

**Reforma de un camión chasis-cabina de eje  
rígido a camión isoterma para transporte de  
mercancías perecederas**

---

**MEMORIA PRESENTADA POR:**

*María del Carmen Morcillo Esquerdo*

GRADO DE INGENIERÍA MECÁNICA

Convocatoria de defensa: Diciembre, 2017



## RESUMEN

El transporte de mercancías por carretera, requiere adaptarse a la demanda de cada momento. Los vehículos de transporte pesado permiten gran número de reformas, adaptándolos a partir de unidades ya en circulación, o bien, desde el fabricante.

El objetivo de este proyecto es la reforma de importancia de un vehículo para la obtención de un camión frigorífico de transporte de mercancías. A partir de la normativa aplicable y de los cálculos de las cargas térmicas, se establecerán los parámetros del producto almacenado, la situación de la cámara frigorífica y la carga debida al producto.

Las dimensiones de los vehículos industriales ofrecen dificultades para mejorar la eficiencia aerodinámica. En este sentido, se pretende mejorar este comportamiento con la incorporación de diversos apéndices aerodinámicos que mejoren sensiblemente su comportamiento. Se incluye el dimensionado del elemento más representativo.

**Palabras clave: adaptación, vehículo, caja cerrada, equipo frigorífico**

## RESUM

El transport de mercaderies per carretera, requerix adaptar-se a la demanda de cada moment. Els vehicles de transport pesat permeten gran nombre de reformes, adaptant-los a partir d'unitats ja en circulació, o bé, desde el fabricant.

L'objectiu d'aquest projecte és la reforma d'importància d'un vehicle per a l'obtenció d'un camió frigorífic de transport de mercaderies. A partir de la normativa aplicable i dels càlculs de les càrregues tèrmiques, s'establiran els paràmetres del producte emmagatzemat, la situació de la cambra frigorífica i la càrrega deguda al producte.

Les dimensions dels vehicles industrials ofereixen dificultats per millorar l'eficiència aerodinàmica. En aquest sentit, es pretén millorar aquest comportament amb la incorporació de diversos apèndixs aerodinàmics que milloren sensiblement el seu comportament. S'inclou el dimensionament de l'element més representatiu.

**Paraules clau: adaptació, vehicle, caixa tancada, equip frigorífic**

## SUMMARY

The transport of goods by road, requires adapting to the demand of each moment. The vehicles of heavy transport allow a great number of reforms, adapting them from units already in circulation, or from the manufacturer.

Reforma de un camión chasis-cabina de eje rígido a camión isotermo para transporte de mercancías perecederas.

The objective of this project is the major reform of a vehicle to obtain a refrigerated truck for the transport of goods. Based on the applicable regulations and calculations of thermal loads, the parameters of the stored product, the situation of the cold room and the load due to the product will be established.

The dimensions of industrial vehicles offer difficulties to improve aerodynamic efficiency. In this sense, it is intended to improve this behavior with the incorporation of various aerodynamic appendices that significantly improve their behavior. The dimensioning of the most representative element is included.

**Key words: adaptation, vehicle, closed box, refrigeration equipment**

## ÍNDICE

1.	OBJETO DEL PROYECTO .....	7
2.	JUSTIFICACIÓN .....	7
3.	CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL VEHÍCULO .....	8
4.	NORMATIVA DEL VEHÍCULO Y EQUIPO DE REFRIGERACIÓN .....	10
4.1.	DIMENSIONES Y MASAS PERMITIDAS .....	11
4.2.	INSPECCION TÉCNICA DE VEHÍCULOS .....	12
4.3.	CAMIONES ISOTERMOS .....	13
4.3.2.	CONDICIONES COMUNES A LAS DIVERSAS CLASES DE VEHÍCULOS .....	14
4.3.3.	DISPOSICIONES RELATIVAS AL TIPO DE VEHÍCULOS QUE SE DEBEN UTILIZAR EN FUNCIÓN DE LA TEMPERATURA DE TRANSPORTE .....	15
4.3.4.	ACUERDO SOBRE EL TRANSPORTE INTERNACIONAL DE MERCANCÍAS PERECEDERAS (ATP) .....	15
5.	MATERIALES AISLANTES .....	17
5.1.	POLIURETANO EXPANDIDO .....	17
5.2.	POLIESTIRENO .....	18
6.	CÁLCULOS TÉRMICOS .....	20
6.1.	COEFICIENTE DE PELÍCULA .....	21
6.2.	COEFICIENTE CONVECTIVO .....	21
6.3.	RENOVACIÓN O CAMBIOS DE AIRE .....	21
6.4.	TIPOS DE CALOR .....	22
6.4.1.	CALOR POR DESCARCHE .....	22
6.4.2.	CALOR POR ILUMINACIÓN .....	22
7.	CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS DEL BASTIDOR .....	31
7.1.	REPARTO DE CARGAS .....	32
7.1.1.	CHASIS, CABINA Y OCUPANTE .....	32
7.1.2.	CARGA ÚTIL .....	34
7.1.3.	MASA TOTAL EN CARGA .....	35
7.2.	REPARTO DE CARGAS EN EL BASTIDOR .....	36
7.2.1.	COMPROBACIÓN DEL BASTIDOR .....	37
7.2.2.	ESFUERZOS CORTANTES Y MOMENTOS FLECTOR MÁXIMO .....	38
7.2.3.	MOMENTO RESISTENTE DE LA SECCIÓN BASTIDOR Y REFUERZO .....	39
8.	ESTABILIDAD TRANSVERSAL EN CURVA .....	45
8.1.	CÁLCULO DEL CENTRO DE GRAVEDAD: .....	46
8.2.	ESTABILIDAD SEGÚN EL RADIO .....	47
9.	FUNDAMENTOS DE LA AERODINÁMICA .....	49
9.1.	TIPOS DE FLUJOS .....	51

Reforma de un camión chasis-cabina de eje rígido a camión isotermo para transporte de mercancías perecederas.

9.2. RESISTENCIA AERODINÁMICA.....	52
9.3. FUERZAS AERODINÁMICAS.....	53
10. MODELADO EN SOFTWARE.....	59
10.1. MODELO BASE.....	59
10.2. MODELO REFORMADO.....	60
10.3. ANÁLISIS AERODINÁMICO.....	61
10.4. ESTRUCTURA DE LA CAJA.....	66
11. INSERCIÓN DE DEFLECTORES.....	69
11.1. INSERCIÓN DE DEFLECTOR FRONTAL.....	69
11.2. INSERCIÓN DE DEFLECTORES TRASEROS.....	71
11.3. INSERCIÓN DE DEFLECTORES EN LA PARTE TRASERA-SUPERIOR Y LATERALES.....	74
12. ESTUDIO DEL DEFLECTOR DELANTERO.....	79
13. COEFICIENTE DE RESISTENCIA AERODINÁMICA (C <sub>x</sub> ).....	83
14. PLIEGO DE CONDICIONES.....	86
14.1. MATERIALES EMPLEADOS.....	86
14.1.1. BASTIDOR ORIGINAL.....	86
14.1.2. FALSO BASTIDOR/BASTIDOR AUXILIAR.....	87
.....	88
14.2. SOLDADURA.....	88
14.2.1. FIJACIÓN Y ANCLAJES.....	89
14.2.1.1. FIJACIÓN RÍGIDA:.....	89
14.2.1.2. FIJACIÓN SEMI-ELÁSTICA.....	89
14.2.2. TORNILLOS.....	90
14.2.3. TUERCAS.....	90
14.3. NORMAS DE EJECUCIÓN.....	91
14.3.1. FALSO BASTIDOR/BASTIDOR AUXILIAR.....	91
14.3.1.1. LARGUEROS.....	91
14.3.1.2. TRAVESAÑOS.....	92
14.3.2. PINTADO.....	92
14.3.2. CARROCERÍA.....	92
14.3.2. REFIGERACIÓN.....	92
14.4. TALLER EJECUTOR.....	93
15. PRESUPUESTO.....	93
16. PLANOS.....	94
17. CONCLUSIONES.....	95
18. REFERENCIAS.....	95

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1 Vehículo antes de la reforma .....	10
Ilustración 2 Placa de identificación de conformidad. ....	12
Ilustración 3 Distintivo. ....	12
Ilustración 4 Distintivo de dispositivo térmico.....	13
Ilustración 5 Equipo frigorífico. ....	29
Ilustración 6 Cálculo ejes, chasis y conductor .....	32
Ilustración 7 Cálculo de los ejes en carga útil. ....	34
Ilustración 8 Ilustración 7.3. Distribución de los pesos en el bastidor.....	36
Ilustración 9 Frontal del vehículo .....	46
Ilustración 10 Centro de gravedad .....	46
Ilustración 11 Vehículo de competición. Año 1900.....	50
Ilustración 12 Vehículo aerodinámico.....	51
Ilustración 13 Tipos de flujo. ....	52
Ilustración 14 Resistencia aerodinámica.....	52
Ilustración 15 Ecuación de continuidad. ....	54
Ilustración 16 Efecto Venturi.....	54
Ilustración 17 Tubo de Venturi.....	55
Ilustración 18 Perfil alar. Google .....	57
Ilustración 19 Capa límite.....	57
Ilustración 20 Modelo de partida. Vista lateral.....	59
Ilustración 21 Modelo de partida. Vista isométrica. ....	60
Ilustración 22 Modelo reformado. Vista lateral.....	60
Ilustración 23 Modelo reformado. Vista isométrica. ....	61
Ilustración 24 Modelo reformado. Bastidor con refuerzo. ....	61
Ilustración 25 Unidades de análisis. ....	62
Ilustración 26 Tipo de análisis. ....	62
Ilustración 27 Tipo de fluido.....	63
Ilustración 28 Inserción de la velocidad sobre el eje X. ....	63
Ilustración 29 Sección de nivel de cálculo. ....	64
Ilustración 30 Líneas de flujo en vista lateral del modelo reformado. ....	64
Ilustración 31 Líneas de flujo en vista isométrica del modelo reformado. ....	65
Ilustración 32 Líneas de flujo en vista trasera del modelo reformado. ....	65
Ilustración 33 Armadura del vehículo .....	66
Ilustración 34 Vista frontal del deflector en la parte superior de la cabina.....	69
Ilustración 35 Vista lateral del deflector en la parte superior de la cabina. ....	70
Ilustración 36 Vista lateral del fluido sobre deflector. ....	70
Ilustración 37. Vista isométrica del fluido sobre deflector. ....	71
Ilustración 38 Líneas de flujo en vista trasera del modelo con deflector. ....	71
Ilustración 39 Vista lateral de deflectores traseros. ....	72
Ilustración 40 . Vista isométrica de deflectores traseros.....	72
Ilustración 41 Vista lateral del paso del fluido. ....	73
Ilustración 42 Vista isométrica del paso del fluido.....	73
Ilustración 43 Vista trasera del paso del fluido. ....	73
Ilustración 44 Vista lateral de deflectores finales.....	74

Reforma de un camión chasis-cabina de eje rígido a camión isoterma para transporte de mercancías perecederas.

Ilustración 45 Vista isométrica de deflectores finales. ....	74
Ilustración 46 Vista isométrica del deflector trasero .....	75
Ilustración 47 Vista trasera del deflector trasero. ....	75
Ilustración 48 Vista del deflector inferior.....	75
Ilustración 49 Vista lateral del paso del fluido. ....	76
Ilustración 50 Vista isométrica del paso del fluido.....	76
Ilustración 51 Vista isométrica del paso del fluido por el deflector trasero .....	77
Ilustración 52 Vista en planta del paso del fluido sin deflectores.....	77
Ilustración 53 Vista en planta del paso del fluido con deflectores. ....	78
Ilustración 54 Vista isométrica de tensiones Von Mises.....	79
Ilustración 55 Vista en planta de deformaciones.....	80
Ilustración 56 Vista isométrica de los desplazamientos.....	81
Ilustración 57 Propiedades GRPFs . CES EduPack 2017 .....	82
Ilustración 58. Perfil acero. NBE-EA-95 .....	87
Ilustración 59 Fig. 14.1. Perfil acero. NBE-EA-95 .....	88
Ilustración 60 Soldadura MAG. Google .....	88
Ilustración 61. Manta anti-calor. Google .....	89
Ilustración 62 Fijación rígida. Google .....	89
Ilustración 63. Fijación semi-elástica. Google .....	90
Ilustración 64 Largueros. Google.....	91
Ilustración 65 Disminución del larguero superior. Google.....	91
Ilustración 66 Posición de los travesaños. Google .....	92



## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Propiedades EPS. CES EduPack 2017 .....	18
Tabla 2 Propiedades PU. CES EduPack 2017 .....	19
Tabla 3 Temperatura y humedades relativas. Refrigeration Handbook.....	20
Tabla 4 Coeficiente de película. Refrigeration Handbook.....	21
Tabla 5 Propiedades físicas de R-404A. Gas Servei.....	31
Tabla 6 Prontuario. Ensidesa.....	42
Tabla 7 Coeficientes de rozamiento. Google .....	47
Tabla 8 Propiedades mecánicas del acero inoxidable. CES Edupack 2017 .....	68
Tabla 9 Propiedades mecánicas de aleación de aluminio no envejecible para forja. CES Edupack 2017.....	68
Tabla 10 Propiedades mecánicas del Acero. CES Edupack 2017 .....	86
Tabla 11Tabla 14.2. Características de los aceros. NBE EA-95.....	87
Tabla 12 Características mecánicas de los aceros para tornillos y tuercas de alta resistencia..	90
Tabla 13 Características mecánicas de los aceros para tornillos y tuercas de lata resistencia..	90

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1 Relación directa de potencias. Refrigeration Handbook.....	22
Gráfico 2 Diagrama de chasis, cabina y un ocupante. MDSolids 4.0 .....	33
Gráfico 3 Diagrama de carga útil. ....	35
Gráfico 4 Diagrama reparto de cargas en el bastidor. ....	38
Gráfico 5 Estabilidad según el radio de curvatura.....	48
Gráfico 7 Vuelco del vehículo.....	49
Gráfico 8 Potencia-Velocidad. Google.....	83
Gráfico 9 Resistencia aerodinámica-Velocidad .....	85

## **1. OBJETO DEL PROYECTO**

Se realiza la reforma de importancia de un vehículo de categoría N<sub>2</sub>, atendiendo a la normativa aplicable al mismo, y así adaptarlo a la funcionalidad de transporte de mercancías perecederas.

La reforma consta por desencajar la parte posterior del vehículo destinado al transporte de cargas, y ensamblar la caja previamente normalizada para el transporte de mercancías perecederas.

Para ello, se realiza un estudio de la normativa aplicable a vehículos destinados a tal fin con masas y dimensiones restringidas, velocidad de circulación y capacidad de carga máxima permitida, equipo de refrigeración y materiales destinados a tal fin.

Para la elección del equipo frigorífico que debe ceder la potencia necesaria para transportar la mercancía al consumidor sin ningún tipo de alteración de la cadena del frío, se procede a cálculos térmicos para establecer la potencia que debe ceder nuestro equipo en la cámara.

Por otro lado, y siguiendo la normativa de carga máxima, se comprueba si el bastidor original del vehículo presenta las propiedades óptimas para soportar el peso adquirido en la caja, procediendo a la posible inserción de refuerzo en el mismo.

## **2. JUSTIFICACIÓN**

El consumo diario de los bienes que satisfacen nuestras necesidades, conlleva detrás una distribución de los mismos desde su lugar de fabricación o del lugar de adquisición hasta el comercio final de compra-venta del producto. Todo ello engloba un transporte de los mismos, tanto nacional como internacional, donde el terrestre resulta ser el más cómodo, económico y por normativa, el único transporte usado para el reparto de alimentos perecederos dentro de las fronteras de un mismo país.

Las mercancías perecederas tienen la principal desventaja de perder sus propiedades bajo ciertas condiciones de temperatura, presión y humedad entre otros, por lo que conseguir que los productos lleguen al consumidor final evitando el deterioro y conservarlos en su mejor estado de producto, hace necesario la instalación en el vehículo de un equipo frigorífico donde la potencia emitida sea la ideal para mantener el producto en perfectas condiciones.

Para cada tipo de alimento perecedero se necesitan distintos factores térmicos, dependiendo de las dimensiones de la cámara frigorífica. Por ello, se realiza la reforma de un vehículo de transporte para alimentos frescos, como el pescado, consiguiendo que el reparto del mismo a los distintos puntos de venta, no deteriore las propiedades para su consumo.

### **3. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL VEHÍCULO**

En las carreteras se pueden encontrar gran cantidad de vehículos con características técnicas mejoradas, habiendo pasado por reformas de importancia. Con el paso de los años, los fabricantes buscan llegar a subsanar las necesidades y demandas de los clientes, pero no siempre encuentran todo aquello que necesitan, por lo que se ven obligados a usar este tipo de reforma. Para ello, se regulan y actualizan periódicamente normativas asegurando la estabilidad en la vía pública y el impacto medioambiental. En el apartado de Anexos del final de proyecto, se adjunta el *Real Decreto 866/2010, de 2 de julio*, por el que se regula la tramitación de las reformas de vehículos.

El citado Decreto define la reforma de vehículos, como toda modificación, sustitución, actuación, incorporación o supresión efectuada en un vehículo después de su matriculación y en remolques ligeros después de ser autorizados a circular, que o bien cambia alguna de las características del mismo, o es susceptible de alterar los requisitos reglamentariamente aplicables contenidos en el *Real Decreto 2028/1986, de 6 de junio*. Este término incluye cualquier actuación que implique alguna modificación de los datos que figuran en la tarjeta de I.T.V. del vehículo.

El Manual de Reformas de Vehículos (documento elaborado por la administración central en colaboración con los órganos competentes en materia de I.T.V. de las comunidades autónomas), establece las descripciones de las reformas tipificadas, su codificación y la documentación precisa para su tramitación. Este manual estará disponible para consulta de los solicitantes de una reforma en todas las estaciones de I.T.V. y será actualizado cuando se modifique la tipificación de las reformas o los criterios reglamentarios en materia de vehículos, tanto de carácter nacional como de la Unión Europea.

A continuación, se detallan los datos relevantes de la ficha técnica del vehículo a efectuar la reforma.

Marca:	NISSAN
Tipo:	TL100.35
Denominación comercial:	CABSTAR
Categoría del vehículo:	N2
Número de identificación del vehículo:	VWASDXRL053800110
Nº de ejes y ruedas:	2/4_195/70R15C
Distancia entre ejes consecutivos:	2.400 mm
Vía de cada eje:	1570/1385 mm

Reforma de un camión chasis-cabina de eje rígido a camión isoterma para transporte de mercancías perecederas.

Longitud:	4.600 mm
Anchura:	2.250 mm
Altura:	3.350 mm
Voladizo trasero:	1.100 mm
Masa máxima en carga admisible prevista para matriculación/circulación (MMA):	3.500 kg
Masa máxima en carga admisible prevista para matriculación/circulación en cada eje:	1.750 kg/2.200 kg
Fabricante o marca del motor:	NISSAN
Código del motor asignado por el fabricante:	D-BD30
Número y disposición de los cilindros:	4 en Línea
Cilindrada:	2.953 cm <sup>3</sup>
Potencia neta máxima:	77.10 kW/min <sup>-1</sup>
Potencia Fiscal:	16.82 CVF

Reforma de un camión chasis-cabina de eje rígido a camión isoterma para transporte de mercancías perecederas.



*Ilustración 1 Vehículo antes de la reforma*

#### **4. NORMATIVA DEL VEHÍCULO Y EQUIPO DE REFRIGERACIÓN**

Para la obtención de la normativa aplicable al vehículo, se recurre a la documentación “Reglamentación sobre vehículos pesados, prioritarios, especiales, de transporte de personas y mercancías y tramitación administrativa” aportada por la Dirección General de Tráfico.

Nuestro vehículo es un furgón de distribución 4x2, modelo NISSAN TL100.35 con una TARA de 2.275 kg y un P.M.A. de 3.500 kg, el cual queremos rediseñar para transformarlo en un furgón de transporte de mercancías perecederas.

Se considera un vehículo de categoría N<sub>2</sub>, por ser de motor concebido y fabricado principalmente para el transporte de mercancías, y además, cuya masa máxima sea igual o superior a 3,5 toneladas.

- ♦ El artículo 4 del *Real Decreto 1417/2005, de 25 de noviembre*, por el que se regula la utilización, instalación y comprobación del funcionamiento de dispositivos de limitación de velocidad en determinadas categorías de vehículos, establece la obligatoriedad de instalar el dispositivo de limitación de velocidad a los vehículos de motor de la categoría N<sub>2</sub> y N<sub>3</sub>, los destinados al transporte de mercancías con una masa máxima autorizada superior a 3,5 toneladas. Tales vehículos sólo pueden circular por la vía pública si están equipados con un dispositivo limitador de velocidad regulado de tal manera que su velocidad no pueda superar los 90 kilómetros por hora.

En el *Anexo IX del Reglamento General de Vehículos* se encuentra la disposición que regula las masas y dimensiones máximas de los vehículos y sus cargas. Si se superan, el vehículo en cuestión no puede circular si no está provisto de la autorización complementaria de circulación correspondiente.

La autorización se solicitará conforme al modelo oficial de solicitud, debidamente cumplimentado, acompañado de los siguientes documentos:

Reforma de un camión chasis-cabina de eje rígido a camión isoterma para transporte de mercancías perecederas.

- ◆ Original de la tarjeta I.T.V., o fotocopia cotejada, con la inspección periódica en vigor. Deberá estar vigente en la fecha de entrada de la solicitud en la Administración.
- ◆ Los relativos a la identidad y representación que se especifican en el apartado anterior, números 1º y 3º del anexo XIII del Reglamento General de Vehículos.
- ◆ Tasa por el importe legalmente establecido.
- ◆ Autorización de transporte, licencia comunitaria de transporte o documento equivalente para los vehículos de países no miembros de la Unión Europea, según proceda y exclusivamente para vehículos en régimen de transporte especial. Se verificará que está en vigor.
- ◆ Croquis fidedigno del vehículo y de la distribución de su carga, en su caso, con expresión de la masa total, de la masa por eje, de la distancia entre ejes, y de las dimensiones máximas, incluida la carga.

#### **4.1. DIMENSIONES Y MASAS PERMITIDAS**

Partiendo de las especificaciones del reglamento citado anteriormente, se obtienen las siguientes dimensiones y masas permitidas:

- ◆ Masa máxima autorizada de 3,5 toneladas para vehículos de motor de 2 ejes.
- ◆ Longitud máxima de 12 metros para vehículos de motor, excepto autobuses.
- ◆ En superestructuras fijas o móviles que estén parcialmente equipadas para el transporte de mercancías de temperaturas dirigidas y en el espesor de cada pared lateral, incluida el aislamiento, sea de 45 mm como mínimo.
- ◆ Anchura máxima de 2,6 metros.
- ◆ Altura máxima de 4 metros para vehículos destinados a transportar contenedores cerrados homologados para el transporte combinado o intermodal.

Según el Anexo IV del *Reglamento General de Vehículos*, todo vehículo debe estar construido y/o equipado de manera que ofrezca en todo su ancho una protección eficaz contra el empotramiento de los vehículos destinados al transporte de personas y de mercancías cual masa máxima autorizada no supere las 3,5 toneladas (categoría N<sub>1</sub>) que choquen en su parte trasera.

Según la categoría del vehículo, se considerará que esta protección es eficaz para los vehículos de las categorías N<sub>2</sub> y N<sub>3</sub>, cuando el vehículo esté equipado con un dispositivo de protección trasera contra el empotramiento que responda, en dimensiones y resistencia a la deformación, a lo establecido en la reglamentación vigente recogida en el Anexo I del *Reglamento General de Vehículos*.

## 4.2. INSPECCION TÉCNICA DE VEHÍCULOS

Los vehículos matriculados o puestos en circulación deberán someterse a inspección técnica en una de las Estaciones de Inspección Técnica de Vehículos al efecto autorizadas por el órgano competente en materia de Industria en los casos y con la periodicidad, requisitos y excepciones que se establecen en la reglamentación. La inspección técnica, una vez comprobada la identificación del vehículo, versará sobre las condiciones del vehículo relativas a seguridad vial, protección del medio ambiente, inscripciones reglamentarias, reformas y, en su caso, vigencia de los certificados para el transporte de mercancías peligrosas y perecederas. La normativa actual se contiene en el *Real Decreto 2042/1994, de 14 de Octubre*, que es de aplicación a todos los vehículos matriculados en España, incluidos los vehículos pertenecientes a los organismos públicos, cualquiera que sea su categoría y funciones.

Todo vehículo que realice un transporte de mercancías perecederas deberá llevar durante la realización del transporte:

- ◆ Certificado de conformidad para el vehículo, con la fecha en vigor.
- ◆ En caso de no proceder con lo anteriormente citado, la placa de certificación de conformidad.

a	<b>ATP</b> AUTORIZADO PARA EL TRANSPORTE DE MERCANCÍAS PERECEDERAS
b	AUTORIZACIÓN: [GB-LR-456789] *
c	VEHÍCULO: [AB12C987] *
d	IDENTIFICACIÓN ATP: <b>[RNA]</b> *
e	VÁLIDO HASTA EL: [11-1985] *

Ilustración 2 Placa de identificación de conformidad.

- ◆ Debe llevar en cada lateral un distintivo que indique el tipo de vehículo que se trata, el mes y el año en el que vence su autorización para el transporte de mercancías perecederas.



Ilustración 3 Distintivo.

- ◆ Si el vehículo está dotado de un dispositivo térmico móvil o no autónomo:





*Ilustración 4 Distintivo de dispositivo térmico.*

1. Inspecciones previas a la matriculación:

El contenido de las citadas prescripciones técnicas, exige a los vehículos, a sus sistemas y a sus elementos que sean fabricados de tal modo que cumplan, básicamente, dos objetivos:

- ◆ Garantizar unos niveles mínimos de seguridad vial activa y pasiva tanto a los ocupantes de los vehículos como al resto de usuarios de la vía.
- ◆ Garantizar una adecuada protección medioambiental reduciendo al máximo la emisión de ruidos y de elementos contaminantes.

2. Periodicidad de las inspecciones:

Vehículos y conjuntos de vehículos dedicados al transporte de mercancías o cosas, de M.M.A. menor o igual a 3,5 toneladas. Antigüedad:

- ◆ Hasta dos años: Exento
- ◆ De dos a seis años: Bienal
- ◆ De seis a diez años: Anual
- ◆ De más de diez años: Semestral

#### **4.3. CAMIONES ISOTERMOS**

Los camiones isotermos mantienen la temperatura (frío o calor) y/o camiones frigoríficos enfrían las mercancías. Estas modificaciones en el vehículo se deben homologar, ya que forman parte de homologación de vehículos industriales.

Esta modificación se puede llevar a cabo desde un furgón de peso máximo inferior a 3,5 toneladas a la caja cerrada de un camión con un peso superior a 12 toneladas y la modificación que se debe de realizar es la instalación de una caja cerrada en el vehículo con la correspondiente instalación de refrigeración.

El control tanto técnico como necesario de los alimentos y productos alimentarios que normalmente precisan de una temperatura regulada para su conservación y no alteración ha de hacerse extensivo a las operaciones de transporte de estos productos. Para ello se requiere establecer las condiciones exigibles a los vehículos en los que se realiza este transporte, así como la forma de efectuar el mismo mediante la correspondiente reglamentación, a fin de proporcionar la debida garantía al consumidor.

#### **4.3.1. DEFINICIÓN Y DENOMINACIÓN DE VEHÍCULOS ESPECIALES PARA EL TRANSPORTE DE MERCANCÍAS PERECEDERAS:**

En el *Artículo 4º del Real Decreto 2483/1986* sobre “*Clases de vehículos especiales para el transporte de mercancías perecederas*”, consta que:

“Vehículo isoterma: vehículo en que la caja está constituida con paredes aislantes, incluyendo puertas, piso y techo, y que permiten limitar los intercambios de calor entre el interior y el exterior de la caja, de forma que el coeficiente global de transmisión térmica (coeficiente K) permita clasificar al vehículo dentro de una de las categorías siguientes:

- ◆ Vehículo isoterma normal: caracterizado por un coeficiente K igual o inferior a  $0,7 \text{ W/m}^2\text{C}$  ( $=0,6 \text{ kcal/hm}^2\text{C}$ ).
- ◆ Vehículo isoterma reforzado: caracterizado por un coeficiente K igual o inferior a  $0,4 \text{ W/m}^2\text{C}$  ( $=0,35 \text{ kcal/hm}^2\text{C}$ )”.

#### **4.3.2. CONDICIONES COMUNES A LAS DIVERSAS CLASES DE VEHÍCULOS**

La caja de los vehículos de transporte destinados a contener los alimentos y productos alimentarios debe estar libre de cualquier tipo de instalación o accesorio que no tenga relación con la carga o sistema de enfriamiento y/o calefacción de los productos y, en el caso de camiones, sin comunicación con la cabina del conductor.

Las partes interiores de la caja, incluyendo techo y suelo, deben estar fabricados a base de materiales resistentes a la corrosión, impermeables, imputrescibles y fáciles de limpiar, lavar y desinfectar.

Las paredes y techos interiores deben ser lisas y continuas no presentando grietas ni ángulos que dificulten la limpieza, lavado y desinfección, y estar desprovistas de asperezas, a excepción de todo aquello que sea necesario para el equipo y dispositivos de fijación de la carga. Estos dispositivos deben ser asimismo fáciles de limpiar, lavar y desinfectar.

Los materiales de todo tipo, susceptibles de entrar en contacto con los productos transportados, deben cumplir con las disposiciones legales vigentes y ser incapaces de alterar los productos o comunicarles propiedades nocivas o anormales durante su vida de servicio.

El conjunto de los dispositivos de cierre de los vehículos y de ventilación y circulación de aire deben permitir el transporte de los productos sin que se deposite en este cualquier tipo de suciedad o contaminación.

Reforma de un camión chasis-cabina de eje rígido a camión isoterma para transporte de mercancías perecederas.

Los vehículos deben ser/estar equipados con un dispositivo apropiado de medida y registro de la temperatura interior de la caja. La esfera o elemento de lectura del dispositivo debe ir montado en un lugar fácilmente visible.

#### **4.3.3. DISPOSICIONES RELATIVAS AL TIPO DE VEHÍCULOS QUE SE DEBEN UTILIZAR EN FUNCIÓN DE LA TEMPERATURA DE TRANSPORTE**

El transporte en régimen de refrigeración o congelación de los distintos tipos de productos alimenticios deberá realizarse respetando las temperaturas máximas establecidas por la normativa aplicable a cada uno de los mismos.

Los vehículos isotermos, normales o reforzados, podrán utilizarse cuando la duración del transporte sea limitada o cuando la temperatura ambiente sea próxima a la exigida de transporte, siempre que la temperatura de los productos en el momento de efectuar la carga sea igual o inferior a esta última temperatura. En el momento de la descarga, una vez efectuado el transporte, la temperatura de los productos no deberá ser superior a la exigida para el mismo, teniendo en cuenta, en su caso, las tolerancias admitidas.

Las normas de homologación, ensayo e inspección del acondicionamiento térmico de los vehículos destinados al transporte de mercancías perecederas, incluidas, entre otras, las placas de identificación, certificados de autorización y siglas de identificación, serán las que por el Ministerio de Industria y Energía se determinen en cada caso.

