

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA



**DISEÑO DE LA ESTRUCTURA PRINCIPAL DE UNA
CARROCERÍA TIPO ÓMNIBUS URBANO DE 42
PASAJEROS**

INFORME DE SUFICIENCIA

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO MECÁNICO**

GUSTAVO ADOLFO VALVERDE PARDAVÉ

PROMOCIÓN 2006-I

LIMA – PERÚ

2010

Dedicatoria.

El esfuerzo y la dedicación que he puesto en el presente trabajo, va con mucho cariño a mis padres cuyo afecto y comprensión han sido mi inspiración, a mis hermanos quienes han sido mi aliciente, a mi novia cuyo apoyo ha sido fundamental en todos estos años de estudio y a un gran amigo quien nos bendice desde el cielo.

Gustavo Valverde Pardavé

TABLA DE CONTENIDOS

PRÓLOGO.....	1
--------------	---

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

1.1 Antecedentes.....	3
1.2 Alcance del Proyecto.....	4
1.3 Objetivos.....	5

CAPÍTULO II

GENERALIDADES

2.1 Bus de Transporte Urbano.....	6
2.2 Estructura del Bus.....	7
2.3 Modelado de Componentes 3D.....	14
2.4 Método de Cálculo por Elementos Finitos.....	17
2.5 Materiales Usados para el Carrozado.....	20
2.6 Métodos de Ensamblaje y Unión.....	22

CAPÍTULO III

NECESIDAD DEL DISEÑO DE LA CARROCERÍA PARA BUSES DE TRANSPORTE URBANO

3.1 Situación Actual del Servicio de Transporte Urbano.....	29
3.2 Aumento en la Demanda Unidades de Transporte Público.....	30

CAPÍTULO IV

PROCESO DE DISEÑO DE LA ESTRUCTURA DEL BUS

4.1	Determinación de la Capacidad y Dimensiones del Bus.....	36
4.1.1	Capacidad de Carga.....	36
4.1.2	Dimensionamiento preliminar del Bus.....	37
4.2	Diseño de la Estructura.....	41
4.2.1	Estructura del Piso.....	43
4.2.1.1	Arreglo Primario de la Estructura.....	43
4.2.1.2	Aplicación de Cargas y Restricciones.....	45
4.2.1.3	Proceso de Optimización.....	50
4.2.2	Estructura Lateral Derecho.....	51
4.2.2.1	Arreglo Estructural.....	52
4.2.3	Estructura Lateral Izquierdo.....	52
4.2.3.1	Arreglo Estructural.....	53
4.2.4	Estructura del Techo.....	54
4.2.4.1	Arreglo Estructural.....	54
4.2.5	Estructura Frontal.....	55
4.2.5.1	Arreglo Estructural.....	55
4.2.6	Estructura Posterior.....	56
4.2.6.1	Arreglo Estructural.....	56
4.3	Montaje de la Estructura de la Carrocería.....	57
4.3.1	Características y Detalles de Armado.....	57
4.3.2	Calculo Final del Conjunto.....	59
4.4	Cronograma de Diseño.....	63

CAPITULO V

PRESUPUESTO

5.1	Costos Asociados a la Implementación de Recursos.....	65
5.2	Costos Asociados a la Parte Mecánica.....	66
5.3	Estimación de Costos del Bus.....	72

CONCLUSIONES		73
---------------------------	--	----

BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS

- A. Documentación Complementaria.
 - A.1 Extracto del Reglamento Nacional de Vehículos.
D.S. N° 058-2003-MTC.
 - A.2 Extracto de las normas para carrozado de ómnibus.
NTP 383.070 y NTP 383.071.
- B. Fichas Técnicas de los Materiales.
 - B.1 ASTM A-513
 - B.2 ASTM A-366
 - B.3 ASTM A-653
 - B.4 ASTM A-569
 - B.5 AA 3003-H14
 - B.6 CARBOFIL PS-6 GC
 - B.7 Base zincromato epóxido
- C. Planos de Detalle.
 - C.1 Plano de presentación.
 - C.2 Distribución de asientos.
 - C.3 Estructuras principales: piso, laterales, techo, frontal y posterior.

LISTADO DE FIGURAS

Figura 2.1	Bus de transporte de pasajeros.....	7
Figura 2.2	Estructura de piso, durmientes y placas de anclaje.....	8
Figura 2.3	Estructuras laterales, derecha e izquierda.....	9
Figura 2.4	Estructura de techo, claraboyas y soportes para pasamanos....	9
Figura 2.5	Disposición de componentes en la estructura principal.....	10
Figura 2.6	Ejemplo de diseño del travesaño y ubicación en el bastidor del chasis.....	12
Figura 2.7	Tipos de chasis. (a)Independiente, motor delantero; (b) Integral, motor posterior; (c) autoportante.....	13
Figura 2.8	Chasis independiente y algunos componentes sobre él.....	14
Figura 2.9	Ejemplo de modelado en tres dimensiones (3D).....	17
Figura 2.10	Proceso de discretización o mallado.....	18
Figura 2.11	Etapas de proceso de cálculo vía MEF.....	20
Figura 2.12	Esquema del proceso de soldadura GMAW.....	23
Figura 2.13	Técnicas de soldadura MIG más empleadas.....	24
Figura 2.14	Estructura amarrada vía soldadura MIG.....	26
Figura 2.15	Detalle del amarre del triplay con la estructura (vista inferior)....	27
Figura 2.16	Unión plegada aplicada al marco de una puerta de bodega.....	27
Figura 3.1	Estadísticas sobre situación actual del transporte público.....	30
Figura 4.1	Estructura del desglose para el diseño de la estructura del bus	35
Figura 4.2	Distribución de cargas sobre el chasis por eje en vacío.....	37
Figura 4.3	Agrale MA 8.5-EURO II D.E.E 4200 con motor Cummin's B5.9.	38
Figura 4.4	Principales medidas y disposición de los componentes sobre el chasis.....	39
Figura 4.5	Plano de presentación para el bus urbano en proceso de diseño.....	40
Figura 4.6	Disposición de los diferentes elementos de la estructura del piso sobre el chasis MA 8.5 EURO II.....	44
Figura 4.7	Distribución de las diferentes cargas actuantes sobre el piso....	47
Figura 4.8	Distribución de tensiones sobre la estructura del piso.....	48
Figura 4.9	Distribución de desplazamientos sobre la estructura del piso....	49

Figura 4.10	Distribución del factor de seguridad (FDS) sobre la estructura del piso.....	50
Figura 4.11	Disposición de los componentes para la estructura lateral derecha.....	52
Figura 4.12	Disposición de los componentes para la estructura lateral izquierda.....	53
Figura 4.13	Disposición de los componentes para la estructura del techo.....	54
Figura 4.14	Disposición de los componentes para la estructura frontal.....	55
Figura 4.15	Disposición de los componentes para la estructura posterior.....	56
Figura 4.16	Puntos de referencia para montaje de componentes.....	57
Figura 4.17	Secuencia de montaje; establecido como parte del diseño.....	58
Figura 4.18	Módulo experimental para validación del conjunto.....	59
Figura 4.19	Distribución de tensiones sobre el módulo bajo la carga C.....	60
Figura 4.20	Distribución de desplazamientos sobre el módulo bajo la carga C	61
Figura 4.21	Distribución de tensiones sobre el módulo bajo la carga T.....	62
Figura 4.22	Distribución de desplazamientos sobre el modulo bajo la carga T	63
Figura 4.23	Diagrama de Gantt para el desarrollo del proceso de diseño de la estructura del bus.....	64

LISTADO DE TABLAS

Tabla 2.1	Listado de los principales softwares usados en el diseño mecánico.....	15
Tabla 3.1	Estimado de número de vehículos por modelo en lima metropolitana.....	29
Tabla 4.1	Pesos y capacidades para el chasis Agrale MA 8.5-EURO II, d.e.e. 4200, motor Cummin's B5.9.....	36
Tabla 4.2	Comparación de la norma vigente versus medidas del bus.....	40
Tabla 4.3	Cuadro de resumen de los materiales usados en el diseño de la estructura del bus.....	42

Tabla 4.4	Descripción de los recursos necesarios para el proyecto.....	65
Tabla 4.5	Costo de materiales asociados con la estructura del piso.....	66
Tabla 4.6	Costos por mano de obra asociados con la estructura del piso....	66
Tabla 4.7	Costo de materiales asociados con la estructura lateral derecha...	67
Tabla 4.8	Costos por mano de obra asociados con la estructura lateral derecha.....	67
Tabla 4.9	Costo de materiales asociados con la estructura lateral izquierdo.	68
Tabla 4.10	Costos por mano de obra asociados con la estructura lateral izquierda.....	68
Tabla 4.11	Costo de materiales asociados con la estructura del techo.....	69
Tabla 4.12	Costos por mano de obra asociados con la estructura del techo...	69
Tabla 4.13	Costo de materiales asociados con la estructura frontal.....	70
Tabla 4.14	Costos por mano de obra asociados con la estructura frontal.....	70
Tabla 4.15	Costo de materiales asociados con la estructura posterior.....	71
Tabla 4.16	Costos por mano de obra asociados con la estructura posterior...	71

PRÓLOGO

En el presente informe plasmo lo aprendido en el rubro de diseño y fabricación de carrocerías de buses para el transporte urbano e interprovincial de pasajeros de la empresa en la cual laboro, MODASA. He procurado elaborar un procedimiento de diseño que por la naturaleza del entorno laboral, casi no se reparan en detalles; pues como se entiende, el diseño debe ir de la mano con la producción y es en este punto que muchas veces existe un disloque por lo apresurado de las labores.

He dividido el informe de suficiencia en seis capítulos, que a mi criterio son los necesarios para describir de manera detallada las etapas que involucran el desarrollo del diseño para un bus de transporte urbano de pasajeros en general.

El **capítulo I** describe la parte introductoria, haciendo referencia a los antecedentes sobre el cual se basa el desarrollo del proyecto del diseño y definiendo su alcance, enmarcado en el proceso productivo del bus. Seguidamente, esto queda remarcado al momento de definir los objetivos del presente informe.

En el **capítulo II** tratamos temas de generalidades para con los buses de transporte urbano, así como también en una breve descripción de los componentes que conforman estas unidades, el modo de ensamblaje y unión, y de los métodos de cálculo necesarios para nuestro diseño.

Para el **capítulo III** se ha recopilado información basado en estudios del rubro de transporte terrestre sobre el estado del parque automotor; tanto a nivel

lima metropolitano como a nivel nacional; a fin de brindamos un panorama más claro de las necesidades que surgen en este ámbito.

Es a partir del **capítulo IV** donde entramos de lleno y a mayor detalle en el desarrollo del proyecto del diseño de la estructura del bus urbano. He procurando manejar una secuencia que permita fluir la idea que estamos proponiendo. Trabajando desde las características de chasis, pasando por el arreglo primario de la estructura del piso, la estructura de los laterales, la estructura del techo, la estructura frontal y la estructura posterior. Cabe resaltar que, la estructura del piso; es en esencia, conjuntamente con los requerimientos del cliente, las que definen en mayor grado la geometría del bus. Definidos los componentes, se describe la manera de ensamblaje del conjunto, en donde se indican medidas o referencias, más no a dispositivos u otros instrumentos de montaje.

Todo esto se genera de la descripción de cada etapa y se ve reflejado con la ayuda de la EDT y del diagrama de Gantt, en un cronograma de diseño.

Los costos son tratados en el **capítulo V**. No se pretende enfatizar en un análisis muy riguroso, lo que se busca es dar una idea de lo que es inherente al proceso del diseño de manera general, sin dejar de lado lo particular que implica diseñar un bus de transporte urbano. Por otra parte, se logra ver que tanto cuesta el diseño de la estructura principal frente al costo del bus.

Esperando aportar mi grano de arena en esta inmensa playa del conocimiento, deseo cubrir las mismas expectativas que despertaron en mí al iniciar este proyecto, y agradecer el apoyo incondicional de todas las personas y entidades de quienes quiero que vean reflejado en este trabajo, mucho de su gran apoyo.

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

1.1 ANTECEDENTES

El enfoque del diseño actual fue el de pasar del formato tradicional, modelamiento 2D, al formato 3D; pues, es en este formato que se consigue trabajar la estructura de manera mucho más integral con todos los componentes involucrados para su posterior fabricación.

Teniendo claro el uso de las herramientas adecuadas, se procede inicialmente con el cálculo de la estructura del piso; debido a que este conjunto es el que soporta casi toda la carga del bus, incluyendo la del chasis. La disposición inicial de los durmientes del piso (vigas) se hace riguroso a la altura de eje posterior. Los demás contemplan acceso de puertas y amarres de los anclajes al chasis. Las cargas que afectan al bus, se concedieran de las especificaciones técnicas del fabricante del chasis, del estimado del peso total del bus acabado y de la normativa técnica vigente.

El proceso de cálculo del piso es iterativo; pues se busca la mejor disposición de los durmientes, eligiendo aquella que ofrezca un factor de seguridad confiable.

El desarrollo de la estructura lateral derecha e izquierda, toma como referencia la disposición inicial del piso (ubicación de durmientes), y considera la ubicación de los vanos (espacios) para las puertas, ventanas, llanta de repuesto,

rejilla de admisión de aire, acceso al tanque de combustible, compartimiento de las baterías. Posteriormente se ubican las placas de refuerzo usadas en la fijación del cinturón de seguridad, botadores para ventanas de emergencia, mamparas, espejo retrovisor.

La estructura del techo, contempla una disposición espaciada de los arcos de techo (tubos curvos de sección rectangular) considerando el ancho determinado por las planchas Formidur (forro para acabado) y las salidas de emergencia (claraboyas). Seguidamente, se disponen en los extremos, de manera longitudinal las bases para las luces de salón y las placas de sujeción de los pasamanos, así como bases para los mecanismos de apertura de puertas.

Las estructuras frontal y posterior, no se modelan; ya que son fabricados a partir de máquinas. Esto debido a las formas complejas que presentan ambas estructuras con sus respectivas fibras de vidrio.

Cada etapa del modelamiento, implica la ejecución y emisión de un conjunto de planos para su revisión. Cabe resaltar; que dentro de lo que se contempla como estructura principal están los otros componentes: puertas, porta-llanta de repuesto, rejillas de admisión de aire, planchas para forros (interior y exterior), estribos, base de asientos, etc.

Es en la etapa final, una vez montados la mayor cantidad de componentes sobre la estructura, donde se emiten los planos definitivos para producción de un modelo PROTOTIPO; ya que existe la necesidad de refinar medidas y/o ubicaciones.

1.2 ALCANCE DEL PROYECTO

El siguiente informe de suficiencia cubre el diseño estructural de las partes principales de un bus para el servicio de transporte urbano, el cual posee una

longitud total final de 8690 mm. La razón del diseño pasa por la necesidad de satisfacer la demanda del parque automotor en el sector público y cubrir un stock de 20 unidades de chasis destinados inicialmente para el servicio turístico, esto debido a la baja en la demanda en ese sector.

Dentro de las etapas o fases de los proyectos de ingeniería distinguimos cinco tareas: gerencia, ingeniería, procura, construcción, operación y mantenimiento. El presente informe pretende cubrir lo concerniente a la **etapa de ingeniería**; esto comprende todo lo relacionado con las siguientes actividades:

- Ingeniería conceptual.
- Ingeniería básica.
- Ingeniería detallada.
- Expediente técnico.
- Estudios de comparación de alternativas de diseño para la adopción.
- Selección de equipos, tecnologías, y similares para la decisión del proyecto.
- La culminación del presente proyecto implica la entrega de planos definitivos para el área de producción.

1.3 OBJETIVOS

- Diseñar la estructura principal de una carrocería tipo ómnibus de transporte urbano de 42 pasajeros de capacidad sobre chasis marca Agrale de fabricación brasilera, modelo MA 8.5-EURO II D.E.E 4200 con motor Cummin's B5.9.
- Cubrir un stock de 20 unidades de chasis remanentes destinados inicialmente para el servicio turístico de pasajeros; esto debido a la baja en la demanda en ese sector.

CAPÍTULO II

GENERALIDADES

2.1 BUS DE TRANSPORTE URBANO

Se define como la unidad automotriz destinada al servicio de transporte público de pasajeros, el cual se fabrica de acuerdo a normativas técnicas y reglamentación legal vigentes; estableciendo de esta manera los requisitos mínimos para el carrozado de buses de transporte urbano, teniendo en cuenta las condiciones mínimas de seguridad y comodidad para los pasajeros y la tripulación.

Dentro de la reglamentación vigente podemos mencionar:

DS-058-2003-MTC: Reglamento Nacional de Vehículos.

NTP 383.071:2008: Carrozado de Ómnibus Destinado al Servicio Urbano de pasajeros.

NTP 383.070:2006: Carrozado de Ómnibus Destinado al Servicio Interprovincial e Internacional de pasajeros.

RD N° 4848-2006-MTC/15: Clasificación Vehicular y Estandarización de Características Registrables Vehiculares.

Los buses urbanos están diseñados para circular en ciudades y poblados, por ello carecen de compartimentos amplios para equipaje, incluyen asientos fijos, pasamanería y vestíbulos, cuentan con puertas de ascenso y de descenso entre otras características.



Figura 2.1.- Bus de transporte de pasajeros.

2.2 ESTRUCTURA DEL BUS

La carrocería en un bus de pasajeros, consta de una estructura multi tubular de perfiles de acero unidos por medio de soldadura, la cual se configura a través de módulos; es decir mediante matrices. Los forros interiores y exteriores, constan de piezas de fibra de vidrio de cierto espesor las cuales le darán el diseño particular de la marca y modelo del ómnibus. Por fuera, la carrocería consta de lienzos de lámina en calibres diferentes con diversas características de acabado para un adecuado anclaje de la pintura.

Hoy en día los adhesivos elásticos han desplazado al método tradicional de remachado en la unión de forros y cristales, puesto que tienen la ventaja de absorber las vibraciones y torsiones en la carrocería, de abatir costos y pesos en el armado, de evitar debilitamiento y filtraciones de agua y polvo al interior y de darle un mejor acabado estético al autobús.

Estructura Principal para Carrozado

Se considera como estructura principal, aquel conjunto necesario que conforma el cuerpo del bus y sobre el cual se montan los diversos componentes, llámense bodegas, puertas, ventanas, parabrisas, fibras, forros laterales, etc.

La estructura principal para el bus urbano está conformada por:

- **Estructura de Piso**

Estructura primaria, compuesta por los durmientes (perfiles tubulares rectangulares) y canales C (planchas dobladas), la cual se sujeta al bastidor del chasis mediante las placas anclaje.

El arreglo de la estructura de los durmientes se determina a fin de absorber las cargas producidas por el peso de los pasajeros y en consecuencia por la operación de la unidad. Estos durmientes, poseen refuerzos en las zonas de mayor criticidad.

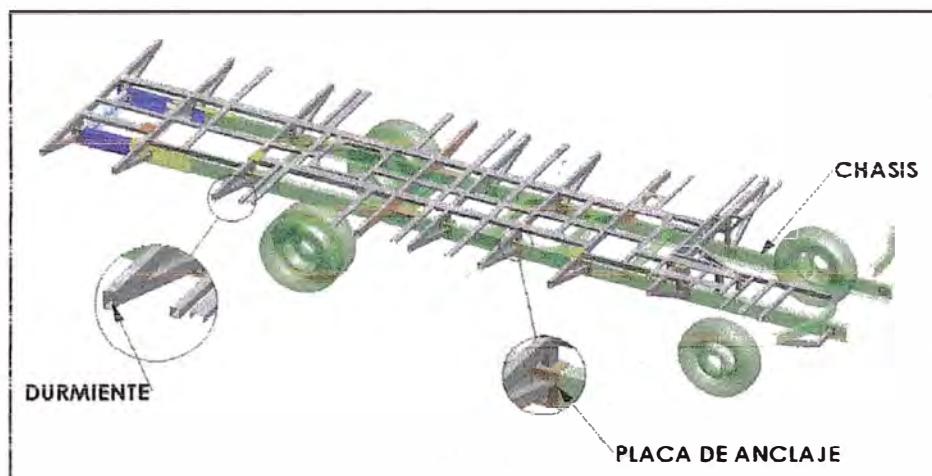


Figura 2.2.- Estructura de piso, durmientes y placas de anclaje.

- **Estructuras Laterales**

Estructura amarrada a ambos lados de la estructura del piso, el cual delimita el ancho del bus.

En las estructuras laterales se define la ubicación de los vanos para la ubicación de puertas, ventanas, filtro de aire, porta-llanta de repuesto, batería, acceso al tanque de combustible, entre otros

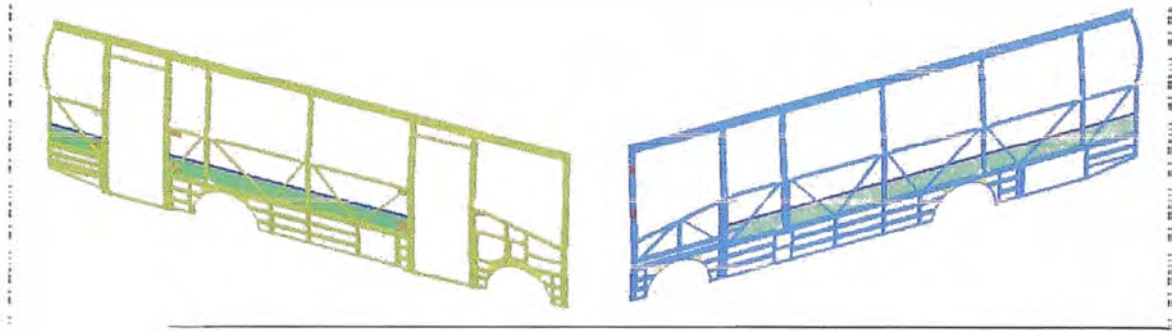


Figura 2.3 - Estructuras laterales, derecha e izquierda.

Estructura del Techo

Estructura superior del bus; compuesta por arcos (perfiles tubulares rectangulares), placas y canales; la cual descansa sobre la parte superior de las estructuras laterales. Esta estructura está preparada de modo tal que puedan alojarse las llamadas claraboyas o ventilas de techo, así también incluyen los soportes para los pasamanos.

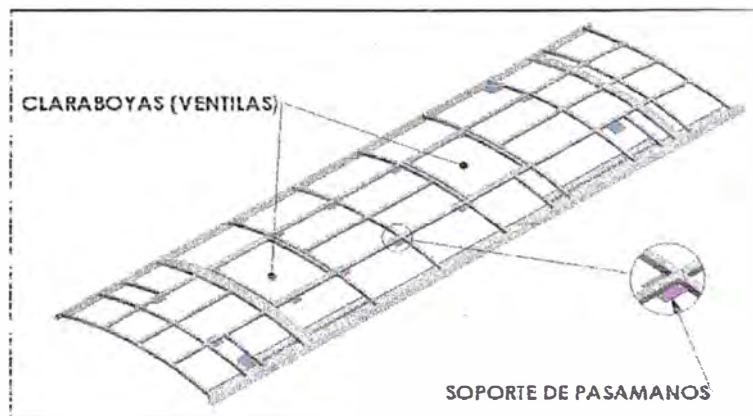


Figura 2.4.- Estructura de techo, claraboyas y soportes para pasamanos.

- **Estructura Posterior**

Estructura situada en la parte posterior, la cual sujeta los elementos ubicados en esa y sobre el cual se apoya la fibra y el parachoques posterior. Así también aloja a la ventana posterior (llamado vigía).

- **Estructura Frontal**

Estructura situada en la parte delantera, la cual sujeta los elementos ubicados en esa; tales como: vidrio para-brisa, rejilla de admisión frontal, faros delanteros, letrero de ruta, espejo retrovisor, etc.

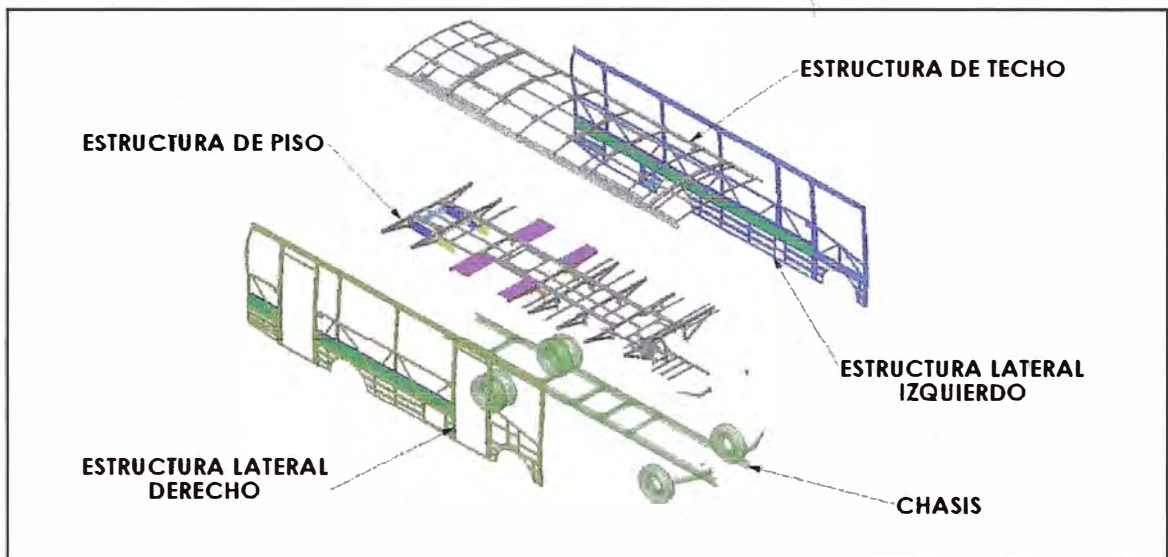


Figura 2.5.- Disposición de componentes en la estructura principal.

Chasis

Estructura donde se sujetan las suspensiones de un vehículo y soporta a la carrocería. Antiguamente el chasis se fabricaba de forma independiente de la carrocería en los automóviles, aunque este sistema se sigue utilizando en los vehículos industriales y en los todos terrenos. En la actualidad el chasis está integrado en las denominadas carrocerías autoportantes. El chasis también tiene

que soportar al motor y al sistema de transmisión. El chasis suele estar formado por dos largueros longitudinales y por varios travesaños para sujetarlos y aportar rigidez al conjunto.

En líneas generales el chasis comprende de lo siguiente:

- El bastidor, que es la estructura metálica en la que se colocan todos los componentes del chasis.
- La transmisión del esfuerzo hacia el giro de la volante del motor hasta las ruedas motrices.
- La suspensión, es el alcance elástico entre el bastidor con su carrocería y las ruedas apoyadas sobre el piso.
- La dirección, formada por el conjunto de elementos y mecanismos para conseguir que el automóvil correctamente según la trayectoria deseada.
- Los frenos, encargados de disminuir la velocidad o detener el vehículo.
- Las llantas, cuya rotación forzada por el motor a través de la transmisión y por su frotamiento con el suelo, producen el desplazamiento del vehículo.

Bastidor

Es el armazón metálico sobre el que se montan y relacionan todos los elementos del automóvil; carrocería, motor y suspensión.

Elementos del Bastidor

- Largueros: Por lo general posee dos.
- Travesaños: por lo general poseen cinco.

Tipos de Largueros

- Forma de H.
- Forma de U.
- Forma de C.
- Forma de S.

- Forma de L.
- Forma de X.

Características del Bastidor

- Está compuesto por dos largueros.
- Esta compuestos por travesaños.
- Debe ser rígido.
- Posee orificios en los largueros.
- Posee distintas formas.
- Se le pueden adaptar distintas carrocerías.
- Sus uniones son por medio de pernos, planchas metálicas o por soldadura de arco-eléctrico.

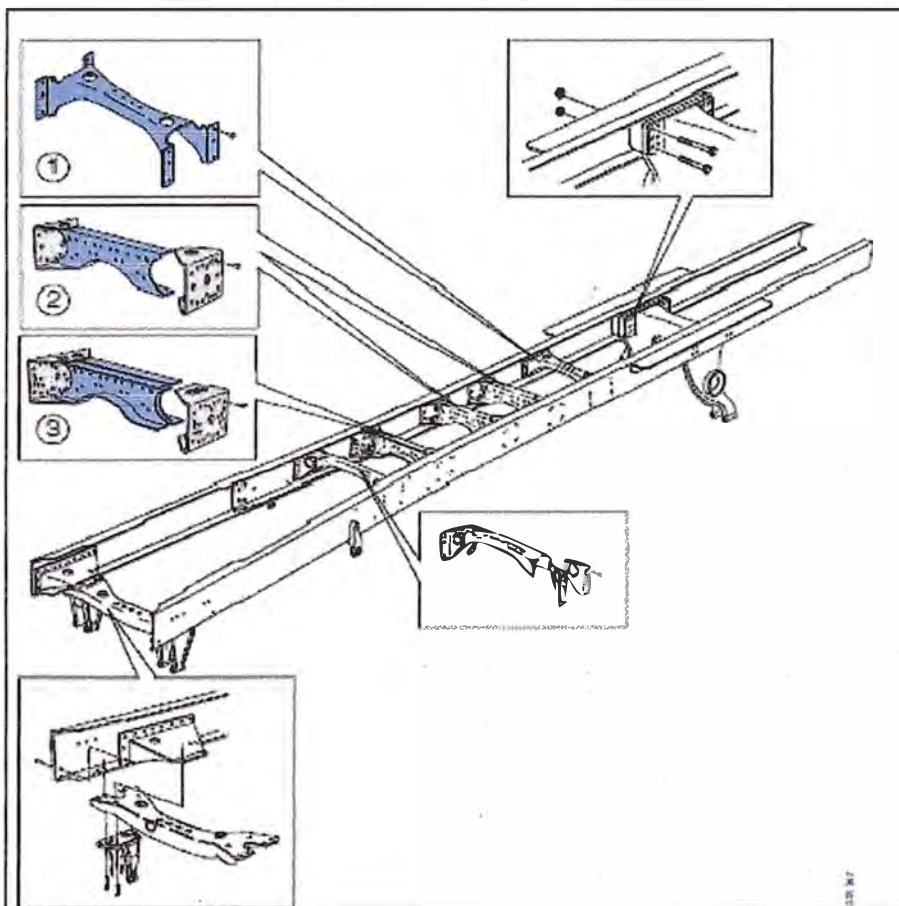


Figura 2.6 – Ejemplo de diseño del travesaño y ubicación en el bastidor del chasis.

Los tipos de Chasis comercializado para buses de servicio urbano e interprovincial son:

- **Chasis Independiente para servicio Urbano.-** Cuenta con chasis tipo escalera; de motor ya sea delantero, trasero o en algunos casos central.
- **Chasis Araña para uso Urbano o también Escolar.-** Es un chasis tipo escalera, con motor delantero, ya que incluye defensa, cofre, pared de fuego, clúster y parte del piso delantero.
- **Chasis Autoportante para servicio Interprovincial y Urbano.-** Montado en un chasis de plataforma o Autoportante, el cual en el servicio interprovincial se separa para estructurar el compartimiento de equipaje, por lo que incluyen piso elevado de asiento. Para el servicio urbano, es un chasis que al ser carrozado el piso de asientos es bajo, por lo que no incluye estribos de ascenso y descenso. Este tipo de chasis incluye motor trasero y dirección en la parte frontal.
- **Chasis Integral para servicio Interprovincial.-** Es un chasis en sección en "C", el cual se separa también para adoptarle compartimentos de equipaje amplios y de lado a lado, es de piso elevado con motor trasero y dirección delantera.

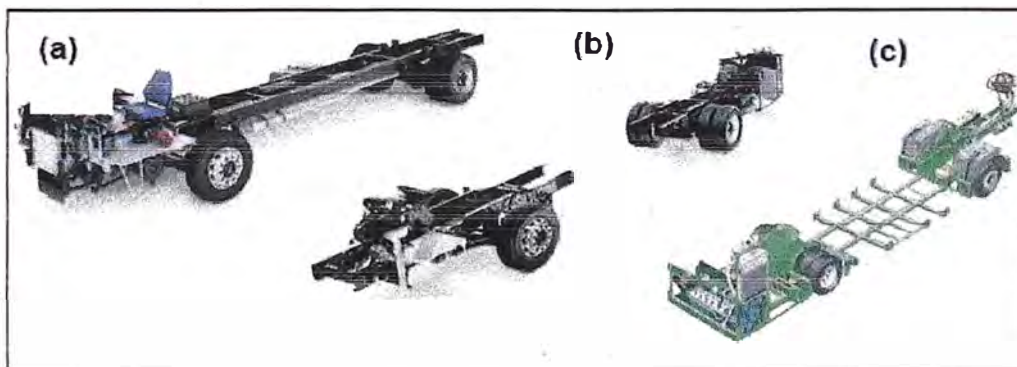


Figura 2.7 – Tipos de chasis. (a) Independiente, motor delantero; (b) Integral, motor posterior; (c) autoportante.

En nuestro caso el bus urbano se carroza sobre un **chasis tipo independiente**, marca Agrale de fabricación brasilera, modelo, MA 8.5-EURO II D.E.E 4200 con motor delantero Cummin's B5.9.

