

Universidad de Chile  
Facultad de Arquitectura y Urbanismo  
Escuela de Diseño

## Diseño de sistema de inducción de la postura segura ante colisiones en buses interurbanos

Mónica Figueroa Figueroa

Prof. Guía Marcelo Quezada  
Agosto 2012  
Informe de título







**A Olga Figueroa**



**Indice**

Introducción	10
1. Planteamiento del proyecto	13
1.1 Detección de la oportunidad	14
1.2 Concepto actual/Concepto propuesto	14
2. Desarrollo del proyecto, Conceptos y principios disciplinares	17
2.1 Contexto del proyecto	18
2.2 Desde el diseño industrial una postura ideológica	19
3. Desarrollo del proyecto. Antecedentes y análisis	21
3.1 Comportamiento del cuerpo en una colisión	22
3.2 Sistema de retención necesidad de nuevos conceptos_estrategias	26
3.2.1 Concepto_estrategia: Disipación de energía por fluido viscoso	27
3.2.2 Concepto_estrategia: Inducción de posición segura	28
3.2.3 Acerca de la postura segura	30
3.2.4 Postura segura seleccionada	31
3.3 Objetivos	32
4. Desarrollo del proyecto. Observaciones y pruebas	33



4.1 Problema de diseño	34
4.2 Sistema de inducción, diferentes estrategias de solución	34
4.2.1 Estrategia solución: Asiento pivotante	35
4.2.2 Estrategia solución: Piso elevado en balancín	40
4.2.3 Estrategia solución: Piso elevado de manera horizontal	45
4.2.3.1 Sistema doble caja en deslizamiento	47
4.2.3.2 Pantógrafo	56
4.4 Sistema de inducción en el entorno del bus.	64
5. Presentación del producto	71
6. Desarrollo proyecto técnico	81
6.1 Costos	82
7. Bibliografía	86
8. Planos	89

# Introducción

El presente proyecto se desarrolla en el ámbito de la seguridad en el transporte.

Somos testigos de los múltiples accidentes en los que se ven envueltos buses interurbanos. Causan conmoción en la sociedad, pues en ocasiones tiene responsables claros. Es allí cuando nos preguntamos, ¿Por qué sigue pasando esto? ¿Cómo hacer que cambie? Quizás es por ello que es posible sentir este problema de forma tan cercana, pues también cada uno de nosotros utiliza estos servicios y entrega su confianza, su vida, cuando se transporta

Mis motivaciones para abordar esta temática se iniciaron al pensar que siempre estamos expuestos a la posibilidad real de ser víctimas de una colisión, que puede ser en un viaje Santiago-Valparaíso, como de Arica a Punta Arenas. Las distancias no influyen. Puede pasarle a cualquiera.

Es la confianza al andar, al transportarnos aquello que creo que es posible recuperar. No es un lujo, el saberme seguro, es básico, y desde allí es que quise aportar con el conocimiento que he podido desarrollar a lo largo de mi carrera, abriendo una posibilidad para probar algo nuevo, de carácter experimental ciento por ciento, que puede abrir una puerta para el futuro desarrollo de nuevas propuestas.



# Planteamiento del proyecto

## 1.1 Detección de la oportunidad

Cada cierto tiempo podemos ser testigos de accidentes carreteros en los que se encuentran involucrados buses interprovinciales. Este tipo de sucesos causan conmoción en la sociedad, pues sus consecuencias afectan en un mismo instante a un numeroso grupo de personas, los usuarios del bus.

No es sorpresa por tanto, que luego de un bullado accidente, se hagan públicas las reales y deficientes condiciones de seguridad que ofrecen estos servicios de transporte. Esto forja en nosotros, los usuarios, la sensación de desprotección ante la posibilidad real de una colisión.

La demanda de protección de parte de las personas, posiciona el tema de la seguridad del transporte interprovincial como un posible nicho para el diseño industrial. Es desde allí que se aborda el tema, poniendo especial atención en los conceptos, los que posteriormente permiten desarrollar e implementar cambios.

Se decide por tanto, explorar en el panorama de la seguridad, para de esta forma conocer los conceptos que se implementan en la actualidad, y cómo y en qué grado su funcionamiento incide en la protección de la integridad de los usuarios.

## 1.2 Concepto actual / concepto propuesto

El concepto esencial de la solución presente en la actualidad, es la retención. Ejemplo de ello son los cinturones de seguridad y airbags que se rigen bajo el principio de la sujeción del cuerpo a la estructura soportante, tal como lo plantea el manual de seguridad vial de la FIA, “Un ocupante debidamente sujeto se mantendrá en el asiento y por ello reducirá su velocidad en la misma medida en la que lo hace el vehículo”<sup>1</sup>.



Figura n°1, Concepto retención  
Fuente: <http://www.agrupaciondeaccidentestransito.com>

<sup>1</sup> FIA Foundation for the Automobile an Society, 2009, Cinturones de seguridad y sistemas de retención infantil: Un manual de seguridad vial para decisores y profesionales, Londres. Capítulo 1, La necesidad de cinturones de seguridad y sistemas de retención infantil, página 7.

Justamente la última parte de esta afirmación es hasta ahora una de las más examinadas por mi parte durante este proceso de exploración, llevado a cabo para la elaboración del presente documento.

Los usuarios, ante energías transmitidas de forma instantánea reducen su velocidad en la misma medida que lo hace el material móvil, esto significa, que el cuerpo, producto de una súbita frenada sufre a su vez una violenta desaceleración. La consecuencia más importante de esta variación abrupta de la velocidad es la colisión violenta de los órganos internos. “Si bien muchas personas suelen pensar que las fracturas múltiples son lo peor que pueden pasar en los accidentes, el daño en los órganos internos es el culpable de gran parte de las muertes”<sup>1</sup>.

Dado lo anterior, se convierte entonces, en una de las principales tareas de este proyecto, proponer un concepto distinto, alternativo al de la retención, planteando un nuevo punto de vista, o una nueva mirada ante la situación de la colisión, con el propósito central de proporcionar una eficaz y centralizada protección de los órganos internos de los usuarios frente a energías transmitidas de forma instantánea como en una colisión.

Como resultado de este planteamiento/requerimiento, y producto del estudio del cuerpo humano y su comportamiento frente a la transmisión instantánea de energía, es que se plantea la siguiente hipótesis:

**Un sistema de inducción de la postura segura, que movilice la posición del cuerpo para recibir el impacto de una colisión, puede mejorar las condiciones de seguridad disminuyendo el daño a los órganos internos. Esta postura segura tiene que ver con un “acto reflejo” de protección, muy propio de la intuición humana y muy primitivo.**

<sup>1</sup> F. Valdés, 2010, Doctor Cirugía Vascular Universidad Católica de Chile, entrevista concedida a: <http://www.australdelosrios.cl/>

LO ACTUAL

## Sistema de retención

Sujetar el cuerpo a la estructura. El cuerpo recibe el impacto en iguales condiciones que la estructura

LA PROPUESTA

## Sistema de inducción

Transformar la posición del cuerpo para recibir el impacto en su forma más eficiente.

Figura n° 2  
Fuente: Elaboración propia

El sistema de inducción consta de dos partes básicas:

### Inducir

Provocar para que ocurra algo

### Postura segura

Postura que resguarde las zonas con mayor necesidad de protección por albergar los órganos vitales. Zonas cabeza-cuello, tórax y abdomen.

Figura n°3  
Fuente: Elaboración propia





# Desarrollo del proyecto. Contexto y principios disciplinares

## 2.1 Contexto del proyecto

Las actuales condiciones de seguridad en buses interprovinciales son consideradas insuficientes por usuarios y expertos.

Es posible encontrarse con la denuncia de los medios de comunicación y de la ciudadanía disconforme por la sensación de vulnerabilidad ante la situación de desprotección en caso de colisión. Esta sensación tiene justificación en las malas condiciones en que se encuentra, por ejemplo, el único sistema de seguridad que se encuentra en contacto diario.

INICIO NACIONAL INTERNACIONAL ECONOMÍA DEPORTE CULTURA SOCIEDAD TECNOLOGÍA ENTREVISTAS

NOTICIAS DE TODO CHILE - Valparaíso / Viña - Santiago - Curicó - Talca - Concepción / Thno - Los Angeles

Inicio » Foto Ciudadana

### Mal estado de cinturones de seguridad en buses: ¿Cómo quieren que nos protejamos?

Domingo 22 enero 2012 | 9:40

Publicado por FotoCiudadana • 1696 visitas

Desde Concepción, Rodrigo Vidal nos envía esta imagen y la siguiente descripción:

Les cuento, viajé de Concepción a Los Ángeles en un bus de la línea Pullman Bus, el sábado a las 12:15 horas desde el terminal Collao. Al comenzar el viaje e intentar colocarme el cinturón de seguridad, me encuentro con la desagradable



Figura n° 4, Noticia  
Fuente: www.radiobiobio.cl

Cinturones de seguridad rotos hablan de un desinterés general. Esto es una referencia para los usuarios que pueden en algún momento contrastar la seguridad elaborada en torno al automóvil particular y la desarrollada para buses interprovinciales.

La distancia es abismante, siendo que en ambos nos transportamos.

Por otro lado, las estadísticas emanadas de Carabineros de Chile<sup>1</sup> Nos explican que:



Figura n° 5, Gráfico estadísticas Carabineros de Chile  
Fuente: Carabineros de Chile.

A la luz de la opinión pública y las estadísticas, es posible identificar claramente que las condiciones de seguridad al interior del bus interprovincial son una problemática presente y tocante al numeroso conjunto de usuarios que utilizan día a día este medio de transporte.

De esta manera, el planteamiento de medidas de seguridad que supongan disminuir la actual tasa de usuarios lesionados o en el peor caso, con consecuencias fatales, marca una muy importante diferencia en el panorama presente y puede hacer preferible un servicio con respecto a otro.

<sup>1</sup> Carabineros de Chile. Depto. Servicio tránsito y carreteras. Sección desarrollo e ingeniería, 2012, Accidentes en el tránsito, por tipo y consecuencias, registrados en el ámbito nacional, con participación de buses de locomoción interurbana, años 2007 al 2011, Santiago.

## 2.2 Desde el diseño Industrial, una postura ideológica.

Abordar el proyecto desde el diseño industrial, como bien lo explica Bernd Löbach, en su texto “Diseño Industrial”, significa: estructurar el entorno objetual, a las necesidades físicas y psíquicas de las personas de la sociedad<sup>1</sup>.

En un nivel general, y a la luz de la problemática presente, la labor desde el diseño industrial se materializa en la configuración de una interfaz, que en su concepción reconoce la situación presente, para desde allí imaginar y desarrollar una situación deseada.

Este proceso considera efectivamente la participación del usuario, pasajero del bus. Es así, como todo el proyecto se configura a partir de sus alcances como usuario. Esto es un factor diferenciador y clave para el abordaje de esta problemática desde el diseño industrial.

Ahora bien, desde un ámbito particular, el enfoque desde el usuario que se le ha impreso a este proyecto, se materializa en que la solución nace al alero de las posibilidades del cuerpo, de su propio movimiento natural y por otro lado, además, aprovechando el entorno de la colisión, es decir, haciendo uso de los recursos que se pueden extraer de allí, como la energía cinética y el movimiento direccionado.

Desde este método, en que se utilizan como recursos el propio cuerpo del usuario y el mismo escenario de la colisión, es que es posible dirigir la orientación ideológica del proyecto hacia el concepto ecología de los procesos, esto es, hacer uso de aquellos recursos más próximos, para modificar el entorno, prefiriendo transformar lo existente, que integrar mayor cantidad de elementos al contexto.

<sup>1</sup> B. Löbach, 1981, Diseño Industrial, Ed. Gustavo Gili, Barcelona. Capítulo 1.1 Diseño, la gran confusión, pág. 17.

El concepto de ecología de los procesos, formulado por Urie Bronfenbrenner desde el ámbito de la psicología, consiste en valorizar los procesos proximales de interacción entre organismo y ambiente, dado que éstos ejercen un importante efecto en los procesos de mayor envergadura<sup>1</sup>

### CONFIGURACIÓN DEL PROYECTO

## Empleando recursos propios del contexto

Cuerpo de los usuarios + Escenario de la colisión

### ECOLOGIA DE LOS PROCESOS

Figura n° 6  
Fuente: Elaboración propia

<sup>1</sup> E. Torrico, 2002, El modelo ecológico de Bronfenbrenner como marco teórico de la psicoecología, Servicio de publicaciones de la Universidad de Murcia, Murcia. Revista Anales de la psicología, volumen 18, número 1.



# Desarrollo del proyecto. Antecedentes y análisis

Cuando hablamos de colisión, nos estamos refiriendo de fondo a tres tipos de colisiones diferentes, producto de la abrupta desaceleración.

La primera colisión corresponde a la del vehículo con algún elemento del entorno. La segunda colisión ocurre entre el ocupante y el interior del vehículo. Finalmente la tercera colisión consiste en el golpe de los órganos internos contra la pared torácica o la estructura ósea<sup>1</sup>.

En torno a esta tercera y más interna colisión es que se ha reunido documentación que explica el comportamiento del cuerpo humano ante la aplicación de energías de manera instantánea.

### 3.1 Comportamiento del cuerpo en una colisión

El cuerpo humano posee tres zonas que requieren de especial protección, pues son las que contienen los órganos vitales. Estas tres zonas son el conjunto cabeza-cuello, tórax y abdomen. A lo largo de este documento las llamaremos Zonas con Necesidad de Protección (Z.N.P)

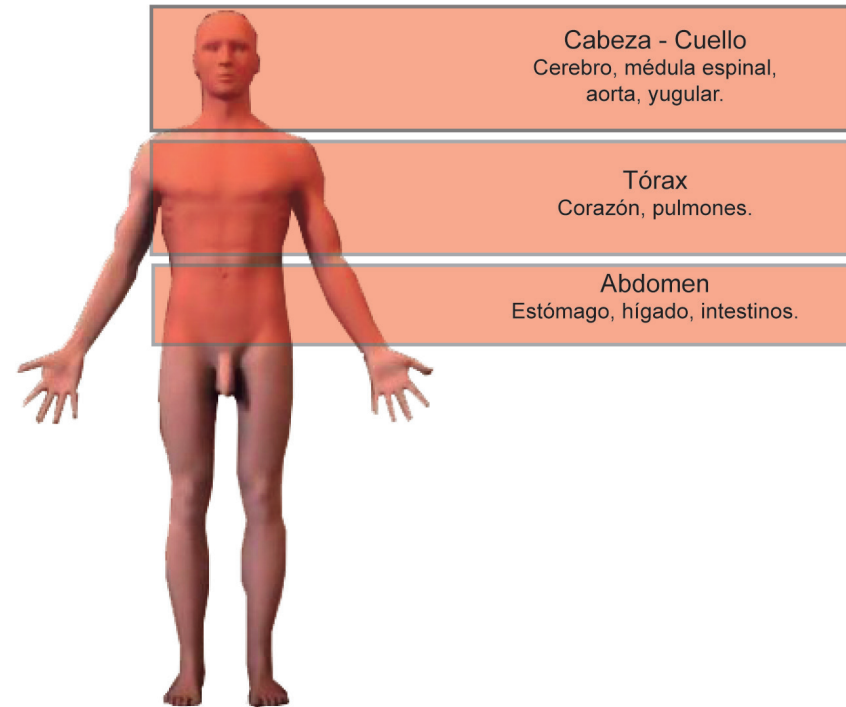


Figura n°7 Esquema de zonas con necesidad de protección en el cuerpo humano y sus principales componentes internos. Fuente: Elaboración propia

<sup>1</sup> FIA Foundation for the Automobile an Society, 2009, Cinturones de seguridad y sistemas de retención infantil: Un manual de seguridad vial para decisores y profesionales, Londres. Capítulo 1, La necesidad de cinturones de seguridad y sistemas de retención infantil, página 5.

Estas zonas están diseñadas para soportar ciertos niveles de energía que han sido cuantificados y clasificados en tres planos, (a) sagital, (b) transversal u horizontal y (c) frontal, y a su vez en dos orientaciones, positivas y negativas (+ y -)

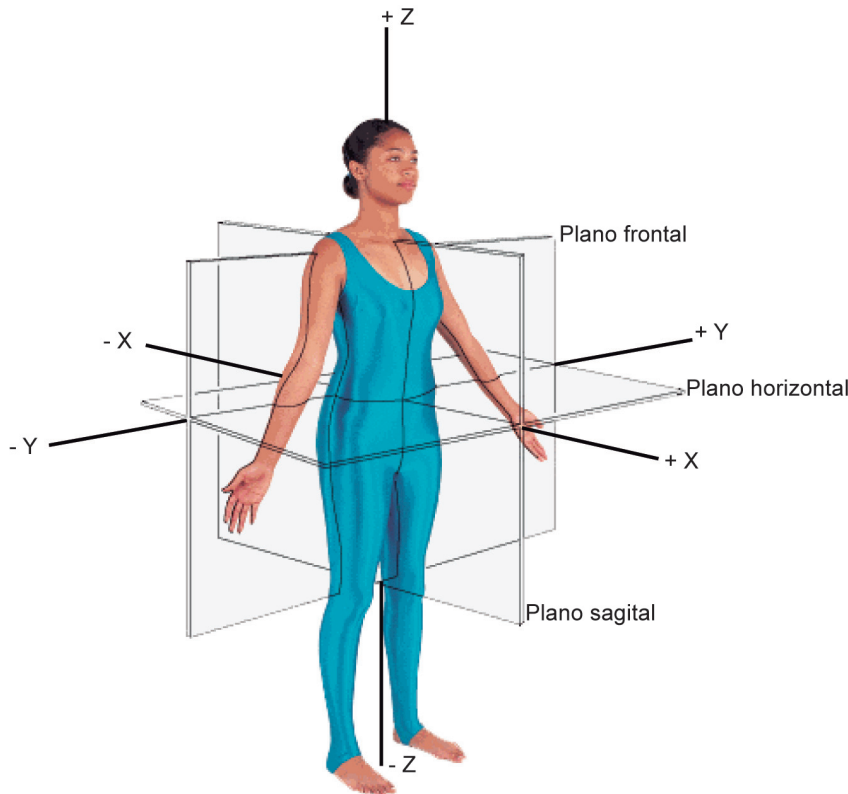


Figura n°8. Fuente: B. Gowitzke, M. Milner, 1999, El cuerpo y sus movimientos: bases científicas.

En el plano sagital, se encuentran las coordenadas que llamamos Z y X que dividen el cuerpo en mitades derecha e izquierda. En el frontal encontramos las coordenadas Z e Y, que dividen el cuerpo en mitades anterior y posterior, y por último en el plano Transversal u horizontal, las coordenadas X e Y, que dividen al cuerpo en mitades superior e inferior. Cualquier fuerza actuante sobre el cuerpo puede ser descompuesta en estos ejes, para su posterior análisis.

A continuación se presenta un cuadro con la tolerancia en fuerzas G (fuerzas acelerativas) en cada uno de los ejes. 1G es la variación de la velocidad en aproximadamente 35 km/h por cada segundo. Esto significa, por ejemplo, que un automóvil que viaje a 70 km/h y frene en 1 segundo experimentará una fuerza de 2G.

La primera columna indica la dirección de la fuerza acelerativa, la segunda, la respuesta inercial del cuerpo, que por lo general es evaluada en los globos oculares, pues entregan una respuesta inversa a la fuerza a la que son sometidos. La tercera columna corresponde al límite en unidades G tolerable. Esta información es relevante debido a que permite posteriormente crear un modelo de las zonas con diferentes necesidades de protección.

#### Human Tolerance Limits

Direction of Accelerative Force	Occupant's Inertial Response	Tolerance Level
Headward (+ Gz)	Eyeballs Down	20-25 G
Tailward (- Gz)	Eyeballs Up	15 G
Lateral Right (+ Gy)	Eyeballs Left	20 G
Lateral Left (- Gy)	Eyeballs Right	20 G
Back to Chest (+Gx)	Eyeballs Out	45 G
Chest to Back (- Gx)	Eyeballs In	45 G

Figura n° 9. Cuadro de tolerancia de fuerzas en el cuerpo humano, en cada eje en un tiempo de 0,10 segundos Fuente: Shanahan, Dennis, 2004, Human tolerance and crash survivability, RTO HFM lecture series on Pathological aspects and associated biodynamics in aircraft accident investigation

El cuadro anterior es intervenido para relacionarlo con las zonas con necesidad de protección.