#### **4.3.4. ACUERDO SOBRE EL TRANSPORTE INTERNACIONAL DE MERCANCÍAS PERECEDERAS (ATP)**

El objetivo del ATP es asegurar que las mercancías perecederas sean transportadas en el ámbito internacional de modo que se garanticen las condiciones óptimas para su consumo, asegurando, del mismo modo, que los vehículos que realicen este transporte satisfagan las condiciones técnicas regidas por el propio acuerdo.

Desde su aprobación ha servido de referencia para el desarrollo posterior de la legislación del transporte de mercancías perecederas, no sólo en el ámbito internacional, sino también en el nacional. Las definiciones y normas que contiene se aplican a todo transporte de mercancías perecederas, tanto destinado a terceros o como mercancía propia, efectuado exclusivamente por ferrocarril, por carretera o por una combinación de ambos métodos, cuando el lugar de carga y de descarga de la mercancía se encuentre en estados diferentes y cuando el lugar de descarga de la mercancía esté ubicado en el territorio de una de las partes contratantes.

Los operadores económicos que transporten mercancías perecederas deben utilizar vehículos isotermos, refrigerantes, frigoríficos o caloríficos, salvo que las temperaturas previsibles durante el transporte conviertan a esta obligación en no aplicable

Reforma de un camión chasis-cabina de eje rígido a camión isoterma para transporte de mercancías perecederas.

para el mantenimiento de las condiciones de unas temperaturas fijas que se establecen con relación a los productos listados.

- ◆ Productos ultra congelados y congelados (crema congelada, -20 °C; pescados, productos preparados a base de pescado, moluscos y crustáceos congelados o ultra congelados y cualquier otro producto ultra congelado, -18 °C; cualquier producto congelado, excepto mantequilla, -12 °C; mantequilla congelada, -10 °C).
- ◆ Mantequilla: 6 °C.
- ◆ Productos de caza: 4 °C.
- ◆ Leche en cisterna (cruda o pasteurizada) destinada al consumo inmediato: 4 °C.
- ◆ Leche industrial: 6 °C.
- ◆ Productos lácteos (yogur, kéfir, crema, nata y queso fresco): 4 °C.
- ◆ Pescado, moluscos y crustáceos (con exclusión del pesado ahumado, salado seco o vivo, los moluscos vivos y crustáceos vivos): deberán envasarse siempre en hielo fundante.
- ◆ Productos preparados a base de carne (de los que se excluyen los que se han estado estabilizado por salazón, ahumado, secado o esterilización): 6 °C.
- ◆ Carne (exceptuando el despojos rojo): 7 °C.
- ◆ Ave de corral y conejos: 4 °C.

Inspecciones de los vehículos

Sólo se permitirá a un vehículo especial ser puesto o mantenido en servicio cuando haya sido sometido a las inspecciones iniciales, periódicas y excepcionales que se establecen en el ATP y este Real Decreto, con objeto de comprobar la conformidad con la reglamentación establecida, así como el mantenimiento de dicha conformidad a lo largo del tiempo.

Además de las comprobaciones previas a que deben ser sometidos los vehículos en las estaciones de ensayo, todas las inspecciones para el control de conformidad antes de la puesta en servicio, periódico o excepcional, serán realizadas por organismos de control que, conforme a lo dispuesto en el apartado 1 del artículo 8, puedan actuar en la Comunidad Autónoma donde se realice la inspección.

El control de conformidad antes de la puesta en servicio, o inspección inicial de los vehículos especiales, a que se hace referencia en el ATP, tiene por objeto comprobar que el vehículo ha sido fabricado por el titular de certificación de la conformidad de tipo, la verificación de los materiales utilizados, incluida la densidad del aislante, el control de la técnica de aislamiento utilizada, ausencia de rugosidad en las paredes y su continuidad, y la adaptación de la construcción en todos sus aspectos al tipo representado por el vehículo de referencia. Este control se realizará en las instalaciones del fabricante de la caja o cisterna isoterma, o de su representante legal o mandatario, si el fabricante es extranjero, durante su fabricación, y después, una vez montada la caja cisterna sobre el vehículo portador, para comprobar la correspondencia final con el vehículo aprobado de tipo, emitiéndose un acta según el modelo establecido en el apéndice 3 del presente Real Decreto.

Reforma de un camión chasis-cabina de eje rígido a camión isoterma para transporte de mercancías perecederas.

El control de conformidad de los vehículos especiales en servicio se realizará mediante inspección del vehículo, o ensayos si así lo requiere el órgano competente en materia de industria, e inspección y ensayos de sus dispositivos térmicos, para comprobar el mantenimiento de las especificaciones que permitieron su puesta en servicio. Estas inspecciones o ensayos se realizarán conforme a lo establecido en el ATP o, en su caso, en el anejo 1 de este presente Real Decreto, emitiéndose un acta según el modelo establecido en el apéndice 7 del presente Real Decreto.

Otras normas de aplicación para la reforma de este vehículo son:

- ◆ Reglamento General de Vehículos (2822/1998)
- ◆ Masa y dimensiones (97/27/CEE y PRE/3298/2004)
- ◆ Homologación de vehículos a motor y sus remolques (Real Decreto 750/2010)
- ◆ Reforma de vehículos (Real Decreto 866/2010)
- ◆ Manual de reforma de vehículos del Ministerio de Industria, Energía y Turismo.
- ◆ Depósitos de carburante líquido y dispositivos de protección trasera (70/221/CEE)
- ◆ Neumáticos (92/23/CEE)
- ◆ Dispositivos de frenado (71/320/CEE)
- ◆ Alumbrado (76/756/CEE)
- ◆ Protección lateral (89/297/CEE)
- ◆ Seguridad y salud para los trabajadores (1215/1992)

## **5. MATERIALES AISLANTES**

En este apartado, se seleccionan dos materiales aptos para aislante en la caja del vehículo. La selección obedece a las capacidades de transmisión térmica de éstos. Teniendo en cuenta que la conductividad de las paredes y del techo no es la misma que la del suelo, se deben tratar de distintos materiales. Para ello, se recurre al programa informático *CES EduPack 2017*.

### **5.1. POLIURETANO EXPANDIDO**

Para el primer caso, el material escogido es el Poliuretano Expandido (*EPS*) siendo un material aislante que se suele colocar en los elementos que están en contacto directo con el exterior.

La espuma de poliuretano es un material aislante, que se provee en forma de aerosol y de aplicación líquida, que una vez aplicado en la pared se expande alcanzado así su estado definitivo. Las moléculas de poliuretano dan fuerza estructural, dando mayor resistencia a la pared. Como aislante térmico tiene muy buenos resultados, así como aislante hidrófugo y antihumedad.

Reforma de un camión chasis-cabina de eje rígido a camión isotermo para transporte de mercancías perecederas.

Además de usarse en paredes, techos y sótanos de una vivienda, también es usado a nivel industrial como aislante en cámaras frigoríficas, silos u otros edificios en los que sea necesario controlar la temperatura.

Entre sus características, cabe destacar:

- ◆ Material no contaminante.
- ◆ La vida útil no altera sus características, por lo que no se pierde la calidad aislante con el tiempo.
- ◆ Mayor durabilidad, debido a que evita la infiltración de agua y aire.
- ◆ Ligereza, lo que aporta al panel sándwich de poliuretano una facilidad logística y de instalación como ningún otro aislamiento térmico.
- ◆ El proceso de fabricación del panel de poliuretano inyectado, confiere una excelente adherencia a las pieles exteriores, redundando en durabilidad, inercia, autoportancia y estabilidad del panel sándwich.

#### General properties

Density	(i)	1,12e3	-	1,24e3	kg/m <sup>3</sup>
Price	(i)	* 3,99	-	4,38	EUR/kg

#### Mechanical properties

Young's modulus	(i)	1,31	-	2,07	GPa
Yield strength (elastic limit)	(i)	* 40	-	53,8	MPa
Tensile strength	(i)	31	-	62	MPa
Elongation	(i)	60	-	550	% strain
Hardness - Vickers	(i)	16,1	-	22,7	HV
Fatigue strength at 10 <sup>7</sup> cycles	(i)	* 16	-	20	MPa
Fracture toughness	(i)	* 1,84	-	4,97	MPa.m <sup>0.5</sup>

#### Thermal properties

Melting point	(i)	74,8	-	137	°C
Maximum service temperature	(i)	* 64,9	-	80	°C
Thermal conductor or insulator?	(i)	Good insulator			
Thermal conductivity	(i)	* 0,235	-	0,244	W/m.°C
Specific heat capacity	(i)	* 1,55e3	-	1,62e3	J/kg.°C
Thermal expansion coefficient	(i)	90	-	144	µstrain/°C

Tabla 1 Propiedades EPS. CES EduPack 2017

## 5.2. POLIESTIRENO

Por otro lado, el Poliestireno (*PU*) en planchas, es ideal para la conductividad del suelo, ya que se puede usar como separador protector de producto o como termoaislante para proteger productos alimenticios de altas variaciones de temperatura. Proporciona un polímero de alta calidad por polimerización en suspensión del estireno en presencia de agentes soplantes, siendo a partir de este último la obtención de las espumas aislantes.

Entre sus características, cabe destacar:

Reforma de un camión chasis-cabina de eje rígido a camión isoterma para transporte de mercancías perecederas.

- ◆ Muy baja elongación.
- ◆ Buen brillo.
- ◆ Liviano.
- ◆ Puede ser procesado en un amplio rango de temperaturas.
- ◆ Elevada fuerza de tensión.
- ◆ Resistente a químicos inorgánicos y al agua.
- ◆ Soluble en hidrocarburos aromáticos y purificados.
- ◆ Propiedades eléctricas sobresalientes.
- ◆ Conductividad eléctrica ( $\sigma$ ) 10-16 S/m.
- ◆ Ligereza.
- ◆ Resistencia a la humedad.
- ◆ Capacidad de absorción de los impactos.
- ◆ Reutilizable al 100% para formar bloques del mismo material y, también es reciclable para fabricar materias primas para otra clase de productos.

**General properties**

Density	(i)	1,04e3	-	1,05e3	kg/m <sup>3</sup>
Price	(i)	* 1,07	-	1,61	EUR/kg

**Mechanical properties**

Young's modulus	(i)	1,2	-	2,6	GPa
Yield strength (elastic limit)	(i)	28,7	-	56,2	MPa
Tensile strength	(i)	35,9	-	56,5	MPa
Elongation	(i)	1,2	-	3,6	% strain
Hardness - Vickers	(i)	8,6	-	16,9	HV
Fatigue strength at 10 <sup>7</sup> cycles	(i)	14,4	-	23	MPa
Fracture toughness	(i)	0,7	-	1,1	MPa.m <sup>0.5</sup>

**Thermal properties**

Maximum service temperature	(i)	76,9	-	103	°C
Thermal conductor or insulator?	(i)	Good insulator			
Thermal conductivity	(i)	0,121	-	0,131	W/m.°C
Specific heat capacity	(i)	1,69e3	-	1,76e3	J/kg.°C
Thermal expansion coefficient	(i)	90	-	153	μstrain/°C

Tabla 2 Propiedades PU. CES EduPack 2017

## 6. CÁLCULOS TÉRMICOS

Para la realización de los cálculos destinados a la instalación isoterma, se hace uso de la normativa aplicable a tal fin.

En IDEA “*Guía técnica: diseño y cálculo del aislamiento térmico de conducciones, aparatos y equipos*” se facilita los métodos de cálculo y los criterios normales de dimensionamiento, para la estimación de espesores, dedicados a estado estacionario y flujo unidimensional.

Mediante el libro “*Refrigeration Handbook*”, se pueden extraer las temperaturas y humedades relativas de cada alimento almacenado, siendo el pescado fresco como objeto de estudio.

Alimentos	Temperatura de almacenamiento (°C)	Humedad relativa (%)	Duración de almacenamiento
<b>Frutas</b>			
Manzanas	4	90 - 95	1-2 meses
Melocotones	-0.5 a 0	90 - 95	2-4 sem.
Peras	-1.5 a -0.5	90 - 95	2-7 meses
Fresas	-0.5 a 0	90 - 95	5-7 días
<b>Verduras</b>			
Judías verdes	4 a 7	90 - 95	7-10 días
Brócoli	0	95 - 100	10-14 días
Lechuga	0 a 1	95 - 100	2-3 sem.
Guisantes	0	95-98	1-3 sem.
Patatas	3 a 4	90-95	4-5 meses
Tomates maduros	7 a 10	90-95	4-7 días
<b>Otros productos frescos</b>			
Salmón	-0.5 a 1	90 - 95	18 días
Ternera	-2 a 1	88 - 95	1 sem.
Pollos	-2 a 0	95 - 100	1-4 sem.
Leche pasteurizada	4 a 6		7 días

Tabla 3 Temperatura y humedades relativas. Refrigeration Handbook.

Por otro lado, la normativa pertinente al coeficiente de capacidad nos obliga a que:

- ◆ Los productos deben estar separados de la pared a una distancia de 10 a 15 cm.
- ◆ Los productos deben estar separados del piso a una distancia de 10 a 15 cm.
- ◆ Los productos deben estar separados del techo a una distancia de 10 cm.



## 6.1. COEFICIENTE DE PELÍCULA

La ley de enfriamiento de Newton establece que la tasa de transferencia de calor que abandona una superficie a una temperatura, pasa a un fluido del entorno a otra temperatura. El coeficiente, no es una propiedad termodinámica, sino una correlación simplificada entre el estado del fluido y las condiciones de flujo, por lo cual generalmente se la conoce como una propiedad de flujo.

<u>Condiciones exteriores e interiores</u>	<u>Coefficiente de película (<math>W/m^2K</math>)</u>
Exterior, invierno (6,7m/s)	34
Exterior, verano (3,4m/s)	23
Interior, superficie vertical	8,3
Interior, superficie horizontal, flujo ascendente	9,3
Interior, superficie horizontal, flujo descendente	6,1

Tabla 4 Coeficiente de película. Refrigeration Handbook.

## 6.2. COEFICIENTE CONVECTIVO

- ◆ El coeficiente convectivo externo en pared vertical, horizontal ascendente y descendente es de: 25 W/m<sup>2</sup>K.
- ◆ El coeficiente convectivo interno vertical es de: 7,7 W/m<sup>2</sup>K.
- ◆ El coeficiente convectivo interno pared horizontal flujo ascendente es de: 10 W/m<sup>2</sup>K.
- ◆ El coeficiente convectivo interno pared horizontal descendente es de: 5,9 W/m<sup>2</sup>K.

## 6.3. RENOVACIÓN O CAMBIOS DE AIRE

Cada vez que la puerta de la cámara se abre, el aire exterior penetra en la zona refrigerada. La temperatura y humedad relativa de este aire cálido cambian las

Reforma de un camión chasis-cabina de eje rígido a camión isoterma para transporte de mercancías perecederas.

condiciones interiores de la cámara, con el subsiguiente incremento de la carga de refrigeración.

$$V_{inf} (rnv/día) = 86,1 * V_{cam}^{-0,55} \text{ (almacenamiento fresco)}$$

$$V_{inf} (rnv/día) = 111,34 * V_{cam}^{-0,56} \text{ (almacenamiento congelado)}$$

## 6.4. TIPOS DE CALOR

### 6.4.1. CALOR POR DESCARCHE

En cámaras bajo cero debe considerarse un calor introducido en los procesos de descarche. Si sabemos la potencia de las resistencias del evaporador, podemos considerar 8 descarches al día, con un tiempo de 20 minutos cada uno.

### 6.4.2. CALOR POR ILUMINACIÓN

Es habitual considerar que toda la potencia se convierte en carga sensible. Si no se conoce la potencia de las lámparas se puede realizar valor estimativo considerando entre 5 y 15 W/m<sup>2</sup> de superficie de planta de la cámara.

### 6.4.3. CALOR POR VENTILADORES

La potencia desprendida por los motores eléctricos de los ventiladores depende de la potencia frigorífica del evaporador que inicialmente no se conoce.

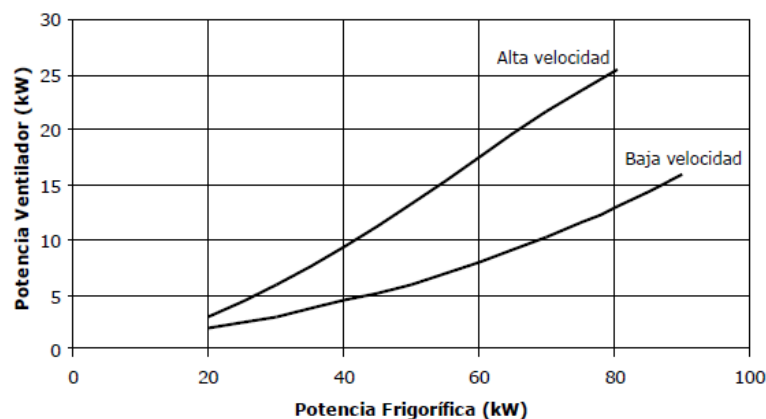


Gráfico 1 Relación directa de potencias. Refrigeration Handbook

A partir de la normativa especificada anteriormente, se pasará al cálculo de las cargas térmicas, se establecerán los parámetros del producto almacenado, la situación de

la cámara frigorífica y la carga debida al producto. De esta forma, se podrá obtener la potencia frigorífica para atender una cámara destinada a la conservación de alimentos perecederos.

## 6.5. OBTENCIÓN DE LA POTENCIA DEL EQUIPO FRIGORÍFICO

A continuación se exponen los datos de partida para el cálculo del volumen interior de la caja del camión y su temperatura de almacenamiento.

### A. Medidas exteriores

Largo (a)	4,6 m
Ancho (b)	2,25 m
Alto (c)	3,35 m
Espesor aislante paredes y techo ( $e_a$ )	100 mm
Espesor suelo ( $e_s$ )	120 mm
Volumen interior ( $V_{int}$ )	14.47 m <sup>3</sup>

$$\begin{aligned} \text{Volumen interior } V_{int} &= (a - 2 * e_a) * (b - 2 * e_a) * (c - e_a - e_s) = \\ &= (4,6 - 2 * 0,1) * (2 - 2,25 * 0,1) * (3,35 - 0,1 - 0,12) = \\ &= 28,23 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

- ◆ Espesores habituales en cámaras frigoríficas:
  - Cámaras o cuartos fríos a 12°C: 60 mm
  - **Cámaras de conservación a 0°C: 100 mm**
  - Cámaras de congelados a -20°C: 150 mm
  - Túneles de congelación a -30°C: 200mm

Adoptaremos:

- $T_{alm} \geq 0^\circ\text{C} \rightarrow e_a = 100\text{mm}$  y  $e_s = 120\text{mm}$

Reforma de un camión chasis-cabina de eje rígido a camión isoterma para transporte de mercancías perecederas.

B. Datos del aislamiento

Debido a que las paredes y el techo constan de un material distinto al suelo, se precisa distinción de coeficiente de conductividad entre ambos.

- ◆ Paredes y techo: Poliuretano expandido
- ◆ Conductividad de paredes y techo: 0,0028
- ◆ Suelo: Poliestireno en planchas
- ◆ Conductividad del suelo: 0,036

C. Producto almacenado

La mercancía que transportará el vehículo será pescado, por lo que se detallan temperaturas, humedad, calores y coeficientes para su correcto almacenamiento. Además, se procede al cálculo de la capacidad total de almacenamiento de la cámara frigorífica.

- ◆ Producto: Pescado
- ◆ Temperatura interior: 0 °C
- ◆ Humedad relativa: 100 %
- ◆ Presión total del aire húmedo: 1,013 bar
- ◆ Calor específico del producto fresco: 2,84 kJ/kg
- ◆ Calor específico del producto congelado: 1,88 kJ/kg
- ◆ Punto de congelación del producto: 0 °C
- ◆ Coeficiente de película interior paredes  $h_p$ :  $8.3 \frac{W}{m^2K}$
- ◆ Coeficiente de película interior techo  $h_t$ :  $6.1 \frac{W}{m^2K}$
- ◆ Coeficiente de película interior suelo  $h_s$ :  $9.3 \frac{W}{m^2K}$
- ◆ Densidad neta almacenaje  $\rho_{carga}$ :  $400 \frac{kg}{m^3}$
- ◆ Coeficiente de capacidad  $K$ : 0,63

Presión de saturación del vapor de agua  $p_{vs} = 0.0061 * 10^{\frac{7.5*t}{237+t}} = 0.0061 * 10^{\frac{7.5*0}{237+0}} = 0.0061$  bar

Presión parcial del vapor de agua  $p_v = \varphi * p_{vs} = 100\% * 0.0061 = 0.0061$  bar

Humedad absoluta del aire  $\omega = 0.622 * \frac{p_v}{p-p_v} = 0.622 * \frac{0.0061}{1.013-0.0061} = 0.0038$  kg/kg<sub>as</sub>

Entalpia del aire interior  $h = t + \omega * (2.501 + 1.82 * t) = 0 + 0.0038 * (2.501 + 1.82 * 0) = 0.0094$  kJ/kg<sub>as</sub>

Reforma de un camión chasis-cabina de eje rígido a camión isoterma para transporte de mercancías perecederas.

$$\begin{array}{ll} \text{Capacidad total cámara} & m_{alm} = \rho_{carga} * V_{int} * K = 400 * 28,23 * 0.63 = \\ m_{alm} & 7.114,62 \text{ kg} \end{array}$$

D. Situación de la cámara

En todas las provincias españolas, la temperatura no es constante, por lo que se precisa especificar la provincia de circulación del camión y por ende, su temperatura y humedad relativa. Se precisan otros datos especificados a continuación, para el correcto procedimiento de cálculo de la situación que engloba el vehículo.

- ◆ Provincia: Badajoz
- ◆ Temperatura exterior  $t_{ext}$ : 38 °C
- ◆ Humedad relativa  $\varphi$ : 47 %
- ◆ Presión total del aire húmedo: 1,013 bar
- ◆ Coeficiente de película exterior  $h_e$ : 23
- ◆ Superficie puerta  $S_{pt}$ : 0
- ◆ Calor transmitido por puerta  $q_{pt}$ : 0

$$\begin{array}{ll} \text{Presión de saturación} & p_{vs} = 0.0061 * 10^{\frac{7.5*t}{237+t}} = 0.0061 * 10^{\frac{7.5*38}{237+38}} = 0.067 \text{ bar} \\ \text{del vapor de agua} & \end{array}$$

$$\begin{array}{ll} \text{Presión parcial del} & p_v = \varphi * p_{vs} = 47\% * 0.067 = 0.031 \text{ bar} \\ \text{vapor de agua} & \end{array}$$

$$\begin{array}{ll} \text{Humedad absoluta del} & \omega = 0.622 * \frac{p_v}{p-p_v} = 0.622 * \frac{0.031}{1.013-0.031} = 0.020 \text{ kg/kg}_{as} \\ \text{aire} & \end{array}$$

$$\begin{array}{ll} \text{Entalpia exterior} & h = t + \omega * (2.501 + 1.82 * t) = 38 + 0.020 * \\ & (2.501 + 1.82 * 38) = 88.76 \text{ kJ/kg}_{as} \end{array}$$

E. Ganancia de calor por transmisión

Para la obtención del calor por transmisión, se precisa el cálculo de los distintos calores de las paredes, techo y suelo, por lo que se obtendrán los 3 calores del sumatorio de transmisión de calor. Para ello, se realiza el cálculo partiendo de la ecuación de la conducción de calor a través de las paredes planas en serie.

$$q = \frac{T_{ext} - T_{int}}{\frac{1}{h_e * A} + \frac{e_A}{k_A * A} + \frac{e_B}{k_B * A} + \frac{e_C}{k_C * A} + \frac{1}{h_i * A}} = \frac{T_{ext} - T_{int}}{\frac{1}{h_e * A} + \frac{e_B}{k_B * A} + \frac{1}{h_i * A}} \left( \frac{J}{s} \right)$$

Reforma de un camión chasis-cabina de eje rígido a camión isotermo para transporte de mercancías perecederas.

Superficie paredes  $S_p$        $S_p = 2 * (a * c + b * c) = 2 * (4,6 * 3,35 + 2,25 * 3,35) = 45,9 \text{ m}^2$

Calor transmitido por paredes  $q_p$        $q_p = q \text{ correspondiente en } \frac{\text{kJ}}{\text{día}} = 40.063,59 \text{ kJ/día}$

Superficie techo  $S_t$        $S_t = a * b = 4,6 * 2,25 = 10,35 \text{ m}^2$

Calor transmitido por techo  $q_t$        $q_t = q \text{ correspondiente en } \frac{\text{kJ}}{\text{día}} = 8.931,74 \text{ kJ/día}$

Temperatura suelo  $t_s$        $t_s = \frac{T_{amb} + 15}{2} = \frac{38 + 15}{2} = 26,5 \text{ °C}$

Superficie suelo  $S_s$        $S_s = a * b = 4,6 * 2,25 = 10,35 \text{ m}^2$

Calor transmitido por suelo  $q_s$        $q_s = q \text{ correspondiente en } \frac{\text{kJ}}{\text{día}} = 9.843,53 \text{ kJ/día}$

calor por transmisión  $q_{tran}$        $q_{tran} = q_p + q_t + q_s + q_{pt} = 40.063,59 + 8.931,74 + 9.843,53 = 58.838,86 \text{ kJ/día}$

F. Carga por entrada del producto

En este apartado, se especifican los datos relativos al producto, y así conseguir el valor de calor por almacenamiento del mismo.

◆ Renovación diaria:  $r_{día} = 10 \%$

◆ Temperatura de entrada del producto:  
 $t_{alm} \geq t_c \rightarrow alm. fresco \rightarrow t_{ent} = 20 \text{ °C}$

◆ Proporción de embalaje:

$$p_{emb} = 2 \%$$

Rotación del producto       $m_{prod} = m_{alm} * r_{día} = 7.114,62 * 10 = 711,46 \text{ kg/día}$

Masa de embalaje       $m_{emb} = m_{prod} * p_{emb} = 711,46 * 2\% = 14,23 \text{ kg/día}$

Reforma de un camión chasis-cabina de eje rígido a camión isoterma para transporte de mercancías perecederas.

Masa total  $m_{ent} = m_{prod} + m_{emb} = 711,46 + 14,23 = 725,69 \text{ kg/día}$

Calor por almacenamiento del producto  $q_{carga} = m_{ent} * c_f * (T_{ent} - T_{alm}) = 725,69 * 2.84 * (20 - 0) = 41.254,07 \text{ kJ/día}$

G. Ganancia de calor por renovación de aire

- ◆ Horas de trabajo de personas en el interior: 2 h/día
- ◆ Horas de trabajo de los compresores: 18 h/día

H. Ventiladores evaporadores

Debido a que su función es aumentar el flujo de aire para mejorar el intercambio de calor, se precisa conocer el calor que emiten.

Potencia ventiladores  $P_{vent} = 0.1 * P_{cam} = 0.1 * 2.469,77 = 246,98 \text{ W}$

Calor por ventiladores  $q_{i2} = P_{vent} * n_c * 3.6 = 246,98 * 18 * 3.6 = 16.004,11 \text{ kJ/día}$

I. Desescarches

Los sistemas de desescarche se basan en aportar calor al evaporador de forma que se produzca la fusión del hielo y escarcha acumulados. Este aporte de calor debe ser realizado intentando causar el mínimo efecto para el producto almacenado a causa de la elevación de la temperatura de la cámara que se ve aumentada adicionalmente por la carga térmica que introducimos en el evaporador para el proceso de fusión.

- ◆ Número de desescarches diarios: 8.
- ◆ Duración de desescarche: 20 minutos.

Potencia resistencias  $P_{res} = 0.025 * P_{cam} = 0.025 * 2.469,77 = 61,74 \text{ W}$

Calor por desescarches  $q_{i3} = P_{res} * d_{dia} * t_{des} * 0.06 = 61,74 * 8 * 20 * 0.06 = 592,74 \text{ kJ/día}$

Reforma de un camión chasis-cabina de eje rígido a camión isoterma para transporte de mercancías perecederas.

J. Carga total cámara

Ya obtenidos todos los calores y potencias, se procede a determinar la potencia del equipo frigorífico, el cual servirá para escoger el modelo de equipo para adherirlo al vehículo de estudio.

$$\begin{aligned} \text{Calor total cámara} \quad q_{cam} &= q_{tran} + q_{carg} + q_{resp} + q_{ren} + q_{int} = \\ &58.838,86 + 41.254,07 + 41.392,91 + \\ &18.555,25 = 160.041,09 \text{ kJ/día} \end{aligned}$$

$$\text{Potencia cámara} \quad P_{cam} = \frac{q_{cam}}{n_c \cdot 3.6} = \frac{160.041,09}{18 \cdot 3.6} = 2.469,77 \text{ W}$$

$$\text{Factor de seguridad} \quad F_s = [1.2 - 1.5] \rightarrow 1.2$$

$$\text{Potencia del equipo frigorífico} \quad P_{eq} = P_{cam} \cdot F_s = 2.469,77 \cdot 1.2 = 2.963,72 \text{ W}$$

K. Estructura de las cargas térmicas

Los calores que han intervenido en la determinación de la potencia del equipo vienen representados de modo porcentual según la intervención en el calor total de la cámara.

$$\text{Calor por transmisión} \quad \frac{q_{tran}}{q_{cam}} * 100 = 49,53 \%$$

$$\text{Calor por producto} \quad \frac{q_{prod}}{q_{cam}} * 100 = 0 \%$$

$$\text{Calor por renovación (aperturas puerta)} \quad \frac{q_{ren}}{q_{cam}} * 100 = 34,85 \%$$

$$\text{Calor por cargas internas} \quad \frac{q_{int}}{q_{cam}} * 100 = 15,62 \%$$



Reforma de un camión chasis-cabina de eje rígido a camión isoterma para transporte de mercancías perecederas.

Calor total cámara  $q_{cam} = 58.838,86 + 41.392,91 + 18.555,25 = 118.787,03 \text{ kJ/día}$

➤ **Selección del equipo frigorífico**

En base a los cálculos realizados, se extrae que el equipo frigorífico debe producir una potencia de 2.963,72 W, por lo que el modelo de equipo frigorífico para transporte es el FZ009, con 3.217 W de potencia, elegido del fabricante Zanotti, destinado a equipos frigoríficos para transporte. Las dimensiones del mismo son de 800 x 350 mm. Para su correcto funcionamiento, se especifica el refrigerante adecuado.



Ilustración 5 Equipo frigorífico.

➤ **Tipo de refrigerante**

Dentro de las especificaciones técnicas del equipo frigorífico, se especifica el refrigerante a usar. El R-404A es utilizado en una gran variedad de aplicaciones e incluso como componente de muchas de las mezclas HFC existentes en el mercado. Sus características termodinámicas lo constituyen como el sustituto ideal del R-502 para el sector de la refrigeración en nuevas instalaciones para bajas y medias temperaturas.

✓ **Aplicaciones**

- ◆ Enfriadoras de agua
- ◆ Almacenes frigoríficos
- ◆ Vitrinas frigoríficas

Reforma de un camión chasis-cabina de eje rígido a camión isoterma para transporte de mercancías perecederas.