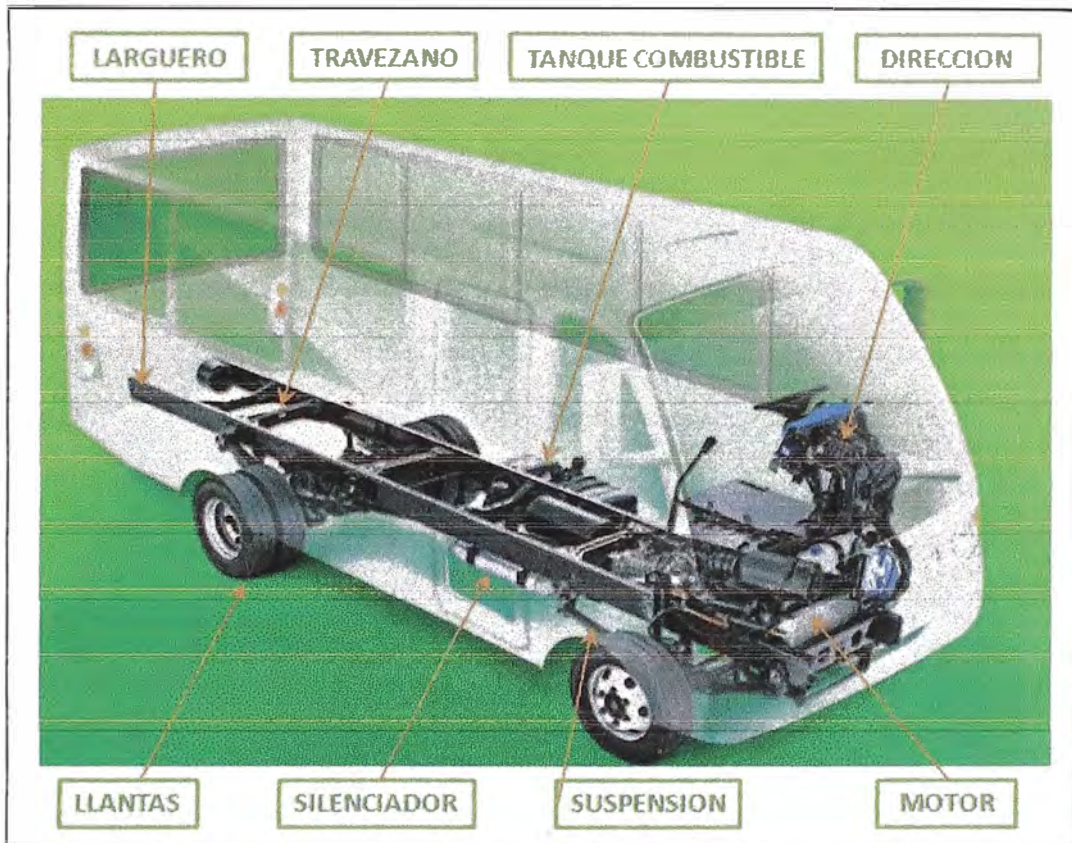


Figura 2.8 – Chasis independiente y algunos componentes sobre él.

2.3 MODELADO DE COMPONENTES 3D

- **CAD (Computer Aided Design)**

Terminología en ingles o Diseño Asistido por Computadora en español. En conjunto, son técnicas que permiten a los diseñadores, arquitectos, ingenieros, etc., utilizar en su trabajo herramientas informáticas para acortar los tiempos necesarios en el diseño de productos. El CAD se ha extendido en los últimos años de manera

considerable, principalmente por el abaratamiento de los programas y el incremento de la potencia de los ordenadores personales. Un buen programa CAD puede suponer un importante ahorro de trabajo al diseñador, que puede observar, en tiempo real, cómo afectan pequeños cambios a la estructura global del objeto a diseñar. El CAD facilita la labor de diseño y de cálculo estructural, aportando también información sobre los materiales a utilizar, etc.

Estas herramientas se pueden dividir básicamente en programas de dibujo en dos dimensiones (2D) y modeladores en tres dimensiones (3D). Las herramientas de dibujo en 2D se basan en entidades geométricas vectoriales como puntos, líneas, arcos y polígonos, con las que se puede operar a través de una interfaz gráfica. Los modeladores en 3D añaden superficies y sólidos.

Tabla 2.1 – Listado de los principales softwares usados en el diseño mecánico.

MARCA	FABRICANTE
AutoCAD Mechanical Desktop	AutoDesk
SolidWork	SolidWorks Corp.- Dassault Systemes
Algor	AutoDesk
IronCAD	3D/EYE, Inc
CATIA	Dassault Systemes
Inventor	AutoDesk
Pro/Engineer	PTC Corporation (Massachusetts)
Solid Edge	Siemens AG
ANSYS	Swanson Analysis Systems, Inc

- **Modelado Tridimensional**

La modelación de sólidos tridimensionales (formato 3D) en el computador se ha hecho indispensable en el campo de la fabricación moderna. En la actualidad la información se da en forma globalizada, se vive en alta competitividad y no se

conoce los límites del avance de la tecnología, por eso es necesario aumentar la capacidad productiva y el rendimiento de los equipos de diseño; por lo que las nuevas versiones de los softwares relacionados con la tecnología CAD presentan las siguientes potencialidades:

- Capacidades de diseño 3D en forma más rápida y en aplicaciones directas (visualización, renderización, secciones, vistas auxiliares, operaciones booleanas, etc.).
- Ensamble de piezas (unión de piezas bajo ciertas condiciones de posición).
- Asociatividad de los dibujos elaborados en 2D y 3D.
- Desarrollo de piezas y sistemas virtuales (permite en muchos casos eliminar los prototipos físicos).
- Diseño compartido a través de redes (Intranet e Internet).
- Ingeniería concurrente (trabajo con objetos virtuales en todas las etapas del proyecto).
- Arquitectura abierta del software (posibilidad de personalizar y generar programas complementarios).
- Ingeniería inversa (obtener un modelo CAD a partir del palpado de una pieza real).
- Utilización de la cuarta dimensión espacio/tiempo (movimiento, animación y sonido).
- Desarrollo de aplicaciones con entornos orientados a objetos.
- Verificación de los diseños antes de la fabricación.

Los softwares CAD están tendiendo a integrarse con los sistemas CAE/CAM (ingeniería y manufactura asistida por computadora) de manera que formen parte de la automatización integrada en los procesos industriales y pasan a convertirse en un medio de gestión de acceso y control de la información.

Uno de los últimos avances significativos en los sistemas CAD/CAM es la introducción del diseño paramétrico y del diseño variacional, que permiten tener una base de datos única, de manera que toda la información de las piezas está constituida por una descripción informática unívoca y cualquier modificación que se introduzca conlleva una actualización en la base de datos.

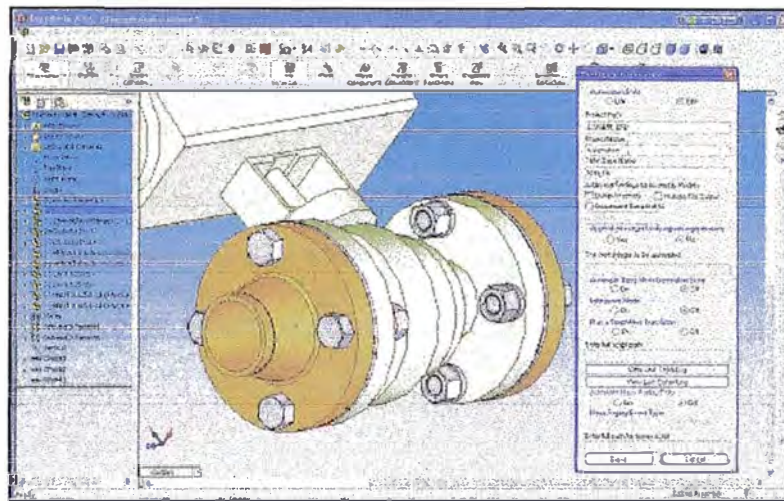


Figura 2.9 – Ejemplo de modelado en tres dimensiones (3D).

2.4 MÉTODO DE CÁLCULO POR ELEMENTOS FINITOS

El método de los elementos finitos (MEF en castellano o FEM en inglés) es un método numérico general para la aproximación de soluciones de ecuaciones diferenciales parciales muy utilizado en diversos problemas de ingeniería y física. El método de los elementos finitos es un método de aproximación de problemas continuos, de tal forma que:

- El continuo se divide en un número finito de partes, “elementos”, cuyo comportamiento se especifica mediante un número finito de parámetros asociados a ciertos puntos característicos denominados “nodos”. Estos nodos son los puntos de unión de cada elemento con sus adyacentes.

- La solución del problema dejan de ser funciones matemáticas y pasan a ser el valor de estas funciones en los nodos.
- El comportamiento en el interior de cada elemento queda definido a partir del comportamiento de los nodos mediante las adecuaciones “funciones de interpolación o funciones de forma”.

El MEF, por tanto, se basa en transformar un cuerpo de naturaleza continua en un modelo discreto aproximado, esta transformación se denomina discretización del modelo. El conocimiento de lo que sucede en el interior de este modelo del cuerpo aproximado, se obtiene mediante la interpolación de los valores conocidos en los nodos. Es por tanto una aproximación de los valores de una función a partir del conocimiento de un número determinado y finito de puntos.

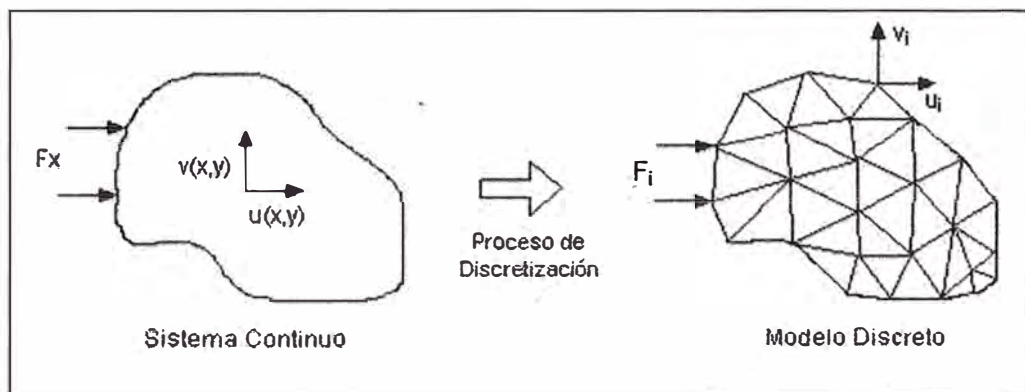


Figura 2.10 – Proceso de discretización o mallado.

Pasos a seguir en el cálculo MEF

Los programas para cálculo por elementos finitos disponen de tres módulos de trabajo:

Pre-procesador

Donde se prepara el modelo para el cálculo. En él se realizan las operaciones de:

- Dibujo del modelo o importación si se ha generado por medio de un sistema CAD que genere ficheros compatibles.
- Selección del tipo de elemento o elementos a emplear. En función del tipo de cálculo a realizar estos programas suelen disponer de diferentes tipos de elementos que son especiales para cada aplicación. Por ejemplo, suelen tener elementos especiales para cálculos de tensiones planas, tensiones 3D, análisis de fluidos, etc.
- Selección del material a emplear, que pueden obtenerse por librerías, o ser definidas por el usuario. Esto último es común cuando se emplean materiales de propiedades no lineales o anisotrópicos.
- Asignación de elemento y propiedades de materiales a los diferentes componentes del modelo.
- Mallado de los componentes del modelo.
- Aplicación de las cargas exteriores (puntuales, lineales o superficiales).
- Aplicación de las condiciones de contorno del modelo.

Calculador

Es la parte del programa que realiza todo el cálculo del MEF y genera las soluciones. Los pasos que sigue son los siguientes:

- Selección de tipo de cálculo a realizar, por ejemplo si es un análisis transitorio, en régimen armónico, estático, etc.
- Configuración de parámetros de cálculo. Selección de intervalos de tiempo, norma del error, número de iteraciones, etc.

- Inicio del cálculo. El programa empieza transfiriendo las cargas al modelo, genera las matrices de rigidez, realiza la triangulación de la matriz, resuelve el sistema de ecuaciones y genera la solución.

Post-procesador

Es la herramienta que permite la representación grafica de los resultados, así como resultados indirectos que se pueden obtener las soluciones del modelo.

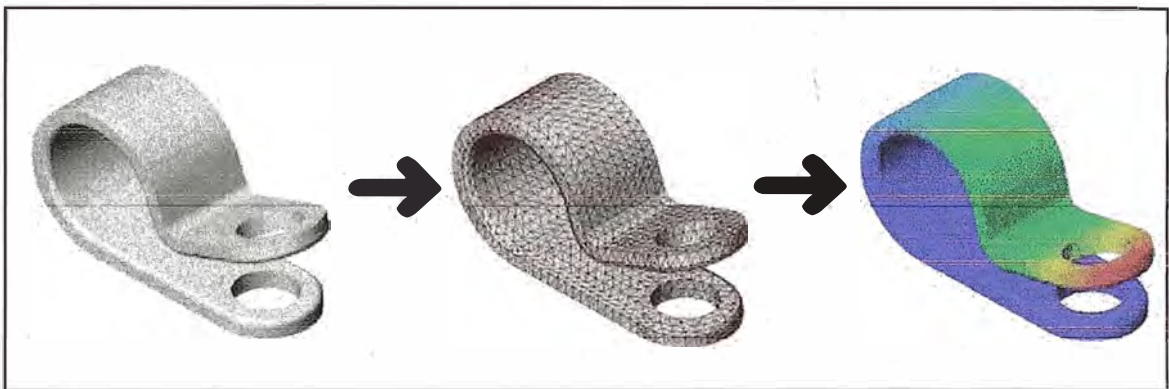


Figura 2.11 – Etapas de proceso de cálculo vía MEF.

2.5 MATERIALES USADOS PARA EL CARROZADO

Dentro de toda la gama de materiales usado para la fabricación de una unidad de transporte urbano, haremos énfasis en aquellos que conformen la estructura principal. Siendo así, tenemos:

Estructura

ASTM A-513. Tubos electrosoldados conformados en frío fabricados con acero al carbono laminado en frío (LAF), tienen sección, cuadrada o rectangular, de 1.5 y 2.0mm. Usados preferentemente en la conformación de los marcos del piso, laterales, techo, frontal y posterior.

- **ASTM A-36.** Tubos electro-soldados de 3.0mm. Los cuales son producidos a partir de bobinas de acero estructural ASTM A1011-02 Grado 36. Usados para reforzamiento del piso en las zonas más críticas, ubicados en los ejes.
- **ASTM A-569.** Planchas de aceros mayores a 3.0mm, fabricados por Laminación en Caliente (LAC). Usados preferentemente como bases para la sujeción de accesorios dentro del bus (canales de amarre para el piso, pasamanos, cinturón de seguridad, botadores de ventana, etc.).
- **ASTM A-366.** Planchas de acero menores a 3.0mm, fabricados por laminación en frío (LAF). Usados para la fabricación de partes complementarias sin mucha exigencia mecánica (canales de amarre para el piso, marcos de trampillas, pestanas para fijación de jebes, etc.).
- **ASTM A-526.** Planchas de acero galvanizado con espesores de 1/27" y 1/20". Usados para la fabricación de las estructuras de bodegas de batería, caja filtro de aire, forros de faldón, etc.)

Forro externo

- Planchas de acero JIS G3313 SECC.
- Planchas y bobina de aluminio AA3003 H14.
- Plástico reforzado con fibra de vidrio.
- Adhesivo estructural a base de poliuretano.

Protección anticorrosiva

- Desengrasado, desoxidado y fosfatizado.
- Electrozincado.
- Primer epoxi.
- Protector antigraña automotriz (undercoating).

Aislamiento termo acústico y sellado

- Poliestireno expandido.
- Espuma rígida de poliuretano.
- Adhesivo sellador a base de poliuretano.
- Cinta butílica elástica.

Ventanas

- Perfiles de aluminio extruido.
- Vidrios de seguridad según NTP 332.001: 1974 tipo AS-2.

Parabrisas

- Vidrios de seguridad según NTP 332.001: 1974 tipo AS-1.

Pintura

- Pintura sistema uretano a base de resina poliéster de última generación.
- Barniz de alto contenido de sólidos a base de resinas poliéster y acrílicas.

Acabado interno

- Asientos de polietileno inyectado.
- Pasamanos de acero recubiertos en plástico (encapsulado).
- Materiales de forrado y aislamiento cumplen normas de retardancia al fuego ISO-R 3795.

2.6 MÉTODOS DE ENSAMBLAJE Y UNIÓN

Se entiende por ensamblado la unión de las distintas piezas que forman una carrocería. En este aspecto, se distinguen tres tipos:

- Por soldadura.
- Por atornillado.
- Otros procedimientos.

Ensamblado por Soldadura Eléctrica

Proceso de soldadura MIG-MAG. Material de aporte AWS ER70S-6 - 0.8 mm. Gas 20% CO₂ – 80% Ar.

Para conseguir un sólido ensamblaje de las diferentes partes que consta la carrocería, la soldadura por arco eléctrico es el sistema más utilizado y más específicamente el proceso GMAW (MIG/MAG).

La soldadura GMAW (Gas Metal Arc Welding) o Soldadura MIG (Metal Inert Gas) es también conocida como Gas Arco Metal o MAG, donde un arco eléctrico es mantenido entre un alambre sólido que funciona como electrodo continuo y la pieza de trabajo. El arco y la soldadura fundida son protegidos por un chorro de gas inerte o activo. El proceso puede ser usado en la mayoría de los metales y la gama de alambres en diferentes aleaciones y aplicaciones es casi infinita.

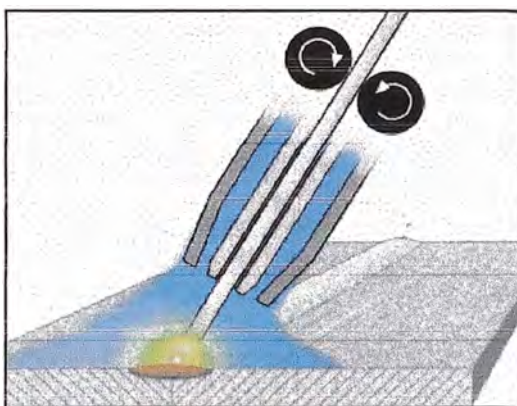


Figura 2.12 – Esquema del proceso de soldadura GMAW.

La soldadura MIG es inherentemente más productiva que la MMA (Soldadura de arco manual), donde las pérdidas de productividad ocurren cada vez que el soldador se detiene para reemplazar el electrodo consumido. En la soldadura de arco manual también es notable la pérdida cuando el restante del electrodo que es sujetado por el porta electrodo es tirado a la basura, en algunos casos es

reciclado. Por cada kilogramo de varilla de electrodo cubierto comprado, solamente alrededor del 65% es aprovechado como parte de la soldadura, el resto es tirado a la basura o solo en algunos casos reciclado. El uso de alambre sólido y el alambre tubular ha incrementado la eficiencia entre 80-95 % a los procesos de soldadura.

El proceso MIG opera en DC (corriente directa) usualmente con el alambre como electrodo positivo. Esto es conocido como "Polaridad Negativa" (reverse polarity), La "Polaridad Positiva" (straight polarity) es raramente usada por su poca transferencia de metal de aporte desde el alambre hacia la pieza de trabajo. Las corrientes de soldadura varían desde unos 50 Amperios hasta 600 Amperios en muchos casos en voltajes de 15V hasta 32V, un arco auto-estabilizado es obtenido con el uso de un sistema de fuente de poder de potencial constante (voltaje constante) y una alimentación constante del alambre.

Continuos desarrollos al proceso de soldadura MIG lo han convertido en un proceso aplicable a todos los metales comercialmente importantes como el acero, aluminio, acero inoxidable, cobre y algunos otros. Materiales por encima de 0.76 mm (.030-in) de espesor pueden ser soldados en cualquier posición, incluyendo "de piso", vertical y sobre cabeza.

Es muy simple escoger el equipo, el alambre o electrodo, el gas de la aplicación y las condiciones optimas para producir soldaduras de alta calidad a muy bajo costo.

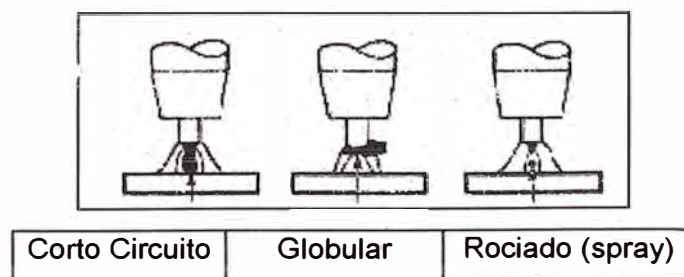


Figura 2.13 – Técnicas de soldadura MIG más empleadas.

El proceso básico MIG incluye tres técnicas muy distintas:

Transferencia por "Corto Circuito".

Transferencia "Globular".

Transferencia de "Arco Rociado (Spray Arc)".

Estas técnicas describen la manera en la cual el metal es transferido desde el alambre hasta la soldadura fundida.

En la transferencia por corto circuito, también conocido como "Arco Corto", "Transferencia espesa" y "Micro Wire", la transferencia del metal ocurre cuando un corto circuito eléctrico es establecido, esto ocurre cuando el metal en la punta del alambre hace contacto con la soldadura fundida.

En la transferencia por rociado (spray arc) diminutas gotas de metal fundido llamadas "Moltens" son arrancadas de la punta del alambre y proyectadas por la fuerza electromagnética hacia la soldadura fundida.

En la transferencia globular el proceso ocurre cuando las gotas del metal fundido son lo suficientemente grandes para caer por la influencia de la fuerza de gravedad.

Los factores que determinan la manera en que los metales son transferidos son la corriente de soldadura, el diámetro del alambre, la distancia del arco (voltaje), las características de la fuente de poder y el gas utilizado en el proceso.

La soldadura MIG es un proceso versátil, con el cual se puede depositar soldadura a un rango muy alto y en cualquier posición. El proceso es ampliamente usado en laminas de acero de bajo y mediano calibre de fabricación y sobre estructuras de aleación de aluminio particularmente donde existe un alto requerimiento de trabajo manual o trabajo de soldador.

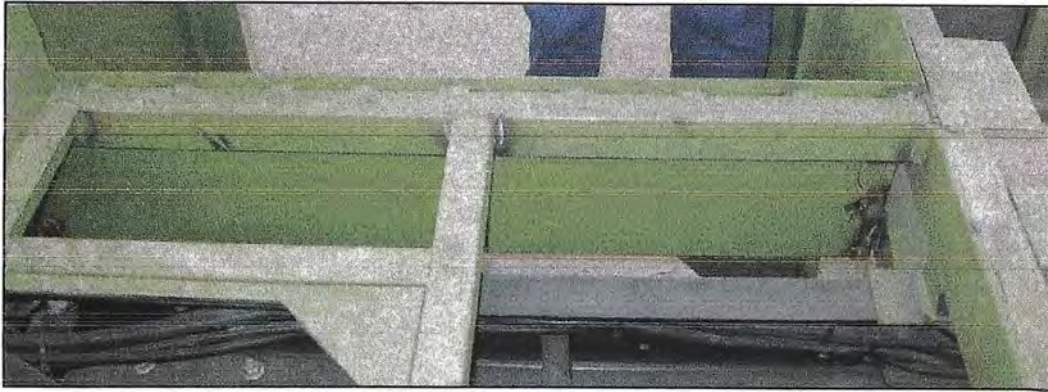


Figura 2.14 – Estructura amarrada vía soldadura MIG.

Ensamblado por Atornillado

Las piezas que no tienen un compromiso de rigidez manifiesta o que habitualmente pueden ser desmontadas se suelen montar a veces por medio de un atornillado con la otra plancha con la que se ajusta. También las puertas, al ser órganos móviles de la carrocería, se han de montar sobre bisagras, las cuales van atornilladas a los postes; y del mismo modo podemos hablar de las puertas de los demás compartimentos (porta llanta de repuesto, bodega de batería, filtro de aire, etc.). Así pues, también hay que considerar que existan piezas atornilladas sobre todo cuando éstas no ejercen una labor de resistencia en la carrocería.

Otro tipo de uniones del grupo a que nos estamos refiriendo se lleva a cabo con tornillos de paso estrecho pero provisto de grapas de sujeción. Las grapas pueden ser sencillas o dobles.

Dentro del terreno de las grapas de sujeción existe una gran variedad de las mismas sobre todo para sujetar piezas de tapicería y embellecedores, muchos de los cuales han de desmontarse algunas veces para tener acceso a algunos mecanismos interiores.



Figura 2.15 – Detalle del amarre del triplay con la estructura (vista inferior).

Otros procedimientos

- Remaches

Nos referimos al uso de remaches que se utiliza mucho en la fabricación de grandes carrocerías para autobuses y autocares, y también tiene su aplicación de diversas partes de la carrocería de los automóviles.

- Uniones engatilladas o plegadas

Permite unir los bordes de dos piezas de chapa doblándolos sobre si mismos una o dos veces. Se aplica generalmente, en chapas delgadas de un espesor 0,5 a 0,9 mm.

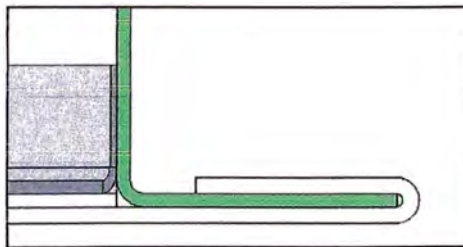


Figura 2.16 – Unión plegada aplicada al marco de una puerta de bodega.

La figura representa un plegado de bordes, en el que la unión se realiza con un único doblado (caso de paneles de puertas); y con la aplicación posterior de puntos de soldadura y/o adhesivos.

Uniones pegadas

Actualmente, es grande la aplicación de adhesivos en la carrocería de los buses, utilizándose con asiduidad en juntas de goma para proporcionar hermeticidad, guarnecidos de techos y puertas, paneles de revestimiento insonorizante, paneles exteriores, etc.

Entre las propiedades principales con que cuenta este tipo de unión se encuentran la afinidad para unir elementos heterogéneos, no altera ni deforma las chapas como hace la soldadura, ni las debilita como el remachado. Garantiza, además la hermeticidad de las juntas y reparte uniformemente los esfuerzos.

CAPÍTULO III

NECESIDAD DEL DISEÑO DE LA CARROCERÍA PARA BUSES DE TRANSPORTE URBANO

3.1 SITUACIÓN ACTUAL DEL SERVICIO DE TRANSPORTE URBANO

Actualmente el parque automotor de Lima metropolitana se encuentra conformado de la siguiente manera:

Tabla 3.1 – Estimado de número de vehículos por modelo en lima metropolitana.

TIPO DE UNIDAD	CANTIDAD
Automóvil	31 720 unidades
Ómnibus	3 631 unidades
Microbús	10 962 unidades
Camioneta Rural	11 281 unidades
Station Wagon	42 718 unidades
Otros	69 unidades
Total	100,381 unidades
<i>Edad Promedio de Antigüedad</i>	<i>14 años</i>

Fuente: Sistema Integrado de Transporte Urbano
Fecha: Marzo de 2008

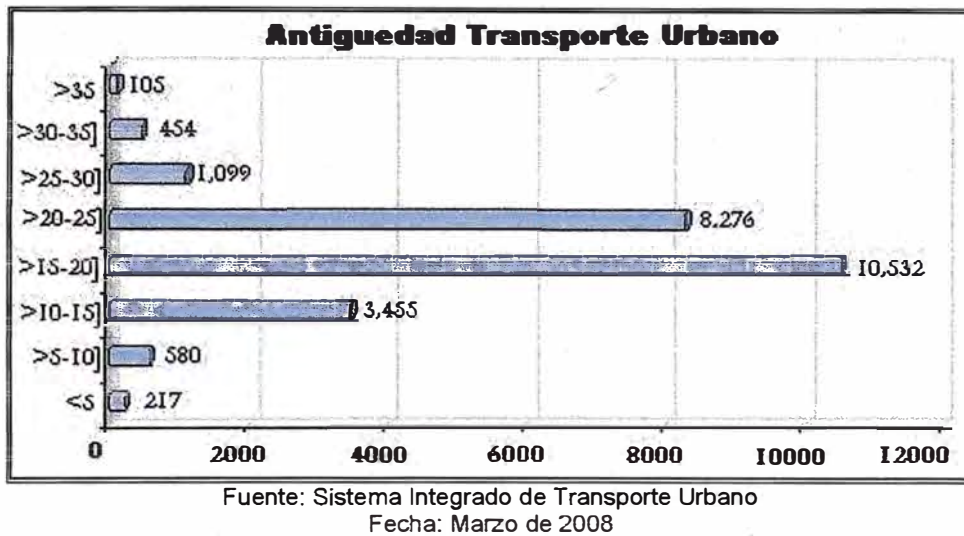


Figura 3.1 – Estadísticas sobre situación actual del transporte público.

Como podemos apreciar, la antigüedad promedio de las unidades de transporte que circulan por la ciudad es de 14 años. Las unidades que ingresen al servicio público de pasajeros en el país deberán tener un máximo de tres años de antigüedad, según lo dispone el nuevo Reglamento Nacional de Administración de Transportes aprobado por el ministerio del sector.

3.2 AUMENTO EN LA DEMANDA DE UNIDADES DE TRANSPORTE PÚBLICO

A continuación citaremos extractos capítulo 3 en su informe final del estudio realizado por el consorcio BCEOM-GMI-WSA con supervisión del MTC; con la finalidad determinar la problemática de transporte a nivel nacional. El estudio se conoce como Plan Intermodal de Transportes del Perú, con una proyección a 20 años.

“Las informaciones recogidas durante las encuestas de tránsito permiten obtener datos respecto al uso de los vehículos como se muestra a continuación.

- **Tasa de Ocupación de los Vehículos de Pasajeros**

En el Cuadro 3.11 apreciamos que entre las vías transversales se presenta en autos con una ocupación promedio de hasta 9.0 pasajeros/vehículo, ello se debe al transporte en la parte posterior de las autos station wagon, que se da en las carreteras "Tarapoto-Shanusi y Tarapoto-Picota.

La más alta ocupación en camionetas rurales se da en la Carretera Central en la estación Von Humbolt con 16 pasajeros/vehículo. En ómnibus, las encuestas del PIT, indican para la Carretera Panamericana una ocupación de máxima de 46 pasajeros/vehículo, siendo la mayor ocupación la obtenida en la Carretera Central y la Carretera Longitudinal de la Sierra Norte con 52.7 y 50.2 pasajeros/vehículo.

Cuadro 3.11 - Ocupación de los vehículos de pasajeros

Red Vial	Ocupación (pasajeros/vehículo)									
	Auto		Camioneta		CR		Micro		Ómnibus	
	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max
Carretera Panamericana Norte y Variantes (R 001N, R 001A, R 001B)	3,4	3,8	2,1	2,4	7,9	13,3	17,8	23,6	41,9	46,5
Carretera Panamericana Sur y Variante (R 001S, R 001SA)	3,0	4,7	2,3	4,0	5,3	11,7	16,7	21,6	27,6	46,2
Carretera Longitudinal de la Sierra Norte (R 003N)	3,4	3,9	1,8	2,1	10,1	14,0	24,0	25,6	36,1	50,2
Carretera Longitudinal de la Sierra Sur (R 003S)	4,3	4,8	3,4	4,3	10,6	11,0	20,2	21,6	38,2	38,2
Carretera Longitudinal de la Selva (R 005)	4,7	7,9	2,9	5,0	12,1	14,6	40,0		33,9	49,5
Carretera Central (R 020, R 016)	3,8	4,7	2,0	3,7	9,3	16,1	6,0	27,0	29,1	52,7
Carreteras Transversales Norte (R 002, R 004, R 006, R 010, R 014, R 018)	3,3	9,0	1,9	4,7	9,4	15,2	10,8	25,7	29,9	46,5
Carreteras Transversales Sur (R 022, R 024, R 026, R 028, R 036)	3,6	4,0	2,0	3,4	6,8	12,9	18,0	28,3	37,4	45,2
Carreteras Departamentales (02-102, 15-102, 08-107, 08-101, 08-100, 20-102)	3,3	4,9	1,8	2,6	9,7	12,9	19,6	26,6	30,4	38,2

El Cuadro 3.12 muestra los valores promedio obtenidos de la muestra no expandida.

Cuadro 3.12 - Ocupación promedio de los vehículos de pasajeros

Tipo de vehículo	Muestra	Nº de asientos	Nº de pasajeros Por vehículo	Tasa de ocupación (%)
Pick-up	4,527	2.85	2.95	104 %
Autos	25,271	5.35	4.05	76 %
Vehículos ligeros	29,798	5.06	3.92	77 %
Cam. rural	7,905	13.82	11.15	81 %
Micro + Ómnibus	10,160	50.97	45.71	89 %
<i>Tr. público</i>	<i>18,065</i>	<i>34.71</i>	<i>30.31</i>	<i>87 %</i>

- **Motivos de Viaje de los Pasajeros de Vehículos Ligeros**

Con relación a los motivos de viaje, el trabajo, en todos los Corredores viales, tiene la más alta participación, teniendo la carretera Longitudinal de la Sierra y la Carretera Marginal de la Selva, el mayor porcentaje y la menor dispersión como se puede ver en el Cuadro 3.13.

Cuadro 3.13 - Motivos de viaje de los pasajeros de vehículos ligeros

Red Vial	Motivo viaje (% Vlig).									
	Trabajo		Paseo		Otros		Turismo		Estudio	
	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max
Carretera Panamericana Norte y Variantes (R 001N, R 001A, R 001B)	62%	85%	11%	27%	3%	9%	1%	3%		1%
Carretera Panamericana Sur y Variante (R 001S, R 001SA)	40%	92%	6%	33%	1%	14%	1%	12%		1%
Carretera Longitudinal de la Sierra Norte (R 003N)	83%	87%	7%	14%	2%	5%	0%	1%		1%
Carretera Longitudinal de la Sierra Sur (R 003S)	85%	96%	2%	9%	1%	4%	0%	2%		
Carretera Longitudinal de la Selva (R 005)	89%	95%	2%	9%	1%	2%	0%	1%		1%
Carretera Central (R 020, R 016)	45%	98%	2%	41%	1%	11%	0%	2%		1%
Carreteras Transversales Norte (R 002, R 004, R 006, R 010, R 014, R 018)	66%	89%	6%	19%	3%	9%	1%	6%	1%	3%
Carreteras Transversales Sur (R 022, R 024, R 026, R 028, R 036)	50%	93%	2%	26%	2%	18%	0%	5%		
Carreteras Departamentales: (02-102, 15-102, 08-107, 08-101, 03-100, 20-102)	51%	67%	22%	39%	7%	12%	0%	3%		
Conjunto		74 %		17 %		7 %		3 %		1 %

- **Edad de los vehículos**

Vehículos ligeros:

- *menos de 6 años: 14 %*
- *6 a 10 años: 46 %*
- *11 a 24 años: 37 %*
- *más de 24 años: 3 %*
- *edad promedio: 11.4 años.*

Transporte público:

- *menos de 6 años: 19 %*
- *6 a 10 años: 26 %*
- *11 a 24 años: 54 %*
- *más de 24 años: 2 %*
- *edad promedio: 12.6 años.*

Camiones:

- *menos de 6 años: 4 %*
- *6 a 13 años: 49 %*
- *14 a 20 años: 27 %*
- *más de 20 años: 19 %*
- *edad promedio: 14.1 años"*

De lo citado, se hace aun más evidente la necesidad de renovar y en consecuencia existirá la necesidad de cubrir la demanda para el parque automotor y no solo a nivel de lima metropolitano, sino también a nivel nacional.

