el cableado y las cañerías. Así mismo de la estructura que cubre el vagón.

Sección longitudinal

El largo del vagón como la distancia entre los ejes de los bogies se define principalmente por el radio mínimo de curva del

trazado de la ferrovía. En el caso del Ferrocarril Trasandino Central el radio mínimo de curva es de 90m y se encuentra dentro del túnel El Soldado, por lo que abrir el radio resultaría un aumento significativo en la inversión de las obras. Siendo esa la condicionante, los vagones debiesen tener un largo máximo de 17mts y una distancia máxima entre ejes de los bogies de 10/12mts.

5. Calefacción, aire acondicionado y aislamiento térmico

Un factor determinante a considerar en el diseño del coche es el equipamiento que permite controlar la temperatura interna del vagón, con el fin de entregar a los pasajeros el máximo confort durante el viaje. Para mantener el interior del coche a temperatura adecuada (aprox. 20oC), es necesario implementarlo con un sistema de aire acondicionado para aislarlo de temperaturas elevadas que se presenten en los días de verano. Para asilarlo del frío de los

días invernales y noches cordilleranas (temperaturas muy debajo de cero), es necesario contar con un sistema de calefacción interna.

La posición de ambos sistemas responde a la teoría de convección que postula que el aire caliente sube y el frío baja (ver ilustración abajo).

Sin embargo existen casos de trenes japoneses que cuentan con el sistema de aire acondicionado por debajo del piso dejando libre el sector del techo. Este método tiene tres desventajas importantes. La primera es que el aire fresco se debe extraer por debajo de la máquina, en donde el aire no es tan limpio como lo es cuando se extrae de arriba. La segunda desventaja es que los canales de flujo deben posicionarse al costado de la máquina, ensanchando así las paredes laterales y quitando espacio en el interior a los pasajeros. La tercera desventaja es que el aire debe salir a la altura del codo, muy cerca de los pasajeros pudiendo molestar a estos.

El aire acondicionado es un elemento de confort aire durante muy importante para un tren turístico. La calidad del aire dentro del salón se debe calcular en función a la cantidad de pasajeros.

Las cajas técnicas del aire acondicionado son el ventilador, el evaporador y un ventilador que genera el flujo en los canales. Estos elementos se deben adaptar al sistema de climatización del tren.

Para aislar térmicamente el vagón se debe garantizar una distancia mínima entre la pared interna y la pared exterior. En ese volumen se inserta también material aislante. El mismo sistema de aislamiento se puede aplicar en las ventanas.

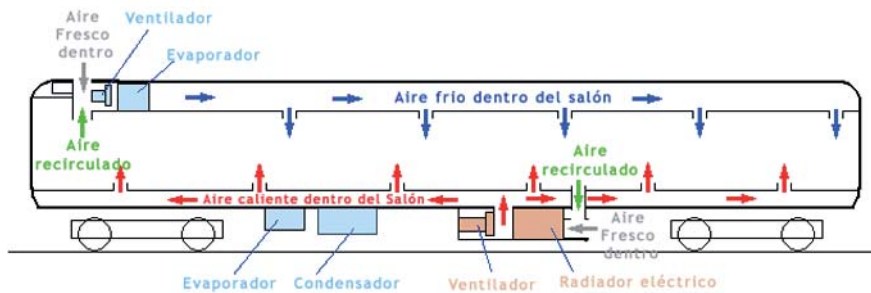


Ilustración N° 5 . Principio de aclimatización en un vagón de tren

6. Medios de motorización y/o rodado

El servicio de trenes turísticos internacionales del Ferrocarril Trasandino Central pretende movilizar un convoy de 17 vagones con locomotoras electro-diesel, del tipo General Electric, de una potencia cercana a las 2200HP, capaces de arrastrar aprox. 2000 ton. La estrategia de configuración de las máquinas está definida por dos tramos que requieren de una exigencia distinta durante el trayecto. En el tramo Mendoza-Polvaredas, el tren estará compuesto por dos máquinas, una al final y otra al inicio del tren; la velocidad promedio en este tramo será de 40km/h y máxima de 60km/h. Luego en la estación Polvaredas, se acoplaran dos máquinas más, de similares características hasta Riecillos (en Río Blanco) en Chile, en donde la velocidad promedio de este tramo rodeará los 30km. En Riecillos las dos locomotoras de los extremos se desengancharán para seguir con solamente dos locomotoras hasta Los Andes, a una velocidad promedio de 40km/h. La velocidad máxima para todo el trayecto no puede superar los 60km/h.

°durante el trayecto. En el tramo Mendoza-Polvaredas, el tren estará compuesto por dos máquinas, una al final y otra al inicio del tren; la velocidad promedio en este tramo será de 40km/h y máxima de 60km/h. Luego en la estación Polvaredas, se acoplaran dos máquinas más, de similares características hasta Riecillos (en Río Blanco) en Chile, en donde la velocidad promedio de este tramo rodeará los 30km. En Riecillos las dos locomotoras de los extremos se desengancharán para seguir con solamente dos locomotoras hasta Los Andes, a una velocidad promedio de 40km/h. La velocidad máxima para todo el trayecto no puede superar los 60km/h.

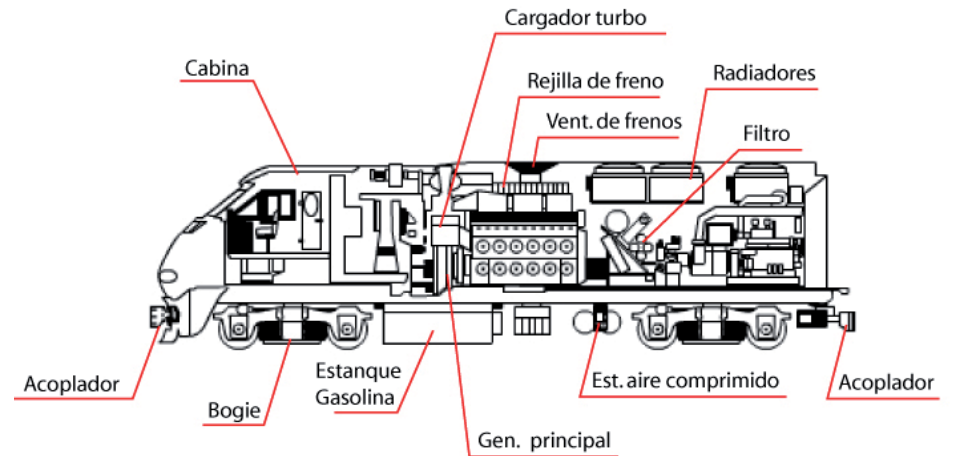


Ilustración N° 6 . Esquema de partes de una locomotora electro-diesel



Proyecto

Planteamiento del Proyecto

Tema

Coche contemplativo del paisaje andino para trenes turísticos internacionales del Ferrocarril Trasandino Central.

Objetivo General

Diseñar un coche panorámico para pasajeros del tren turístico internacional del Ferrocarril Trasandino Central, en el cual el pasajero pueda vivenciar el viaje entre Los Andes y Mendoza a través de la contemplación del paisaje.

El diseño contempla en una primera etapa la configuración general de un coche tipo, cuyo diseño exterior y estructura sirvan de patrón para los distintos coches a concebir en el tren. Luego en una segunda etapa se profundizará en el diseño interior de un coche de primera clase.

El proyecto está basado sobre la prospectiva de que el actual restablecimiento de la ferrovía del Ferrocarril Trasandino Central entre Los Andes y Mendoza para transporte exclusivo de carga, abra la posibilidad de implementar un servicio turístico a través del funcionamiento ferrocarril.

Objetivos Específicos

- Diseñar el exterior de un coche tipo, que sirva de base para diseñar cualquier coche del tren.
- Determinar una estructura del vagón que por un lado proteja al viajero y por otro lado permita la contemplación del paisaje.
- Diseñar el esquema (layout) del tren y el espacio interior del coche de primera clase en función de las actividades que realiza el pasajero durante un viaje de aproximadamente 12 horas. Éstas son:
 - Descanso-contemplación-comunicación
 - Circulación
 - Embarque-desembarque
 - Necesidades sanitarias básicas
 - Recreación
- Definir la cantidad de plazas necesarias en el salón de pasajeros, considerando la relación del soporte corporal adecuado para un viaje de estas características con el espacio interior.
- Definir los objetos y equipamiento necesario para dar cabida a las actividades anteriores considerando al usuario turista y sus necesidades. Estos son:
 - Panel del cielo
 - Paneles laterales
 - Luminarias
 - Sujetadores verticales para la posición parado
 - Paneles informativos sobre destino/parada
 - Maleteros considerando que cada pasajero lleva una valija



-Definir un espacio baño que permita satisfacer las necesidades del usuario turista para un viaje de 12 horas.

Alcance del Proyecto

En el proyecto no se considera llegar a un diseño acabado de cada uno de los elementos anteriormente mencionados; si pretende definir la línea conceptual del diseño del tren a través de un coche, sirviendo éste de guía tipológica para el desarrollo del Coche Bar, Coche Terraza, Coche Terminal, o cualquier coche del tren.

P

Proyecto

Aconcagua : Coche Contemplativo del Paisaje Andino para Trenes Turísticos del Ferrocarril Trasandino Central

Propuesta Conceptual

Se quiere inducir al viajero al acto de contemplar. Para ello es necesario, ofrecer -del modo más amplio- una vitrina al paisaje andino. Ésta se compone, en la latitud los Andes-Mendoza, de un paisaje que tiende a lo vertical, en donde el horizonte se traslada hacia lo alto, en donde el hito es por consecuencia la cumbre más alta: El Aconcagua.

Además de ofrecer un despampanante paisaje, la cordillera esconde peligros que hacen que el viaje no este exento de riesgos para aquellos que desean cruzarla.

En este sentido se pretende que el tren cumpla el rol de actor del viaje, tomando así los riesgos que ello implica y dejando de este modo el rol de espectador del viaje al pasajero.

Para lograr esto se requiere que el “objeto tren” por un lado importe un lenguaje de potencia, fuerza y estabilidad (cualidades propias del ascenso a la cumbre) y por otro lado brinde al pasajero resguardo, protección y cobijo bajo el acto de contemplar.

Se sospecha que el nombre Aconcagua proviene del quechua Ackon Cahuak, que significa “Centinela de Piedra”. Los conceptos de verticalidad, estabilidad y resguardo, que surgen del nombre y cualidades del Cerro Aconcagua, coinciden con la propuesta anteriormente mencionada, de este modo el tren adquiere el nombre Aconcagua.



Imagen N°25 . Moodboard de la Propuesta Conceptual

Aconcagua: plataforma de viaje al corazón de Los Andes



Génesis Formal

Esquema del Vagón

Estandarización del Vagón

El lenguaje del diseño exterior surgido a partir del esquema del vagón, debe verse manifestado en todos los vagones e incluso en las locomotoras. El desarrollo de un vagón medio de primera clase, servirá de base para los otros vagones, ya que la misma sectorización se puede aplicar en cualquiera de ellos.



- Espacio de permanencia efímera: pétreo, estable
- Espacio de permanencia prolongada: vitreo - translúcido

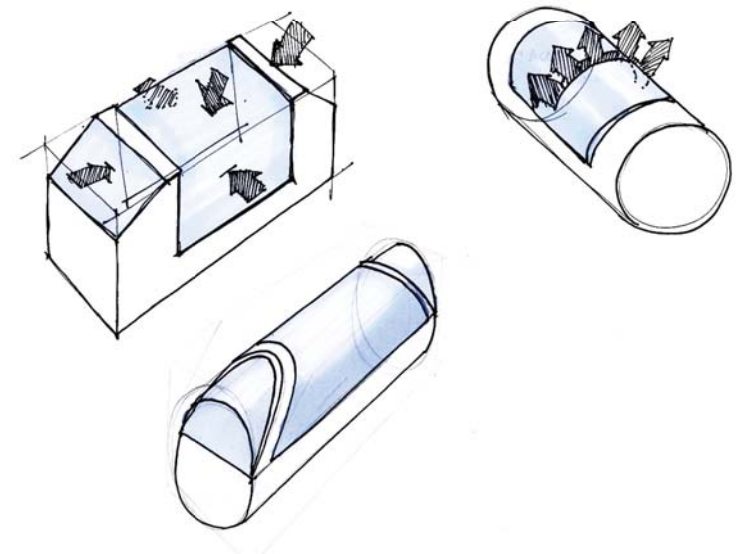


Imagen N°30 . Abstracciones de la situación panorámica

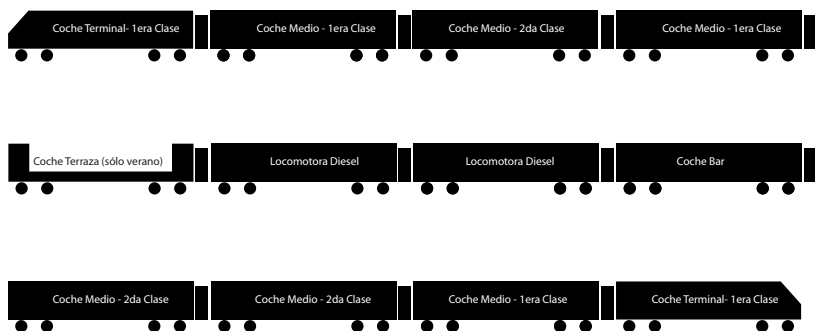
Esquema del Tren

La configuración de los carros varía según el tipo de motorización del tren.

Alternativa 1

En el caso de que las locomotoras sean instaladas al centro del convoy, se concibe un carro terminal de 1era clase, cuyo diseño tendría la cualidad de ofrecer un sector panorámico exclusivo, ampliando el sector de parabrisas del conductor al resto de los pasajeros.

El lenguaje formal del tren sin embargo, nace a partir de del coche-medio-contemplativo y el modulo que surge a partir de su repetición.



Alternativa 2

La segunda posibilidad es colocar las locomotoras al inicio y al final del convoy. Esta alternativa comprende anexar dos locomotoras más en el tramo de pendiente más inclinada, tal como lo ha proyectado la empresa Tecnicagua.

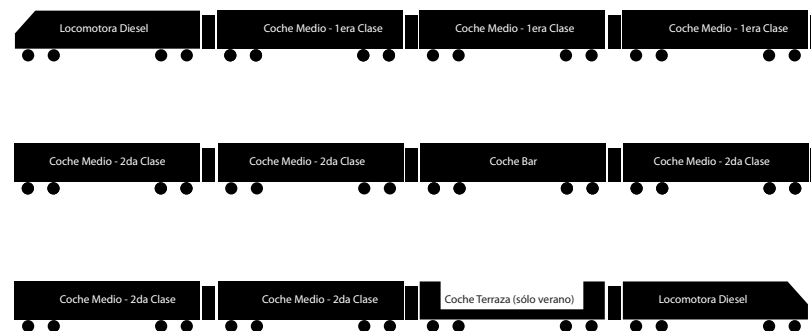


Ilustración N° 6 . Esquemas de composición de los carros

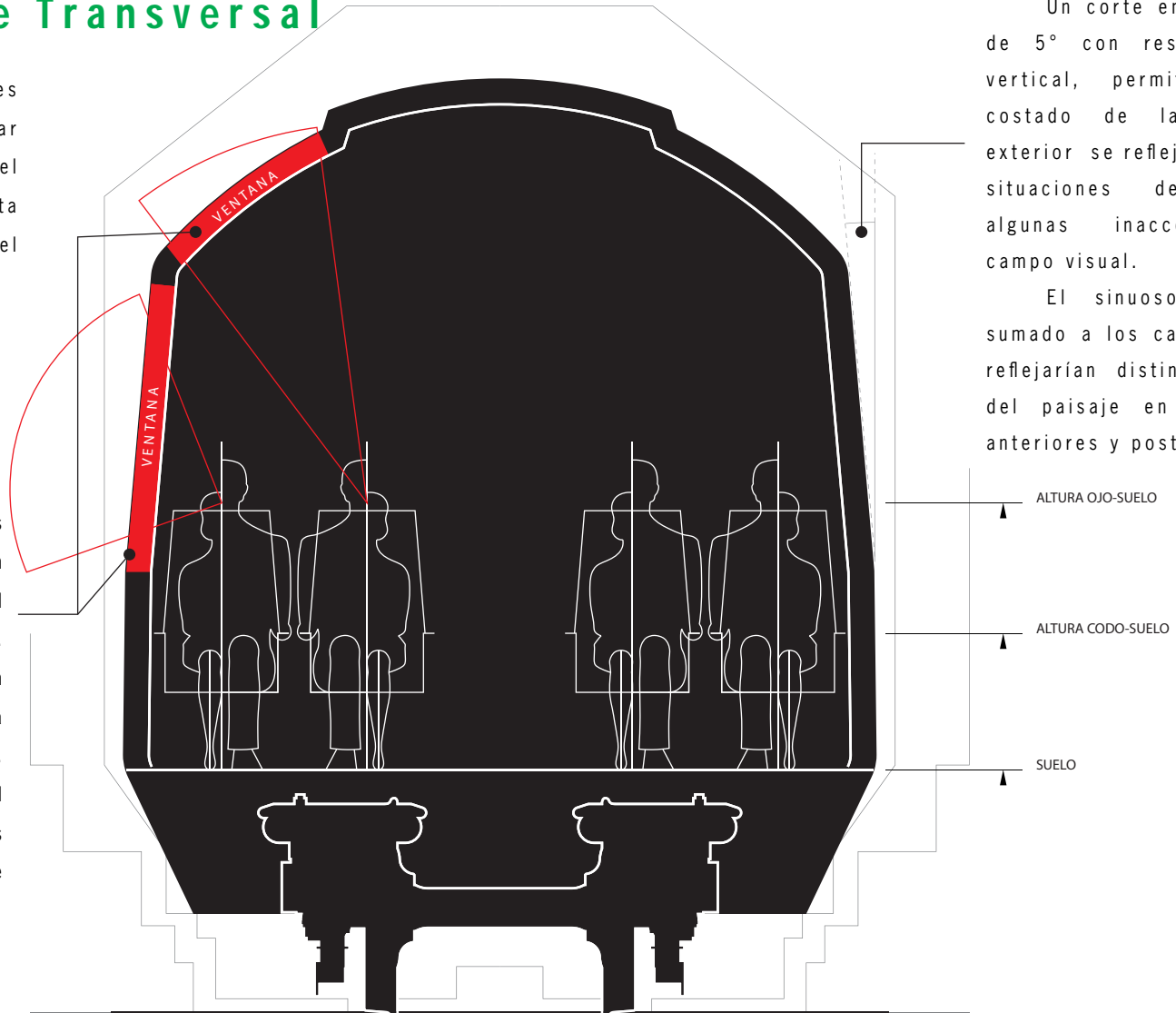
G

Génesis
Fromal

El Corte Transversal

El corte transversal es el primer paso para diseñar un vagón. La definición del corte debe quedar inscrita estrictamente dentro del galíbo.