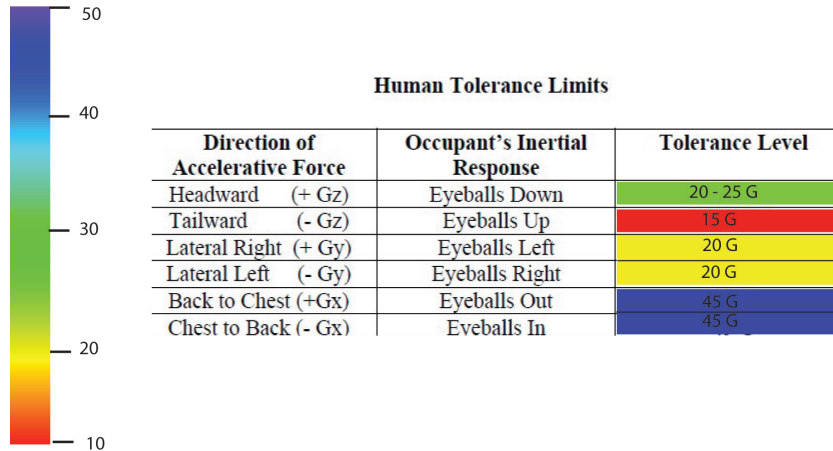


Figura n°10. Cuadro de tolerancia de fuerzas en el cuerpo humano, en cada eje en un tiempo de 0,10 segundos. intervenido.

En la barra de color, la zona roja corresponde al número menor de G's tolerables, es decir son zonas que cuentan con menos protección natural y que al momento del impacto de los órganos internos, éstos se ven afectados con mayor severidad. Por otro lado la zona azul, es la que tolera mayor cantidad de G's y por lo tanto se encuentra mejor preparada para la recepción de impactos que repercutan en los órganos internos.

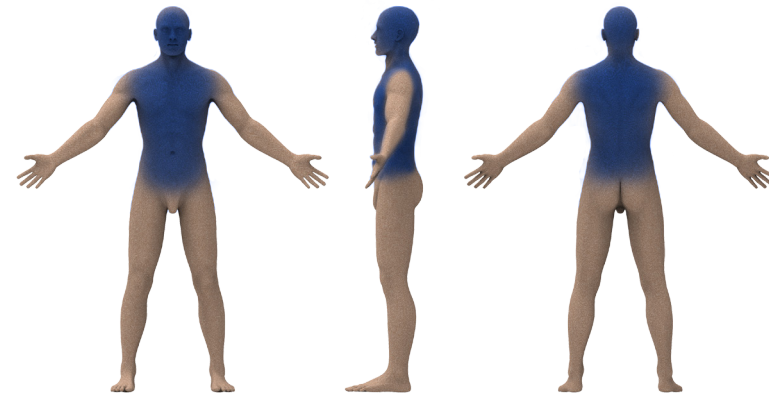


Figura n°11. Cuadro de tolerancia de fuerzas en el cuerpo humano, eje X. Fuente:elaboración propia

Tolerancia de fuerzas en el eje X, el mismo nivel de resistencia delante y atrás.el más tolerable de los tres.

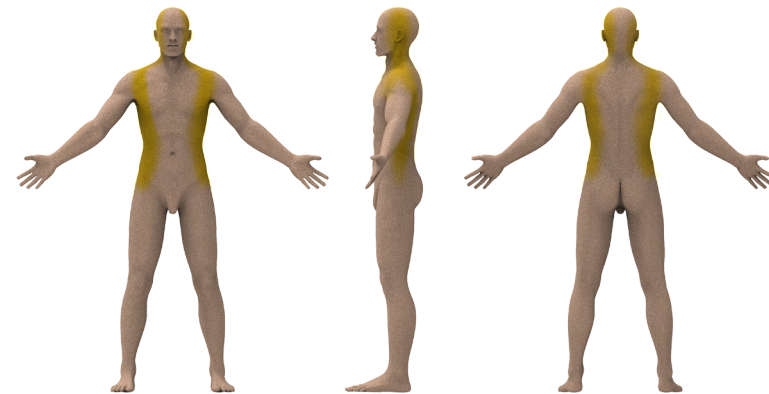


Figura n°12.. Cuadro de tolerancia de fuerzas en el cuerpo humano, eje Y Fuente:elaboración propia

Tolerancia de fuerzas en el eje Y. El mismo nivel de resistencia derecha e izquierda.



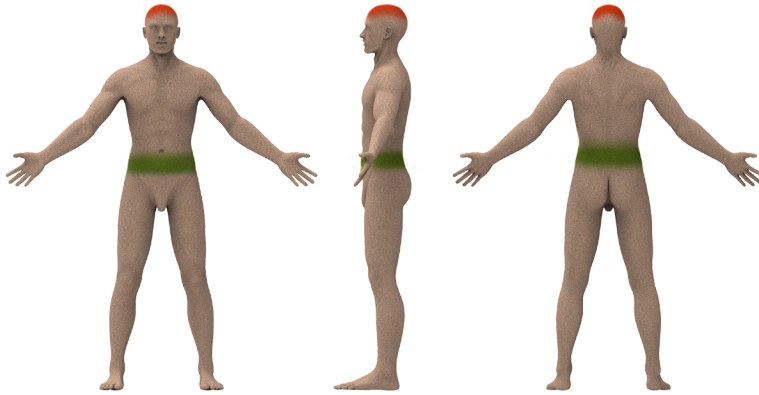


Figura n°13. Cuadro de tolerancia de fuerzas en el cuerpo humano, eje Z  
Fuente:elaboración propia

Tolerancia de fuerzas en el eje Z. Menos tolerable eje Z-, es decir fuerzas que descienden desde la cabeza

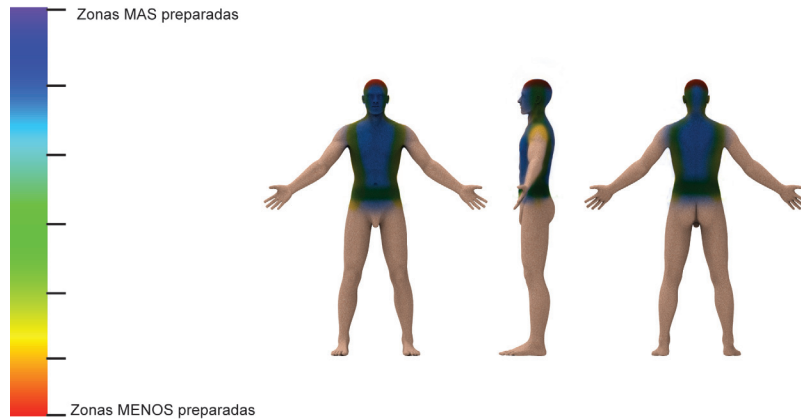


Figura n°14. Tolerancia de fuerzas en el cuerpo humano, en cada eje.  
Fuente:elaboración propia

Modelo de necesidades de protección según los ejes del cuerpo. Es posible identificar las zonas más y menos preparadas para el impacto

Los principales componentes internos mencionados anteriormente, cerebro, médula espinal, aorta, yugular, corazón, pulmones, estómago, hígado e intestinos, reaccionarán de manera diferente según la dirección del impacto. Si el impacto viene desde adelante o atrás (eje x) el cuerpo está más preparado, disipando de manera más eficiente la energía recibida. Si el impacto se aproxima desde los laterales derecha e izquierda (eje y), los mismos componentes van a sufrir con mayor severidad la colisión, pues el interior del cuerpo humano es menos solidario ante la colisión de los órganos con otros sistemas como el óseo. Por último, si las fuerzas se aproximan de forma descendente (eje z-), los componentes presentan niveles de resistencia muy bajos, casi la tercera parte que en el eje X. En el caso de aproximación ascendente (eje z+), los componentes tienen un comportamiento un poco más eficiente, colapsando en un tiempo levemente mayor.

Ante la situación de los límites de resistencia se presentan comúnmente las siguientes lesiones:

#### o Cabeza - cuello

Corresponden básicamente a lesiones de cráneo y de encéfalo, que tienen como consecuencia, una colección de sangre en determinados lugares de la cabeza, conocidas como hematomas. Los hematomas aparecen cuando se produce una lesión cerebral por causa de la aceleración o desaceleración rápida del cerebro que lesiona tejidos en el punto del impacto o en el polo opuesto (contragolpe). Los hematomas tienen como principal consecuencia que comprimen al cerebro, produciendo un aumento de la presión y daño al tejido cerebral.

Otra lesión común en la cabeza son las lesiones del tronco del encéfalo, el cual se ubica bajo el cerebro y se caracteriza por ser un conducto muy angosto, repleto de cuerpos en su interior; cualquier masa adicional, o introducción de fluidos, como la sangre de una hemorragia puede comprimir o aplastar fibras nerviosas importantes encargadas de controlar las funciones básicas invo

luntarias como la respiración o el latido del corazón.

#### o Tórax

La brusca desaceleración de velocidad que se produce en las colisiones es culpable del desgarro de la aorta en un 18% de los accidentados, de los cuales un 80% fallece al instante<sup>1</sup>.

El tórax contiene dentro de sí los pulmones y el corazón. Junto con el corazón se ubica la aorta, que corresponde a la arteria más grande e importante, pues es la encargada de llevar sangre desde el corazón a todo el cuerpo.

Por condiciones del diseño de la aorta, ante una colisión en la que los usuarios se enfrenten a la desaceleración violenta, la arteria se desgarrá transversalmente, esto se conoce como disección aórtica, que es una rotura de la pared de la aorta que hace que la sangre fluya entre las capas de la pared de la aorta y fuerce su separación, produciendo hemorragia masiva.

Por otro lado en el momento del impacto también ocurre una compresión de las estructuras torácicas internas, como son la compresión del corazón o pulmones. Junto a ello el neumotórax, que consiste en la entrada de aire en las membranas que recubren los pulmones, lo que afecta el normal desempeño pulmonar, y por último el tórax volante, el cual se produce por la fractura de costillas en más de un punto y que hace que la respiración se invierta, es decir, el cuerpo se infla cuando exhala y se desinfla cuando inhala. Este cambio no es asimilado por el cuerpo y puede traer complicaciones respiratorias.

#### o Abdomen

La fractura de la pelvis se acompaña de lesiones en las estructuras del abdomen y pelvis como: ruptura de la vejiga y vasos sanguíneos importantes, como aorta o vena cava inferior.

<sup>1</sup>FIA Foundation for the Automobile an Society, 2009, Cinturones de seguridad y sistemas de retención infantil: Un manual de seguridad vial para decisores y profesionales, Londres. Capítulo 1, La necesidad de cinturones de seguridad y sistemas de retención infantil, página 5.

También se puede producir una ruptura del diafragma ocasionando problemas en el ciclo respiratorio. De igual forma pueden verse afectados el hígado, páncreas, intestinos, riñones y bazo, situación que puede pasar inicialmente desapercibida, terminando en muerte a las pocas horas por una hemorragia lenta.

### **3.2 Sistema de retención; necesidad de nuevos conceptos\_estrategias**

A la luz del comportamiento del cuerpo en una colisión, los actuales sistemas de seguridad, que están en contacto directo con el usuario, como el cinturón de seguridad o el airbag, han combatido, el segundo tipo de colisión, aquella en que está involucrado el cuerpo y el interior del vehículo. Esto, a través del concepto de la retención, que propone, “Un ocupante debidamente sujeto se mantendrá en el asiento y por ello reducirá su velocidad en la misma medida en la que lo hace el vehículo”<sup>1</sup>. Ahora bien, esto significa que el comportamiento del vehículo será traspasado al cuerpo del usuario, por tanto ante una fuerza desacelerativa que signifique una brusca variación de la velocidad, será asumida de igual forma por el usuario.

Este tipo de protección no se enfoca en el tercer tipo de colisión, la de los órganos internos, que según expertos es la que no se ve desde el exterior, pero causa gran parte de las muertes y las lesiones, pues no disipa la energía a lo largo del cuerpo, sino la concentra con el fin de contener el cuerpo en un sitio determinado. Se convierte entonces, éste tipo de colisión, en el problema central del presente documento.

A continuación se explican dos estrategias que se propusieron en la primera parte del proyecto, para abordar la problemática de la colisión de los órganos internos

<sup>1</sup> FIA Foundation for the Automobile an Society, 2009, Cinturones de seguridad y sistemas de retención infantil: Un manual de seguridad vial para decisores y profesionales, Londres. Capítulo 1, La necesidad de cinturones de seguridad y sistemas de retención infantil, página 7.

# 1 Disipación de energía por fluido viscoso

# 2 Protección del usuario por inducción de posición segura

Figura n° 15  
Fuente: Elaboración propia

### 3.2.1 Concepto\_estrategia: Disipación de energía por fluido viscoso

Consistía en la disipación de la energía de la colisión, a través de la fuerza de amortiguamiento en que su principio básico consiste en movilizar un elemento<sup>1</sup> a través de un fluido viscoso, esto genera fuerzas que se oponen al movimiento del elemento . Un ejemplo de este sistema son los disipadores viscosos instalados en las estructuras de edificios antisísmicos.

Un sismo es energía instantánea, que se propone sea absorbida por el movimiento de estos elementos, El modo de funcionamiento es que un cilindro con mayor diámetro tiene en su interior otro cilindro menor que recorre al primero a través del líquido viscoso. Esto retarda o suaviza el movimiento. Otro ejemplo es el caso de un feto flotando en líquido amniótico<sup>2</sup>

<sup>1</sup> SIGWEB, Portal de prevención de riesgos en Chile, Disipación de energía. En: <http://www.sigweb.cl/biblioteca/DisipacionEnergia.pdf>

<sup>2</sup> Stuardi, Enrique, 2004, Revista "BIT, desarrollo tecnológico en la construcción", [http://www.medynet.com/usuarios/fraguilar/Biomecanica\\_del\\_accidente\\_de\\_trafico.pdf](http://www.medynet.com/usuarios/fraguilar/Biomecanica_del_accidente_de_trafico.pdf)

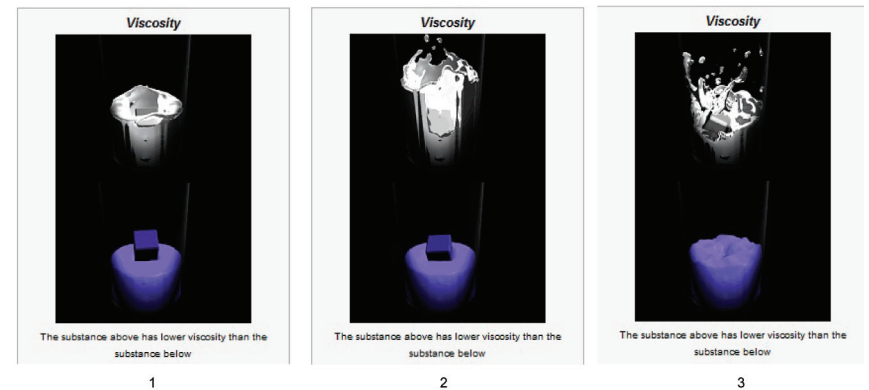


Figura n°16. Variación niveles de viscosidad dependiendo del fluido. Fuente: Imágenes extraídas de extracto de Symon. Keith, 1971. Mechanics, Ed. Addison-Wesley. Cuadro de elaboración propia.

Sucesión de imágenes de dos elementos cayendo en dos vasos con líquidos de diferentes grados de viscosidad. Arriba (blanco), el elemento que cae, hace salpicar, pues el nivel de viscosidad del fluido es bajo. Abajo (azul), el elemento que cae se introduce en el fluido lentamente, sin salpicar, el nivel de viscosidad del fluido es alto, se disminuye entonces el impacto.

La figura anterior esclarece bastante el concepto de nivel de viscosidad, y su efecto en el impacto. Fuere como fuere la aplicación de este principio a algún proyecto.

El mayor referente de este método de amortiguación es el feto al interior del vientre materno, el cual es una cavidad saturada en su interior por líquido amniótico, un fluido acuoso. Esto posibilita la separación del feto, de las paredes del vientre y otras estructuras óseas, como las últimas costillas o caderas. Además de la disipación de tres tipos de energías<sup>1</sup>, como son la energía cinética, proveniente por ejemplo, de golpes externos o de la presión ejercida

<sup>1</sup> Video En el Vientre materno, National Geographic, 2011. <http://www.natgeo.tv/cl/especiales/en-el-ventre-materno/>

por el resto de los órganos de la madre que podrían ocasionar lesiones.

Sin la defensa de éste fluido, el embarazo no podría concluir. Otra energía, la térmica, regulando la temperatura, manteniendo al bebé a ideales 37°C, independientemente de las condiciones de clima externas. Y por último aislando finalmente al feto de energía acústica, propiciando un entorno silencioso, tranquilo y en calma, para el saludable desarrollo del bebé.

Guiada por una postura personal, se prefiere descartar esta estrategia, debido a que significaría en cualquier instancia adicionar elementos, más que la transformación del entorno de la colisión, como se propuso al inicio del documento desde el concepto de la ecología de los procesos.

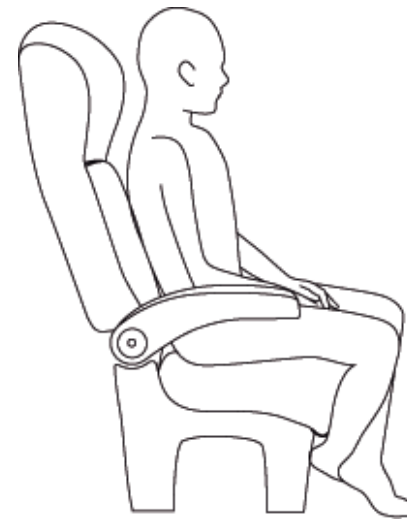
### 3.2.2 Concepto\_estrategia: Inducción de posición segura

Se decide que una siguiente estrategia se desarrollará en torno a la utilización de los recursos que la misma colisión permite. Es por ello que se inicia esta exploración con la búsqueda de una configuración de la postura de los usuarios ante la colisión. Se propone trabajar con las propias posibilidades del cuerpo de los usuarios, es decir, el cuerpo como herramienta de protección.

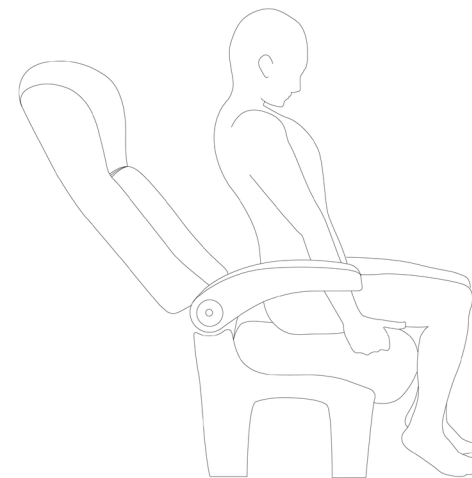
En la práctica, se formularon las siguientes interrogantes, ¿Cómo recomiendo que se posicionen los usuarios para recibir el impacto?, ¿Cómo es una postura segura?

Para ello se realiza el ejercicio de definir una postura inicial, o en estado pasivo, (A), y luego, una serie de posturas finales, o en estado activo de protección (B1, B2 etc.)