- ◆ Máquinas de helados/hielo
- ◆ Pistas de hielo
- ◆ Cámaras frigoríficas
- ◆ Transporte frigorífico
- ◆ Dispensador de bebidas frías
- ◆ Túneles de congelados
- ◆ Barcos de pesca

✓ Rango de temperaturas de uso

- ◆ Temperaturas bajas
- ◆ Temperaturas medias
- ◆ Temperaturas nuevas
- ◆ Retrofit

✓ Características

- ◆ No daña la capa de ozono.
- ◆ Únicamente compatible con aceites sintéticos POE.
- ◆ Pueden rellenarse los equipos en caso de fuga.
- ◆ Temperaturas de descargas inferiores al R-22, lo que prolonga la vida del compresor.
- ◆ Capacidad frigorífica y eficiencia energética ligeramente inferiores al R-502.
- ◆ Capacidad frigorífica superior y eficiencia energética similar al R-22.
- ◆ Potencial de calentamiento atmosférico PCA (GWP) = 3922.
- ◆ Punto ebullición a 1,013 bar (°C): -46,45.
- ◆ Deslizamiento de temperatura ó glide (°C): 0,7.
- ◆ Densidad vapor saturado a 25°C (kg/m<sup>3</sup>): 63,28.
- ◆ Clasificación seguridad: A1. Baja toxicidad y no inflamable.
- ◆ Cargar siempre en fase líquida.

Reforma de un camión chasis-cabina de eje rígido a camión isoterma para transporte de mercancías perecederas.

✓ Propiedades físicas

PROPIEDADES FÍSICAS		R-404 A
Peso molecular	(g/mol)	97.61
Temperatura ebullición a (1,013 bar)	(°C)	-46.45
Deslizamiento temperatura de ebullición (a 1,013 bar)	(K)	0.7
Temperatura crítica	(°C)	72.07
Presión crítica	(bar abs)	37.31
Densidad crítica	(Kg/m <sup>3</sup> )	484
Densidad del líquido (25°C)	(Kg/m <sup>3</sup> )	1048
Densidad del líquido (-25°C)	(Kg/m <sup>3</sup> )	1236
Densidad del vapor saturado (a 1,013 bar)	(Kg/m <sup>3</sup> )	5.41
Presión del vapor (25°C)	(bar abs)	12.42
Presión del vapor (-25°C)	(bar abs)	2.49
Calor latente de vaporización (a 1,013 bar)	(Kj/Kg)	200
Calor específico del líquido (25°C) (1,013 bar)	(Kj/Kg.K)	1.64
Calor específico del vapor (25°C) (1,013 bar)	(Kj/Kg.K)	0.88
Conductibilidad térmica del líquido (25°C)	(W/mk)	0.064
Conductibilidad térmica del vapor (1,013 bar)	(W/mk)	0.0143
Solubilidad con el agua (25°C)	(ppm)	Despreciable
Límite de inflamabilidad (25°C)	(% vol)	Ninguno
Toxicidad (AEL)	(ppm)	1000
ODP	-	0
PCA (GWP)	-	3922

Tabla 5 Propiedades físicas de R-404A. Gas Servei.

## **7. CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS DEL BASTIDOR**

Los siguientes cálculos se basan en dos hipótesis:

1. Masa correspondiente al conjunto de chasis, cabina y ocupante.
2. Correspondiente a la masa total de la carga

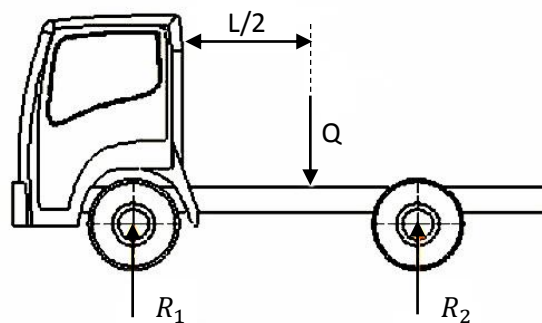
Se busca asegurar que los ejes no soporten una carga superior a la permitida además de la carga útil que consigue transportar.

Para una mejor visualización de los esfuerzos cortantes y momentos flectores, se presentan los diagramas de los mismos obtenidos del programa informático *MDSolids 4.0*.

## **7.1. REPARTO DE CARGAS**

### **7.1.1. CHASIS, CABINA Y OCUPANTE**

Para la realización de los cálculos siguientes, se aplica la normativa perteneciente al peso estándar de un ocupante con valor de 75 kg más el peso del chasis y de la cabina.



*Ilustración 6 Cálculo ejes, chasis y conductor*

Masa 1º Eje ( $R_1$ )	1.750 kg
Masa 2º Eje ( $R_2$ )	2.200kg
TARA: $Q = \text{masa}_{R1} + \text{masa}_{R2}$	$1.750 + 2.200 = 3.950 \text{ kg} = 38,77 \text{ kN}$
Distancia entre el 1º y 2º Eje ( $L_{12}$ )	2.400 mm
Distancia del centro de gravedad ( $L_{1/2}$ )	$L_{1/2} = \frac{L_{R12} * R_2}{Q} = \frac{2.400 * 2.200}{3.950}$ $= 1.336,71 \text{ mm}$

$$R_A = 1.750 \text{ kg} = 17,16 \text{ kN}$$

$$R_B = 2.200 \text{ kg} = 21,57 \text{ kN}$$

Reforma de un camión chasis-cabina de eje rígido a camión isoterma para transporte de mercancías perecederas.

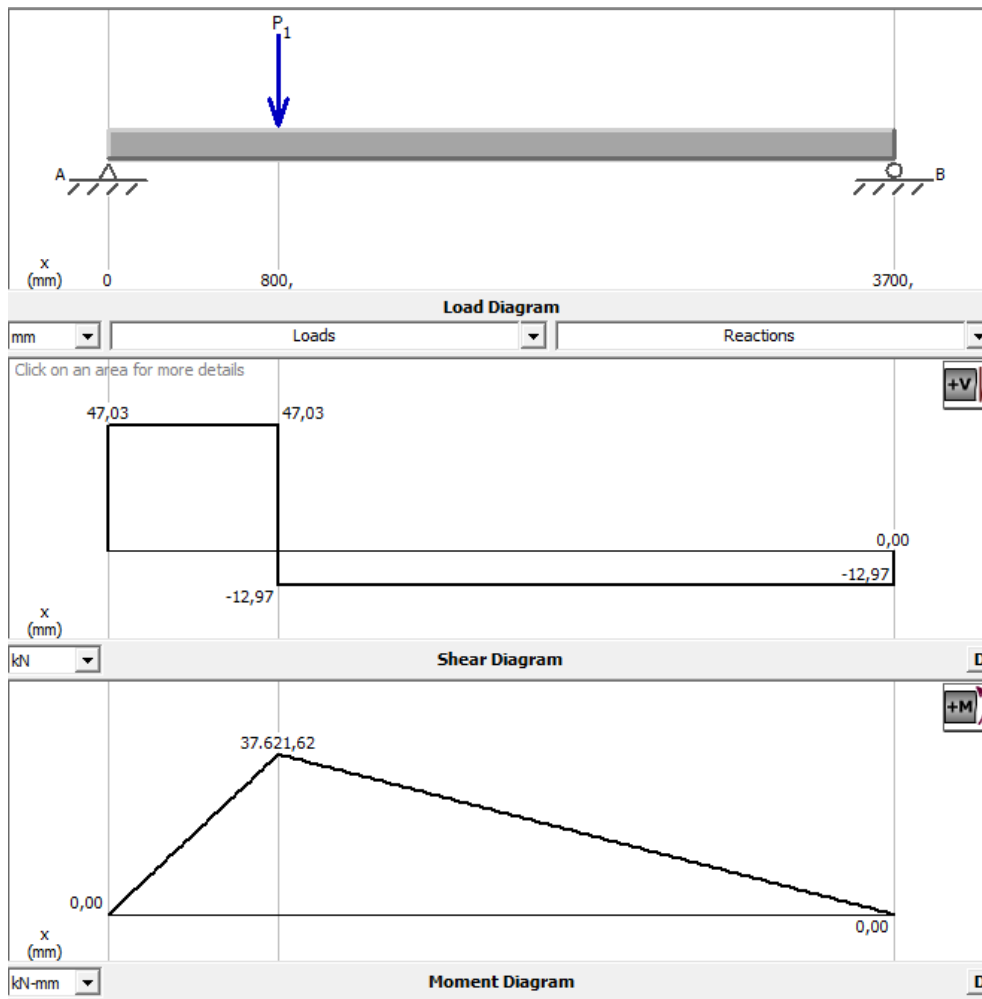


Gráfico 2 Diagrama de chasis, cabina y un ocupante. MDSolids 4.0

Reforma de un camión chasis-cabina de eje rígido a camión isoterma para transporte de mercancías perecederas.

### 7.1.2. CARGA ÚTIL

Se procede al cálculo de la capacidad en carga útil que presenta el vehículo después de la reforma en ambos ejes. De esta forma, se obtendrá el valor total de carga de mercancías perecederas que podrá soportar.

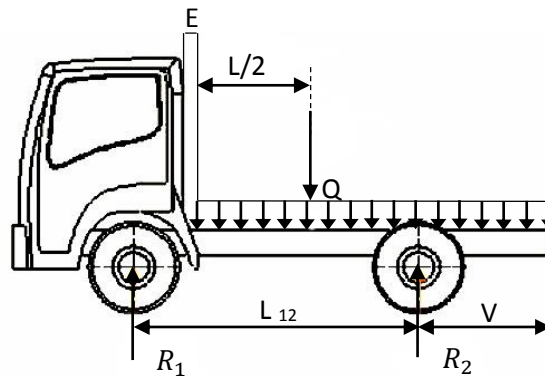


Ilustración 7 Cálculo de los ejes en carga útil.

MMA: 3.500 kg=35 kN

Voladizo trasero (E):  $V = 1.100 \text{ mm}$

TARA: 2.275 Kg = 22,31 kN

Masa útil total ( $Q_u$ ):  $Q_u = \text{MMA} - \text{TARA} = 3.500 - 2.275 = 1.225 \text{ kg}$   
 $= 12,01 \text{ kN}$

Masa del 2º Eje:

( $R_2$ )

$$R_{2*} = \frac{\left(\left(\frac{L}{2}\right) + E\right) * Q_u}{L_{AB}} = \frac{\left(\left(\frac{3.050}{2}\right) + 650\right) * 1.225}{2.400}$$
$$= 1.110,16 \text{ kg}$$

Masa del 1º Eje:

( $R_1$ )

$$R_{1*} = Q_u - R_2 = 1.225 - 1.110,16 = 114,84 \text{ kg}$$

Reforma de un camión chasis-cabina de eje rígido a camión isoterma para transporte de mercancías perecederas.

$$R_A = R_1 = 114,84 \text{ kg} = 1,13 \text{ kN}$$

$$R_B = R_2 = 1.110,16 \text{ kg} = 10,89 \text{ kN}$$

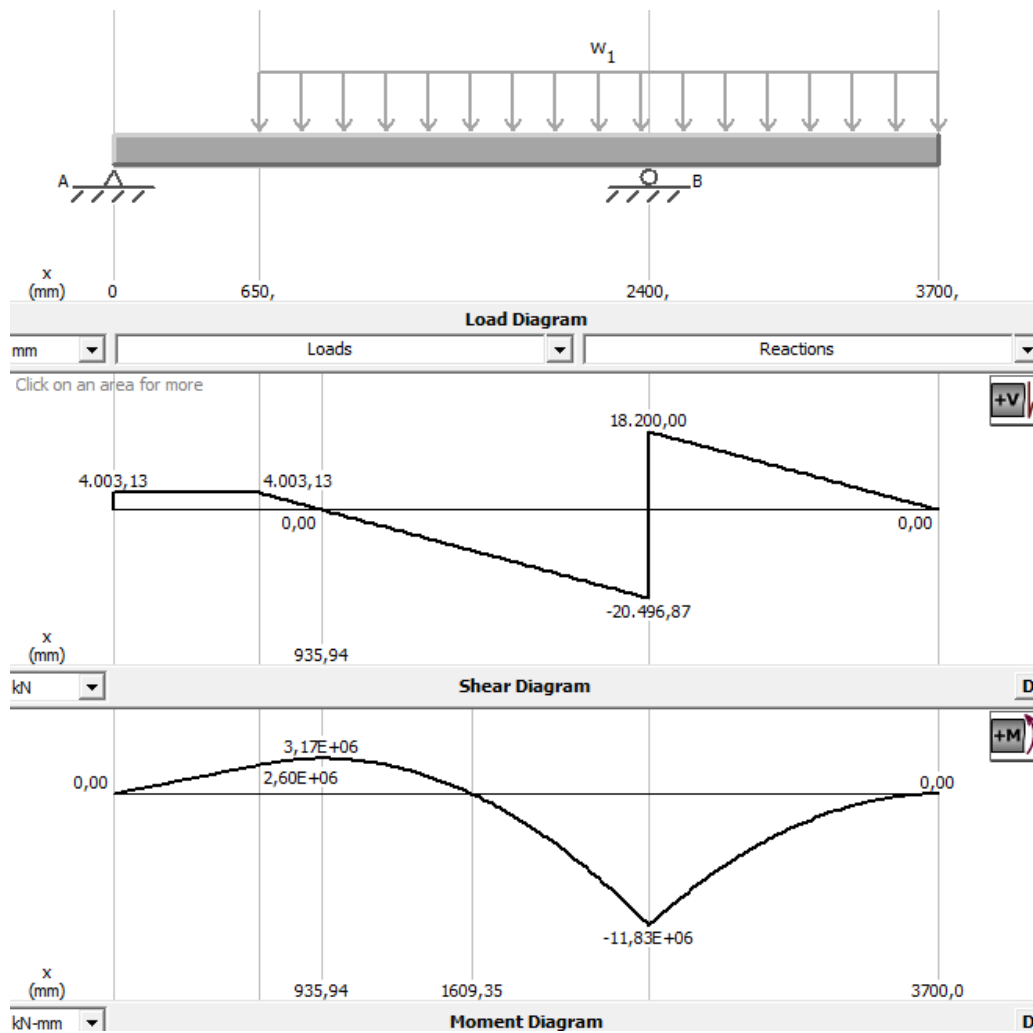


Gráfico 3 Diagrama de carga útil.

### 7.1.3. MASA TOTAL EN CARGA

Se procede a comprobar el peso total del vehículo cargado, asegurando respetar el límite de capacidad de carga en cada eje.

Reforma de un camión chasis-cabina de eje rígido a camión isoterma para transporte de mercancías perecederas.

Masa del 1° Eje:  $RMT_1 = R_1 + R_{1*} = 1.750 + 114,84 = 1.864,84 \text{ kg}$

Masa del 2° Eje:  $RMT_2 = R_2 + R_{2*} = 2.200 + 1.110,16 = 3.310,16 \text{ kg}$

Masa total:  $Q_T = RMT_1 + RMT_2 = 1.864,84 + 3.310,16 = 5.175 \text{ kg}$

## 7.2. REPARTO DE CARGAS EN EL BASTIDOR

En el siguiente apartado se comprueba la veracidad del bastidor sobre la distribución de la carga a lo largo del mismo, esfuerzos y momentos cortantes creados por la carga y la comprobación del coeficiente de seguridad en relación a la tensión.

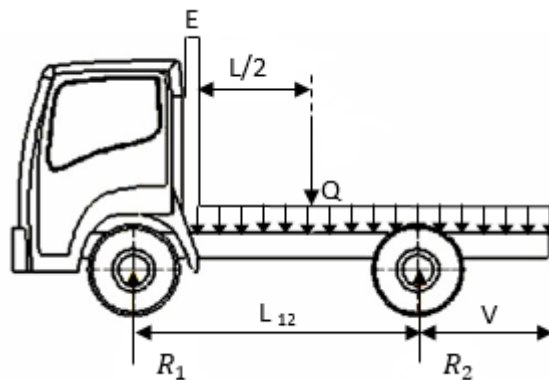


Ilustración 8 Ilustración 7.3. Distribución de los pesos en el bastidor

Peso de la caja ( $Q_u$ ):  $Q_u = M. M. A. - TARA = 3.500 - 2.275 = 1.225 \text{ kg}$

Peso de la carga de la caja ( $Q_g$ ):  $140 \text{ kg}$

Nº de largueros:  $2$

Carga por cada larguero ( $Q$ ):  $Q = \frac{Q_u + Q_g}{2} = \frac{1.690 + 140}{2} = 915 \text{ kg}$



Reforma de un camión chasis-cabina de eje rígido a camión isoterma para transporte de mercancías perecederas.

Equivalencia de la carga  
uniformemente repartida ( $Q^*$ ):

$$Q^* = Q/L = \frac{915}{3,05} = 300 \frac{\text{Kg}}{\text{m}} = 2.94 \text{ N/m}$$

### 7.2.1. COMPROBACIÓN DEL BASTIDOR

Debido a la simetría del bastidor, se trabajará sobre un larguero del mismo. A partir de este, se crean las reacciones generadas por la aplicación de la carga uniformemente repartida.

$$\Sigma F_x = 0 \quad R_A + R_B - Q^* = 0 \rightarrow R_A + R_B = Q^* = 2.94 \text{ N/m}$$

$$\Sigma M_1 = 0 \quad R_B * \text{Posición 2º Eje} - Q^* * (L/2 + E) = 0$$

$$R_B * 2,4 - 2.942 * \left( \frac{3,05}{2} + 0,65 \right) = 0$$

$$R_B = 2,67 \rightarrow 2.67 * 1000 = 2.666,19 \text{ kg}$$

$$R_A = Q^* - R_B = 2.942 - 2.666,19 = 275,18 \text{ kg}$$

Reforma de un camión chasis-cabina de eje rígido a camión isoterma para transporte de mercancías perecederas.

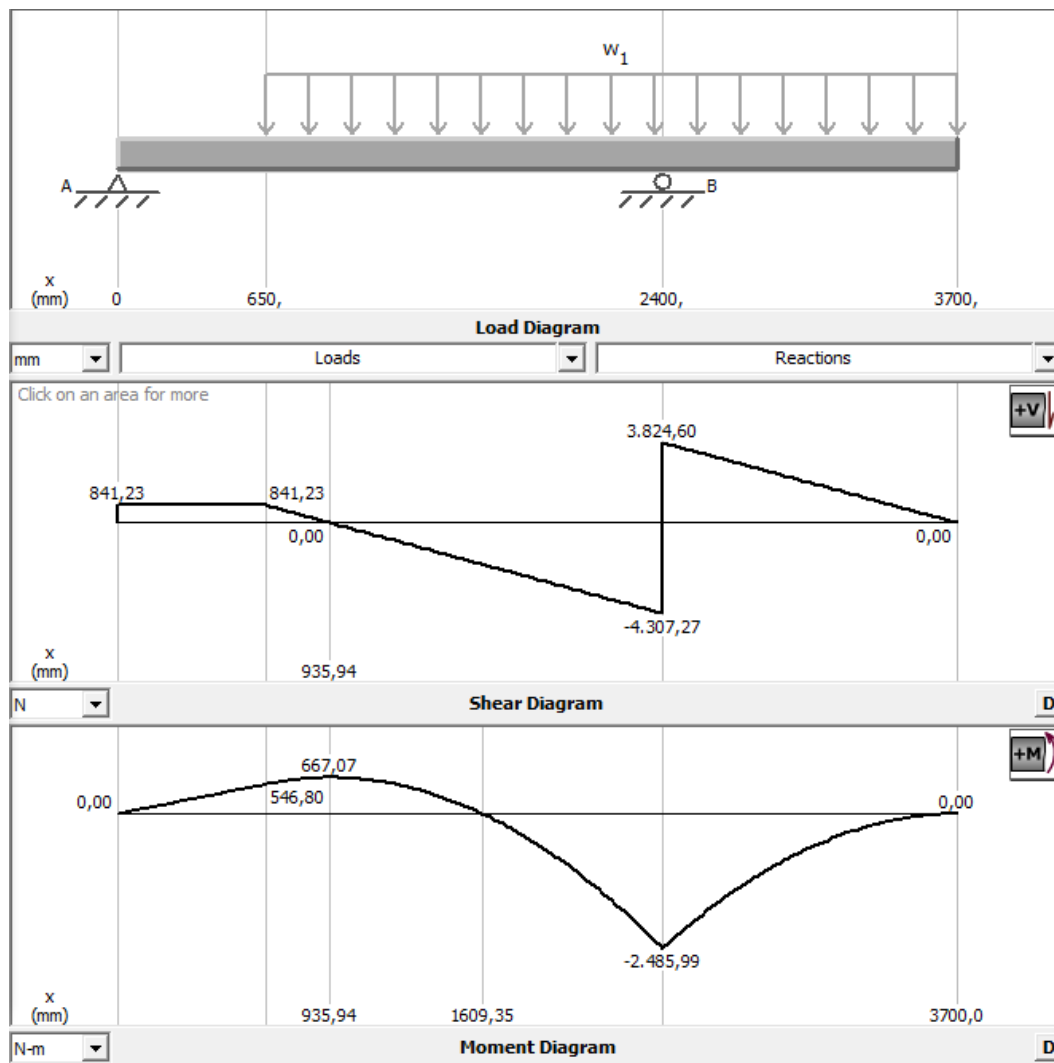


Gráfico 4 Diagrama reparto de cargas en el bastidor.

## 7.2.2. ESFUERZOS CORTANTES Y MOMENTOS FLECTOR MÁXIMO

Se obtienen los esfuerzos cortantes máximos para ver cómo se comporta ante el punto más desfavorable.

A partir de los diagramas obtenidos en *MDSolids* expuestos anteriormente, se observa que el esfuerzo cortante máximo se presenta en la sección 1-B, con valor igual a 2.666,18 Kg. Esta es la sección donde el bastidor sufre mayor flexión y por tanto, la posibilidad de rotura.

Por otro lado, se busca el punto donde el esfuerzo cortante es cero, así se hallará el momento flector máximo. Del diagrama cortante, y estableciendo el primer eje como inicio, se obtiene la distancia igual a 935,94 mm. De forma que el momento flector máximo es igual a 667,07 Nm.

### 7.2.3. MOMENTO RESISTENTE DE LA SECCIÓN BASTIDOR Y REFUERZO

El vehículo debe soportar una carga máxima, siendo la carga que recae sobre el bastidor. Para saber si el bastidor de acero U 264X90X7, 5 soporta todo el peso, recurrimos a extraer el coeficiente de seguridad, debiendo ser éste aproximado a 2.

Para ello, se calcula la tensión que actúa sobre el bastidor:

$$\sigma = \frac{M_{\text{máx}}}{W} = \frac{M_{\text{máx}}}{I_{xx}/z} = \frac{\text{Momento flector máximo}}{\text{Módulo resistente a la flexión de la sección compuesta}}$$

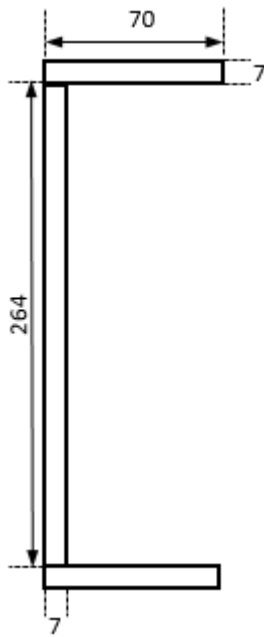
Siendo:

$I_{xx}$  = Momento de inercia de la sección respecto al eje x de flexión

$z$  = Distancia en el eje del centro de gravedad de la sección

Para el cálculo de los momentos de inercia, se realizará el despiece del perfil en sus secciones más simples, de forma que:

Reforma de un camión chasis-cabina de eje rígido a camión isotermo para transporte de mercancías perecederas.



$$A_1 \cdot A_3 = b \cdot h = 7 \cdot 0,7 = 4,9 \text{ cm}^2$$

$$A_2 = b_2 \cdot h_2 = 0,7 \cdot 25 = 17,5 \text{ cm}^2$$

$$\text{Área}_T = 17,5 + (2 \cdot 4,9) = 27,3 \text{ cm}^2$$

$$I_{1x} = 3,5 \text{ cm}$$

$$I_{1y} = 26,05 \text{ cm}$$

$$I_{2x} = 0,35 \text{ cm}$$

$$I_{2y} = 13,2 \text{ cm}$$

$$I_{3x} = 3,5 \text{ cm}$$

$$I_{3y} = 0,35 \text{ cm}$$

◆ Momentos estáticos:

$$M_{1x} = \text{Área} \cdot y = 4,9 \cdot 26,05 = 127,65 \text{ cm}^2$$

$$M_{1y} = \text{Área} \cdot x = 4,9 \cdot 3,5 = 17,15 \text{ cm}^2$$

$$M_{2x} = \text{Área} \cdot y = 17,5 \cdot 13,2 = 231 \text{ cm}^2$$

$$M_{2y} = \text{Área} \cdot x = 17,5 \cdot 0,35 = 6,13 \text{ cm}^2$$

$$M_{3x} = \text{Área} \cdot y = 4,9 \cdot 0,35 = 1,72 \text{ cm}^2$$

$$M_{3y} = \text{Área} \cdot x = 4,9 \cdot 3,5 = 17,15 \text{ cm}^2$$

◆ La posición del centro de gravedad del bastidor es:

$$x = \frac{M_y}{\text{Área}_T} = \frac{17,15 + 6,13 + 17,15}{(2 \cdot 4,9) + 17,15} = 1,5 \text{ cm}$$

$$y = \frac{M_x}{\text{Área}_T} = \frac{127,65 + 231 + 1,72}{(2 \cdot 4,9) + 17,50} = 13,2 \text{ cm}$$

Reforma de un camión chasis-cabina de eje rígido a camión isoterma para transporte de mercancías perecederas.

♦ Momentos de inercia:

$$I_{xx1} = \frac{b * h^3}{12} + \text{Área} * (y - I_{1y})^2 = \frac{7 * 0,7^3}{12} + 4,9 * (13,2 - 26,05)^2 = 809,30 \text{ cm}^4$$

$$I_{xx2} = \frac{b * h^3}{12} + \text{Área} * (y - I_{2y})^2 = \frac{0,7 * 25^3}{12} + 17,5 * (13,2 - 13,2)^2 = 911,46 \text{ cm}^4$$

$$I_{xx3} = \frac{b * h^3}{12} + \text{Área} * (y - I_{3y})^2 = \frac{7 * 0,7^3}{12} + 4,9 * (13,2 - 0,35)^2 = 809,30 \text{ cm}^4$$

Por tanto, el momento de inercia del bastidor es:

$$I_{xxT} = 809,30 + 911,46 + 809,30 = 2.530,06 \text{ cm}^4$$

Una vez obtenido los datos necesarios, se procede al cálculo de la tensión:

$$\sigma = \frac{M_{\text{máx}}}{W} = \frac{M_{\text{máx}}}{I_{xx}/z} = \frac{66.707 \text{ N} * \text{m}}{191,67 \text{ cm}^3} = 3.480,3 \text{ kg/cm}^2$$

$$M_{\text{máx}} = 667,07 \text{ N} * \text{m}$$

$$I_{xx} = 2.530,03 \text{ cm}^4$$

$$z = \frac{27,3 * \frac{27,4}{2}}{27,3} = 13,2 \text{ cm}$$

El límite elástico del material usado para los perfiles, es de un valor de  $3600 \text{ kg/cm}^3$ .

$$\beta = \frac{\sigma_e}{\sigma} = \frac{3600 \text{ kg/cm}^2}{3480,3 \text{ kg/cm}^2} = 1,03$$

Se obtiene un valor por debajo del coeficiente de seguridad establecido. Para conseguir subsanarlo, consiguiendo su aumento, se recurre al ensamblaje del bastidor con un refuerzo auxiliar. El perfil a usar como refuerzo será un UPN 120.

Teniendo en cuenta además su área total, se extrae de la tabla de perfiles UPN normalizados, que para un UPN 120:

Reforma de un camión chasis-cabina de eje rígido a camión isoterma para transporte de mercancías perecederas.

$$I_{xx} = 364 \text{ cm}^4$$

$$\text{Área} = 17 \text{ cm}^2$$

Se procede a reestablecer los cálculos teniendo en cuenta la acción del refuerzo.

- ♦ Situación en el eje y centro de gravedad de bastidor y refuerzo:

$$z = \frac{27,3 * \frac{26,4}{2} + 17 * \left(26,4 + \frac{12}{2}\right)}{17 + 27,3} = 20,57 \text{ cm}$$

Designación	Medidas mm						A cm <sup>2</sup>	M Kg/m	Momento de Inercia cm <sup>4</sup>		Módulo resistente cm <sup>3</sup>		Radio de giro cm	
	h	b	s=r	t	r <sub>1</sub>	h <sub>1</sub>			I <sub>x</sub>	I <sub>y</sub>	W <sub>x</sub>	W <sub>y</sub>	i <sub>x</sub>	i <sub>y</sub>
UPN 80	80	45	6,0	8,0	4,0	46	11,0	8,65	106	19,4	26,5	6,36	3,10	1,33
UPN 100	100	50	6,0	8,5	4,5	64	13,5	10,6	206	29,3	41,2	8,49	3,91	1,47
<b>UPN 120</b>	120	55	7,0	9,0	4,5	82	<b>17,0</b>	13,4	<b>364</b>	43,2	60,7	11,1	4,62	1,59
UPN 140	140	60	7,0	10,0	5,0	98	20,4	16,0	605	62,7	86,4	14,8	5,45	1,75
UPN 160	160	65	7,5	10,5	5,5	115	24,0	18,8	925	85,3	116	18,3	6,21	1,89
UPN 180	180	70	8,0	11,0	5,5	133	28,0	22,0	1350	114,0	150	22,4	6,95	2,02
UPN 200	200	75	8,5	11,5	6,0	151	32,2	25,3	1910	148,0	191	27,0	7,70	2,14
UPN 220	220	80	9,0	12,5	6,5	167	37,4	29,4	2690	197,0	245	33,6	8,48	2,30
UPN 240	240	85	9,5	13,0	6,5	184	42,3	33,2	3600	248,0	300	39,6	9,22	2,42
UPN 260	260	90	10,0	14,0	7,0	200	48,3	37,9	4820	317,0	371	47,7	9,99	2,56
UPN 280	280	95	10,0	15,0	7,5	216	53,3	41,8	6280	399,0	448	57,2	10,90	2,74
UPN 300	300	100	10,0	16,0	8,0	232	58,8	46,2	8030	495,0	535	67,8	11,70	2,90
UPN 320	320	100	14,0	17,5	8,75		75,8	59,5	10870	597,0	679	80,6	12,1	2,81
UPN 350	350	100	14,0	16,0	8,0		77,3	60,6	12840	570,0	734	75,0	12,9	2,72
UPN 380	380	102	13,5	16,0	8,0		80,4	63,1	15760	615,0	829	78,7	14,0	2,77
UPN 400	400	110	14,0	18,0	9,0		91,5	71,8	20350	846,0	1020	102,0	14,9	3,04

Calidad: S275 JR

Tabla 6 Prontuario. Ensidesa

Mediante el Teorema de Steiner para secciones conjuntas, se obtiene:

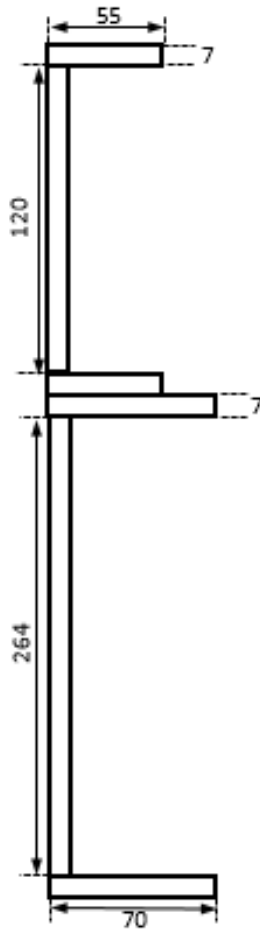
$$I_{xx} + \Sigma I_{xx} + \Sigma(z - h)^2$$

$$I_{xx} = 2.530 + 364 + 27,3 * \left(20,57 - \frac{26,4}{2}\right)^2 + 17 * (20,57 - (26,4 - 6))^2$$

$$= 6.755,98 \text{ cm}^4$$

Ahora ya, se calcula la tensión de trabajo a flexión como consecuencia del momento flector máximo del bastidor y refuerzo:

Reforma de un camión chasis-cabina de eje rígido a camión isoterma para transporte de mercancías perecederas.



$$\sigma = \frac{M_{\text{máx}}}{W} = \frac{M_{\text{máx}}}{I_{XX}/z} = \frac{382.059}{\frac{14.300,86}{19,225}} = 516,61 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2}$$

Para que cierta sección resista el esfuerzo máximo, se tiene que cumplir que  $\sigma_v < \sigma_e$ . Para ello, se realiza el cálculo de la tensión de comparación de Von Mises en la sección de nuestro bastidor más desfavorable (sección B-2).

$$\sigma_v = \sqrt{\sigma^2 + 3 * \tau^2}$$

El esfuerzo cortante genera en la sección del perfil una tensión de cortadura nula en los extremos o alas y máximas en el eje “x” de la sección. Debido a esto, la mayor parte del esfuerzo es soportado por el perfil vertical.