Se conciben dos sectores de ventanas. Un sector sobre la altura del codo, de una altura aprox. de un metro y que brindan una panorámica esencialmente horizontal. El segundo sector, abre el panorama hacia las montañas y hacia paisaje vertical.



Un corte en un ángulo de 5° con respecto a la vertical, permite que al costado de la superficie exterior se reflejen distintas situaciones del paisaje, algunas inaccesibles al campo visual.

El sinuoso recorrido, sumado a los carros cortos, reflejarían distintos ángulos del paisaje en los carros anteriores y posteriores.

Ilustración N° 7 . Esquema del corte transversal

Diseño Exterior

Como se explicó en el esquema del coche (pag.55) existen dos espacios importantes: uno de permanencia prolongada y otro de permanencia corta. Desde un punto de vista externo se proponen dos volúmenes, los que deben denotar la función del espacio. El espacio de larga permanencia, el volumen de contemplación es básicamente translúcido y está inserto dentro del volumen rígido, que lo resguarda, estabiliza y protege.

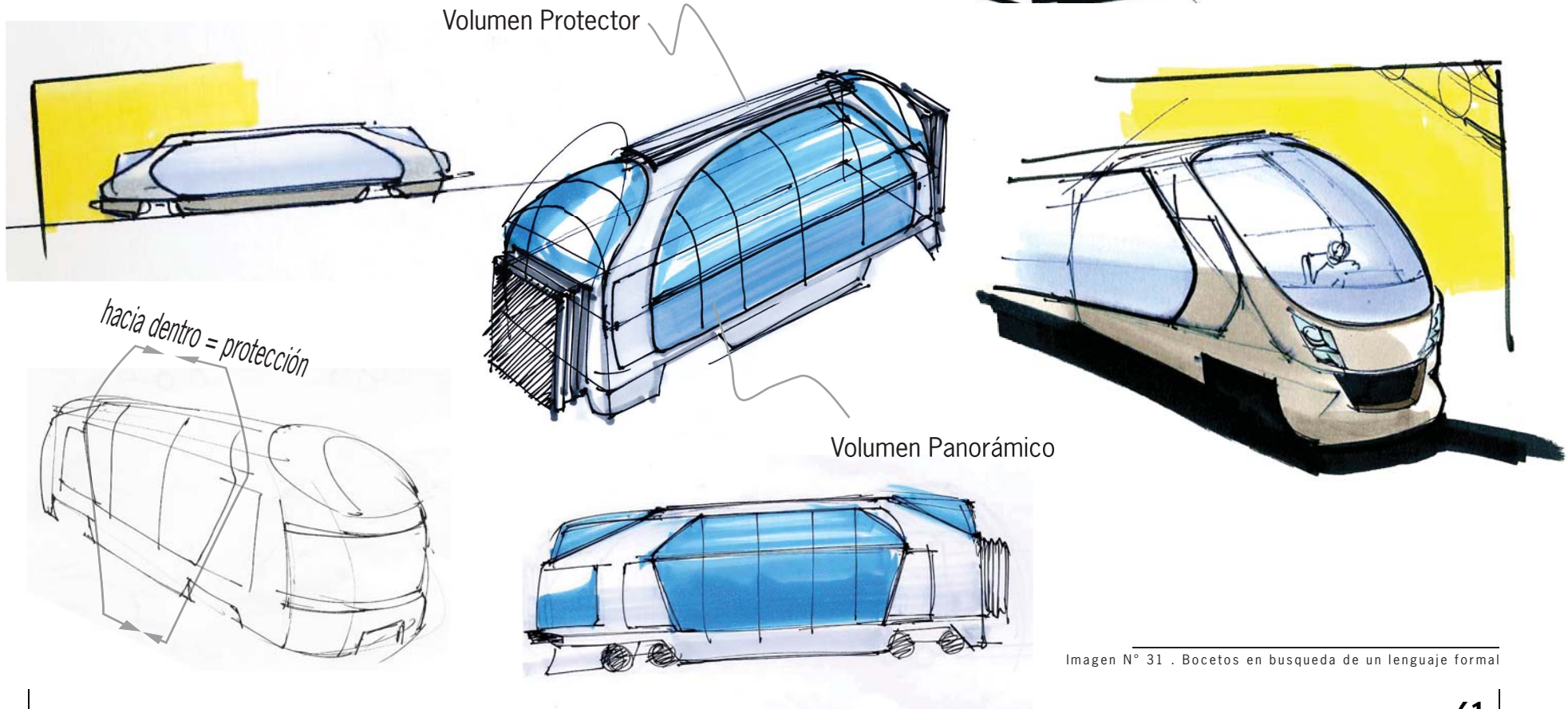
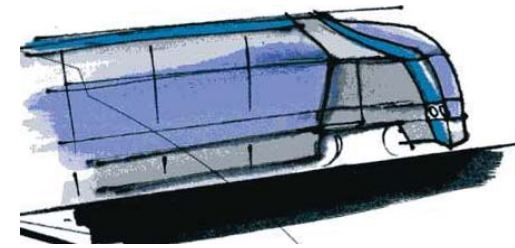


Imagen N° 31 . Bocetos en búsqueda de un lenguaje formal

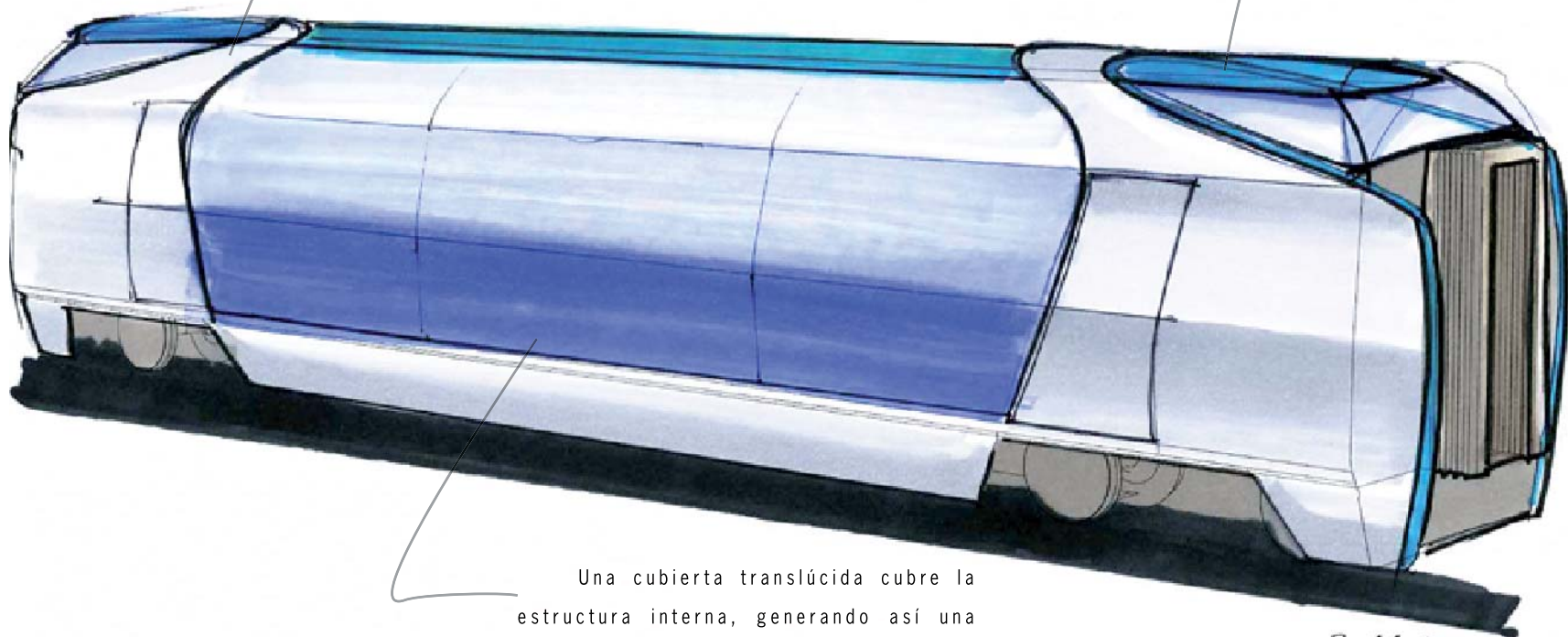
G

Génesis
Fromal

Aconcagua : Coche Contemplativo del Paisaje Andino para Trenes Turísticos del Ferrocarril Trasandino Central

La composición de las líneas crean una situación de tensión hacia la zona panorámica, de este modo se pretende acentuar la protección del volumen donde se sitúa el pasajero.

Dos extensas ventanas ubicadas en cada esquina del coche permiten extender la panorámica vertical que se encuentra adelante y atrás de la dirección de viaje.



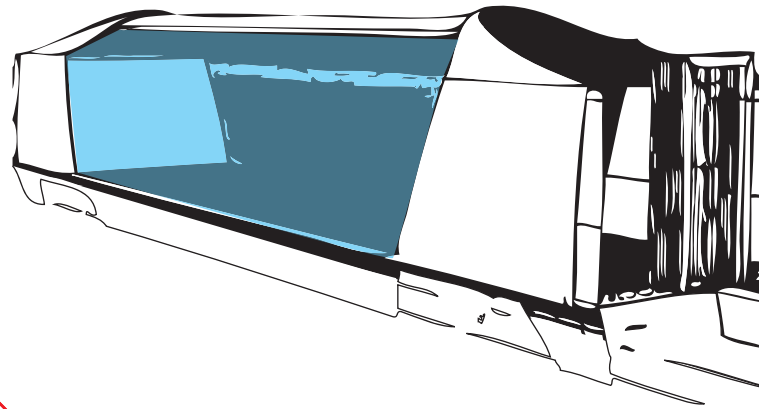
Una cubierta translúcida cubre la estructura interna, generando así una superficie amplia que indica el sector panorámico.

Imagen N° 32 . Boceto seleccionado como referente final

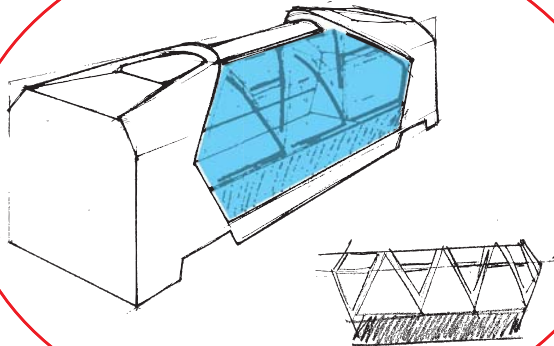
Estructura

Detrás de la cubierta translúcida debe existir una estructura rígida que estabilice pero que a la vez que entregue una ocasión complementativa óptima desde el interior del coche.

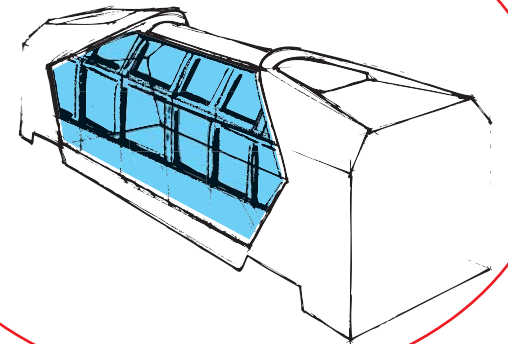
Para buscar una solución se recurre a estructuras utilizadas en la arquitectura o en la naturaleza.



Estructura Triangular



Estructura Diagonal

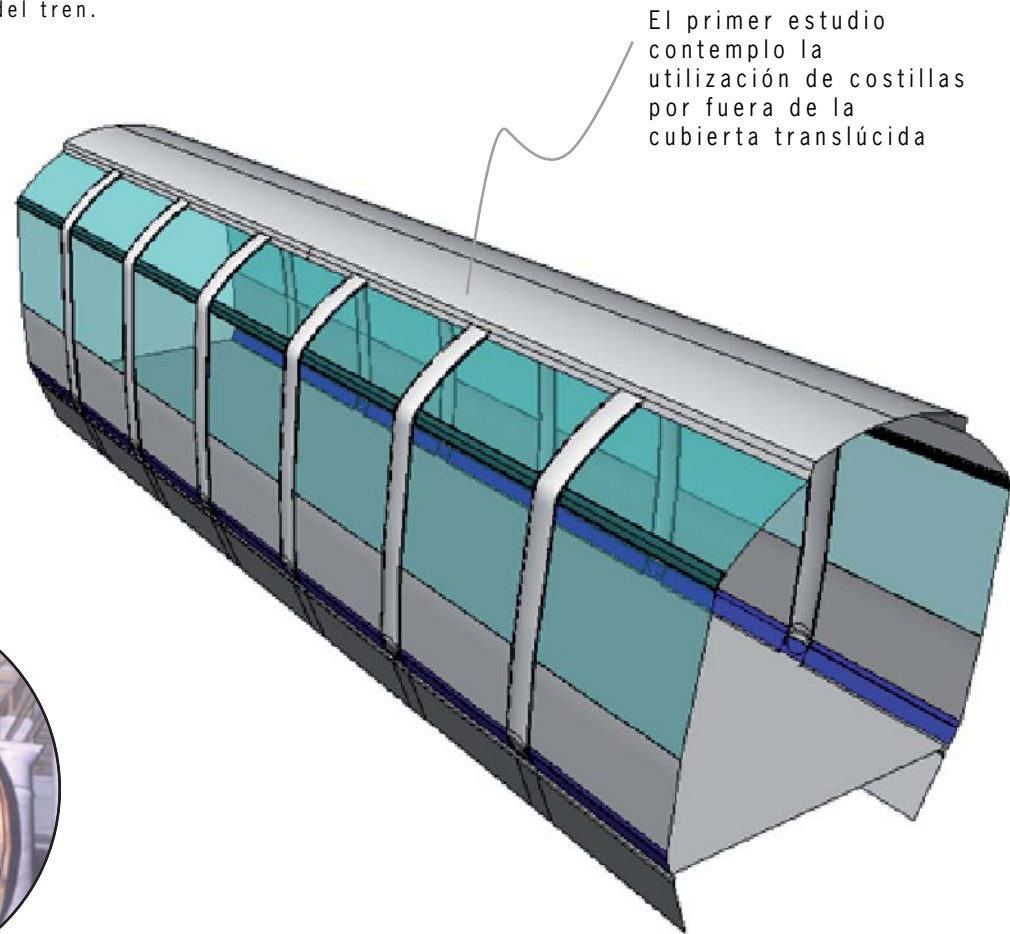
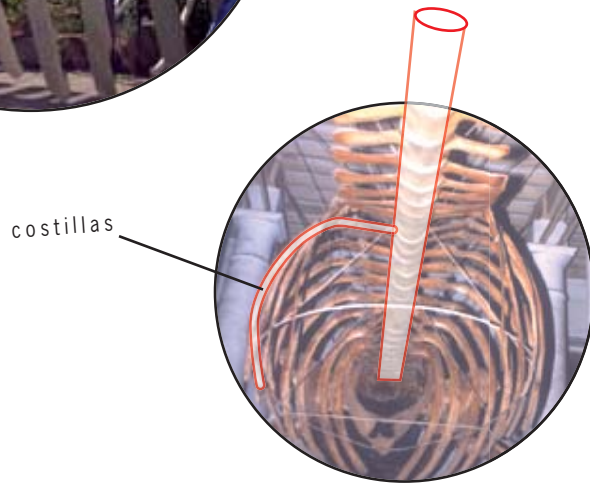


G

Génesis
Fromal

Estructura Ortogonal

Los primeros estudios de estructuras, surgen de los estudios de cuerpos de animales vertebrados, cuyo esqueleto protege de modo singular el área de los órganos más importantes. En este caso se estudiaron vertebrados de una escala superior a la de ser humano y así poder traducirlas a un lenguaje que se adapte también a la escala del tren.