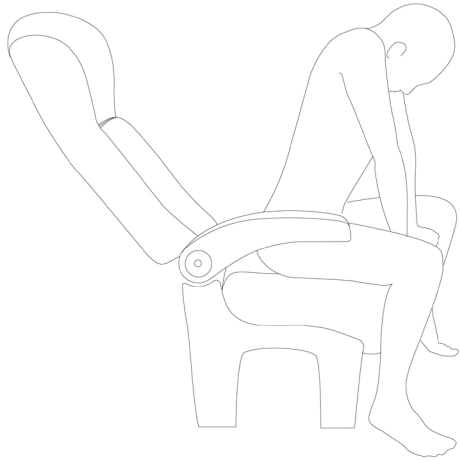
Figuras n°17  
Fuente: Elaboración propia



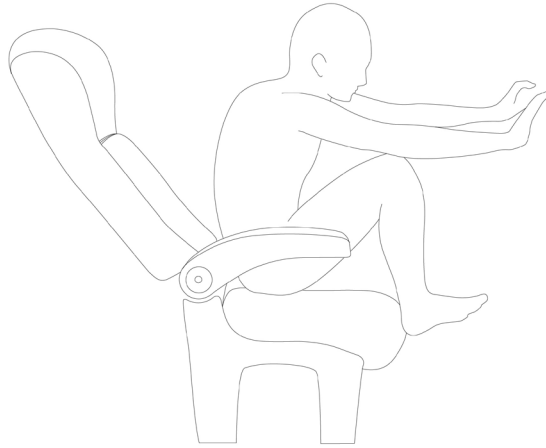
Postura pasiva A



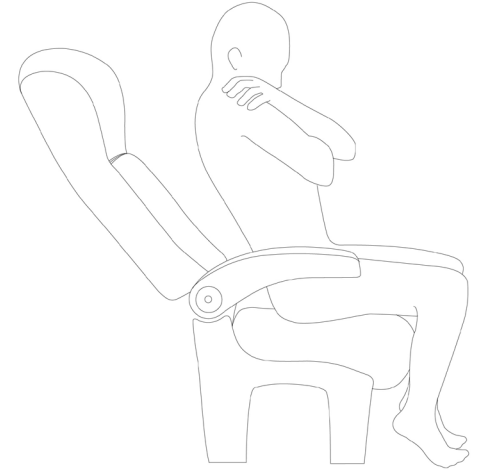
Postura activa de protección B1



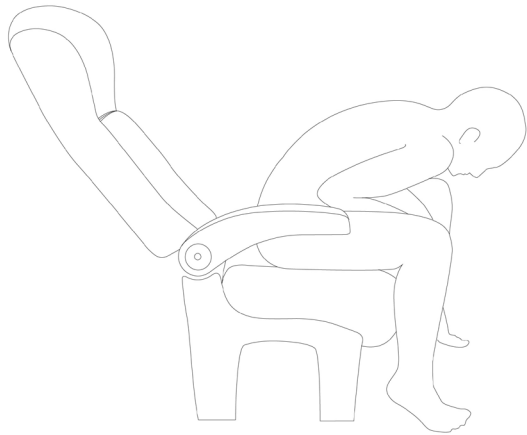
Postura activa de protección B2



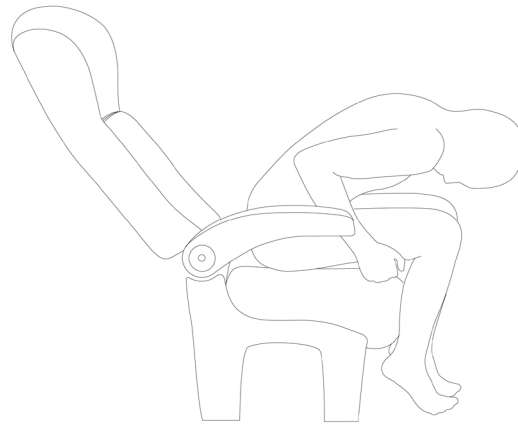
Postura activa de protección B3



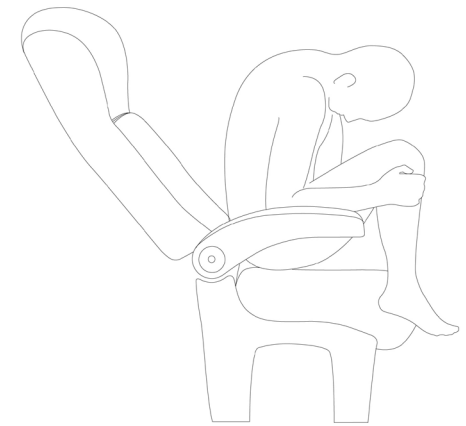
Postura activa de protección B4



Postura activa de protección B5



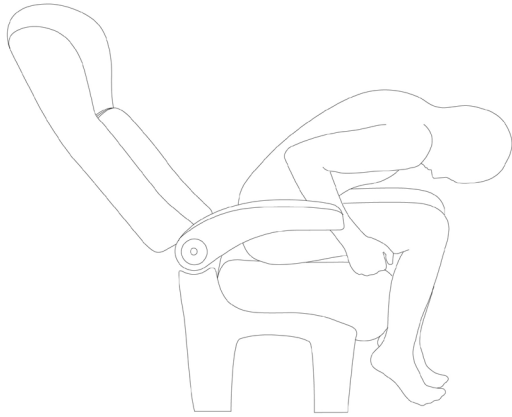
Postura activa de protección B6



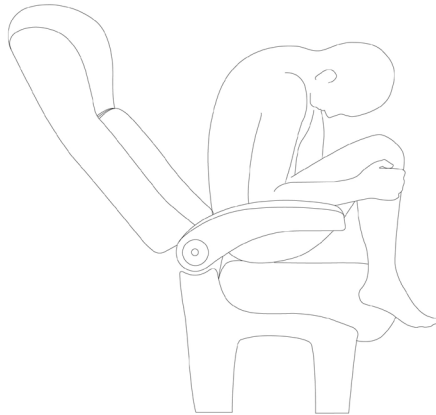
Postura activa de protección B7

Las opciones, variadas, corresponden a diferentes posturas que se piensa, inicialmente de forma bastante intuitiva, podrían ayudar a recibir de forma más segura una colisión.

Finalmente, luego de comparar las alternativas se decide optar por B6 y B7, denominadas “Tronco abajo + rodillas abajo” y “Tronco abajo + rodillas arriba” respectivamente.



Tronco abajo + rodillas abajo (B6)



Tronco abajo + rodillas arriba (B7)

Fueron seleccionadas debido a que ambas tienen en común que apelan al registro biológico de cada uno de nosotros, en que ante una situación de amenaza, tendemos a contraer el cuerpo. Este tipo de postura instintiva, según el psicólogo Paul MacLean<sup>1</sup> tiene lugar en el cerebro reptil, una de las tres partes del cerebro humano. Esta zona tiene un papel muy importante en el control de la vida instintiva. Se encarga de autorregular el organismo. Es el impulso por la supervivencia, la necesidad de protección, la responsable de conservar la vida. Entre otras funciones controla la respiración, el ritmo cardíaco, la presión sanguínea e incluso colabora en la continua expansión-contracción de los músculos. En esta zona del cerebro se encuentra el agente que avisa de peligros para el organismo en general.

### 3.2.3 Acerca de la postura segura

En el ámbito del transporte aéreo se confirma la teoría de la postura de contracción, pues también se hace uso de una postura segura, muy similar a las propuestas en este documento.



Figura n°18, postura segura en avión  
Fuente: www.lan.com

<sup>1</sup> P. MacLean, 1990, The Triune Brain in evolution, Ed. Plenum Publishing Corporation, Nueva York, Introduction. Pág 8.



Figura n° 19, postura segura en avión  
Fuente: [www.scisairsecurity.com/](http://www.scisairsecurity.com/)

A diferencia del contexto del bus interprovincial, la posición segura del avión es enseñada y avisada anticipadamente por el personal, y por otro lado se cuenta con el espacio suficiente para su práctica. Mientras tanto, en el bus, se requiere que la postura segura sea ejecutada de manera instantánea, sin previo aviso, pues una colisión no se puede predecir como un aterrizaje forzoso. Por otro lado necesita de un espacio menor, pues la distancia entre asientos en ocasiones es la mínima.

Es debido a este último punto que se descarta continuar con la opción tronco abajo + rodillas abajo, pues se necesita de mayor distancia entre asientos, además que ubica la cabeza más adelante, dejándola fuera de la zona central contenida de protección, es decir, más expuesta.

### 3.2.4 Postura segura seleccionada

Las características esenciales de la postura seleccionada, son:

- Se vale de un registro mental ya existente en los usuarios, un acto instintivo de supervivencia.
- Trabaja sobre las posibilidades del cuerpo del propio usuario
- Resguarda las zonas del tórax y abdomen, a través de dos movimientos. Primero, el movimiento inercial del cuerpo en una colisión, hacia a delante, y segundo, la elevación de las rodillas. Estos movimientos contraen el cuerpo, unificándolo, reuniéndolo, lo cual evita "latigazos" de las extremidades. Tórax y abdomen quedan contenidos gracias a la elevación de las rodillas, y producto de esto último, el tronco necesita descender menos, quedando el conjunto cabeza-cuello cerca de este centro de protección.

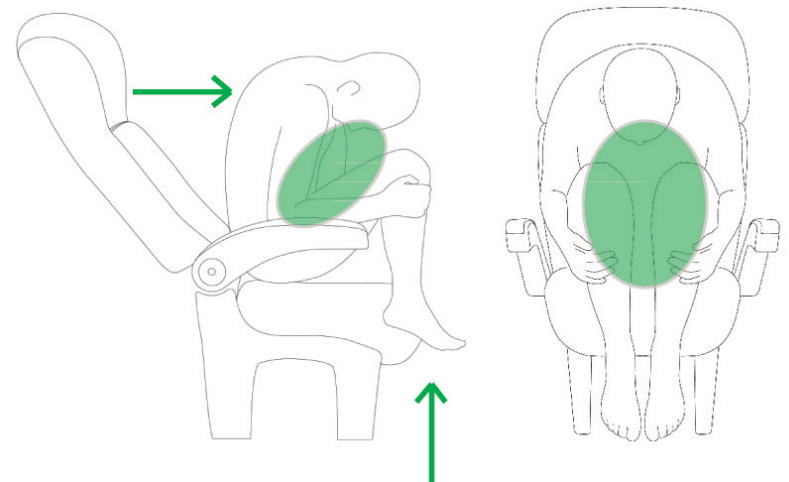


Figura n°20 Postura segura seleccionada  
Fuente: Elaboración propia

Una vez seleccionada esta estrategia básica se declaran los objetivos de diseño general y específicos que guían el proceder del proyecto.

### **3.3 Objetivos**

Objetivo general:

Desarrollar un sistema de inducción de la posición segura del cuerpo, para los usuarios del bus interprovincial, ante una colisión.

Objetivos específicos:

- Desarrollar el principio de solución que induzca la posición segura del cuerpo.
- Adaptar el principio de solución del sistema de inducción al actual material rodante, el bus interprovincial.



# Desarrollo del proyecto. Observaciones y pruebas

## 4.1 Problema de diseño

La interrogante que se genera es ¿Cómo inducir la posición segura seleccionada?

La postura propuesta puede ser dividida en dos categorías, aquellos movimientos que se presentan de forma natural en una colisión, producto de la abrupta desaceleración, y por otro lado, los que no se presentan de forma natural y deben ser inducidos para completar la postura segura.



Figura n°21,  
Fuente: Elaboración propia

El movimiento que se hace necesario inducir es el de elevación de las rodillas, por tanto, la interrogante de diseño, anteriormente planteada se completa de la siguiente manera:

¿Cómo elevar las rodillas del usuario sentado del bus, para inducir la posición segura?

## 4.2 Sistema de inducción, diferentes estrategias de solución

A continuación se explica una serie de estrategias de solución que se propusieron en la segunda parte del proyecto, para abordar específicamente el problema de diseño, la elevación de las rodillas.

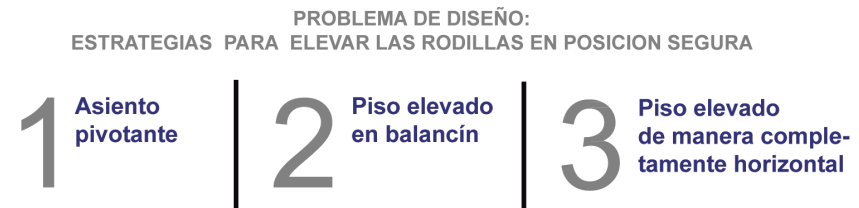


Figura n° 22  
Fuente: Elaboración propia

### 4.2.1 Estrategia solución: Asiento pivotante

Estrategia basada en la idea de elevar la rodillas a través de la elevación del asiento.

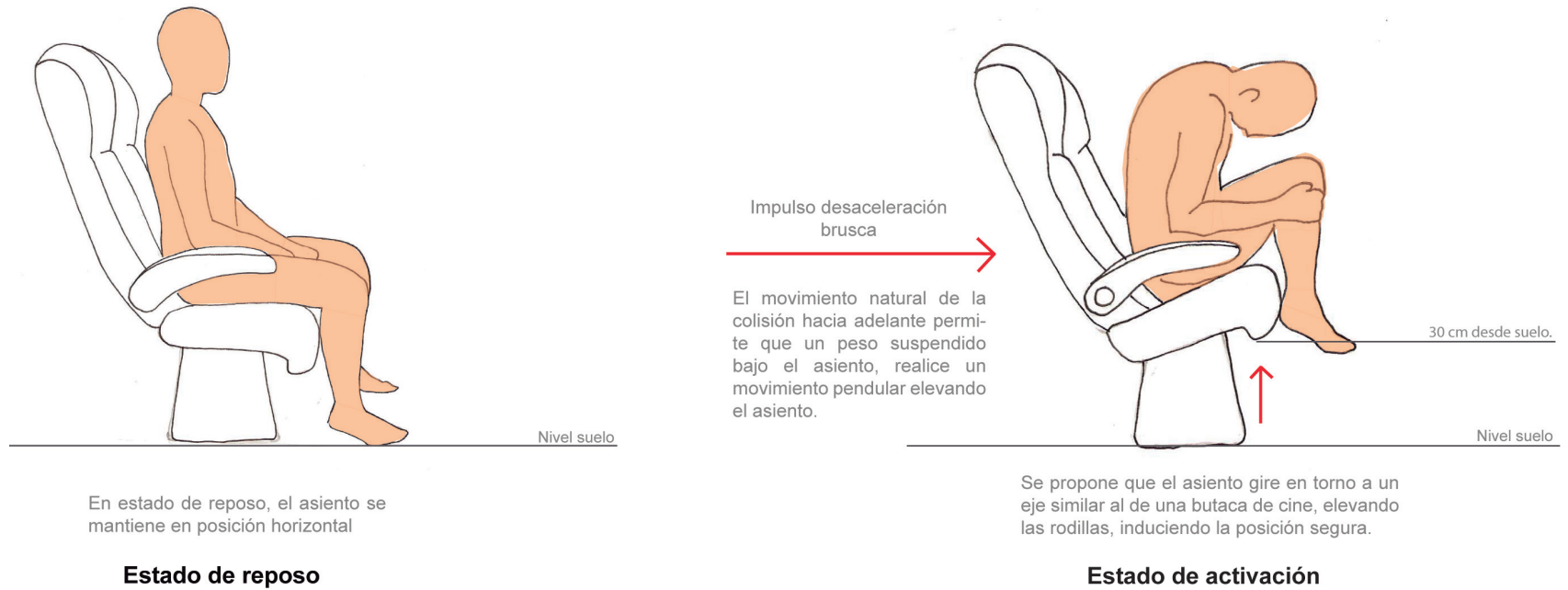


Figura n° 23  
Fuente: Elaboración propia

Se realiza una primera prueba con una maqueta de asiento y un muñeco de prueba. Demás características se detallan a continuación.

## Prueba n° 1

---

<b>Sistema probado</b>	Asiento pivotante
<b>Objetivo prueba</b>	Conocer si el movimiento natural del usuario sentado en una colisión, hace factible incorporar el sistema de asiento pivotante propuesto, para elevar las rodillas del usuario y disponerlo así en una posición segura.
<b>Componentes prueba</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Maqueta de madera de asiento. Esc. 1:1</li><li>- Superficie de asiento pivotante</li><li>- Muñeco de prueba. Peso aproximado 55kg. Altura 165cm.</li><li>- Camioneta y cuerda para arrastre</li><li>- Cámaras de registro audiovisual (3)</li></ul>
<b>Modo de prueba</b>	El asiento y el muñeco son ubicados de espaldas a la cuerda proveniente de la camioneta. La superficie de asiento pivotante es unida con bisagras a la estructura del respaldo. En su parte inferior se suspende una masa móvil a modo de péndulo, para con el movimiento instantáneo, elevar la superficie del asiento. La camioneta inicia la marcha y arrastra abruptamente la maqueta. Las cámaras registran en tres puntos diferentes la acción.
<b>Resultados</b>	Fue posible descubrir que esta propuesta significaba levantar casi todo el peso del cuerpo, desde los muslos hacia arriba. Esto significa mayor demanda de energía a cualquier sistema diseñado.

---

---

## Conclusiones

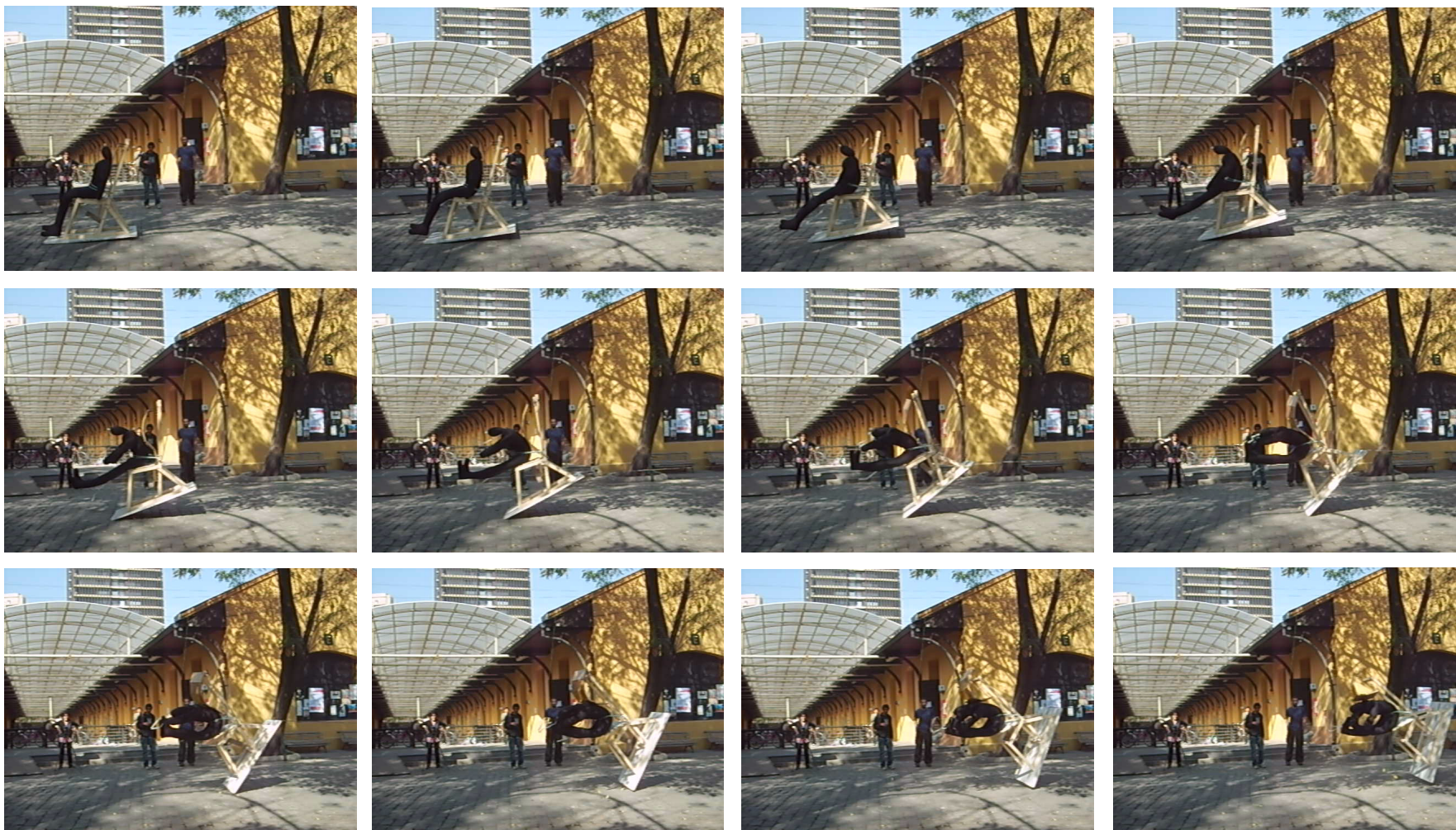
Se decide por tanto, seguir explorando otras soluciones, que demanden menos energía al sistema diseñado, y que por otro lado, aprovechen la gran cantidad de energía disipada en el mismo impacto.

---

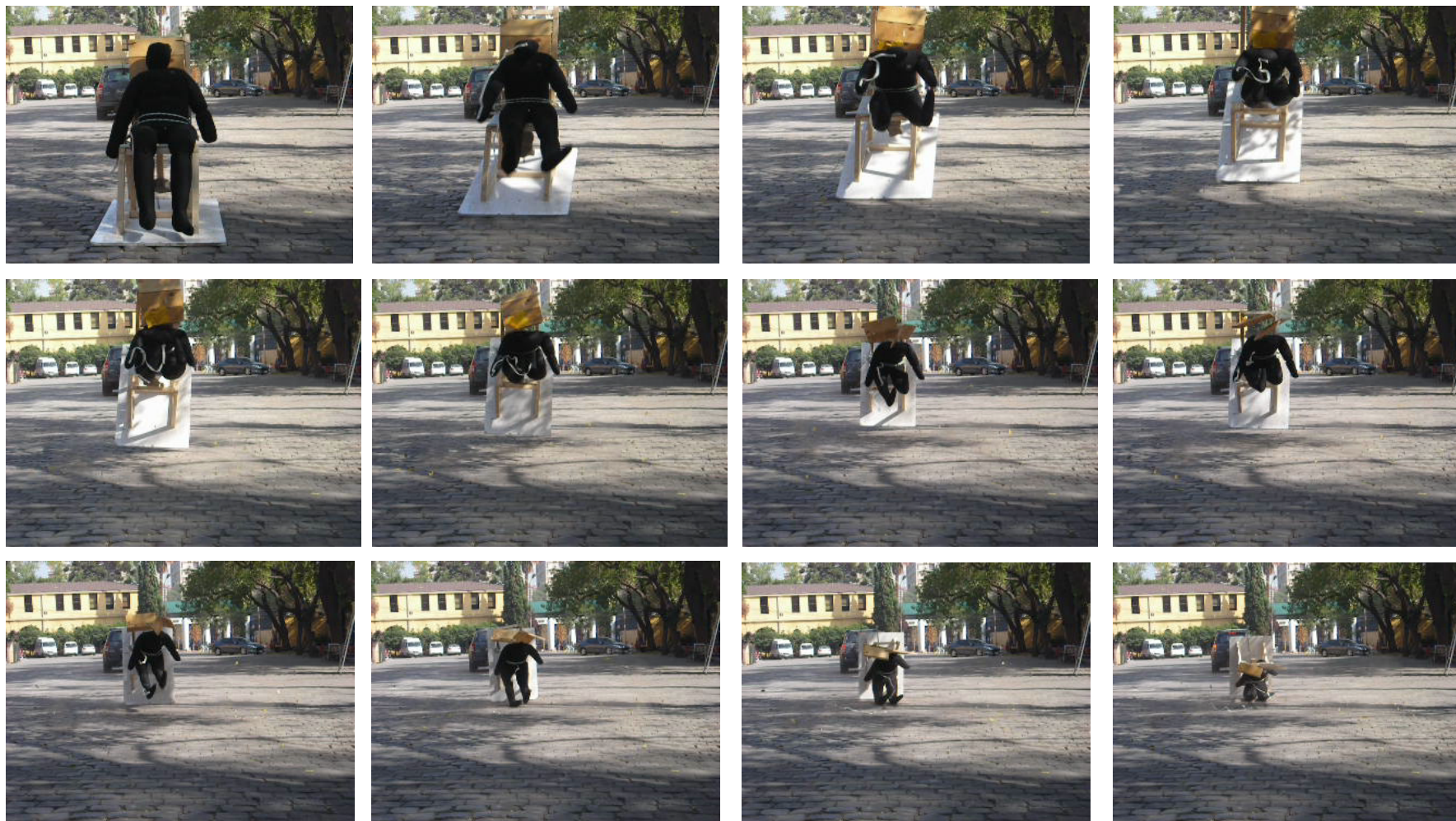
## Imágenes



# Lateral | Secuencia prueba 1



Frontal | Secuencia prueba 1



#### 4.2.2 Estrategia solución: Piso elevado en balancín

Estrategia basada en la idea de elevar las rodillas por medio de la elevación del piso a través de un eje.