Por tanto, la tensión de cortadura máxima que se genera en los largueros se calcula de forma:

$$\tau = \frac{C_{\text{max}}}{S} = \frac{2.666,18 \text{ Kg}}{26,88 \text{ cm}^2} = -169,41 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

Reforma de un camión chasis-cabina de eje rígido a camión isoterma para transporte de mercancías perecederas.

Siendo

$C_{\max}$  el esfuerzo cortante máximo.

S la sección del alma desde el extremo superior hasta el inferior.

$$\sigma_v = \sqrt{\sigma^2 + 3 * \tau^2} = \sqrt{515,06^2 + 3 * (-169,41)^2} = 592,78 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

Se asegura que el coeficiente de seguridad supera el valor máximo establecido:

siendo

$\sigma_e$  el límite elástico del acero.

$\sigma$  el esfuerzo máximo.

$$\beta = \beta = \frac{\sigma_e}{\sigma} = \frac{3.600 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}}{592,78 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}} = 6,07$$

Se comprueba que el ensamblaje del chasis con el refuerzo, consigue aumentar el coeficiente de seguridad por encima de lo establecido.

$$6,07 > 2$$



## **8. ESTABILIDAD TRANSVERSAL EN CURVA**

La distribución de fuerzas que actúan sobre un vehículo cuando efectúa una curva, provoca inestabilidad del mismo. La principal influencia es la fuerza centrífuga, ya que la misma varía en proporción al movimiento del vehículo. Para buscar el equilibrio, surge la inclinación transversal. A continuación, se detallan las fuerzas que interactúan en el proceso:

- ◆ Fuerza centrífuga ( $F_c$ ): se trata de una fuerza ficticia y proporcional a la aceleración normal y dependiente de la velocidad del vehículo y del radio de curvatura. Es provocada por la variación en la dirección del vehículo dentro de la curva circular.

$$F_c = m * a_n = m * \frac{v^2}{r}$$

- ◆ Peso del vehículo (P): se define como la fuerza con que la tierra atrae a los cuerpos cercanos a su superficie mediante la acción del campo gravitatorio terrestre. Esta fuerza es vertical, y relacionada con la aceleración de la gravedad.

$$P = m * g$$

- ◆ Fuerza de rozamiento (R): se trata de una fuerza opuesta al sentido del movimiento, apareciendo siempre que a partir de dos cuerpos en contacto, uno de ellos se mueva o tienda a moverse sobre el otro. Presenta un coeficiente de rozamiento el cual relaciona la fuerza de rozamiento con la que actúa sobre el objeto perpendicularmente a su plano de deslizamiento.

$$R = f_t * N$$

### 8.1. CÁLCULO DEL CENTRO DE GRAVEDAD:

Eje x:

$$X_{cg} = \frac{\text{ancho de la vía}}{2} = \frac{3000}{2} = 1.500 \text{ mm} = 1,5 \text{ m}$$

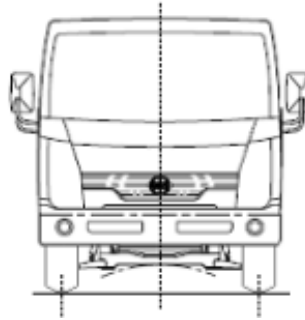


Ilustración 9 Frontal del vehículo

Eje y:

$$Y_{cg \text{ caja}} = \frac{\text{altura de la caja}}{2} = \frac{2000}{2} = 1.000 \text{ mm}$$

$$Y_{cg \text{ total caja}} = Y_{cg \text{ caja}} + \text{altura del bastidor} = 1000 + 384 = 1.384 \text{ mm}$$

$$Y_{cg} = \frac{(\text{TARA} * \text{Altura cdgv}) + (\text{Masa de la caja} * \text{cdg caja})}{\text{TARA} + \text{Masa de la caja}}$$

$$= \frac{(2.275 * 1,04) + (1.225 * 1.000)}{2.275 + 1.225} = 3,52 \text{ m}$$

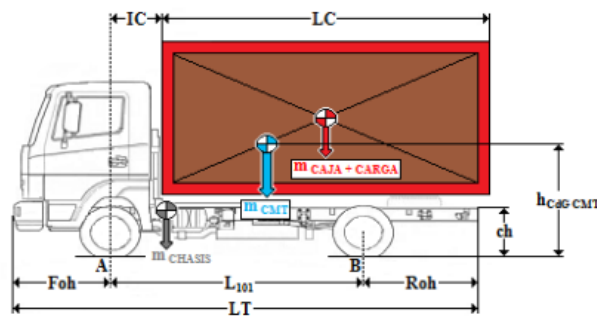


Ilustración 10 Centro de gravedad

Reforma de un camión chasis-cabina de eje rígido a camión isoterma para transporte de mercancías perecederas.

Una vez obtenido el centro de gravedad, se escoge el coeficiente de rozamientos de las ruedas con el suelo, a partir de la tabla siguiente:

POSIBLES VALORES DE LOS FACTORES DE ROZAMIENTO DEL PAVIMENTO PARA NEUMÁTICOS DE GOMA								
Descripción de la superficie	SECA				HÚMEDA			
	Menos de 50 km/h.		Más de 50 km/h.		Menos de 50 km/h.		Más de 50 km/h.	
Velocidad:	De	a	De	a	De	a	De	a
<b>Cemento</b>								
Nuevo, liso	0.80	1.20	0.70	1.00	0.50	0.80	0.40	0.75
Usado	0.60	0.80	0.60	0.75	0.45	0.70	0.45	0.65
Pulimentado por el tráfico	0.55	0.75	0.50	0.65	0.45	0.65	0.45	0.60
<b>Asfalto o alquitrán</b>								
Nuevo, liso	0.80	1.20	0.65	1.00	0.50	0.80	0.45	0.75
Usado	0.60	0.80	0.55	0.70	0.45	0.70	0.40	0.65
Pulimentado por el tráfico	0.55	0.75	0.45	0.65	0.45	0.65	0.40	0.60
Con exceso de alquitrán	0.50	0.60	0.35	0.60	0.30	0.60	0.25	0.55

Tabla 7 Coeficientes de rozamiento. Google

Nuestro vehículo circula por superficie seca a menos de 50 km/h en curva, por lo que encontramos un rango de valores de 0,80 a 1,20. Para los cálculos, se hará uso del límite inferior del intervalo (0,80).

$$\mu = 0,80$$

$$\frac{X_{cg}}{Y_{cg}} = \frac{1,5}{3,52} = 0,43$$

$$\mu > \frac{X_{cg}}{Y_{cg}}$$

## 8.2. ESTABILIDAD SEGÚN EL RADIO

En la tabla siguiente, encontramos unos radios de curvatura escogidos al azar, los cuales usaremos para obtener distintas velocidades a las que debería circular cualquier vehículo, de forma general. Para ello, usamos:

$$v = \sqrt{\frac{g * R * \text{Ancho via}}{2 * Y_{cg}}}$$

Reforma de un camión chasis-cabina de eje rígido a camión isoterma para transporte de mercancías perecederas.

Radio (m)	Velocidad (m/s)
1	0,20
5	0,46
10	0,65
15	0,79
20	0,91
25	1,02
30	1,12

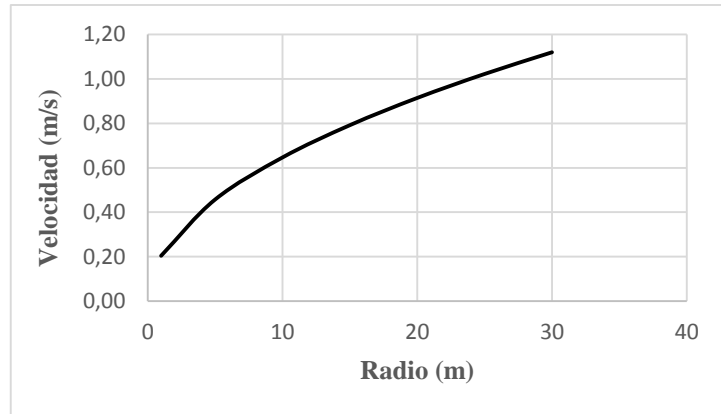


Gráfico 5 Estabilidad según el radio de curvatura

A partir de un radio escogido al azar se ha procedido al cálculo de la velocidad a la que debería circular el camión. Realmente es la velocidad máxima, la cual es coincidente con el inicio del vuelco, pudiendo controlar la estabilidad del vehículo. Se debe tener en consideración que la velocidad va en función del radio, por lo que el radio dado es el mínimo para que no suceda nada en el vehículo.

Debido a que se cumple la propiedad de que,

$$\mu > \frac{X_{cg}}{Y_{cg}},$$

se debe cumplir que  $\frac{v^2}{R} = \frac{g \cdot X_{cg}}{Y_{cg}}$ ,

Para comprobar que el camión derrapa o vuelca, usamos el producto de la masa total con la velocidad al cuadrado con respecto al radio:

$$F_r = \frac{m_{total} \cdot v^2}{R}$$

El camión volcaría si:

$m_{total} \cdot g \cdot X_{cg} > F_c \cdot Y_{cg}$ ; o bien, a partir de obtener  $N_1$  con valor nulo.

$$N_1 = \frac{\left(m \cdot g \cdot \frac{via}{2}\right) - (F_c \cdot h_{cdg})}{via}$$

Reforma de un camión chasis-cabina de eje rígido a camión isoterma para transporte de mercancías perecederas.

Radio (m)	Velocidad (m/s)	$F_c = m * \frac{v^2}{R}$ (N)	$m * g * x$	$F_c * y$ (N)	N1*	N1
10	0,65	146,16	51450	51450	-2,4253E-12	0
20	0,91	146,16	51450	51450	-2,4253E-12	0
30	1,12	146,16	51450	51450	-2,4253E-12	0
40	1,29	146,16	51450	51450	-2,4253E-12	0
50	1,44	146,16	51450	51450	-2,4253E-12	0
60	1,58	146,16	51450	51450	0	0
70	1,71	146,16	51450	51450	0	0
80	1,83	146,16	51450	51450	-2,4253E-12	0
90	1,94	146,16	51450	51450	-2,4253E-12	0
100	2,04	146,16	51450	51450	-2,4253E-12	0

A continuación, se detalla de forma gráfica los resultados de la tabla anterior.

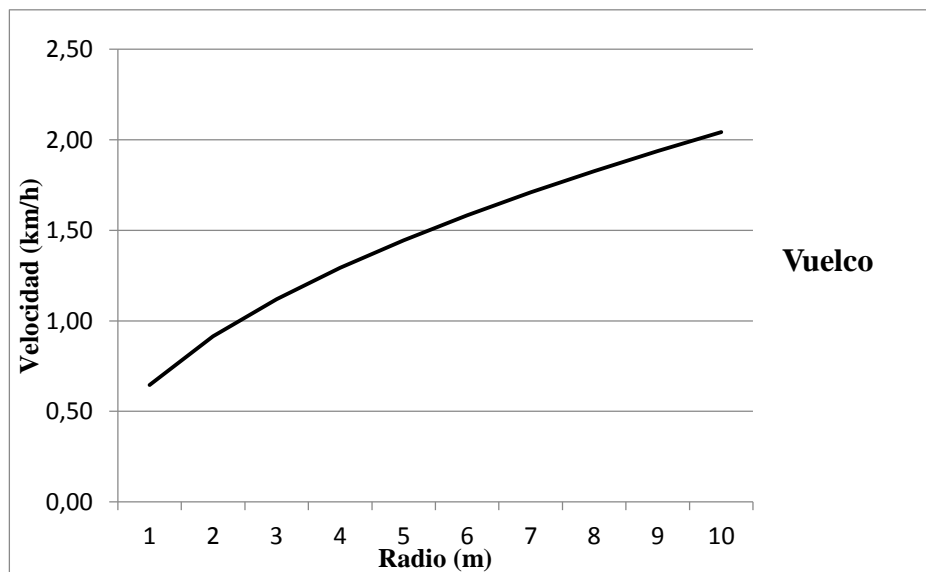


Gráfico 6 Vuelco del vehículo

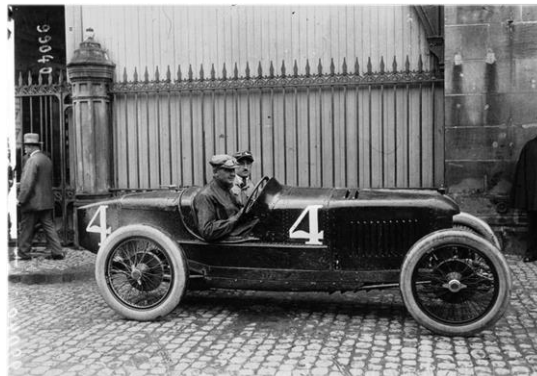
## **9. FUNDAMENTOS DE LA AERODINÁMICA**

Mucho antes de la aparición del primer coche, el estudio de los pájaros y los peces ya había revelado la forma idónea para desplazarse por los fluidos, aunque no fue hasta

Reforma de un camión chasis-cabina de eje rígido a camión isoterma para transporte de mercancías perecederas.

pasada unas décadas cuando se pusieron en práctica estos conocimientos. En las experiencias aerodinámicas de principios del siglo XX toda la forma del coche debía estar enfocada a conseguir la mejor penetración en el aire en pos de una mayor velocidad.

En 1908 apareció el Ford T, con más parecido a un coche de caballos que a un modelo motorizado. Se caracterizaba por un diseño rectangular, muy alto y con una capota de lona que hacía “efecto bolsa” en la resistencia del aire. Muchos de los primeros coches eran demasiado lentos como para pensar en aerodinámica. Sin embargo, algunos de los coches de competición de la década de 1900 ya incorporaban sus pequeños guiños a la aerodinámica.



*Ilustración 11 Vehículo de competición. Año 1900.*

En 1921, el inventor alemán Edmund Rumpler diseñó el Rumpler-Tropfenauto, construido a imagen y semejanza de un elemento tan natural como una gota de agua.

Al otro lado del océano, los norteamericanos sacaron el modelo Chrysler Airflow, inspirado en la estética de las aves. Su peso tenía una relación de equilibrio, gestionando el mismo peso en los dos ejes.

A partir de los años 50 y 60, los avances más importantes surgieron a partir de los coches de competición, ya que los ingenieros experimentaban con diferentes diseños aerodinámicos consiguiendo aumentar la velocidad de los automóviles. En el ámbito de los consumidores, empresas como Lotus, Citroën o Porsche ya contaban con diseños muy ágiles, aunque estos se destinaban en su mayoría a coches de alta gama. Esa idea comenzó a cambiar en la década de 1980 con el Audi 100, un sedán con Cx de 0,30. Toda esta evolución de los coches de calle, fue debida a los túneles de viento. Realmente, estos conductos dedicados al estudio de la resistencia al aire han estado con nosotros desde finales del año 1800, aunque por aquel entonces estaban destinados a medir el flujo de aire sobre los primeros aviones. Después de la Segunda Guerra Mundial, la ingeniería automotriz comenzó a emplear esta tecnología para evaluar la efectividad de sus diseños.

Desde los años 90 hasta nuestros días, el concepto de aerodinámica ha ido cambiando en nuestro lenguaje y en el de los diseñadores de coches. Las líneas exteriores de los coches se han vuelto muy variadas, las formas de gota han quedado restringidas al segmento de los coches ultra eficientes (Toyota Prius, Honda Insight...), y el auge de los SUV parece haber hecho olvidar los morros afilados de dos décadas atrás. Pero esto no le

Reforma de un camión chasis-cabina de eje rígido a camión isoterma para transporte de mercancías perecederas.

quita importancia a la aerodinámica, sino que los fabricantes y los diseñadores la han hecho invisible. Ya no depende de formas fluidas o afiladas, sino de la canalización de los flujos de aire, algo que requiere mucho más trabajo de desarrollo pero que el ojo apenas puede encontrar.



Ilustración 12 Vehículo aerodinámico

La aerodinámica es una parte de la mecánica y de la dinámica, ambas ciencias que estudian diferentes fenómenos físicos relacionados principalmente con el movimiento de diversos objetos. La aerodinámica implica contar con conocimientos físicos así como también matemáticos.

Tiene como principal objetivo el análisis o estudio del comportamiento del aire o de diferentes masas de gases en torno a elementos u objetos que entran en movimiento.

## 9.1. TIPOS DE FLUJOS

Este movimiento, se ve clasificado por dos tipos de flujos.

- ◆ Laminar:

El movimiento del fluido es perfectamente ordenado, estratificado, suave, de manera que el fluido se mueve en láminas paralelas sin entremezclarse. Las capas adyacentes del fluido se deslizan suavemente entre sí. Se dice que este flujo es aerodinámico.

- ◆ Turbulento:

El movimiento del fluido se hace más irregular, caótico e impredecible, donde las partículas se mueven desordenadamente y sus trayectorias se encuentran formando pequeños remolinos aperiódicos. Aparece a velocidades altas o cuando aparecen obstáculos abruptos en el movimiento del fluido.

Reforma de un camión chasis-cabina de eje rígido a camión isoterma para transporte de mercancías perecederas.

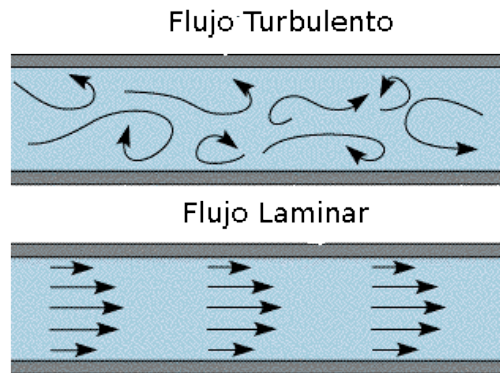


Ilustración 13 Tipos de flujo.

## 9.2. RESISTENCIA AERODINÁMICA

Esta se define como la fuerza opuesta al movimiento que sufre un objeto sólido (en nuestro caso un vehículo), cuando se desplaza a través del aire.

Los coches tienen que apartar una cantidad importante de aire para poder avanzar y también facilitar que se rellene el vacío que generan tras de sí. La presión del aire contra el frontal y el vacío (succión) generado en la parte trasera se combina para generar una fuerza opuesta al movimiento.

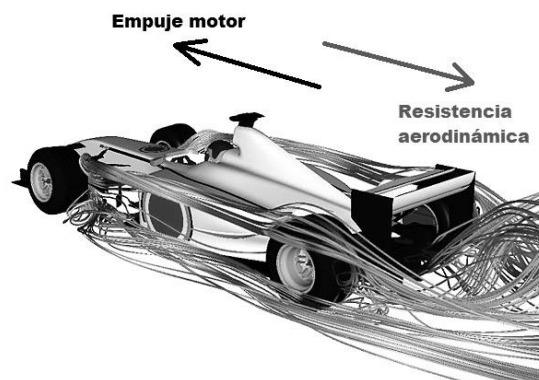


Ilustración 14 Resistencia aerodinámica.

A velocidades bajas, esta fuerza es relativamente pequeña, aunque a velocidades mayores, se complica.

Existe también una fuerza ascendente, provocada por el aire que circula a presión por debajo del coche y por el vacío que se genera en la parte trasera superior, pero esa fuerza vertical no es un enemigo tan directo de la eficiencia.

El coeficiente de resistencia aerodinámica ( $C_x$ ) es un número adimensional que viene determinado casi totalmente por la forma del coche. Lo más importante, es la parte



trasera y la forma en que el aire rellena el vacío que el coche deja tras de sí. Cuanto más suaves sean las curvas que tenga que trazar el flujo de aire para rodear el coche, mejor.

Analizando los resultados que se obtienen del coeficiente nos llega a predecir que la forma del coche define la trayectoria que habrá de seguir el aire para rodearlo, es decir, la velocidad y ordenación del aire en sus diferentes trayectorias.

Las esquinas angulosas, las traseras truncadas y en general cualquier perfil no suave que tenga que recorrer el aire nos penalizan en este aspecto.

### **9.3. FUERZAS AERODINÁMICAS**

Todo elemento sumergido en el aire, sufre una fuerza aerodinámica, actuando fuerzas favorables y desfavorables. De todas estas, las principales que actúan en cualquier elemento sumergido en un fluido son: el peso y el empuje, ambas actuando de forma opuesta.

Un vehículo, como cualquier otro objeto, se mantiene estático en el suelo debido a la acción de dos fuerzas: su peso, debido a la gravedad, que lo mantiene en el suelo, y la inercia o resistencia al avance que lo mantiene parado. Para que el vehículo avance, será necesario contrarrestar el efecto de la fuerza negativa (el peso), mediante otra fuerza positiva de sentido contrario (el empuje). Para entender cómo y porqué se llega a crear esta fuerza, se explican aquellos conceptos físicos que la engloban:

#### ◆ Teorema de Bernoulli:

El principio de Bernoulli dice que la suma de energías potencial y cinética, en varios puntos de un sistema, será constante, si el flujo también lo es. Cuando el diámetro de un tubo se modifica, la velocidad también sufre el cambio.

La energía cinética aumenta o disminuye. En tanto, la energía no puede ser creada ni tampoco destruida, por lo que el cambio en la energía cinética necesita ser compensado por la reducción o aumento de presión.

El uso de un Venturi en el carburador de un automóvil es un ejemplo del principio de Bernoulli. En el pasaje de aire a través de la restricción la presión se disminuye. Esa reducción de presión permite que la gasolina fluya, se vaporice y se mezcle con el aire.

El teorema se aplica al flujo sobre superficies, como las alas de un avión o las hélices de un barco.

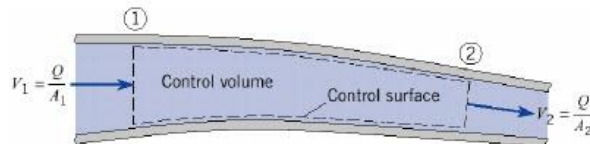
El principio fundamental de la hidrostática traduce el comportamiento de fluidos en reposo cuando son sujetos a la acción del campo de gravedad terrestre.

Reforma de un camión chasis-cabina de eje rígido a camión isoterma para transporte de mercancías perecederas.

$$P_1 + \frac{1}{2} \rho v_1^2 + \rho g h_1 = P_2 + \frac{1}{2} \rho v_2^2 + \rho g h_2$$

♦ Ecuación de continuidad

La ecuación de continuidad traduce, en flujo de fluido incompresible, el principio de conservación de la masa.



$$Q = v A_1 = v A_2$$

Ilustración 15 Ecuación de continuidad.

♦ Efecto Venturi

Nace a partir de la unión de los dos principios anteriores, afirmando que un fluido en movimiento dentro de un conducto cerrado disminuye su presión cuando aumenta la velocidad al pasar por una zona de sección menor. En ciertas condiciones, cuando el aumento de velocidad es muy grande, se llegan a producir presiones negativas y entonces, si en este punto del conducto se introduce el extremo de otro conducto, se produce una aspiración del fluido de éste, que se mezclará con el que circula por el primero. Este efecto, demostrado en 1797, recibe su nombre del físico italiano Giovanni Battista Venturi.

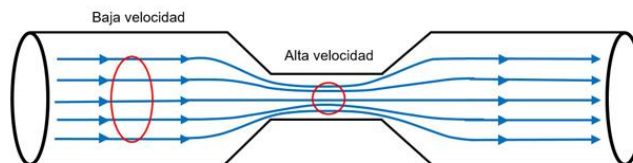


Ilustración 16 Efecto Venturi.

La aplicación clásica de medida de velocidad de un fluido consiste en un tubo formado por dos secciones cónicas unidas por un tubo estrecho en el que el fluido se desplaza consecuentemente a mayor velocidad. La presión en el tubo Venturi puede medirse por un tubo vertical en forma de U conectando la región ancha y la canalización estrecha. La diferencia de alturas del líquido en el tubo en U permite medir la presión en ambos puntos y consecuentemente la velocidad.

Reforma de un camión chasis-cabina de eje rígido a camión isoterma para transporte de mercancías perecederas.

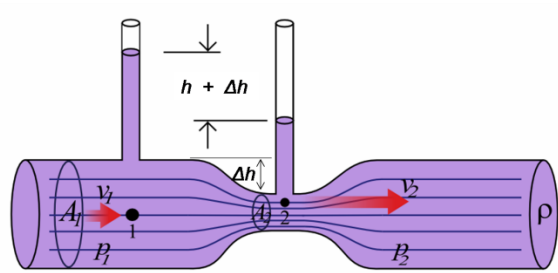


Ilustración 17 Tubo de Venturi.

En otros casos utiliza este efecto para acelerar la velocidad de un fluido obligándole a atravesar un tubo estrecho con el extremo en forma de cono. Estos modelos se utilizan en numerosos dispositivos en los que la velocidad de un fluido es importante y constituyen la base de aparatos como el carburador.

♦ 3ª Ley de Newton

Siempre que un objeto ejerce una fuerza sobre un segundo objeto, el segundo ejerce una fuerza de igual magnitud y dirección opuesta sobre el primero. Con frecuencia se enuncia como "A cada acción siempre se opone una reacción igual". En cualquier interacción hay un par de fuerzas de acción y reacción, cuya magnitud es igual y sus direcciones son opuestas. Las fuerzas se dan en pares, lo que significa que el par de fuerzas de acción y reacción forman una interacción entre dos objetos.

$$F_{12} = -F_{21}$$

Esta ley representa una cierta simetría en la naturaleza: las fuerzas siempre ocurren en pares, y un cuerpo no puede ejercer fuerza sobre otro sin experimentar él mismo una fuerza. A veces, coloquialmente nos referimos a esta ley como una de acción-reacción, donde la fuerza ejercida es la acción y la fuerza experimentada como consecuencia es la reacción.

$$F = -F_R$$

♦ Perfil alar

En aviación se denomina perfil alar, a la forma plana que al desplazarse a través del aire es capaz de crear a su alrededor una distribución de presiones que genere sustentación.

Reforma de un camión chasis-cabina de eje rígido a camión isoterma para transporte de mercancías perecederas.

En 1866, Francis Herbert Wenham patentó el diseño realizando numerosas investigaciones respecto a los parámetros geométricos del ala (espesor, longitud, alargamiento, etc.) e incluso es considerado, junto con John Browning, como los primeros en diseñar y construir un túnel de viento.

Más adelante, en 1884 H.F. Phillips, patenta una serie de perfiles (a los que llamó “sustentadores”) que previamente analizó en su túnel de viento. Como resultado de su experimentación, Phillips fue capaz de probar su hipótesis que decía que en un ala curvada donde la curvatura es mayor en la superficie superior, el levantamiento es generado principalmente por la superficie superior. Antes de la Primera Guerra Mundial, no se habían realizado investigaciones eficaces para desarrollar un perfil de ala estándar apropiado para su uso en distintas aeronaves.

Durante esos años, los diseñadores aeronáuticos no tenían ningún tipo de herramienta para seleccionar un perfil alar, por tal motivo, su diseño era personalizado y no obedecía a un análisis dimensionado o consistente en el campo analítico.

Esta situación cambió de manera radical cuando la NACA decidió adoptar un estudio racional y sistemático para el diseño de los perfiles alares aeronáuticos. Este estudio se basó en pruebas exhaustivas en túneles de viento para el análisis de las características y propiedades inherentes de cada perfil alar. El estudio requería de una nomenclatura efectiva para lograr su clasificación de manera ordenada y detallada con el fin de suministrarle al usuario final una validación completa del perfil alar acorde a su misión.

Su característica más importante es la línea de camber conocida como "Mean Camber Line" o línea de curvatura media. Esta línea de curvatura media es la característica de diseño más importante del perfil alar. Se define por un grupo de puntos posicionados de manera equidistante entre el extradós y el intradós con cambio en la longitud de cuerda, medidos perpendicularmente desde la cuerda.

El punto de inicio y el punto de finalización de la línea de curvatura media están definidos como el borde de ataque y el borde de salida. La línea recta que conecta el borde de ataque y el borde de salida es la línea de cuerda del perfil alar y la distancia precisa medida en esta línea se conoce como la cuerda.

El camber de un perfil alar es la distancia máxima que existe entre la línea de cuerda y la línea de curvatura media o "mean camber line" medida perpendicularmente desde la cuerda. El camber, la forma de la línea de curvatura media y la distribución de espesor del perfil alar en esencia representan las variables de diseño más importantes porque controlan las características de sustentación y los momentos del perfil alar.

Reforma de un camión chasis-cabina de eje rígido a camión isoterma para transporte de mercancías perecederas.

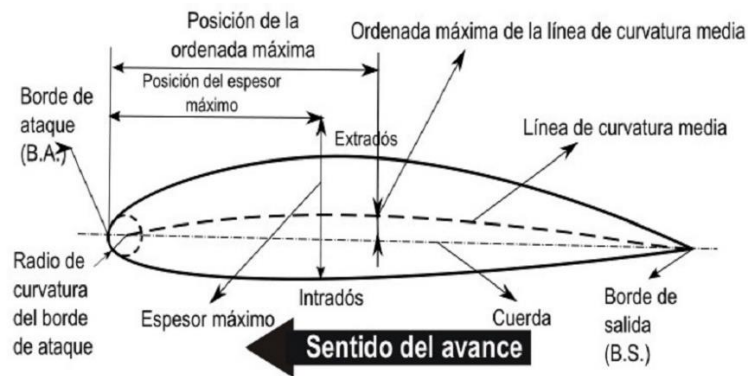


Ilustración 18 Perfil alar. Google

Por último, la distribución del espesor del perfil alar tiene efectos aerodinámicos importantes relacionado con el coeficiente máximo de sustentación y la capa límite laminar. Con incremento en espesor, el coeficiente máximo de sustentación aumenta y si el espesor disminuye el coeficiente máximo de sustentación disminuye.