CAPÍTULO IV

PROCESO DE DISEÑO DE LA ESTRUCTURA DEL BUS

Para la planificación del proceso de diseño de este proyecto, haremos uso de la EDT: *Estructura de Desglose del Trabajo*.

- **Estructura de Desglose del Trabajo** (según PMBOK 3ra Ed.)

“La EDT organiza y define el alcance total del proyecto. La EDT subdivide el trabajo del proyecto en porciones de trabajo más pequeñas y fáciles de manejar, donde cada nivel descendente de la EDT representa una definición cada vez más detallada del trabajo del proyecto. El trabajo planificado comprendido dentro de los componentes de la EDT del nivel más bajo, denominados paquetes de trabajo, puede programarse, supervisarse, controlarse y estimarse sus costes”.

Aplicando este criterio, veremos que el proyecto no solo se centra en el aspecto del diseño en sí; pues reúne otras características previas como la gestión de recursos humanos e infraestructura, así como la documentación necesaria.

La *figura 4.1* muestra una de las formas de presentación para la EDT en el proceso del diseño de nuestro bus urbano.

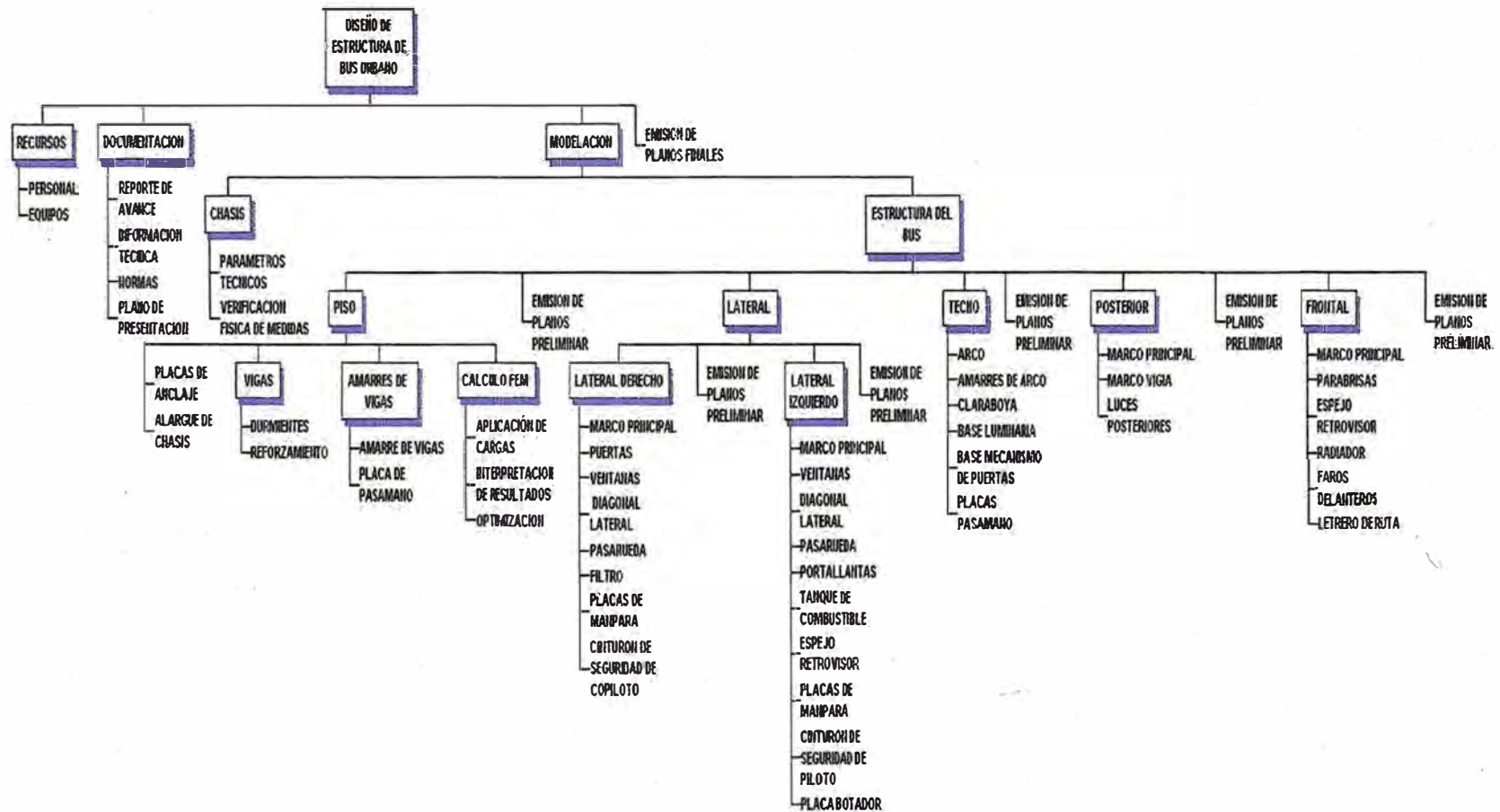


Figura 4.1– Estructura del desglose para el diseño de la estructura del bus

4.1 DETERMINACIÓN DE LA CAPACIDAD Y DIMENSIONES DEL BUS

4.1.1 Capacidad de carga

Previamente definamos algunos términos, descritos en el Reglamento Nacional de Vehículos (DS-058-2003-MTC).

- **Capacidad de Carga:** Carga máxima permitida que puede transportar un vehículo sin que exceda el Peso Bruto Vehicular.
- **Peso bruto vehicular (PBV):** Peso neto (Tara) del vehículo más la capacidad de carga.
- **Peso neto (Tara):** Peso del vehículo en orden de marcha, sin incluir la carga o pasajeros (incluye el peso del combustible con los tanques llenos, herramientas y rueda(s) de repuesto)

Visto esto, notamos que el limitante para la determinación de la capacidad del bus esta dado por la capacidad de carga máxima que proporciona el fabricante del chasis, y es a partir de este punto que nos limitamos en el peso de carrocería (estructura y componentes de acabados) y en el número máximo de pasajeros a transportar.

La siguiente tabla muestra las características referidas a estos aspectos del chasis.

Tabla 4.1 – Pesos y capacidades para el chasis Agrale MA 8.5-EURO II, d.e.e. 4200, motor Cummin's B5.9

PESOS Y CAPACIDADES		
Peso en el eje delantero a vacío sin carrocería		1530 kg
Peso en el eje trasero a vacío sin carrocería		985 kg
Peso vacío		2515 kg
Carga máxima	Eje delantero	3200 kg
	Eje posterior	5500 kg
Peso bruto total PBT		8500 kg
Tanque de combustible		150 litros

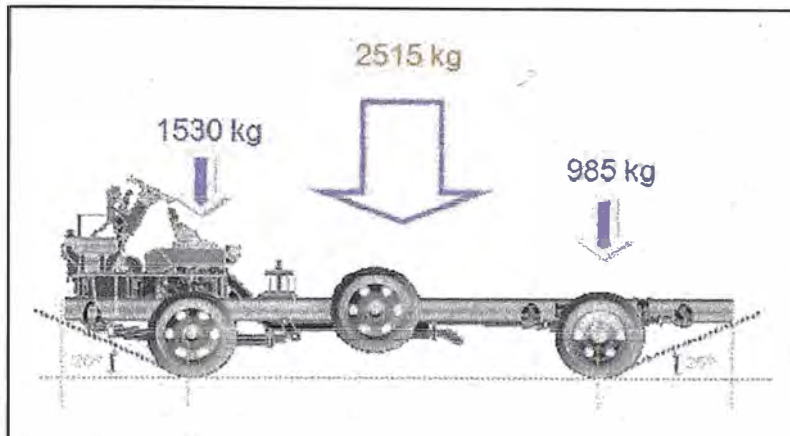


Figura 4.2 – Distribución de cargas sobre el chasis por eje en vacío.

4.1.2 Dimensionamiento Preliminar del Bus

El dimensionamiento de la estructura principal del bus parte del diseño tentativo del bus acabado; el cual se basa en la consideración de los siguientes puntos:

Características geométricas del diseño del chasis Agrale MA 8.5-EURO II.

Norma técnica peruana referida al carrozado de buses para el transporte urbano de pasajeros (NTP 383.071:2008)

Reglamento Nacional de Vehículos (DS-058-2003-MTC).

Instrucciones para Carrozado sobre CHASI AGRALE.

Antecedentes sobre otros diseños.

A solicitud de área comercial y/o gerencia general.

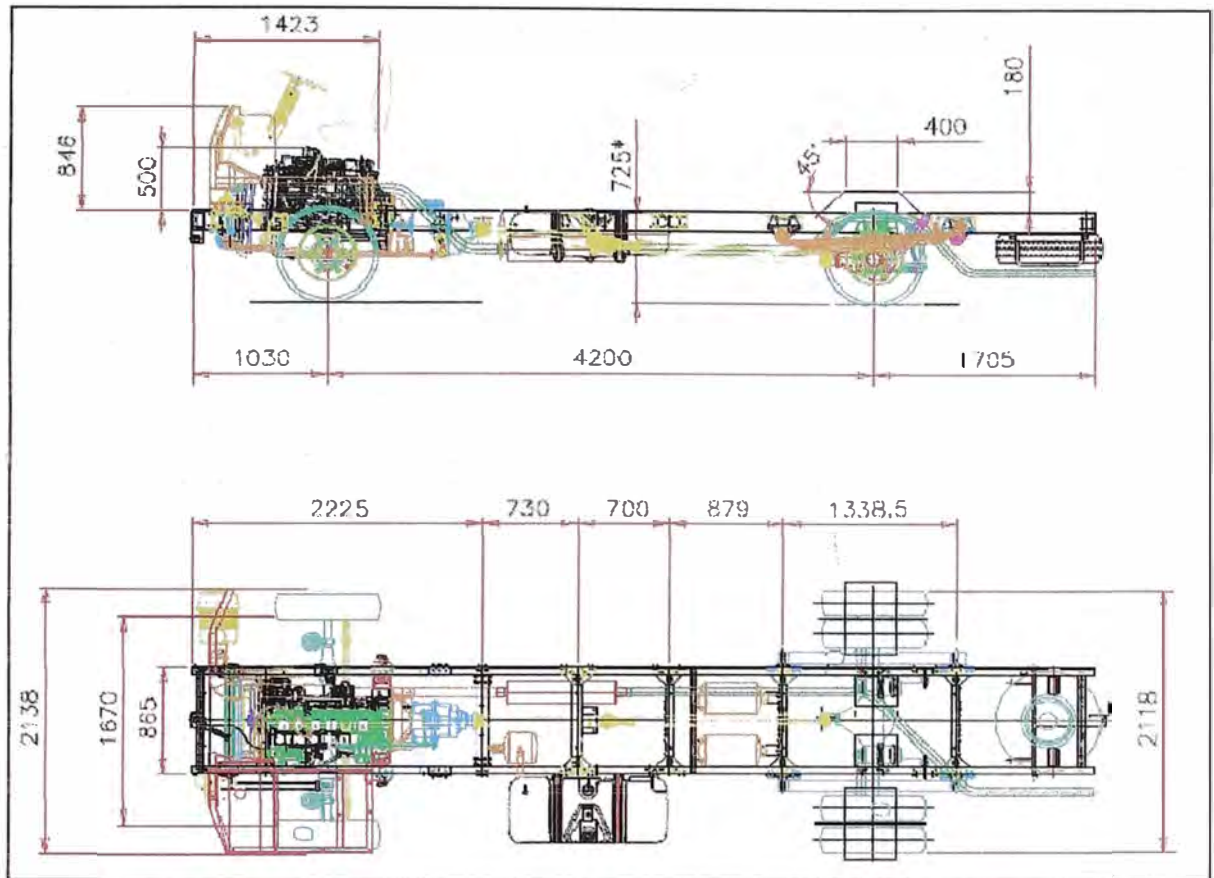
Chasis Agrale MA 8.5 – EURO II d.e.e. 4200

El fabricante Agrale proporciona el plano del chasis con el dimensionamiento necesario y ubicación de sus partes principales, *Figura 4.4*. Con esta información se determina de manera aproximada la longitud final del bus; así como el diseño y ubicación de los componentes iniciales para la fijación de la estructura sobre el bastidor, tales como:

- Placas de anclaje sobre el chasis.
- Extensión posterior y respectivos refuerzos.
- Durmientes
- Puerta delantera y posterior
- Eñtribos delantero y posterior
- Cubiertas de llantas
- Ubicación para los compartimentos de inspección de la caja de cambios, caja de transmisión, indicador del tanque de combustible.
- Ubicación para la llanta de repuesto.
- Altura de piso del bus respecto de la pista.
- Tamaño de la cabina de conductor.
- Ancho máximo del bus.



Figura 4.3 – Chasis Agrale MA 8.5-EURO II D.E.E 4200 con motor Cummin's B5.9.



Fuente: Fabricante chasis Agrale - Brasil
Fecha: Abril de 2005

Figura 4.4 – Principales medidas y disposición de los componentes sobre el chasis.

Norma de Carrozado de Buses para Transporte Urbano

Para efectos del diseño en esta etapa, la norma hace referencia a la estructura en el punto 8: *Características de la Carrocería*.

Por otra parte, y más adelante, la validación del diseño del conjunto (piso, laterales y techo) tomará como referencia la norma para el carrozado de ómnibus destinados al servicio interprovincial e internacional de pasajeros: NTP 383.070:2006, punto 9.4: *Condiciones de Resistencia*.

Tabla 4.2 – Comparación de la norma vigente versus medidas del bus.

CARACTERÍSTICA	PUNTO DE LA NORMA	MEDIDA EN BUS
Longitud máxima	8.2.1	8390 mm
Ancho máximo	8.2.2	2400 mm
Altura total máxima	8.2.3	3060 mm
Altura máxima de piso	8.2.5	892 mm
Voladizo posterior	8.2.7	2934 mm
Ángulos de entrada mínimo	8.2.11	22°
Ángulos de salida mínimo	8.2.11	10°
Capacidad Pasajeros parados	6.1	14 pasajeros

Cada uno de los puntos descritos en la tabla anterior está acorde con el Reglamento Nacional de Vehículos, en la parte del Anexo IV: Pesos y Medidas.

Bajo estas consideraciones se obtiene el siguiente diseño preliminar para la unidad (o plano de presentación).

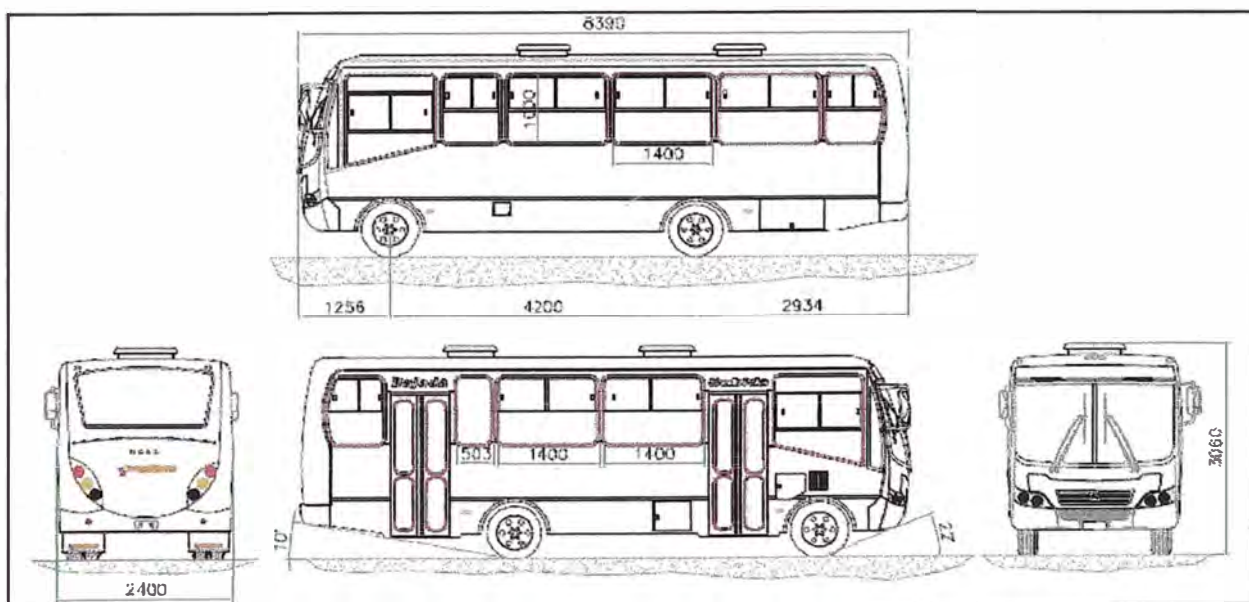


Figura 4.5 – Plano de presentación para el bus urbano en proceso de diseño.

4.2 DISEÑO DE LA ESTRUCTURA

Una vez definidas las dimensiones exteriores del bus (medidas guía), se procede a elaborar un arreglo para la cada una de las estructuras principales, en el siguiente orden:

- Estructura del piso.
- Estructura lateral derecho.
- Estructura lateral izquierdo.
- Estructura del techo.
- Estructura frontal.
- Estructura posterior

Sin embargo; el arreglo para cada uno de estos componentes no está desvinculado uno del otro. La interacción del diseño para definir las completamente es una constante verificación de medidas entre ellas, adaptación de elementos comunes (pasamanos, estribos, puertas, etc.), elementos de la etapa del acabados (forros exteriores, cinturón de seguridad, cableado, etc.), piezas ya estandarizadas (placas de sujeción, base para asientos, tapas para tanque de combustible, fibras de vidrio, etc.)

Los materiales a ser usados son los mismos que se aplicaron para la fabricación de los diseños anteriores; esto debido a que ya se cuenta con una base de costos y una cartera de proveedores.

Tabla 4.3 – Cuadro de resumen de los materiales usados en el diseño de la estructura del bus.

ESTRUCTURAS	CARACTERÍSTICA		
	SECCIÓN	NORMA	DENOMINACIÓN
PISO	1.5x1"x1"	ASTM A-513	Tubo acero LAF
	2x40x40		
	2x40x60		
	2x40x80		
	C 2x30x60x30	ASTM A-366	Plancha acero LAF
	C 2x40x100x40		
	L 6x60x120	ASTM A-569	Plancha acero LAC
	C 6x70x183x70		
	C 6x75x170x75		
	6x90x100		
3x140x800			
LATERALES	1.5x1"x1"	ASTM A-513	Tubo acero LAF
	1.5x1 ¼"x1 ¼"		
	2x40x40		
	2x40x60		
	2x40x80		
	C 0.9x30x60x30	ASTM A-526	Plancha acero Galv.
	L 2x33x53	ASTM A-366	Plancha acero LAF
TECHO	1.5x40x40	ASTM A-513	Tubo acero LAF
	C 0.9x20x80	ASTM A-526	Plancha acero Galv.
	3/16"x125x125	ASTM A-569	Plancha acero LAC
	C 3x25x140x25		
	6x50x120		
FRONTAL Y POSTERIOR	1.5x1 ¼"x1 ¼"	ASTM A-513	Tubo acero LAF
	2x40x40		
	2x40x60		
	4.5x130x150	ASTM A-569	Plancha acero LAC
	3x80x100		

○ Ver especificaciones mecánicas en los Anexos.

4.2.1 Estructura del Piso

Tomando en consideración los puntos antes mencionados, se procede a distribuir los durmientes en función de las características del chasis y haciendo énfasis en reforzar las zonas de mayor impacto: los ejes y la extensión del bastidor. Además se deberá prever lo siguiente:

- Ubicación de puertas y estribos.
- Compartimentos para acceso al motor.
- Compartimentos para la batería.
- Compartimentos de inspección para la caja de transmisión.
- Compartimentos de inspección para la caja de cambios.
- Compartimentos de inspección para el indicador del tanque de combustible.
- Compartimentos para la caja de ruedas, para la plena libertad de movimiento de las ruedas, así como para su adecuada refrigeración.
- Elementos para la fijación del forrado del piso (triplay fenólico).
- Elementos para la fijación de los asientos.
- Elementos para la fijación de los pasamanos.

4.2.1.1 Arreglo Primario de la Estructura

La *figura 4.6* muestra la disposición de los diferentes elementos sobre el chasis MA 8.5 EURO II; descritos en el punto 4.2.1. Note que la disposición de refuerzo en los ejes delantero y posterior la determinan dos (02) durmientes a cada extremo, que adicionalmente se deberán reforzar por medio de placas y/o canales, ya que estas zonas son las que soportan mayor concentración de esfuerzos (punto 9.6, Instrucciones para Encarrozamiento Agrale)

Del mismo modo la extensión del chasis (parte posterior) posee un conjunto de placas para refuerzos (punto 9.8, Instrucciones para Encarrozamiento Agrale).

La estructura del piso se fija al bastidor mediante elementos de anclaje (placas diseñadas) y no de manera directa, debido a lo disimiles que son el material del chasis (LNE 38) y el material de los durmientes (ASTM A-513).

Los durmientes se amarran unos con otros mediante un arreglo estructural de canales y tubos metálicos dispuestos según 4.2.1.

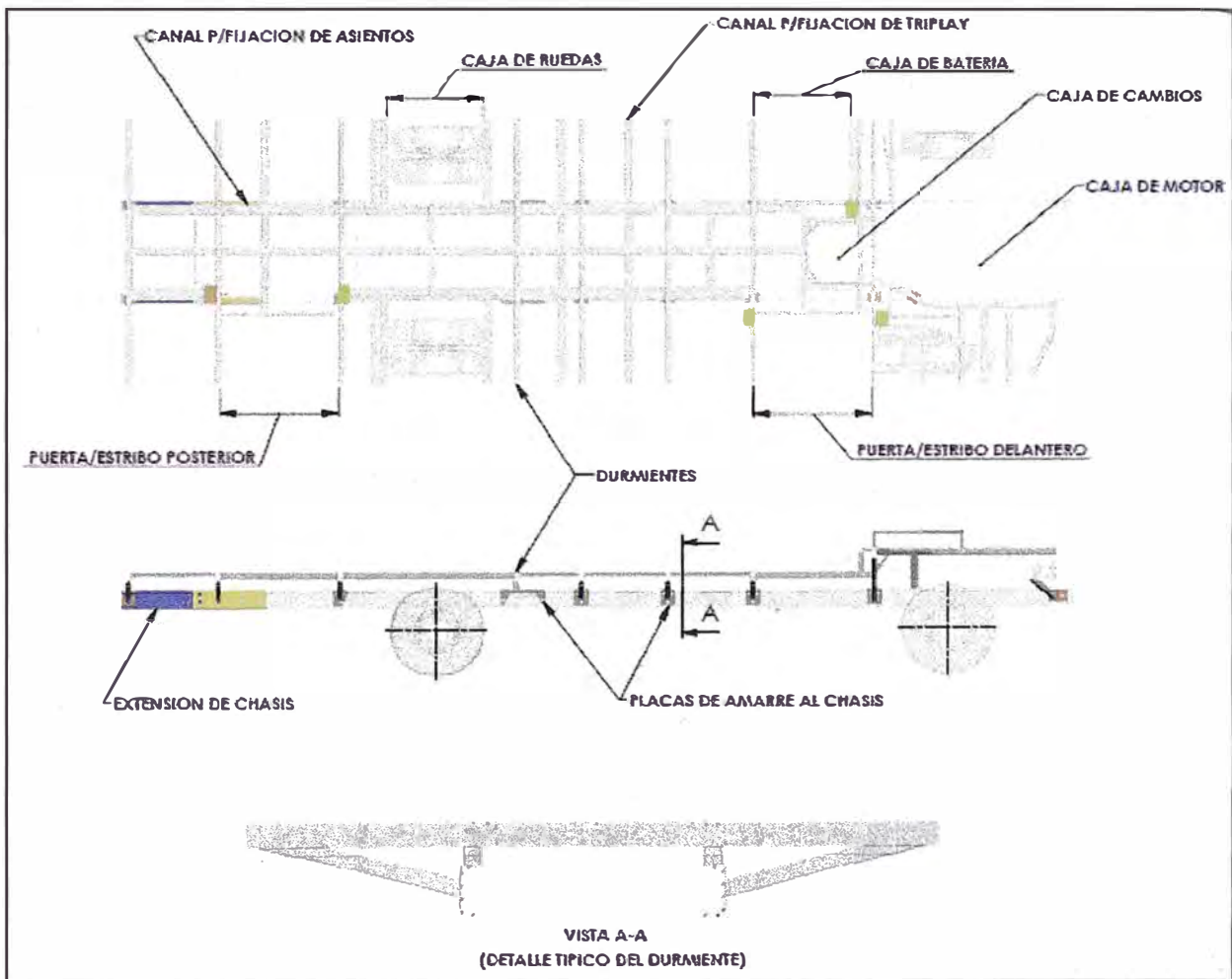


Figura 4.6 – Disposición de los diferentes elementos de la estructura del piso sobre el chasis MA 8.5 EURO II

4.2.1.2 Aplicación de Cargas y Restricciones

El análisis de la estructura del piso se realizó teniendo las siguientes consideraciones (ver *figura 4.7*):

- Tipo de análisis: Estático.
- La aplicación de las cargas sobre los durmientes debido al efecto de los pasajeros, asientos (base y estructura) y forros (triplay fenólico).
- Los demás componentes se consideran como elementos de amarre (canales, tubos).
- Se representa un amarre lateral a fin de simular el efecto de los demás componentes sobre el piso.
- La restricción será fija sobre los largueros en las zonas donde se encuentran los soportes de muelles, lo que implica 8 fijaciones.
- Se considera el efecto del peso del propio piso.

Estimación de las cargas actuantes debido a:

- **Triplay Fenólico**

CARACTERÍSTICA	VALOR	REF.
Densidad	0.6 gr/cm ³	Fabricante
Espesor	18 mm	
Área total	14.3 m ²	Diseño
		W_{TF} = 155 kg

- **Cantidad de Pasajeros**

CARACTERÍSTICA	VALOR	REF.
Pasajeros sentados	28	Diseño
Pasajeros parados	14	
Densidad de pasajeros	6 personas/m ²	NTP (pto.6.2)
Área libre del pasillo	2.4 m ²	Diseño + NTP (pto.6.2)
		W_{CP} = 2730 kg

- **Asientos (Base y Estructura)**

CARACTERÍSTICA	VALOR	REF.
Asiento Promicol	3.8 kg	Fabricante
Estructura base doble	5395 gr	Diseño
Estructura base simple	5110 gr	
N° Asientos dobles	13	
N° Asientos simples	2	
		W_A = 187 kg

- **Estructuras Adyacentes**

CARACTERÍSTICA	VALOR	REF.
Lateral derecho	197 kg	Diseño
Lateral izquierdo	205 kg	
Techo	173 kg	
Frontal	105 kg	
Posterior	85 kg	
		W_{EA} = 785 kg

- **Porcentaje por Acabados**

CARACTERÍSTICA	VALOR	REF.
Lateral derecho	15 %	Estimados
Lateral izquierdo	15 %	
Techo	5 %	
Frontal	25 %	
Posterior	20 %	
		W_{PA} = 113 kg

Los porcentajes por acabados son valores estimados en función de las características comunes determinadas en otros modelos de buses. Estos comprenden a las fibras de vidrio, planchas de Al, ventanas, parabrisas, adhesivos, puertas de bodegas, entre otros.

Estos valores se distribuyen sobre el piso como aquellas que recaen de manera directa sobre cada durmiente (W_D) y aquellas que se transmiten por medio de los amarres de los laterales con el piso (W_{CA}).

- **Carga sobre los durmientes (W_D)**

$$W_D = \frac{W_{TF} + W_{CP} + W_A}{8}$$

$$\Rightarrow W_D = 384 \text{ kg}$$

- **Carga debido a los componentes adyacentes (W_{CA})**

$$W_{CA} = W_{EA} + W_{PA}$$

$$\Rightarrow W_{CA} = 898 \text{ kg}$$

- **Carga debido a su propio peso (W_{PISO})**

$$W_{PISO} = 216.3 \text{ kg}$$

La estructura del piso se modelo en *SolidWorks 2007 SP3.1* utilizando la herramienta *Structural Member* en la totalidad de los componentes.

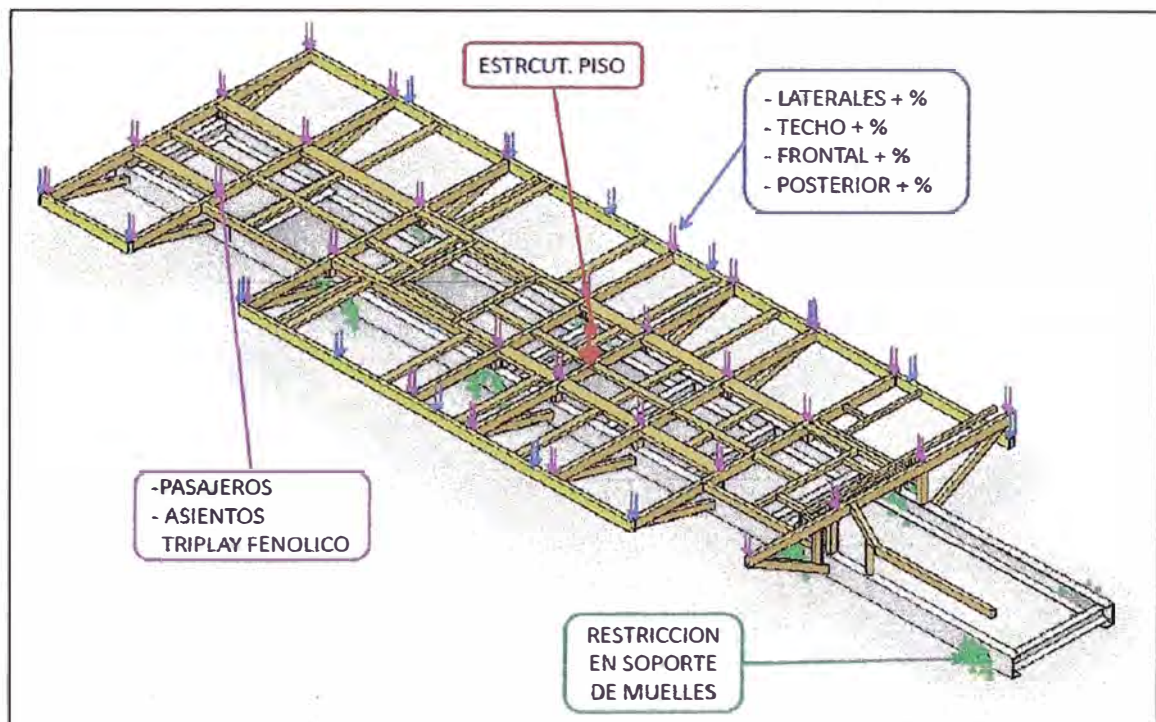


Figura 4.7 – Distribución de las diferentes cargas actuantes sobre el piso.

Efecto de las Cargas Aplicadas

Según el arreglo de cargas se procede con el cálculo por elementos finitos, usando como herramienta el software *CosmosWorks 2007 SP3.1*.

- Distribución de Tensiones

Las concentraciones de los esfuerzos se localizan en los apoyos de los durmientes sobre el bastidor y alcanza su pico en los apoyos posteriores. La razón de este efecto es debido al voladizo pronunciado del posterior. Sin embargo; estos valores están por debajo de las propiedades mecánicas de los materiales seleccionados.

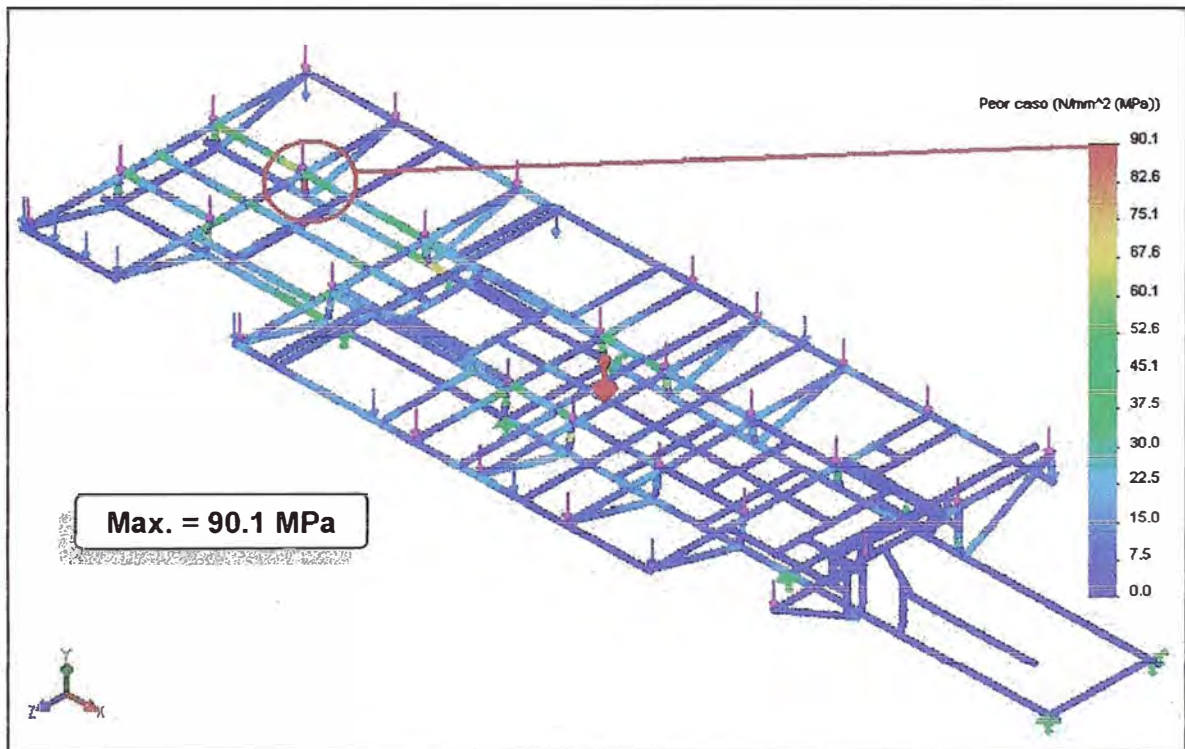


Figura 4.8 – Distribución de tensiones sobre la estructura del piso.