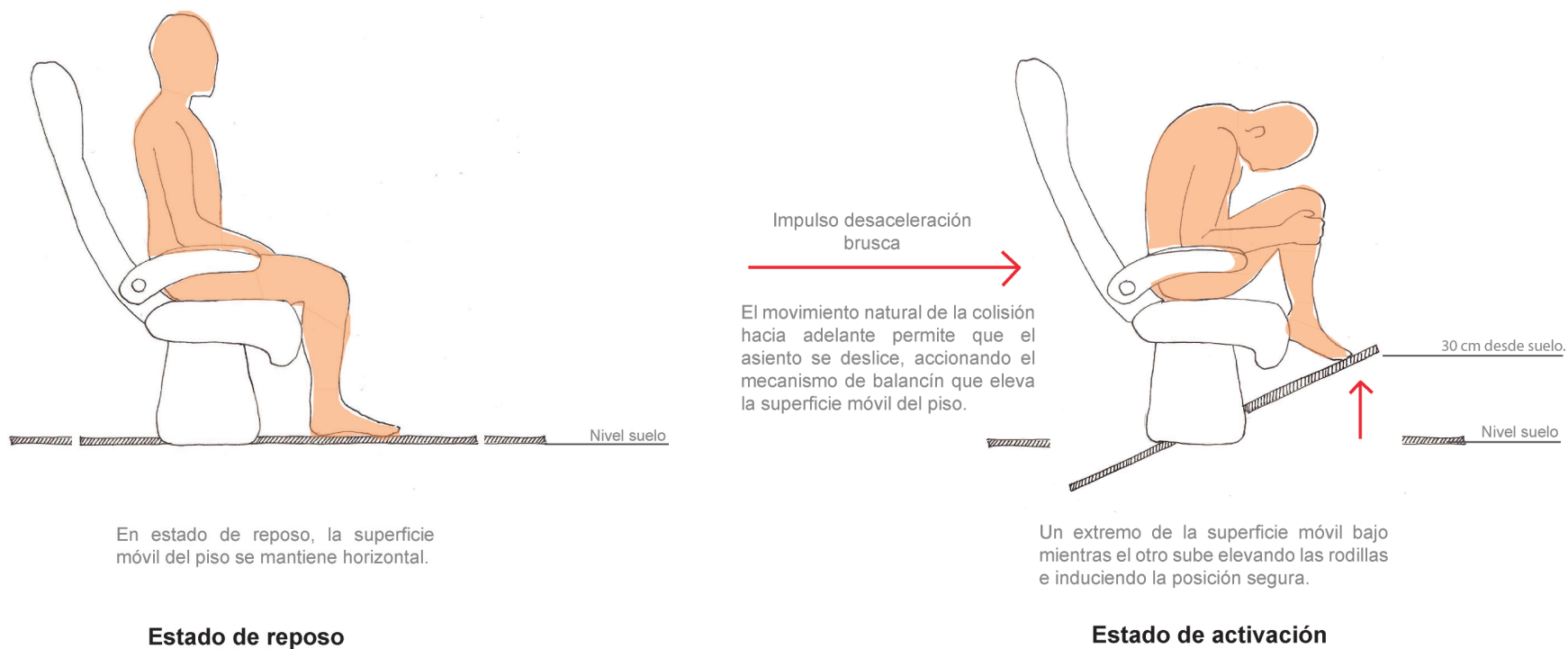


Figura n° 24  
Fuente: Elaboración propia

Se realizan una primera maqueta y posteriormente una visita a los talleres de mantenimiento de Tur-bus. Se especifican detalles a continuación.



## Maqueta n° 1

---

### Sistema maquetado

Piso elevado en balancín

---

### Objetivo maqueta

Observar y comprender la geometría y el movimiento del sistema

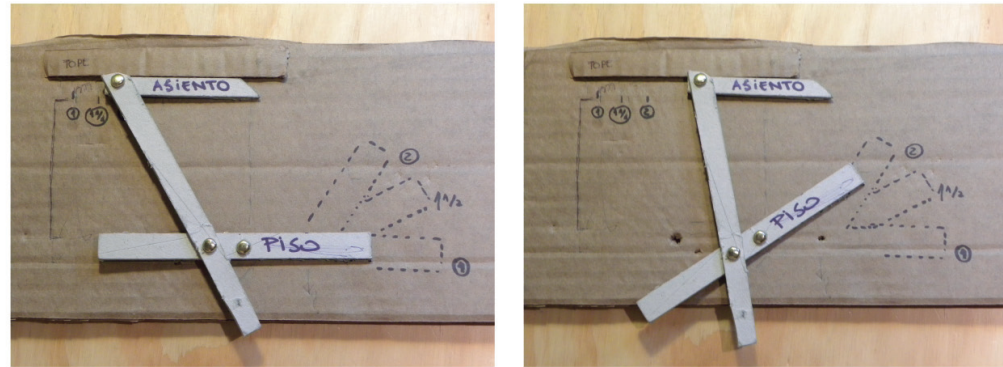
---

### Modo maquetado

Maqueta sección 2D en cartón esc. 1:5

---

## Imágenes



## Resultados

Fue posible idear una manera de elevar el piso por el principio de palanca, a través del deslizamiento del asiento hacia adelante, aprovechando el movimiento de la colisión.

**Visita realizada**

Talleres de mantenimiento Tur-Bus

**Objetivo visita**

Conocer los sistemas involucrados en el diseño del asiento del bus interprovincial, estructura del asiento, anclaje y dimensiones generales.

**Resultados**

Gracias al conocimiento adquirido es posible configurar un esquema que profundiza la idea de la maqueta anterior.

**Imágenes**



La visita permite conocer el diseño de la estructura del asiento, pues previamente surgieron dudas de la implementación del sistema de deslizamiento propuesto.

Se pensó en un momento que el mecanismo de reclinación existente impediría la implementación de la idea planteada del deslizamiento del asiento, pero gracias a la visita fue posible conocer el sistema de reclinación por bombín, que funciona de manera independiente de la parrilla soportante. Comprender este sistema facilita el avance de la propuesta.

Es posible definir entonces un esquema básico de funcionamiento, sobre la base de dos acciones importantes. Por una parte el deslizamiento, posible gracias a guías o rieles sobre los cuales se desplace el asiento. Y por otro lado la sujeción y retorno posterior al deslizamiento, esto gracias a resortes.

Luego de lo anterior se contruye una maqueta escala 1:1 del sistema.

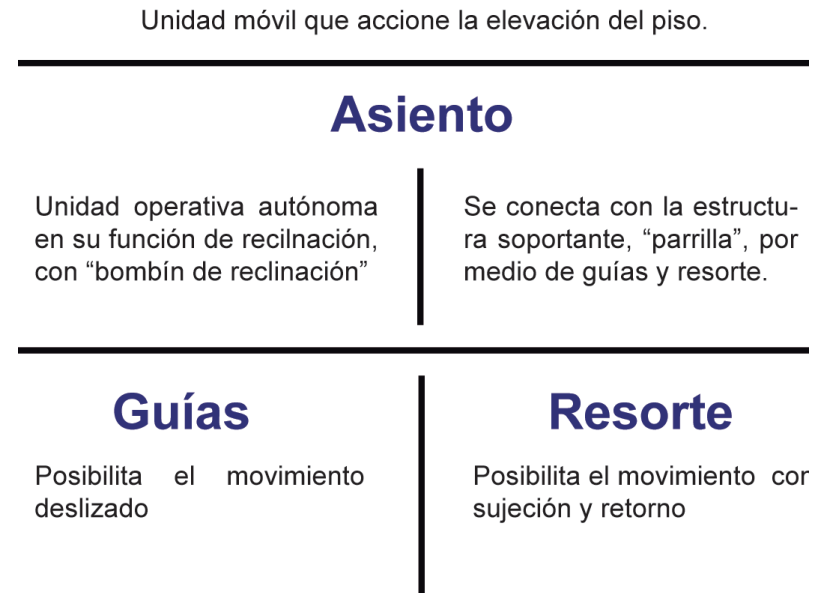


Figura n° 25  
Fuente: Elaboración propia

## Maqueta n°2

---

### Sistema maquetado

Piso elevado en balancín

---

### Objetivo maqueta

Comprobar el diseño del mecanismo para la elevación del piso en balancín.

---

### Modo maquetado

Estructura de fierro y madera, escala 1:1  
El asiento se desliza por rieles instalados en la estructura parri-lla, este movimiento facilita la acción del sistema de palancas que levantan la superficie móvil del piso que a su elevan las rodi-llas del usuario para ubicarlo en posición segura

---

### Resultados

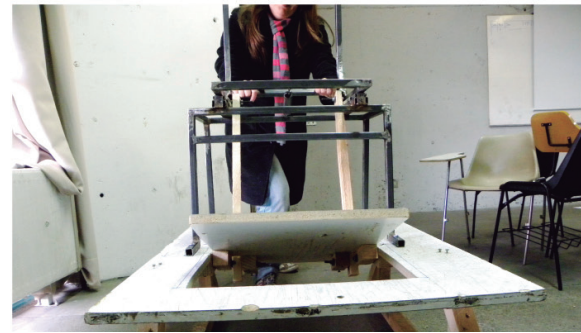
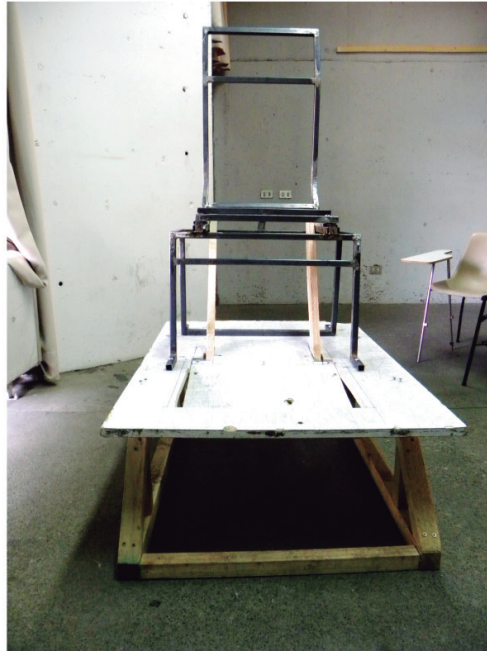
El sistema de deslizamiento del asiento y elevación del piso efectiva-mente funciona. Sin embargo, la altura máxima que alcanza es insufi-ciente para inducir la postura segura.

---

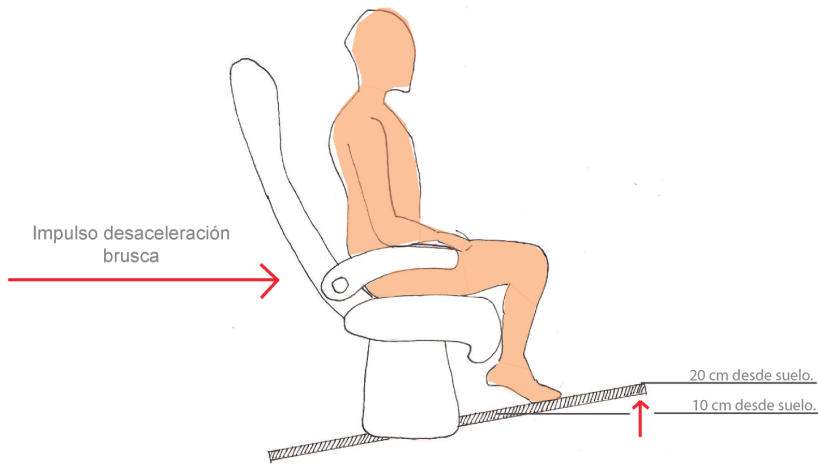
### Conclusiones

Se decide cambiar el sistema de elevación de balancín. Pues la altura que se eleva en el extremo es diferente a la que se eleva en la zona cerca del eje, la cual es mucho menor e insuficiente. Se opta por implementar un sistema de elevación de la superficie de forma tal que se eleve completamente horizontal, paralela al piso.

## Imágenes



El argumento para descartar la el sistema de balancín, se explica gráficamente, de la siguiente manera:



La superficie móvil del piso efectivamente cumple con el mecanismo balancín, pero en la zona exactamente bajo los pies se eleva escasamente, pues se encuentra cerca del eje de giro. Las distancias requeridas se presentan en el extremo de la superficie móvil, zona que los pies no tocan.

**Estado real  
tras prueba**

Figura n° 26  
Fuente: Elaboración propia

### 4.2.3 Estrategia solución: Piso elevado de manera horizontal

Estrategia basada en la idea de elevar las rodillas a través de la elevación del piso a una distancia igual de todos los puntos del piso.

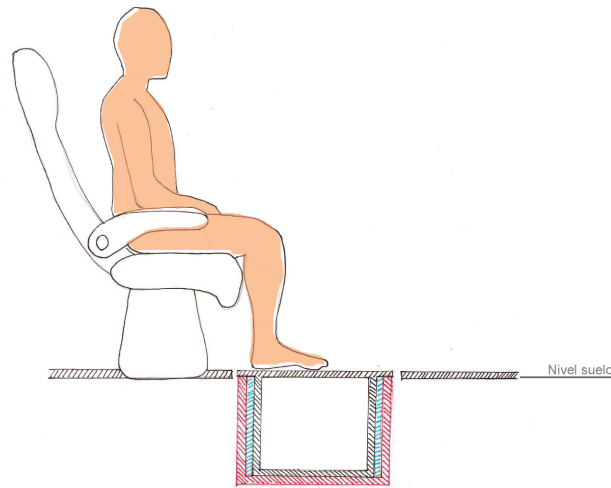
ESTRATEGIAS PARA MECANISMOS DE ELEVACION DE PISO  
DE MANERA HORIZONTAL



Figura n° 27  
Fuente: Elaboración propia

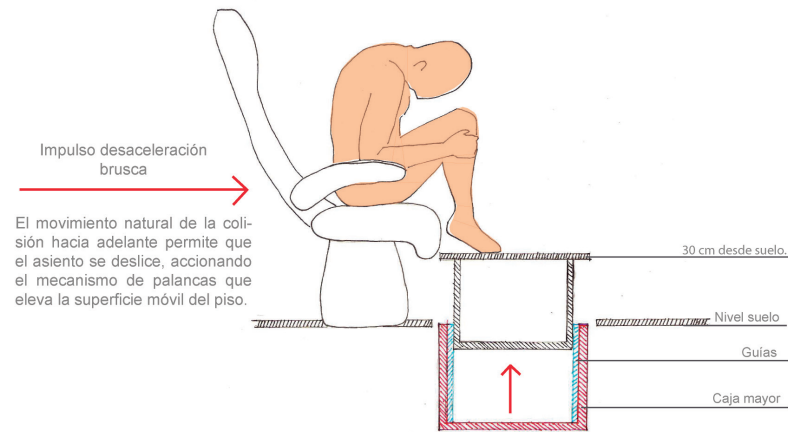
### 4.2.3.1 Sistema doble caja en deslizamiento

La superficie móvil del piso se eleva gracias al deslizamiento del asiento, por medio de un sistema de palancas que conectadas a la superficie móvil del piso, la elevan.



En estado de reposo, la caja interior se ubica bajo el nivel suelo, soportando sobre sí la superficie móvil del piso.

**Estado de reposo**



Las guías ubicadas dentro de la caja exterior facilitan el movimiento de la caja interior, elevando las rodillas e induciendo la posición segura.

**Estado de activación**

Figura n° 28  
Fuente: Elaboración propia

La implementación de este sistema requiere como mínimo 35cm. desde la superficie móvil del piso hasta el piso real del bus, el mismo que desde abajo corresponde al cielo del maletero. Esto abre la toma de decisiones con respecto a qué se le “roba” espacio. Si la altura se descuenta desde el piso real hacia abajo, pierden capacidad los maleteros, cerca de un 30%, lo cual es perjudicial para los buses destinados a viajes largos, donde los usuarios suelen llevar más equipaje. Por otro lado, si se descuenta esa distancia, desde el piso real hacia arriba, los asientos pueden ser dispuestos sobre un peldaño, lo cual resta altura hacia el cielo

del bus, pero el pasillo central, que es la zona de tránsito, queda a mayor profundidad, conservando la altura del piso real. Ahora bien, la decisión de descontar espacio hacia arriba tiene una ventaja más, sino la más importante para el uso, y consiste en que, gracias al peldaño, el usuario sentado, se ubica a una altura más amigable para con las personas que transitan por el pasillo. No teniendo que pasar por la incómoda situación de que por el costado de su cara transiten piernas y traseros. Se realizó una maqueta para conocer y probar el sistema. Detalles a continuación.

### Maqueta n°3

---

#### Sistema maquetado

Piso elevado de manera horizontal

---

#### Objetivo maqueta

Explorar el sistema de doble caja y la elevación del piso.

---

#### Modo maquetado

Maqueta 3D de trupán esc. 1:3

---

### Resultados

Falla el sistema de elevación del piso, pues el mecanismo se configura de forma errónea debido a la triangulación incorrecta de una parte del sistema. Esto impedía el movimiento ascendente de la superficie del piso. El sistema doble caja igualmente falla pues ambas quedan muy ajustadas entre sí, lo cual impide sus deslizamiento.



## Imágenes



Luego de fallar el sistema anterior, es necesario replantear el mecanismo de elevación de la superficie móvil. Esto significa incorporar una pieza nueva, que tiene como función suplir una diferencia de distancia. Posteriormente se realiza una maqueta que facilita la comprensión del sistema y posteriormente una segunda prueba.

En paralelo al diseño del sistema de inducción, se realiza una visita a otra empresa, la importadora de buses Epysa. Según la información obtenida, se define como bus tipo para el presente proyecto, el modelo Marcopolo Viaggio 1050. Este modelo corresponde al más utilizado por las flotas de buses.

## Maqueta n° 4

---

### Sistema maquettato

Piso elevado de manera horizontal

---

### Objetivo maqueta

Observar y comprender la geometría y el movimiento del sistema incorporando el sistema doble caja y pieza extra

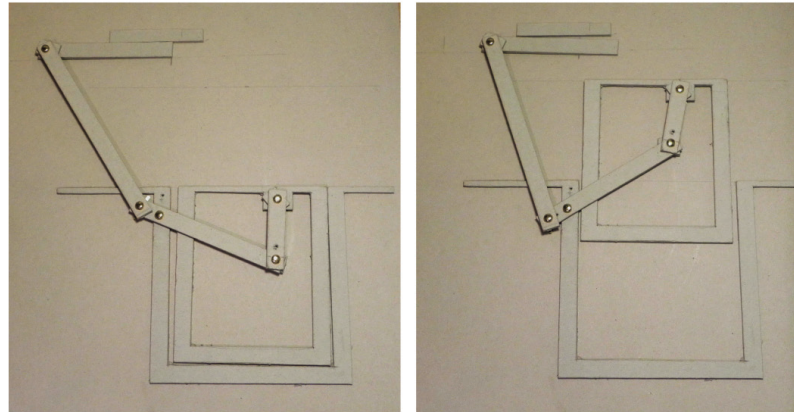
---

### Modo maquettato

Maqueta sección 2D en cartón esc. 1:3

---

### Imágenes



### Resultados

Fue posible definir dimensiones generales del sistema, para en paralelo ir configurando la instalación del sistema al interior del bus.