De igual manera, hay un fenómeno de separación asociado con el incremento en espesor que incrementa el gradiente de presión adversa en el perfil alar. Por este motivo, es necesario tener en cuenta hasta qué punto es bueno incrementar el espesor del perfil con el objetivo de incrementar el coeficiente de sustentación máximo y de igual forma minimizar la separación de la capa límite.

◆ Capa límite

La capa límite o capa fronteriza de un fluido es la zona donde el movimiento de éste es perturbado por la presencia de un sólido con el que está en contacto. La capa límite se entiende como aquella en la que la velocidad del fluido respecto al sólido en movimiento varía desde cero hasta el 99% de la velocidad de la corriente no perturbada.

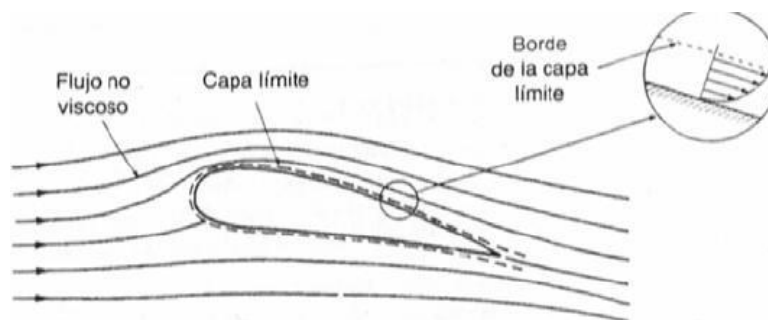


Ilustración 19 Capa límite.

Reforma de un camión chasis-cabina de eje rígido a camión isoterma para transporte de mercancías perecederas.

El desprendimiento de la capa límite, se produce en el momento en el que disminuye en exceso el gradiente de velocidades del flujo sometido a interacción, y con él, el valor de los esfuerzos cortantes. Ocurrido esto ya no se sostiene el flujo laminar que atraviesa el perfil, tornándose turbulento e interfiriendo en todo el flujo contiguo a esta zona.

La aparición de un desprendimiento de la capa límite ocasiona efectos indeseables, de entre los que se podrían dar como ejemplos fácilmente plausibles. En automoción, la aparición de dicho desprendimiento, podría ocasionar la aparición de vórtices y zonas de presiones negativas en la parte trasera de un vehículo.

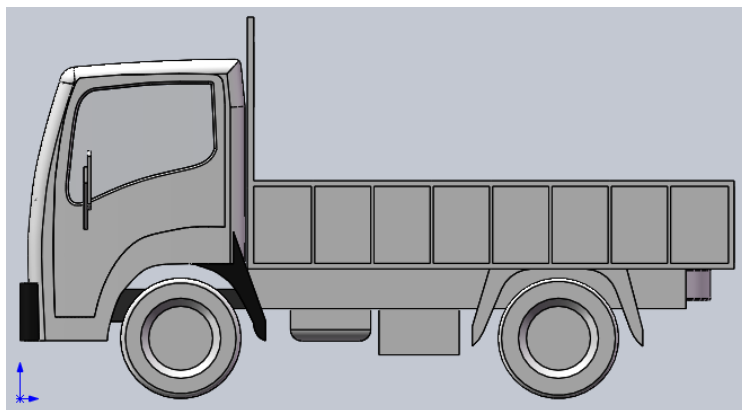
## **10. MODELADO EN SOFTWARE**

Obtenidos anteriormente los cálculos matemáticos, se procede a representar en software *SolidWorks 2015* tanto el vehículo de partida, como la reforma aplicada en el mismo. Posteriormente se realiza el análisis aerodinámico del modelo reformado para el estudio de los parámetros más relevantes en la reforma.

Una vez interpretado el resultado, se insertan deflectores tanto en la parte superior de la cabina, favoreciendo el recorrido de paso del fluido desde el frontal hasta la terminación del mismo, como en la parte trasera, favoreciendo la salida del flujo con un régimen más laminar que el de partida.

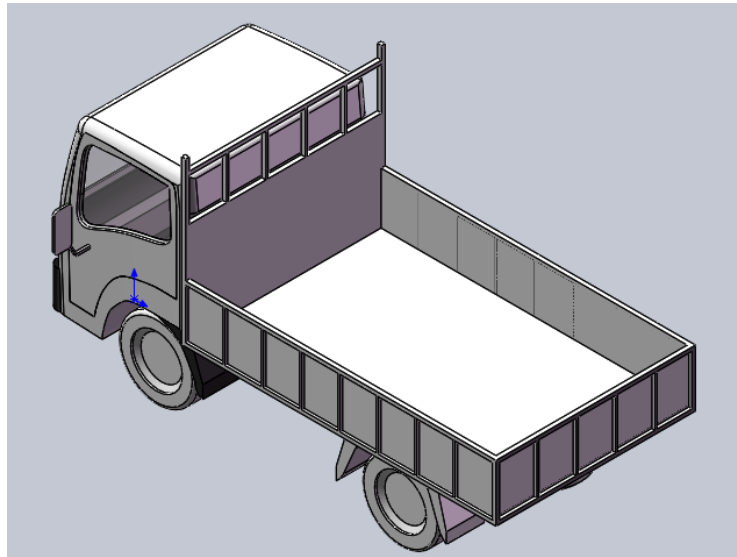
### **10.1. MODELO BASE**

Para la reforma del vehículo, se parte de un modelo Nissan TL100.35 de transporte de carga, el cual sufrirá el despiece de la parte posterior para insertar la caja isoterma.



*Ilustración 20 Modelo de partida. Vista lateral.*

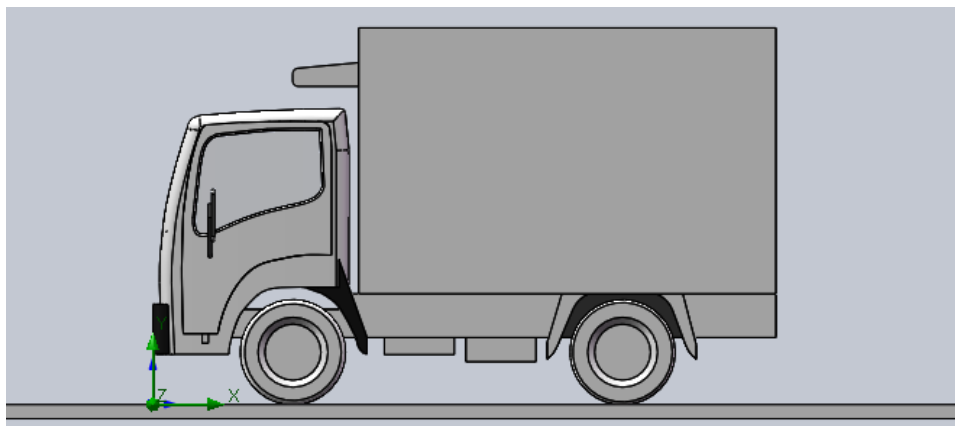
Reforma de un camión chasis-cabina de eje rígido a camión isotermo para transporte de mercancías perecederas.



*Ilustración 21 Modelo de partida. Vista isométrica.*

## 10.2. MODELO REFORMADO

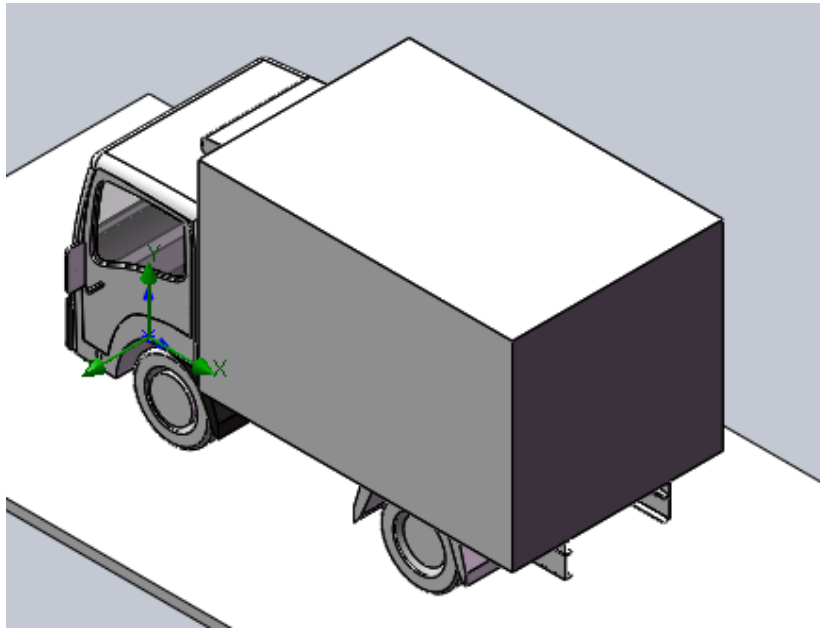
Se procede a la visualización del camión con la inserción de la caja isotérmica destinada al transporte de mercancías, el equipo frigorífico y la reforma del bastidor pertinente destinado para tal fin.



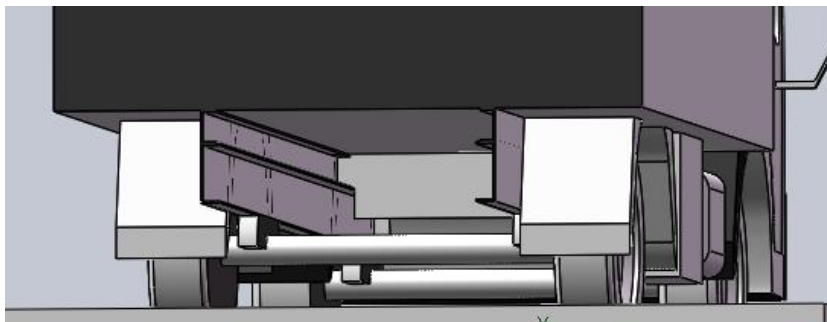
*Ilustración 22 Modelo reformado. Vista lateral.*



Reforma de un camión chasis-cabina de eje rígido a camión isoterma para transporte de mercancías perecederas.



*Ilustración 23 Modelo reformado. Vista isométrica.*



*Ilustración 24 Modelo reformado. Bastidor con refuerzo.*

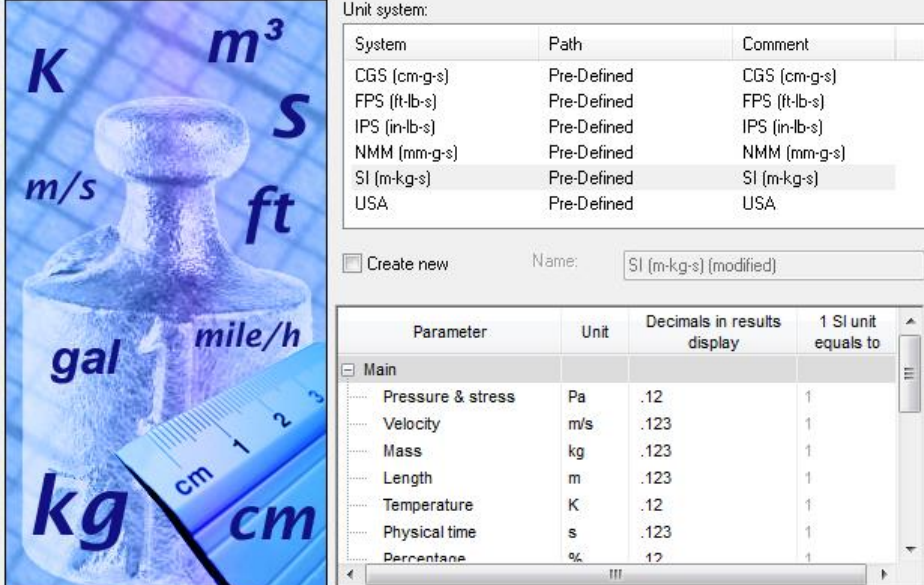
### **10.3. ANÁLISIS AERODINÁMICO**

Una vez conseguida la representación mediante el programa informático, se realiza el estudio aerodinámico de la reforma conseguida. Para ello, se sitúa el vehículo sobre el suelo como referencia, se crea un volumen de control aproximado a las dimensiones del vehículo y se procede a la inserción de los valores de cálculo.

Se procede a la realización de un análisis de flujo externo, siendo el comportamiento del aire como objeto de estudio a lo largo de las superficies del vehículo.

Aplicando la normativa expuesta anteriormente y referente a la velocidad de circulación, se realiza el estudio con un nivel 7 de resolución de los resultados a 90 km/h, es decir, a la máxima velocidad permitida de circulación para vehículos de categoría N<sub>2</sub> de transporte de mercancías perecederas.

Reforma de un camión chasis-cabina de eje rígido a camión isoterma para transporte de mercancías perecederas.



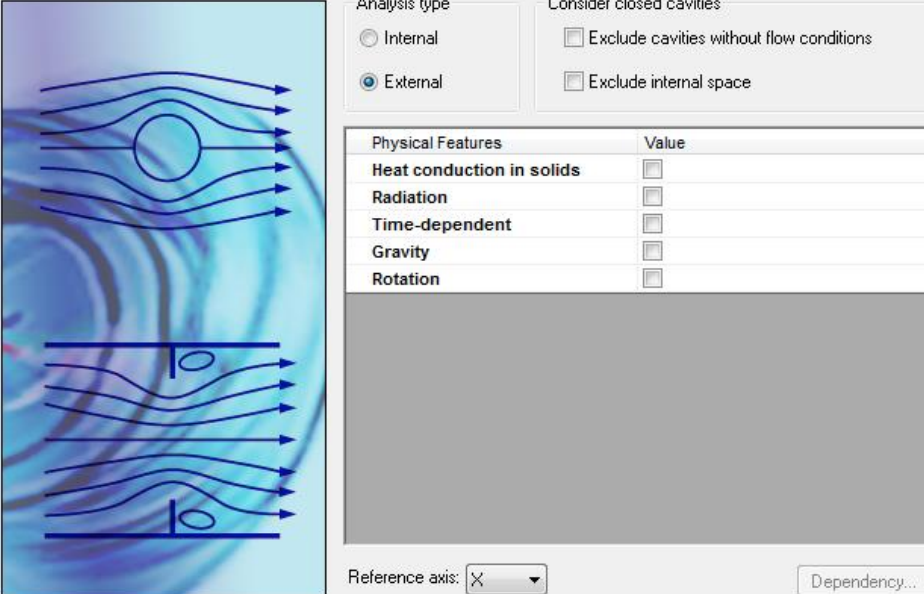
Unit system:

System	Path	Comment
CGS (cm-g-s)	Pre-Defined	CGS (cm-g-s)
FPS (ft-lb-s)	Pre-Defined	FPS (ft-lb-s)
IPS (in-lb-s)	Pre-Defined	IPS (in-lb-s)
NMM (mm-g-s)	Pre-Defined	NMM (mm-g-s)
SI (m-k-g-s)	Pre-Defined	SI (m-k-g-s)
USA	Pre-Defined	USA

Create new      Name: SI (m-k-g-s) (modified)

Parameter	Unit	Decimals in results display	1 SI unit equals to
Main			
Pressure & stress	Pa	.12	1
Velocity	m/s	.123	1
Mass	kg	.123	1
Length	m	.123	1
Temperature	K	.12	1
Physical time	s	.123	1
Percentane	%	12	1

Ilustración 25 Unidades de análisis.



Analysis type

Internal

External

Consider closed cavities

Exclude cavities without flow conditions

Exclude internal space

Physical Features	Value
Heat conduction in solids	<input type="checkbox"/>
Radiation	<input type="checkbox"/>
Time-dependent	<input type="checkbox"/>
Gravity	<input type="checkbox"/>
Rotation	<input type="checkbox"/>

Reference axis: X

Dependency...

Ilustración 26 Tipo de análisis.

Reforma de un camión chasis-cabina de eje rígido a camión isoterma para transporte de mercancías perecederas.

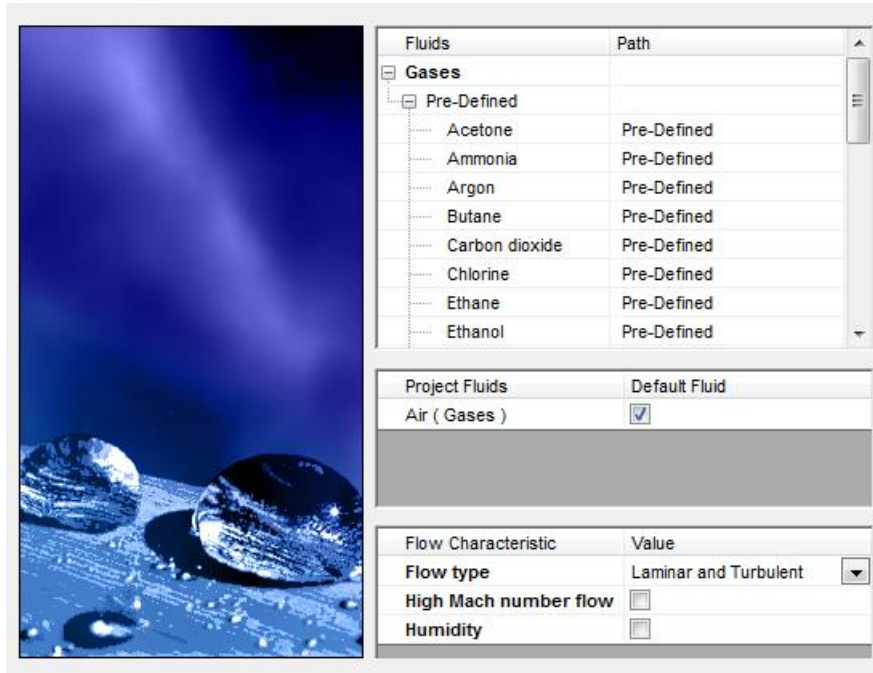


Ilustración 27 Tipo de fluido.

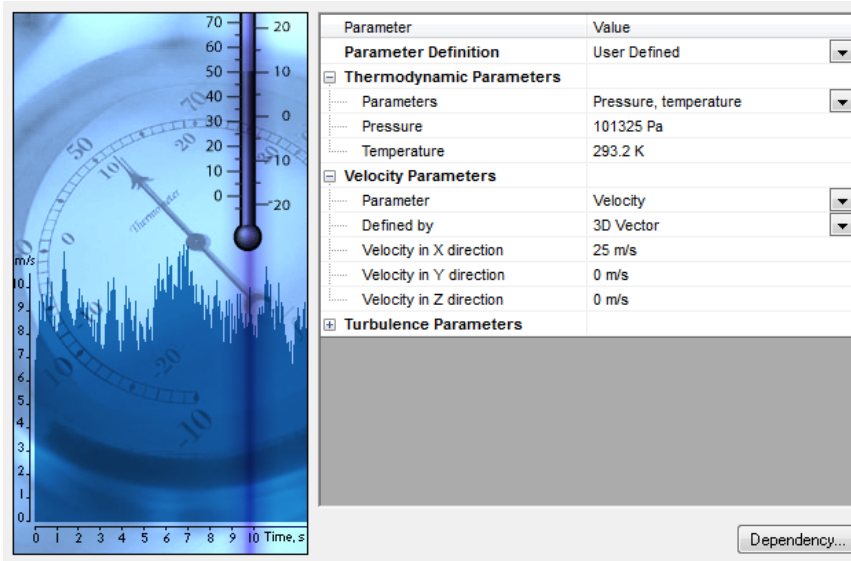


Ilustración 28 Inserción de la velocidad sobre el eje X.

Reforma de un camión chasis-cabina de eje rígido a camión isoterma para transporte de mercancías perecederas.

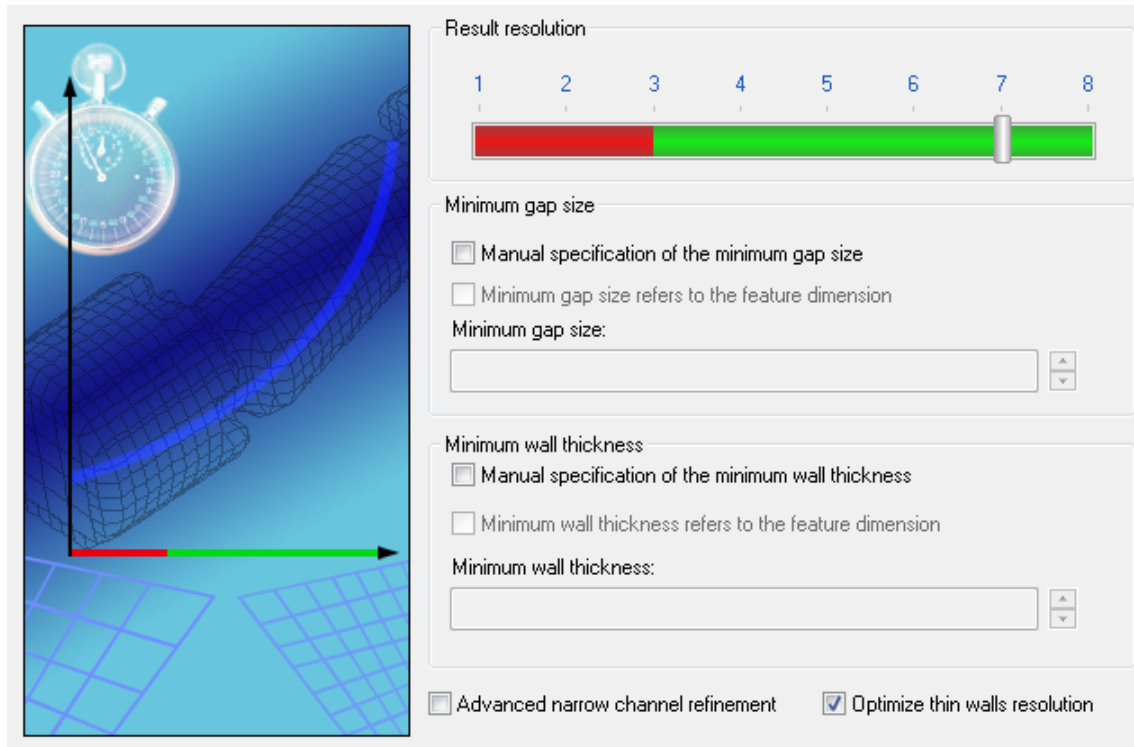


Ilustración 29 Sección de nivel de cálculo.

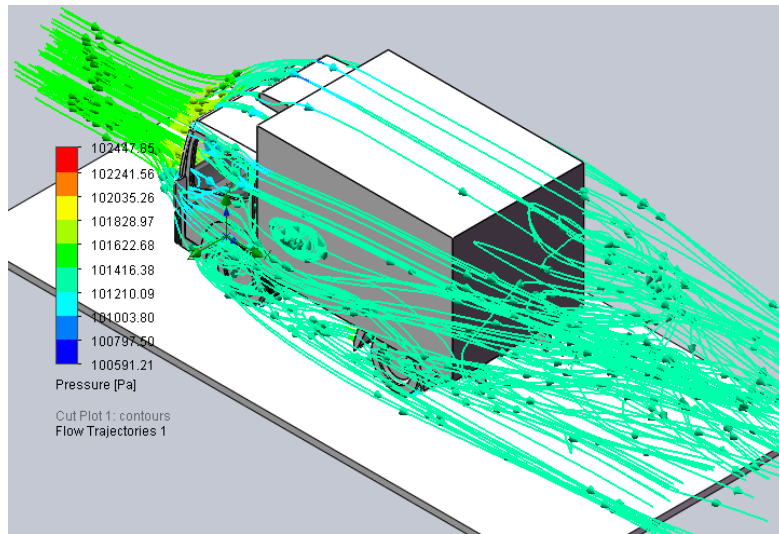
Los resultados obtenidos nos indican que la entrada en contacto del fluido a la carrocería el vehículo presenta una presión elevada, la cual se va reduciendo a medida que avanza sobre él. Además, en la parte baja del equipo frigorífico y en la parte posterior del vehículo se aprecia la aparición de flujo turbulento, por lo que se presentan puntos de conflicto en cuanto al aumento de la eficiencia aerodinámica, traduciéndose en zonas de remolinos de aire causantes de la fricción.

Para intentar paliar los mismos, se insertarán deflectores en los puntos de mayor turbulencia.

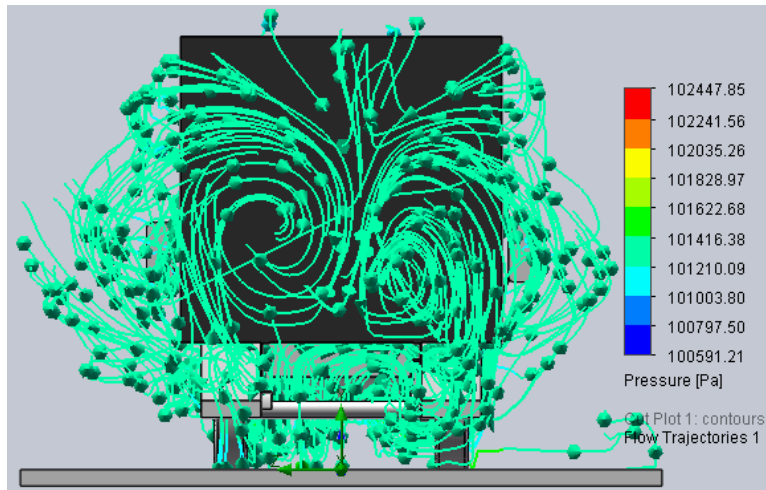


Ilustración 30 Líneas de flujo en vista lateral del modelo reformado.

Reforma de un camión chasis-cabina de eje rígido a camión isoterma para transporte de mercancías perecederas.



*Ilustración 31 Líneas de flujo en vista isométrica del modelo reformado.*



*Ilustración 32 Líneas de flujo en vista trasera del modelo reformado.*

#### 10.4. ESTRUCTURA DE LA CAJA

Para la elección de los pilares y materiales que forman la estructura de la caja del vehículo de estudio, se recurre a la búsqueda en catálogos de empresas destinadas a accesorios de carrocería de vehículos industriales.



*Ilustración 33 Armadura del vehículo*

En *Sor Ibérica* trabajan innovando en frío con materiales ligeros para incrementar la capacidad de carga de los carrozados. Para ello se recurre a la ficha técnica del modelo SP71, adjuntado al final del proyecto. Las medidas establecidas en la caja son inferiores a las representadas en dicha ficha, aunque resulta irrelevante, ya que los datos que se precisan, son los referentes a la estructura de la misma.

- ◆ Piso:
  - Faldillas traseras pasadas en el perfil paragolpes trasero.
  - Guardabarros y faldillas homologados conforme a directiva CE.
  - Refuerzos para logística.
  
- ◆ Frontal:
  - Frontal monobloque de perfil aerodinámico
  
- ◆ Trasera:
  - Marco inoxidable especial de alta resistencia de espesor 3 mm.
  - 5 tacos paragolpes horizontales y 2 verticales traseros.
  - Sujetapuertas inoxidables.
  - Escalera de acceso trasera corredera de 2 peldaños en acero galvanizado.
  - Goma de 5 alas en puertas traseras.
  - Taco de goma en puertas traseras para protección de los laterales.
  
- ◆ Laterales:
  - Zócalo de aluminio 250 x 60 mm

Reforma de un camión chasis-cabina de eje rígido a camión isoterma para transporte de mercancías perecederas.

- ◆ Techo:
  - Cuatro plafones interiores empotrados en techo con interruptor en la parte trasera del chasis.

Por otro lado, en *Adaico* trabajan productos que se adaptan a las necesidades del mercado del vehículo industrial.

Los productos cumplen todas las normas internacionales de resistencia y seguridad, siendo plenamente funcionales, fáciles de manejar y con diseños que cuidan la parte estética. En el catálogo adjunto se presenta una gama de productos estándar. Para nuestro vehículo los pilares a usar serán del modelo Estándar con las siguientes características:

- ◆ Destinado para techo sin elevación para cortar a la altura deseada.
- ◆ Mecanismo: Estándar
- ◆ Omega: Acero S355MC (alto límite elástico)
- ◆ Espesor de 3 mm
- ◆ Tratamiento superficial: cataforesis en negro de 10  $\mu\text{m}$

Mediante *CES Edupack 2017* se realiza la búsqueda para definir el acero S344 que soporta estructuras soldadas en aplicaciones de ingeniería y automoción, prestando mayor atención al límite elástico.

El acero inoxidable se debe usar de manera eficiente para justificar el aumento de coste. Esto se consigue aprovechando su alta resistencia mecánica y corrosión. El diseño económico utiliza secciones delgadas, laminados calibrados y perfiles simples. Las soldaduras ocultas evitan el acabado superficial posterior, y se deben usar grados adecuados para su mecanizado, siendo la serie 300 es la más soldable.

Reforma de un camión chasis-cabina de eje rígido a camión isoterma para transporte de mercancías perecederas.

**Propiedades generales**

Densidad	ⓘ	7,6e3	-	8,1e3	kg/m <sup>3</sup>
Precio	ⓘ	* 5,02	-	5,46	EUR/kg
Fecha de primer uso ("-" significa AC)	ⓘ	1915			

**Propiedades mecánicas**

Modulo de Young	ⓘ	189	-	210	GPa
Modulo a cortante	ⓘ	74	-	84	GPa
Módulo en volumen	ⓘ	134	-	151	GPa
Coefficiente de Poisson	ⓘ	0,265	-	0,275	
Límite elástico	ⓘ	170	-	1e3	MPa
Resistencia a tracción	ⓘ	480	-	2,24e3	MPa
Resistencia a compresión	ⓘ	170	-	1e3	MPa
Elongación	ⓘ	5	-	70	% strain
Dureza-Vickers	ⓘ	130	-	570	HV
Resistencia a fatiga para 10 ^ 7 ciclos	ⓘ	* 175	-	753	MPa
Tenacidad a fractura	ⓘ	62	-	150	MPa.m <sup>0.5</sup>
Coefficiente de pérdida mecánica (tan delta)	ⓘ	* 2,9e-4	-	0,00148	

Tabla 8 Propiedades mecánicas del acero inoxidable. CES Edupack 2017

Por otro lado, las chapas serán de aleación de aluminio para forja no envejecible, de la Serie 5000. Se caracteriza por carecer de endurecimiento por solución y no aprovechar el tratamiento térmico. La serie cuenta con un 5% de Mg. A continuación, se detallan las propiedades mecánicas del mismo.

**Propiedades mecánicas**

Modulo de Young	ⓘ	68	-	72	GPa
Modulo a cortante	ⓘ	25	-	28	GPa
Módulo en volumen	ⓘ	64	-	69	GPa
Coefficiente de Poisson	ⓘ	0,32	-	0,36	
Límite elástico	ⓘ	30	-	286	MPa
Resistencia a tracción	ⓘ	70	-	360	MPa
Resistencia a compresión	ⓘ	30	-	286	MPa
Elongación	ⓘ	2	-	41	% strain
Dureza-Vickers	ⓘ	30	-	100	HV
Resistencia a fatiga para 10 ^ 7 ciclos	ⓘ	42	-	160	MPa
Tenacidad a fractura	ⓘ	26	-	42	MPa.m <sup>0.5</sup>
Coefficiente de pérdida mecánica (tan delta)	ⓘ	2e-4	-	0,002	

Tabla 9 Propiedades mecánicas de aleación de aluminio no envejecible para forja. CES Edupack 2017



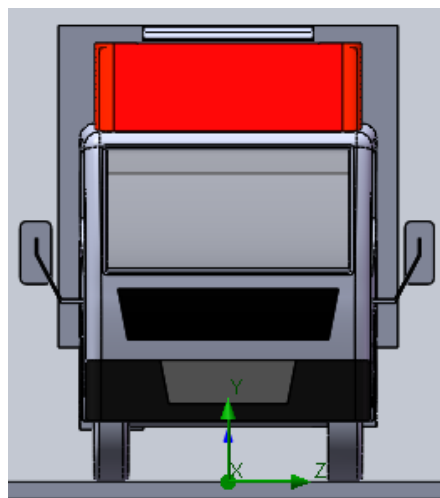
## **11.INSERCIÓN DE DEFLECTORES**

Los deflectores, a diferencia de la mayoría de elementos aerodinámicos, no tiene la función principal de generar apoyo aerodinámico, sino la de distribuir los flujos de aire de manera apropiada canalizando el aire de las zonas turbulentas encontradas en el estudio realizado anteriormente. Gracias a los distintos deflectores que se pueden colocar en el vehículo, se desvía el aire en varias partes del mismo. Se procede al diseño de deflectores en los que el aire circula por su parte superior e inferior teniendo que recorrer una distancia distinta.