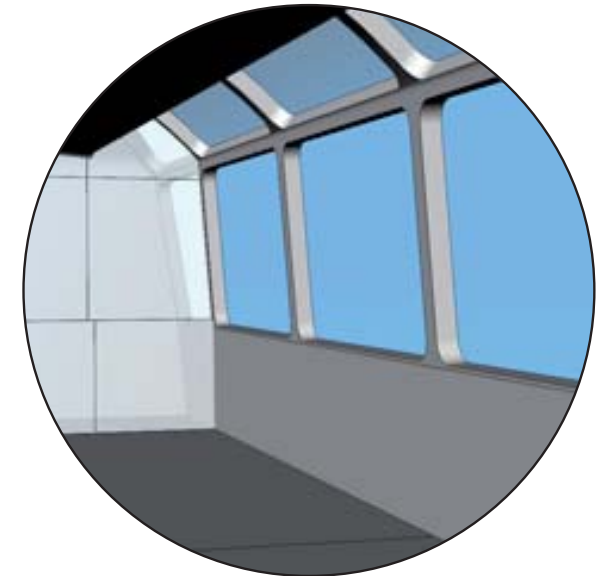
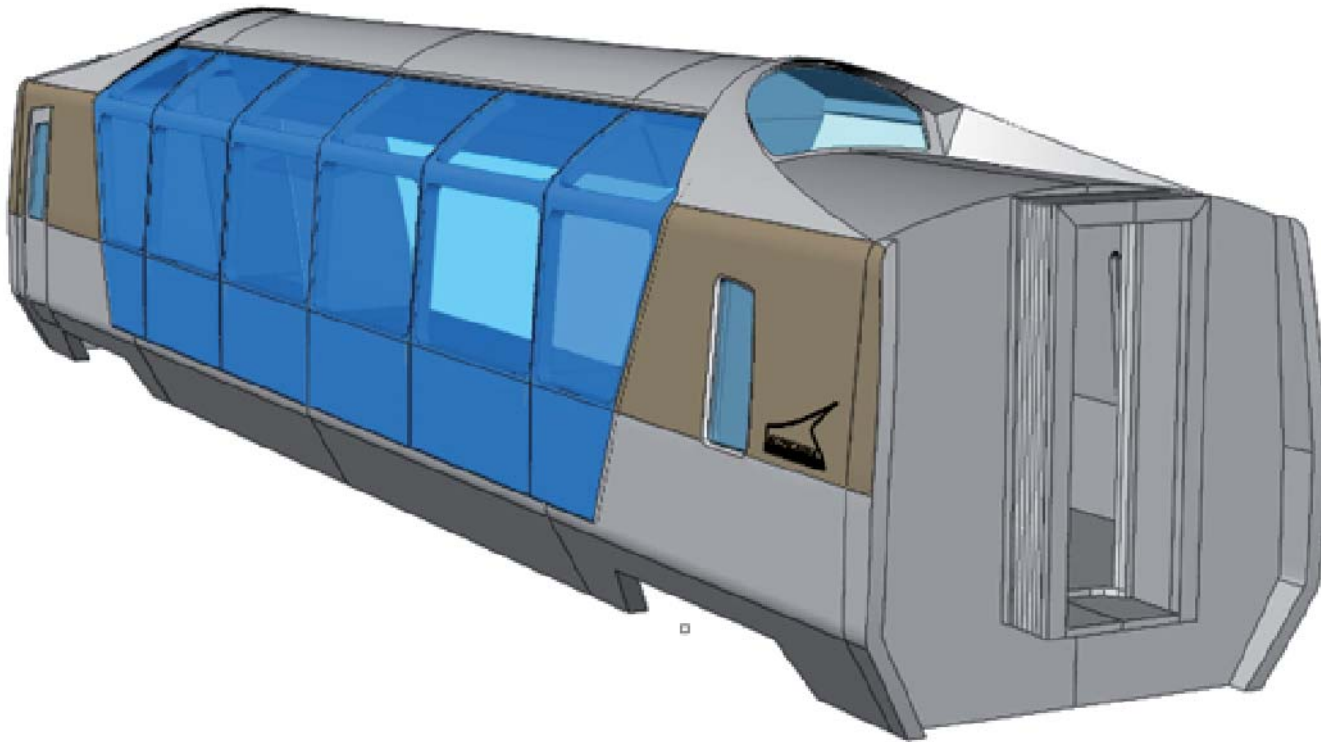
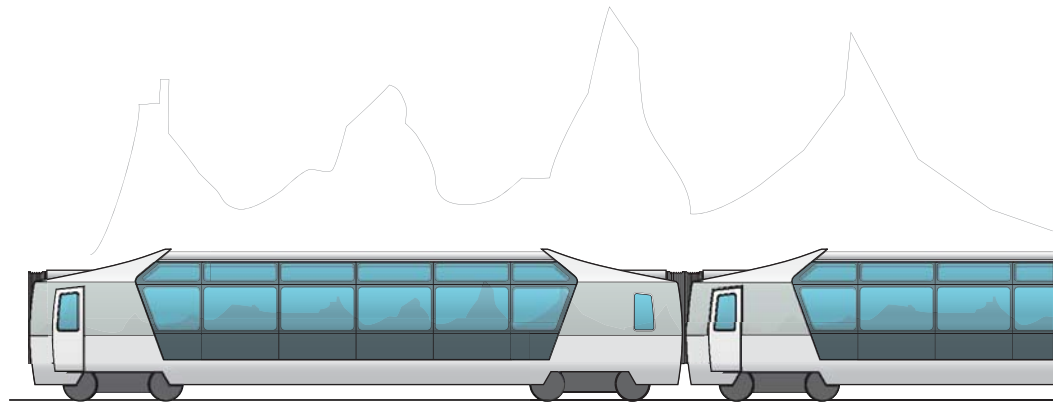
G

Génesis
Fromal

Aconcagua : Coche Contemplativo del Paisaje Andino para Trenes Turísticos del Ferrocarril Trasandino Central

Estructura Ortogonal

Ya en una etapa más avanzada del diseño exterior, la estructura se trasladó por debajo de la cubierta, logrando así una morfología más fiel de los bocetos e ideas finales.

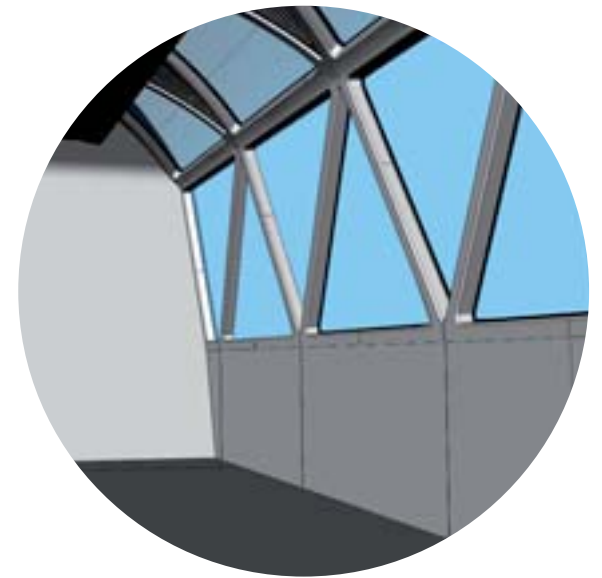
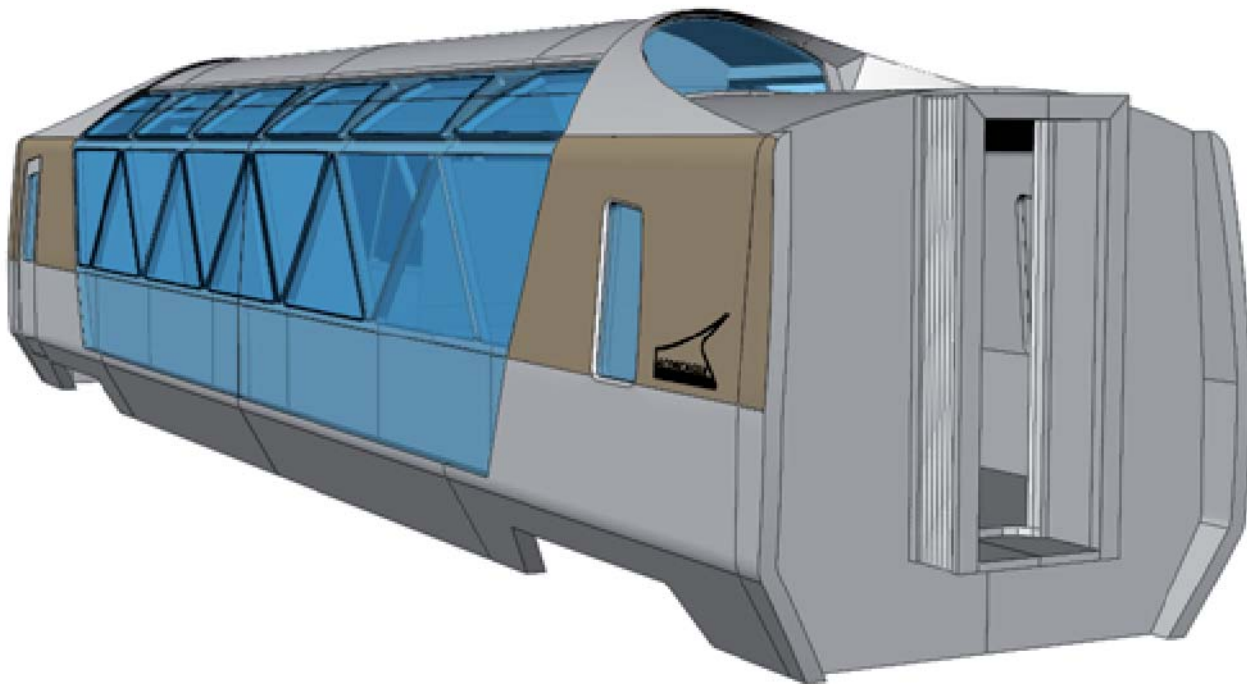
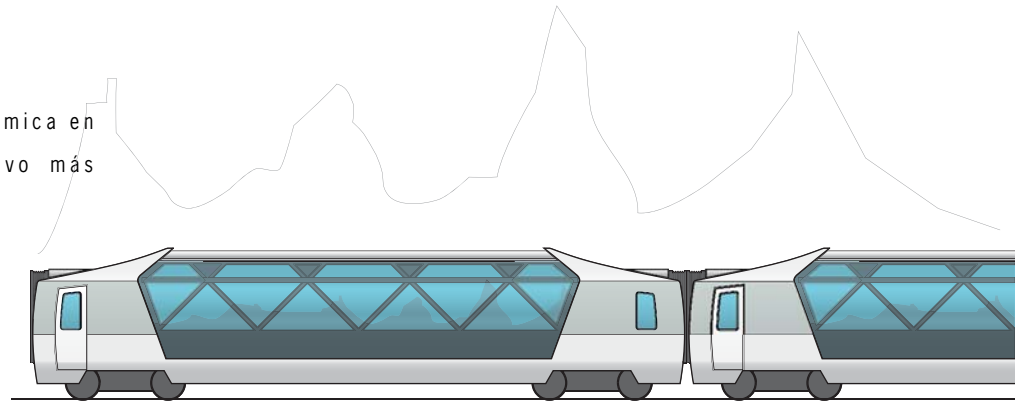


G

Génesis
Fromal

Estructura Triangular

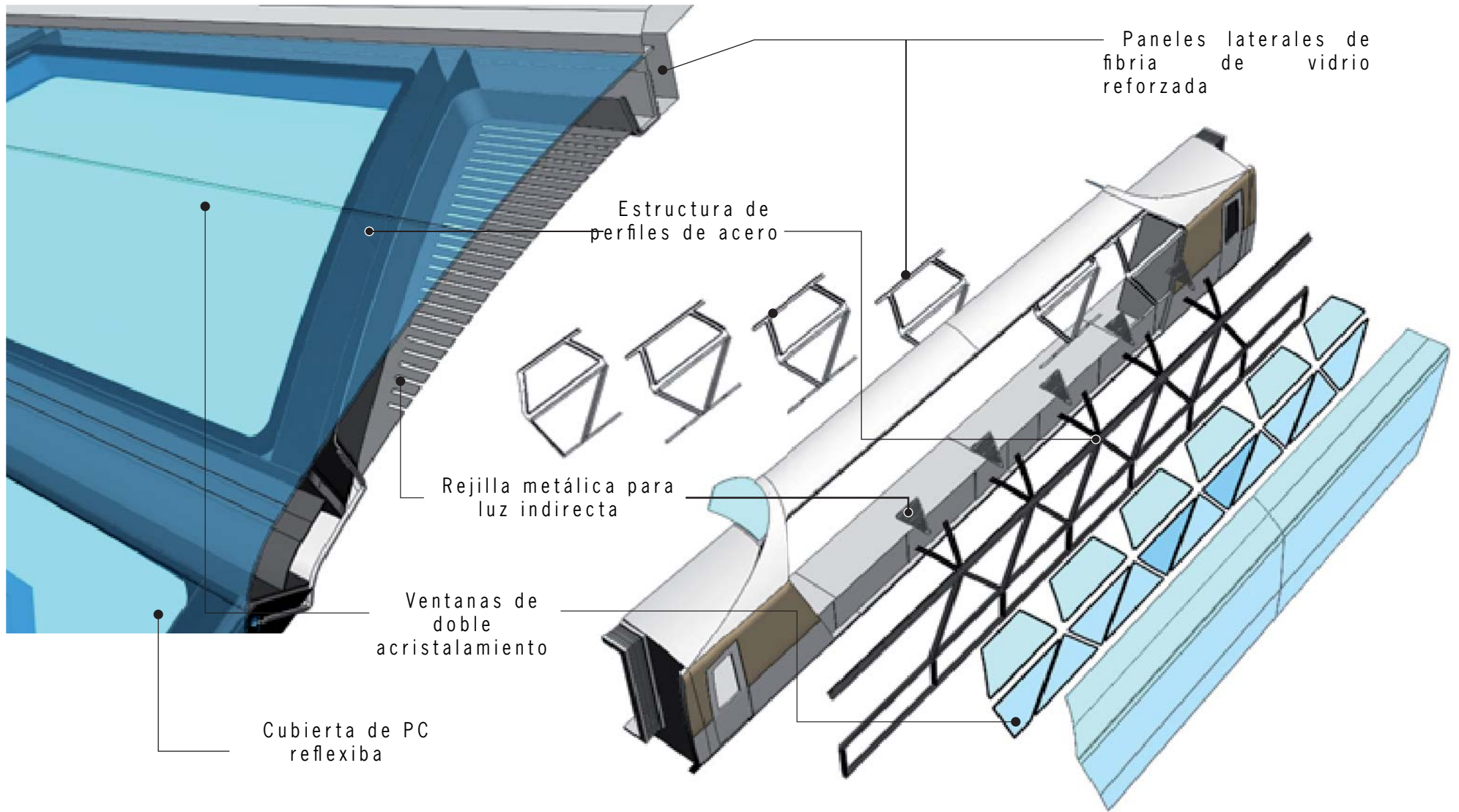
El estudio de una estructura triangular denota una mayor dinámica en el vagón. Sin embargo, es desde el punto de vista constructivo más compleja.



G

Génesis
Fromal

Aconcagua : Coche Contemplativo del Paisaje Andino para Trenes Turísticos del Ferrocarril Trasandino Central



Principio de la estructura

Como se explicó en las Consideraciones Técnicas del Proyecto existen dos métodos constructivos en lo que se refiere a la estructura: perfiles modulares de aluminio y perfiles de acero. El método aplicado en el proyecto será el de acero, dado los bajos costos del material en comparación al del aluminio y dado la disponibilidad de tecnologías para trabajarlo.

Para definir la estructura se deben calcular las cargas de compresión, flexión y torsión. Sin embargo, la composición de los perfiles de compresión (verticales) puede variar en cantidad o en el tipo de sección. Esto es, una menor cantidad de perfiles se tiene que equilibrar con una mayor sección de los mismos. La decisión de esta composición radica principalmente en el área del salón de pasajeros, ya que las ventanas surgen a partir de esta configuración.



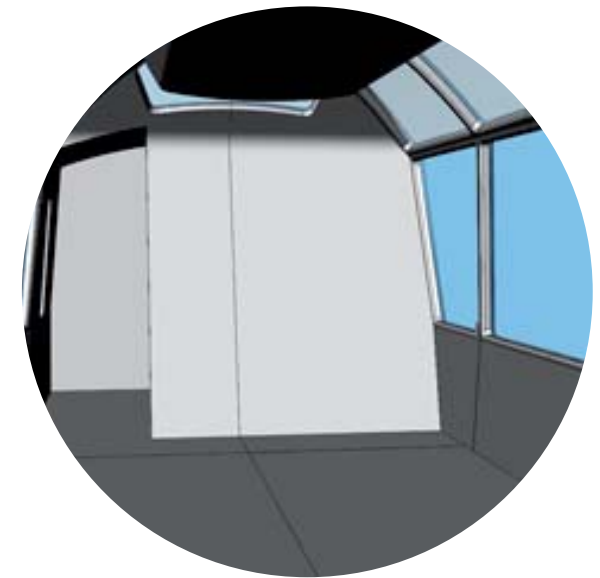
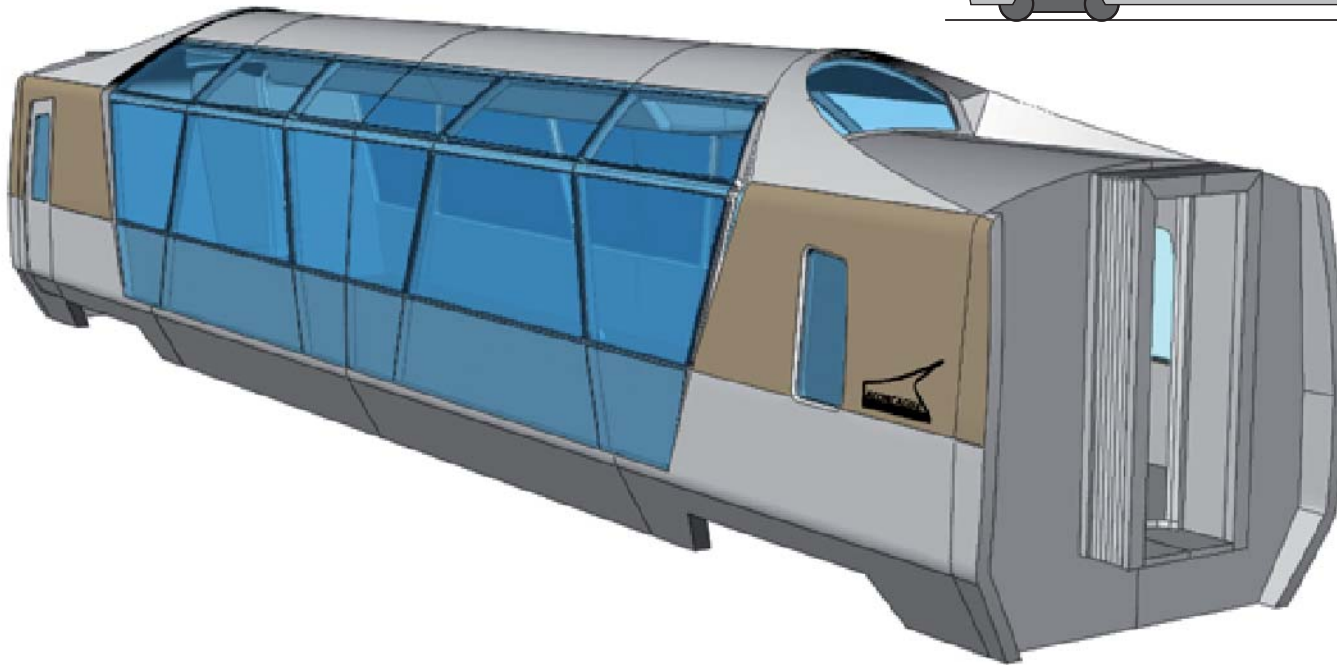
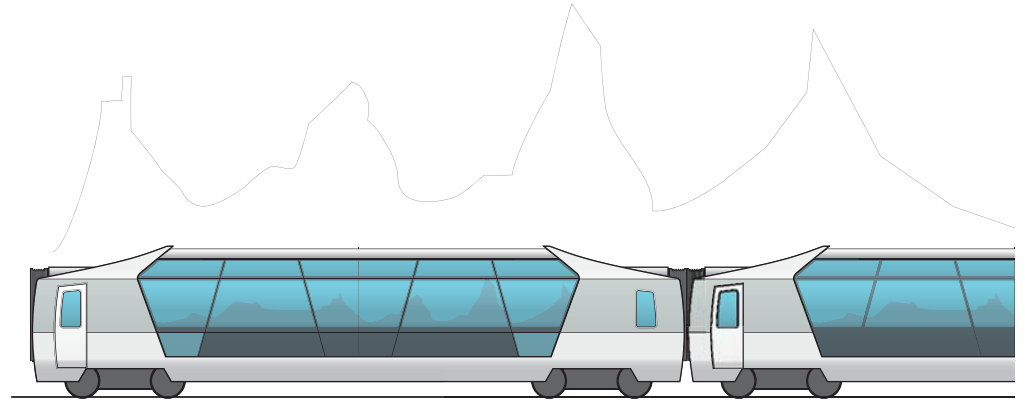
Imagen N° 33 . Principio de la estructura en la variante triangular

G

Génesis
Fromal

Estructura Trapezoidal

El orden de los perfiles de modo trapezoidal, genera una mayor armonía, ya que se mantiene el paralelismo entre los ángulos de los dos costados. Mitiga también la gran tensión generada por la alternativa de estructura triangular y dejando también las ventanas superiores más libres de la estructura.