---

---

**Visita realizada**Importadora de buses Epysa

---

**Objetivo visita**

Conocer algunas dimensiones generales del bus, como distancia pasillo, distancia piso a cielo, dimensiones maletero, y altura de peldaño a los costados del pasillo, bajo los asientos.

---

**Imágenes**

---

**Resultados**

Se dimensiona el peldaño bajo los asientos, maletero y se consiguen los planos generales del modelo más utilizado que se toma como referencia para la implementación del sistema, el modelo Marcopolo Viaggio 1050

---

## Prueba n° 2

---

### Sistema probado

Piso elevado en vertical doble caja en deslizamiento

---

### Objetivo prueba

Corroborar si funciona el mecanismo de doble caja propuesto

---

### Componentes prueba

- Maqueta de fierro asiento. Esc. 1:1
  - Mecanismo de doble caja para elevación de rodillas
  - Muñeco de prueba. Peso aproximado 55kg. Altura 165cm.
  - Camioneta y cuerda para arrastre
  - Cámaras de registro audiovisual (3)
- 

### Modo de prueba

El asiento y el muñeco son ubicados de espaldas a la cuerda proveniente de la camioneta. El asiento posee rieles que lo deslizan por la estructura de la parrilla. Este movimiento acciona el mecanismo de palancas ubicado en la parte inferior. La camioneta inicia la marcha y arrastra abruptamente la maqueta. La situación deseada es que se levante la caja interior a través de las guías que se ubicaron, para elevar la superficie móvil y a su vez ésta eleve las rodillas del muñeco ubicándolo en posición segura. Las cámaras registran en tres puntos diferentes la acción.

---

### Resultados

No se cumplen los resultados esperados. El sistema de doble caja, no se desliza hacia arriba. Esto se debe a que la geometría del mecanismo no ha sido lo bastante afinada en la posición de cada una de sus partes.

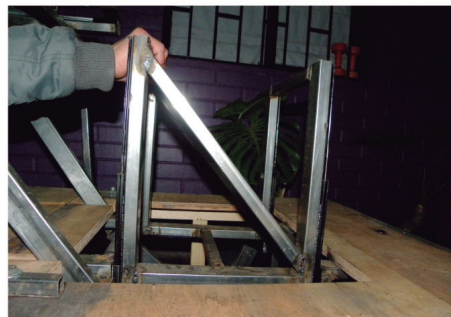
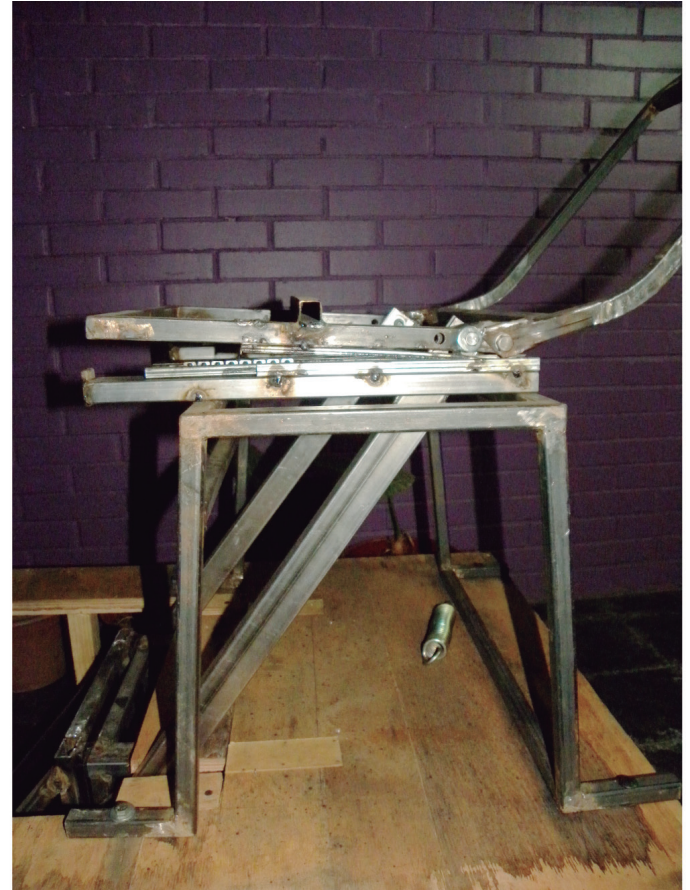
---

### Conclusiones

Se decide por tanto, cambiar de solución, por una más abordable y sencilla de comprender, y con la participación de una menor cantidad de elementos.

---

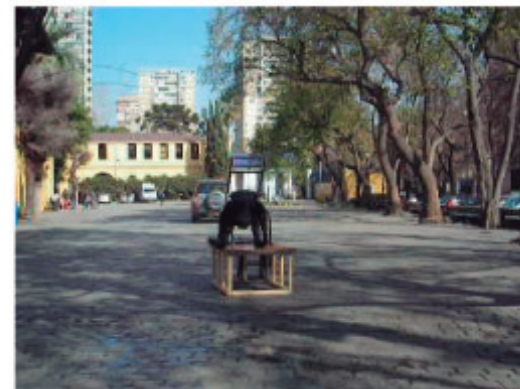
Imágenes



Lateral | Secuencia prueba 2

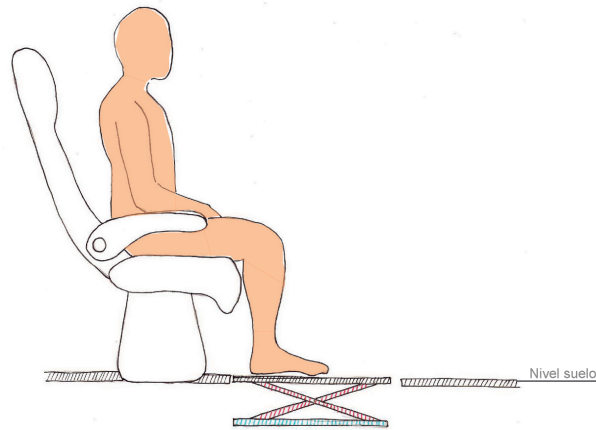


Frontal | Secuencia prueba 2



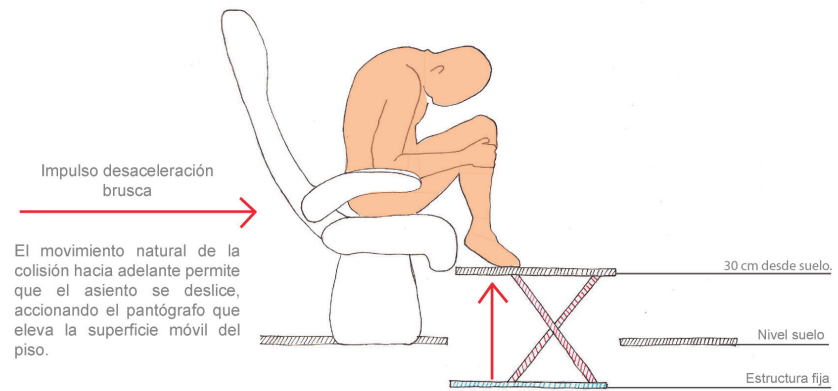
### 4.2.3.2 Pantógrafo

Se propone que la superficie móvil del piso se eleve gracias al deslizamiento del asiento, por medio de un sistema pantográfico. Se diseña una maqueta exploratoria del sistema para conocer sus elementos principales.



En estado de reposo, las varillas del pantógrafo se encuentran en apertura mínima. Soportan sobre sí la superficie móvil del piso, que a su vez se mantiene a nivel del resto del suelo.

**Estado de reposo**



El movimiento natural de la colisión hacia adelante permite que el asiento se deslice, accionando el pantógrafo que eleva la superficie móvil del piso.

Las varas del pantógrafo se extienden y hacen ascender la superficie móvil del piso, levantando las rodillas, e induciendo la posición segura.

**Estado de activación**

Figura n°29  
Fuente: Elaboración propia



## Maqueta n°5

---

### Sistema maquettato

Piso elevado de manera horizontal por sistema pantógrafo

---

### Objetivo maqueta

Observar y comprender la geometría y el movimiento del sistema

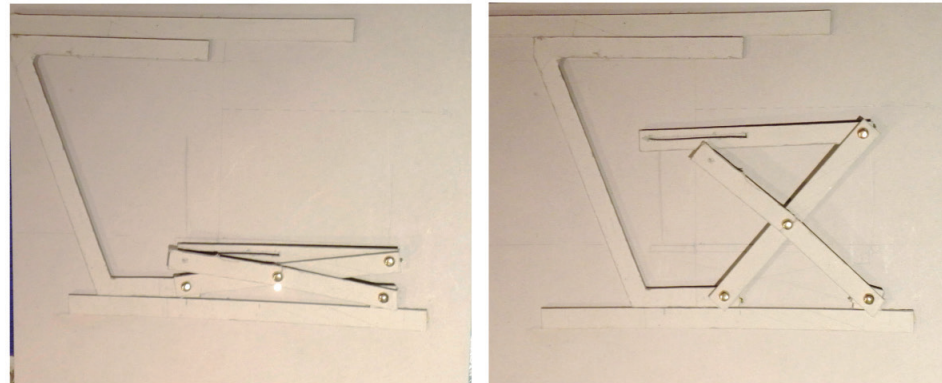
---

### Modo maquettato

Maqueta sección 2D en cartón esc. 1:3

---

### Imágenes



### Resultados

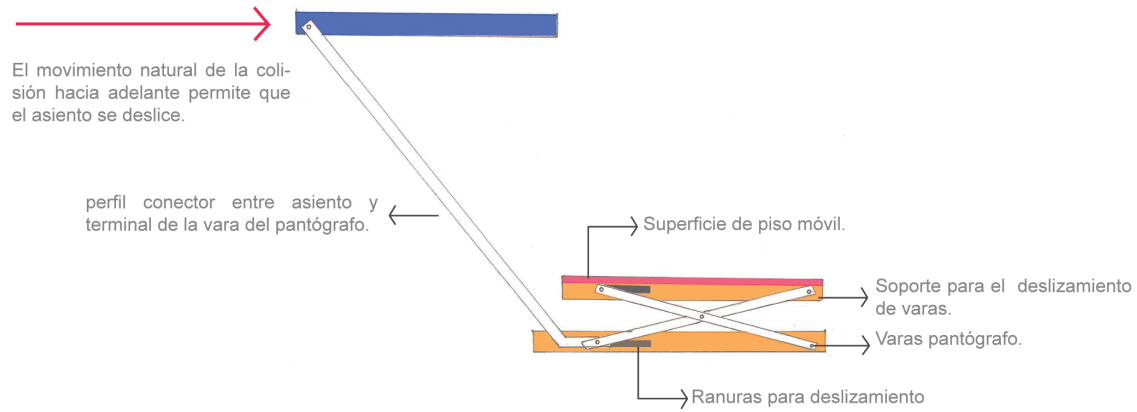
Fue posible explorar el mecanismo para conocer aquellos puntos fijos y móviles que eran necesarios para su funcionamiento.

---

El funcionamiento básico del sistema consiste en:

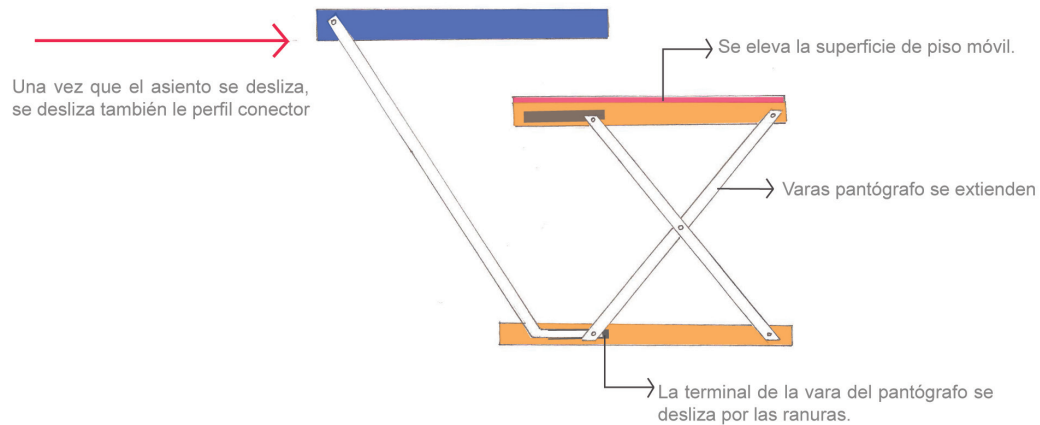
1

Estado pasivo



2

Estado activo



Se realiza una tercera prueba para conocer si este sistema responde a la idea de elevar la superficie móvil del piso e inducir la postura segura

Figura n°30  
Fuente: Elaboración propia

<b>Sistema probado</b>	Piso elevado en vertical con pantógrafo
<b>Objetivo prueba</b>	Corroborar si funciona el mecanismo de pantógrafo propuesto
<b>Componentes prueba</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Maqueta de fierro asiento. Esc. 1:1</li> <li>- Mecanismo pantógrafo</li> <li>- Muñeco de prueba. Peso aproximado 55kg. Altura 165cm.</li> <li>- Camioneta y cuerda para arrastre</li> <li>- Cámaras de registro audiovisual (3)</li> </ul>
<b>Modo de prueba</b>	<p>El asiento y el muñeco son ubicados de espaldas a la cuerda proveniente de la camioneta. El asiento posee canales sobre los cuales se desliza con rodamientos por sobre la estructura parrilla. Este movimiento acciona el mecanismo pantográfico bajo la superficie móvil del piso. La camioneta inicia la marcha y arrastra abruptamente la maqueta. La situación deseada es que las “tijeras” que componen el sistema se abran elevando la superficie móvil y a su vez ésta eleve las rodillas del muñeco ubicándolo en posición segura. Las cámaras registran en tres puntos diferentes la acción.</p>
<b>Resultados</b>	Posterior a algunos ajustes realizados en ese mismo momento el mecanismo funciona, y la situación deseada se completa.
<b>Conclusiones</b>	Se define que el mecanismo de la presente prueba es el definitivo.

# Imágenes



Lateral | Secuencia prueba 3



Frontal | Secuencia prueba 3



### 4.3 Principio de solución para inducción de posición segura seleccionado



Retomando la interrogante finalmente planteada en el problema de diseño:

¿Cómo elevar las rodillas del usuario sentado del bus, para inducir la posición segura?

A la luz de múltiples exploraciones, y producto de diversas pruebas, el método para elevar las rodillas e inducir así la posición segura que protege los órganos internos; es a través del diseño de un sistema pantógráfico, el cual es accionado por el deslizamiento del asiento, movimiento facilitado por la propia colisión.

El deslizamiento del asiento, el cual en conexión con el pantógrafo, permite que éste se despliegue, levanta la superficie del piso bajo los pies del usuario, posibilitando la elevación de las rodillas configurando lo que a lo largo de este documento hemos llamado posición segura.



Figura n°31  
Fuente: Elaboración propia

#### 4.4 Sistema de inducción en el entorno del bus.

El presente dibujo corresponde a una sección del modelo Marco-polo Viaggio 1050, el cual se usa como referencia, pues es el más utilizado por flotas a nivel nacional e internacional.

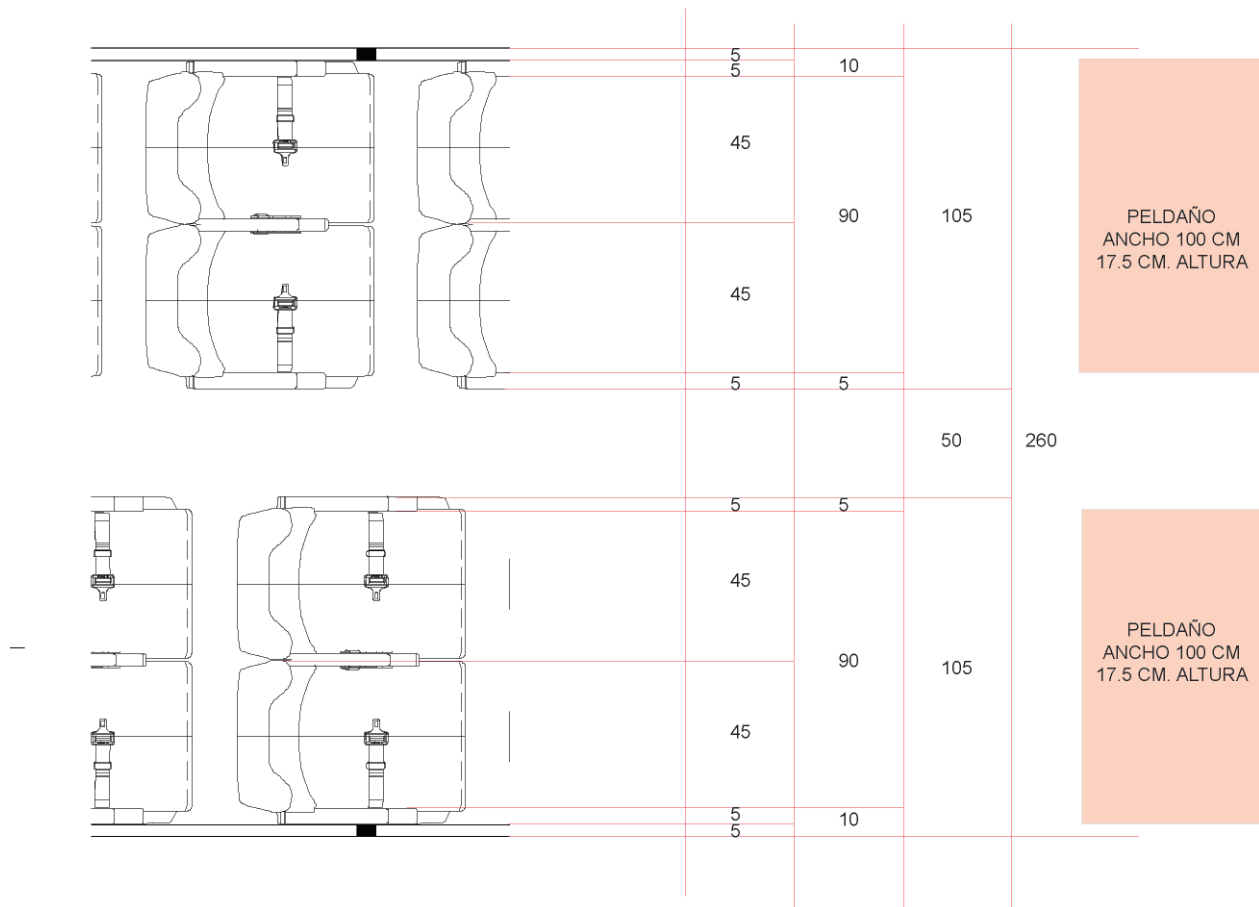


Figura n°32. Seccion bus Viaggio 1050  
Fuente: www.epysa.cl, intervenido.



Según las dimensiones requeridas del diseño, y en la búsqueda de la menor intervención posible, es que se proyecta:

- \* Un peldaño de 17.5 cm. de altura bajo todos los asientos: Al interior del peldaño se almacena el pantógrafo que es común a ambos asientos. La siguiente imagen corresponde a una vista superior de cómo se disponen los peldaños.

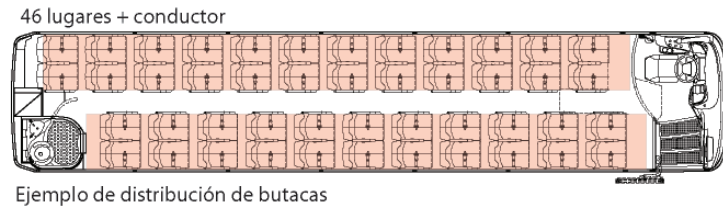


Figura n° 33  
Fuente: www.epysa.cl. Intervenido

Sobre éste se ubica la otra parte del sistema, la que no queda oculta por el peldaño, sino por encima de él.

- \* Parrilla fija: Corresponde a una estructura de diferentes perfiles de fierro, que se conecta con el bus por medio de dos terminales, una pata lateral que llega a piso y pernos que se conectan con el soporte a muro existente del bus. En la imagen puede verse el soporte a muro del bus sobre el cual se instalan también los actuales asientos.
- \* Parrilla móvil: Corresponde por un lado a la estructura que se conecta con el asiento, por medio de pernos, y a su vez también a la parrilla fija sobre la cual se desliza. A ambas estructuras también las unen dos resortes los cuales controlan el retorno del sistema

El tipo de asiento utilizado para la conexión con la parrilla fija es, del tipo inclinación con bombín, así autónomamente puede deslizarse sin tener que mantener conexión con otros sistemas.



Figura n° 34  
Fuente: Fotografía propia



Figura n° 35  
Fuente: Fotografía propia



Figura n° 36  
Fuente: Fotografía propia



Figura n° 37  
Fuente: Fotografía propia

En la imagen A, es posible ver a un costado el soporte a muro al cual se conectan hoy los asientos, a ese mismo soporte, se conecta en la propuesta la parrilla fija.