- **Distribución de Desplazamientos**

Los mayores desplazamientos se localizan en la parte extrema posterior de la estructura esto debido al voladizo pronunciado del posterior.

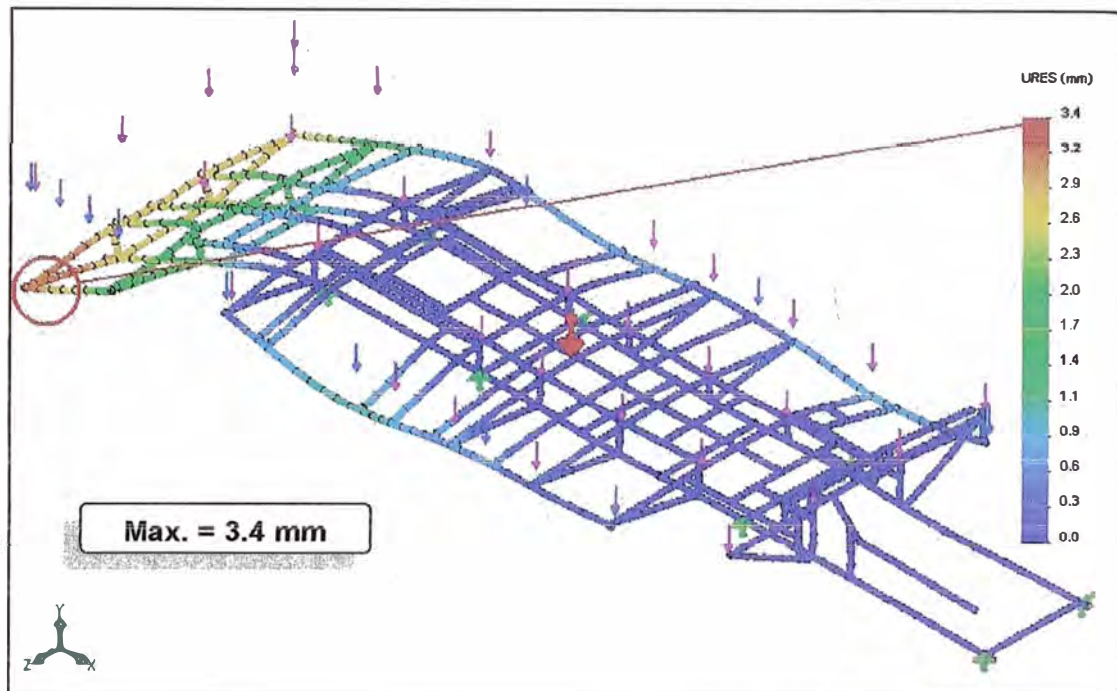


Figura 4.9 – Distribución de desplazamientos sobre la estructura del piso.

- **Distribución del Factor de Seguridad**

De acuerdo a la distribución mostrada las zonas resaltadas en rojo son las más propensas a fallar; pero para que ello suceda se deberá aplicar como mínimo cuatro (04) veces los valores de las cargas actuantes. Se debe tener presente que aquí no se representan todos los elementos involucrados en los amarres; tales como el triplay fenólico, las planchas de fijación lateral, los amarres piso-techo vía pasamanos; los cuales contribuyen a favor de la resistencia del bus.

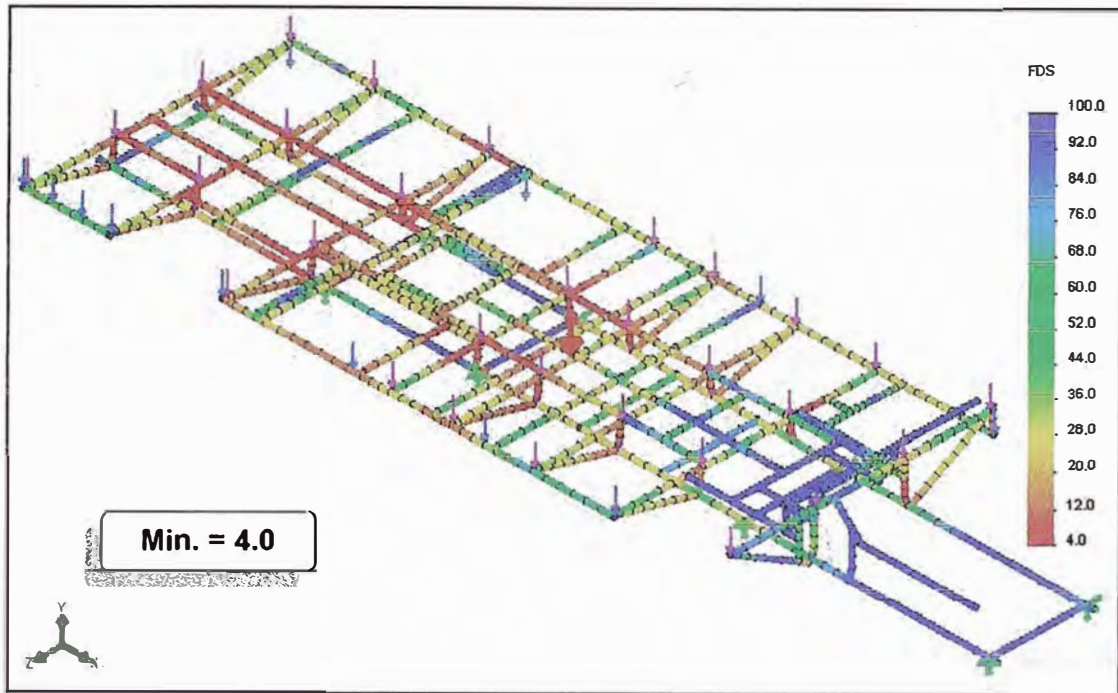


Figura 4.10 – Distribución del factor de seguridad (FDS) sobre la estructura del piso.

4.2.1.3 Proceso de Optimización

Una vez fabricado el primer bus, conocido como Bus Prototipo, se procede al pesaje en vacío sobre la balanza. Obtenidos estos pesos (datos reales) se procede al recalcular a fin de mejorar y/o cambiar la estructura.

Nótese que la determinación de las cargas debido a los componentes adyacentes (W_{CA}) son los que presentan mayor grado de desviación en cuanto a su estimación. Siendo así, el cálculo se reduce a obtener el valor real de las cargas debido a los componentes adyacentes (W_{CA}^R).

A continuación se describirá los pasos a seguir para determinar las cargas reales actuantes sobre la estructura del piso.

- Peso Neto (PN). Según RNV N°058-2003-MTC, Anexo II: Definiciones.

$$PN = W_{\text{CHASIS}} + W_{\text{CARROCERIA}}$$

Donde W_{CHASIS} se obtiene por pesaje antes de carrozar. Además:

$$W_{\text{CARROCERIA}} = W_{\text{PISO}} + W_{\text{CA}}^R + W_A$$

$$W_{\text{PISO}} = W_{\text{ESTRUC.PISO}} + W_{\text{TF}}$$

$$\Rightarrow W_{\text{CA}}^R = PN - W_{\text{CHASIS}} - W_{\text{ESTRUC.PISO}} - W_{\text{TF}} - W_A$$

Obtenido este valor, para el proceso de recalcu se procede a distribuir las nuevas cargas según el punto 4.2.1.2.

4.2.2 Estructura Lateral Derecho

Para la configuración de esta estructura deben considerar los siguientes puntos:

- Altura máxima permitida por el fabricante del chasis, así como por la normativa vigente.
- Dimensiones y/o ubicación para los vanos de las puertas de servicio y de bajada.
- Dimensiones mínimas y máximas para las ventanas.
- Compartimento para la ubicación de la batería.
- Compartimentos para la caja del filtro de aire y toma lateral de admisión.
- Alturas mínimas del faldón hacia el piso.
- Marcos mínimos para la extracción, ventilación y libre movimiento de las ruedas.
- Ángulos de entrada y salida acorde con las fibras de vidrio delantero y posterior.

- Fijación de cinturón de seguridad para copiloto.
- El perfil de la estructura (quebres) deberá ser tal que permita transmitir y/o aliviar las cargas ejercidas sobre él.

4.2.2.1 Arreglo Estructural

Bajo las consideraciones anteriores se obtiene el siguiente arreglo estructural.

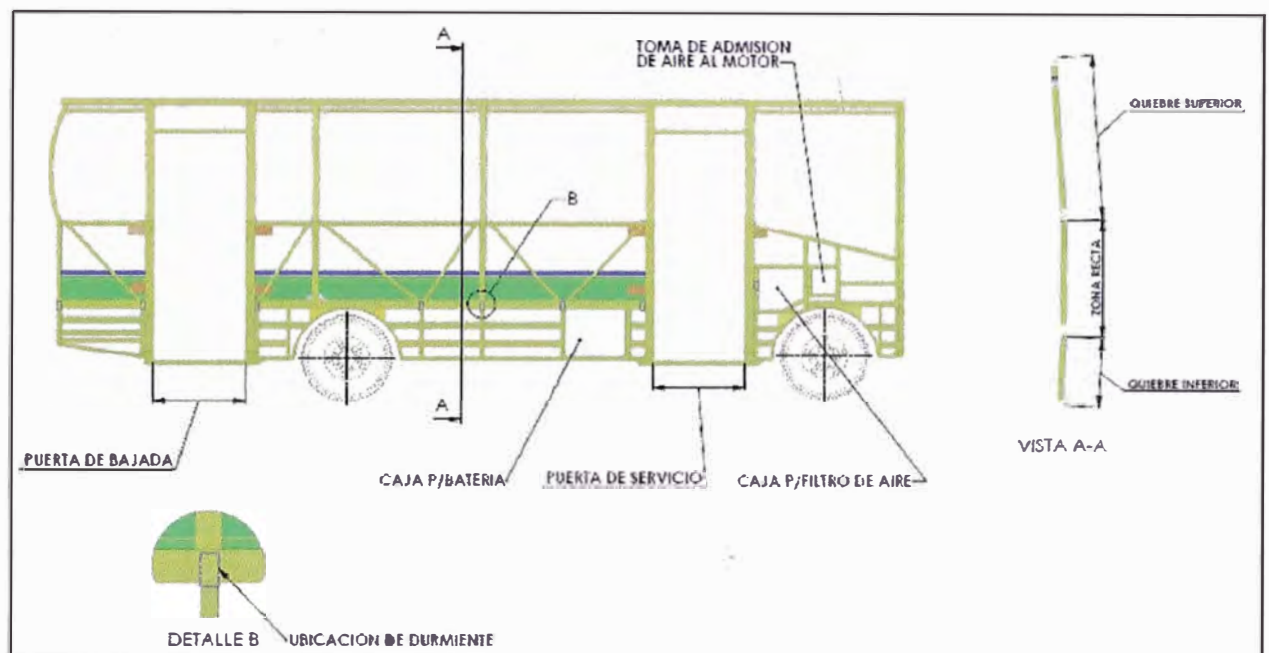


Figura 4.11 – Disposición de los componentes para la estructura lateral derecha.

4.2.3 Estructura Lateral Izquierdo

Para la configuración de esta estructura deben considerar los siguientes puntos:

- Altura máxima permitida por el fabricante del chasis, así como por la normativa vigente.
- Dimensiones mínimas y máximas para las ventanas.

- Compartimento para la ubicación de llanta de repuesto.
- Compartimentos para acceso al tanque de combustible.
- Alturas mínimas del faldón hacia el piso.
- Marcos mínimos para la extracción, ventilación y libre movimiento de las ruedas.
- Fijación de cinturón de seguridad para el piloto.
- Base soporte espejo retrovisor.
- El perfil de la estructura (quebres) deberá ser tal que permita transmitir y/o aliviar las cargas ejercidas sobre él.

4.2.3.1 Arreglo Estructural

Bajo las consideraciones anteriores se obtiene el siguiente arreglo estructural.

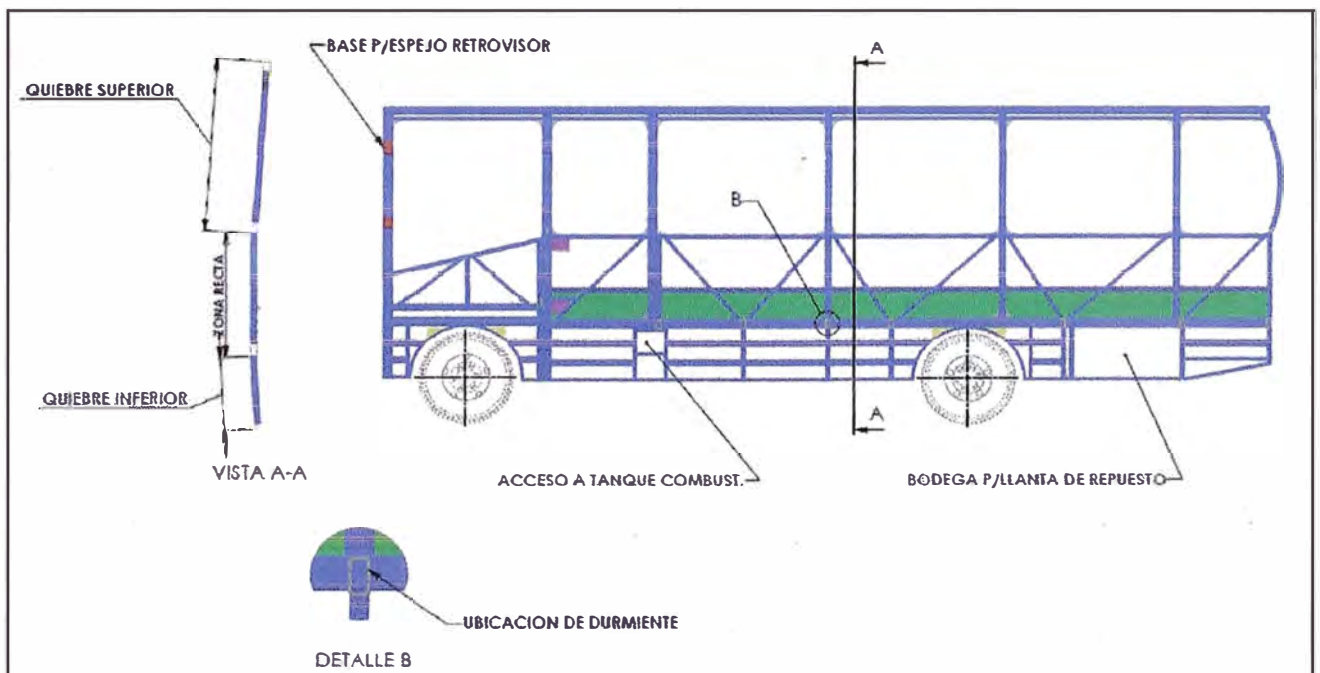


Figura 4.12 – Disposición de los componentes para la estructura lateral izquierda.

4.2.4 Estructura del Techo

Para la configuración de esta estructura se considera lo siguientes:

- Altura máxima permitida, para obtener la curvatura de techo deseada.
- Numero de escotillas de ventilación y/o escape de emergencia.
- Bases para amarre de mecanismo de puertas de accionamiento neumático.
- Bases para amarre de los pasamanos del salón.
- Bases para amarre de forros de acabados (planchas Formidur).
- Base para empalmes de las fibras frontal-central-posterior.
- La forma de los arcos debe ser tal que permita aliviar y/o transmitir las cargas ejercidas sobre él.

4.2.4.1 Arreglo Estructural

Bajo las consideraciones anteriores se obtiene el siguiente arreglo estructural.

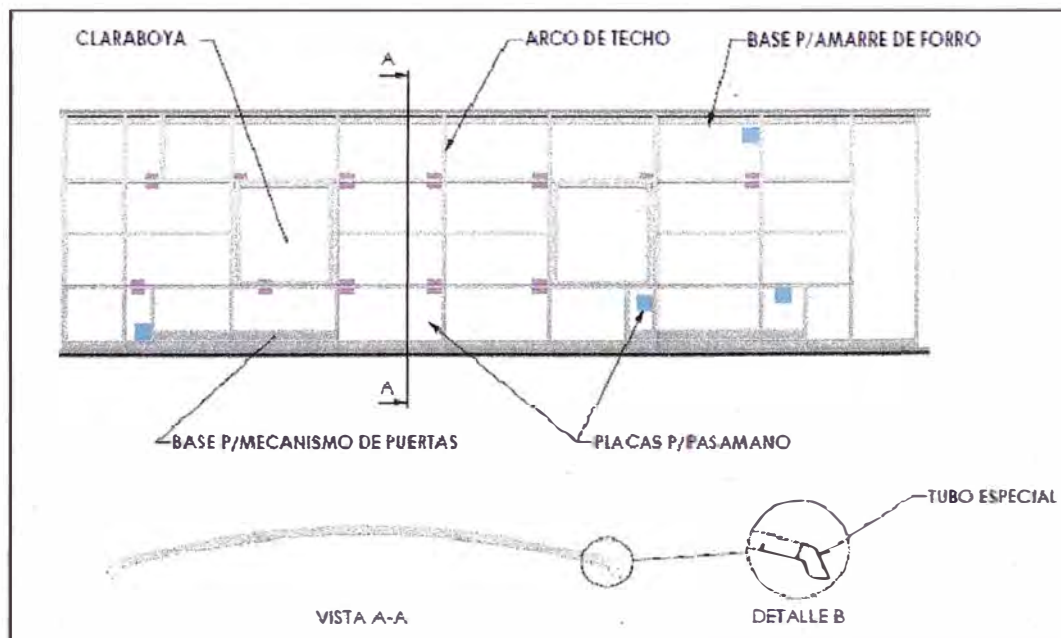


Figura 4.13 – Disposición de los componentes para la estructura del techo.

4.2.5 Estructura Frontal

La elaboración de esta estructura se baso en la adaptación de otros modelos de frontales, manteniendo la fibra y los vidrios parabrisas. Sin embargo se describe lo necesario para obtenerlo,

- Diseño del vidrio parabrisas.
- Diseño de la fibra de del frontal.
- Coincidencias de curvaturas y/o quiebres con la parte delantera de laterales y techo.
- Acondicionamiento de una estructura intermedia entre piso-bastidor-frontal sobre el cual se considera bases para soportes de faros, tapa para acceso de inspección y mantenimiento del motor.

4.2.5.1 Arreglo Estructural

Bajo las consideraciones anteriores se obtiene el siguiente arreglo estructural.

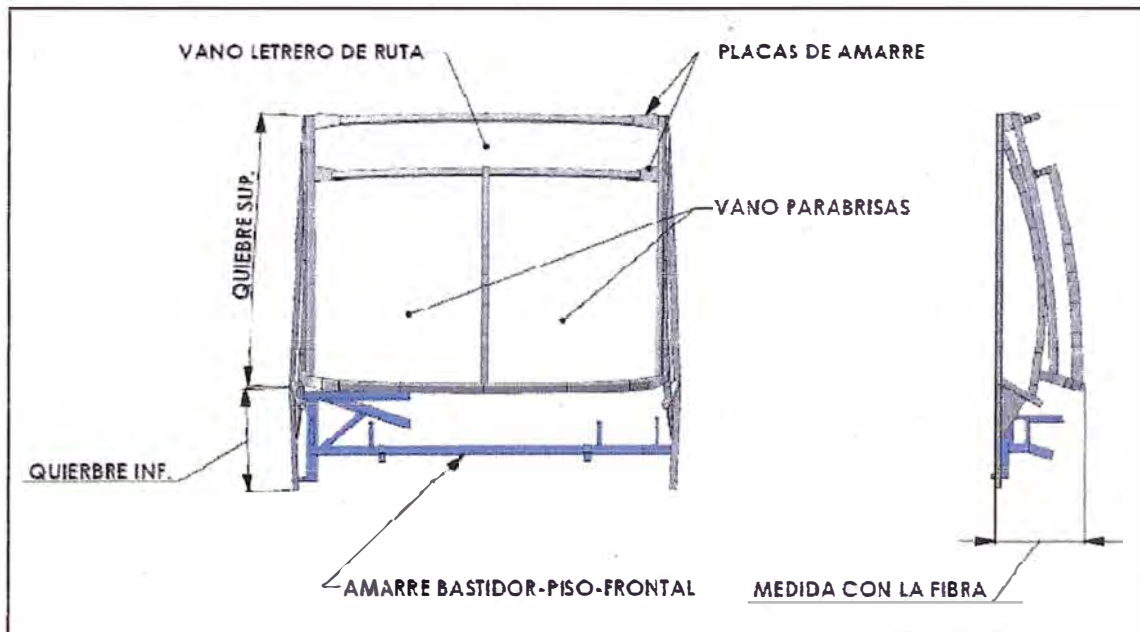


Figura 4.14 – Disposición de los componentes para la estructura frontal.

4.2.6 Estructura Posterior

La elaboración de esta estructura se baso en la adaptación de otros modelos ya fabricados, manteniendo la fibra y los vidrio vigía. Siendo así, se describe lo necesario para su diseño.

- Diseño del vidrio vigía.
- Diseño de la fibra de del posterior.
- Curvaturas y/o quiebres con la parte posterior de laterales y techo.
- Ubicación de placas para fijación con la respectiva fibra de vidrio.
- Reforzamiento de zonas expuestas al proceso de inyectado de la Espuma de Poliuretano.

4.2.6.1 Arreglo Estructural

Bajo las consideraciones anteriores se obtiene el siguiente arreglo estructural.

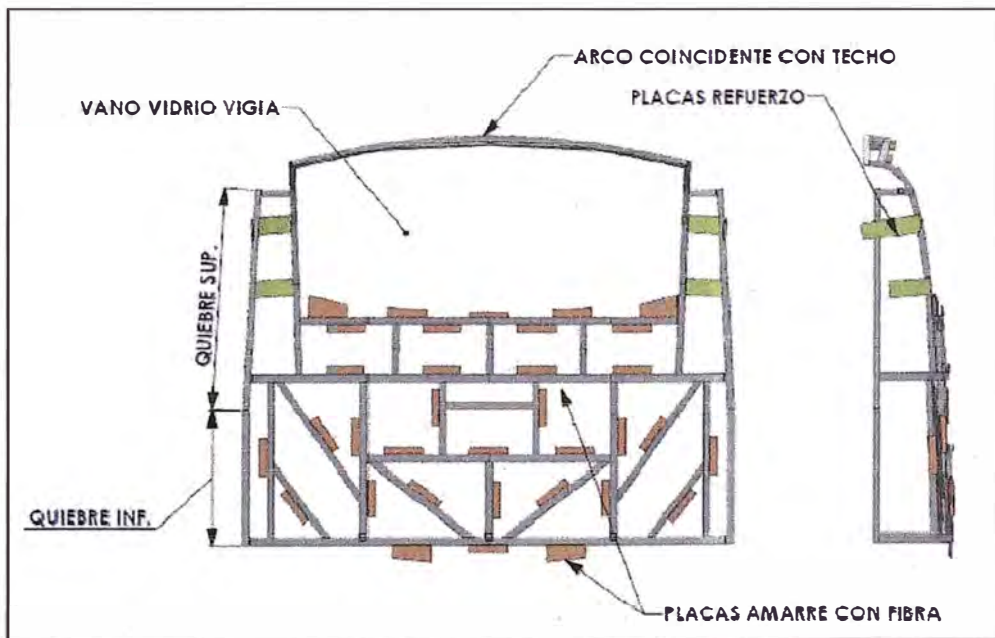


Figura 4.15 – Disposición de los componentes para la estructura posterior.

4.3 MONTAJE DE LA ESTRUCTURA DE LA CARROCERÍA

El proceso de montaje de cada una de las estructuras se trabaja desde el inicio del diseño; pues cada parte está vinculada una con otra y los ciclos intermedios de diseño se dan de manera constante hasta obtener los modelos finales de cada una de las partes. Sin embargo; los detalles montaje unos respecto de otros se especifican en cada Plano de Detalle.

4.3.1 Características y Detalles del Armado

Para los trabajos de montaje en obra se especifican los puntos de referencia a partir de los cuales se disponen las partes principales, tal como lo muestra la figura

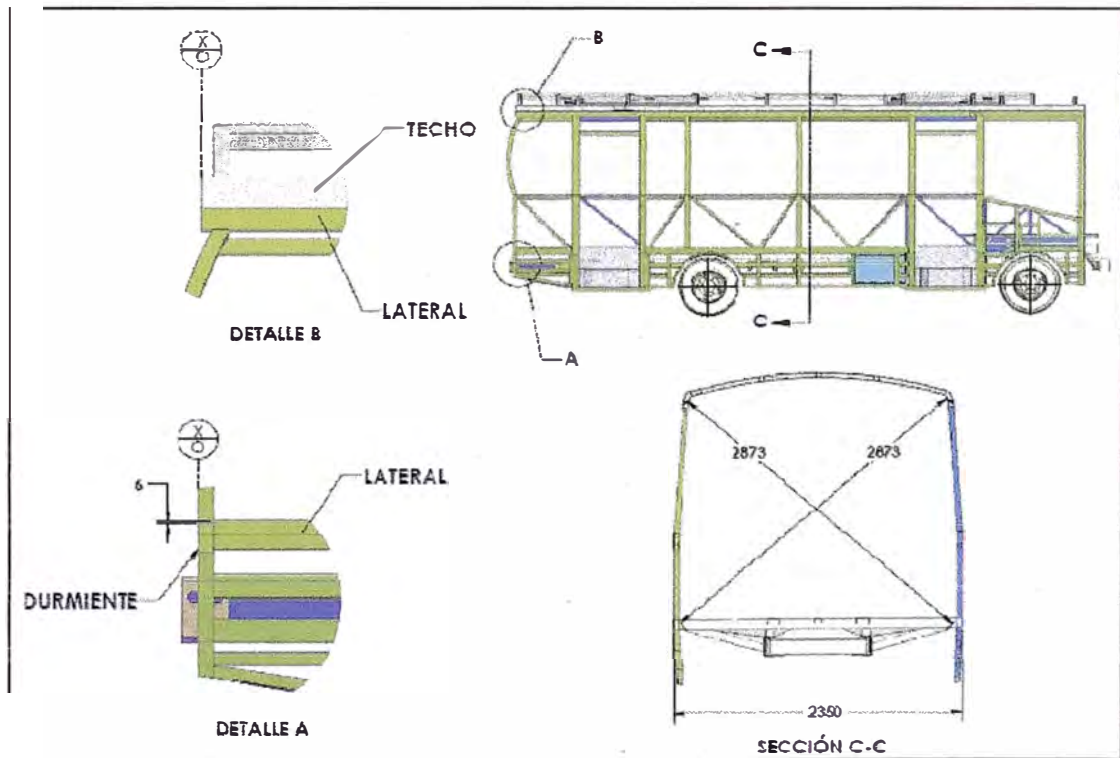


Figura 4.16 – Puntos de referencia para montaje de componentes.

El montaje de cada una de las partes se realiza íntegramente con soldadura, bajo la secuencia mostrada en el diagrama siguiente.

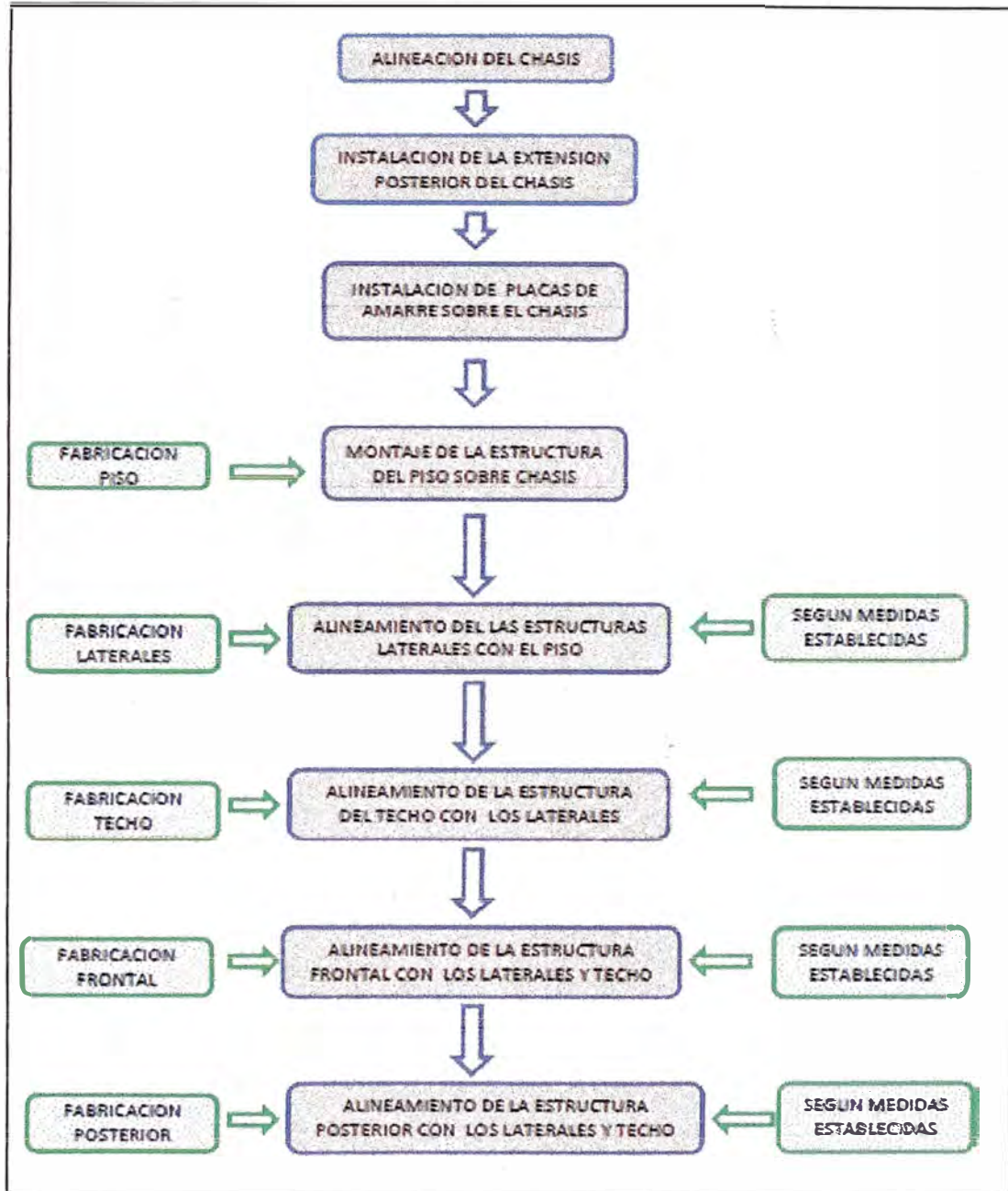


Figura 4.17 – Secuencia de montaje; establecido como parte del diseño.

4.3.2 Cálculo Final de Conjunto

Para la validación del conjunto se tendrá en cuenta la norma técnica referida al Carrozado de Ómnibus Destinado al Servicio Interprovincial e Intemacional de Pasajeros: *NTP 383.070 1ª Ed. – Punto 9.4.*

- **Módulo Experimental**

Según las consideración descritas en el punto 9.4.1 de la norma en referencia, el modulo experimental de la estructura para el bus queda definido según el modelado mostrado en la figura 4.18; y sobre este, se determinan las condiciones de resistencia mínimos solicitados.

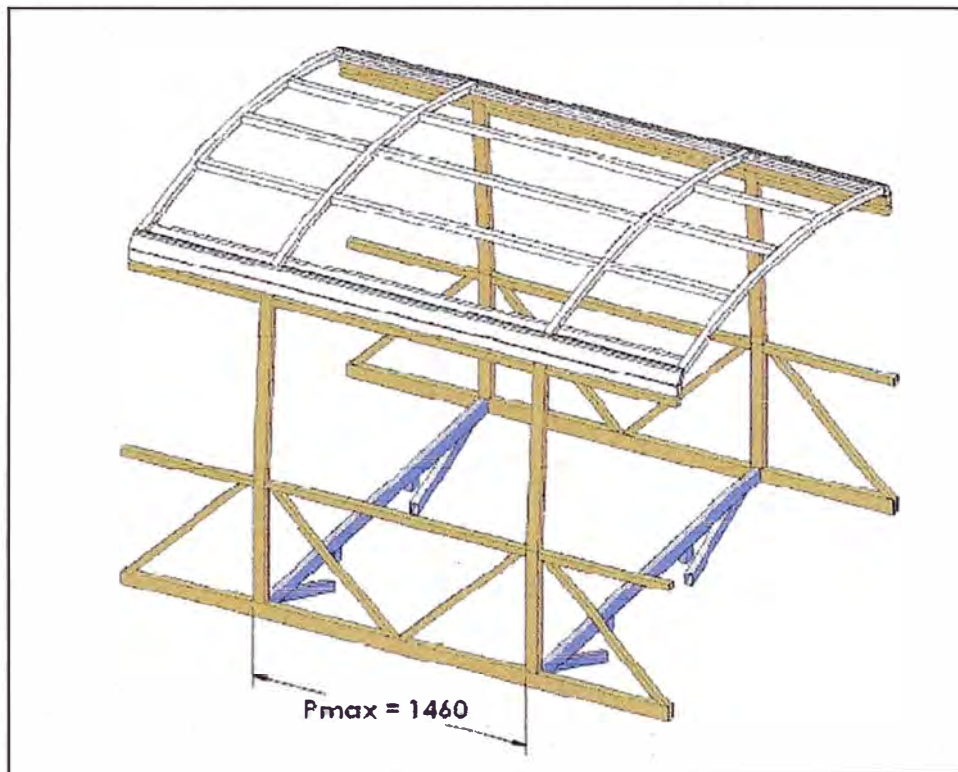


Figura 4.18 – Módulo experimental para validación del conjunto.