Modelos de Estudio

El uso de las nuevas tecnologías de modelado y prototipado rápido permiten una apreciación inmediata de la forma. En este caso el modelo 3d realizado en Rhinoceros se exportó utilizando una herramienta CAD-CAE para luego ser ploteado en una máquina de estereolitografía. Ya que el modelo es simétrico, se utiliza una caja de espejo.



Como se aprecia en la Imagen N° 30 el comportamiento de la luz en los ángulos utilizados, acentúan la forma y marcan las alturas importantes, definidas en el corte transversal.



Imagen N°30 . Modelos de estudio en estereolitografía

Ventanas

Es importante, para la construcción del cuerpo translúcido, una ventana que dificulte los intercambios de temperaturas (tanto del frío como del calor) entre el interior del coche y el exterior, y también que aminoren la contaminación acústica. Para ello es óptimo una ventana de doble acristalamiento.

La imagen del costado muestra 7 diferentes tipos de ventanas de doble acristalamiento que han sido proporcionadas por las empresas que se han especializado en el área de transportes en Alemania.

Se ha estudiado cada una para determinar cual de ellas se adapta más a los requerimientos del proyecto. Como se determinó en un principio, la capacidad reflectiva es clave para lograr los objetivos del diseño. Otro factor determinante es el porcentaje de translucidez que es trascendental para el confort de los pasajeros al interior del vagón.

1. Proveedor : Okalux
Producto : Okawood
Descripción : doble acristalamiento con persiana de madera en su interior, 2-29 transmisión solar
2. Proveedor : Glas Trösch AG
Producto : ventana para trenes IC Neitech
Descripción : doble acristalamiento, alta reflexión
3. Proveedor : Pilkington / Flachglas AG
Producto : ventana laterales para trenes ICE 3
Descripción : alta reflexión
4. Proveedor : Flachglas AG
Producto : INFRASTOP protector solar
Descripción : doble acristalamiento, 36% transmisión solar.
5. Proveedor : Bischoff Glastechnik
Descripción : Alternativas cromáticas
6. Proveedor : Okalux
Producto : Okatech
Descripción : doble acristalamiento con malla metálica tipo mandarín integrada, 11-28 transmisión solar
7. Proveedor : Glas Trösch AG
Producto : ventana para trenes IC Neitech alternativa 2
Descripción : doble acristalamiento, alta reflexión



G

Génesis
Fromal

Aconcagua : Coche Contemplativo del Paisaje Andino para Trenes Turísticos del Ferrocarril Trasandino Central



Imagen N°31. Estudios de reflectividad externa y de admisión de luz de las muestras más interesantes

Diseño interior

En esta sección se desarrollará el interior del tren. Como se planteó dentro de los objetivos de proyecto, es necesario determinar primero un sistema común de distribución de los espacios del vagón tipo, para luego concebir el interior del coche de primera clase. Este desarrollo, pretende ser un estudio de diseño basado en exploraciones en lo que refiere a la distribución de los espacios y del asiento de viaje, ya que estas dos variables son fundamentales para que pasajero pueda vivenciar el viaje trasandino y de este modo marcar una diferenciación con respecto a los otros medios de transporte que compiten indirectamente con él.

La concepción del diseño interior surge -en primera fase- a partir de la configuración del espacio interior del vagón en planta o layout. Para distribuir los espacios se localizaron las distintas actividades realizadas por el usuario y el personal de servicio. Como se determinó anteriormente en el esquema del vagón existen espacios de larga permanencia y corta permanencia, de este modo se divide el vagón en 3 sectores fundamentales (ver ilustración).

Los actividades de corta permanencia son básicamente el uso de los servicios (baño), el embarque-desembarque y el guardado del equipaje. Estas se han dispuesto en las zonas 1 y 3. Las actividades de larga permanencia son a *grosso modo* el descansar, actividades recreativas, comunicarse con los pasajeros y el contemplar, y se han dispuesto en la zona 2. La actividad de circular ocurre a lo largo de todo el tren.

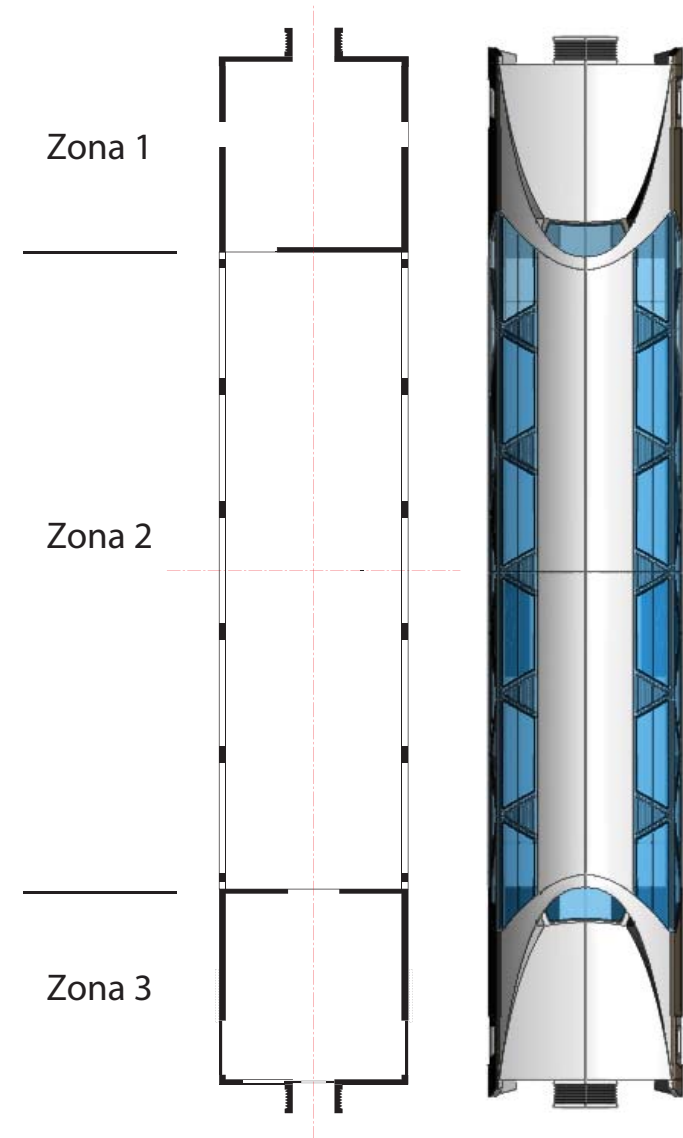








Ilustración N° 8 . Croquis del cambio de posición

Cronograma de simulación del viaje trasandino



Para determinar los requerimientos con respecto al equipamiento y disposición de los espacios en función de la experiencia del viaje trasandino, se simuló un escenario de viaje desde el principio hasta el final. La simulación es cronológica y pretende localizar las actividades realizadas por un pasajero durante las 12 horas de viaje.

La importancia del cronograma radica en cómo se vivenciaría particularmente este viaje.

Clasificación de actividades:

-  Uso del Personal de Servicio
-  Circulación
-  Embarque/Desembarque
-  Descanso/Contemplación/
Comunicación /Recreación/Comer
-  Retención y acceso al equipaje
-  Actividades Sanitarias

Cuadro N° 3. Cronograma de simulación de actividades del viaje trasandino

Act.	Hora	Descripción del suceso
	7.00	Subo las maletas al auto y viajo a Los Andes
	8.40	Arribo a Los Andes, estaciono el auto en la estación, bajo las maletas, entro a la estación
	8.45	Busco mi pasaje, leo el número de asiento, clase y vagón
   	8.50	Busco mi vagón, embarco, acomodo el equipaje pesado en el maletero designado, entro al salón de pasajeros, busco mi asiento, acomodo el equipaje de mano, me siento y me instalo.
  	9.00	El tren parte. A través de alto parlante se da la bienvenida al viaje trasandino, se da aviso de la hora estimada de llegada al control fronterizo. Se avisa de la repartición de un desayuno típico.
  	9.10	El personal de servicio comienza a distribuir el desayuno (las colaciones se encuentran en un carro) y los formularios de control aduanero. El personal exige el boleto y lo comprueba.
  	9.20	Comienzo a disfrutar del desayuno típico de la zona, una vez consumido debo eliminar los desechos. Veo el formulario y decido rellenarlo. Me levanto en busca de un lápiz en mi equipaje de mano.
   	9.40	Me siento nuevamente y comienzo a rellenar el formulario. Tengo dudas al respecto. Apreto el botón de llamado al auxiliar de servicio. El auxiliar llega y responde mis dudas. Termino el formulario.
   	10.00	El café del desayuno hace efecto y tengo ganas de ir al baño. Miro el panel informativo y me percató que el WC está ocupado. Espero.
  	10.05	La señal de WC se apaga, me levanto y circulo hasta el baño. El acceso de cambio de zona se abre automáticamente, entro a la zona donde se encuentra el baño. Abro la puerta .Entro. Ocupo el baño.

Hora	Descripción del suceso
11.00	Converso, miro el paisaje, veo un mapa, me recuesto , bromeo, etc. Luego de un rato en la misma posición se me duermen las piernas. Decido levantarme y dar una vuelta en el vagón.
11.50	Decido comer algo. Salgo del salon de pasajeros y circulo hacia el fuelle. Abro la puerta y cambio de vagón . Circulo hasta llegar al vagón restaurant.
12.00	Ordeno un refresco y algo para comer. Me siento en los asientos y disfruto mi merienda. Afuera, el Hotel Portillo junto al lago.
12.15	Dos extranjeros me preguntan si pueden sentarse en la mesa. Empezamos a conversar .
12.40	Por altoparlante avisan que la llegada al paso fronterizo Los Libertadores en 30 min y que los pasajeros tengan preparados los papeles.
13.10	Tomo mis papeles y mi bolso de mano. El tren se detiene y se inicia el desembarque .
14.10	Un vez realizado los tramites fronterizos embarco nuevamente en el tren. Luego de unos kilometros el tren se desvía por completo de la autopista y se avisa del avistamiento del cerro Aconcagua .
15.10	Tomo mi cámara y circulo hacia el vagón terraza. El día está despejado y me permite sacar muy buenas fotos del paisaje.
16.00	Vuelvo a mi asiento y me noto un poco exhausto. Decido descansar y dormir un poco.

Hora	Descripción del suceso
18.00	Despierto y mi compañero me pregunta si deseo jugar a las cartas . Saca los naipes e iniciamos una partida sobre la mesa.
19.00	El personal da aviso de la distribución de una once típica mendocina. Yo decido ir al baño antes de que inicie.
20.00	El tren para en la estación Potrerillos y el sol comienza a esconderse bajo la cordillera tiñiendo el paisaje de distintos tonos.
21.00	El tren arriva a Mendoza. El viaje trasandino ha terminado. Tomo mi bolso de mano, circulo y luego recojo mi equipaje. Desembarco y me despedido de la gente que conocí durante el viaje.

Sectorización

Ya determinados los 3 sectores principales del tren, se distribuye el espacio en cada sector en función de las actividades principales localizadas en la simulación de viaje. Esta distribución es independiente al número de pasajeros, ya que éste surge luego del estudio del asiento..

Cada actividad se realizará en un espacio determinado y con el equipamiento adecuado (ver cuadro n°4).

La actividad de descanso-contemplación-comunicación-recreación son las actividades centrales, por lo tanto, su área resulta del área total del sector 2 menos la área óptima del espacio de circulación.

Cuadro N° 4. Cubicación del espacio interior del vagón

Actividad	Espacio(s)	Tipo de Equipamiento	Área
Circulación	pasillo	Piso de PVC / alfombrado	12.1 m2
Retención de equipaje *	-	Estantes para la apilación de maletas	6.8 m2
Embarque/Desembarque	ambos costados al final del vagón	Puertas electromecánicas	3 m2
Sanitarias	baño	WC, espejo, lavatorio, dispensador de papel, disp. de jabón, contenedor de desechos, etc	2.6 m2
Descanso/Contemplación/ Comunicación /Recreación	salón panorámico	Soportes corporales adecuados	12.5 m2
Uso del Personal/Servicio a Bordo/Control y maquinaria	-	-	8.5 m2
Total			45.5 m2

(*) La determinación del área para el equipaje en el layout es sólo una aproximación, ya que el volumen es en este caso determinante. El volumen destinado al equipaje resulta de una estimación de 40 litros por pasajero.

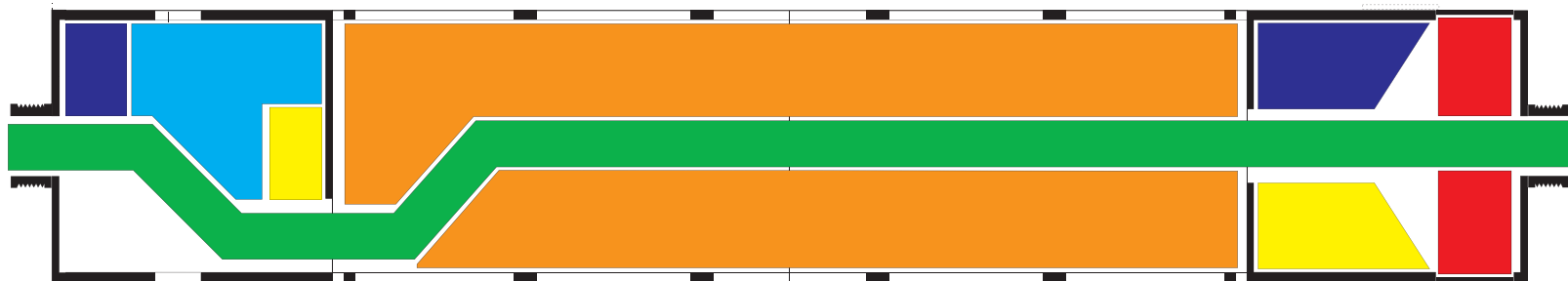


Ilustración N° 9 . Croquis del cambio de posición

Condiciones del Asiento

El soporte corporal es el elemento principal que permitirá desarrollar las actividades centrales de contemplación - descanso - comunicación - recreación.

La relación del área individual del pasajero (plaza) con la superficie total de las actividades centrales, es producto del principio ergonómico de los extremos y de las dimensiones aplicadas a una primera clase.

Para determinar las medidas de los soportes se ha tomado el estudio realizado por Henry Dreyfuss Asoc. *Seating Guide* del compendio *Human Scale* (ver Anexo). De esta tabla se han utilizado las medidas consideradas de lujo o máximas para determinar las bases para el soporte de primera clase.

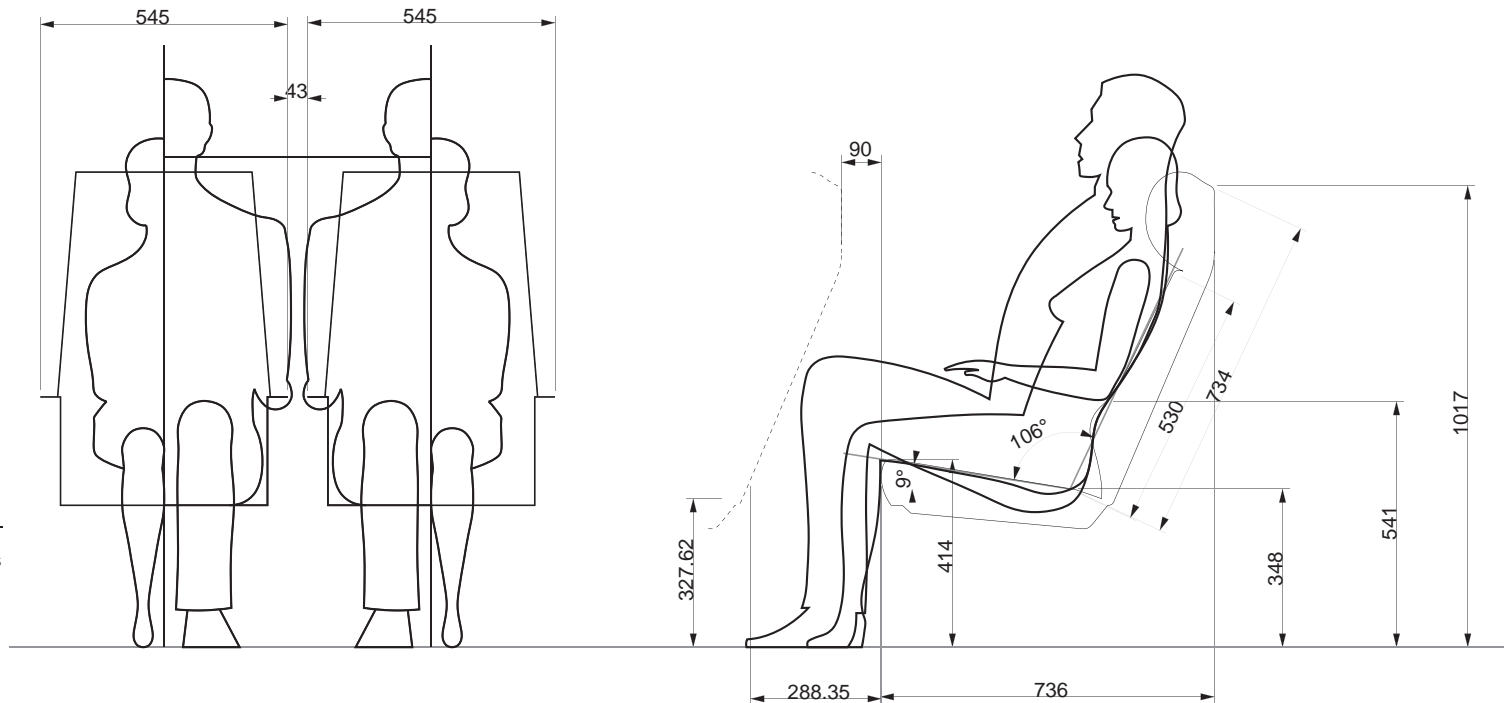


Ilustración N° 10. Estudio de soportes en función de las medidas de los extremos: Percentiles 5-95 (medidas en milímetros)

Génesis del asiento

Como se concluyó en el estudio del viaje por la cordillera, el paisaje no es monótono y varía a lo largo del trayecto. Eso significa que no siempre es interesante en ambos costados del tren. La actividad de contemplar en consecuencia, se logra de modo recomendable con un asiento flexible que tenga una rotación limitada o un soporte fijo que le permita al pasajero rotar y mantener luego una posición oblicua con respecto al eje de viaje.