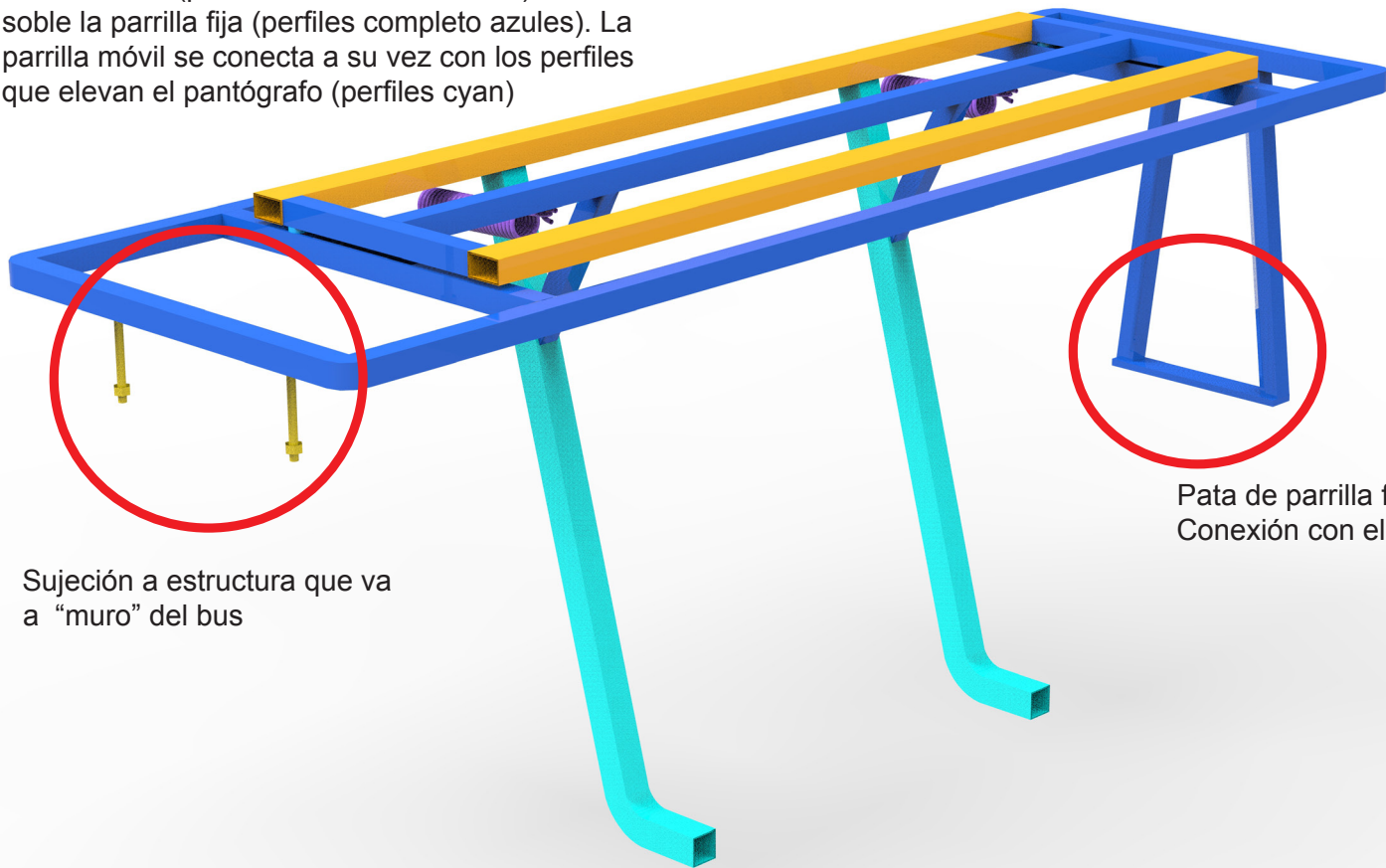
En la imagen B hay un acercamiento al sistema de reclinación con bombín, el cual facilita el movimiento autónomo del asiento como un sistema desconectado de otros sistemas.

En la imagen C, se puede apreciar la estructura bajo asiento, que es la que reconoce la parrilla móvil para conectarse a ella a través de pernos. La parrilla móvil igualmente es de perfiles anchos, 25x15mm. sobre los cuales se posa el asiento.

La imagen D muestra cómo es la estructura completa del asiento que comprende, asientos, parrilla estructural de los asientos, pata, apoyabrazos y cubresistemas. Se propone que todo este sistema se monte sobre la parrilla móvil, por tanto el asiento no es conectado al bus en ningún punto, sino solo a través de la parrilla móvil que a su vez se conecta con la parrilla fija.

Se presenta a continuación, detalles de la parrilla fija.

Parrilla móvil (perfiles amarillos con azul) ubicada sobre la parrilla fija (perfiles completo azules). La parrilla móvil se conecta a su vez con los perfiles que elevan el pantógrafo (perfiles cyan)



Sujeción a estructura que va a "muro" del bus

Pata de parrilla fija. Conexión con el piso

Figura n° 38  
Fuente: Elaboración propia

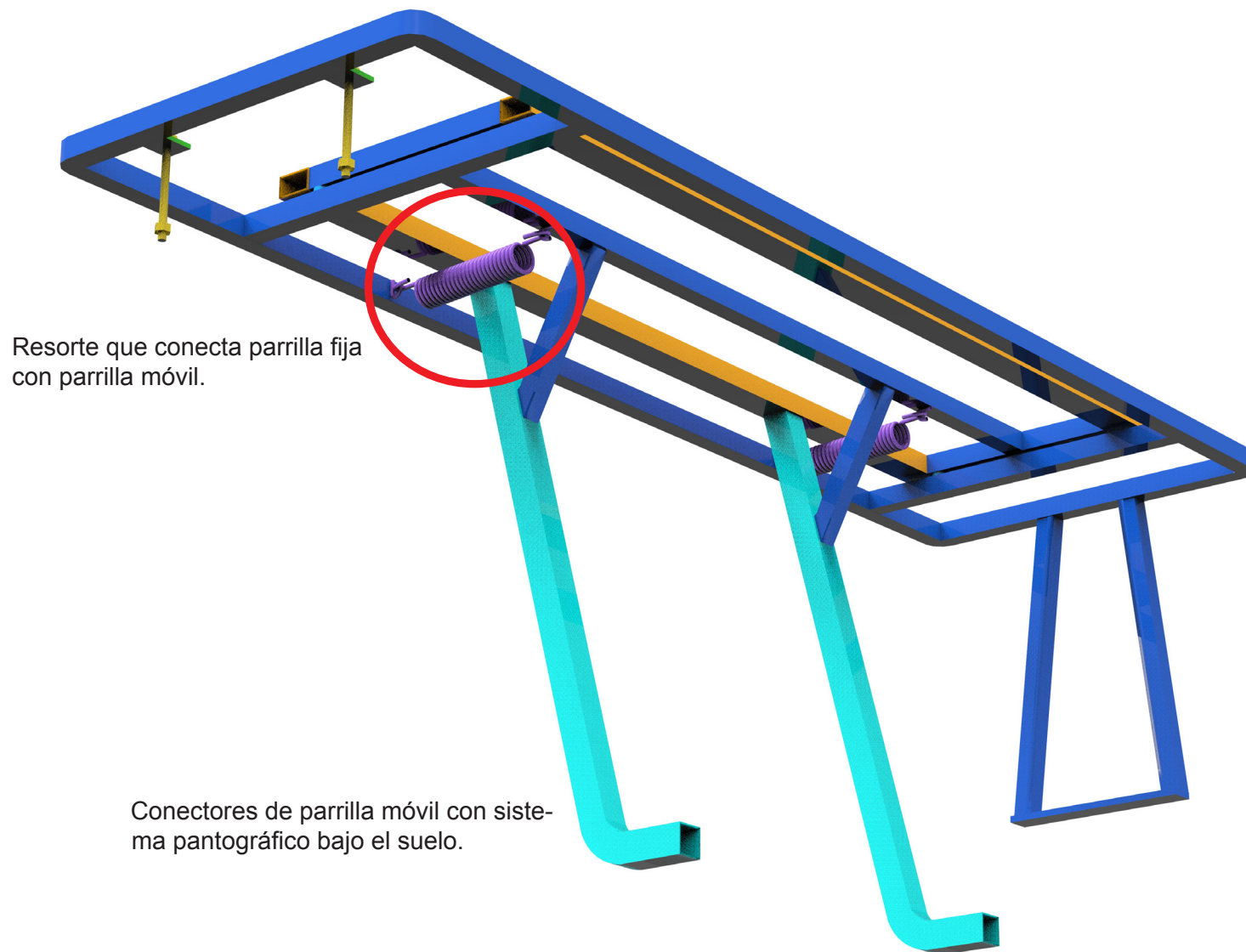
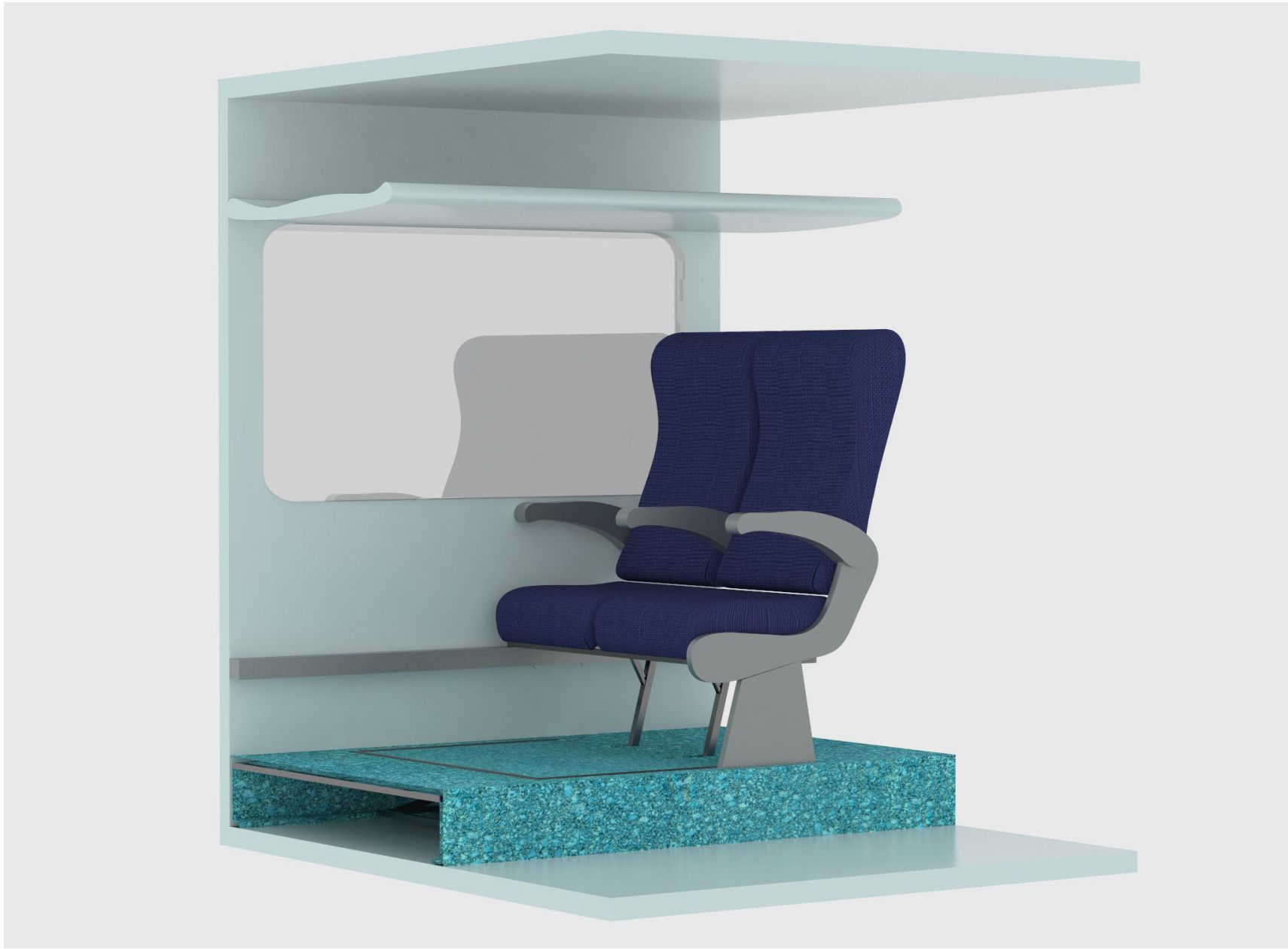