- **Condición de Resistencia Frente al Vuelco con Carga Vertical (C)**

De acuerdo al punto 9.4.1 (*parte a*) de la NTP 383.071, tenemos que:

$$C = \frac{PMACH * 0.5 * 2P_{MAX}}{L_T}$$

PMACH = PBV – Peso chasis (*Tabla 4.2*)

P_{MAX}: Mayor paso de ventana (*Figura 4.18*)

L_T: Longitud total de la carrocería (*Figura 4.18*)

$$\Rightarrow C = 1041.5 \text{ kg}$$

Usando el método por elementos finitos vía el software *CosmosWorks 2007*

SP3.1, tenemos:

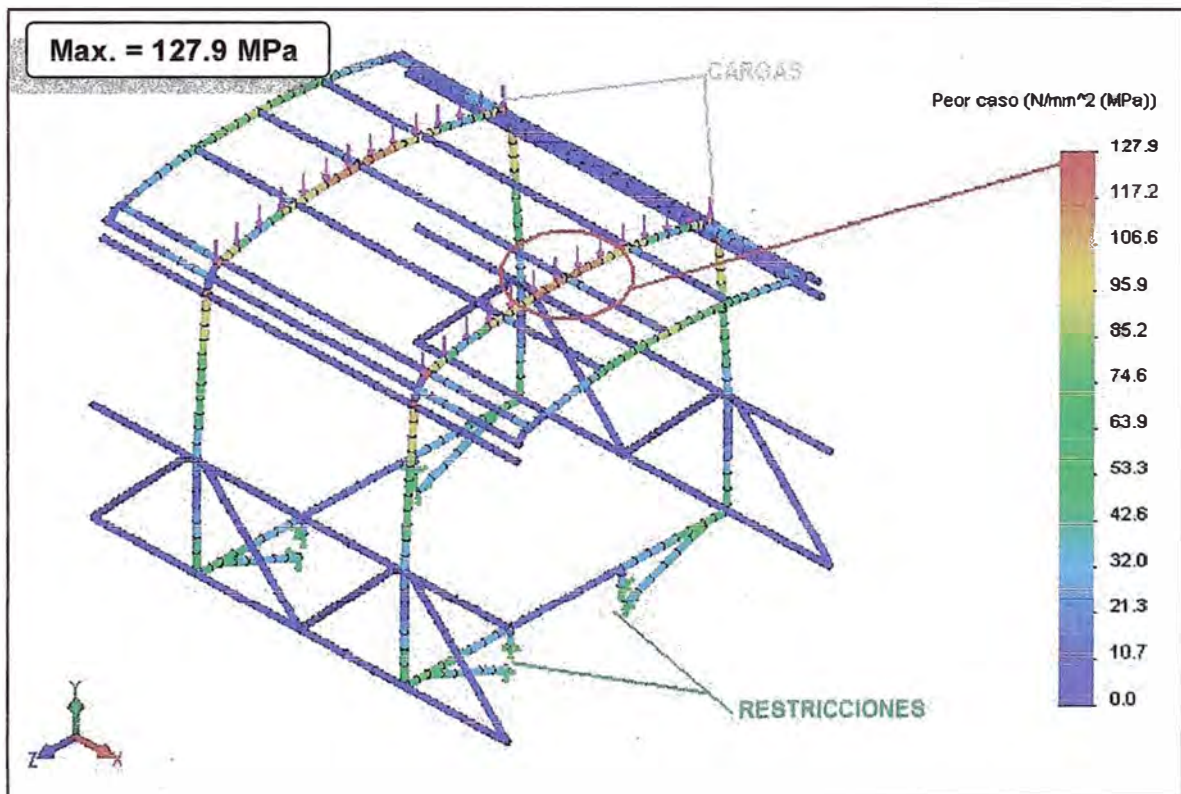


Figura 4.19 – Distribución de tensiones sobre el módulo bajo la carga C.

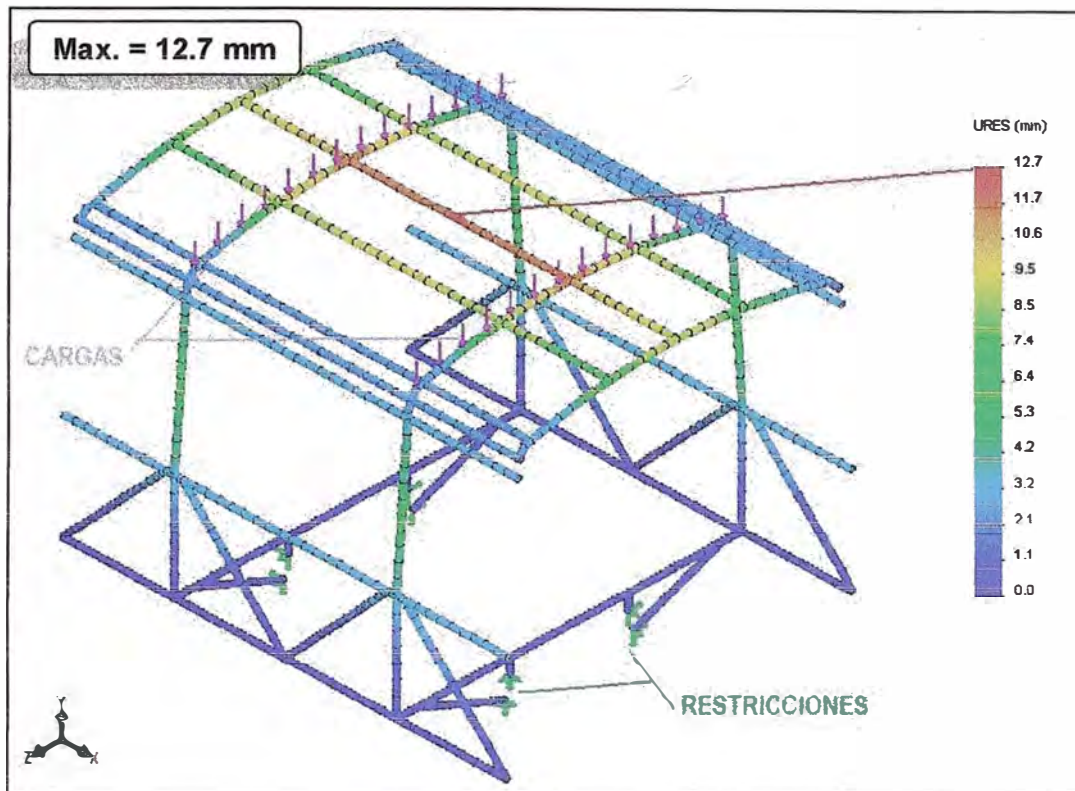


Figura 4.20 – Distribución de desplazamientos sobre el módulo bajo la carga C.

- **Condición de Resistencia Frente al Vuelco con Carga Horizontal (T)**

De acuerdo al punto 9.4.1 (*parte b*) de la NTP 383.071, tenemos que:

$$T = \frac{0.5 * PMACH}{N^{\circ} \text{pórticos}}$$

PMACH = PBV – Peso chasis (Tabla 4.2)

N° pórticos: cantidad de pórticos a lo largo del bus (Figura 4.6 y Figura 4.11)

$$\Rightarrow T = 89.8 \text{ kg}$$

Usando el método por elementos finitos vía el software *CosmosWorks 2007*

SP3.1, tenemos:

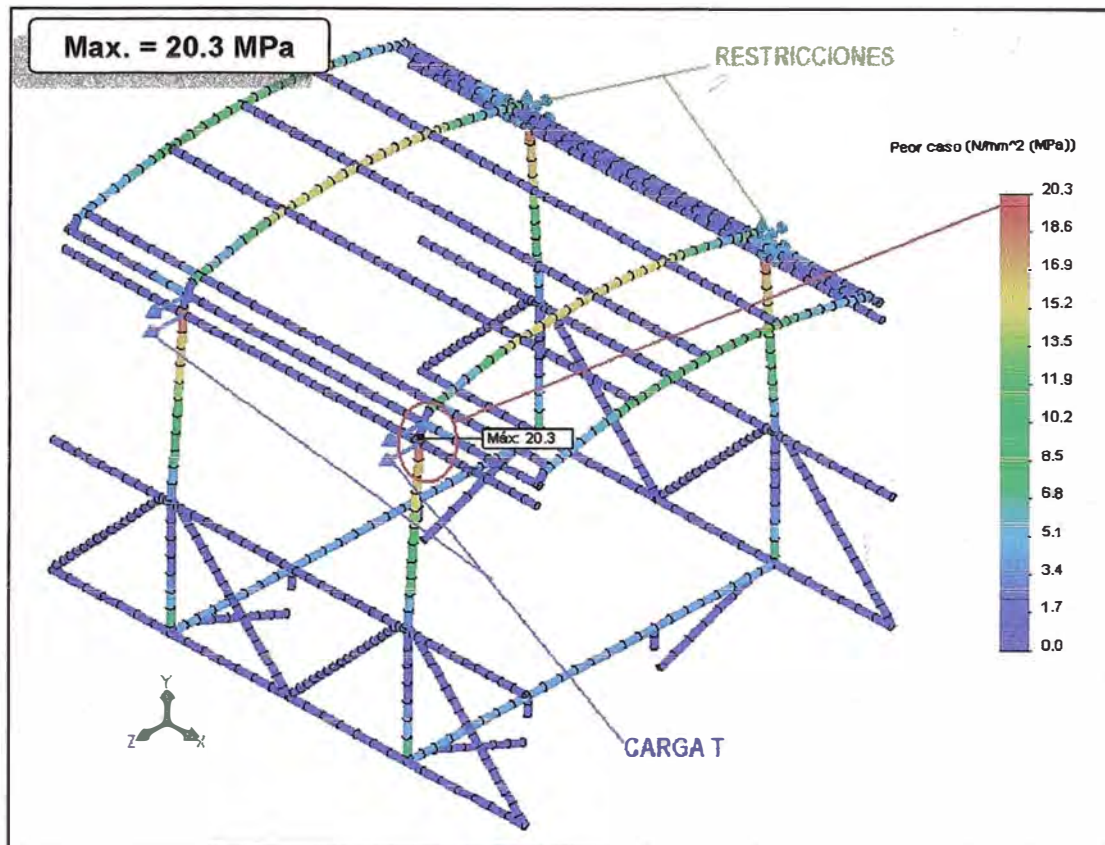


Figura 4.21 – Distribución de tensiones sobre el módulo bajo la carga T.

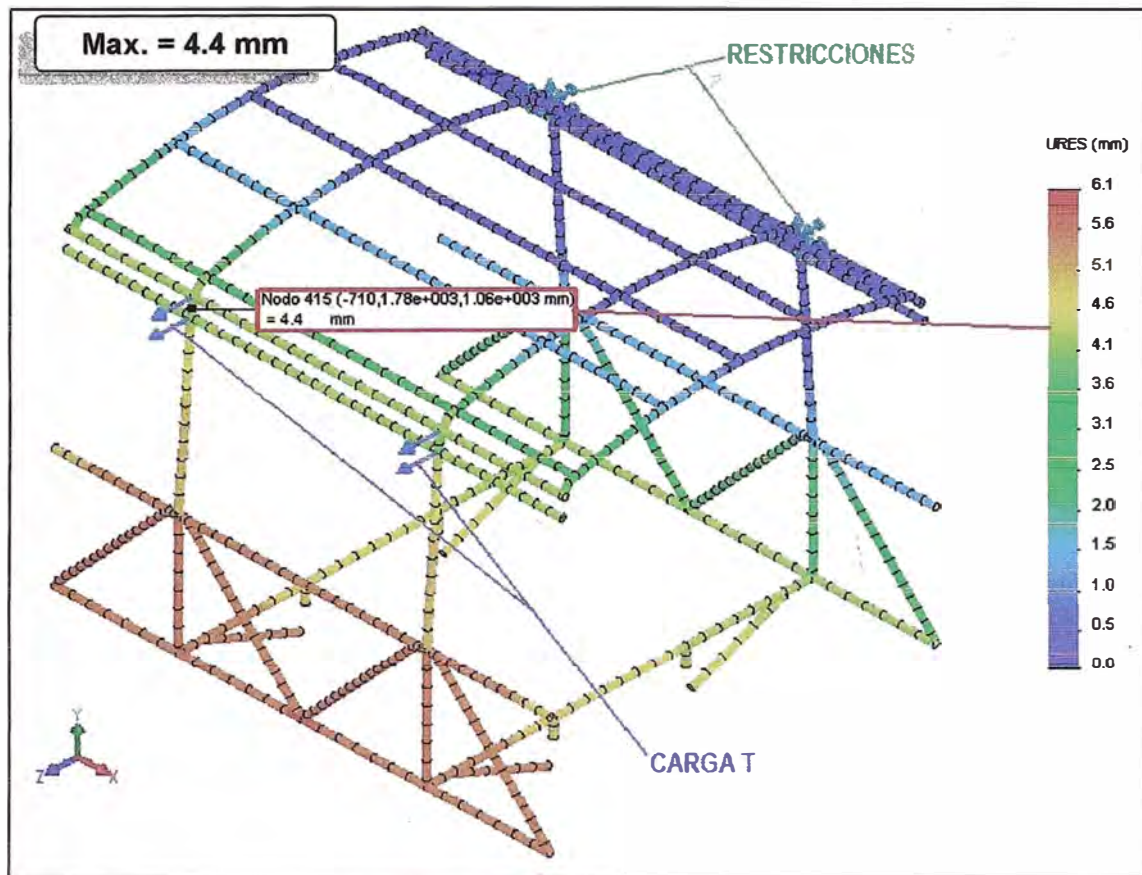


Figura 4.22 – Distribución de desplazamientos sobre el módulo bajo la carga T.

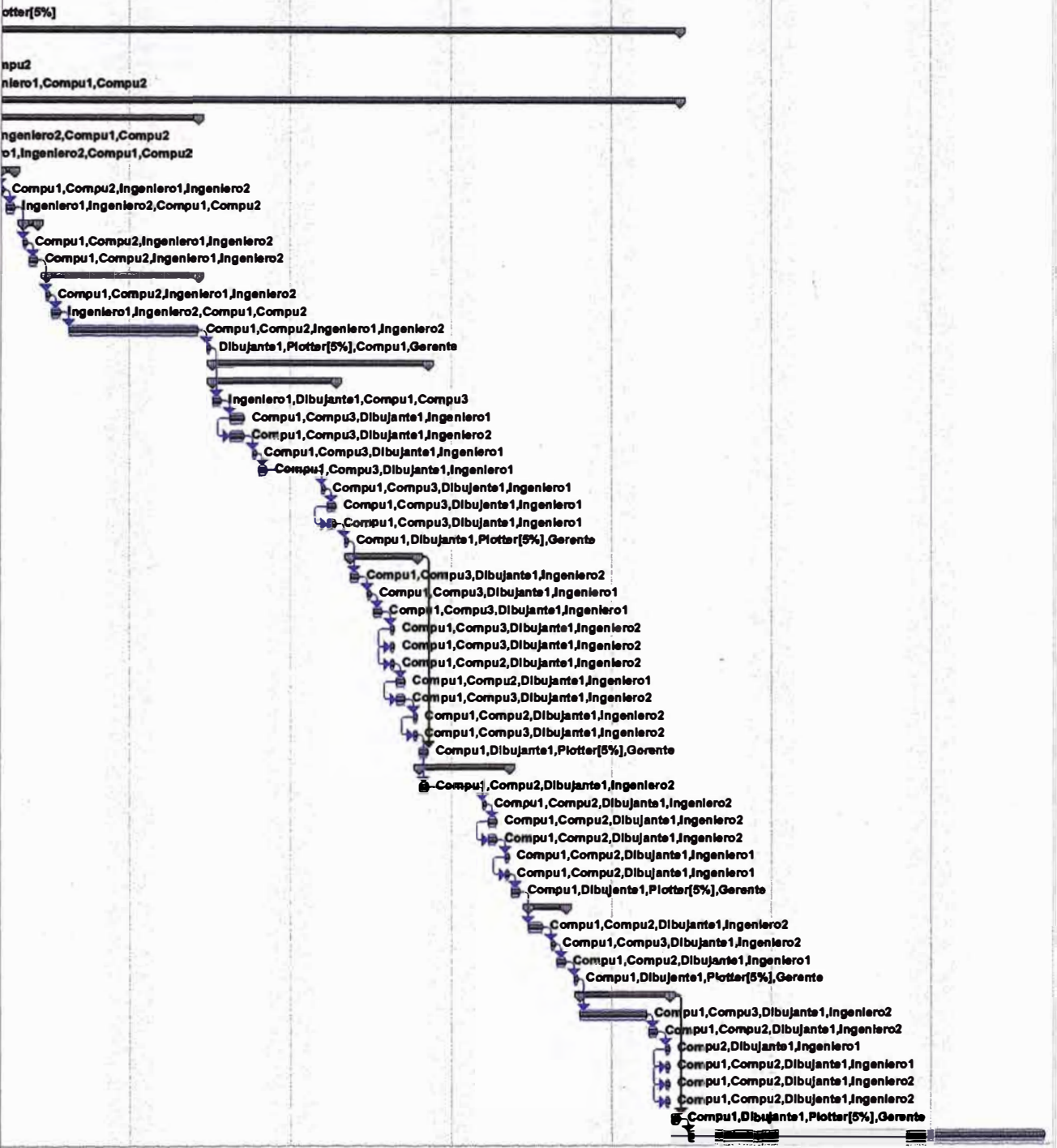
- **Condiciones de Resistencia Contra Impactos Frontales y Laterales**

Según la NTP 383.071 en sus puntos 9.4.2 y 9.4.3 garantizan estas condiciones reforzando la parte delantera y reforzando los laterales; respectivamente, con una plancha de acero de 2mm amarrada adecuadamente a las estructuras primarias (frontal, laterales y piso)

4.4 CRONOGRAMA DE DISEÑO

La siguiente figura muestra el cronograma en base al diagrama o grafica Gantt.

r '09 08 mar '09 15 mar '09 22 mar '09 29 mar '09 05 abr '09 12 abr '09
 M X J V S D L M X J V S D L M X J V S D L M X J V S D L M X J V S D L M X J



División

so de diseño de la estructura del bus.

CAPÍTULO V

PRESUPUESTO

5.1 COSTOS ASOCIADOS A LA IMPLEMENTACIÓN DE RECURSOS

Los siguientes costos son estimaciones que resultan de la conjugación entre el EDT (Figura 4.1) y del diagrama de Gantt (Figura 4.23). Por otra parte, para la estimación de costos en la fase de diseño se tienen en cuenta preferentemente los recursos humanos y las herramientas inherentes a este proceso.

- **Estimación de Recursos**

Tabla 4.4 – Descripción de los recursos necesarios para el proyecto.

Nombre del Recurso	Iniciales	Tasa Estándar (s/./hr)	Trabajo (hr)
Gerente	G	25.0	142.68
Ingeniero1	I	12.5	216
Ingeniero2	I	12.5	284
Dibujante1	D	5.0	308
Dibujante2	D	5.0	96
Computadora1	C	2.0	400
Computadora2	C	2.0	292
Computadora3	C	2.0	176
Plotter	P	10.0	21.2

Fuente: Montos estimados de la remuneración mensual.

De donde se prevé un costo de:

s/. 13785

5.2 COSTOS ASOCIADOS A LA PARTE MECÁNICA

Puesto que el objetivo es el diseño de la estructura principal, solo se listarán los costos de los materiales y mano de obra involucrados directamente para su fabricación y reflejarán un estimado del precio de la estructura principal.

Tabla 4.5 – Costo de materiales asociados con la estructura del piso.

MATERIALES			
Denominación	Cant.	Un.	Valor total (s/.)
TUBO LAF RECT MECAN 40mmX60mmX2.00 X 6m	18.00	m	200.34
TUBO LAC RECT NEGRO 40mmX60mmX3.00 X 6m	2.00	m	30.04
TUBO LAF RECT MECAN 40mmX80mmX2.00 X 6m	21.00	m	328.02
TUBO LAF CUAD MECAN 40mmX2.00 X 6m	6.00	m	52.08
TUBO LAF CUAD MECAN 1 1/4"X2.00 X 6m	12.00	m	86.04
TUBO LAF CUAD MECAN 1"X1.50 X 6m	0.50	m	2.67
TUBO LAC RECT 80mmX40mmX3.00mm ESTRUC	14.00	m	275.80
PL ACERO COMERCIAL LAC 2.9mmX1200X2400	0.25	PI	30.95
PL ACERO COMERCIAL LAF 1.9mmX1200X2400	1.00	PI	108.17
PL ACERO COMERCIAL LAC 5.9mmX1200X2400	1.00	PI	290.20
PL ACERO COMERCIAL LAF 1.45mmX1200X2400	0.50	PI	46.98
PL ACERO COMERCIAL LAC 4.4mmX1200X2400	0.20	PI	45.27
DISOLVENTE PARA EPOXI	0.10	gal	3.54
BASE EPOXICA	0.50	gal	33.00
ENDURECEDOR P/BASE EPOXICA	0.50	gal	25.50
SOLDADURA CARBOFILL 0.8	10.00	kg	50.50
			1609.10

Tabla 4.6 – Costos por mano de obra asociados con la estructura del piso.

MANO DE OBRA		
Actividad	Horas Hombre	Valor Total (s/.)
Pintado de tubos	0.75	19.89
Pintado de tubos	0.50	1.53
Corte de tubos	2.50	66.32
Corte de tubos	1.75	5.37
Corte de planchas	1.00	26.53
Corte de planchas	1.00	3.07
Doblado de planchas	1.50	39.79
Doblado de planchas	1.50	4.60
Soldadura general	1.00	76.26
		243.36

Tabla 4.7 – Costo de materiales asociados con la estructura lateral derecha.

MATERIALES			
Denominación	Cant.	Un.	Valor total (s/.)
TUBO LAF RECT MECAN 40mmX60mmX2.00 X 6m	12.60	m	140.24
TUBO LAF RECT MECAN 40mmX80mmX2.00 X 6m	13.70	m	213.99
TUBO LAF CUAD MECAN 40mmX2.00 X 6m	34.40	m	298.59
TUBO LAF CUAD MECAN 1 1/4"X1.50 X 6m	11.70	m	79.09
PL ACERO COMERCIAL LAC 2.9mmX1200X2400	0.08	PI	9.90
PL ACERO COMERCIAL LAF 1.9mmX1200X2400	0.13	PI	14.06
PL ACERO COMERCIAL LAC 4.4mmX1200X2400	0.04	PI	9.05
PL ACERO GALVANIZADA 1.2mmX1200X2400	0.45	PI	39.06
PL ACERO GALVANIZADA 0.85mmX1200X2400	0.16	PI	9.07
DISOLVENTE PARA EPOXI	0.09	gal	3.19
BASE EPOXICA	0.45	gal	29.70
ENDURECEDOR P/BASE EPOXICA	0.45	gal	22.95
SOLDADURA CARBOFILL 0.8	10.00	kg	50.50
			919.39

Tabla 4.8 – Costos por mano de obra asociados con la estructura lateral derecha.

MANO DE OBRA		
Actividad	Horas Hombre	Valor Total (s/.)
Pintado de tubos	0.75	19.89
Pintado de tubos	0.50	1.53
Corte de tubos	1.50	39.79
Corte de tubos	1.00	3.07
Doblado de tubos	0.75	19.89
Doblado de tubos	0.50	1.53
Corte de planchas	0.50	13.26
Corte de planchas	0.50	1.53
Doblado de planchas	1.00	26.53
Doblado de planchas	0.75	2.30
Soldadura general	2.50	190.66
		319.98

Tabla 4.9 – Costo de materiales asociados con la estructura lateral izquierdo.

MATERIALES			
Denominación	Cant.	Un.	Valor total (s/.)
TUBO LAF RECT MECAN 40mmX60mmX2.00 X 6m	11.90	m	132.45
TUBO LAF RECT MECAN 40mmX80mmX2.00 X 6m	15.80	m	246.80
TUBO LAF CUAD MECAN 40mmX2.00 X 6m	30.30	m	263.00
TUBO LAF CUAD MECAN 1 1/4"X1.50 X 6m	17.80	m	120.33
PL ACERO COMERCIAL LAF 1.9mmX1200X2400	0.20	PI	21.63
PL ACERO COMERCIAL LAC 5.9mmX1200X2400	0.01	PI	2.90
PL ACERO COMERCIAL LAC 4.4mmX1200X2400	0.02	PI	4.53
PL ACERO GALVANIZADA 1.2mmX1200X2400	0.62	PI	53.82
PL ACERO GALVANIZADA 0.85mmX1200X2400	0.40	PI	22.68
DISOLVENTE PARA EPOXI	0.09	gal	3.19
BASE EPOXICA	0.45	gal	29.70
ENDURECEDOR P/BASE EPOXICA	0.45	gal	22.95
SOLDADURA CARBOFILL 0.8	10.00	kg	50.50
			974.48

Tabla 4.10 – Costos por mano de obra asociados con la estructura lateral izquierda.

MANO DE OBRA		
Actividad	Horas Hombre	Valor Total (s/.)
Pintado de tubos	0.75	19.89
Pintado de tubos	0.50	1.53
Corte de tubos	1.50	39.79
Corte de tubos	1.00	3.07
Doblado de tubos	0.75	19.89
Doblado de tubos	0.50	1.53
Corte de planchas	0.50	13.26
Corte de planchas	0.50	1.53
Doblado de planchas	1.00	26.53
Doblado de planchas	0.75	2.30
Soldadura general	2.50	190.66
		319.98

Tabla 4.11 – Costo de materiales asociados con la estructura del techo.

MATERIALES			
Denominación	Cant.	Un.	Valor total (s/.)
TUBO LAF CUAD MECAN 40mmX1.50 X 6m	43.90	m	309.06
PERFIL LAF SOLERA 2.00 X 6m	14.90	m	369.97
PL ACERO COMERCIAL LAF 1.9mmX1200X2400	0.13	PI	14.06
PL ACERO COMERCIAL LAC 5.9mmX1200X2400	0.05	PI	14.51
PL ACERO COMERCIAL LAC 4.4mmX1200X2400	0.03	PI	6.79
PL ACERO COMERCIAL LAC 2.9mmX1200X2400	0.05	PI	6.19
DISOLVENTE PARA EPOXI	0.09	gal	3.19
BASE EPOXICA	0.45	gal	29.70
ENDURECEDOR P/BASE EPOXICA	0.45	gal	22.95
SOLDADURA CARBOFILL 0.8	10.00	kg	50.50
			826.92

Tabla 4.12 – Costos por mano de obra asociados con la estructura del techo.

MANO DE OBRA		
Actividad	Horas Hombre	Valor Total (s/.)
Pintado de tubos	0.75	19.89
Pintado de tubos	0.50	1.53
Corte de tubos	2.00	53.05
Corte de tubos	1.50	4.60
Doblado de tubos	4.00	106.11
Doblado de tubos	2.50	7.67
Corte de planchas	0.75	19.89
Corte de planchas	0.50	1.53
Doblado de planchas	0.75	19.89
Doblado de planchas	0.50	1.53
Soldadura general	2.00	152.53
		388.22

Tabla 4.13 – Costo de materiales asociados con la estructura frontal.

MATERIALES			
Denominación	Cant.	Un.	Valor total (s/.)
TUBO LAF RECT MECAN 40mmX60mmX2.00 X 6m	9.00	m	100.17
TUBO LAF CUAD MECAN 40mmX2.00 X 6m	12.00	m	104.16
TUBO LAF CUAD MECAN 1 1/4"X2.00 X 6m	3.00	m	21.51
PL ACERO COMERCIAL LAC 12.7mmX1200X2400	0.25	PI	208.91
PL ACERO COMERCIAL LAC 4.4mmX1200X2400	0.20	PI	45.27
PL ACERO COMERCIAL LAF 1.9mmX1200X2400	0.25	PI	27.04
PL ACERO COMERCIAL LAC 2.9mmX1200X2400	0.25	PI	30.95
PL ACERO COMERCIAL LAC 5.9mmX1200X2400	0.20	PI	58.04
PL ACERO COMERCIAL LAC 7.9mmX1200X2400	0.20	PI	122.18
DISOLVENTE PARA EPOXI	0.10	gal	3.54
BASE EPOXICA	0.50	gal	33.00
ENDURECEDOR P/BASE EPOXICA	0.50	gal	25.50
SOLDADURA CARBOFILL 0.8	8.00	kg	40.40
			820,67

Tabla 4.14 – Costos por mano de obra asociados con la estructura frontal.

MANO DE OBRA		
Actividad	Horas Hombre	Valor Total (s/.)
Pintado de tubos	0.75	19.89
Pintado de tubos	0.50	1.53
Corte de tubos	1.00	26.53
Corte de tubos	0.75	2.30
Doblado de tubos	4.50	119.37
Doblado de tubos	3.50	10.74
Corte de planchas	0.50	13.26
Corte de planchas	0.50	1.53
Doblado de planchas	1.00	26.53
Doblado de planchas	0.75	2.30
Soldadura general	4.00	305.05
		529.03

Tabla 4.15 – Costo de materiales asociados con la estructura posterior.

MATERIALES: ESTRUCTURA POSTERIOR			
Denominación	Cant.	Un.	Valor total (s/.)
TUBO LAF CUAD MECAN 1 1/4"X2.00 X 6m	8.60	m	61.66
TUBO LAF CUAD MECAN 40mmX2.00 X 6m	14.70	m	127.60
PL ACERO COMERCIAL LAF 1.9mmX1200X2400	0.13	PI	14.06
DISOLVENTE PARA EPOXI	0.06	gal	2.13
BASE EPOXICA	0.30	gal	19.80
ENDURECEDOR P/BASE EPOXICA	0.30	gal	15.30
SOLDADURA CARBOFILL 0.8	1.00	kg	5.05
			245.60

Tabla 4.16 – Costos por mano de obra asociados con la estructura posterior.

COSTO MANO DE OBRA: ESTRUCTURA POSTERIOR		
Actividad	Horas Hombre	Valor Total (s/.)
Pintado de tubos	0.75	19.89
Pintado de tubos	0.50	1.53
Corte de tubos	1.50	39.79
Corte de tubos	1.00	3.07
Doblado de tubos	2.50	66.32
Doblado de tubos	1.50	4.60
Corte de planchas	0.75	19.89
Corte de planchas	0.50	1.53
Doblado de planchas	0.75	19.89
Doblado de planchas	0.50	1.53
Soldadura general	2.00	152.53
		330.57

Por lo tanto; tenemos que el costo asociado a la estructura principal del bus es:

SI. 7527.3

5.3 ESTIMACIÓN DE COSTOS DEL BUS

Bajo el mismo tratamiento usado para la determinación de los costos de la parte mecánica, se procede con cada uno de los componentes involucrados en la fabricación del bus:

- Ensamble del chasis MA 8.5-EURO II.
- Fibras de vidrio: frontal, posterior, techo, consolas, accesorios.
- Ventanas lateral, ventana vigía, parabrisas, espejos retrovisores.
- Asientos (bases y estructura).
- Pasamanos.
- Forros de piso (piso bus).
- Forro laterales internos.
- Forros laterales exteriores.
- Pinturas.
- Instalación eléctrica.
- Instalación neumática.

La cantidad y el precio de cada uno de ellos, incluyendo la mano de obra, se encuentran cargados en el sistema de administración logístico y de planeamiento (SAP: Sistemas, Aplicaciones y Productos para Procesamiento de Datos); de donde se obtiene el siguiente precio de costo para el bus:

s/. 182 330

CONCLUSIONES

1. La estructura del piso es la parte que absorbe los efectos de las cargas de las demás estructuras adyacentes, del peso de los pasajeros y también las generadas por el chasis.
2. Debido a que la parte posterior de la estructura del piso presenta mayores niveles de esfuerzos por la acción de las cargas, podemos inducir que esta será también la parte más crítica del bus.
3. El análisis de la estructura del piso arroja valores de concentración de esfuerzos menores que los solicitados por el material en uso (ASTM A-513) lo que conlleva a tener factores de seguridad altos ($FDS_{MIN} = 4.0$). Con ello queda garantizando la resistencia estructural del mismo.
4. La optimización de las estructuras es un proceso que no cesa, debido a que los cambios surgen casi de manera continua ya sea por cambio de materiales y/o a solicitud del cliente.
5. Las estructuras laterales y de techo quedan definidas una vez garantizado el arreglo en la estructura del piso; sin embargo, el conjunto se valida por su Modulo Experimental.
6. El análisis de modulo experimental en la condición de resistencia frente al vuelco, tanto por acción de la carga transversal vertical y transversal horizontal arrojan valores que están por debajo, según lo especificado en la NTP 383.071-punto 9.4.1 (condición de esfuerzos y deformaciones mínimas).

7. Según el EDT y el diagrama de Gantt, el proceso de diseño este modelo toma 49 días hábiles. Las fechas y los tiempos se generan en función a otros modelos ya trabajados.
8. Los costos involucrados en esta parte, se justifican básicamente con la disponibilidad del personal de área de ingeniería. Generalmente, no se le asocia de manera directa al proceso de producción.
9. El costo del proceso del diseño en relación al costo final de bus representa un 7.6%.
10. El costo para la fabricación de la estructura principal representa un 4.1% del costo de fabricación del total de bus.
11. Una vez fabricado el bus prototipo y levantadas las observaciones correspondientes, se procedió a la fabricación en línea de 20 buses para el primer lote y 23 buses para un segundo lote.