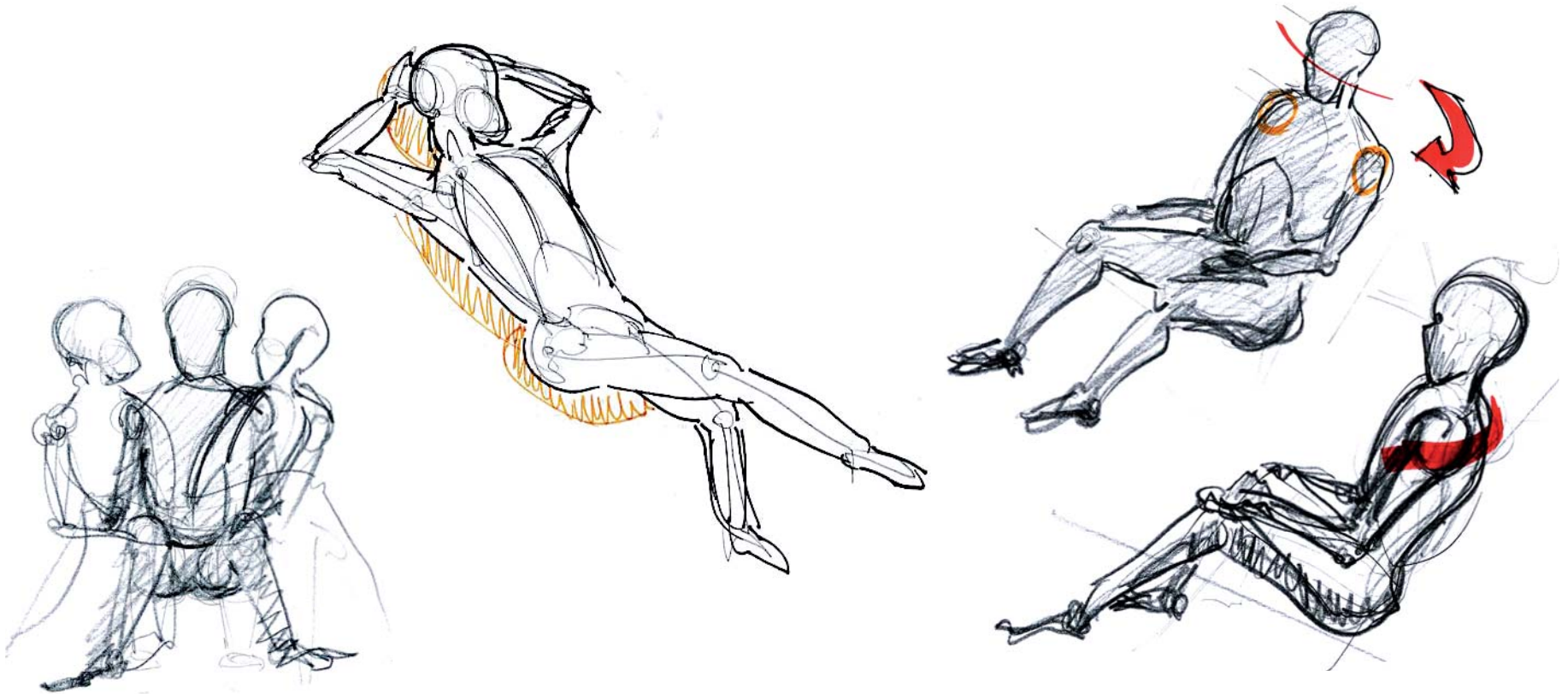


Imagen N° 36 . Croquis del cambio de posición

El salón de pasajeros

La distribución de los asientos en el salón panorámico debe responder a las actividades centrales antes mencionadas: descanso, contemplación, comunicación y recreación.

En la pag.41 se mostraron algunos ejemplos de configuraciones clásicas, en donde cada una responde a los requerimientos de cada servicio.

Las alternativas A, B y C distribuyen los soportes a partir de configuraciones clásicas. Las alternativas E, F y D son configuraciones surgidas de la idea de potenciar las actividades centrales. Todas las alternativas fueron concebidas en base a las dimensiones de un asiento de primera clase presentadas en la pag.74.

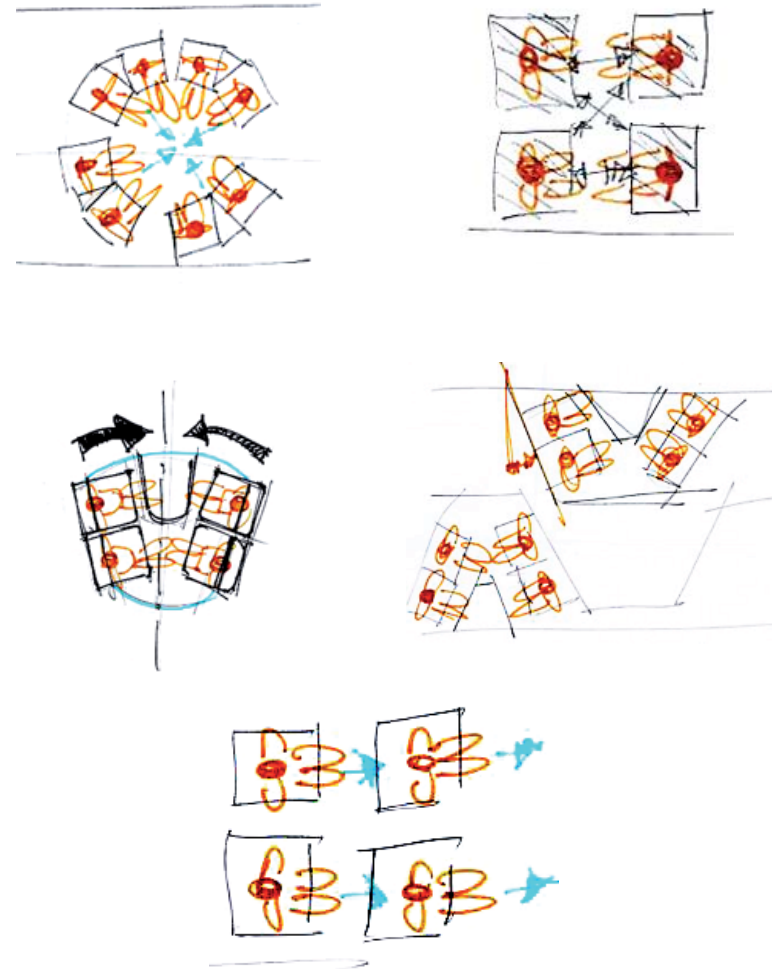
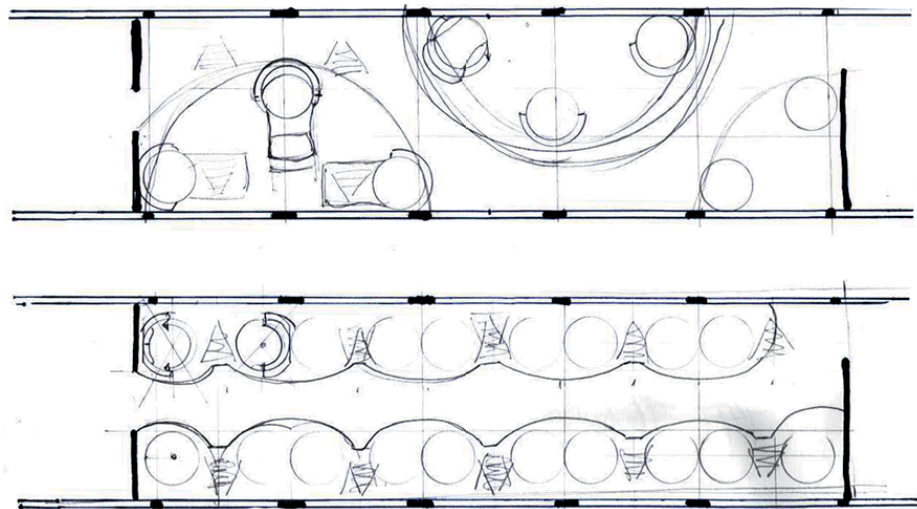
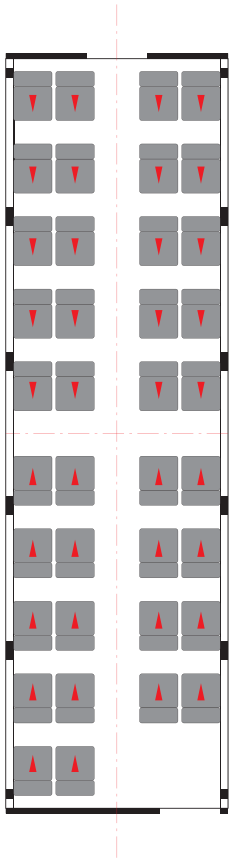
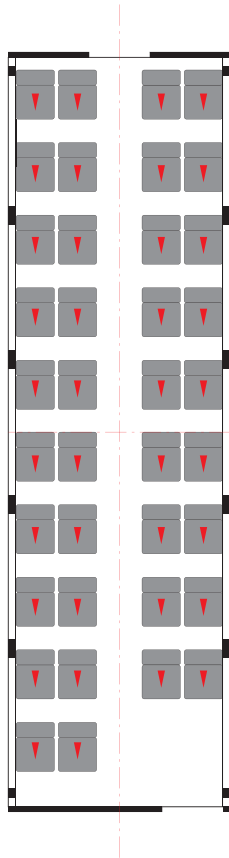


Imagen N° 37 . Croquis realizados en la búsqueda de alternativas en el layout de las plazas

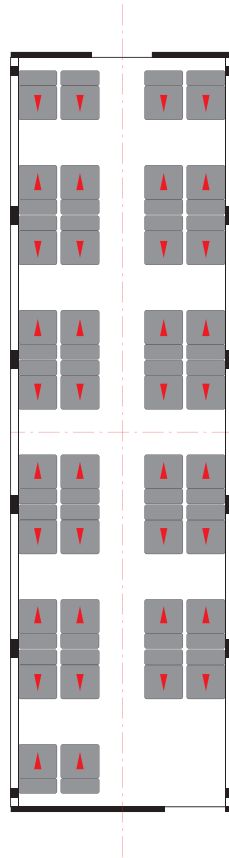
Alternativa A



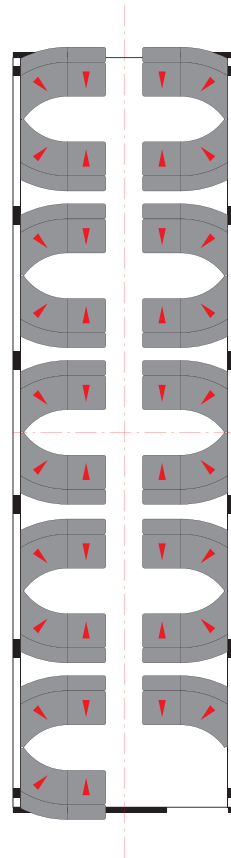
Alternativa B



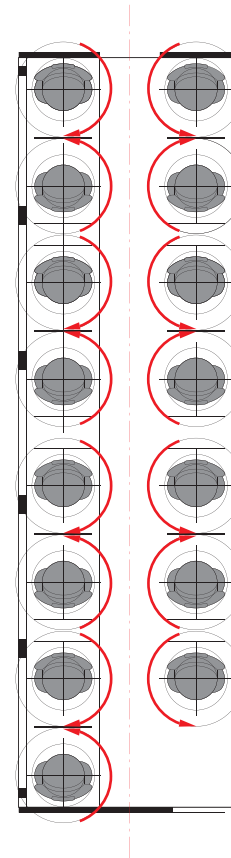
Alternativa C



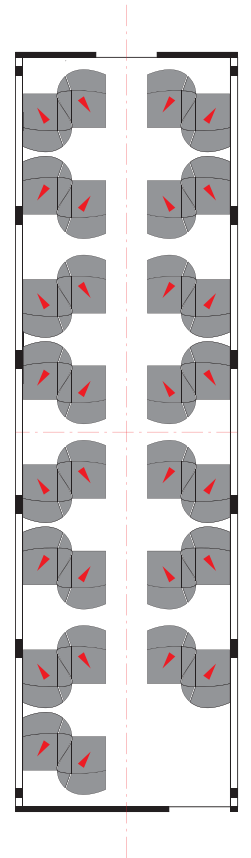
Alternativa D



Alternativa E



Alternativa F



Exploración de alternativas**Alternativa C**

Configuración grupal de 4 personas a cada lado del eje longitudinal.

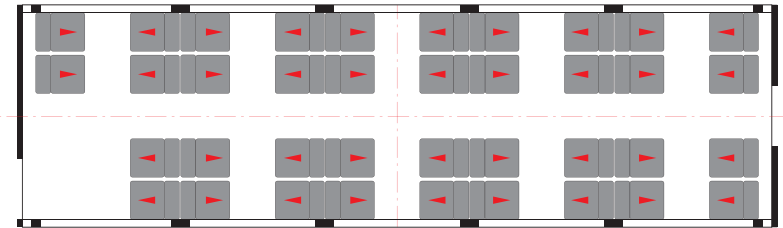
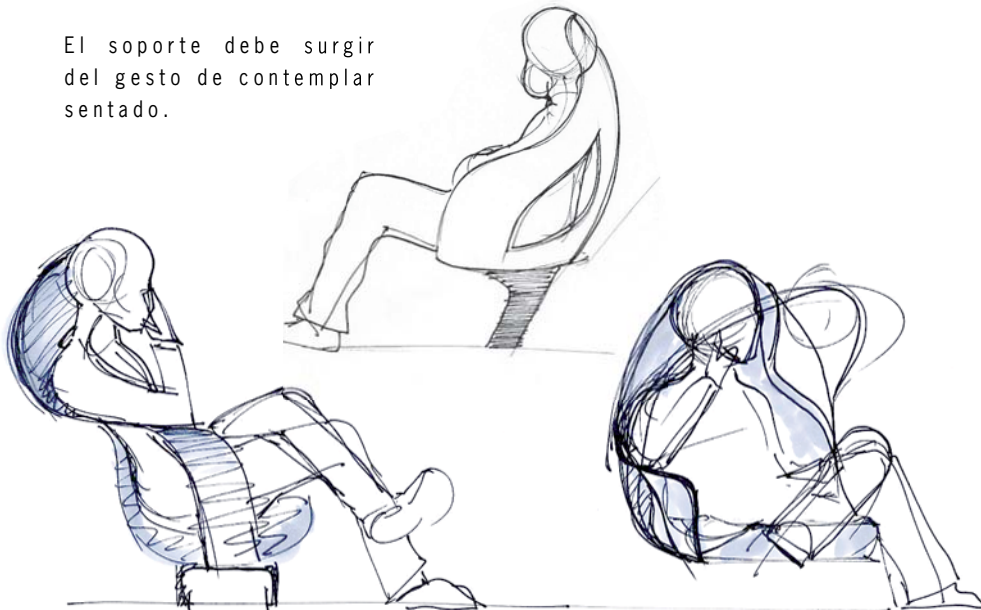
Ventajas:

- Gran capacidad de pasajeros por coche (38)
- Da cabida a la posición oblicua en los asientos de los costados.
- Optimiza el espacio al tener un orden ortogonal.

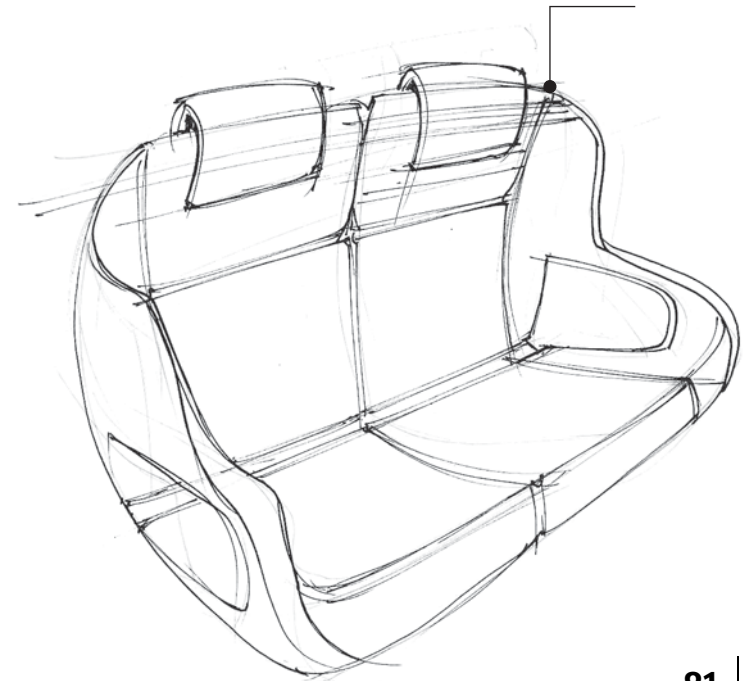
Desventajas:

- Espacio perdido detrás de los respaldos.

El soporte debe surgir del gesto de contemplar sentado.



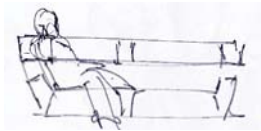
Un apoyo para los hombros entrega al pasajero la posibilidad de adaptar su posición



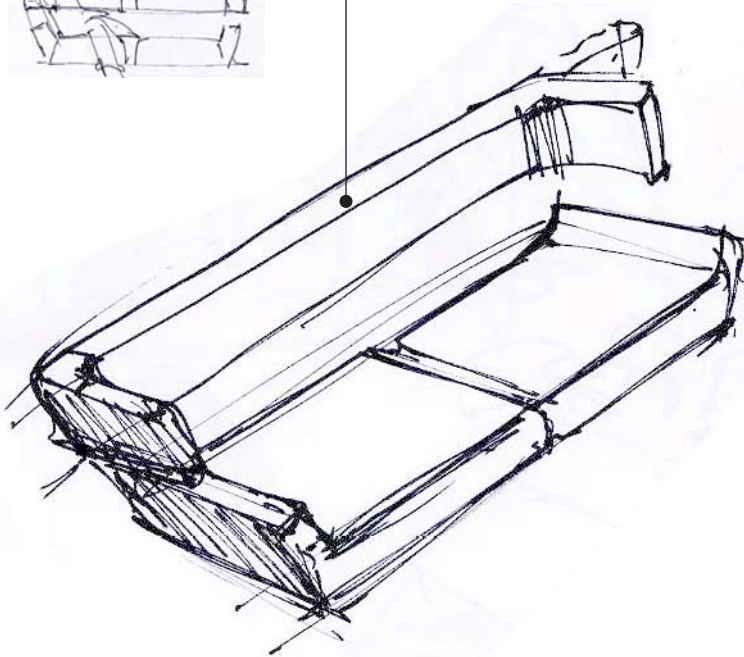
G

Génesis
Fromal

Un asiento que tengo el principio del sofá, puede potenciar la comunicación y el relaxo. Sin embargo, no es tan compatible con otras actividades como comer y dormir.