Figura n° 39  
Fuente: Elaboración propia

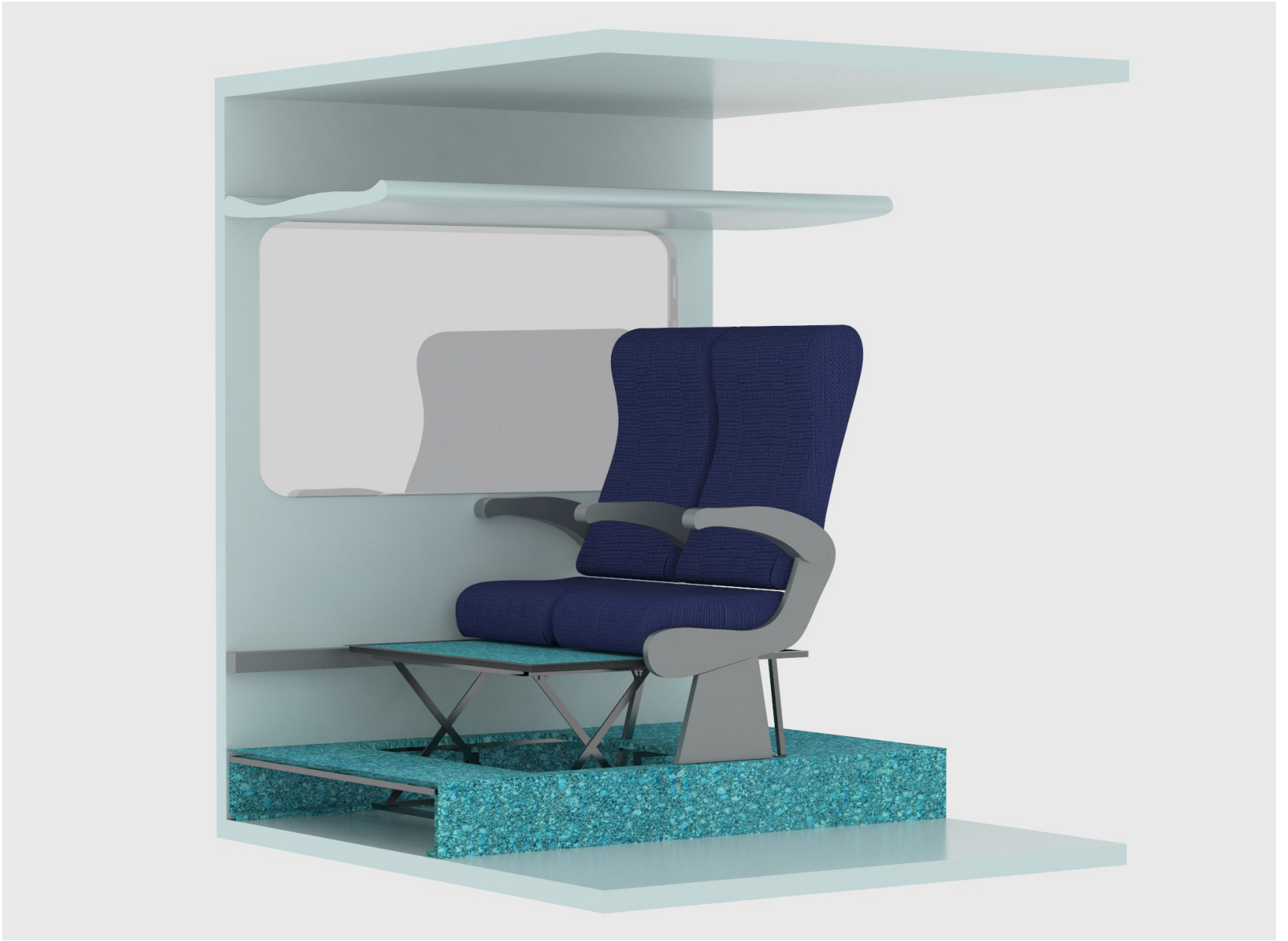


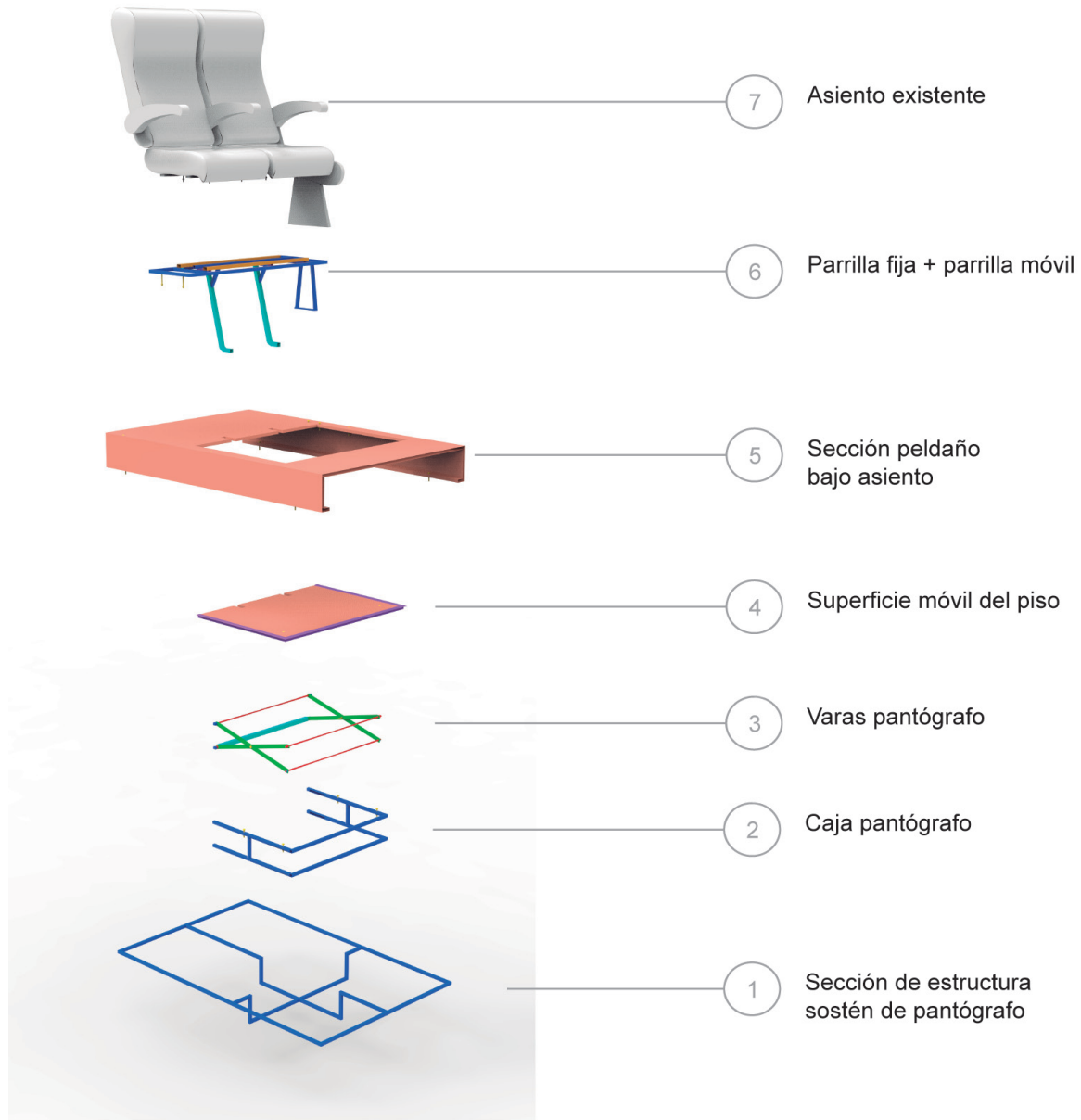


# Presentación del producto

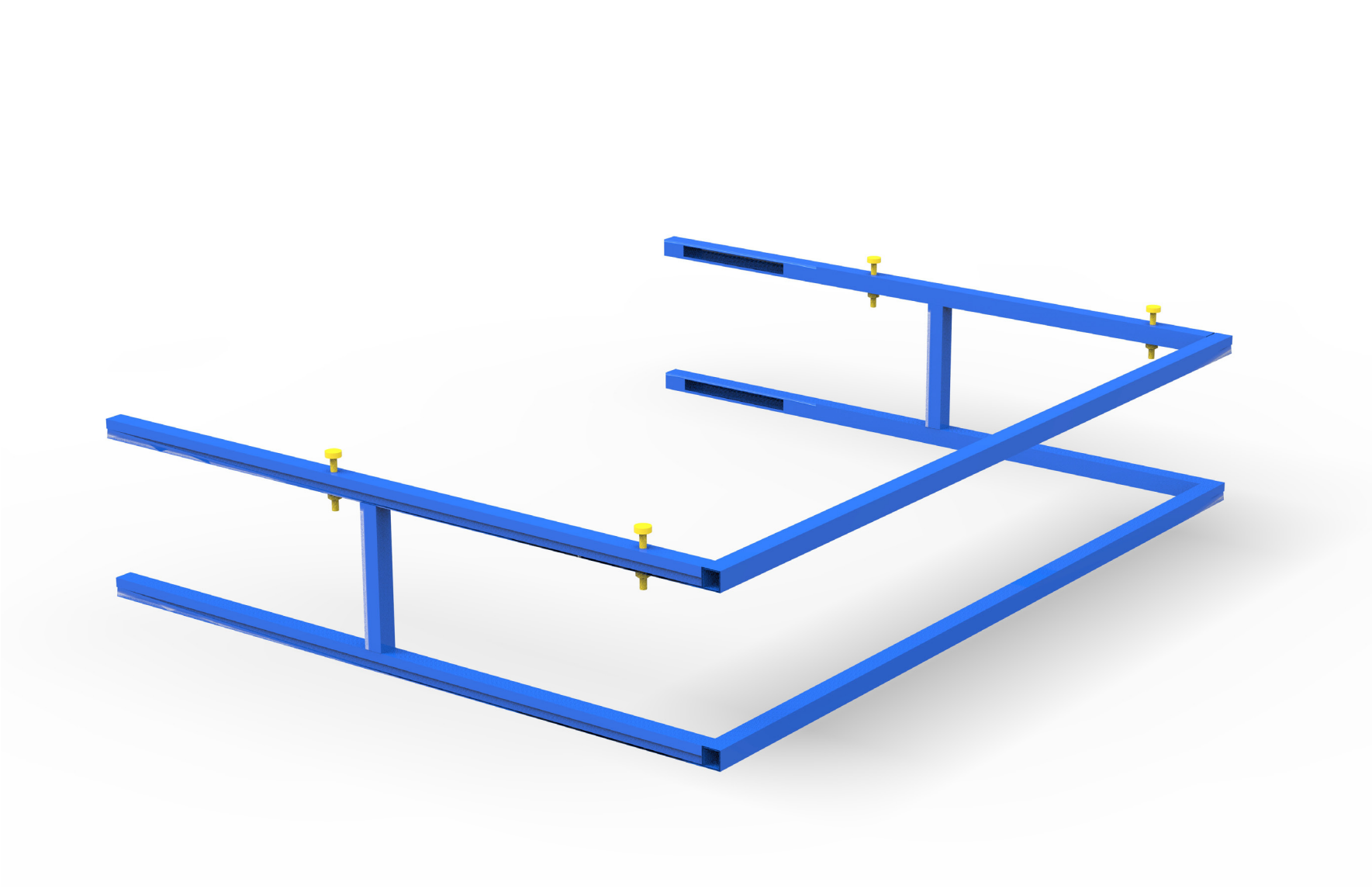




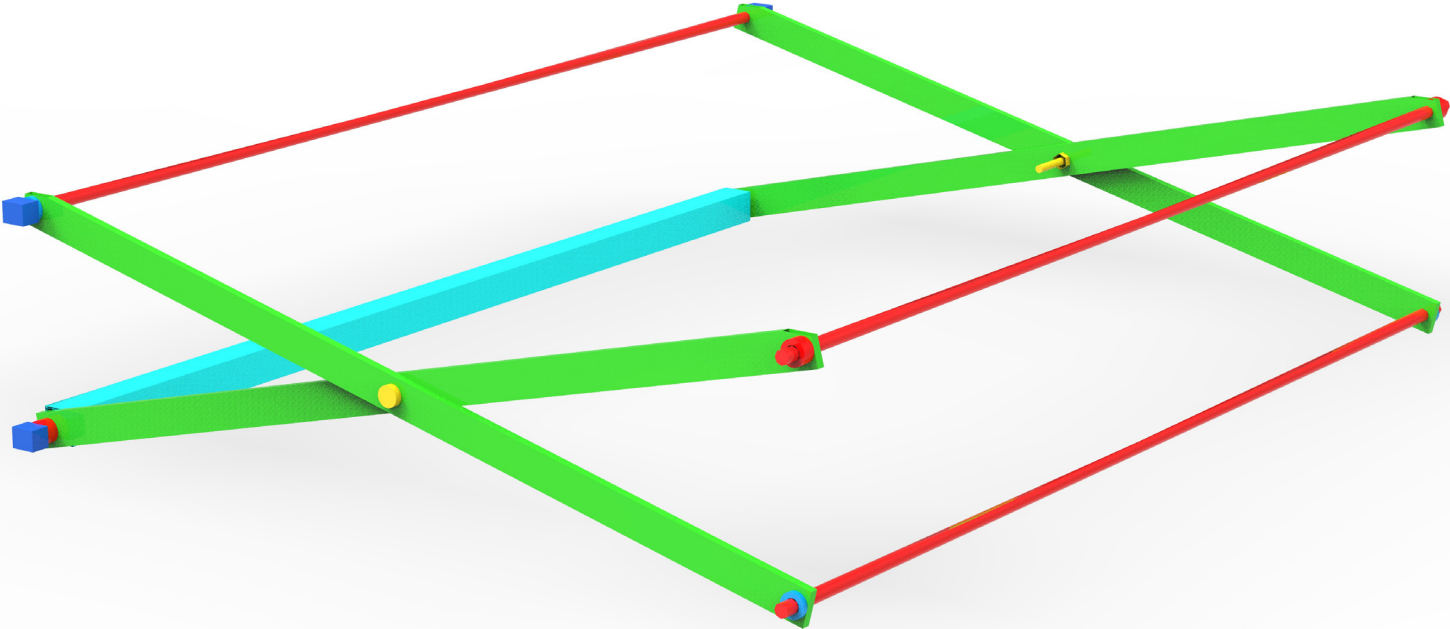




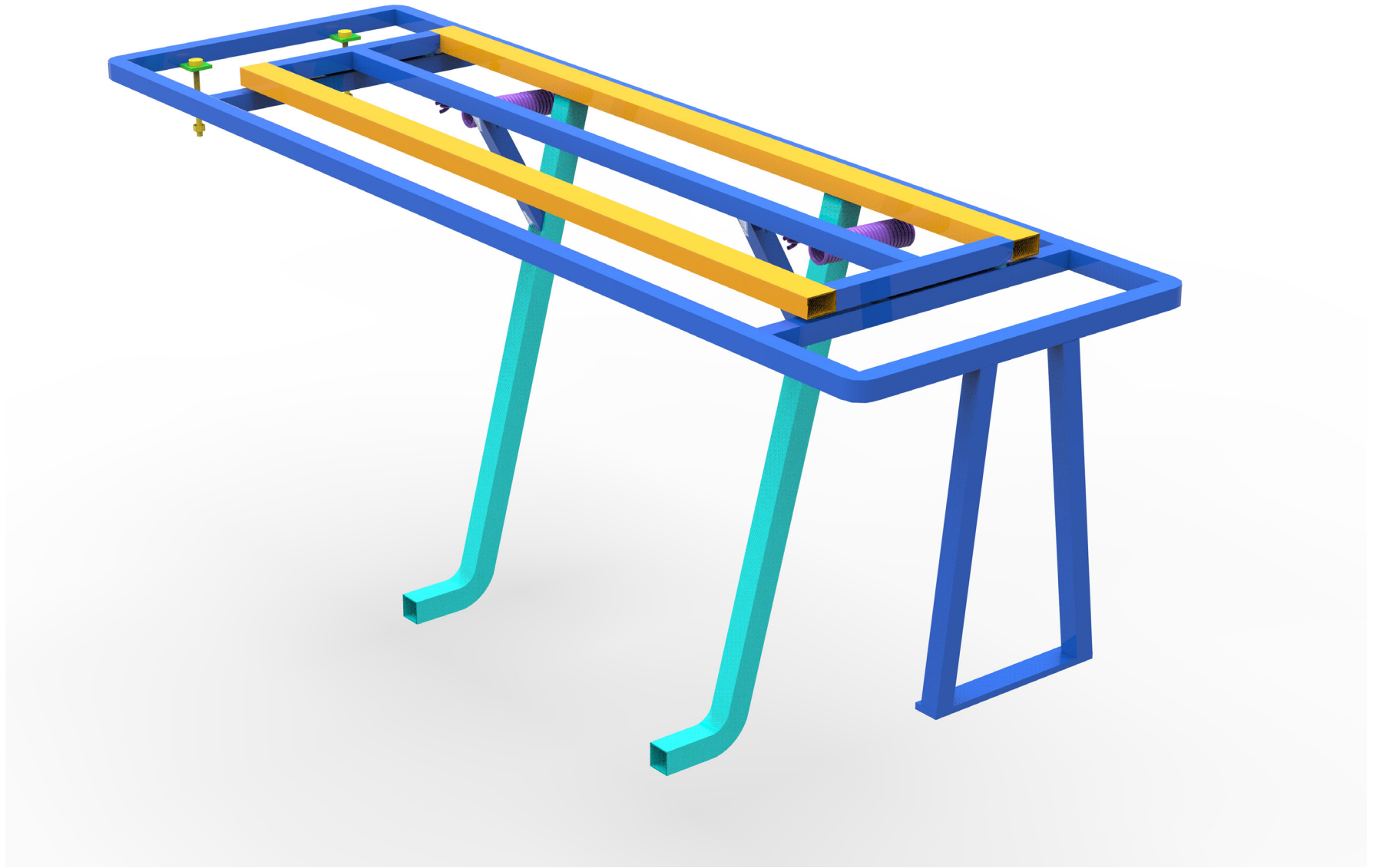
**Render de llas piezas con mayor complejidad: Caja pantógrafo**



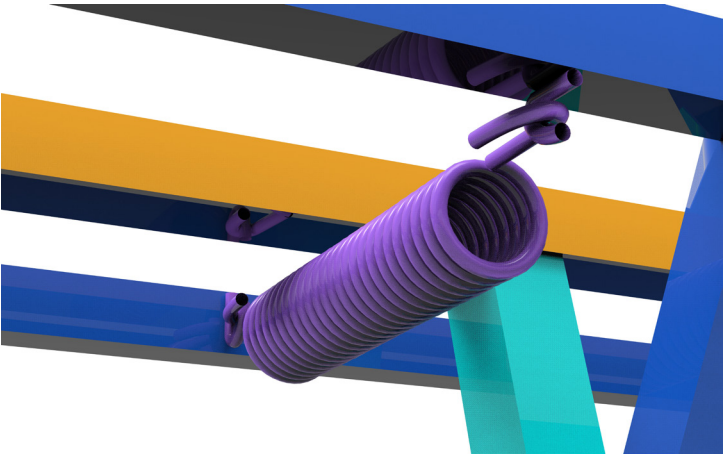
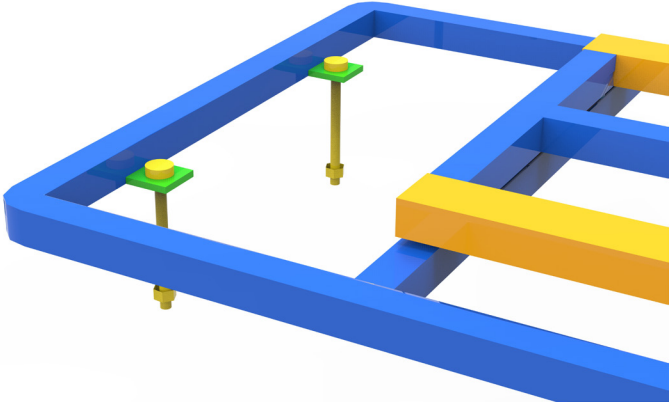
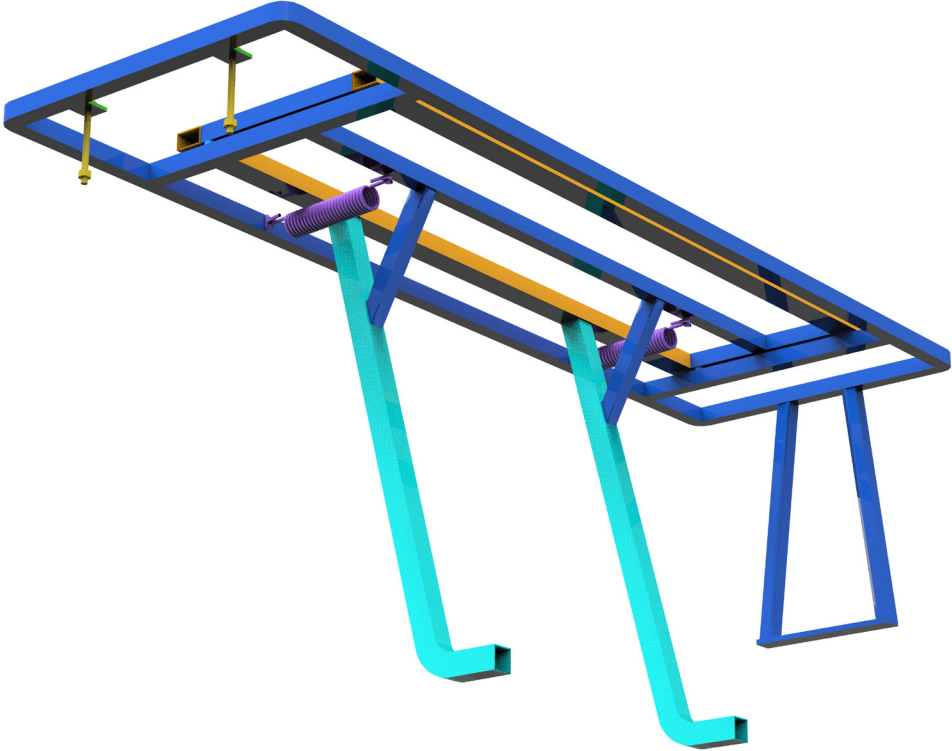
Render de las piezas con mayor complejidad: Varas pantógrafo



Render de las piezas con mayor complejidad: Parrilla fija y móvil



Render de llas piezas con mayor complejidad: Parrilla fija y móvil









# Desarrollo del proyecto técnico

## 6.1 Costos

Grupo			Perfil 15x15mm e=1	Perfil 20x20mm. e=1	Perfil 25x15mm. e=1	Barras redondas 8mm.	Pletina 20x5mm.
N° Grupo	Nombre grupo	N° plano					
1	Sección de estructura sostén de pantógrafo	2	787.5 cm lineal				
2	Caja pantógrafo	3	382 cm lineal				
3	Varas pantógrafo	4		63.8 cm lineal		206.4 cm lineal	210.8 cm lineal
4	Superficie móvil del piso	7					
5	Sección peldaño bajo asiento	1					
6	Parrilla fija + parrilla móvil	5 y 6	471.3 cm. lineal	98 cm lineal	140 cm lineal	2.4 cm lineal	4 cm lineal
Totales			1640.8 cm	161.8 cm	140 cm lineal	208.8 cm	214.8 cm

Componentes								
Terciado estructural 15 mm.	Golillas e=3mm	Golillas e=8mm Technyl	Calugas Technyl 12x12x20mm.	Burlete	Resorte largo 137mm	Perno cocina 3"	Perno cocina 1 1/2"	Tuerca
							4	4
	4	4	4				2	2
0.4 m2				210 cm lineal			4	4
1.6 m2							8	8
	2		2		2	2		2
2m2	6	4	6	210 cm	2	2	18	20

Compra materiales proyecto						
Material	precio	empresa	Formato	Cantidad requerida	Formatos requeridos	Total
Perfil 15x15mm e=1	\$ 2.001	Cintac	6m.	1640.8 cm	3	\$ 6.003
Perfil 20x20mm. e=1	\$ 2.764	Cintac	6m.	161.8 cm	1	\$ 2.764
Perfil 25x15mm. e=1	\$ 2.764	Cintac	6m.	140 cm lineal	1	\$ 2.764
Barras redondas 8mm.	\$ 1.872	Gerdau Aza	6m.	208.8 cm	1	\$ 1.872
Pletina 20x5mm.	\$ 4.461	Aceros Cox	6m.	214.8 cm	1	\$ 4.461
Terciado estructural 15 mm.	\$ 11.888	Ferretería s Imperial	2.88 m2	2m2	1	\$ 11.888
Golillas e=3mm	\$ 561	Fijaciones Mamut	bolsa 100 u.	6	1 bolsa	\$ 561
Golillas e=8mm Technyl	\$ 3.200		unitario	4	4	\$ 12.800
Calugas Technyl 12x12x20mm.	\$ 4.200	G y C Metalmecánica	unitario	6	6	25.200
Burlete	\$ 2.700	Gomas Cruzeiro	1m	210 cm	3	\$ 8.100
Resorte largo 137mm	\$ 2.300		unitario	2	2	\$ 4.600
Perno cocina 3"	\$ 2.660	Fijaciones Mamut	bolsa 100 u.	2	1 bolsa	\$ 2.660
Perno cocina 1 1/2"	\$ 1.551	Fijaciones Mamut	bolsa 100 u.	18	1 bolsa	\$ 1.551
Tuerca	\$ 559	Fijaciones Mamut	bolsa 100 u.	20	1 bolsa	\$ 559
Costo total Materiales						\$ 85.783

Construcción proyecto Maestranza San Juan	
Carpintería metálica	Proceso ranurado de perfiles
	Doblado perfiles
	Dimensionado
	Soldadura
	Pintado
Costo aproximado sin materiales	43.500

Instalación proyecto en bus	
Sueldo mensual instalador	250.000
Tiempo de instalación, máximo 3 horas por un módulo	tres hrs. hombre \$4686

Costo total proyecto:

Compra material proyecto: \$85.783  
 Construcción proyecto: \$43.500  
 Instalación: \$4686

---

Total costos \$133.969  
 + 30% utilidades diseño \$40.190  
 industrial

---

Precio final \$174.159  
 por cada módulo de inducción  
 de postura segura (2 asientos)

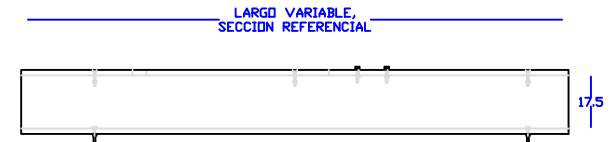
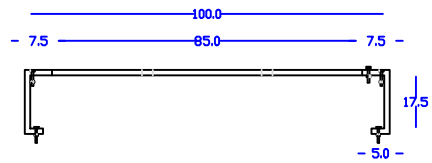
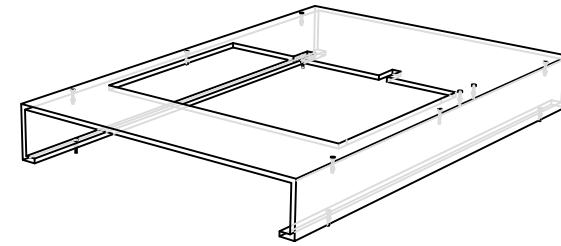
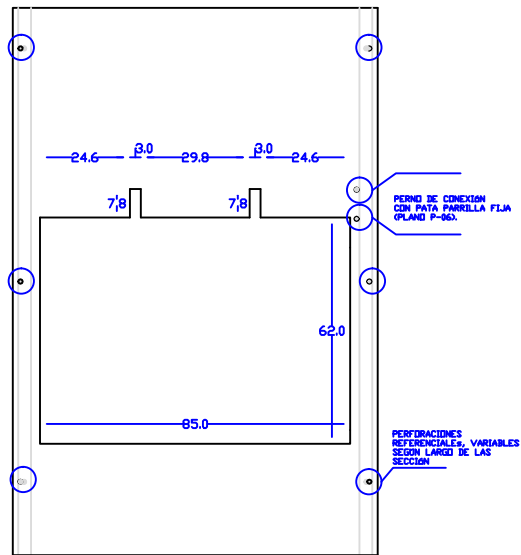
# Bibliografía

1. R. Miralles, M. Puig, 2000, Biomecánica clínica del aparato locomotor, Ed. Masson, Barcelona.
2. J. Wilson, A. Buffa, 2003, Física, Ed. Pearson, México.
3. B. Gowitzke, M. Milner, 1999, El cuerpo y sus movimientos: bases científicas, Ed. Paidotribo, Barcelona.
4. M. Jouvencel, 2000, Biocinemática del accidente de tráfico, Ed. Díaz de Santos, Madrid.
5. Bureau International des points et mesures, Declaration on the unit of mass and on the definition of weight; conventional value of G, <http://www.bipm.org/en/CGPM/db/3/2/>
6. Martín, Jaime, 2010, Modelado de diferentes tipos de cinturones de seguridad y estudio de su efecto en caso de colisión, Universidad Carlos III de Madrid, Depto. Ingeniería mecánica.
7. A, Hernando, M. Menchaca, 1999, Revista on line "Puesta al día en urgencias, emergencias y catástrofes", [http://www.medynet.com/usuarios/jraguilar/Biomecanica\\_del\\_accidente\\_de\\_trafico.pdf](http://www.medynet.com/usuarios/jraguilar/Biomecanica_del_accidente_de_trafico.pdf)
8. Shanahan, Dennis, 2004, Human tolerance and crash survivability, RTO HFM lecture series on Pathological aspects and associated biodynamics in aircraft accident investigation.
9. Merck & Co. 2004, Manual online Merck, Ed. Océano, Barcelona.
10. Army Research and Technology Laboratories (U.S), 1980, Crash Survival Design Guide, TR 79-22.
11. M. Dufour, M. Pillu, 2006, Biomecánica funcional, Ed. Masson, Barcelona.s, Philadelphia.
12. Escuela medicina UC de Chile, Patología traumática, Capítulo 1, Fracturas, estudio general. [http://escuela.med.puc.cl/publ/OrtopediaTraumatologia/Trau\\_Secc01/Trau\\_Sec01\\_06b.html](http://escuela.med.puc.cl/publ/OrtopediaTraumatologia/Trau_Secc01/Trau_Sec01_06b.html)
13. Cailliet, René, 2005, Anatomía funcional biomecánica, Ed. Marbán, Barcelona.
14. Fonseca, Francisco, 2009, Anatomofisiología y patologías básicas, Ed. Arán, Madrid
15. R. Miralles, I. Miralles, 2007, Biomecánica clínica de las patologías del aparato locomotor, Ed. Masson, Barcelona.
16. C. Kisner, L.Colby, 2007, Therapeutic exercise: foundation and techniques, Ed. Davis plus, Philadelphia.
17. Hewitt, Paul, 2004, Física conceptual, Ed. Pearson. México
18. B. Balachandran, E. Magrab, 2006, Vibraciones, Ed. Thomson, Barcelona.
19. W. Riley, L. Sturges, 2005, Energía mecánica dinámica, Ed. Reverté.
20. SIGWEB, Portal de prevención de riesgos en Chile, Disipación de energía. <http://www.sigweb.cl/biblioteca/DisipacionEnergia.pdf>
21. Covarrubias, Alvaro, Mecánica y ondas: Planteamiento y resolución de problemas tipo, Ed. UNED, España.