BIBLIOGRAFÍA

1. NTP 383.071 Carrozado de Ómnibus Destinado al servicio urbano de pasajeros. 2° Ed. Comisión de Reglamentos Técnicos y Comerciales - INDECOPI. Perú, 2008.
2. NTP 383.070 Carrozado de Ómnibus. Destinado al servicio interprovincial e internacional de pasajeros. 1° Ed. Comisión de Reglamentos Técnicos y Comerciales - INDECOPI. Perú, 2006.
3. Decreto Supremo N° 058-2003-MTC. Reglamento Nacional de Vehículos. Ministerio de Transportes y Comunicaciones. Perú, 2003
4. Resolución Directoral N° 4848-2006-MTC/15. Clasificación Vehicular y Estandarización de Características Registrables Vehiculares. Ministerio de Transportes y Comunicaciones. Perú, 2006.
5. Instrucciones para Encarrozamiento de chasis Agrale. 3ª Ed. Agrale. Brasil, 2008.
6. Directrices sobre Carrozado – Chasis Volksbus. Versión 5.0. Brasil, 2007.
7. Manual del Carrocero – Scania. Versión 1.7. Brasil, 2006.
8. Guía de los Fundamentos de la Dirección de Proyectos. Guía del PMBOK. 3ª Ed. USA, 2004.
9. Plan Intermodal de Transportes del Perú. Informe Final Parte 2, Capítulo 3. MTC/OGPP. Consorcio BCEOM-GMI-WSA. Perú, 2005.
10. Joseph E. Shigley, Charles R. Mischke. Diseño en Ingeniería Mecánica. 6ª Ed. MacGraw Hill. México, 2006
11. Manual SolidWorks Simulation Designer, Professional, Advanced and Non lineal. Dassault Systèmes SolidWorks Corporation. USA, 2009

ANEXOS

- Altura mínima medida desde el estribo hasta el marco superior: con 1,80 m.
- Ancho mínimo libre con la puerta abierta: 600 mm.

9.2 Materiales: El material utilizado en la estructura de la carrocería del vehículo deberá ser nuevo y de calidad estructural.

Todos los materiales de la estructura deberán estar protegidos contra la corrosión en toda la superficie, por medio de pintura anticorrosiva, galvanizado u otros procesos de recubrimiento adecuados.

9.3 Estructura: La estructura de la carrocería deberá estar compuesta por perfiles metálicos o cualquier otro material que ofrezca un comportamiento equivalente en cuanto a su resistencia, rigidez y seguridad.

Las partes que la componen deberán presentar sólida fijación entre sí a través de soldadura, de remaches o de tornillos de modo que se eviten los ruidos y vibraciones del vehículo, cuando se encuentre en movimiento, además de garantizar a través de los refuerzos necesarios, la resistencia suficiente para soportar en los puntos de concentración de carga (apoyos soportes, uniones, aberturas, etc.) todo tipo de esfuerzo al que puedan estar sometidos. Asimismo deberá cumplir con lo establecido en el Manual de Carrozado del fabricante de la unidad motriz.

También el vehículo podrá ser fabricado mediante una estructura autoportante. Dicha estructura deberá contar con igual o mejores características de solidez, rigidez, resistencia y seguridad que las carrocerías convencionales, siguiendo lo especificado en esta norma.

9.4 Condiciones de resistencia

9.4.1 Condiciones de resistencia de la carrocería frente al vuelco: La estructura de las carrocerías deberá cumplir las siguientes condiciones de resistencia:

- a) Ser diseñadas y fabricadas para resistir una carga estática sobre el techo, equivalente al 50 % del peso máximo admitido por el chasis (PMACH), distribuido uniformemente a lo largo del mismo, durante 5 min, sin experimentar deformaciones en ningún punto, que superen los 70 mm.

Para la realización de la prueba deberá adoptarse, como módulo experimental, el tramo de la estructura correspondiente al mayor paso de ventanas que ella posea, con las respectivas prolongaciones hasta una distancia equivalente a la mitad del paso, a cada lado de los respectivos anillos de estructura o pórticos, incluyendo todos los elementos estructurales de los laterales y del techo, desde el nivel del piso del vehículo hasta la parte superior de la estructura (véase Figura 1). El amate de la estructura del piso, con la estructura lateral tratará de reproducirse fielmente, pudiéndose colocar, además, un tubo o perfil de la misma sección por debajo de la estructura.

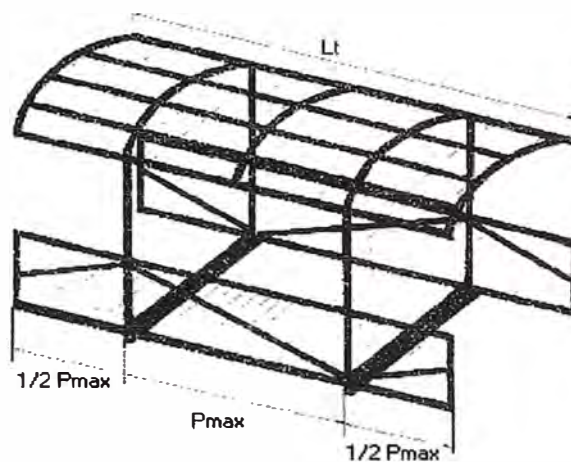


FIGURA 1 - Módulo experimental

Si las diagonales del antepecho de las ventanas no poseen estructura intermedia, será colocado un parante en el centro de los pasos, de la altura del correspondiente antepecho, para soldar en éste, la intersección de la diagonal.

La carga (C) sobre el módulo experimental se determinará multiplicando el peso máximo admitido por el chasis (PMACH) por cinco décimas (0,5) y por dos (2) veces el paso de las ventanas (Pmax) y dividiendo el valor hallado por la longitud total de la carrocería (L1).

$$C = \frac{\text{PMACH} \times 0,5 \times 2 \text{ Pmax}}{L_1}$$

Donde: PMACH = PBV – Peso neto del chasis

La carga se aplicará directamente por medio de planchas delgadas de acero de espesor máximo de 2 mm, en forma transversal al módulo, sobre los arcos de cada anillo de la estructura, dividida en dos (2) partes iguales. La longitud de las planchas será tal que abarque el ancho total del techo del módulo.

b) Los anillos de estructura o pórticos deben estar diseñados, además, para soportar como mínimo, una carga estática horizontal en sentido transversal a la carrocería igual al quince por ciento (15 %) del peso máximo admitido por el chasis (PMACH), distribuida uniformemente sobre cada uno de ellos, aplicada a la altura del dintel longitudinal del lateral con el techo, sobre la ventana, sin que el mismo sufra un desplazamiento horizontal mayor a ciento cuarenta milímetros (140 mm). La carga deberá mantenerse aplicada durante un intervalo de tiempo no inferior a cinco minutos (5 min).

Adoptándose el módulo anterior, la carga lateral se aplicará a través de una estructura secundaria colocada en el centro del módulo y soldada sobre los tubos o ménsula de la estructura. Con mecanismos neumáticos, hidráulicos o con pesos suspendidos, desde la estructura accesoria en el centro del módulo, se realizará una fuerza de tracción horizontal, sobre el dintel en la unión con cada uno de los dos (2) parantes de cualquier lateral. El valor de la fuerza lateral sobre cada parante será igual al valor que resulte de multiplicar el peso máximo admitido por el chasis (PMACH) por quince centésimas (0,15) y dividirlo por el número de pórticos formados por los arcos de techo con los parantes (el frontal y el posterior se considerarán dos (2) pórticos más).

$$\frac{\text{PMACH} \times 0,15}{\text{N}^\circ \text{ de pórticos}}$$

Todas estas exigencias tendrán que ser certificadas, por parte del fabricante, mediante ensayos por el ente certificador autorizado, el que a su vez emitirá el documento específico en el que constarán todos los valores registrados en los ensayos. Este documento deberá estar a disposición de las demás autoridades competentes.

9.4.2 Condiciones de resistencia frente a los impactos frontales: Los vehículos de transporte automotor de pasajeros por carretera, deberán tener en el frente, desde el nivel de la plataforma del conductor, y a la altura del borde superior de su asiento (medida mínima de 400 mm), una plancha de acero de espesor mínimo de 2 mm (tipo BWG N° 14) o de condiciones de resistencia equivalente, unida adecuadamente a los travesaños superior e inferior de los parantes izquierdo y derecho de unión entre el frente y ambos laterales.

Las aberturas para puertas de inspección, letreros de destino, alojamiento de luces, limpiaparabrisas, etc., no podrán superar el 25 % de la superficie total a proteger, debiendo, dichas aberturas, ser convenientemente reforzadas.

La plancha en cuestión podrá ser colocada interna o externamente a la estructura frontal, y el travesaño inferior de la mencionada estructura deberá fijarse convenientemente a los largueros de la estructura delantera del chasis.

La protección frontal en los vehículos dotados de motor delantero, podrá ser instalada solamente sobre la parte frontal izquierda, lado del conductor, fijada convenientemente a uno de los largueros del chasis, o estructura equivalente, cuando por razones de orden constructivo impidan la colocación total en el frente del vehículo.

Cuando por disposiciones de construcción no se permita la colocación de la plancha de acero, en las condiciones y en la forma arriba indicadas, el fabricante deberá certificar el vehículo, mediante el ensayo de péndulo, en la condición de resistencia mínima del frente de la carrocería, de acuerdo con lo siguiente:

- a) **Módulo:** El módulo para el ensayo estará compuesto por la estructura delantera, el anillo resistente inmediato a los elementos de unión entre ambos, que forman parte integral de la carrocería a ensayar (prototipo de ensayo). Para el caso de carrocerías autoportantes, el módulo se extenderá hasta el primer elemento resistente transversal, posterior al lugar destinado al conductor.
- b) **Fijación del módulo:** El módulo deberá estar fijado de forma tal que pueda evitarse cualquier desplazamiento del conjunto, debiendo todos los desplazamientos corresponder únicamente a deformaciones y/o roturas en el módulo y en sus fijaciones.

La estructura de la carrocería, para los vehículos con chasis independientes, deberá estar fijada al chasis a través de sus componentes originales de base y de chasis propiamente dicho, fijo al módulo de ensayo.

- c) **Dispositivo de ensayo:** El dispositivo de ensayo deberá estar compuesto de un péndulo, diseñado con la menor fricción posible en sus articulaciones, que sea solidario al dispositivo de fijación del módulo y que en su recorrido el péndulo impacte al módulo frontalmente. El impacto deberá ocurrir sobre la vertical del péndulo, con una tolerancia máxima de 3° de desviación, anterior a la línea vertical.

La distancia del péndulo, al centro del área de impacto deberá ser de 4,5 m a 5,0 m, la masa rígida de 1000 kg, con un área plana de impacto de 700 mm x 700 mm.

d) Impacto: El impacto ocurrirá entre los puntos indicados seguidamente y el centro de la cara de impacto de la masa del péndulo.

d.1) Puntos de impacto:

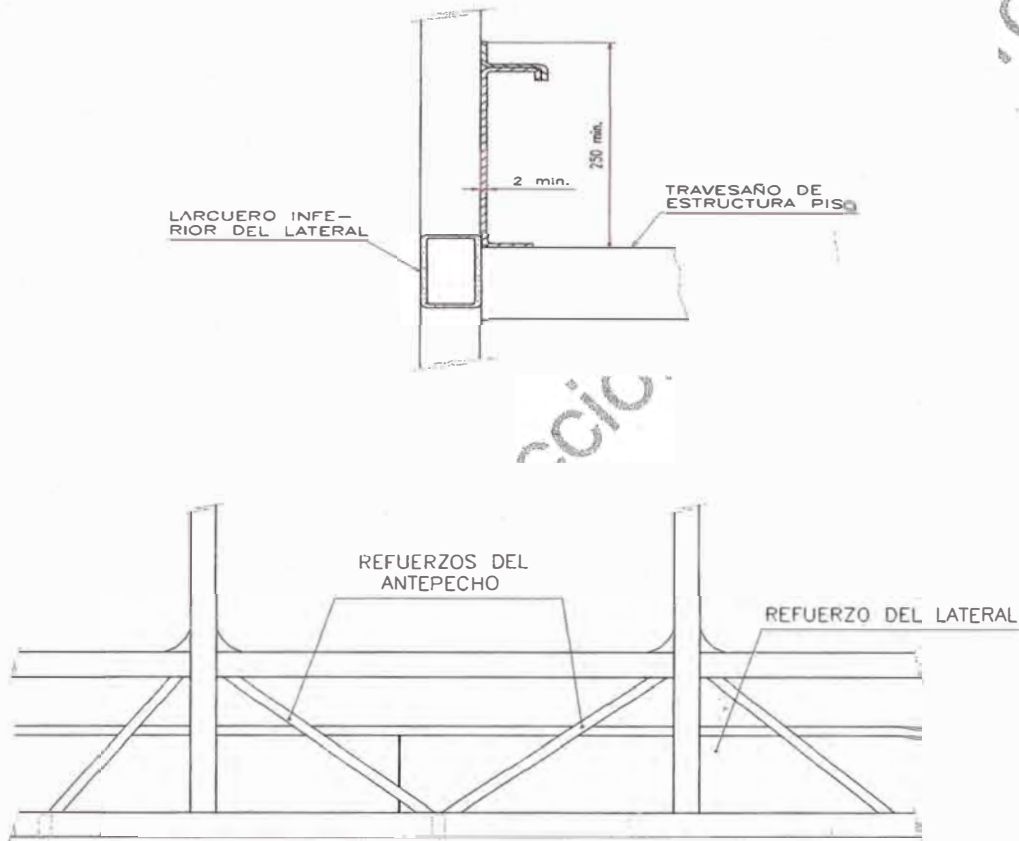
d.1.1) Localización transversal, coincidente con el eje del volante del vehículo a una distancia entre 150 mm y 200 mm encima del piso del puesto del conductor.

d.1.2) El punto simétrico entre d.1.1) y el eje vertical central.

e) Método de ensayo: La masa del péndulo deberá elevarse a una altura de 2 m, en la dirección de su trayectoria normal, a partir de su punto de impacto. En la caída libre, la masa pendular impactará individualmente en los puntos d.1.1) y d.1.2) y su trayectoria deberá ser paralela al plano longitudinal del vehículo.

f) Resultado del ensayo: Después de efectuados los 2 impactos, ningún punto de la estructura ensayada del vehículo podrá sufrir deformación longitudinal permanente superior a 200 mm. Dichas deformaciones serán medidas a partir de una referencia solidaria al dispositivo de ensayo.

9.4.3 Condiciones de resistencia contra los impactos laterales: Para protección contra impactos en los laterales, deberá colocarse en sentido longitudinal una plancha de acero de 2 mm de espesor mínimo (tipo BWG N° 14) o de condiciones de resistencia similares, a partir del nivel del piso terminado de fijación de los asientos y hasta una altura no inferior a 250 mm, la que deberá estar soldada al larguero inferior del lateral o al travesaño de la estructura del piso, desde la parte delantera del soporte de la primera fila de asientos hasta la parte posterior del soporte de la última fila de asientos, y a cada uno de los soportes y refuerzos en la zona del antepecho de las respectivas ventanas. Cuando los asientos cuenten con apoyos en el panel lateral, por fijaciones del tipo fusible, la plancha de acero de 2 mm deberá estar firmemente soldada al perfil de fijación de los asientos.



NOTA: Estos esquemas son solamente referenciales y no representan ningún patrón o modelo de diseño, tienen una función descriptiva.

FIGURA 2 – Refuerzo de protección contra impactos laterales

En lugar de esta protección, definida como refuerzo longitudinal estructural lateral, podrá instalarse una plancha externa o interna de acero de un milímetro con 1,25 mm de espesor y de 500 mm de altura, soldada conforme a las especificaciones citadas.

7.9 Caja de velocidades: Los vehículos podrán estar equipados con una caja de velocidades que tenga cualquier cantidad de marchas hacia adelante, todas sincronizadas excepto la primera y una marcha atrás. También se admitirá la colocación de caja automática para varias velocidades.

7.10 Ruedas y neumáticos: Los ómnibus deberán, en relación con las ruedas y neumáticos, cumplir con lo establecido en el Reglamento Nacional de Vehículos. Podrán estar equipados opcionalmente con aparatos de medición y control de presión de los neumáticos.

7.11 Sistema de escape de gases: El sistema de escape de gases deberá estar de acuerdo con lo establecido en el Reglamento Nacional de Vehículos.

7.11.1 El sistema de escape deberá ser diseñado y proporcionado por el fabricante del chasis, quien deberá tener en cuenta la seguridad del vehículo para el transporte de pasajeros.

8. CARACTERÍSTICAS DE LA CARROCERÍA

8.1 Materiales

8.1.1 Materiales de la estructura: El material utilizado en la estructura de la carrocería del vehículo, deberá ser nuevo y de calidad estructural. Todos los materiales de la estructura deberán estar protegidos contra la corrosión en toda la superficie, inclusive en las uniones soldadas, orificios y cortes realizados en los elementos, por medio de pintura anticorrosiva, galvanizado u otros procesos de recubrimiento adecuados.

8.1.2 Revestimiento interno: Los materiales para revestimientos internos del vehículo deberán cumplir con los siguientes requisitos:

- a) Resistente al vandalismo
- b) No absorbente

- c) Resistente al desgaste
- d) De fácil mantenimiento, limpieza y lavado
- e) No tóxico
- f) Retardante al fuego con un índice de llama máximo de 250 mm/min según la norma ISO 3795 (o menor de 150 bajo la norma ASTM E-162).

8.2 Estructura: La estructura de la carrocería deberá estar compuesta por perfiles metálicos o cualquier otro material que ofrezca un comportamiento equivalente en cuanto a su resistencia, rigidez y seguridad. Las partes que la componen deberán presentar sólida fijación entre sí a través de soldadura, de remaches o de tornillos de modo que se eviten los ruidos y vibraciones del vehículo, cuando se encuentre en movimiento, además de garantizar a través de los refuerzos necesarios, la resistencia suficiente para soportar en los puntos de concentración de carga (apoyos soportes, uniones, aberturas, etc.) todo tipo de esfuerzo al que puedan estar sometidos.

8.2.1 El largo máximo medido entre la parte externa de los para-choques delantero y posterior de los ómnibus urbanos podrá ser, según su configuración vehicular: Para B2 hasta 13,20 m; para BA-2 hasta 18,30 m; y para ómnibus bi-articulados hasta 23,70 m .”

8.2.2 El ancho total máximo incluyendo los parachoques (del tipo envolvente) y excluyendo los espejos retrovisores externos, partes y luces de señalización debe ser 2,60 m.

8.2.3 La altura total máxima que pueda ser aceptada por la carrocería en su parte más alta, medida entre el nivel del suelo y la generatriz superior del punto externo más elevado del techo de los vehículos debe ser 3,50 m.

8.2.4 La altura interna mínima medida entre la cara interior del techo y el piso en el centro del pasadizo deberá ser de 2,00 m.

8.2.5 La altura máxima del piso, medida en la zona de las puertas a partir del nivel del suelo deberá ser:

- a) 1,05 m para los ómnibus tipo alimentador
- b) 0,92 m para los ómnibus tipo troncal

8.2.6 La inclinación del piso debe ser de 5 % como máximo.

8.2.7 El voladizo posterior del ómnibus deberá estar dentro de los límites establecidos en el Reglamento Nacional de Vehículos.

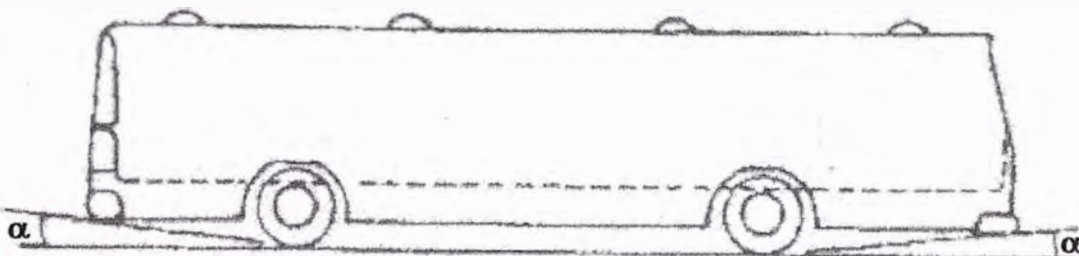
8.2.8 El ómnibus deberá contar en cada extremo con un parachoques de tipo envolvente (con extremos curvados) dentro de los límites de la anchura reglamentaria.

8.2.9 La altura máxima de los parachoques medida entre su generatriz inferior y el suelo, estando el vehículo con su peso reglamentario, deberá ser:

- a) 650 mm para ómnibus tipo alimentador
- b) 550 mm para ómnibus tipo troncal

8.2.10 No se admite componentes eléctricos instalados sobre los parachoques.

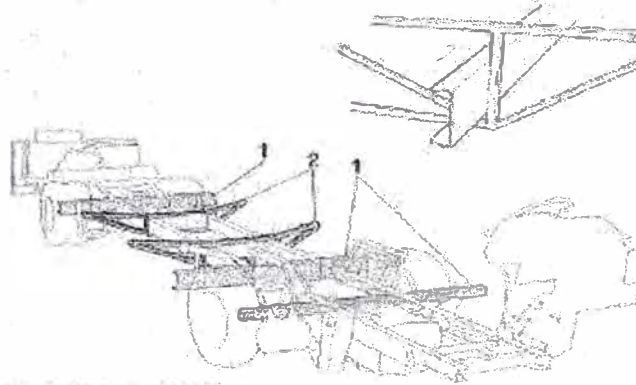
8.2.11 El ángulo mínimo de entrada y salida (véase Figura 1) estando el vehículo con su peso reglamentario debe ser 8° .



α : Ángulos de entrada y salida = 8°

FIGURA 1 - Ángulos de entrada y salida

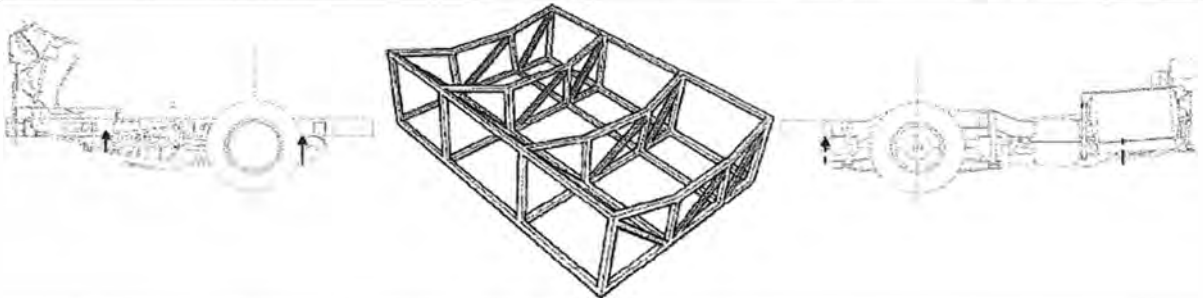
Figura II.1 : Ómnibus Convencional



1. Travesaño, incluido en el chasis
2. Travesaño montado en el carrozado

Omnibus carrozado sobre chasis con bastidor completo

Figura II.2 : Ómnibus Integral



Tren Delantero:

Eje delantero y sistema de dirección (suministrado por el fabricante del vehículo)

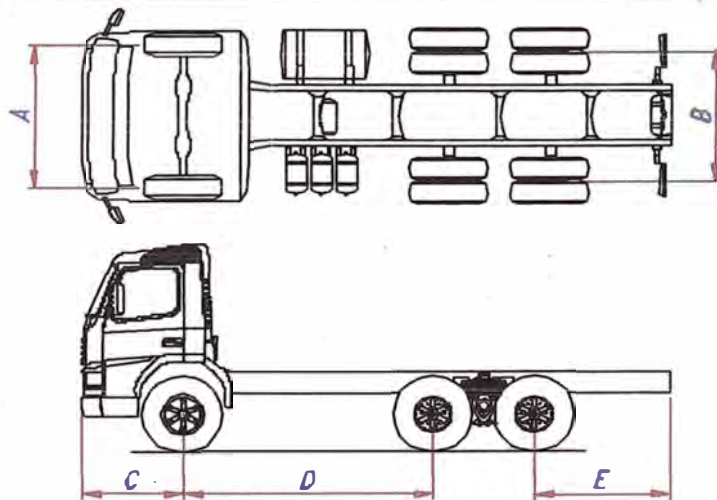
Bastidor principal:

Elemento estructural intermedio que completa el chasis (suministrado por el carroceros con autorización del fabricante)

Tren posterior:

Eje posterior, sistema motriz (suministrado por el fabricante del vehículo)

Figura II.3



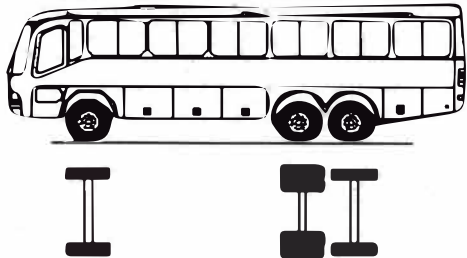
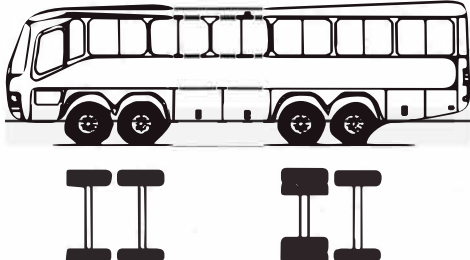
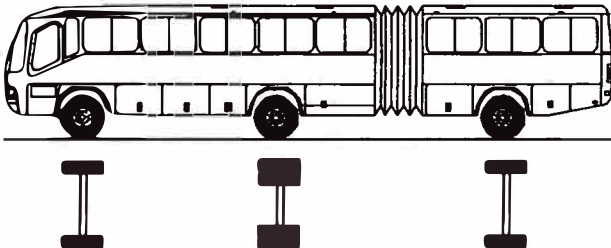
A : Trocha delantera
B : Trocha posterior

C : Voladizo delantero
D : Distancia entre ejes

E : Voladizo posterior

TABLA DE PESOS Y MEDIDAS



Configuración vehicular	Descripción gráfica de los vehículos	Long. Máx. (m)	Peso máximo (t)				Peso bruto máx. (t)	
			Eje Delant	Conjunto de ejes posteriores				
				1°	2°	3°		4°
8x4 RB2		20,50	7+7 ⁽⁵⁾	18	18	---	---	48 ⁽²⁾
T3S2 S2		23,00	7	18	18	18	---	48 ⁽²⁾
T3Se2 Se2		23,00	7	18	11 + 11 ⁽³⁾	11 + 11 ⁽³⁾	---	48 ⁽²⁾
T3S2 S1S2		23,00	7	18	18	11	18	48 ⁽²⁾
T3Se2 S1Se2		23,00	7	18	11 + 11 ⁽³⁾	11	11 + 11 ⁽³⁾	48 ⁽²⁾
B2		13,20	7	11	---	---	---	18

Configuración vehicular	Descripción gráfica de los vehículos	Long. Máx. (m)	Peso máximo (t)				Peso bruto máx. (t)	
			Eje Delant	Conjunto de ejes posteriores				
				1°	2°	3°		4°
B3-1		14,00	7	16	---	---	---	23
B4-1		15,00	7+7 ⁽⁵⁾	16	---	---	---	30
BA-1		18,30	7	11	7	---	---	25

- (1) Conjunto de ejes con un eje direccional
- (2) Vehículos con facilidad de distribución de peso por ejes
- (3) Conjunto de ejes separados compuesto por dos ejes simples donde la distancia entre centros de ruedas es superior a 2,40 m
- (4) Eje direccional
- (5) Carga máxima para conjunto de ejes direccionales compuestos por dos ejes simples donde la distancia entre centros de ruedas es superior a 1,70 m

2. PESO MÁXIMO POR EJE O CONJUNTO DE EJES

Peso máximo por eje simple o conjunto de ejes permitido a los vehículos, es el siguiente:

Conjunto de eje(s)	Nomenclatura	Simbología	Nº de Neumáticos	GRAFICO	Peso máximo por eje(s) (t)
Simple	1RS		02		7

3. TOLERANCIA DEL PESAJE DINAMICO

Eje (s)	Neumáticos	Tolerancia
Simple	02	350 kg
Simple	04	550 kg
Doble	04	600 kg
Doble	06	800 kg
Doble	08	900 kg
Triple	06	800 kg
Triple	10	1150 kg
Triple	12	1250 kg

La tolerancia para el peso bruto vehicular simple o combinado determinado en el pesaje dinámico será de 3%

4. EJES RETRACTILES

El conjunto de ejes que incluya un eje retráctil dentro de su configuración, debe cumplir con la siguiente distribución de peso al eje retráctil.

TIPO DE EJE	ALTERNATIVA 1	ALTERNATIVA 2	PORCENTAJE MINIMO DEL PESO TOTAL DEL CONJUNTO ASUMIDO POR EL EJE RETRÁCTIL
Doble	4 neumáticos	8 neumáticos	40 %
Doble	6 neumáticos		22 %
Triple	6 neumáticos	12 neumáticos	30%
Triple	10 neumáticos		20%

Queda prohibido transitar con ejes retraídos dentro del SNTT, estando los vehículos con carga.

5. SUSPENSIONES NEUMÁTICAS Y NEUMÁTICOS EXTRA ANCHOS

En los vehículos con suspensión neumática y/o neumáticos extra anchos se permitirá una bonificación adicional respecto de los pesos máximos por eje establecidos en el presente Reglamento.

Las características técnicas de los neumáticos, la suspensión y los ejes serán proporcionados por el fabricante de los mismos y los requerimientos específicos para los permisos correspondientes serán regulados de acuerdo al procedimiento que para dicho efecto establezca el Ministerio.

6. MEDIDAS VEHICULARES

1 : Ancho máximo :

Ancho máximo (sin espejos) para todo tipo de vehículo (incluida la mercancía o bienes transportados) 2,60 m

2 : Altura máxima :

? Vehículos de la categoría N en general 4,10 m
? Vehículos de categoría M con carrocería convencional 3,60 m
? Vehículos de categoría M con carrocería integral 4,30 m

? Vehículos de categoría O de compartimento cerrado tipo Semirremolque	4,30 m
? Vehículos de categoría O diseñados para el transporte de Contenedores	4,30 m
? Vehículos de categoría O diseñados para el transporte de Contenedores de gran volumen (High Cube)	4,60 m

3 Longitudes máximas

Las longitudes máximas de los vehículos de las categorías M y N, y la combinación de los vehículos de las categorías N y O, se encuentran en las Tablas de Pesos y Medidas del numeral 1, del presente Anexo.

Adicionalmente, las longitudes máximas de los vehículos de categoría O entre parachoques:

? Remolque (no incluye punta de lanza)	10,00 m
? Remolque balanceado (no incluye punta de lanza)	8,50 m
? Semirremolque	14,68 m

4 Voladizo posterior :

Categoría M

? Con motor posterior	Hasta 60% de la distancia entre ejes
? Con motor central	Hasta 65% de la distancia entre ejes
? Con motor delantero	Hasta 70% de la distancia entre ejes

Categoría N :

Hasta 60% de la distancia entre ejes, no pudiendo exceder los 3.50m.

TUBO LAF ASTM A513

MECÁNICO

DENOMINACIÓN :

T LAF RED A513, T LAF CUA A513, T LAF REC A513

DESCRIPCIÓN:

Tubo electro soldado fabricado con acero al carbono laminado en frío (LAF), utilizando el sistema de soldadura por resistencia eléctrica por inducción de alta frecuencia longitudinal (ERW).

USOS:

Tubos para estructuras ligeras, muebles, cerrajería en general y usos ornamentales.

NORMA TÉCNICA DE FABRICACIÓN:

Las secciones de fabricación pueden ser redondas, cuadradas y rectangulares. Las dimensiones y espesores se fabrican según la norma ASTM A513 Tipo 2

MATERIA PRIMA:

Acero laminado en frío calidad comercial, según ASTM A366-96

TOLERANCIAS:

Longitud	:	+ 20 mm. - 5 mm
Espesor	:	Según Norma ASTM A513
Rectitud	:	
Redondo	:	Variación máxima 0.76 mm / m
Cuadrado y Rectangular	:	Variación máxima 1.7 mm / m

Sección :

1.- Cuadrado y Rectangular:

Dimensiones exteriores (pulg)	Variación +/- (pulg)
1/2" a 5/8" incl.	0.004
5/8" a 1 1/8" incl.	0.005
1 1/8" a 1 1/2" incl.	0.006
1 1/2" a 2" incl.	0.008

2.- Redondo :

Para tubos de Diámetro exterior (pulg)	Tolerancia +/- (pulg)
1/2" a 5/8" incl.	0.0030
5/8" a 1 1/8" incl.	0.0035
1 1/8" a 2" incl.	0.0050
2" a 2 1/2" incl.	0.0060
2 1/2" a 3" incl.	0.0080

PRESENTACIÓN:

Longitud	:	6.00 m. Otras longitudes a pedido.
Acabado de extremos	:	Refrentado (plano), limpios de rebordes.
Recubrimiento	:	Aceitado.

DIMENSIONES Y PESOS NOMINALES en Kg/m:

Dimensión	Espesores (mm)									
	0.6	0.7	0.75	0.8	0.9	1.0	1.2	1.5	2.0	
REDONDO	1/2"	0.179	0.207	0.221	0.235	0.262	0.289			
	5/8"	0.226	0.262	0.280	0.298	0.332	0.367	0.434		
	3/4"	0.273	0.317	0.338	0.360	0.403	0.445	0.528	0.649	
	7/8"		0.372	0.397	0.423	0.473	0.523	0.622	0.766	0.997
	1"			0.456	0.485	0.544	0.602	0.716	0.884	1.154
	1 1/4"			0.573	0.611	0.685	0.758	0.904	1.119	1.467
	1 1/2"			0.691	0.736	0.826	0.915	1.092	1.354	1.781
	1 3/4"			0.808	0.861	0.967	1.072	1.280	1.589	2.094
	2"				0.986	1.108	1.228	1.468	1.824	2.407
	2 1/2"						1.541	1.844	2.294	3.033
3"						1.855	2.220	2.763	3.660	
CUADRADO	5/8"	0.275	0.319	0.341	0.363	0.406	0.449	0.533		
	3/4"			0.425	0.452	0.507	0.560	0.666	0.822	
	7/8"			0.515	0.548	0.614	0.680	0.810	1.001	
	1"			0.572	0.609	0.683	0.756	0.901	1.115	1.462
	1 1/4"			0.718	0.765	0.858	0.951	1.136	1.408	1.853
RECTANG.	1 1/2"				0.922	1.035	1.148	1.371	1.703	2.246
	1/2" x 1"			0.431	0.458	0.513	0.568	0.676	0.833	
	1/2" x 1 1/2"				0.615	0.689	0.763	0.910	1.126	1.477
	1" x 2"				0.928	1.042	1.155	1.381	1.715	2.261
1 1/2" x 2"				1.085	1.218	1.351	1.615	2.008	2.653	

MATERIA Y CALIFICACIONES-2018-03-05



**CORPORACION
ACEROS AREQUIPA S.A.**

Descripción: Producto Plano que se obtiene por Laminación a Temperatura Ambiente, de Bobinas LAC previamente decapadas.