Un soporte doble permite comunicarse con el pasajero del frente y del lado.



Alternativa E

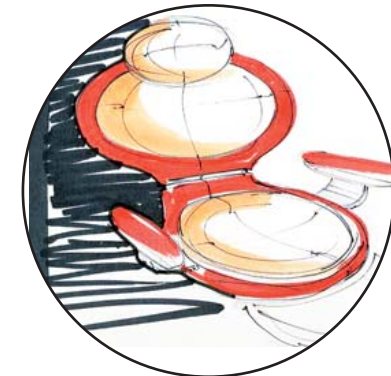
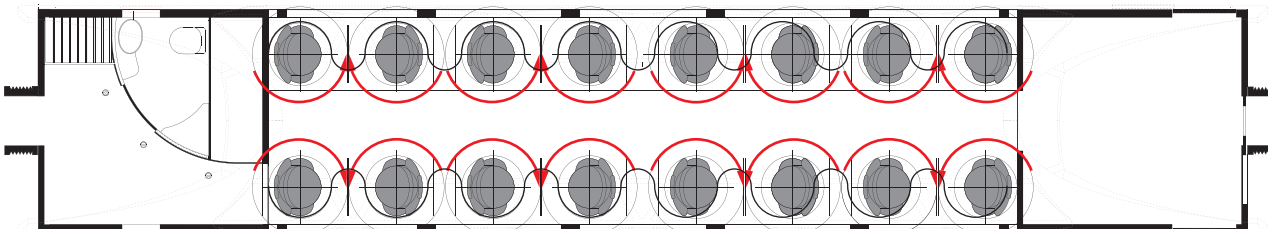
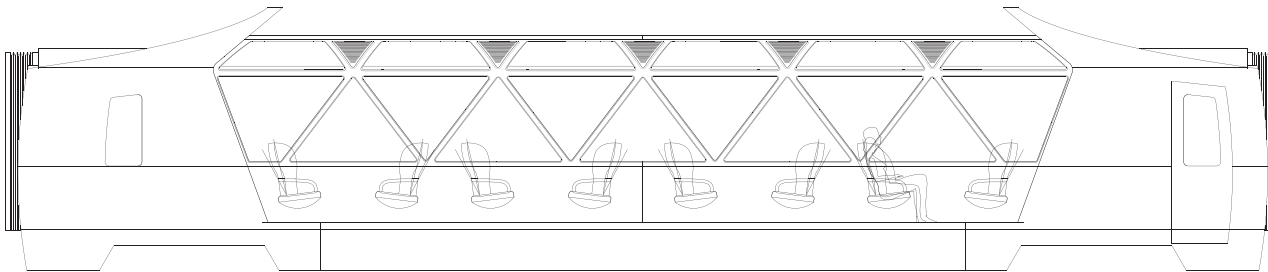
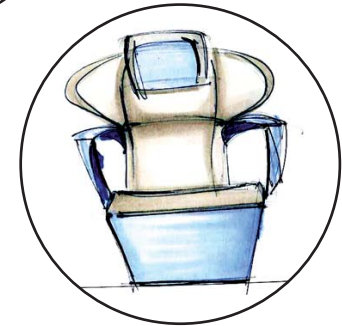
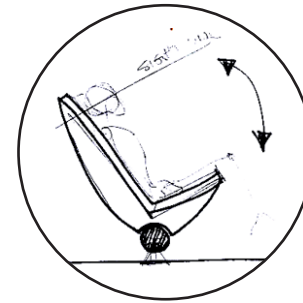
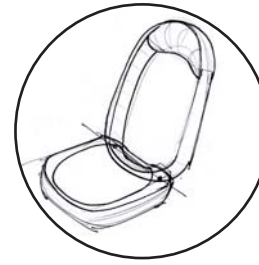
Configuración individual con rotabilidad de los soportes.

Ventajas:

- Gran espacio individual para el pasajero.
- Rotación en 180° e inclinación del respaldo hasta 35°

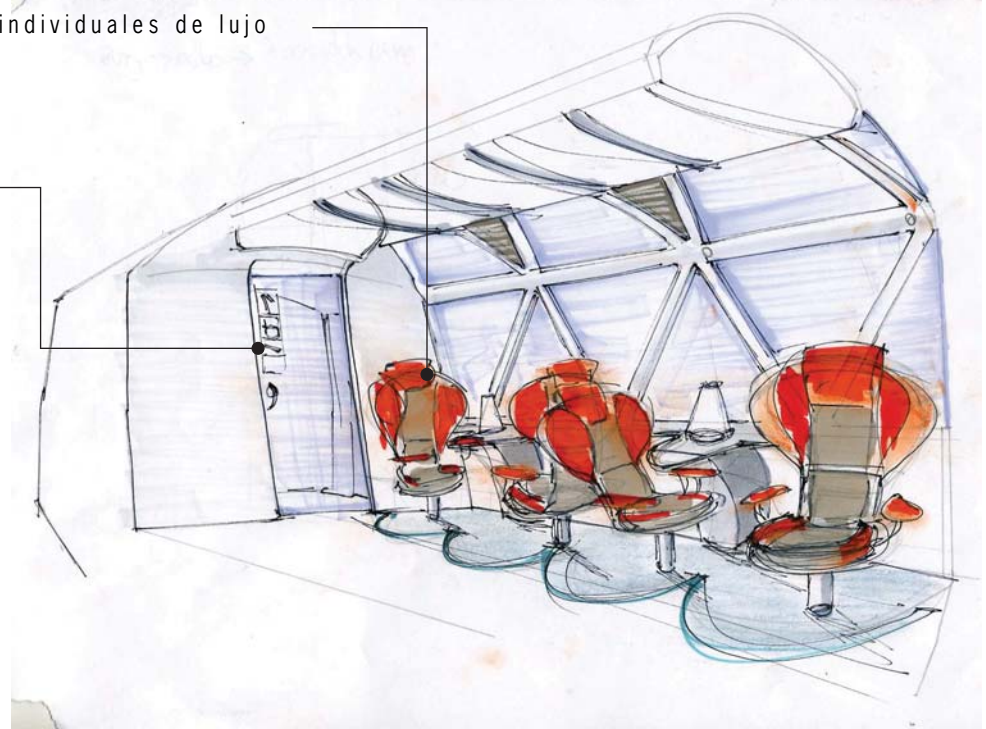
Desventajas:

- Poca capacidad de pasajeros por coche (15)
- No propicia la comunicación de los pasajeros



Soportes individuales de lujo

Para separar los sectores
(ambientes) se concibe una puerta
semi translúcida de apertura
automática.



Las mesas tienen extensiones en
el caso de que el pasajero
necesite más superficie

El piso mantiene una relación
formal con las mesas.



Alternativa F

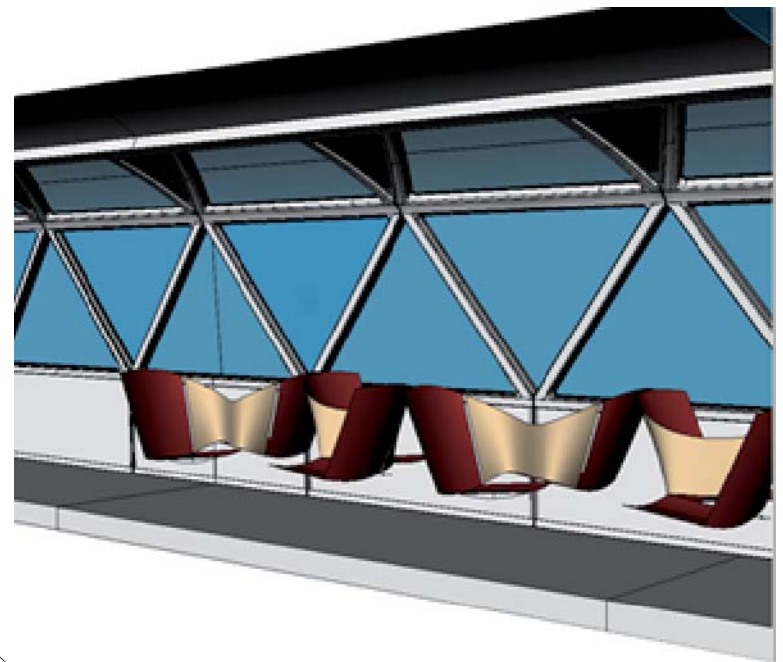
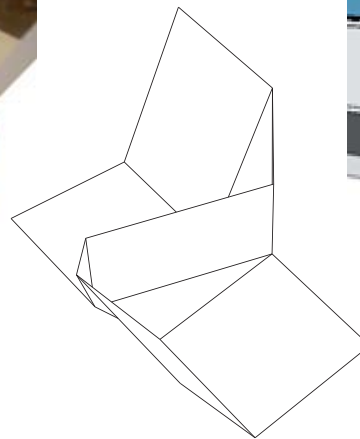
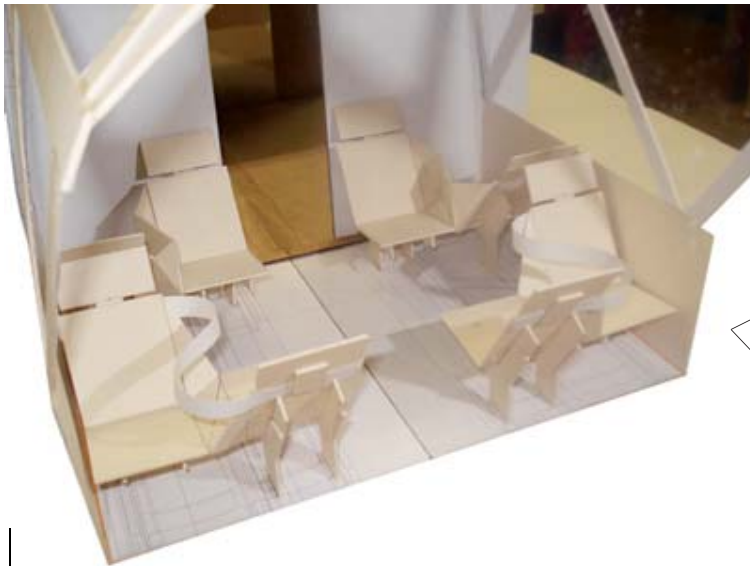
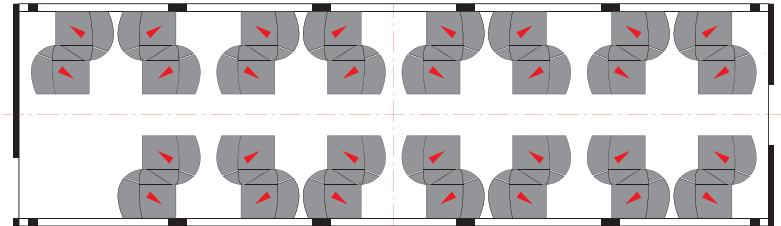
Configuración doble para posición normal y oblicua

Ventajas:

- Libertad en la posición sentado.
- El soporte es un modulo simétrico que se puede repetir en ambas direcciones.

Desventajas:

- Capacidad media de pasajeros por coche (31)
- El soporte genera una situación de tensión con su par.
- Encierra de cierto modo a los pasajeros que se sientan donde comienza y termina el vagón.





Propuesta
Final

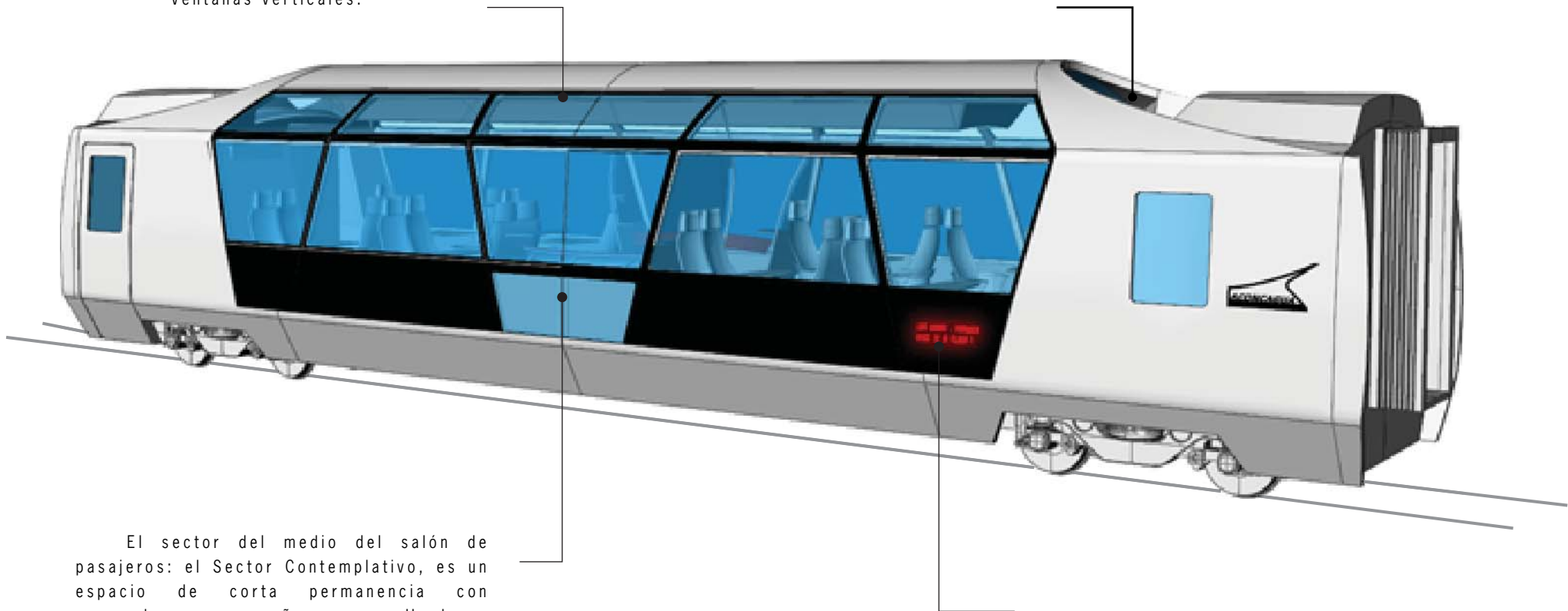


Propuesta
Final

Diseño Final

El salón de pasajeros se dividió finalmente en 3 sectores. con el fin de quebrar la monotonía de un espacio común y potenciar también el uso de las ventanas verticales.

Ventana para la contemplación vertical de las altas montañas de Los Andes



El sector del medio del salón de pasajeros: el Sector Contemplativo, es un espacio de corta permanencia con reposaderas y pequeñas mesas. Un lugar para relajarse, conversar y tomar un aperitivo mientras se disfruta del viaje.