Más concretamente, el aire que circula por la parte superior del alerón tiene que recorrer una distancia menor que el que circula por la parte inferior. Debido a esto, el aire que circula a mayor velocidad hace descender rápidamente la presión en el alerón, consiguiendo que el aire de la parte superior tenga una mayor presión. Como consecuencia, la diferencia de presiones hace empujar al alerón y todo el coche hacia el asfalto.

### **11.1. INSERCIÓN DE DEFLECTOR FRONTAL**

En rojo queda representado la inserción del deflector en la parte superior de la cabina. La primera funcionalidad es reducir la resistencia que ofrece el aire, mientras que la segunda es aumentar la fuerza con la que el coche se apoya en el asfalto.



*Ilustración 34 Vista frontal del deflector en la parte superior de la cabina.*

Reforma de un camión chasis-cabina de eje rígido a camión isoterma para transporte de mercancías perecederas.

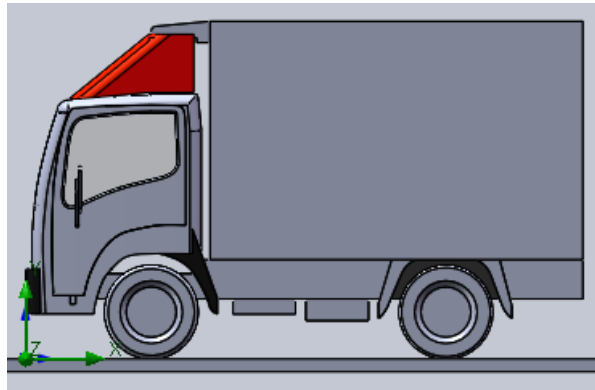


Ilustración 35 Vista lateral del deflector en la parte superior de la cabina.

◆ **Resultados**

Se observa que las trayectorias del fluido proporcionan información de cómo atraviesa el fluido los laterales del vehículo, así como el ancho de las turbulencias generadas en la parte trasera del vehículo. Mediante el deflector delantero se ha conseguido disminuir el ancho de las turbulencias, reduciendo la fuerza de succión. Las líneas se presentan del orden más laminar de flujo. No conforme con la salida del mismo, se procede a la inserción de deflectores en la parte trasera.

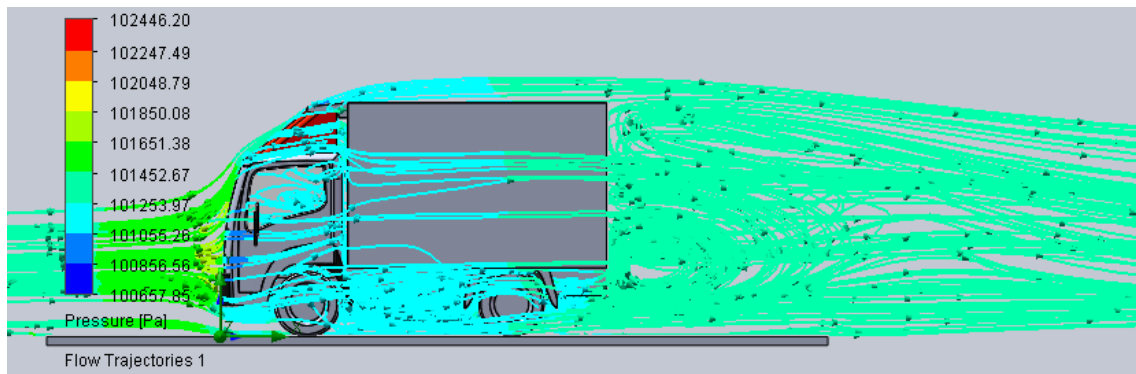
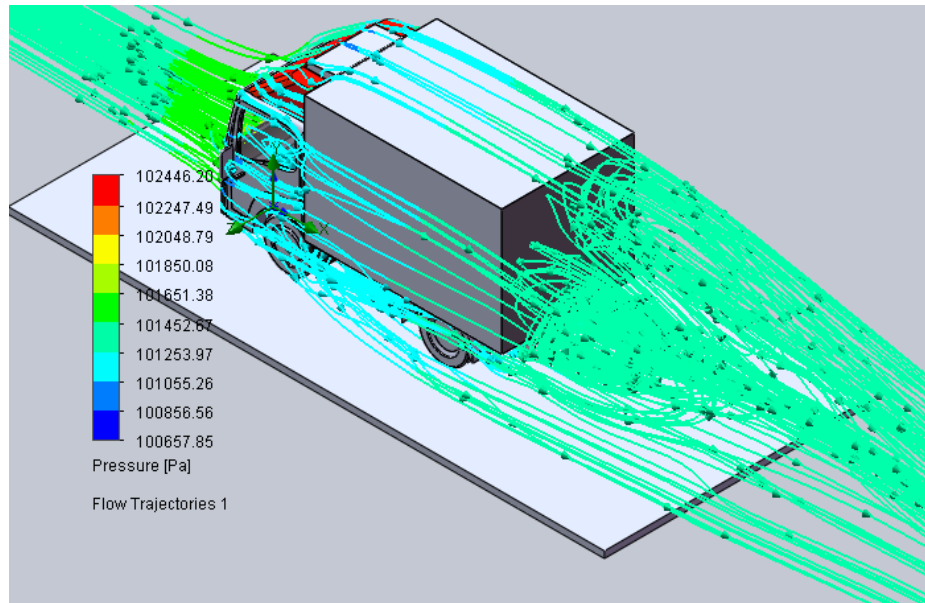
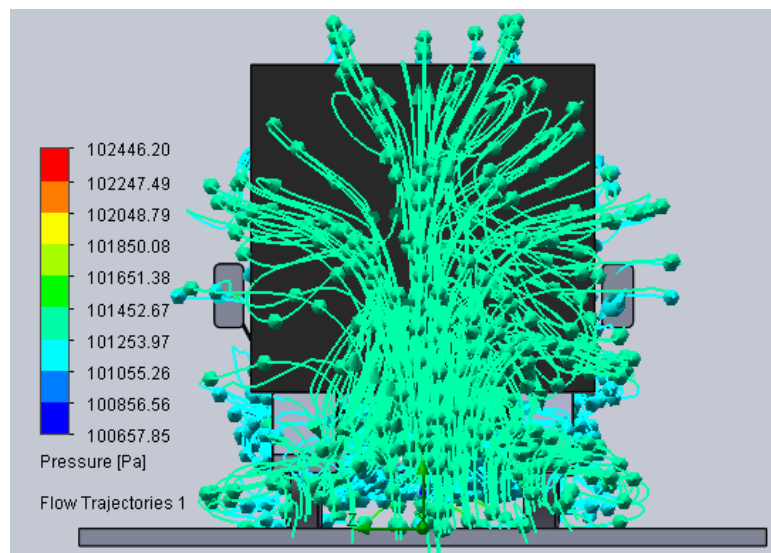


Ilustración 36 Vista lateral del fluido sobre deflector.

Reforma de un camión chasis-cabina de eje rígido a camión isoterma para transporte de mercancías perecederas.



*Ilustración 37. Vista isométrica del fluido sobre deflector.*

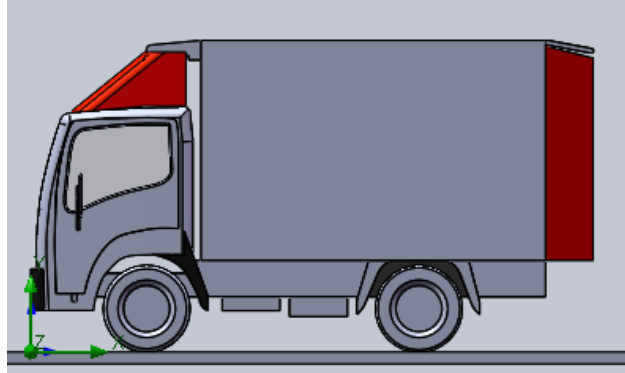


*Ilustración 38 Líneas de flujo en vista trasera del modelo con deflector.*

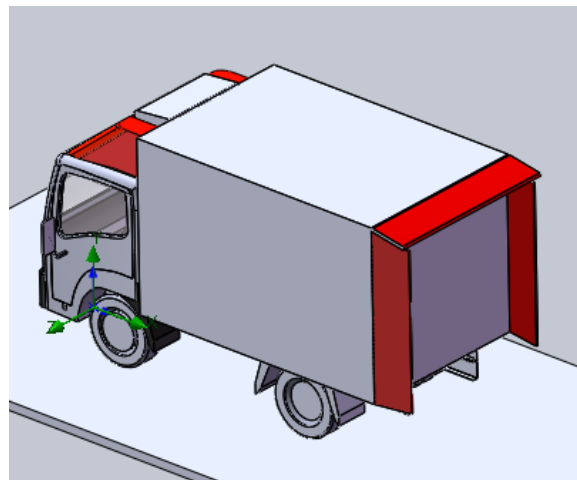
## **11.2. INSERCIÓN DE DEFLECTORES TRASEROS**

En el siguiente análisis se pretende conseguir la mejora aerodinámica en la parte trasera del vehículo, por lo que se recurre al estudio de nuevos deflectores. La mejora consta de un deflector con un ángulo de inclinación en la parte superior trasera y a ambos laterales.

Reforma de un camión chasis-cabina de eje rígido a camión isotermo para transporte de mercancías perecederas.



*Ilustración 39 Vista lateral de deflectores traseros.*

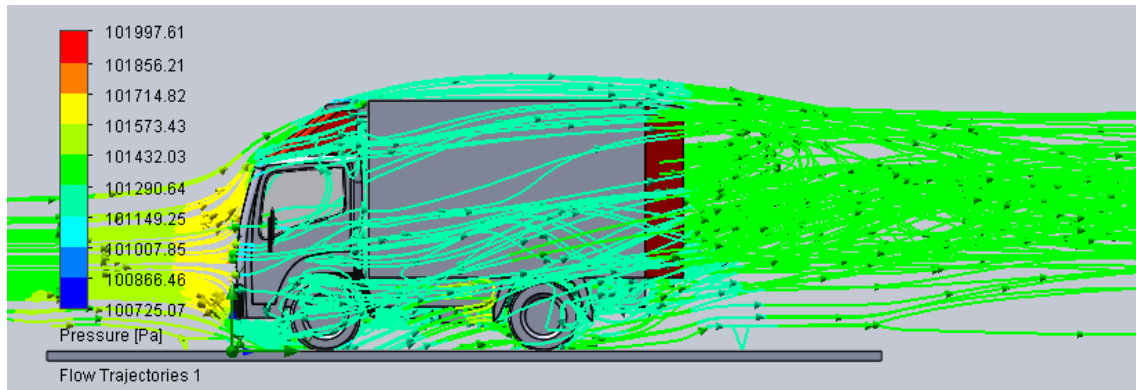


*Ilustración 40 . Vista isométrica de deflectores traseros.*

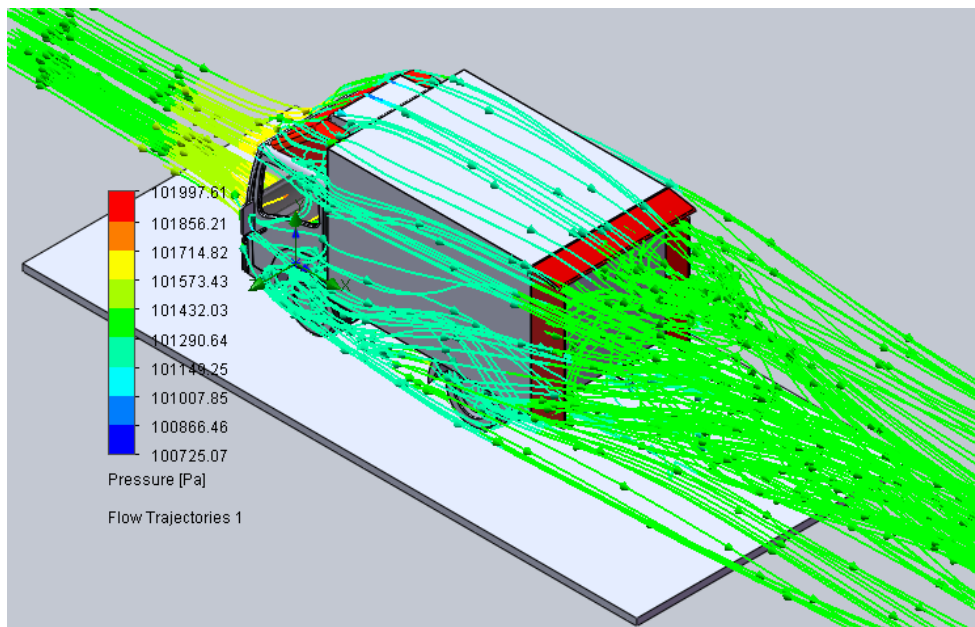
♦ **Resultados**

Se ha comprobado que la inserción de éstos últimos no ha provocado una mejora aerodinámica en la parte trasera del vehículo. Por consiguiente, se han tenido resultados de mayor turbulencia en comparación con el estudio anterior. Para paliar con ellos, se descarta el posible uso de los deflectores estudiados, y proceder al diseño de otros.

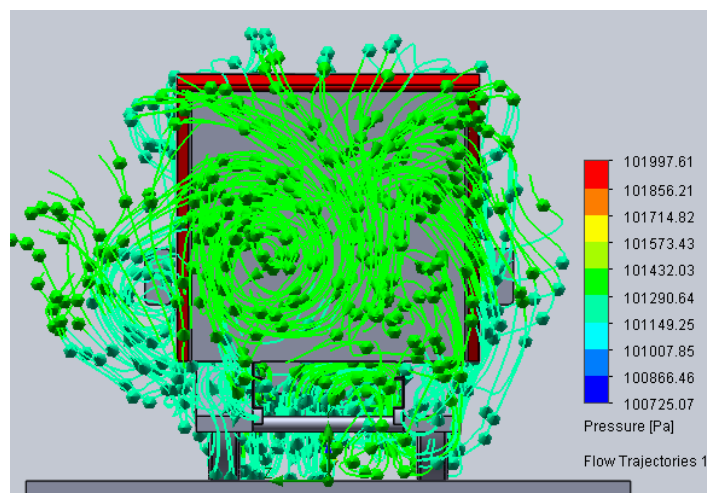
Reforma de un camión chasis-cabina de eje rígido a camión isoterma para transporte de mercancías perecederas.



*Ilustración 41 Vista lateral del paso del fluido.*



*Ilustración 42 Vista isométrica del paso del fluido.*

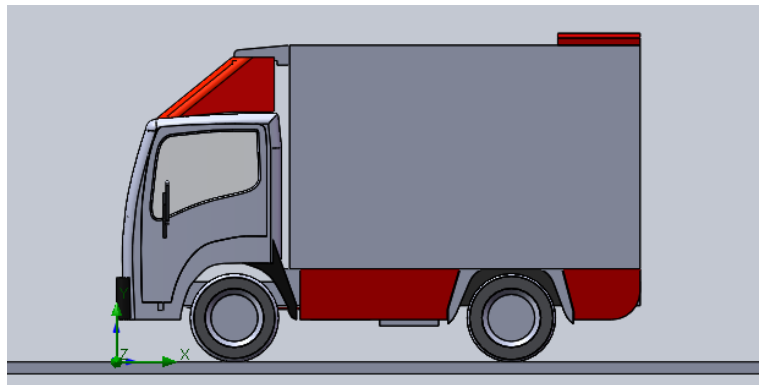


*Ilustración 43 Vista trasera del paso del fluido.*

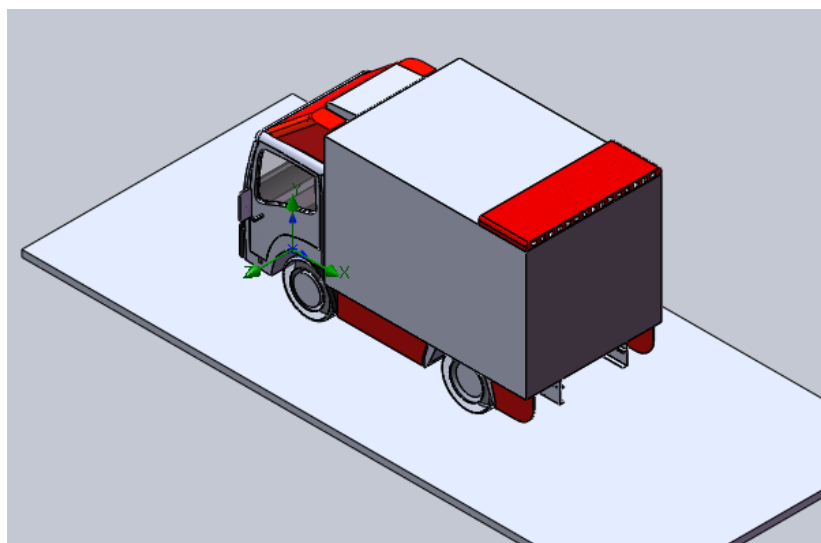
### 11.3. INSERCIÓN DE DEFLECTORES EN LA PARTE TRASERA-SUPERIOR Y LATERALES

La mejora consta de un deflector apoyado en la parte superior trasera, deflectores a ambos laterales de la parte baja de la caja, y otro en los bajos del camión.

El deflector superior trasero, se conoce como SDR, siendo un dispositivo aerodinámico que actúa para la mejora de las turbulencias, con una reducción del 50%. Para ello, se posiciona en la parte trasera del camión, filtrando el aire que circula por el techo del mismo. En consecuencia el efecto de succión que generan estas turbulencias sobre el camión se reduce, necesitando menos energía para el mismo avance. Se obtienen unos beneficios económicos, ecológicos y viales.



*Ilustración 44 Vista lateral de deflectores finales.*



*Ilustración 45 Vista isométrica de deflectores finales.*

Reforma de un camión chasis-cabina de eje rígido a camión isotermo para transporte de mercancías perecederas.

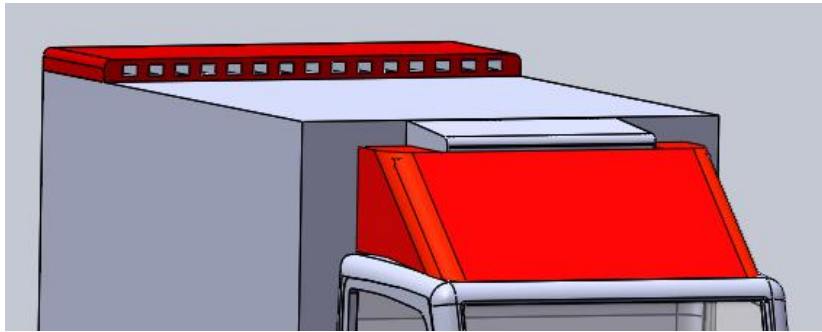


Ilustración 46 Vista isométrica del deflector trasero

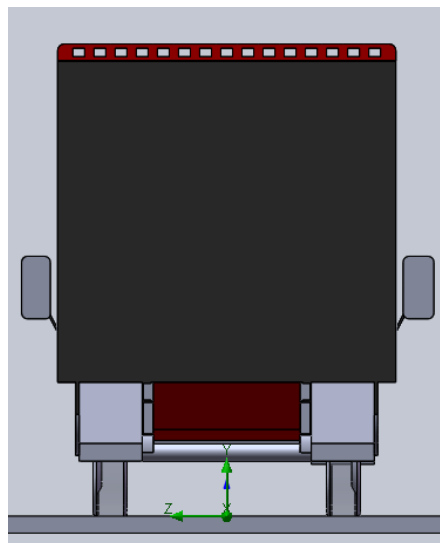


Ilustración 47 Vista trasera del deflector trasero.

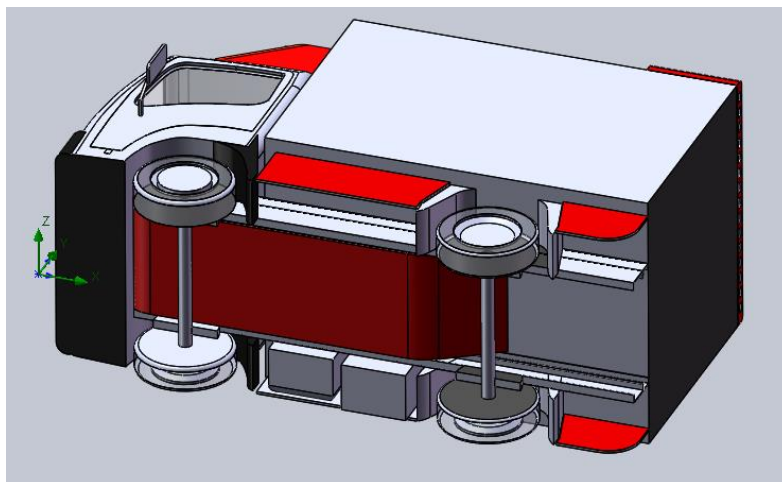
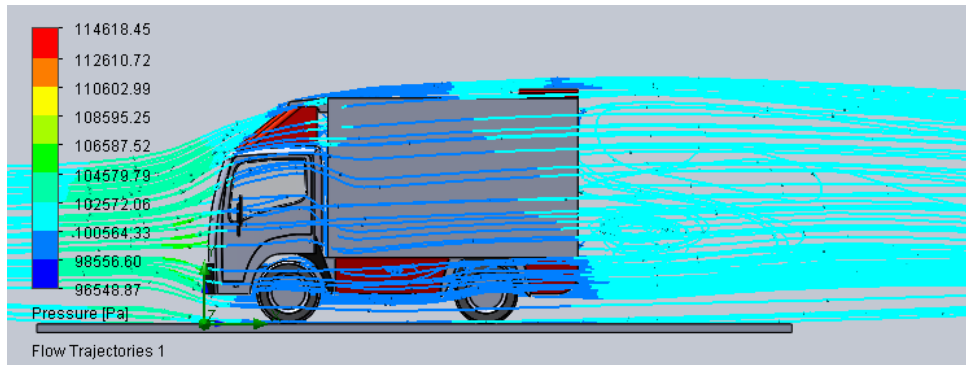


Ilustración 48 Vista del deflector inferior.

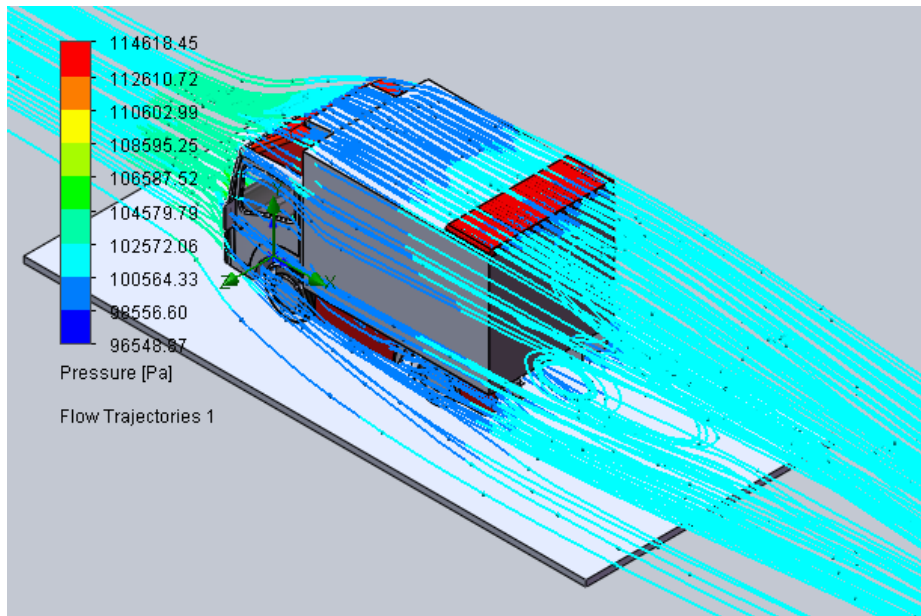
Reforma de un camión chasis-cabina de eje rígido a camión isoterma para transporte de mercancías perecederas.

◆ **Resultados:**

Mediante la inserción de los nuevos deflectores se ha conseguido un mayor régimen laminar a lo largo de todas las superficies del vehículo expuestas a la fuerza del viento. Se ven reducidas las turbulencias y la presión, y más uniformidad en los flujos de aire, por lo que este último estudio es el apto para la inserción de los deflectores.



*Ilustración 49 Vista lateral del paso del fluido.*



*Ilustración 50 Vista isométrica del paso del fluido.*



Reforma de un camión chasis-cabina de eje rígido a camión isoterma para transporte de mercancías perecederas.

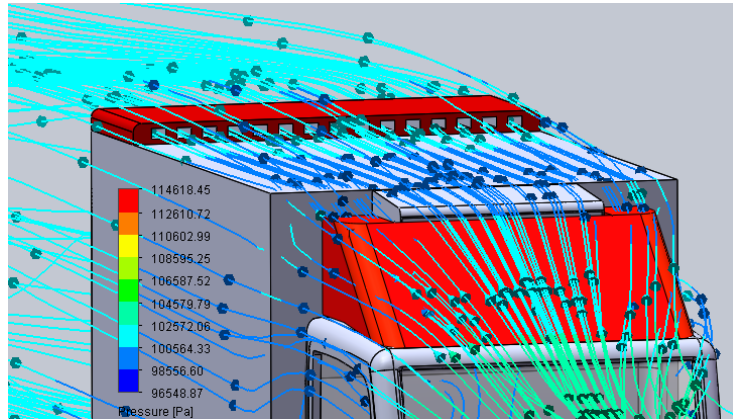


Ilustración 51 Vista isométrica del paso del fluido por el deflector trasero

En cuanto a las imágenes siguientes, se observa cómo a medida que se añaden deflectores al modelo, la presión máxima decrece, por lo que la fuerza ejercida sobre el modelo también, resultando en una menor resistencia aerodinámica y por tanto en un mejor paso a través del fluido.

En la parte trasera, se consigue la disminución de los vórtices y la succión generados por el aire. Con esta mejora, se consigue la reducción de gasto en combustible.

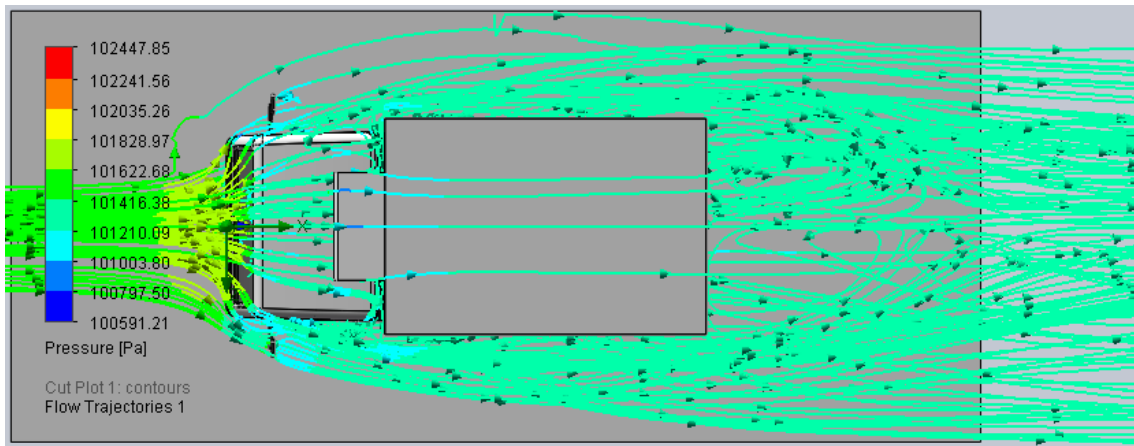
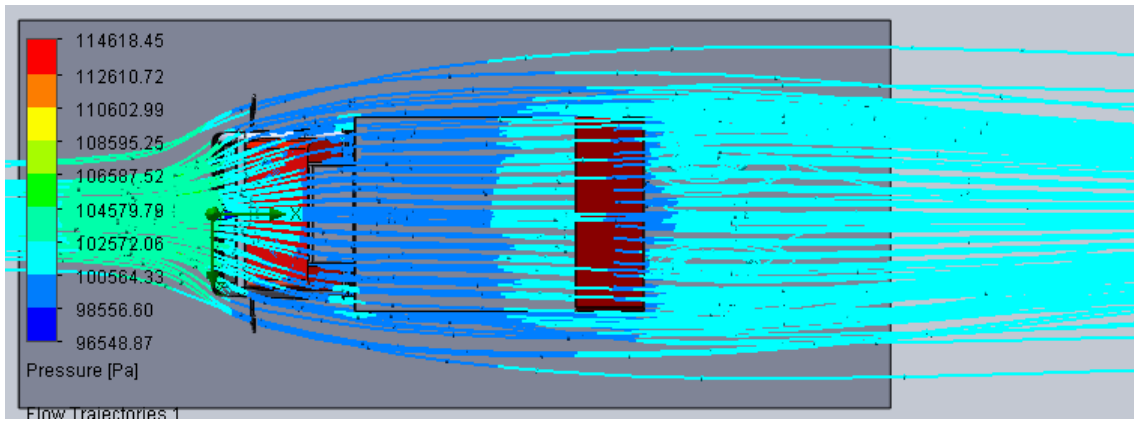


Ilustración 52 Vista en planta del paso del fluido sin deflectores.

Reforma de un camión chasis-cabina de eje rígido a camión isoterma para transporte de mercancías perecederas.



*Ilustración 53 Vista en planta del paso del fluido con deflectores.*

## **12. ESTUDIO DEL DEFLECTOR DELANTERO**

A partir del estudio aerodinámico se cuantifica numéricamente la presión a la que está sometido el deflector más representativo. Esto permite realizar el análisis resistente y posteriormente la selección del material más adecuado para este uso. La presión a la que está sometido el elemento es de  $102572,06 \text{ N/m}^2$ .

### ♦ **Tensión de Von Mises**

El límite elástico que presenta el GFRP es de  $192 \text{ MPa}$  ( $1,92\text{E}8 \text{ N/m}^2$ ), y el análisis nos muestra un límite de  $8,496\text{E}7 \text{ N/m}^2$ , por lo que el material soporta el esfuerzo al cual se encuentra sometido.