Espesor: En un rango comprendido entre 0.3 y 2.0 mm.

Ancho: Varía entre 600 mm y 1200 mm.

Largo de Planchas: Variable según requerimiento del Cliente, siendo la longitud standard 2400 mm.

Usos: En la fabricación de productos que requieren excelente acabado superficial y/o espesores delgados como es el caso de los Electrodomésticos (lavadoras, cocinas, refrigeradoras), muebles metálicos, carrocerías de vehículos, estanterías, paneles, tubos, etc.

PROPIEDADES MECANICAS

NORMA TECNICA	F	R	A	NORMA EQUIVALENTE
	Kg/mm ²	Kg/mm ²	%	
ASTM A-1008* CS-TIPO B	14/28	30min	JIS G-3141 SPCC

* Reemplaza a la norma ASTM A-366

DIMENSIONES STANDARD, TOLERANCIA Y PESOS

SISTEMA METRICO			TOLERANCIA	PESO TEORICO	SISTEMA INGLES
(mms)			ESPESOR	kg/pl	Espesor Equiv. (pulg)
			+/- en mms		
0.30 x	905 x	2400	0.04	5.12	1/84"
0.40 x	905 x	2400	0.05	6.82	1/64"
0.40 x	1200 x	2400	0.05	9.04	1/64"
0.45 x	905 x	2400	0.05	7.67	1/57"
0.45 x	1200 x	2400	0.05	10.17	1/57"
0.50 x	905 x	2400	0.05	8.53	1/54"
0.50 x	1200 x	2400	0.05	11.3	1/54"
0.55 x	1200 x	2400	0.06	12.43	1/46"
0.60 x	1200 x	2400	0.06	13.56	1/40"
0.70 x	1200 x	2400	0.06	15.83	1/36"
0.75 x	1200 x	2400	0.07	16.96	1/34"
0.80 x	1200 x	2400	0.07	18.09	1/32"
0.85 x	1200 x	2400	0.07	19.22	1/30"
0.90 x	1200 x	2400	0.07	20.35	1/27"
1.00 x	1200 x	2400	0.08	22.61	1/24"
1.15 x	1200 x	2400	0.08	26	1/22"
1.20 x	1200 x	2400	0.08	27.13	1/20"
1.45 x	1200 x	2400	0.10	32.78	1/18"
1.50 x	1200 x	2400	0.10	33.91	1/16"
1.75 x	1200 x	2400	0.12	39.56	2/29"
1.90 x	1200 x	2400	0.12	42.96	3/40"
2.00 x	1200 x	2400	0.12	45.22	5/64"

Tolerancias según JIS G-3141

Descripción: Bobina Laminada en Frío o Caliente, recubierta con una capa de Zinc en ambas caras, mediante un Proceso de Inmersión en Caliente. La capa de Zinc proporciona protección contra la corrosión ambiental.

Usos: Silos, ductos de aire acondicionado, equipos avícolas, tales como comederos y bebederos de aves, y hojalatería en general.

PROPIEDADES MECANICAS

NORMA TECNICA	F	R	A	NORMA EQUIVALENTE
	Kg/mm ²	Kg/mm ²	%	
ASTM A-653	28* min	30 min	JIS G-3302

Generalmente con recubrimiento G60 (180 gr/m²). También G-40 (120 gr/m²) y G-90 (270 gr/m²)

*Referencial

* Reemplaza a la norma ASTM A-526

DIMENSIONES STANDARD Y PESOS

SISTEMA METRICO		TOLERANCIA ESPESOR	PESO TEORICO	SISTEMA INGLES
(mms)		+/- en mms	kg/pl	Espesor Equiv. (pulg)
0.25 x 920 x 1830		0.06	3.60	1/100"
0.30 x 920 x 1830		0.06	4.27	1/84"
0.40 x 920 x 1830		0.08	5.59	1/64"
0.45 x 920 x 1830		0.10	6.25	0.018"
0.45 x 1200 x 2400		0.10	10.69	0.018"
0.50 x 920 x 1830		0.10	6.91	1/54"
0.50 x 1200 x 2400		0.10	11.82	1/54"
0.55 x 1200 x 2400		0.10	12.95	0.022"
0.60 x 1200 x 2400		0.10	14.08	1/40"
0.75 x 1200 x 2400		0.10	17.47	0.030"
0.80 x 1200 x 2400		0.10	18.60	1/32"
0.85 x 1200 x 2400		0.10	19.47	0.034"
0.90 x 1200 x 2400		0.10	20.86	1/27"
1.00 x 1200 x 2400		0.10	23.12	1/24"
1.15 x 1200 x 2400		0.13	26.52	0.045"
1.20 x 1200 x 2400		0.13	27.65	1/20"
1.45 x 1200 x 2400		0.13	33.30	0.057"
1.50 x 1200 x 2400		0.13	34.43	1/16"
2.00 x 1200 x 2400		0.15	45.73	5/64"
2.50 x 1200 x 2400		0.20	57.04	3/32"
2.70 x 1200 x 2400		0.23	61.56	0.106"
3.00 x 1200 x 2400		0.23	68.34	1/8"

Tolerancia según ASTM A-924

Descripción: Producto Plano que se obtiene por Laminación de Planchones de Acero que previamente se calientan hasta una Temperatura Promedio de 1250°C
Espesor: Las Planchas varía entre 1.2 y 100 mm.
Bobinas: Disponibles en espesores entre 1.2 y 6.0 mm.

Usos: En la Fabricación de Piezas Metálicas como tolvas, carrocerías, autopartes, perfiles, tubos. En general se utilizan en piezas de poca responsabilidad con relación a las Propiedades Mecánicas.

PROPIEDADES MECANICAS

NORMA TECNICA	F	R	A	NORMA EQUIVALENTE
	Kg/mm ²	Kg/mm ²	%	
ASTM A-1011* CS-TIPO B	21/34	25 min	JIS G-3131 SPHC

*Reemplaza a la norma ASTM A-569

DIMENSIONES STANDARD , TOLERANCIA Y PESOS

SISTEMA METRICO (mms)	TOLERANCIA ESPESOR +/- en mms	PESO TEORICO kg/pl	SISTEMA INGLES Espesor Equiv.(pulg)
1.20 x 1,200 x 2,400	0.15	27.13	1/20"
1.50 x 1,200 x 2,400	0.15	33.91	1/16"
1.80 x 1,200 x 2,400	0.19	40.69	9/128"
2.00 x 1100 x 2400	0.2	45.22	5/64"
2.30 x 1200 x 2400	0.2	52.00	0.091"
2.50 x 1200 x 2400	0.22	56.52	3/32"
2.90 x 1200 x 2400	0.22	65.56	0.114"
3.00 x 1100 x 2400	0.22	67.82	1/8"
4.00 x 1200 x 2400	0.45	90.43	5/32"
4.40 x 1200 x 2400	0.45	99.48	11/64"
4.50 x 1200 x 2400	0.45	101.74	3/16"
5.00 x 1200 x 2400	0.45	113.04	0.197"

Tolerancias espesor según JIS G-3193

DIMENSIONES STANDARD , TOLERANCIA Y PESOS

SISTEMA METRICO (mms)	TOLERANCIA ESPESOR +/- en mms	PESO TEORICO kg/pl	SISTEMA INGLES Espesor Equiv.(pulg)
5.90 x 1200 x 2400	0.5	133.39	0.232"
6.00 x 1200 x 2,400	0.5	135.65	1/4"
8.00 x 1200 x 2,400	0.55	180.86	5/16"
9.00 x 1200 x 2,400	0.55	203.47	3/8"
12.00 x 1200 x 2,400	0.55	271.30	1/2"
16.00 x 1200 x 2,400	0.65	361.73	5/8"
20.00 x 1200 x 2,400	0.65	452.16	3/4"
25.00 x 1200 x 2,400	0.7	565.20	1"
32.00 x 1,200 x 2,400	0.7	723.46	1 1/4"
38.00 x 1,200 x 2,400	0.7	859.10	1 1/2"
50.00 x 1,200 x 2,400	0.8	1,130.40	2"
63.00 x 1,200 x 2,400	0.9	1,424.30	2 1/2"
75.00 x 1,200 x 2,400	0.9	1,695.60	3"
100.00 x 1,200 x 2,400	1.3	2,260.80	4"

Tolerancias espesor según JIS G-3193

NOTA.- En estas Dimensiones también disponibles
Planchas de Calidad Estructural



CARACTERÍSTICAS MECANICAS

Mechanical characteristics

	EN AW-1050	EN AW-1200	EN AW-3105	EN AW-3003	EN AW-3005	EN AW-5040	EN AW-5011	EN AW-8006	EN AW-8112
H111/0	65-95								
H12	85-125	95-135	130-180	120-160	145-195	190-240	200-250	135-185	140-190
H14	105-145	115-155	150-200	145-185	170-215	220-260	240-280	150-195	170-210
H16	125-160	130-170	175-225	170-210	195-240	240-280	260-300	175-230	190-240
H18	140	150	195	190	220	260	280		
H22			130-180	120-160	145-195	190-240		135-185	140-190
H24			150-200	145-185	170-215	220-265		155-205	170-210
H26			175-225	170-210	195-240	240-285		180-230	190-240
H28					220	260			

*En el 5340 H2X = t-3X

	EN AW-1050	EN AW-1200	EN AW-3105	EN AW-3003	EN AW-3005	EN AW-5040	EN AW-5011	EN AW-8006	EN AW-8112
H111/0	30								
H12	65	75	105	90	125	155	170	110	120
H14	85	95	115	160	150	185	235	245	160
H18	100	115	160	150	185	235	245	160	180
H22			105	80	110	145		110	105
H24			120	115	140	180		125	130
H26			150	140	170	215		150	130
H28					190	220			

*En el 5340 H2X = t-3X

	EN AW-1050	EN AW-1200	EN AW-3105	EN AW-3003	EN AW-3005	EN AW-5040	EN AW-5011	EN AW-8006	EN AW-8112
H111/0	22								
H12	10	10	6	9	6	6	5	7	5
H14	8	8	4	7	5	5	5	5	4
H16	5	5	4	4	5	4	4	5	4
H18	4	4	4	4	4	4	4		
H22			8	9	7	7		9	7
H24			6	6	6	6		7	5
H26			5	5	5	5		6	5
H28					5	5			

*En el 5040 H2X = t-3X

COMPOSICIÓN QUÍMICA

Chemical composition

Al

	SERIE 1000		SERIE 3000		SERIE 5000		SERIE 6000	SERIE 8000	
	1050	1200	3105	3003	3005	5040	6011	8006	8112
Si	0,25	Si+Fe 1,0	0,6	0,6	0,6	0,4	1,2	0,4	1
Fe	0,4		0,7	0,7	0,7	0,7	1	1,2-2	1
Cu	0,05	0,05	0,3	0,05-0,2	0,3	0,25	0,9	0,3	0,4
Mn	0,05	0,15	0,3-0,8	1,0-1,5	1,0-1,5	0,9-1,4	0,8	0,3-1	0,6
Mg	0,05	0,1	0,2-0,8	0,2-0,3	0,2-0,6	1,0-1,5	0,6-1,2	0,1	0,7
Zn	0,07	0,1	0,4	0,1	0,25	0,25	1,5	0,1	1
Ti	0,05	0,05	0,1	0,05	0,1	0	0	0	0,2
Otros	0,05	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,5	0,15	0,15
Al (%)	99,5	99	Rest	Rest	Rest	Rest	Rest	Rest	Rest

Los valores son máximos salvo donde se indica lo contrario.
 The values are maximum unless otherwise indicated.

Bayar los datos de composición química de los productos.
 Buy the chemical composition data of the products.



Norma Técnica:

AWS A5.18-93	DIN 8559
ER 70 S - 6	SG2 M2 Y 46 65

Análisis Químico del Alambre en %:

Cr	S	Mn	P	Si	Cu
0,074	0,858	1,4 - 1,8	0,010	0,011	0,006

Características:

- Alambres con alto contenido de manganeso (Mn) y silicio (Si), que permite soldar con corriente alta cuando se emplea gas CO₂.
- Son adecuados para soldar sobre aceros con suciedad y cascavilla de laminación en cantidad moderada.
- La calidad del cordón de soldadura depende del grado de impurezas de la superficie que se va a soldar.
- Se puede emplear también en posiciones forzadas mediante el uso de transferencia por cortocircuito.
- Permite incrementar la velocidad de deposición sin afectar la calidad del depósito de soldadura.

Propiedades mecánicas del metal depositado : (valores típicos)

Unid.	Resistencia a la tracción	Límite Elástico	Elongación en 2"
Lb/pulg ²	72 000	60 000	22%
MPa	500	420	

Aplicaciones:

- Aceros estructurales no aleados: St 33, St 37, St 44, St 52-3, St 50-2*, St 60-2*.
- Aceros estructurales de grano fino: St E 255, St E 285, St E 315, St E 355, W St E 255, W St E 285
- Tubos: St 37,0; St 37, 4; St 44,0; St 44,4; St 52,0; St 52,4; St 35,8; St 45,8; St E210,7; St E 240,7; St E 290,7; St E 320,7; St E 360,7.
- Aceros navales A, B, C, D, E
- Aceros fundidos GS-38, GS-45, GS-52
- Como aplicación especial este alambre puede ser empleado en el proceso de arco sumergido en combinación con nuestro flujo POP 185 o POP 182 para la reconstrucción de muñones y cigüeñales de acero fundido o forjado.
- Según el espesor, precalentar desde 150°C a 300°C.

Aprobaciones:

ABS	GL	LR
3S	3S	Dvu O, BF, 3S

Presentación:

- En diámetros de 0,8mm, 1,0mm, 1,2mm, 1,6mm embobinados en carretes de 15 kg.

Sólidos de

Norma Técnica:

AWS A5.9-93	DIN 8556
ER 308L	SG X Cr Ni 19 9

Análisis Químico del Alambre en %:

C	Cr	Ni	Mo	Si	Mn
0,025	20	10	0,5	0,4	1,8

Características:

- Alambres inoxidables austeníticos al cromo níquel con bajo contenido de carbono para ser empleado con el proceso MIG. El bajo contenido de carbono reduce la posibilidad de la precipitación de carburos de cromo y aumenta la resistencia a la corrosión intergranular.

Parámetros de Soldadura:

Diámetro (mm)	Amperaje	Voltaje	Tipo de Arco
0,6	40 - 60	17 - 20	Corto Circuito
0,8	60 - 100	18 - 21	Corto Circuito
1,0	75 - 140	18 - 21	Corto Circuito
1,2	150 - 190	25 - 28	Arco Spray
1,6	175 - 250	25 - 28	Arco Spray

Polaridad invertida C.C. (+)
Gas protector: Ar + 2% CO₂

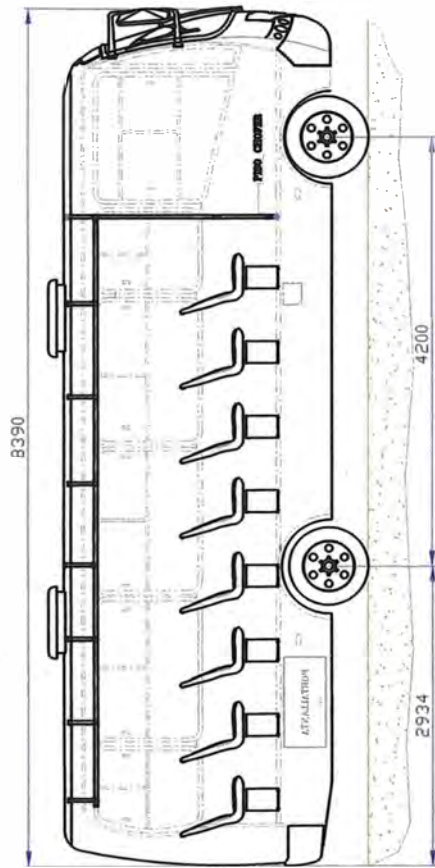
Aplicaciones:

- El EXSAFIL 199 se emplea para soldar los aceros inoxidables de la serie 300 con 18 de Cr y 8 de níquel, así como los aceros estabilizados AISI 347.
- Unión de aceros austeníticos con 12-14% de manganeso.
- En planchas delgadas es recomendable la transferencia por cortocircuito.

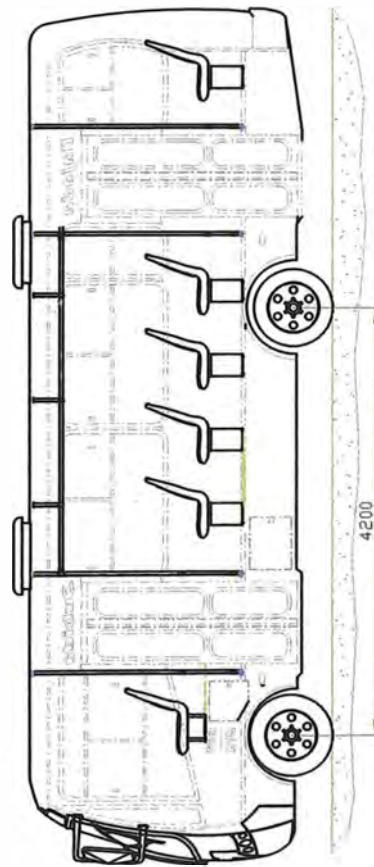
Presentación:

- En diámetros de 0,6 mm, 0,8 mm, 1,0 mm, 1,2 mm y 1,6 mm.
- Presentación en carretes de plásticos con 10 Kg de capacidad, embolsado al vacío y protegido con cajas de cartón.

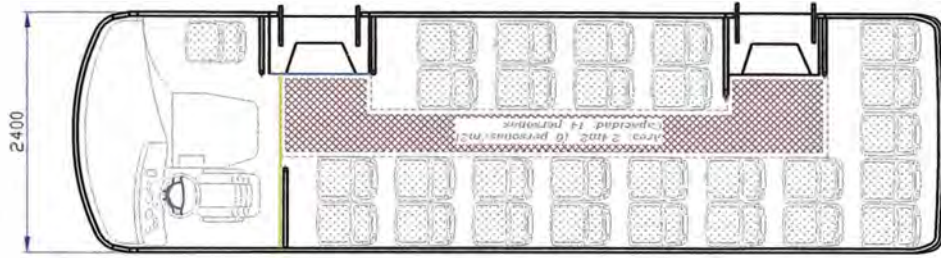
PLANO DISTRIBUCION DE ASIENTOS



LATERAL IZQUIERDO INTERIOR



LATERAL DERECHO INTERIOR



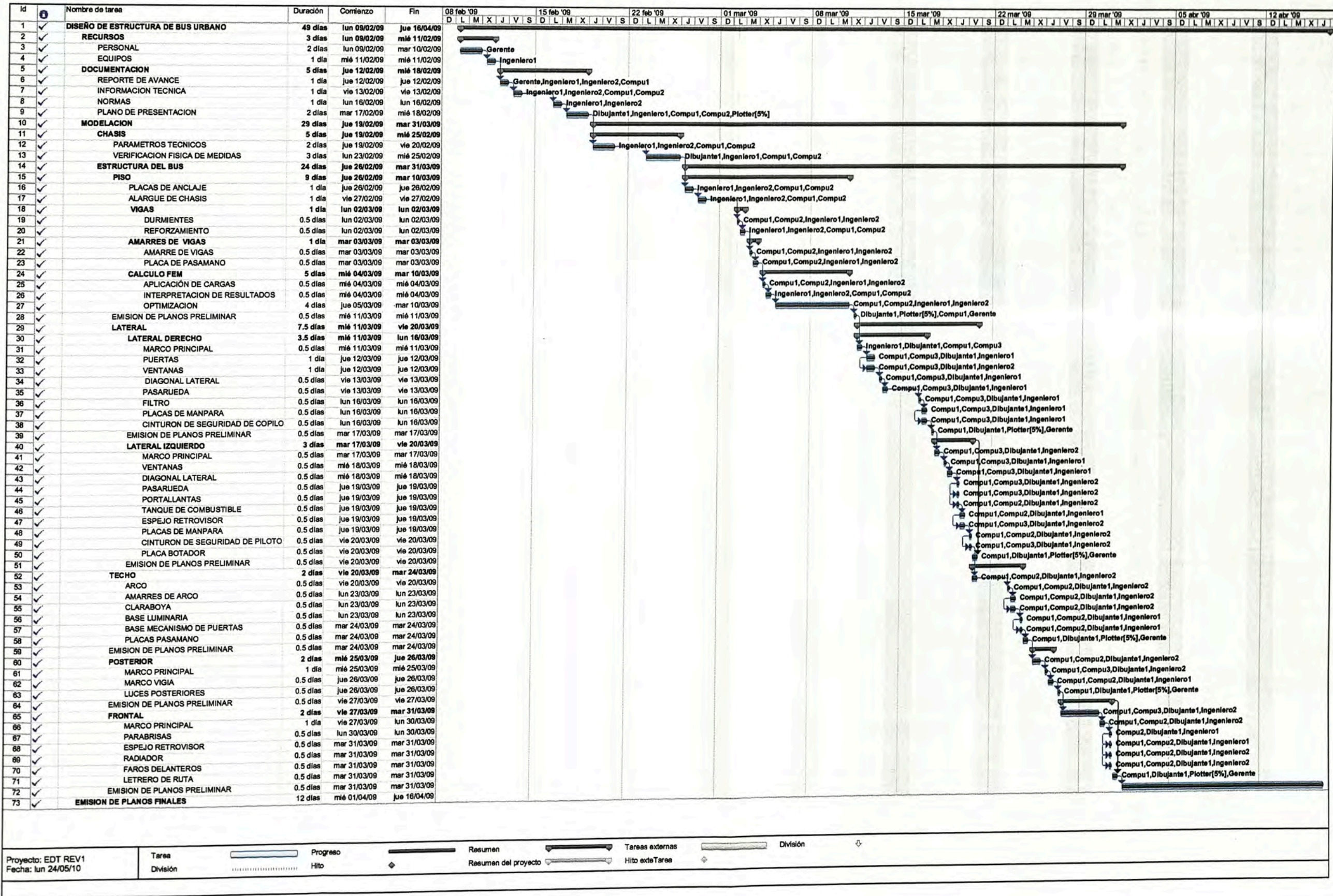
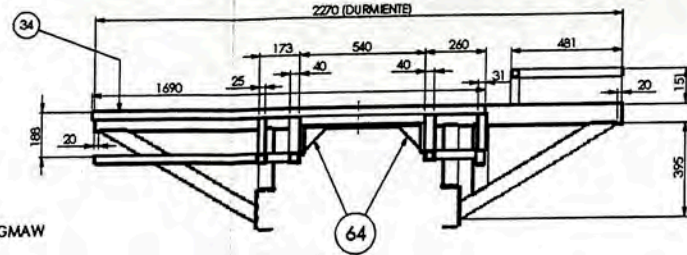
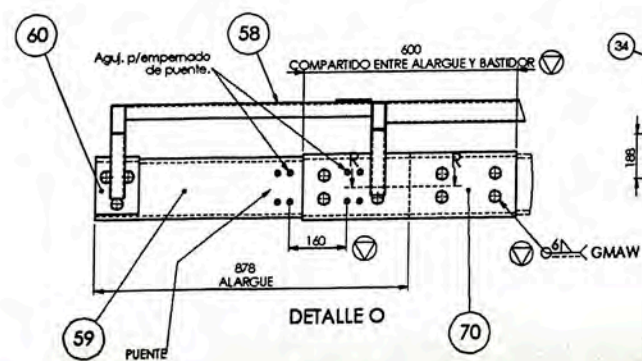
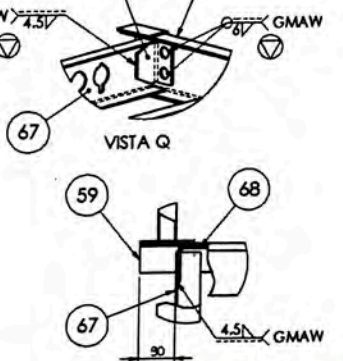
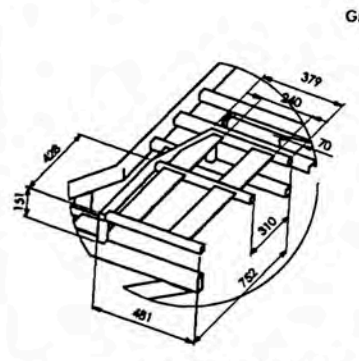
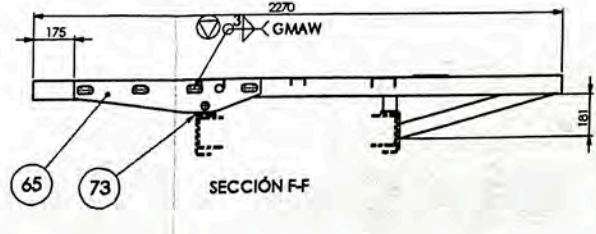
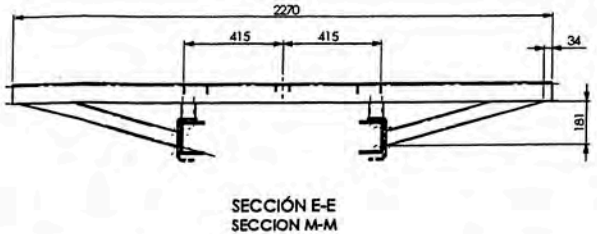
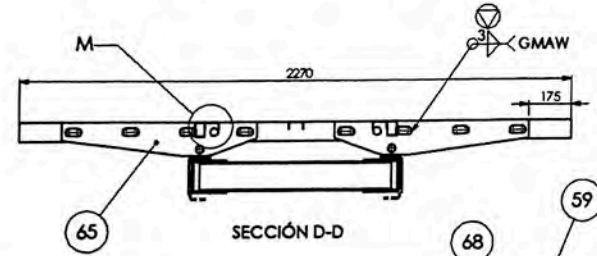
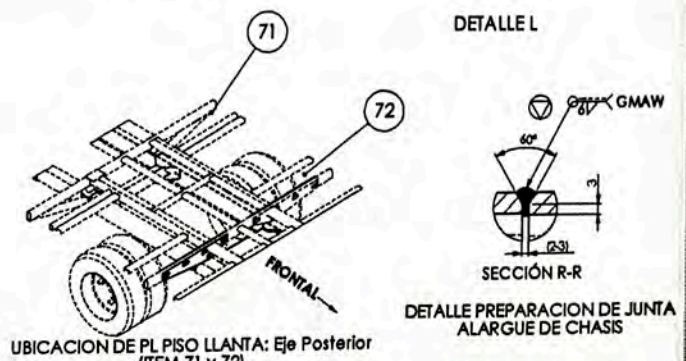
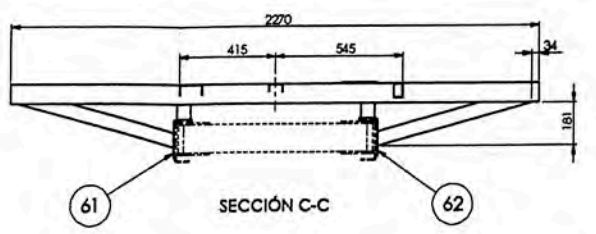
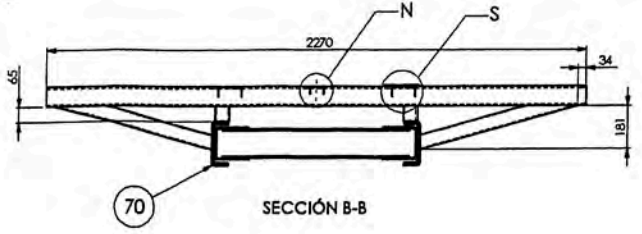
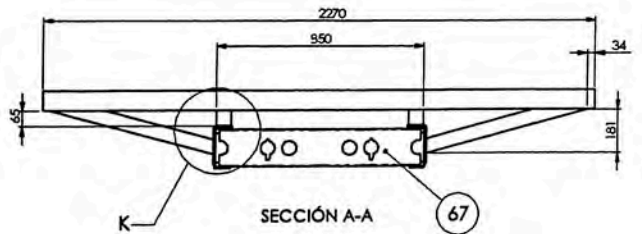
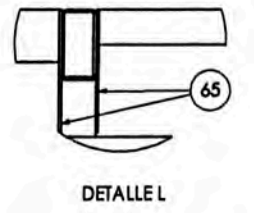
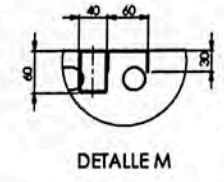
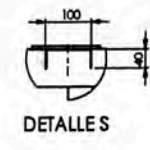
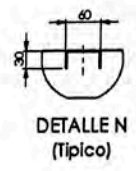
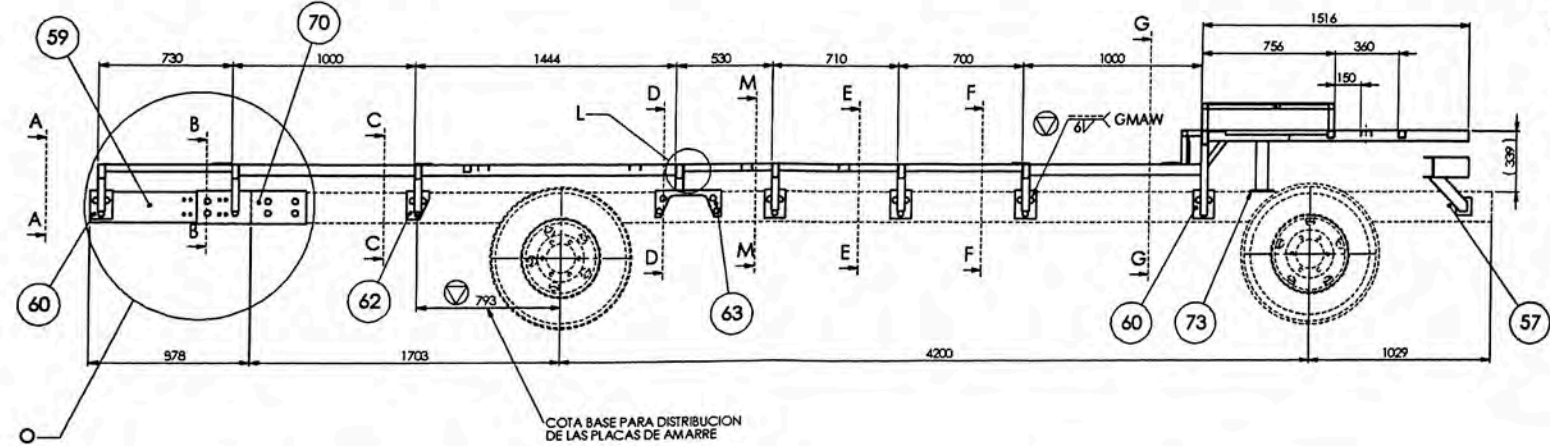
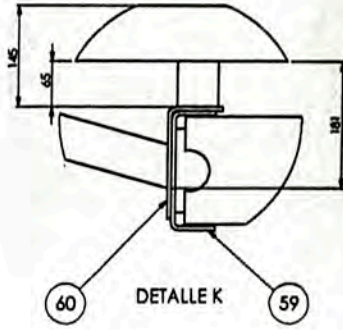
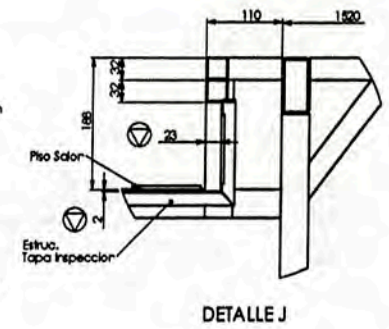
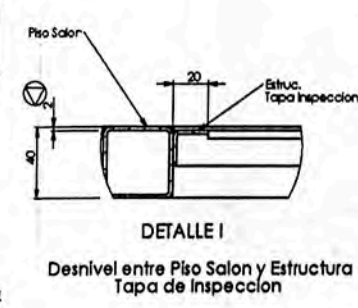
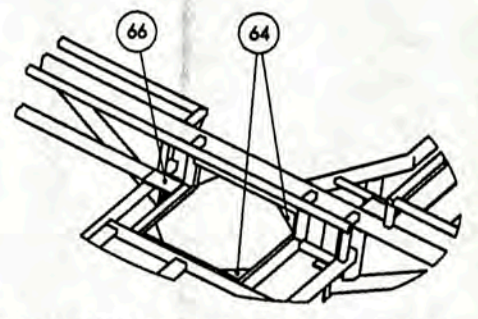
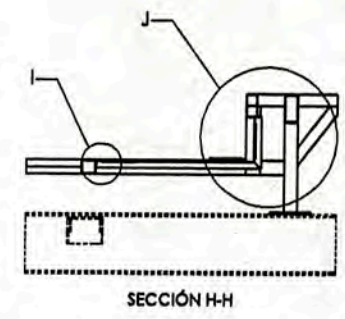
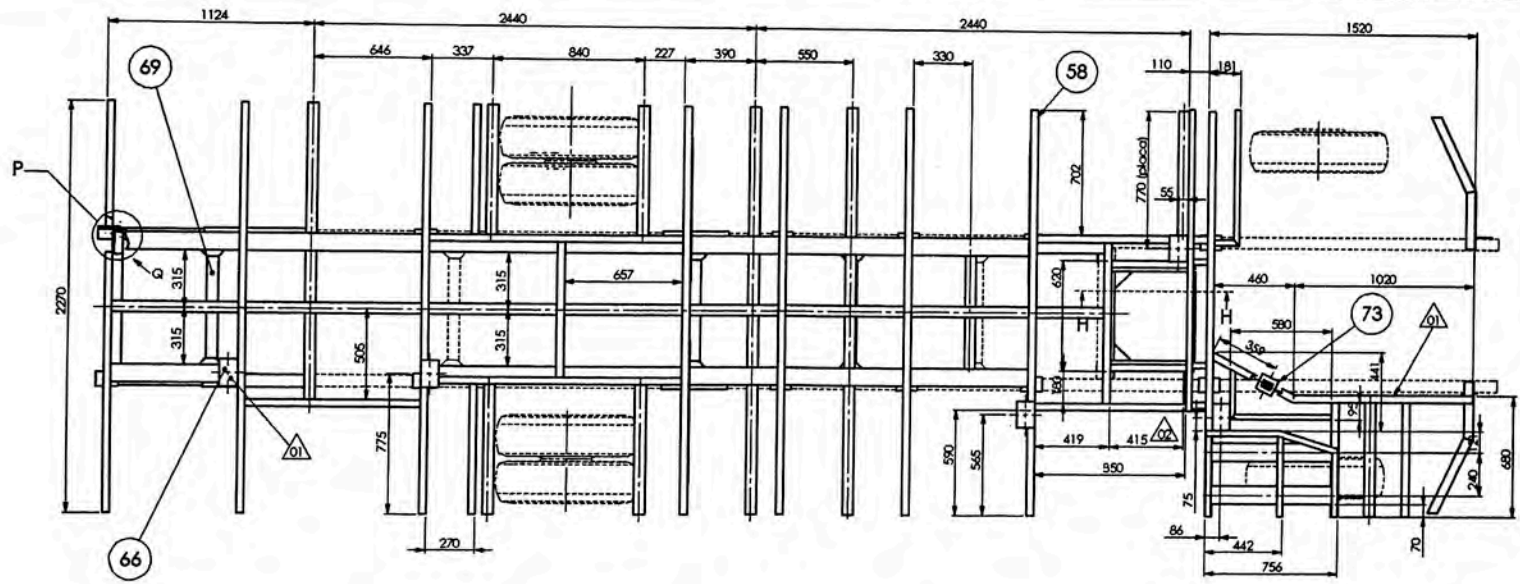


Figura 4.23 - Diagrama de Gantt para el desarrollo del proceso de diseño de la estructura del bus.