Panel LED informativo de Destino, N° de Vagón y Equipamiento del vagón

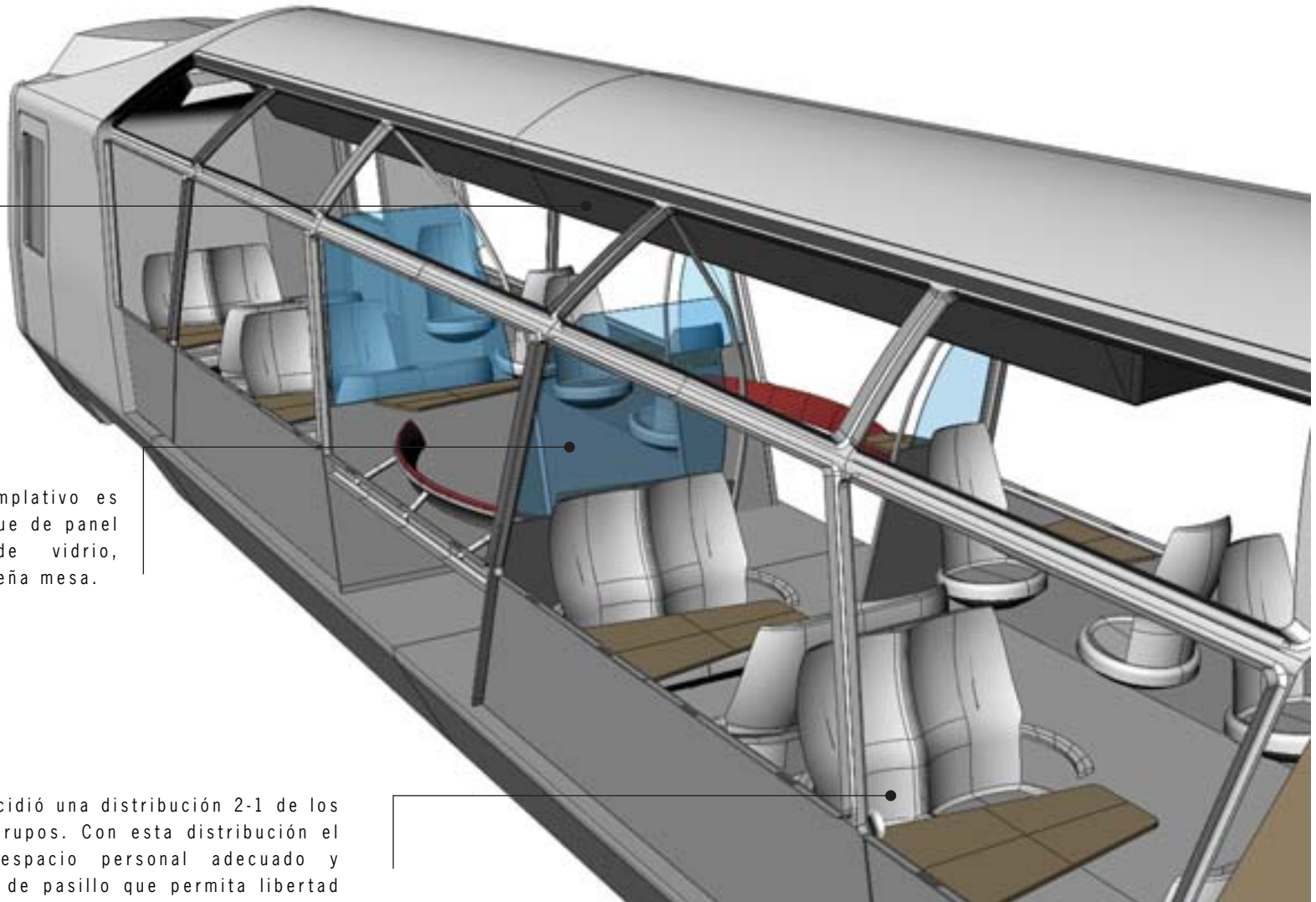


Propuesta
Final

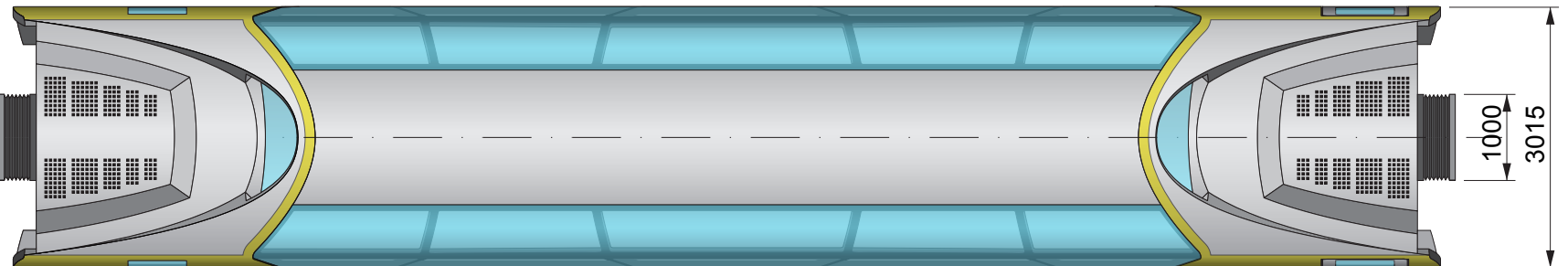
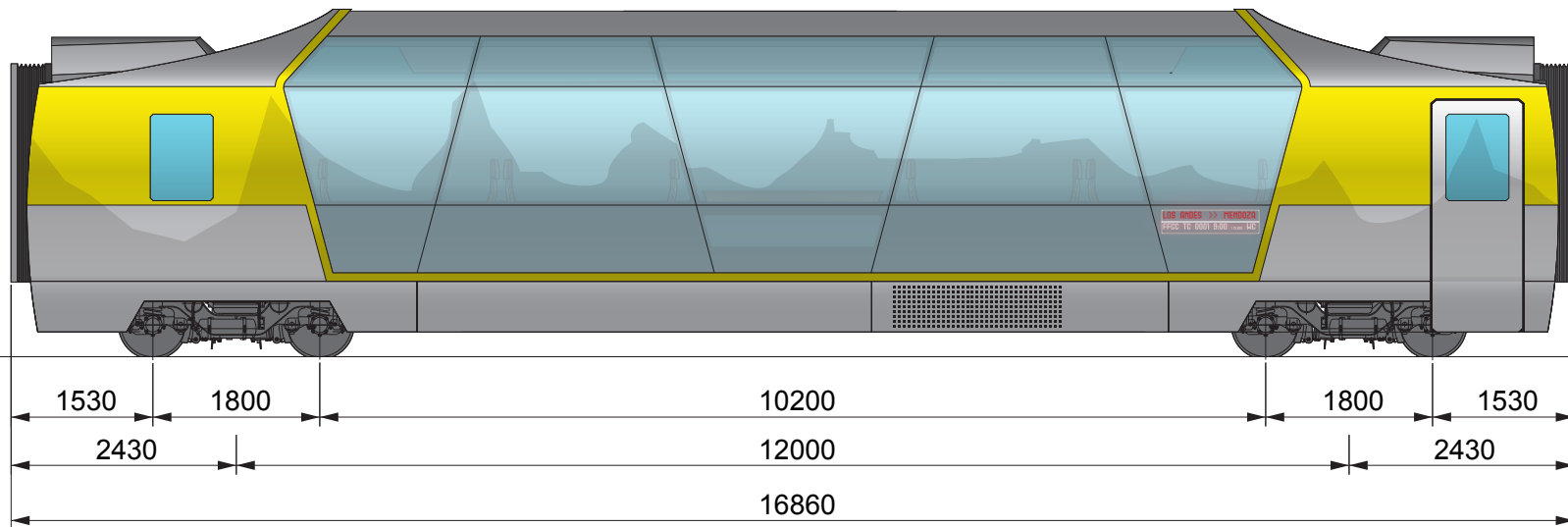
En la viga central se encuentra el sistema de aire acondicionado e iluminación lineal.

El Sector Contemplativo es separado por un tabique de panel de vidrio- fibra de vidrio, agarradera y una pequeña mesa.

Finalmente se decidió una distribución 2-1 de los asientos y formando grupos. Con esta distribución el pasajero posee un espacio personal adecuado y manteniendo un ancho de pasillo que permita libertad de circulación.

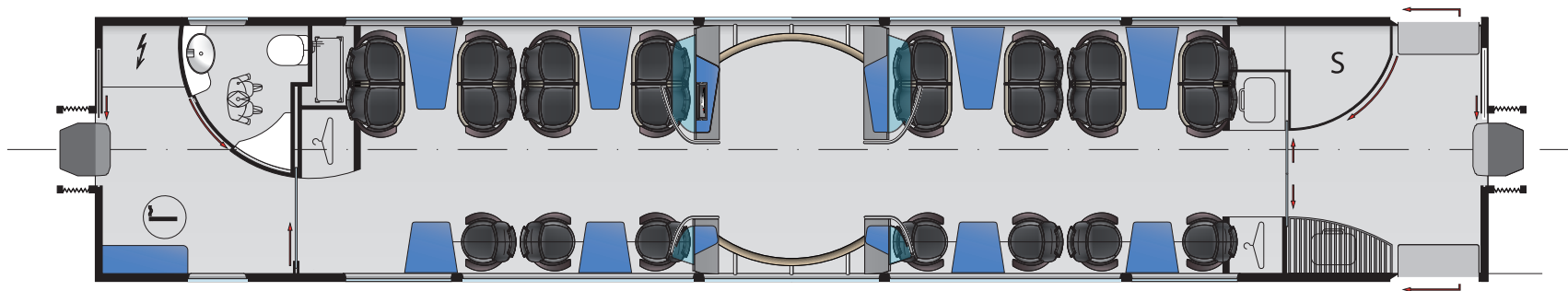
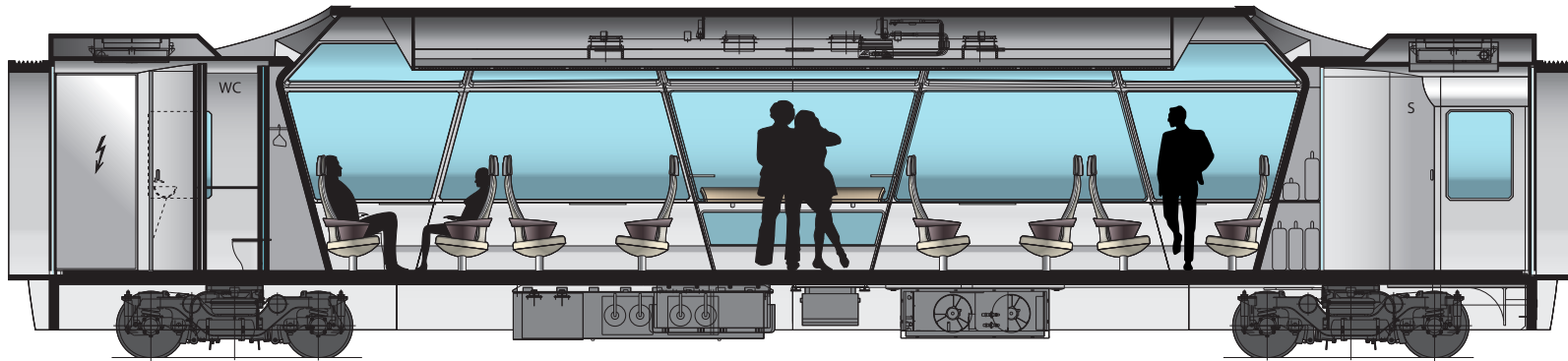


Vistas Principales



ESCALA 1 : 80 (medidas en mm)

Corte Longitudinal y Layout



ESCALA 1 : 80 (medidas en mm)



Propuesta
Final

Aconcagua : Coche Contemplativo del Paisaje Andino para Trenes Turisticos del Ferrocarril Trasandino Central

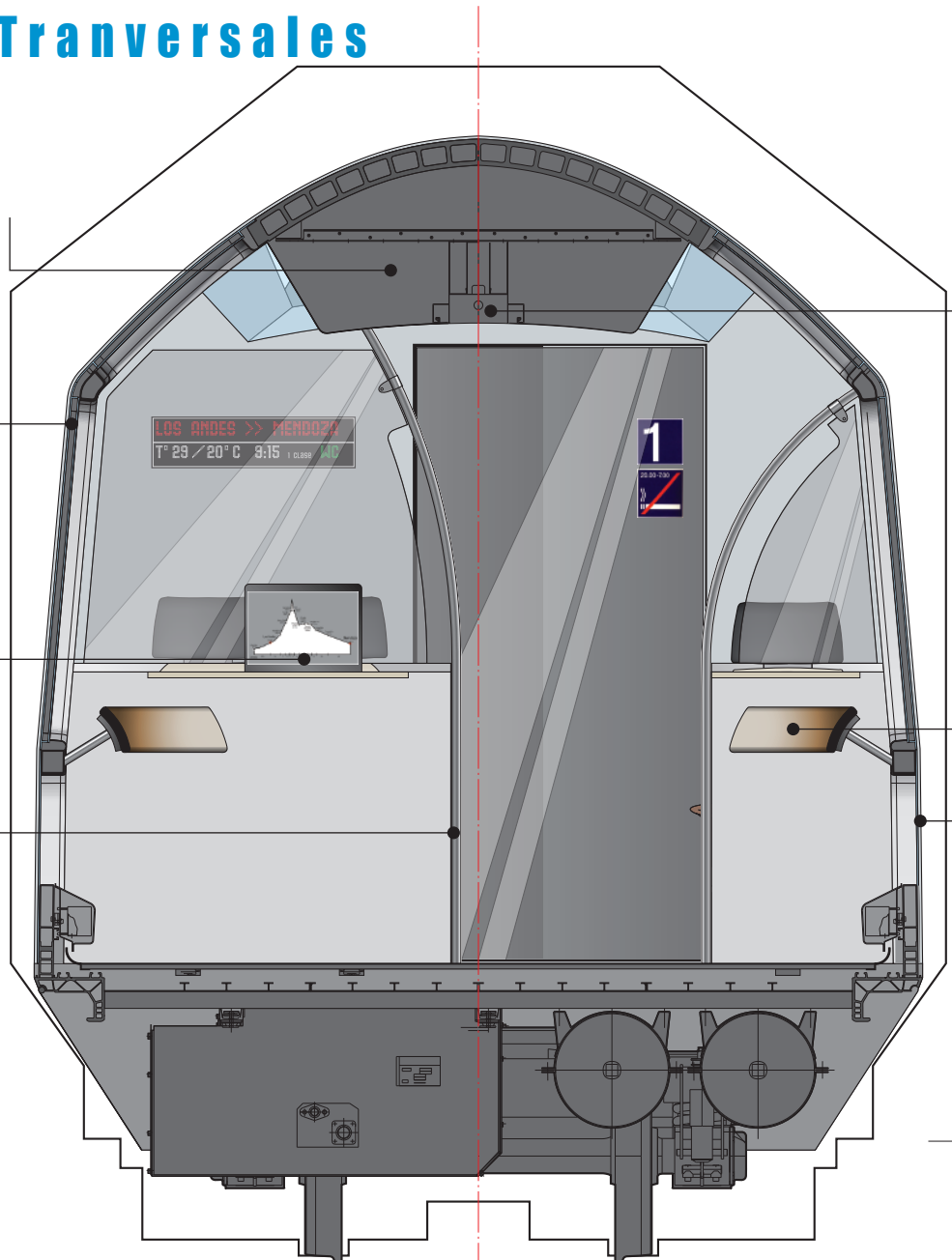
Cortes Transversales

Los canales de aire acondicionado a través de la viga central reparten aire fresco por todo el salón.

Ventanas de doble acristalamiento para la isolación térmica.

Un centro multimedia sirve de guía virtual entregando información de trayectos, paradas, centros de interés, antecedentes históricos, etc.

Tubos de acero inoxidable conectados al tabique y a la viga central sirven de agarraderas.



Un sistema de luz linear ilumina homogeneamente todo el salón de pasajeros.

Las ropasaderas en los costados están sujetas a la estructura y permiten al pasajero apoyarse en posición parado.

En este sector existe también una ventana en el sector bajo.

CORTE AA'
ESCALA 1 : 25 (medidas en mm)



Propuesta
Final

Aconcagua : Coche Contemplativo del Paisaje Andino para Trenes Turisticos del Ferrocarril Trasandino Central

Corte Transversal

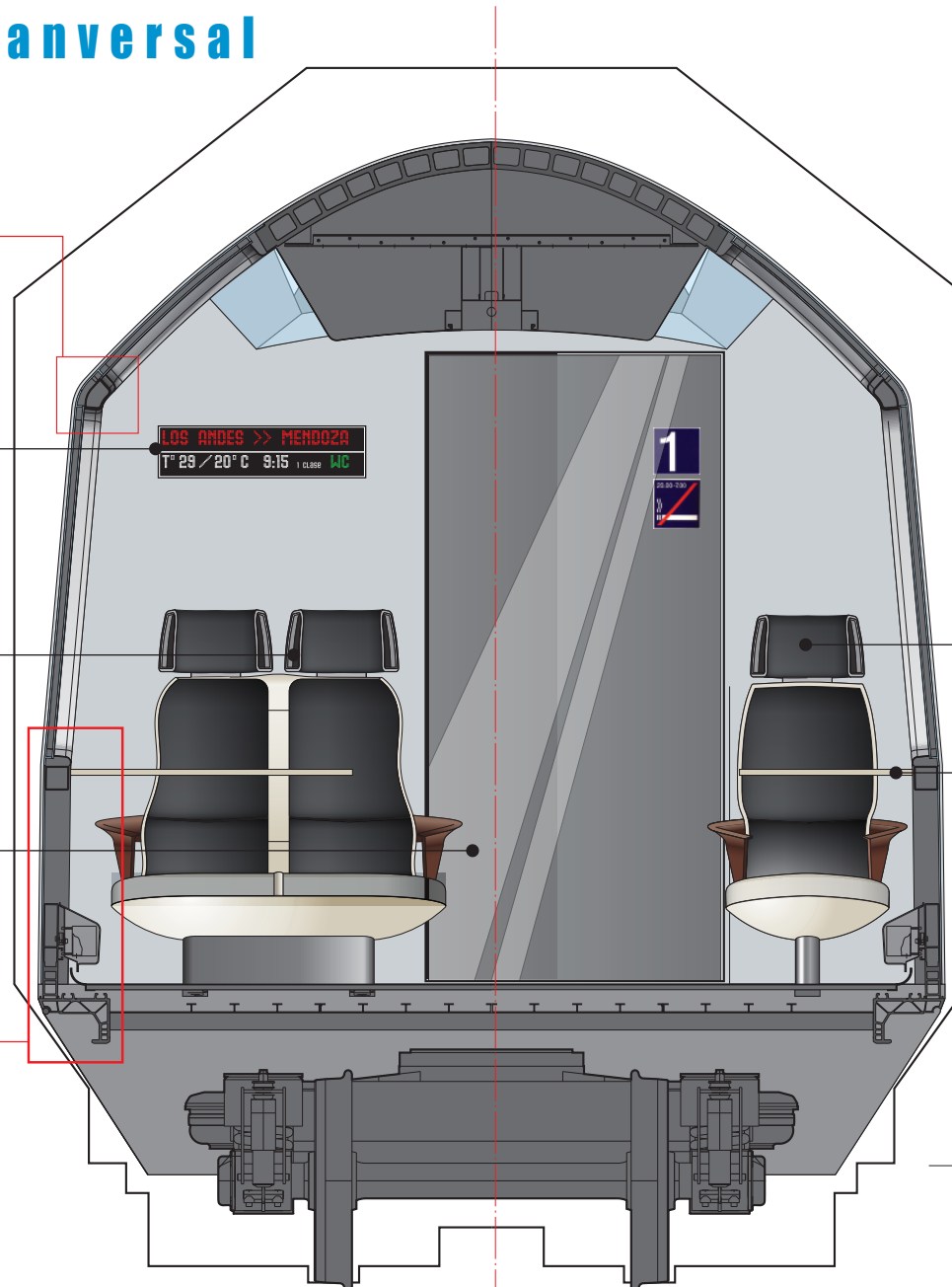
DETALLE A

Un panel LED dispuesto en la pared del fondo informa sobre destino, parada, temperatura interior/exterior, hora, clase y estado del baño.

Asiento de lujo para dos pasajeros con apoyo lumbar, nuca y apoyo compartido de para los codos. Tiene una capacidad de inclinación de 10°.

Puerta deslizadora de vidrio satinado. Su funcionamiento se realiza por medio de un sensor laser.

DETALLE B



El asiento individual tiene además un rango de rotación de 30°.

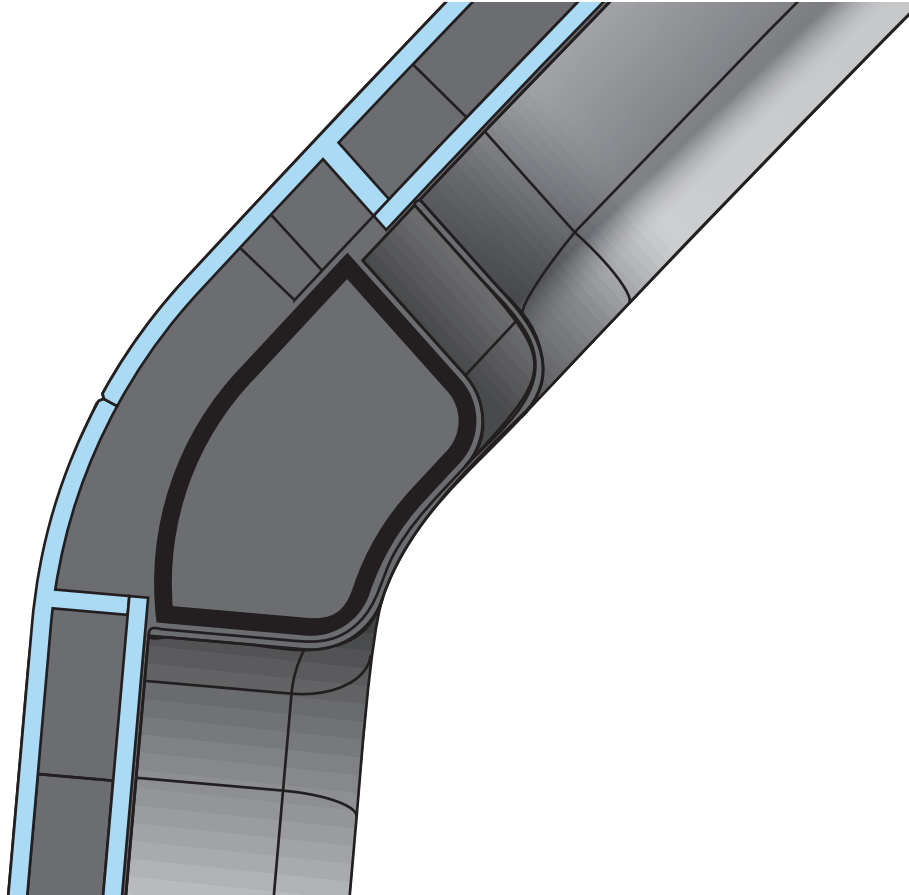
Cada grupo dispone de una mesa para realizar distintas actividades: comer, jugar cartas, escribir ...