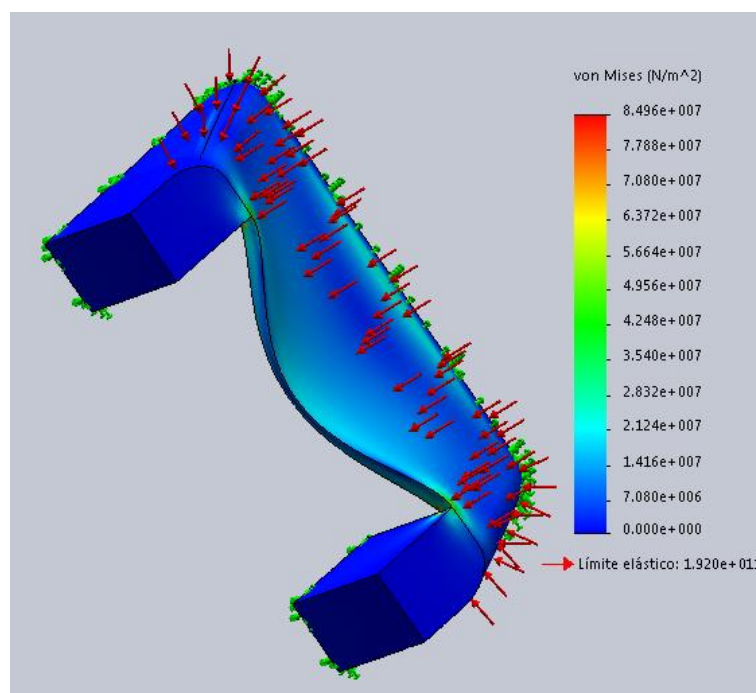
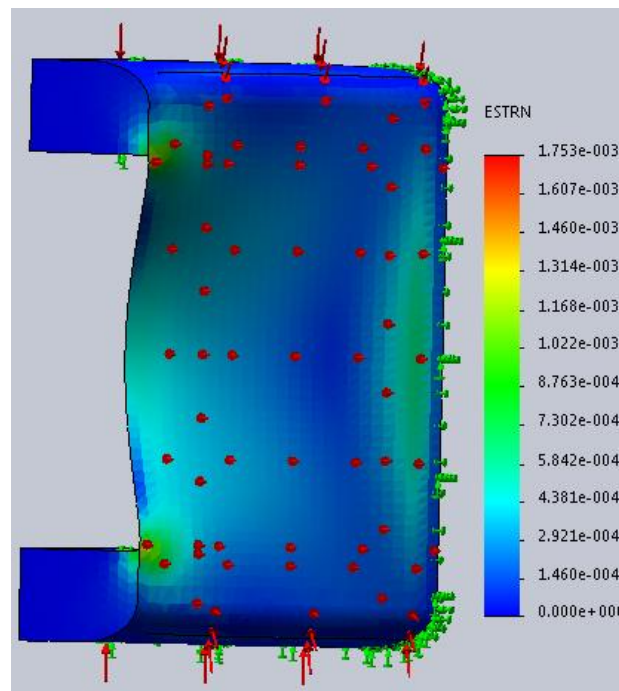


Ilustración 54 Vista isométrica de tensiones Von Mises

### ♦ **Deformaciones unitarias**

Referente a la deformación, la máxima deformación es de  $1,002\text{E}-003$  milímetros, siendo aceptable para este tipo de aplicación.

Reforma de un camión chasis-cabina de eje rígido a camión isoterma para transporte de mercancías perecederas.



*Ilustración 55 Vista en planta de deformaciones*

◆ **Desplazamiento**

Por desplazamiento se conoce la deformación plástica por el movimiento de dislocaciones. A partir de una aplicación de fuerza externa, partes de la red cristalina se deslizan, formando una modificación en su geometría.

El máximo desplazamiento presente en la pieza, es de 3,69 mm, situado en el centro superior de la pieza. Es un valor razonable, siendo ésta, la chapa de material más delgada expuesta a la fuerza del fluido.

Reforma de un camión chasis-cabina de eje rígido a camión isotermo para transporte de mercancías perecederas.

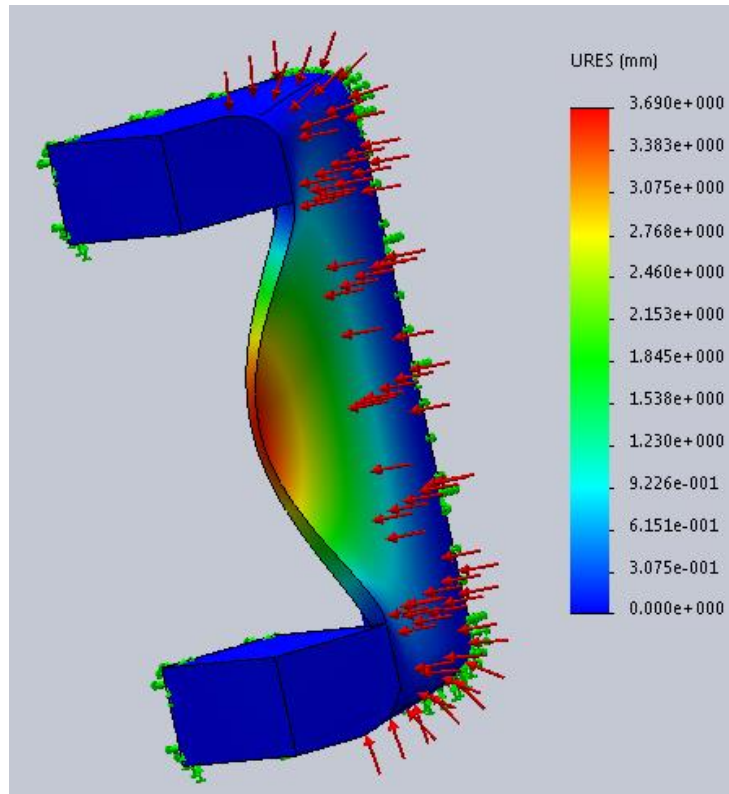


Ilustración 56 Vista isométrica de los desplazamientos

♦ **Material destinado a los deflectores:**

Los materiales compuestos o composites son uno de los desarrollos en materiales más importantes por su elevada rigidez y resistencia, por lo que se usarán para la fabricación de los deflectores. Siendo fabricados con fibras continuas (vidrio, carbono...) incrustando la matriz como distribuidor de esfuerzos, y proporcionando ductilidad y tenacidad, así como protección a las fibras de los daños causados por la manipulación o el medio ambiente. Es el material de la matriz quien limita la temperatura de servicio y las condiciones de procesamiento.

Los composites de vidrio y poliéster (GRPF) son los más baratos y con mucho, los más usados. El GRPF de alto rendimiento utiliza fibras continuas, en cambio, los composites con fibras de vidrio cortadas son más baratos y se utilizan en cantidades mucho más grandes.

La composición está formada por resina Epoxi y un refuerzo con fibra de vidrio continua, con disposición cuasi-isotrópica.

Reforma de un camión chasis-cabina de eje rígido a camión isoterma para transporte de mercancías perecederas.

A continuación, se detallan las propiedades antes nombradas del GRPFs, extraídas del programa informático *CES EduPack 2017*.

**Propiedades generales**

Densidad	ⓘ	1,75e3	-	1,97e3	kg/m <sup>3</sup>
Precio	ⓘ	* 21,8	-	30,8	EUR/kg
Fecha de primer uso ("-" significa AC)	ⓘ	1935			

**Propiedades mecánicas**

Modulo de Young	ⓘ	* 15	-	28	GPa
Modulo a cortante	ⓘ	* 6	-	11	GPa
Módulo en volumen	ⓘ	18	-	20	GPa
Coefficiente de Poisson	ⓘ	* 0,314	-	0,315	
Límite elástico	ⓘ	* 110	-	192	MPa
Resistencia a tracción	ⓘ	* 138	-	241	MPa
Resistencia a compresión	ⓘ	* 138	-	207	MPa
Elongación	ⓘ	* 0,85	-	0,95	% strain
Dureza-Vickers	ⓘ	* 10,8	-	21,5	HV
Resistencia a fatiga para 10 ^ 7 ciclos	ⓘ	* 55	-	96	MPa
Tenacidad a fractura	ⓘ	* 7	-	23	MPa.m <sup>0.5</sup>
Coefficiente de pérdida mecánica (tan delta)	ⓘ	* 0,0028	-	0,005	

*Ilustración 57 Propiedades GRPFs . CES EduPack 2017*

### **13. COEFICIENTE DE RESISTENCIA AERODINÁMICA (Cx)**

Para conseguir una reducción en el consumo de combustible y de emisiones de escape, la optimización de la eficiencia de un vehículo es uno de los puntos más importantes a la hora de su diseño. Para conseguirlo, uno de los factores a tener en cuenta es la aerodinámica.

Se sabe, que en un vehículo convencional circulando a más de 80 km/h, la potencia necesaria para vencer la resistencia aerodinámica es mayor que la necesaria para vencer la resistencia mecánica.

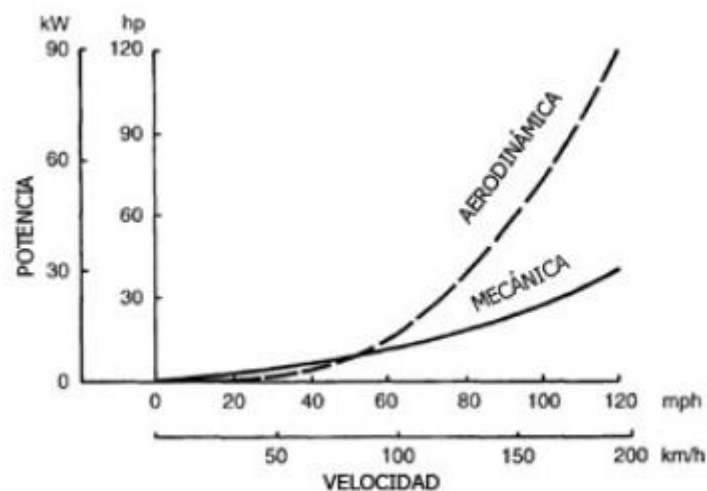


Gráfico 7 Potencia-Velocidad. Google

La resistencia aerodinámica del vehículo viene determinada por:

$$R_A = \frac{\rho}{2} * C_x * A_f * V_r^2$$

Siendo:

$\rho$  = densidad del aire

$C_x$  = coeficiente de resistencia aerodinámica

Cuanto menor sea el  $C_x$ , menor resistencia aerodinámica presentará el vehículo.

$A_f$  = área frontal del vehículo proyectada en la dirección del movimiento

$V_r$  = velocidad

El área frontal del vehículo se puede determinar a partir del plano, pero también existe una fórmula aproximada basada en bases de datos de vehículos que nos permiten determinar el área frontal como:

Reforma de un camión chasis-cabina de eje rígido a camión isoterma para transporte de mercancías perecederas.

$$A_f = 1,6 + 0,00056 * (m_v - 765)$$

Donde:

$m_v$  = masa del vehículo (kg)

Por tanto, nuestros datos son:

$$\rho = 1,225 \text{ kg/m}^3$$

$$m_v = 3.500 \text{ kg}$$

$$A_f = 1,6 + 0,00056 * (m_v - 765) = 1,6 + 0,00056 * (3.500 - 765) = 3,13 \text{ m}^2$$

A continuación, se representan las curvas exponenciales que suceden a medida que aumenta la velocidad de circulación del vehículo, y como consecuencia, su resistencia aerodinámica. Con línea discontinua se representa la resistencia sin deflectores, mientras que en línea continua con deflectores.

Velocidad (m/s)	Resistencia aerodinámica (N)	
	Sin deflectores	Deflectores
0	0,00	0
5	31,15	28,76
10	124,61	115,03
15	280,38	258,81
20	498,45	460,11
25	778,83	718,92



Reforma de un camión chasis-cabina de eje rígido a camión isoterma para transporte de mercancías perecederas.

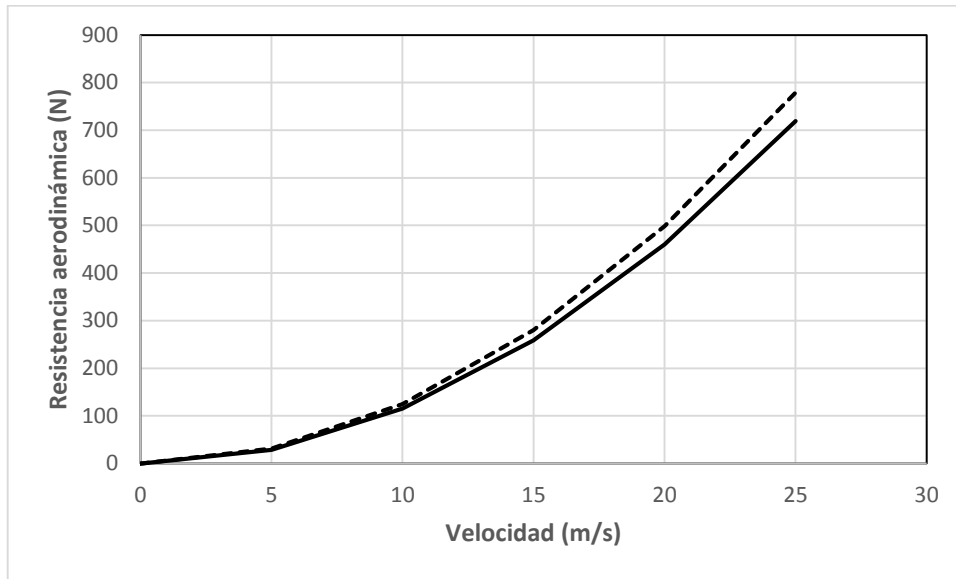


Gráfico 8 Resistencia aerodinámica-Velocidad

La velocidad influye en la resistencia aerodinámica y por tanto, en el consumo de combustible del vehículo. Esto resulta en mayor proporción en vehículos de transporte de mercancías, donde la masa es mucho mayor en comparación a un turismo.

La velocidad afecta de manera significativa en la resistencia aerodinámica, siendo proporcional el aumento de la velocidad con respecto al efecto de los deflectores. Para obtener los coeficientes aerodinámicos correspondientes, se procede al cálculo con una velocidad de 25 m/s, siendo la velocidad de circulación máxima permitida.

$$C_x = \frac{R_A}{\rho/2 * V^2 * A_f}$$

$$C_{x1} = \frac{778,83}{1,225/2 * 25^2 * 3,13} = 0,65$$

$$C_{x2} = \frac{718,92}{1,225/2 * 25^2 * 3,13} = 0,60$$

## **14. PLIEGO DE CONDICIONES**

En el siguiente apartado se expondrán las exigencias de índole técnica y legal que ha de regir la ejecución del proyecto. Presenta gran importancia, ya que agrega las relaciones entre propiedad y constructor, y debe proporcionarse junto con los planos, al contrato de obra.

### **14.1. MATERIALES EMPLEADOS**

En este apartado se detallarán las cualidades que se deben exigir a los materiales empleados para la realización del proyecto, siendo para bastidores, el acero.

#### **Mechanical properties**

Young's modulus	①	205	-	217	GPa
Shear modulus	①	77	-	85	GPa
Bulk modulus	①	160	-	176	GPa
Poisson's ratio	①	0,285	-	0,295	
Yield strength (elastic limit)	①	400	-	1,5e3	MPa
Tensile strength	①	550	-	1,76e3	MPa
Compressive strength	①	400	-	1,5e3	MPa
Elongation	①	3	-	38	% strain
Hardness - Vickers	①	140	-	693	HV
Fatigue strength at 10 <sup>7</sup> cycles	①	* 248	-	700	MPa
Fracture toughness	①	14	-	200	MPa.m <sup>0.5</sup>
Mechanical loss coefficient (tan delta)	①	* 1,8e-4	-	0,00116	

*Tabla 10 Propiedades mecánicas del Acero. CES Edupack 2017*

#### **14.1.1. BASTIDOR ORIGINAL**

Deberá soportar la carga suspendida y los efectos que actúan en ella. Por lo que el entramado de perfiles metálicos que conforman el esqueleto del vehículo, deberá soportar mucho peso. El material a usar deberá estar formado de acero homogéneo y espesor constante.

Tipo de Acero: A 52 d

Reforma de un camión chasis-cabina de eje rígido a camión isoterma para transporte de mercancías perecederas.

Tabla 2. Características mecánicas de los aceros según la Norma NBE EA-95											
Características mecánicas	Espesor	Probeta	A 37b	A 37c	A 37d	A 42b	A 42c	A 42d	A 52b	A 52c	A 52d
Límite elástico $\sigma_s$ mínimo (kp/mm <sup>2</sup> )	≤ 16 mm		24	24	24	26	26	26	36	36	36
	> 16 mm		23	23	23	25	25	25	35 (1)	35	35
	≤ 40 mm		23	23	23	25	25	25	35 (1)	35	35
	> 40 mm		22	22	22	24	24	24	34 (1)	34	34
Alargamiento de rotura $\delta$ mínimo (en %)	≤ 40 mm	Longitudinal	26	26	26	24	24	24	22 (1)	22	22
		Transversal	24	24	24	22	22	22	20	20	20
	> 40 mm	Longitudinal	25	25	25	23	23	23	21 (1)	21	21
		Transversal	23	23	23	24	21	21	19	19	19
Resistencia a tracción $\sigma_R$ mínimo-máximo (kp/mm <sup>2</sup> ) (2)			37-48	37-45	37-45	42-53	42-50	45-50	52-62	52-62	52-62
Resiliencia	Energía absorbida $\rho$ (kp-m)		2.82	2.8	2.8	2.82	2.8	2.8	2.82	2.8	2.8
	Temperatura de ensayo °C		+20	0	-20	+20	0	-20	+20	0	-20

Tabla 11Tabla 14.2. Características de los aceros. NBE EA-95

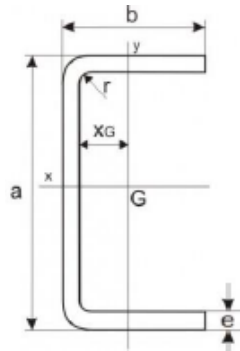


Ilustración 58. Perfil acero. NBE-EA-95

### 14.1.2. FALSO BASTIDOR/BASTIDOR AUXILIAR

Se basa en una estructura complementaria que forma parte del sistema que tiene la función de resistir las sollicitaciones de flexión y torsión. Puede estar constituido por un pequeño bastidor auxiliar delantero o trasero, o bien, por un bastidor más grande de tipo perimetral, es decir, colocado sobre el perímetro del piso.

Los largueros del mismo irán perfectamente ajustados encima del bastidor del vehículo.

Por normativa, los materiales empleados para tal fin, deberán tener características iguales o superiores al bastidor original del vehículo, además de excelentes propiedades para la soldadura.

Reforma de un camión chasis-cabina de eje rígido a camión isoterma para transporte de mercancías perecederas.

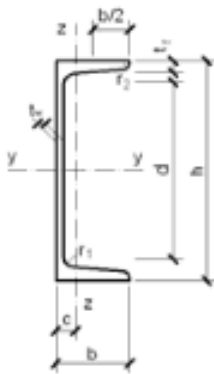


Ilustración 59 Fig. 14.1.  
Perfil acero. NBE-EA-95

El falso bastidor empleado será de un perfil UPN-120.

Presentará las mismas propiedades mecánicas que el bastidor original, ya que el acero usado será el mismo: A-52-d.

## 14.2. SOLDADURA

Las uniones de soldadura con un electrodo o hilo continuo bajo gas protector (MAG), debe cumplir con las normas de calidad, clase BK (Soldadura en ángulo) y CS (Soldadura a tope) y soldadura BS (Soldadura en bisel o tope). Debe extremarse su uso a personas altamente cualificadas.

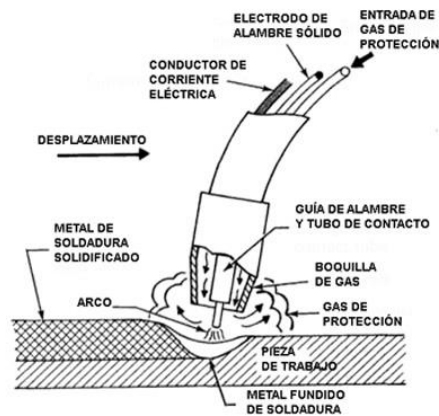


Ilustración 60 Soldadura MAG. Google

No se deben realizar soldaduras en el bastidor del chasis original sin la autorización del fabricante, excepto cuando sea para:

- ◆ El montaje de pletinas de refuerzo en las alas de los largueros.
- ◆ Refuerzos internos.
- ◆ Alargamiento de la cola del bastidor.

Siempre que se realicen soldaduras cerca de instalaciones eléctricas, se deberán proteger del calor y de las salpicaduras. Para protegerlas, se cubren con unas mantas anti

Reforma de un camión chasis-cabina de eje rígido a camión isoterma para transporte de mercancías perecederas.

calor, las cuales aíslan la instalación frente a la temperatura generada por la soldadura y de las salpicaduras resultantes.



Ilustración 61. Manta anti-calor. Google

### 14.2.1. FIJACIÓN Y ANCLAJES

La parte delantera del falso chasis no debe quedar sellada al bastidor, por lo que se recurre a dos tipos de fijaciones:

#### 14.2.1.1. FIJACIÓN RÍGIDA:

Recomendado para carrocerías de rigidez torsional no muy elevada y de utilización en carretera.

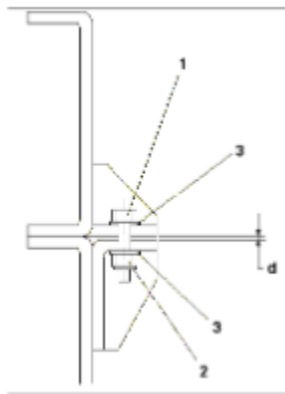


Ilustración 62 Fijación rígida. Google

#### 14.2.1.2. FIJACIÓN SEMI-ELÁSTICA

Las escuadras que se monten en el falso bastidor nunca deberán ser de características inferiores a las que monta originalmente en el bastidor el vehículo.

Reforma de un camión chasis-cabina de eje rígido a camión isoterma para transporte de mercancías perecederas.

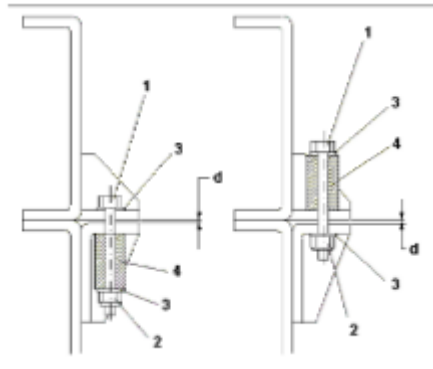


Ilustración 63. Fijación semi-elástica. Google

### 14.2.2. TORNILLOS

Tipo del acero	Resistencia a tracción $\sigma_r$ mín. máx. kg/mm <sup>2</sup>	Límite elástico convencional $\sigma_e$ mín. kg/mm <sup>2</sup>	Alargamiento de rotura $\delta$ mín. %	Resiliencia a 20° p mín. kgm/cm <sup>2</sup>	Dureza Brinell	Utilización
A6t	60 a 80	54	12	4	175 a 235	Sólo tuercas
A8t	80 a 100	64	12	7	235 a 295	Tornillo y tuercas
<b>A10t</b>	100 a 120	90	8	5	295 a 350	Sólo tornillos

Tabla 12 Características mecánicas de los aceros para tornillos y tuercas de alta resistencia.

### 14.2.3. TUERCAS

Tipo del acero	Resistencia a tracción $\sigma_r$ mín. máx. kg/mm <sup>2</sup>	Límite elástico convencional $\sigma_e$ mín. kg/mm <sup>2</sup>	Alargamiento de rotura $\delta$ mín. %	Resiliencia a 20° p mín. kgm/cm <sup>2</sup>	Dureza Brinell	Utilización
A6t	60 a 80	54	12	4	175 a 235	Sólo tuercas
<b>A8t</b>	80 a 100	64	12	7	235 a 295	Tornillo y tuercas
A10t	100 a 120	90	8	5	295 a 350	Sólo tornillos

Tabla 13 Características mecánicas de los aceros para tornillos y tuercas de baja resistencia

### 14.3. NORMAS DE EJECUCIÓN

Se expondrá la normativa a llevar a cabo en la reforma.

#### 14.3.1. FALSO BASTIDOR/BASTIDOR AUXILIAR

##### 14.3.1.1. LARGUEROS

Deberán ir extendidos sólo a lo largo de todo el bastidor original y de forma continua, siendo la parte delantera extendida lo máximo posible, llegando como mínimo hasta el soporte trasero de los muelles delanteros, o bien entre 200-250 mm por delante del primer soporte de la carrocería. Se deberá prestar bastante atención a estas indicaciones, siendo relevantes en carrocerías con cargas concentradas en la parte posterior de la cabina, evitando problemas de vibraciones.

Se deberá achaflanar el extremo delantero de los largueros con un ángulo inferior a 30°, consiguiendo una transición de la carga del chasis. El extremo delantero en contacto con el bastidor deberá presentar un radio de 5 mm como mínimo.

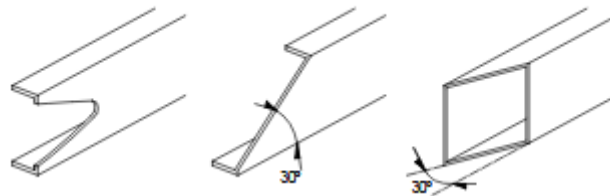


Ilustración 64 Largueros. Google

Si algún componente del vehículo impide el posicionamiento del conjunto de ambos largueros, se podrá rebajar el larguero superior, facilitando el posicionamiento de los mismos. Para ello, se deberá considerar la sección mínima cuando sucedan momentos de flexión considerables en la parte delantera.

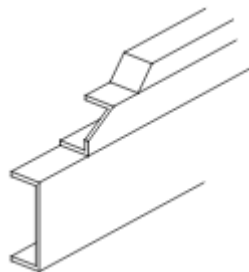


Ilustración 65 Disminución del larguero superior. Google.

### 14.3.1.2. TRAVESAÑOS

Los largueros del falso bastidor irán unidos por travesaños mediante escuadras para asegurar la resistencia.

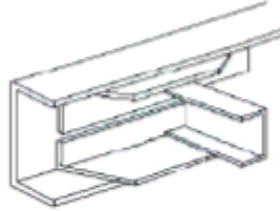


Ilustración 66 Posición de los travesaños. Google

### 14.3.2. PINTADO

Para dar paso al proceso de pintado, se deberá proteger los siguientes elementos:

- ◆ Superficies de contacto entre llantas y tambores de freno
- ◆ Carrocería con productos anticorrosivos
- ◆ Tuberías y cableados
- ◆ Elementos simples (válvulas...)

Para el secado de pintura, se tendrá en cuenta no sobrepasar los 80°C.

### 14.3.2. CARROCERÍA

El ensamblaje de la caja al chasis se realizará sobre una superficie nivelada, con largueros del bastidor original perfectamente paralelos; y los auxiliares con cantos montados evitando entallas.

### 14.3.2. REFIGERACIÓN

Como norma general no se debe modificar la configuración ni ningún componente que constituye el sistema de refrigeración (radiador, bomba, tubería de aire, circuito del líquido de refrigeración, etc.). Asimismo se debe garantizar un paso de aire suficiente a través del radiador, por lo que se recomienda seguir las siguientes normas de actuación:

- No obstruir las entradas de aire del radiador.
- No colocar placas publicitarias, carteles, embellecedores, u otros elementos decorativos delante del radiador.



Reforma de un camión chasis-cabina de eje rígido a camión isotermo para transporte de mercancías perecederas.

Es posible que se deba prever dispositivos adicionales de refrigeración cuando el vehículo deba prestar un servicio estando parado y con el motor en marcha, lo que supone un gran consumo de potencia permanentemente.

#### 14.4. TALLER EJECUTOR

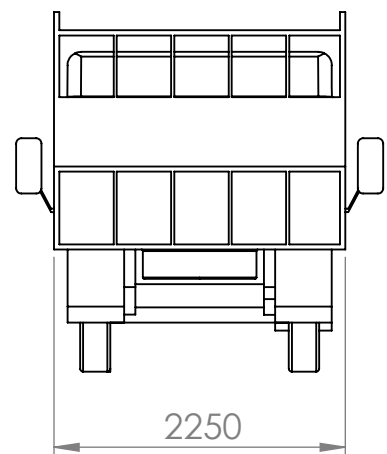
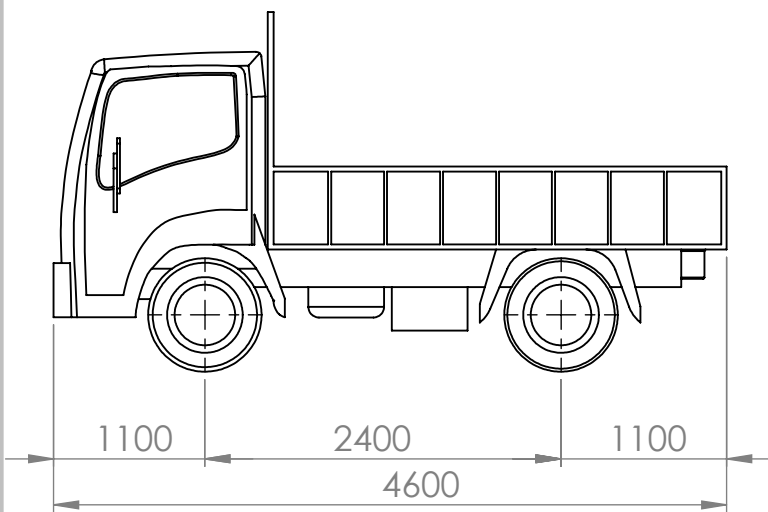
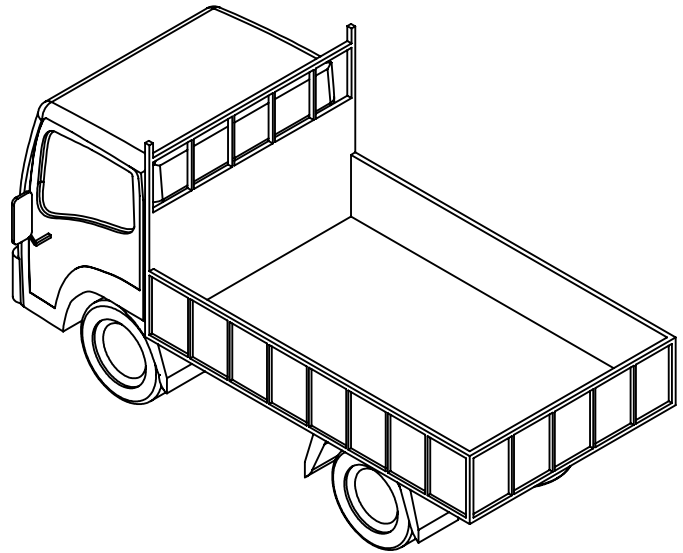
Los trabajadores del proyecto deberán estar perfectamente cualificados para el trabajo y con disposición de todos los elementos necesarios para tal fin. Además, deberá estar registrado en Industria con el debido número de registro.