ESPEC. SOLDADURA SEGUN: IC-05-17

ITEM	CANT.	DESCRIPCION	DIMENSION	MATERIAL	NORMA
73	4	PLACA DE ANCLAJE	600x100	PL ACERO LAC	ASTM A-569
72	2	PL PISO LLANTA	0.9x285x740	PL ACERO GALV.	ASTM A-526
71	2	PL PISO LLANTA	0.9x270x740	PL ACERO GALV.	ASTM A-526
70	2	REFUERZO ALARGUE	6x299x600	PL ACERO LAC	ASTM A-569
69	1	travesaño	1AAU-E05-03	-	-
68	2	Sujecion Canal Posterior	6x120x128	PL ACERO LAC	ASTM A-569
67	1	Canal Posterior	-	-	-
66	5	BASE DE SOPORTE DE PASAMANOS	6x100x150	PL ACERO LAC	ASTM A-569
65	6	REFUERZO DURMIENTE	3x140x800	PL ACERO LAC	ASTM A-569
64	4	CARTELA TAPA INSPECCION	4.5x100x100	PL ACERO LAC	ASTM A-569
63	2	PLACA DE AMARRE (LADO EJE)	6x228x365	PL ACERO LAC	ASTM A-569
62	1	PLACA DE AMARRE DESTAJADO DER.	6x228x120	PL ACERO LAC	ASTM A-569
61	1	PLACA DE AMARRE DESTAJADO IZQ.	6x228x120	PL ACERO LAC	ASTM A-569
60	9	PLACA DE AMARRE	6x228x120	PL ACERO LAC	ASTM A-569
59	2	ALARGUE DE CHASIS	6x276x878	PL ACERO LAC	ASTM A-569
58	1	ESTRUCTURA PISO	ver plano 01	-	-
57	1	CHASIS MA B.S.S D.E.E. 4200	-	-	-

ESTRUCTURA DE PISO ARMADO

BUS APOLO AGRALE URBANO MA B.S.S D.E.E. 4200

ITEM	CANT.	DESCRIPCION	DIMENSION	MATERIAL	NORMA
73	4	PLACA DE ANCLAJE	600x100	PL ACERO LAC	ASTM A-569
72	2	PL PISO LLANTA	0.9x285x740	PL ACERO GALV.	ASTM A-526
71	2	PL PISO LLANTA	0.9x270x740	PL ACERO GALV.	ASTM A-526
70	2	REFUERZO ALARGUE	6x299x600	PL ACERO LAC	ASTM A-569
69	1	travesaño	1AAU-E05-03	-	-
68	2	Sujecion Canal Posterior	6x120x128	PL ACERO LAC	ASTM A-569
67	1	Canal Posterior	-	-	-
66	5	BASE DE SOPORTE DE PASAMANOS	6x100x150	PL ACERO LAC	ASTM A-569
65	6	REFUERZO DURMIENTE	3x140x800	PL ACERO LAC	ASTM A-569
64	4	CARTELA TAPA INSPECCION	4.5x100x100	PL ACERO LAC	ASTM A-569
63	2	PLACA DE AMARRE (LADO EJE)	6x228x365	PL ACERO LAC	ASTM A-569
62	1	PLACA DE AMARRE DESTAJADO DER.	6x228x120	PL ACERO LAC	ASTM A-569
61	1	PLACA DE AMARRE DESTAJADO IZQ.	6x228x120	PL ACERO LAC	ASTM A-569
60	9	PLACA DE AMARRE	6x228x120	PL ACERO LAC	ASTM A-569
59	2	ALARGUE DE CHASIS	6x276x878	PL ACERO LAC	ASTM A-569
58	1	ESTRUCTURA PISO	ver plano 01	-	-
57	1	CHASIS MA B.S.S D.E.E. 4200	-	-	-

REVISAR UNICAMENTE EN CAD

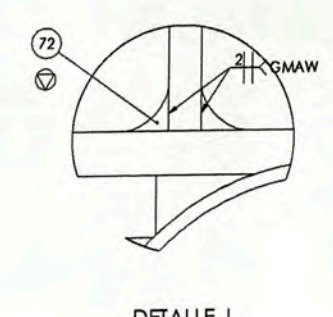
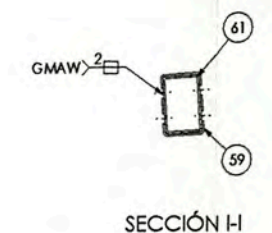
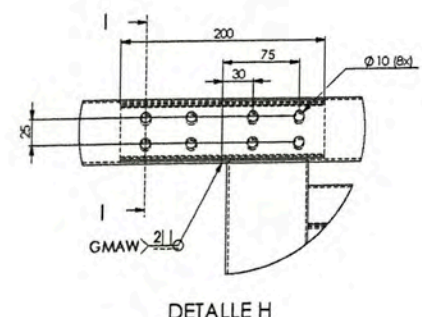
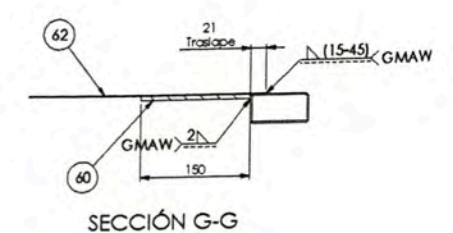
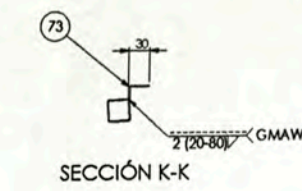
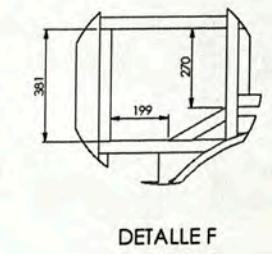
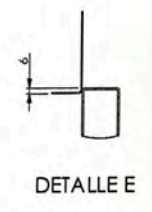
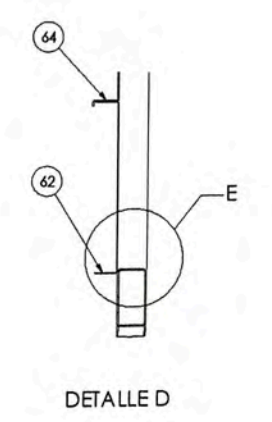
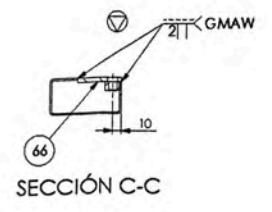
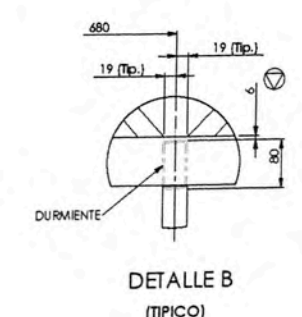
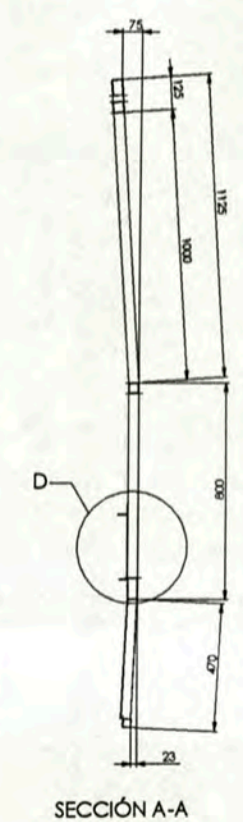
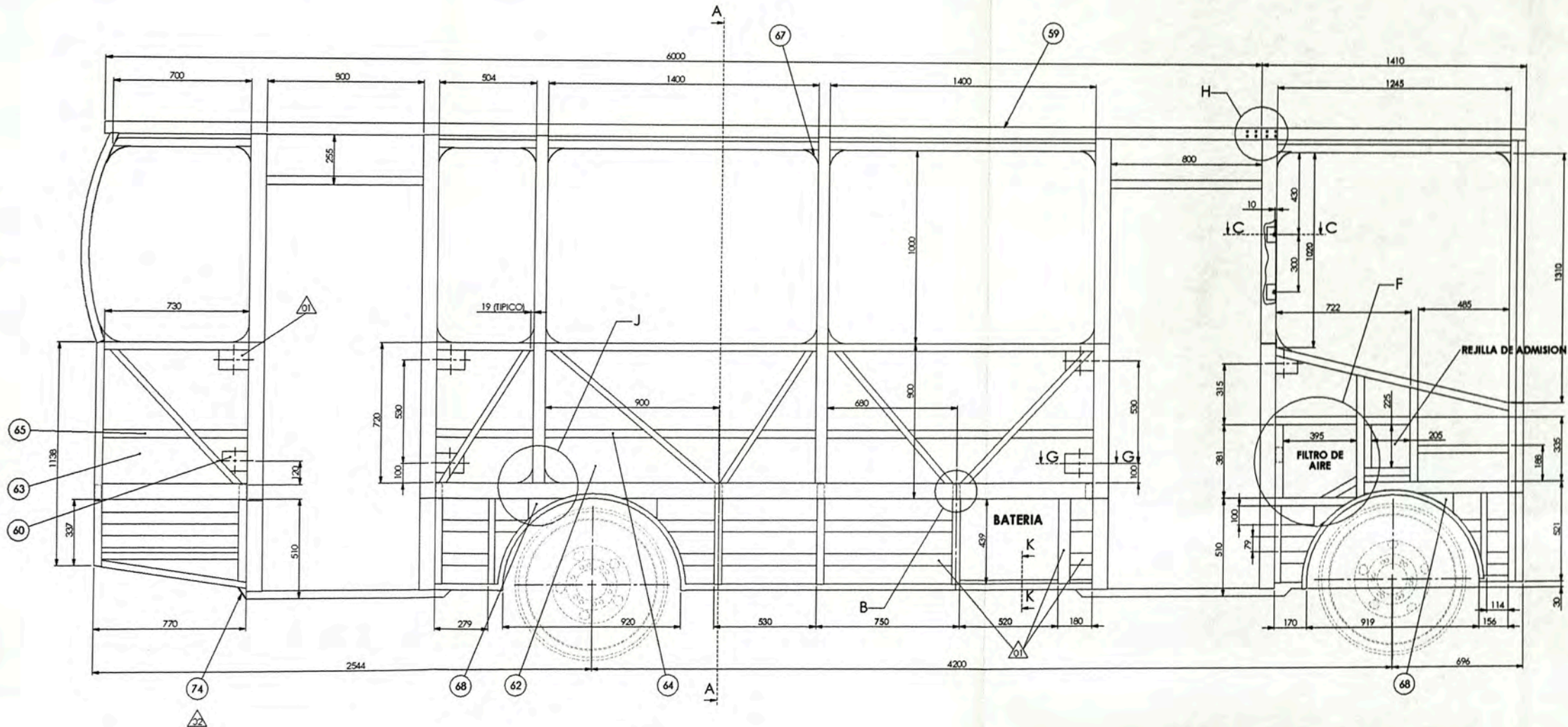
REVISAR UNICAMENTE EN CAD

DIMENSIONES EN: mm. (PULO.)
 ESCALA: S/E
 TOLERANCIAS GENERALES: D.L. 22/10/88
 LINEAL: ±1.0
 ANGULAR: ±0.5
 ENTRE CENTROS DE AGUJEROS: ±0.5

REF.:
 N° PLANO:
 PROTOTIPO N°:
 N° DE REVISION

HOJA DE 1

REVISION 03



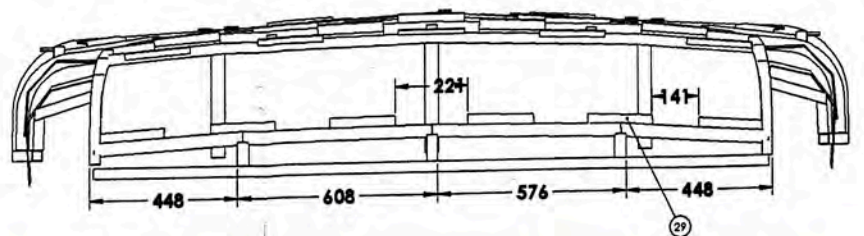
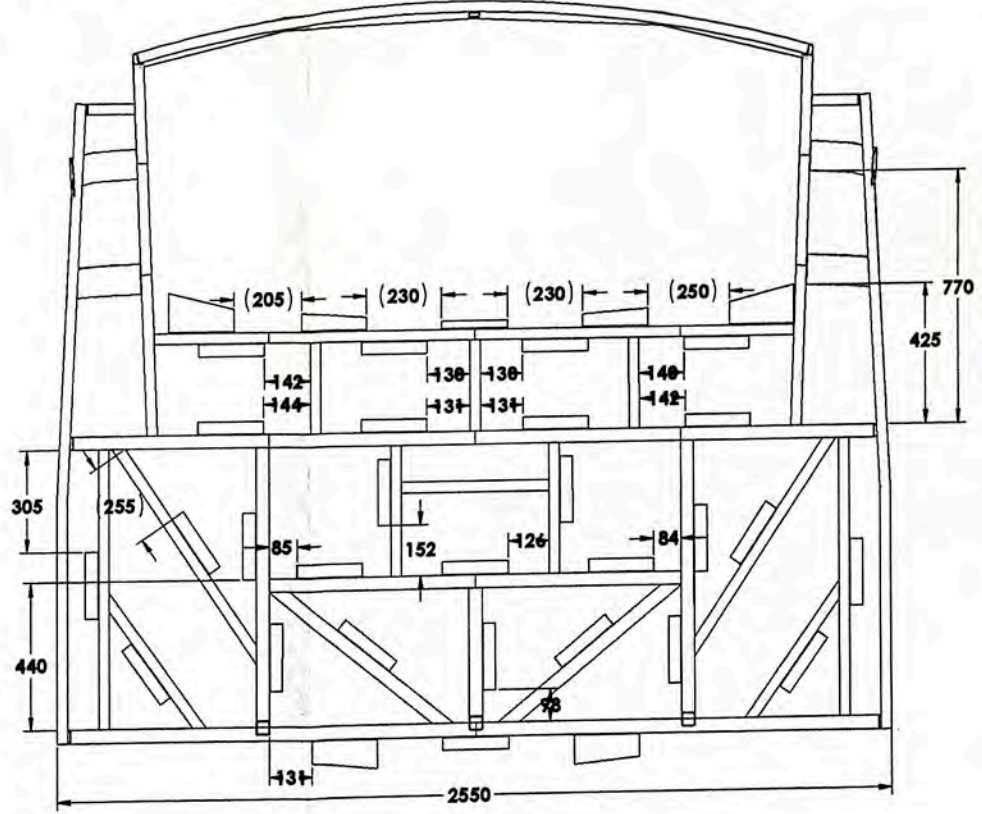
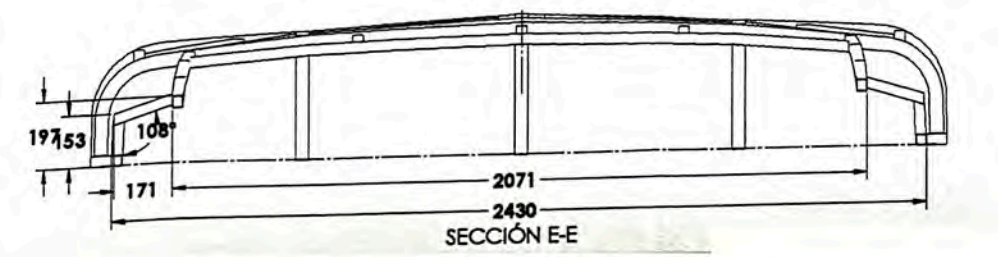
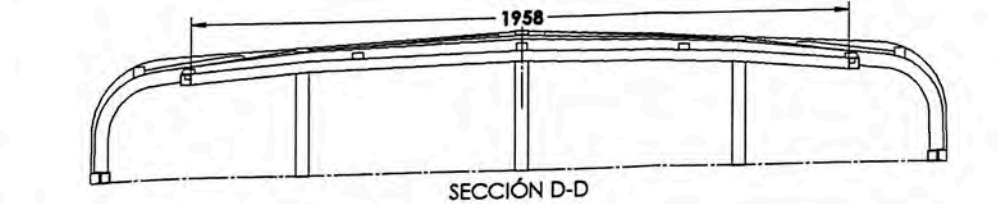
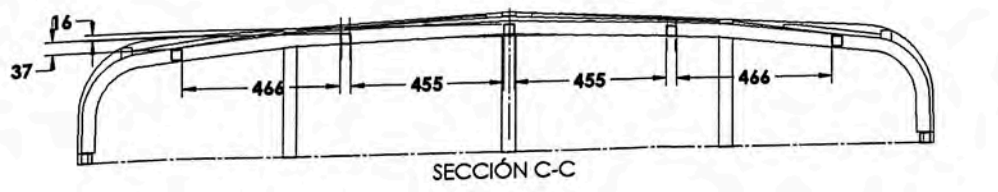
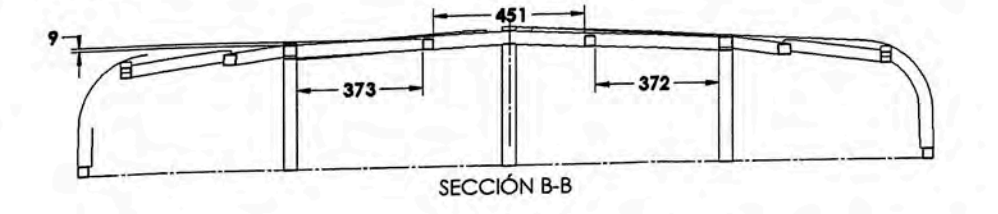
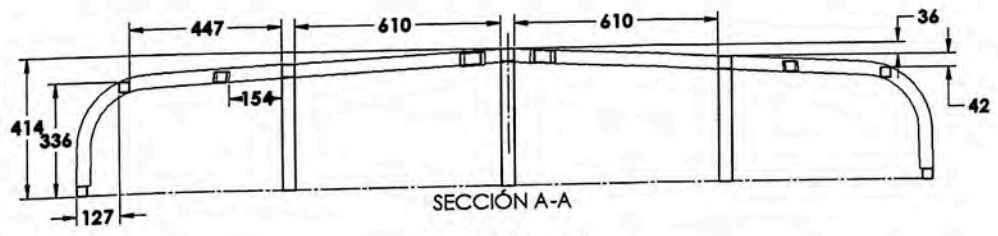
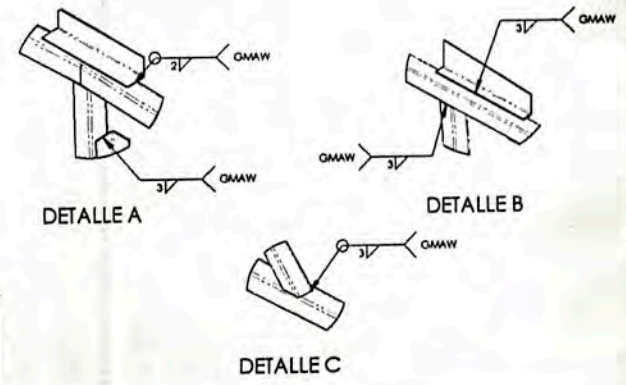
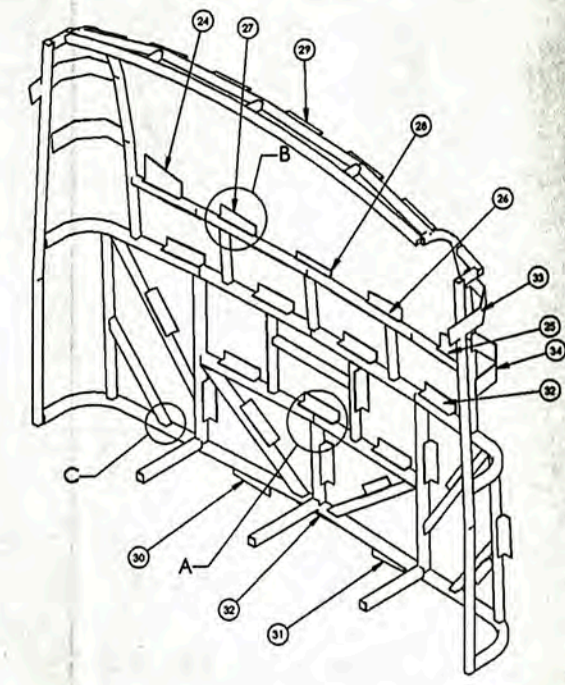
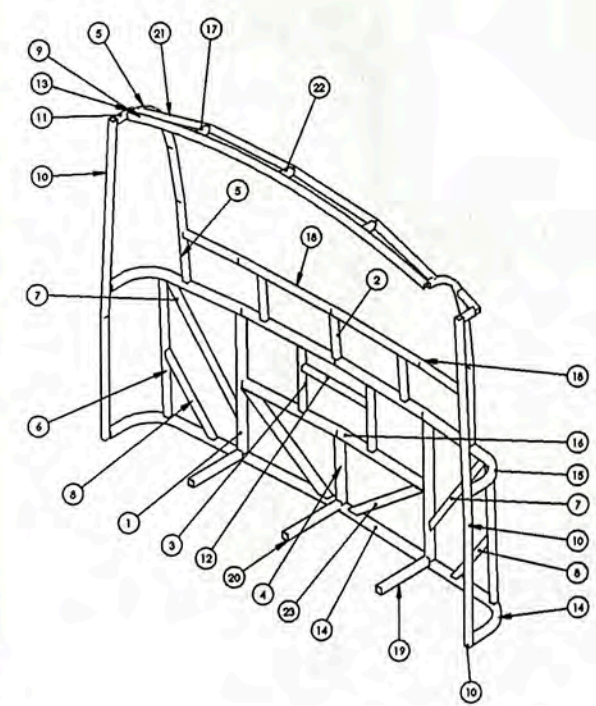
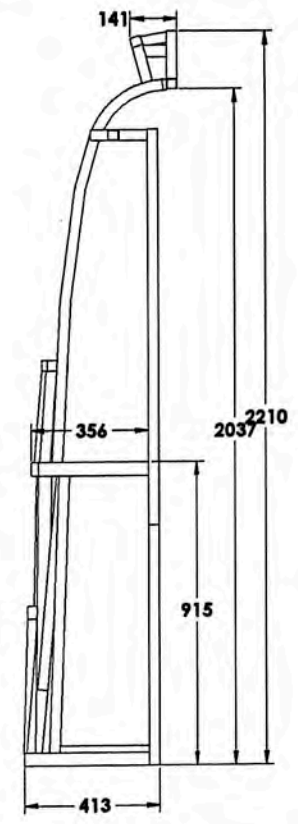
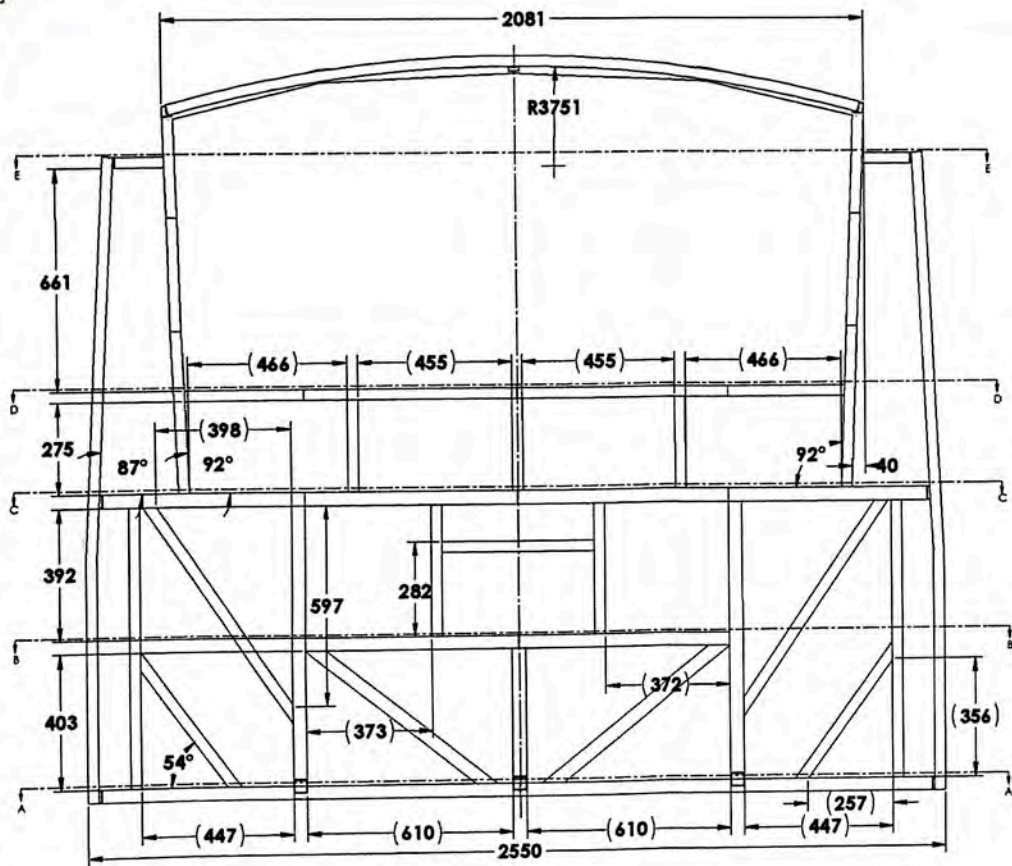
ESPEC. SOLDADURA SEGÚN: IC-05-17
 NOTA: EFECTUAR LOS RESPECTIVOS DESTAJES PARA UBICACION DE LAS BASES DE PASAMANO Y CINTURON.

ITEM	CANT.	DESCRIPCION	DIMENSION	MATERIAL	NORMA
74	1	Compl. para Foro	3x40x70	PL ACERO LAC	ASTM A-569
73	1	Apoyo Caja Bateria	2x46x700	PL ACERO LAF	ASTM A-366
72	2	ESQUINERO ESTRUCTURAL	R100x40x2	PL ACERO LAF	802217*
68	4	ESCUADRA DE RFZO	3.0x120x200	PL ACERO LAC	ASTM A-569
67	19	ESQUINERO	R100x40x1.2	PL ACERO GALV.	802017*
66	2	BASE CINTURON COPILOTO	4.5x50x80	PL ACERO LAC	ASTM A-569
65	1	BASE FORRO INTERIOR	2x77x770	PL ACERO LAF	ASTM A-366
64	1	BASE FORRO INTERIOR	2x77x3465	PL ACERO LAF	ASTM A-366
63	1	ZOCALO	1.2x300x770	PL ACERO GALV.	ASTM A-526
62	1	ZOCALO	1.2x300x3465	PL ACERO GALV.	ASTM A-526
61	2	REFUERZO CABEZAL DE TECHO	2.0x82x200	PL ACERO LAF	ASTM A-366
60	7	BASE PASAMANO	6x100x150	PL ACERO LAC	ASTM A-569
59	1	ESTRUCTURA LATERAL DERECHO	ver plano 01	-	-

REVISAR UNICAMENTE EN CASO:

MATERIAL:	INDICADO	ESTRUCTURA LATERAL DERECHO ARMADO
NORMAS:	INDICADO	
DIMENSIONES EN: mm. (PULO.)	AFUCCACION: BUS URBANO	BUS APOLO AGRALE URBANO MA 8.SS D.E.E 4200
ESCALA: S/E	TOLERANCIAS GENERALES: 22/10/08	REF.:
LINEAL: 1:0	ANGULARES: 2:0.5	PROTOTIPO N°:
ENTRE CERROS DE AGUERO: 1:0.5	APR.	N° PLANO:

HOJA 2 DE 4
 REVISION 02



ITEM	CANT.	DESCRIPCION	DIMENSION	MATERIAL	NORMA
34	2	RIZO ESQUINERO	2x90x90	PL ACERO LAF	ASTM A-36
33	2	RIZO ESQUINERO	2x90x90	PL ACERO LAF	ASTM A-36
32	27	ANGULO FIBRA	2x7x6x200	PL ACERO LAF	ASTM A-36
31	1	ANGULO FIBRA	2x10x6x200	PL ACERO LAF	ASTM A-36
30	1	ANGULO FIBRA	2x10x6x200	PL ACERO LAF	ASTM A-36
29	6	ANGULO FIBRA	2x6x200	PL ACERO LAF	ASTM A-36
28	1	ANGULO FIBRA	2x6x200	PL ACERO LAF	ASTM A-36
27	1	ANGULO FIBRA	2x71x200	PL ACERO LAF	ASTM A-36
26	1	ANGULO FIBRA	2x71x200	PL ACERO LAF	ASTM A-36
25	1	ANGULO FIBRA	2x136x200	PL ACERO LAF	ASTM A-36
24	1	ANGULO FIBRA	2x136x200	PL ACERO LAF	ASTM A-36

ITEM	CANT.	DESCRIPCION	DIMENSION	MATERIAL	NORMA
23	2	DIAGONAL INFERIOR	2x40x40x95	TUBO ACERO LAF	ASTM A-513
22	1	AMARRE BASTIDOR	1.8x1 1/4x1 1/4x80	TUBO ACERO LAF	ASTM A-513
21	1	MARCO VENTANA VISIA	1.8x1 1/4x1 1/4x200	TUBO ACERO LAF	ASTM A-513
20	1	AMARRE	2x40x40x32	TUBO ACERO LAF	ASTM A-513
19	2	AMARRE	2x40x40x32	TUBO ACERO LAF	ASTM A-513
18	1	MARCO VENTANA VISIA	1.8x1 1/4x1 1/4x192	TUBO ACERO LAF	ASTM A-513
17	2	AMARRE BASTIDOR	1.8x1 1/4x1 1/4x71	TUBO ACERO LAF	ASTM A-513
16	1	BASTIDOR MEDIO	2x40x40x132	TUBO ACERO LAF	ASTM A-513
15	1	BASTIDOR	2x40x40x256	TUBO ACERO LAF	ASTM A-513
14	1	BASTIDOR	2x40x40x292	TUBO ACERO LAF	ASTM A-513
13	2	AMARRE ARCO	1.8x1 1/4x1 1/4x91	TUBO ACERO LAF	ASTM A-513
12	1	SOPORTE FARO	1.8x1 1/4x1 1/4x141	TUBO ACERO LAF	ASTM A-513
11	2	AMARRE ARCO	1.8x1 1/4x1 1/4x95	TUBO ACERO LAF	ASTM A-513
10	2	AMARRE BASTIDOR	1.8x1 1/4x1 1/4x91	TUBO ACERO LAF	ASTM A-513
9	1	BASTIDOR	1.8x1 1/4x1 1/4x207	TUBO ACERO LAF	ASTM A-513
8	2	SOPORTE FARO	1.8x1 1/4x1 1/4x84	TUBO ACERO LAF	ASTM A-513
7	2	SOPORTE FARO	1.8x1 1/4x1 1/4x83	TUBO ACERO LAF	ASTM A-513
6	2	AMARRE BASTIDOR	1.8x1 1/4x1 1/4x83	TUBO ACERO LAF	ASTM A-513
5	2	MARCO VENTANA VISIA	1.8x1 1/4x1 1/4x120	TUBO ACERO LAF	ASTM A-513
4	1	AMARRE BASTIDOR	2x40x40x48	TUBO ACERO LAF	ASTM A-513
3	2	AMARRE BASTIDOR	1.8x1 1/4x1 1/4x93	TUBO ACERO LAF	ASTM A-513
2	2	AMARRE BASTIDOR	1.8x1 1/4x1 1/4x78	TUBO ACERO LAF	ASTM A-513
1	2	AMARRE BASTIDOR	2x40x40x48	TUBO ACERO LAF	ASTM A-513

MATERIAL	INDICADO	INDICADO	TITULO
NORMA:	INDICADO	INDICADO	ESTRUCTURA POSTERIOR ENSAMBLE
ESCALA: 1/E	INDICADO	INDICADO	BUS APOLCO AGRICOLA URBANO MA 6.55 D.E.E. 4000