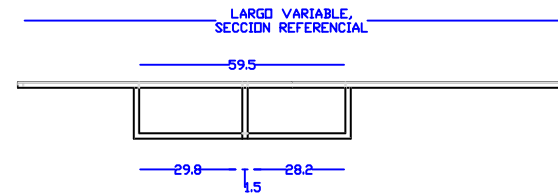
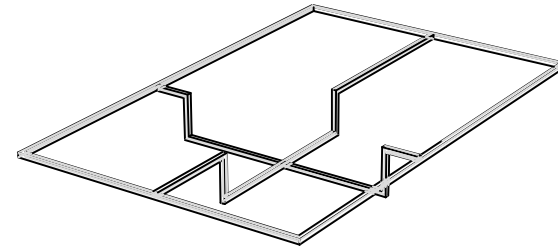
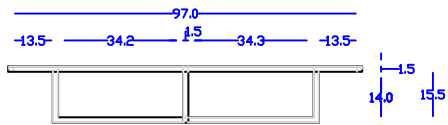
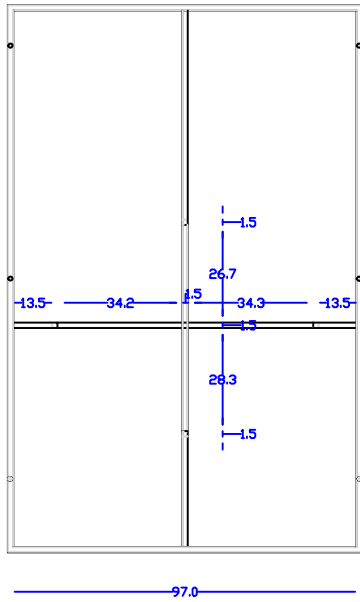
22. Stuardi, Enrique, 2004, Revista "BIT, desarrollo tecnológico en la construcción", [http://www.medynet.com/usuarios/jraguilal/Biomecanica\\_del\\_accidente\\_de\\_trafico.pdf](http://www.medynet.com/usuarios/jraguilal/Biomecanica_del_accidente_de_trafico.pdf)
23. Universidad de la República – Uruguay, Facultad de Ingeniería, Instituto de ingeniería mecánica y producción industrial,
24. Universidad Mayor de San Simón – Bolivia, Facultad de Ingeniería, Instituto de ingeniería antisísmica. [http://www.umss.edu.bo/epubs/etexts/downloads/19/cap\\_IV.htm](http://www.umss.edu.bo/epubs/etexts/downloads/19/cap_IV.htm)
25. Pérez, Jaime, 2010, Modelado de diferentes tipos de cinturones de seguridad y estudio de su efecto en caso de colisión frontal, Madrid.



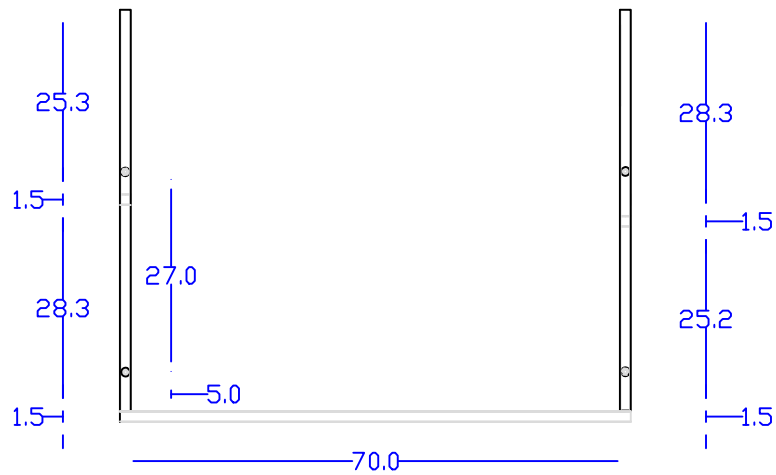
Planos



Escala:	Proyecto:	Contenido:	
1:20	Sistema de inducción de postura segura	Sección peldaño bajo asiento	
<b>Materiales:</b>		<b>Fecha:</b> 27-08-2012	
- Plancha terciado estructural 15 mm. - Perno cocina 1 1/2"		<b>Plano nro:</b> P-01	



<b>Escala:</b> 1:20	<b>Proyecto:</b> Sistema de inducción de postura segura	<b>Contenido:</b> Sección de estructura sostén de pantógrafo	
<b>Materiales:</b> Perfil cuadrado 15mm. e=1mm..		<b>Fecha:</b> 27-08-2012	
		<b>Plano nro:</b> P-02	



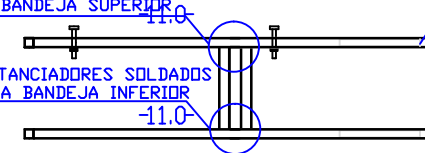
PERNOS DE SUJECIÓN, SUPERFICIE  
MÓVIL DEL PISO



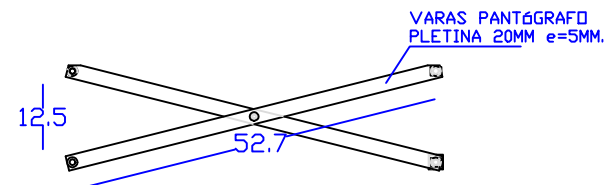
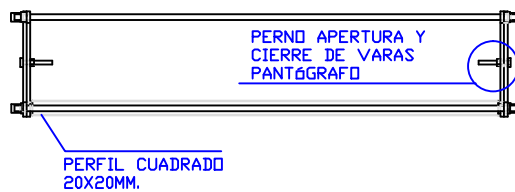
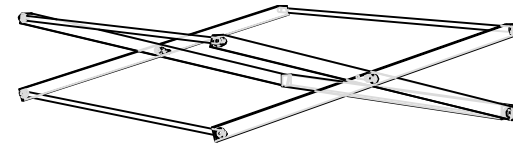
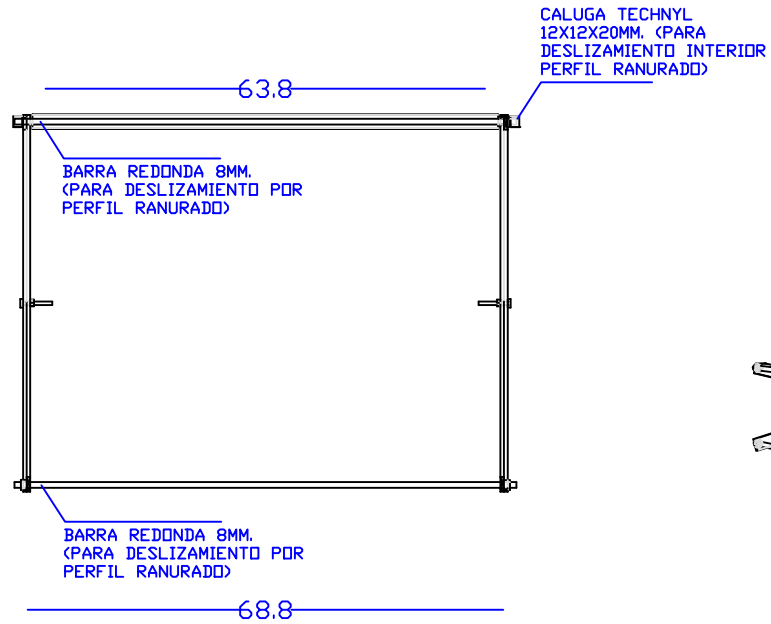
DISTANCIADORES DESOLDADOS  
DE BANDEJA SUPERIOR

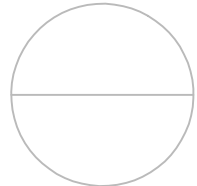
DISTANCIADORES SOLDADOS  
A LA BANDEJA INFERIOR

RANURA DEL PERFIL  
11CM X 1CM (PARA  
DESPLAZAMIENTO DE BA  
8MM.)

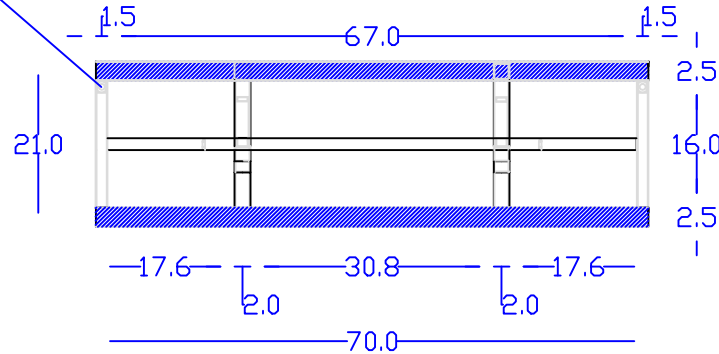


<b>Escala:</b> 1:10	<b>Proyecto:</b> Sistema de inducción de postura segura	<b>Contenido:</b> Caja pantógrafo	
<b>Materiales:</b> - Perfil cuadrado 15mm. e=1mm. - Perno cocina 1 1/2"		<b>Fecha:</b> 27-08-2012	
		<b>Plano nro:</b> P-03	

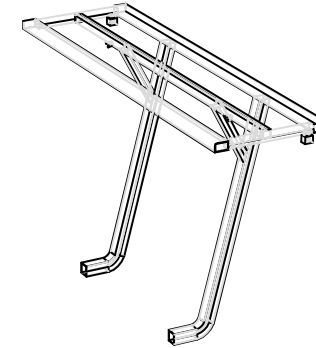


Escala:	Proyecto:	Contenido:	
1:10	Sistema de inducción de postura segura	Varas pantógrafo	
<b>Materiales:</b>		<b>Fecha:</b> 27-08-2012	
- Perfil cuadrado 15mm. e=1mm.	- Perfil cuadrado 20mm. e=1mm.	- Caluga technyl 12x12x20mm.	<b>Plano nro:</b> P-04
- Pletina 20mm. e=5mm.	- Barra redonda 8mm.	- Perno cocina 1 1/2"	

BARRA REDONDA 8MM.  
PARA DESLIZAMIENTO POR  
PARRILLA FIJA

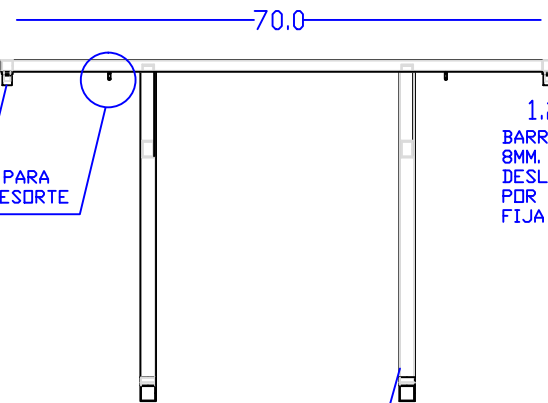


ESTRUCTURA QUE SE  
CONECTA CON EL ASIENTO  
EXISTENTE.



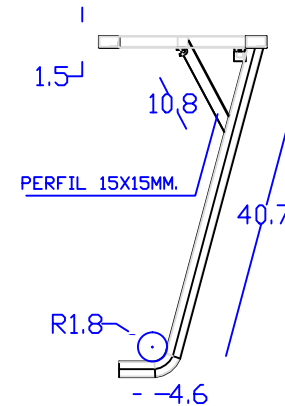
CALUGA TECHNYL12X12X20MM.  
(PARA DESLIZAMIENTO  
INTERIOR PERFIL RANURADO  
PARRILLA FIJA)

GANCHOS PARA  
UBICAR RESORTE

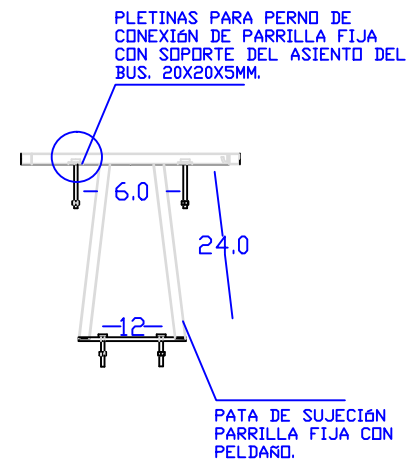
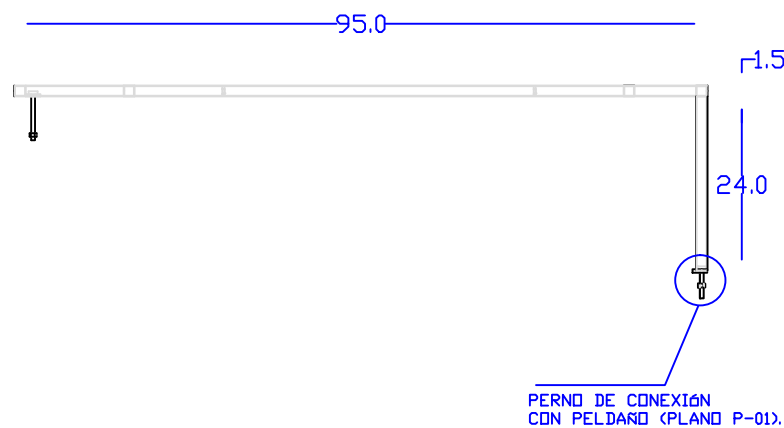
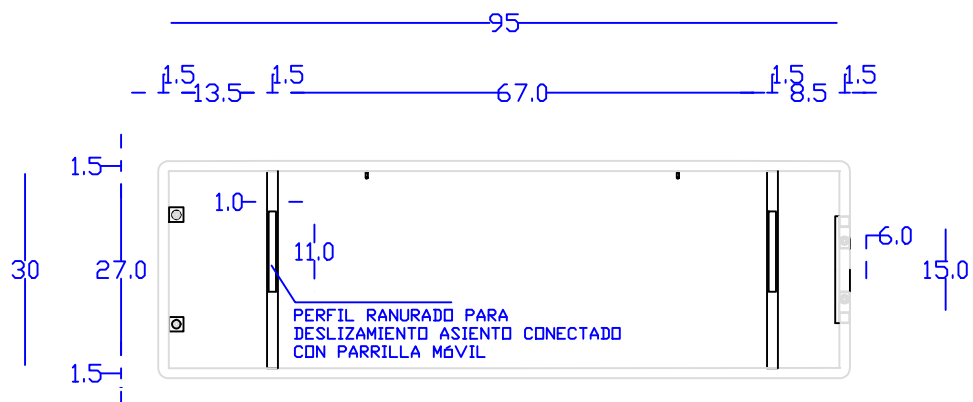


PERFIL 20X20MM.

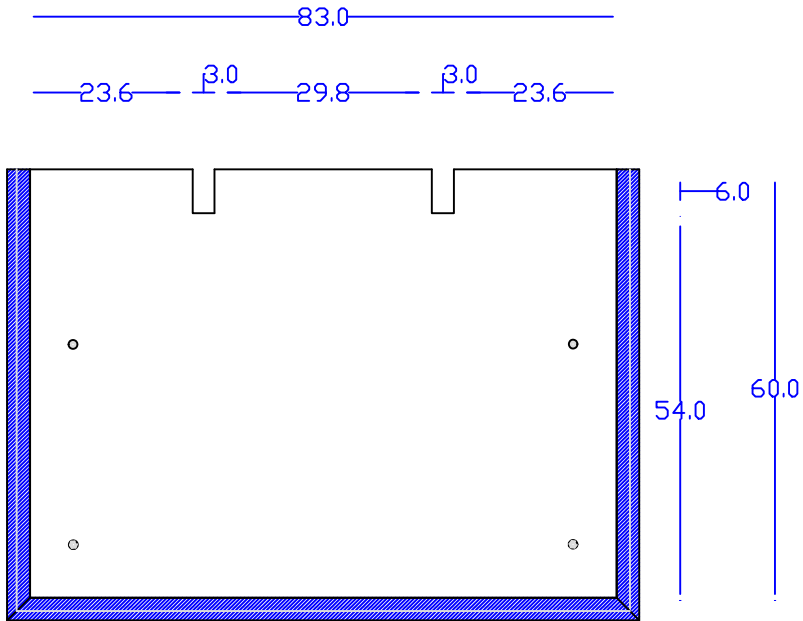
BARRA REDONDA  
8MM. PARA  
DESLIZAMIENTO  
POR PARRILLA  
FIJA



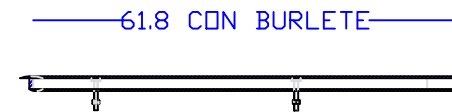
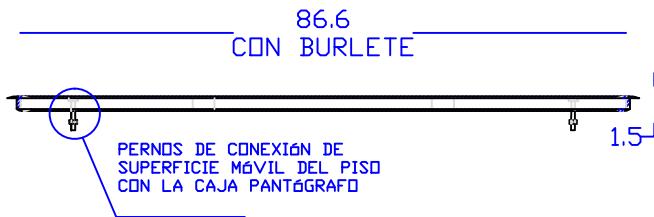
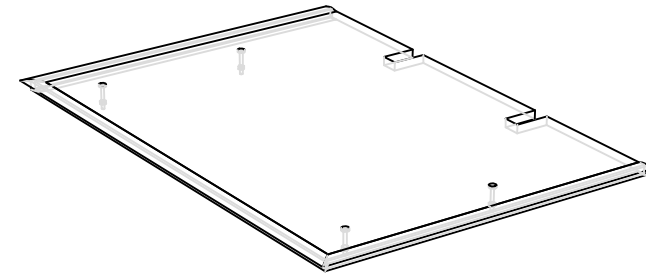
Escala:	Proyecto:	Contenido:	
1:10	Sistema de inducción de postura segura	Parrilla móvil	
<b>Materiales:</b>		Fecha: 27-08-2012	
- Perfil rectangular 25x15mm. e=1mm. - Calugas technyl 12x12x20mm.		- Perfil cuadrado 15mm. e=1mm. - Barra redonda 8mm.	Plano nro: <b>P-05</b>



Escala:	Proyecto:	Contenido:	
1:10	Sistema de inducción de postura segura	Parrilla fija	
<b>Materiales:</b> - Perfil cuadrado 15mm. e=1mm. - Pletina 20mm. e=5mm.		<b>Fecha:</b> 27-08-2012  <b>Plano nro:</b> P-06	



DIMENSIONES SUPERFICIE MÓVIL DEL PISO, SIN BURLETE



<b>Escala:</b> 1:10	<b>Proyecto:</b> Sistema de inducción de postura segura	<b>Contenido:</b> Superficie móvil del piso	
<b>Materiales:</b> - Plancha terciado estructural 15 mm. - Perno cocina 1 1/2		<b>Fecha:</b> 27-08-2012	
		<b>Plano nro:</b> P-07	