CORTE BB
ESCALA 1 : 25 (medidas en mm)

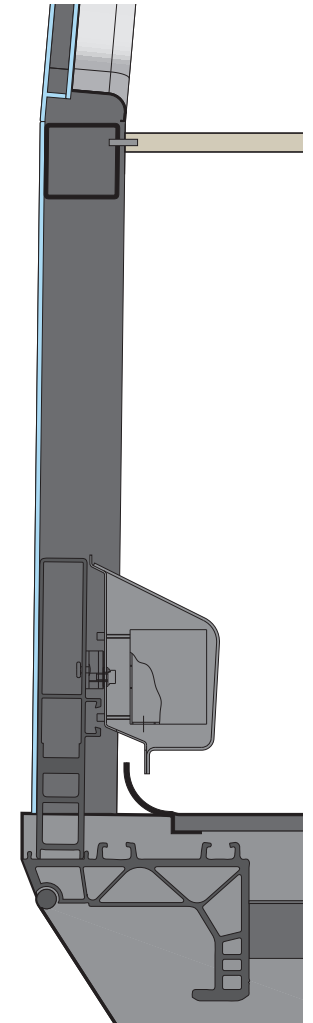


Propuesta
Final

Detalles



DETALLE A
ESCALA 1 : 4 (medidas en mm)



DETALLE B
ESCALA 1 : 8 (medidas en mm)

Materiales

Para definir los materiales del interior se realizan distintas combinaciones con los catálogos de muestras de proveedores. Con esto se pretende definir el revestimiento piso, revestimiento de las mesas, color del panel lateral-cielo, del tapiz y reposa codos del asiento.

La idea principal en la asignación de materiales es darle peso al grupo de los soportes corporales y el piso, y por otro lado intentar despejar visualmente el área del codo hacia arriba. Con esto se pretende propiciar la contemplación.

La opción escogida finalmente dentro de las alternativas estudiadas (ver imagen), es la N° 6. Las razones son las siguientes:

- Soporte Corporal. Tapíz de cuero negro para el acolchado del asiento, revestimiento de Mahagoni para las coderas y fibra de vidrio texturizada con pigmentación de un gris frío y claro. El fin con esto, es entregar una imagen de confort y lujo que está directamente relacionada con el grupo objetivo.

- Piso. Alfombrado de nudos gruesos con tonos pardos azulados para generar un ambiente cálido dentro del salón de pasajeros.

- Mesas. Para las mesas finalmente se utiliza un revestimiento tipo Lapilázuli y con esto simbolizar en parte la riqueza de los Andes.



Imagen N° 38. Estudio de combinación ed materiales para el salón de pasajeros

- Paneles laterales y del cielo. Los paneles de fibra de vidrio reforzada y texturizada semi reflexiva. El pigmento utilizado debe estar en el rango cromático de grises fríos y claros.

- Puertas y separadores. Tanto las puertas como la parte superior del sistema de separación en el Sector Contemplativo será de vidrio templado de un tono gris.

- Agarraderas. Las agarrederas situadas en el sector medio del salón de pasajeros serán de acero inoxidable.

- Reposadera. La reposadera de posición parado será revestida con con cuero de color café claro.

-Ventanas. Como se defnio en el capítulo de Génesis Formal, las ventanas serán de doble acristalamiento. El modelo a utilizar será el N°2, con alta reflexión y con filtro UV que evita el uso de persianas. Con esto se pretende cumplir con los estándares de seguridad y los objetivos planteados. .



Imagen 29. Durante el estudio de alternativas de materiales en N+P GmbH

Visualización de El Salón de Pasajeros





Propuesta
Final





ESCALA 1 : 80 (medidas en mm)

Bibliografía

Referencias Bibliográficas

- El Ferrocarril Trasandino Central, 2000, Pablo Lacoste
- Historia del Ferrocarril en Chile, 2000, Ian Thomson y Dietrich Angerstein
- Railway, Identity, Design and Culture, 2004, Keith Lovegrove
- La Mecanización toma el Mando, 1978, Siegfried Giedion
- El ferrocarril como elemento detonador de procesos de regeneración urbana, Memoria Proyecto de Título Arquitectura 2004-05. Sebastián Bravo Moreno
- Museo Estación del Ferrocarril Trasandino, Mayo 2004, Marco Leon di Giammarino
- Diseño y equipamiento para salas de baño clase turista de avión Boeing 767 Lanchile, Diciembre 2004, Francisca Ormeño
- Fundamentos de Marketing, 2000, William J. Stanton
- Estrategia Competitiva, 1947, Michlael Porter
- Verkehr Gestalten!, 1994, Arnoldsche
- Piktogramme und Icons. Pflicht oder Kür?, 2005, Abdullah Rayan und Roger Hübner von Schmidt
- S-Bahn Triebzüge, 2000, Daniel Riechers
- Human Scale, Henry Dreyfuss Associates

Entrevistas

- Rodrigo Campos. Ingeniero del MOP a cargo del proyecto FCT Central
- Arquitecto Carlos León. Coordinador Estudios Proyecto FFCC Trasandino Central de Tecnicagua S.A
- Christian Inostroza, Ing. De Planificación Unidad de Mantenimiento Mayor Fepasa S.A
- María Isabel Pavez, Arquitecto, Directora del Departamento de Urbanismo de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad de Chile
- Ing. Herbert Welt, Jefe de Producción Stadler AG
- Alexander Neumeister y Andreas Bergsträber , Diseñadores Industriales N+P Industrial Design GmbH

Artículos en Diarios, Revistas y Publicaciones

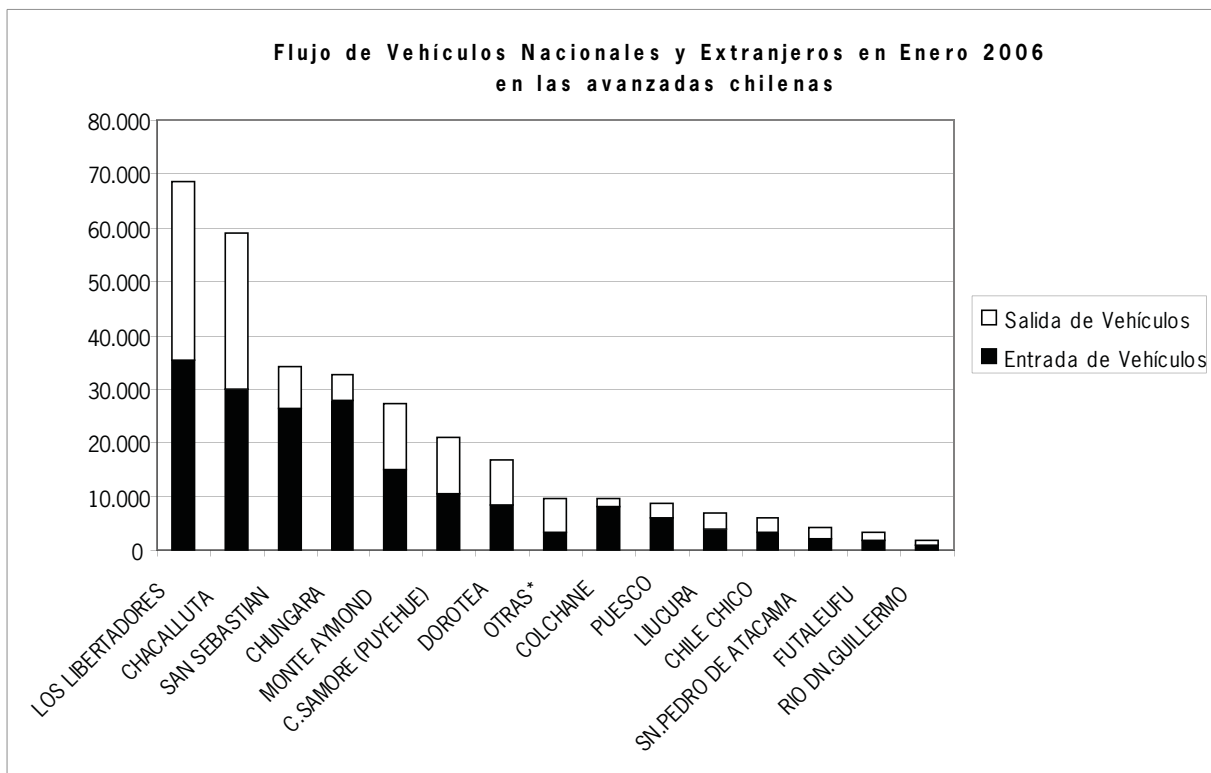
- Revista Domingo en Viaje, El Mercurio, 30 de Abril de 2006, N° 2.504, pp. 4-50
- "Tren Trasandino: ya viene la licitación", Ediciones Especiales, El Mercurio, 25 de Mayo de 2006
- "El tren trasandino puede ser un fracaso comercial", Las Últimas Noticias, Economía, 24 de Septiembre 2006
- Eisenbahn-Revue International, Eisenbahn Österreich 7/2006

Referencias en Internet

- Gobierno de Chile - Servicio Nacional de Aduanas > Estadísticas, Estudios y Publicaciones
www.aduana.cl
- Gobierno de Chile - Mop - Concesiones Chile > Proyectos de Concesiones > Ferrocarril Trasandino Central
http://www.concesioneschile.cl/proyectos_concesiones.htm
- Amigos del Tren - El Ferrocarril en Chile > Historia de los FFCC
www.amigosdeltren.cl
- Glaciar Express
www.glacierexpres.ch
- Consultas de tecnología del ferrocarril
www.hitachi-rail.com
www.howstuffworks.com
- Deutsche Bahn
www.db.de
- Consulta de términos ferroviarios
www.wikipedia.com
<http://fcmaf.castillalamanca.es/Diccionario>

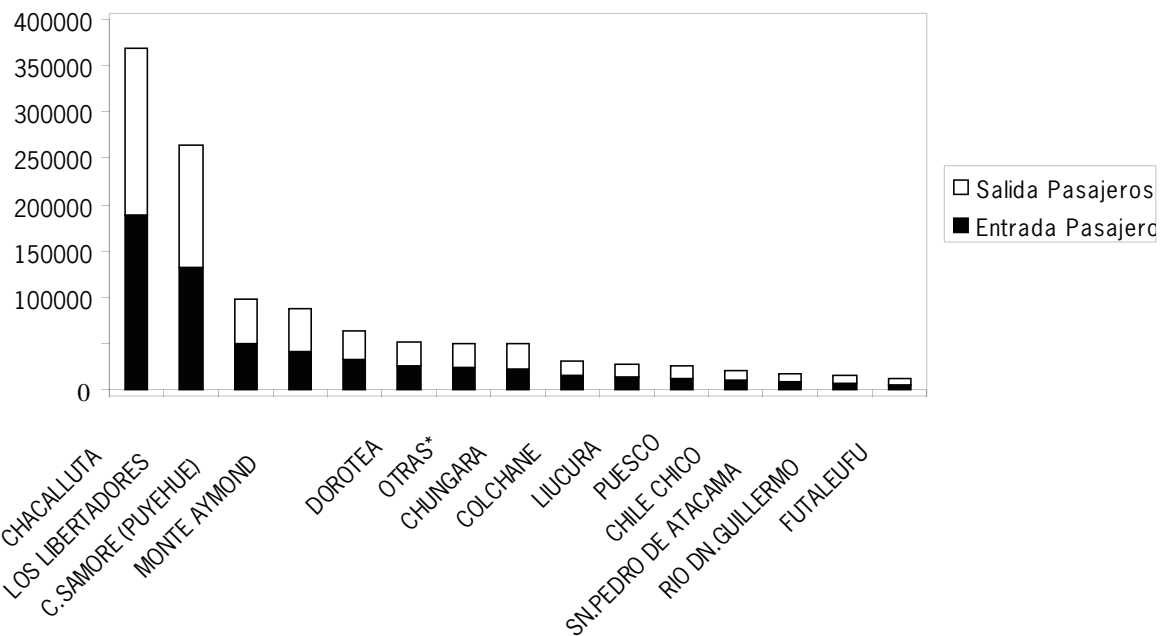
Anexos

Gráficos de flujo de carga y pasajeros



* Huemules, Appeleg, Lago Verde, Ibáñez Palavicini, Baker, Casas Viejas, Bellavista, Pampa Alta, Villa O'Higgins, El Triana, Huahum/Panguipulli, V. Perez Rosales (Peulla), Alto Palena, Carirriñe, Cohaique Alto, Los Queñes, Pichachen, El Maule, Icalma, Socompa-Carretero, Tocorpuri, Abra de Napa, San Francisco, Pircas Negras, Rivadavia, Ollague Carretero, Visviri Carretero. Para efectos de gráfico se agruparon estas avanzadas ya que el flujo de pasajeros en cada una de ellas fue inferior a 5000 pasajeros.

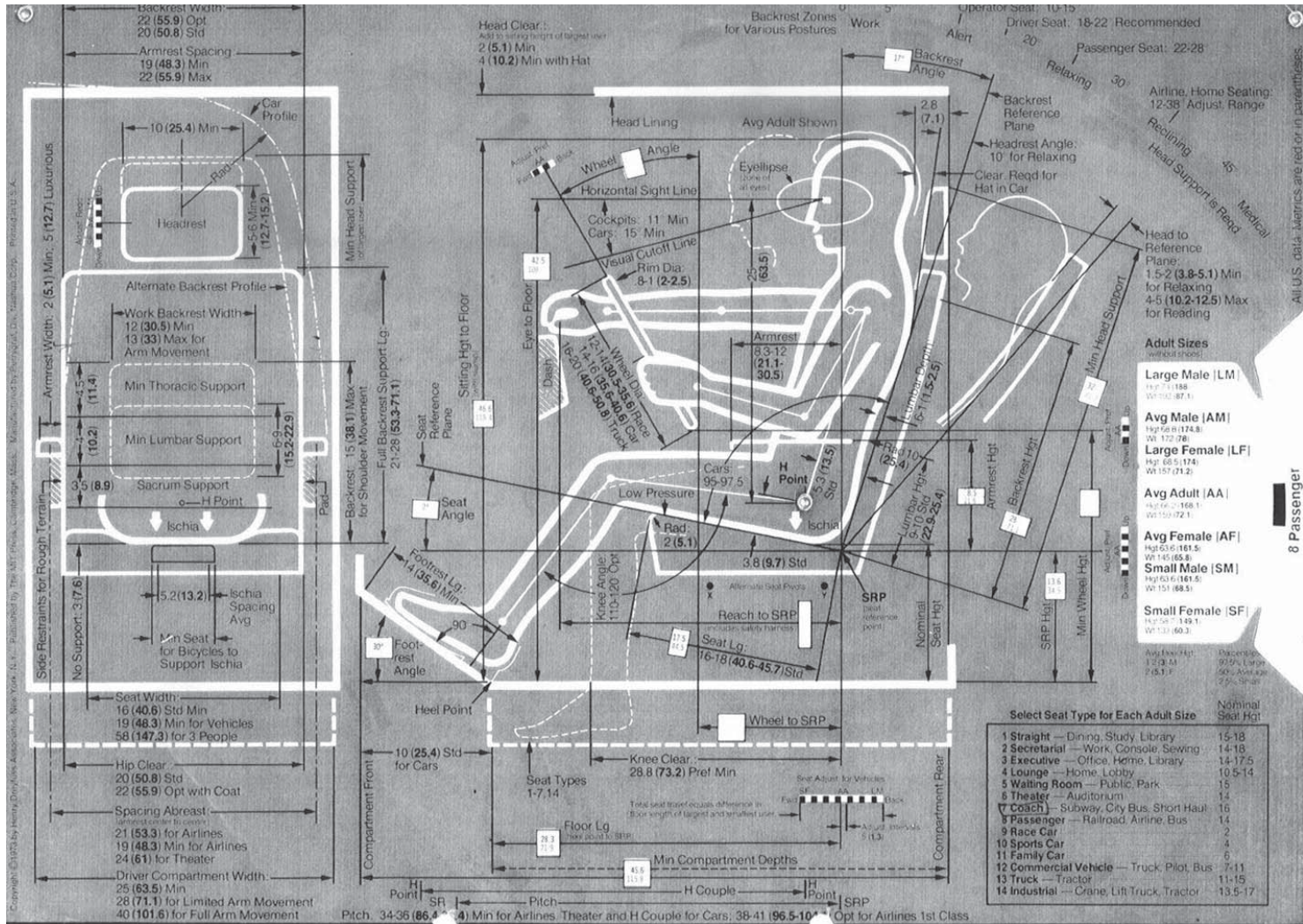
**Flujo de Pasajeros Nacionales y Extranjeros en Enero 2006
en las avanzadas chilenas**



* Huemules, Appeleg, Lago Verde, Ibáñez Palavicini, Baker, Casas Viejas, Bellavista, Pampa Alta, Villa O'Higgins, El Triana, Huahum/Panguipulli, V. Perez Rosales (Peulla), Alto Palena, Carirriñe, Cohaique Alto, Los Queñes, Pichachen, El Maule, Icalma, Socompa-Carretero, Tocarpori, Abra de Napa, San Francisco, Pircas Negras, Rivadavia, Ollague Carretero, Visviri Carretero. Para efectos de gráfico se agruparon estas avanzadas ya que el flujo de pasajeros en cada una de ellas fue inferior a 5000 pasajeros.

** El gráfico es de elaboración del autor en base a los datos del Servicio Nacional de Aduanas

Tabla The Human Scale de Henry Dreyfuss Associates



Presentación en la Staatliche Akademie der Bildenden Künste Stuttgart



Este fue proyecto fue realizado en cooperación con:



Stadler Altenrhein AG

Park Altenrhein
Für Industrie und Gewerbe
CH-9423 Altenrhein
Switzerland



N+P Industrial Design GmbH

N + P Industrial Design GmbH

Liebigstrasse 8
80538 Muenchen
Tel. +49 (0)89 210 962-21
Fax +49 (0)89 210 962-1



**Staatliche Akademie der
Bildenden Künste Stuttgart**

Am Weissenhof 1
D-70191 Stuttgart
T +49[0]711.28 440 - 0
F +49[0]711.28 440 - 225