### 15. PRESUPUESTO

<b>Ingeniería</b>	
Estudio del Proyecto	2.100 €
Tasas I.T.V.	64,09 €
Total:	2.164,09 €
<b>Mano de obra</b>	
Preparación del vehículo a carrozar	750 €
Desmontaje y montaje de la caja	250 €
Instalacion del equipo frigorífico	1.000 €
Operaciones de mecanizado	872 €
Modificacion y refuerzo del bastidor	1.250 €
Total:	4.122 €
<b>Materiales</b>	
Equipo frigorífico	5.100,00 €
fijación y tornillería	250 €
Bastidor de refuerzo	32,80 €
Caja cerrada (3,5 T)	1.900 €
Poliuretano Expandido	214,53 €
Poliestireno	58,59 €
Fibra de vidrio	54,62 €
Bobina de hilo MIG	25,92 €
Total:	7.636,46 €
<b>TOTAL:</b>	<b>13.922,55 €</b>
I.V.A. (21%)	2923,7355
<b>Total + I.V.A.</b>	<b>16.846,29 €</b>

## **16. PLANOS**

En este apartado, se adjuntan los planos de diseño de la preforma del vehículo, así como su diseño final. Estos vienen en formato ISO A4, acotados en milímetros, y con las principales dimensiones del vehículo con el fin de mejorar la fabricación de los mismos.



UNIVERSITAT DE VALÈNCIA  
CAMPUS D'ALCOI

TÍTULO:  
REFORMA DE UN CAMIÓN CHASIS-CABINA DE EJE  
RÍGIDO A CAMIÓN ISOTERMO PARA TRANSPORTE DE  
MERCANCÍAS PERECEDERAS

Revisado por:

Unidad:

APELLIDO 1: Morcillo

Fecha:  
21/11/2017

Escala:  
1: 50

APELLIDO 2: Esquerdo

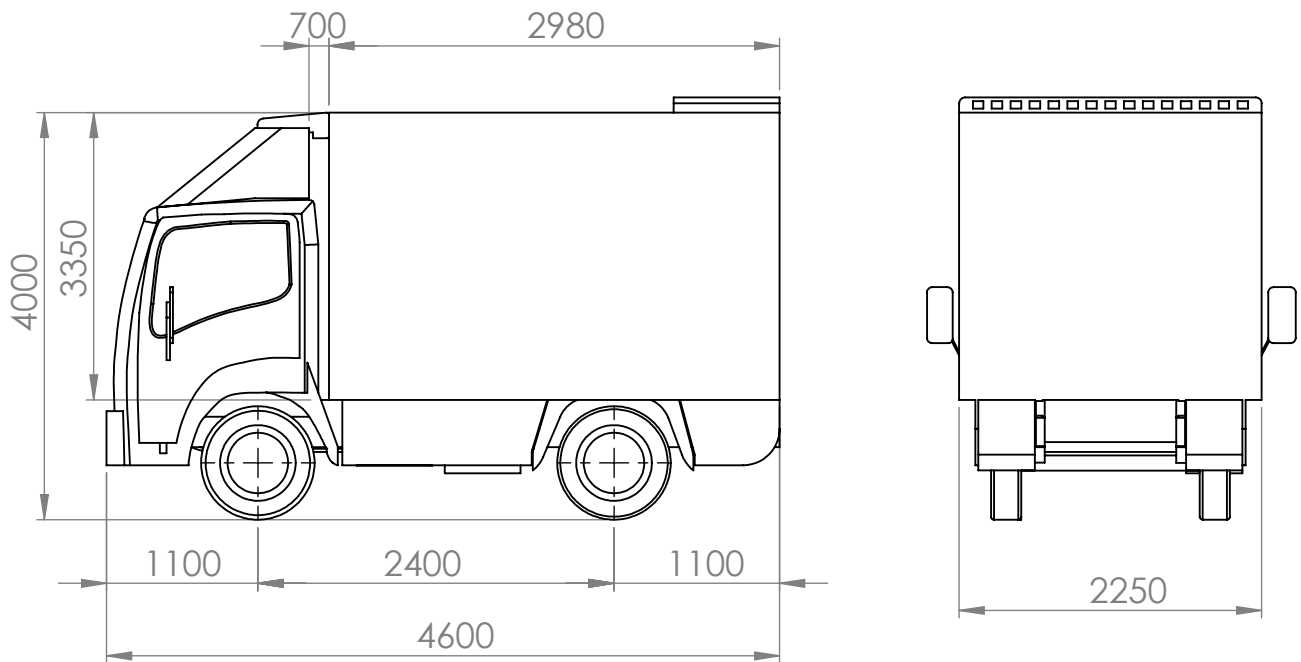
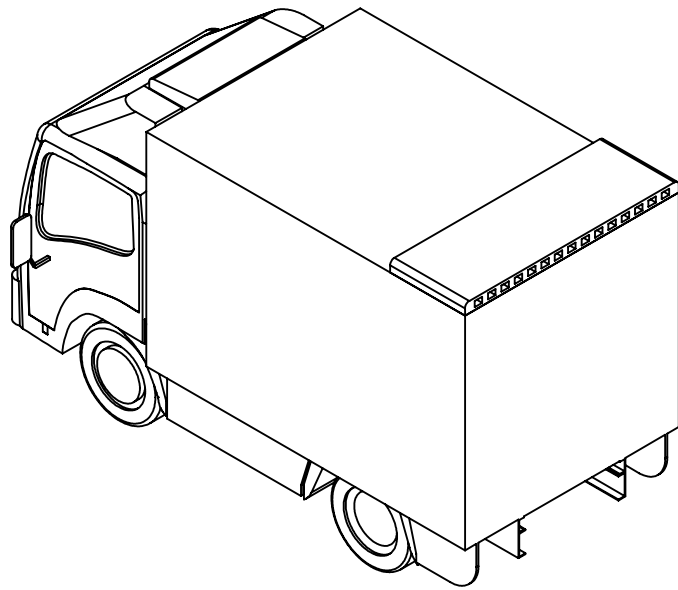
NOMBRE: María del Carmen

Hoja:  
1

Nota:



Titulación: Grado en Ingeniería Mecánica



UNIVERSITAT DE VALÈNCIA  
CAMPUS D'ALCOI

TÍTULO:  
REFORMA DE UN CAMIÓN CHASIS-CABINA DE EJE  
RÍGIDO A CAMIÓN ISOTERMO PARA TRANSPORTE DE  
MERCANCÍAS PERECEDERAS

Revisado por:

Unidad:

APELLIDO 1: Morcillo

Fecha:  
21/11/2017

Escala:  
1: 50

APELLIDO 2: Esquedo

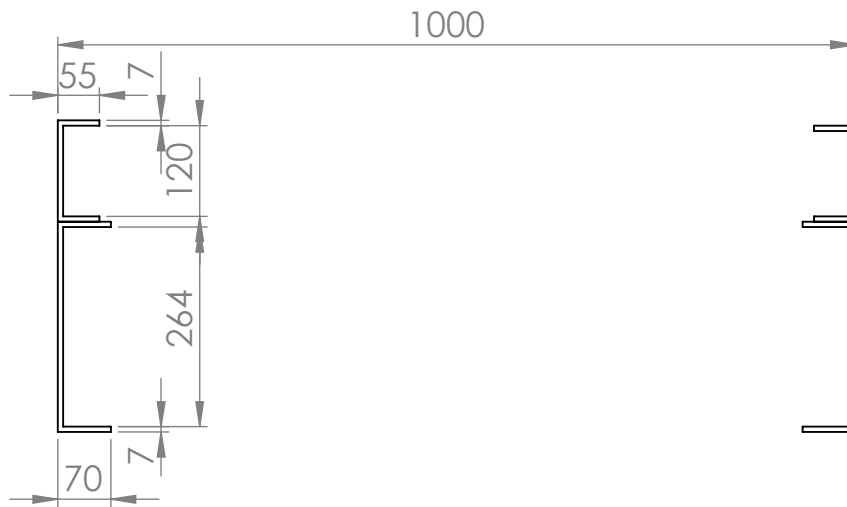
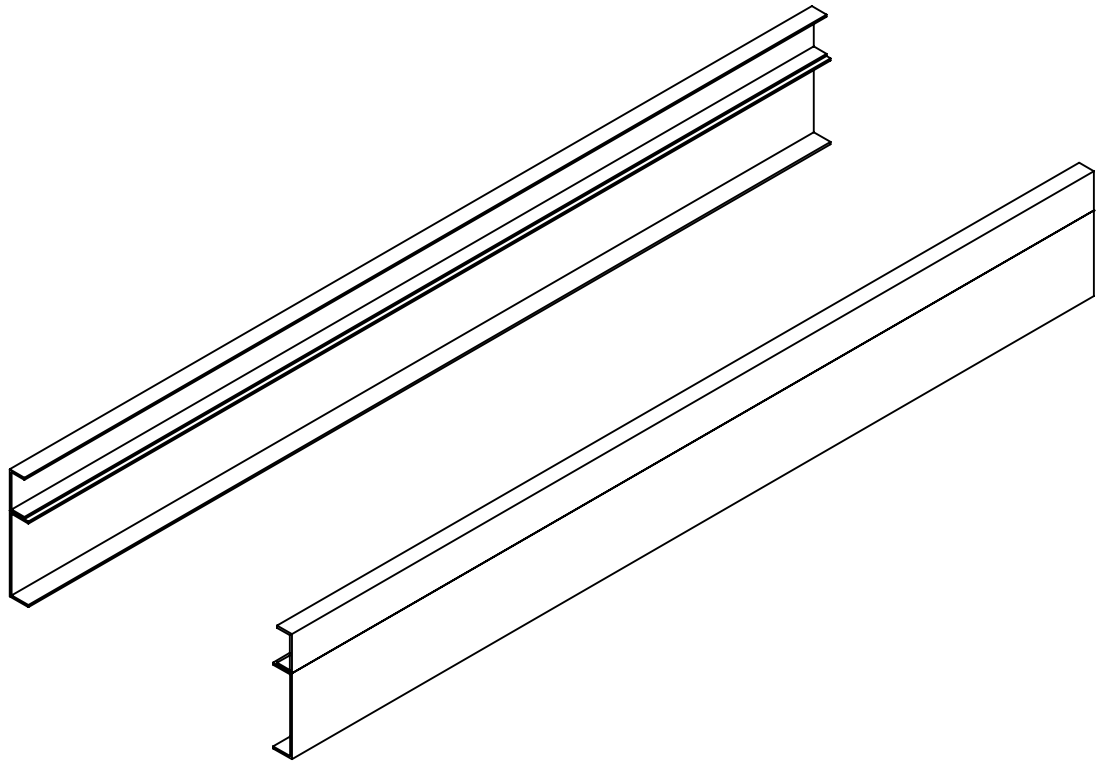
NOMBRE: Maria del Carmen

Nota:



Titulación: Grado en Ingeniería Mecánica

Hoja:  
2



UNIVERSITAT DE VALÈNCIA  
CAMPUS D'ALCOI

TÍTULO:  
REFORMA DE UN CAMIÓN CHASIS-CABINA DE EJE  
RÍGIDO A CAMIÓN ISOTERMO PARA TRANSPORTE DE  
MERCANCÍAS PERECEDERAS

Revisado por:

Unidad:

APELLIDO 1: Morcillo

Fecha:  
21/11/2017

Escala:  
1: 20

APELLIDO 2: Esquerdo

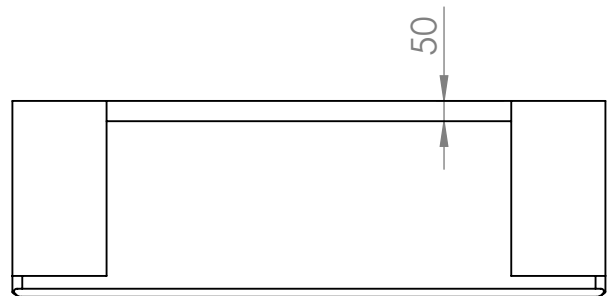
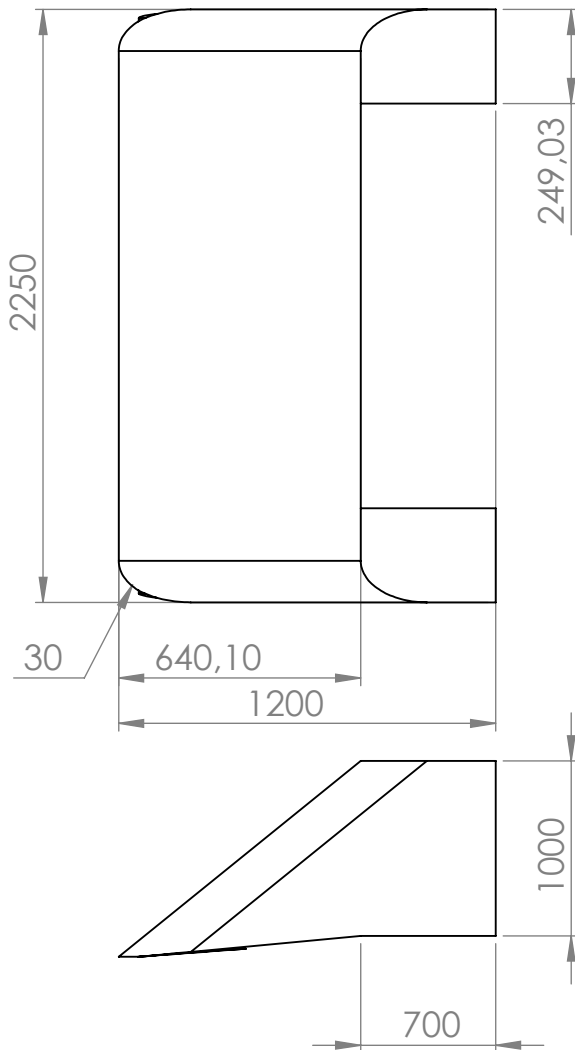
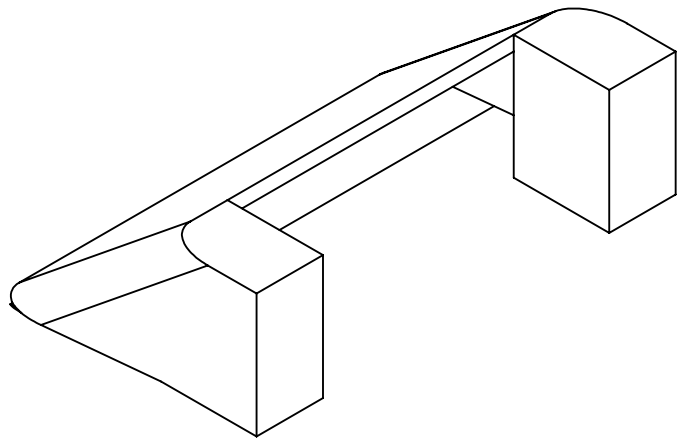
NOMBRE: Maria del Carmen

Hoja:  
3

Nota:



Titulación: Grado en Ingeniería Mecánica



UNIVERSITAT DE VALÈNCIA  
CAMPUS D'ALCOI

TÍTULO:  
REFORMA DE UN CAMIÓN CHASIS-CABINA DE EJE  
RÍGIDO A CAMIÓN ISOTERMO PARA TRANSPORTE DE  
MERCANCÍAS PERECEDERAS

Revisado por:

Unidad:

APELLIDO 1: Morcillo

Fecha:  
21/11/2017

Escala:  
1: 20

APELLIDO 2: Esquerdo

NOMBRE: María del Carmen

Hoja:  
4

Nota:



Titulación: Grado en Ingeniería Mecánica

## **17. CONCLUSIONES**

Aplicando la normativa especificada en los primeros apartados del proyecto, se han realizado los cálculos cumpliendo los coeficientes de seguridad requeridos junto con las condiciones de trabajo. Para ello, el bastidor queda reforzado junto con un perfil auxiliar permitiendo soportar las cargas uniformemente repartidas sobre el perfil original.

Durante el estudio de las cargas térmicas, se ha conseguido obtener la potencia necesaria que debe ofrecer el equipo frigorífico escogido para mantener la cadena del frío sobre el alimento a transportar.

En la inserción de deflectores, se llega a una reducción en el coeficiente de resistencia aerodinámica, y por tanto, en la propia resistencia. Todo esto consigue reducción de gasto de combustible y emisión de gases.

Por otro lado, cabe destacar que el uso de los deflectores conlleva a un aumento del peso del vehículo y por consiguiente, un aumento en la restricción de la TARA permitida, ya que la normativa en la que se rige, especifica valores máximos de uso. Esto se ha intentado paliar en parte con el uso de la resina de poliéster con fibra de vidrio. Este material destinado a deflectores consigue reducir la masa total del vehículo compitiendo con otros destinados a tal fin.

Dando un enfoque objetivo en la última idea expuesta, se presenta un balance entre la reducción de la resistencia aerodinámica o una mayor capacidad de carga, según las preferencias del usuario.

## **18. REFERENCIAS**

[1] Prontuario Ensidesa. *Manual para cálculo de estructuras metálicas tomo I*. Editorial Gráficas Reunidas, S.A. ISBN: 84-500-6777-4.

[2] Prontuario Ensidesa. *Manual para cálculo de estructuras metálicas tomo II*. Editorial Mateu Cromo. S.A. ISBN: 84-87405-05-3

[3] Ministerio de Energía, Turismo y Agenda Digital. Guía técnica: *diseño y cálculo del aislamiento térmico de conducciones, aparatos y equipos*.

<<http://www.idae.es/publicaciones/guia-tecnica-diseno-y-calculo-del-aislamiento-termico-de-conducciones-aparatos-y>>

[4] Gasservei. *Especialistas en gases refrigerantes*. <<http://www.gasservei.com/es/componentes/sustitutos-directos-del-r-22/r-134a>>

[5] Dirección General de Tráfico. *Reglamentación sobre vehículos pesados, prioritarios, especiales, de transporte de personas y mercancías y tramitación administrativa*. <<http://www.dgt.es/Galerias/seguridad-vial/formacion-vial/cursos-para-profesores-y>>

Reforma de un camión chasis-cabina de eje rígido a camión isoterma para transporte de mercancías perecederas.

[directores-de-autoescuelas/XVIII-Curso-de-Profesores/Reglamentacion-vehiculos-pesados.pdf](#)>

[6] Itv.Homologación. *Homologación de isotermos o frigoríficos.*

<http://www.itvhomologacion.com/homologacion-isotermos-frigorificos>

[7] Ministerio de la Presidencia y para las Administraciones Territoriales. Real Decreto 2483/1986, de 14 de Noviembre. *Reglamentación Técnico-Sanitaria sobre Condiciones Generales de Transporte Terrestre de Alimentos y Productos Alimentarios a Temperatura regulada.* <https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-1986-32016>

[8] Sertrans. Servicios de transporte. *Transporte frigorífico para alimentos perecederos.*

<http://www.sertrans.es/trasporte-terrestre/transporte-frigorifico-para-alimentos-perecederos/>

[9] Diario Motor. *La aerodinámica y la eficiencia: un vistazo a la historia.*

<https://www.diariomotor.com/tecmovia/2013/03/31/aerodinamica-y-eficiencia/>

[10] Motor a fondo. *La aerodinámica en los coches: Historia y evolución.*

<https://www.motorafondo.net/la-aerodinamica-en-los-coches-historia-y-evolucion/>

[11] Motor y Racing. *Aerodinámica automotriz y evolución.*

<<http://www.motoryracing.com/pruebas/noticias/la-aerodinamica-y-su-importancia/>>

[12] Diario Motor. *Enemigos de la eficiencia: la resistencia aerodinámica.*

<https://www.diariomotor.com/tecmovia/2011/11/27/enemigos-de-la-eficiencia-la-resistencia-aerodinamica/>

[13] Miguel Ángel Muñoz. *Principios básicos.*

<<http://www.manualvuelo.com/PBV/PBV13.html>>

[14] Física Termodinámica. *Principio de Bernoulli.*

<https://hernanleon1002.wordpress.com/fisica-de-fluidos-y-termodinamica/segundo-corte/marco-teorico/principio-bernoulli/>

[15] Física Termodinámica. *Efecto Venturi.*

<https://hernanleon1002.wordpress.com/fisica-de-fluidos-y-termodinamica/segundo-corte/marco-teorico/efecto-venturi/>

[16] Gyroclub de la Cierva. *Escuela de pilotos de autogiro. Nociones básicas de aerodinámica.* <[http://www.gyroclubdelacierva.es/files/nociones\\_basicas\\_de\\_aerodinamica.pdf](http://www.gyroclubdelacierva.es/files/nociones_basicas_de_aerodinamica.pdf)>

[17] Antonio Vargas. Breve historia del perfil aerodinámico.

[http://www.academia.edu/12695316/Breve\\_Historia\\_del\\_Perfil\\_Aerodinamico](http://www.academia.edu/12695316/Breve_Historia_del_Perfil_Aerodinamico)

[18] Ciencia y Poder Aéreo. Revista Científica de la Escuela de Postgrados de la Fuerza Aérea Colombiana. *El perfil alar y su nomenclatura NACA.*

<https://www.publicacionesfac.com/index.php/cienciaypoderaereo/article/view/4/106>

[19] Pierre Rapin and Patrick Jacquard.. *Refrigeration Handbook. Ashrae.* Marcombo. 2006-2010



Reforma de un camión chasis-cabina de eje rígido a camión isotermo para transporte de mercancías perecederas.

[20] J.Y. Wong, *Theory of ground vehicles*. Ed. John Miley & Sons Inc. 3ª edición. Carleton University, Ottawa.

[21] Sor Ibérica S.L.  
<http://www.soriberica.com/adaptingContenidos/muestraUsuario.asp?desplegarMenu=101&IdNodo=13>

[22] Adaico S.L. <http://www.adaico.com/2016/capitulos/pilares.pdf>

[23] Kits y Carrocerías S.L.  
[http://www.kitsycarrocerias.es/htm/kitalum\\_fichas01.php?s0=KITS%20COMPLETOS%20DE%20ALUMINIO&s1=PILARES%20KIT%20DE%20ALUMINIO](http://www.kitsycarrocerias.es/htm/kitalum_fichas01.php?s0=KITS%20COMPLETOS%20DE%20ALUMINIO&s1=PILARES%20KIT%20DE%20ALUMINIO)

## **19. ANEXOS**



2010



**EQUIPOS FRIGORÍFICOS  
PARA TRANSPORTE**



# zanotti

## transport refrigeration

- 1962** Nace Uniblock Zanotti con la idea revolucionaria de llevar la refrigeración fija "a domicilio", creando en la práctica una instalación completa y compleja dentro de un único bloque listo para usar (Plug and play).
- 1996** Una vez confirmada como Líder en más de 70 países de los 4 continentes en la refrigeración fija, inicia la exploración en el sector de la refrigeración para vehículos, el anillo que faltaba a la cadena del frío "según Zanotti".
- 2004** La filosofía de Zanotti vuelve a marcar un hito, la empresa ha alcanzado ya en este difícil y selecto sector la posición de credibilidad y fiabilidad que siempre la caracterizan.
- 2009** La aventura continúa... Una sólida y testada red de asistencia de venta en los principales países de Europa y ultramar, soluciones nuevas e innovadoras, gama renovada y tecnológicamente avanzada confirman una vez más que la refrigeración empieza con la "Zeta".
- 1962** *Zanotti is born, and is bringing to the market the revolutionary and ever seen idea to develop the first unit plug and play in the worldwide refrigeration market.*
- 1996** *After becoming the market leader for these refrigeration plug and play units in more than 70 countries all over the world, Zanotti start to move the first steps in the transport refrigeration business, as this was according to Zanotti the missing link in the "cold chain".*
- 2004** *Zanotti winning philosophy is striking again, also in this difficult and selective business Zanotti is reaching a relevant position in the market as a credible and reliable alternative in a so far monopolized market.*
- 2009** *The adventure moves on. . . . .a concrete and tested worldwide Service and Sales Network, innovative solutions, a renewed high technology range, are confirming once more time that refrigeration start from "Zet".*

# guía selección rápida

## quick selection

*suggested body truck volume*

### volumen de caja aconsejado

Modelo Model		Flecha de aire Air throw	TEMPERATURA AMBIENTE • Ambient Temperature			
			30°C		40°C	
m*		METROS CÚBICOS • m <sup>3</sup>				
		0°C	-20°C	0°C	-20°C	
BATERÍA	Z10B	3,5	6	2	4	NO
	Z12B	3,5	8	3,5	6	3
OCULTOS Y ACCIONADOS	FZ007	3	11	NO	8	NO
	FZ008	3,5	11	8	8	6
	FZ009	5	18	11	15	9
ACCIONADOS A MOTOR PARTIDOS EVAPORADOR EXTRAPLANO	Z20S	3,5	14	9	11	7
	Z25S	3,5	16	12	12	10
	Z30S	4,5	19	14	14	12
	Z38S	4,5	25	20	20	15
	FZ238	6	38	25	26	21
	FZ248	6,5	40	30	29	26
	FZ258	7	50	40	38	34
ACCIONADOS A MOTOR MONOBLOCK	FZ328	4,5	29	19	20	13
	FZ338	5,5	36	21	25	14
	FZ348	6,5	50	35	35	24
DIESEL FRONTALES	DFZ425	6	34	30	22	21
	DFZ430	7	55	41	30	25
	DFZ435	7,5	57	51	40	32
	DFZ465	8	64	54	55	46
	DFZ495	10	80	75	60	55
DIESEL BAJO CHASIS	DFZ435U	8	55	48	38	30
	DFZ465U	8	65	54	48	40
	DFZ495U	10	80	70	63	52
SEMI REMOLQUE	TFZ614	15	90	80	90	70
	TFZ620	15	90	90	90	90

\* Compruebe siempre que la flecha de aire alcanza toda la caja del camión • Always ensure that the air throw is sufficient for the length of the box

#### Homologación A.T.P. • A.T.P. homologation

##### Condiciones del cálculo • Calculation conditions

10 aperturas de puerta, 6 horas • 10 Door openings, 6 hours

Carga de mercancía ya a temperatura de transporte • Loaded goods already at transport temperature

Valores válidos para coeficiente K • Values valid for K coefficient : a • to +6°C K = 0,4; a • to 0°C K = 0,4; a • to -20°C K = 0,32

Los datos mencionados se considerarán válidos para las "condiciones de cálculo" indicadas • The above data is deemed valid for the above mentioned "calculations conditions"

#### Leyenda • Legend



Funcionamiento carretera  
Road operation



Funcionamiento red  
Stand-by operation



Proyección aire  
Air throw



Caudal aire evap.  
Evap. air flow



Peso Unidad Condensadora  
Weight condensing unit



Peso Unidad Evaporadora  
Weight evaporator unit

## battery drive

### Z10b



	30°C	m	m <sup>3</sup> /h	gas	kg
(950 W)	(380 W)	3,5	910	R404A	51

### Z12b



	30°C		30°C	m	m <sup>3</sup> /h	gas	kg
1.303 W	488 W	1.003 W	461 W	3,5	910	R404A	55

() = datos del laboratorio Zanotti • data from Zanotti technical lab








#### para todos los modelos eléctricos • for all battery powered models

fiabilidad • reliability  
 mantenimiento mínimo • minimal maintenance  
 facilidad y rapidez de instalación • quick and easy installation  
 menor impacto medio ambiental • lower environmental impact  
 gestión automática de la temperatura mediante microprocesador • automatic temperature control by microprocessor

# equipos ocultos accionados a motor








## FZ007



	30°C	m	m³/h	gas	kg
					
2.024 W	—	3	630	R134a	14








## FZ008



	30°C	m	m³/h	gas	kg
					
2.215 W	1.088 W	3	840	R404A	11,5

## FZ009



	30°C	m	m³/h	gas	kg
					
3.217 W	1.850 W		830	R404A	20,5
3.271 W	1.887 W		830	R404A	20,5

versión • *version A* : 1 x cond. 2 ( ventilad. • *f ans* )

3.217 W 1.850 W 830 R404A 20,5

versión • *version B* : 2 x cond. 1 ( ventilador • *fan* )

3.271 W 1.887 W 830 R404A 20,5

para todos los modelos accionados • *for all direct drive models*

fiabilidad • *reliability*

mantenimiento reducido • *reduced maintenance*

peso contenido • *lower weight*

gestión automática de la temperatura mediante microprocesador • *automatic temperature control by microprocessor*

menor impacto medio ambiental • *lower environmental impact*

completo con todos los accesorios de montaje • *complete with all accessories for installation*

# equipos accionados a motor



## direct drive unit



### Z20s

	30°C		30°C	m	m <sup>3</sup> /h	gas	kg	
2.247 W	1.048 W	1.258 W	541 W	3,5	910	R404A	52	14



### Z25s

	30°C		30°C	m	m <sup>3</sup> /h	gas	kg	
2.636 W	1.443 W	1.701 W	681 W	3,5	1.100	R404A	58	14



### Z30s

	30°C		30°C	m	m <sup>3</sup> /h	gas	kg	
3.113 W	1.383 W	2.211 W	609 W	4,5	1.820	R404A	78	19



### Z38s

	30°C		30°C	m	m <sup>3</sup> /h	gas	kg	
3.877 W	2.101 W	2.238 W	1.009 W	4,5	2.200	R404A	70	19



## direct drive unit



### FZ238

↻	30°C	⚡	30°C	m	m³/h	gas	kg
4.795 W	2.543 W	4.101 W	1.843 W	6	2.050	R404A	128
							26,5



### FZ248

↻	30°C	⚡	30°C	m	m³/h	gas	kg
5.459 W	3.002 W	4.505 W	2.267 W	7	3.075	R404A	132
							31,5



### FZ248/2

↻	30°C	⚡	30°C	m	m³/h	gas	kg
4.843 W	2.584 W	3.917 W	1.867 W	6	2.050	R404A	132
versión • version A : 1 x evaporador 2 ( ventiladores • fans )							
3.485 W	1.609 W	2.775 W	698 W	6	3.075	R404A	132
versión • version B : 1 x evap. 2 ( ventiladores • fans )+1 x evap. 1 ( ventilador • fan )							
1.854 W	1.585 W	1.698 W	1.725 W	4	1.025	R404A	132
							20,5



### FZ258

↻	30°C	⚡	30°C	m	m³/h	gas	kg
7.319 W	3.613 W	6.156 W	3.122 W	7	3.200	R404A	132
							42,5

# equipos accionados a motor monobloque

## FZ328

↻	30°C	⚡	30°C	m	m <sup>3</sup> /h	gas	kg
3.447 W	1.795 W	2.429 W	1.120 W	4,5	1.150	R404A	144

## FZ338

↻	30°C	⚡	30°C	m	m <sup>3</sup> /h	gas	kg
4.167 W	1.900 W	3.403 W	1.537 W	5,5	2.300	R404A	169

## FZ348

↻	30°C	⚡	30°C	m	m <sup>3</sup> /h	gas	kg
5.598 W	2.783 W	4.354 W	1.793 W	6,5	3.400	R404A	189

### FZ 238, 248, 258

unidades disponibles también en multi-temperatura • these units are available also in multi-temperature version

### para todos los modelos accionados • for all direct drive models

fiabilidad • reliability  
 mantenimiento reducido • reduced maintenance  
 peso contenido • lower weight  
 gestión automática de la temperatura mediante microprocesador • automatic temperature control by microprocessor  
 menor impacto medio ambiental • lower environmental impact  
 completo con todos lo accesorios de montaje • complete with all accessories for installation

# equipos diesel frontales



## DFZ425

↻	30°C	⚡	30°C	m	m³/h	gas	kg
4.780 W	2.213 W	4.196 W	1.721 W	6	2.200	R404A	315

## DFZ430

↻	30°C	⚡	30°C	m	m³/h	gas	kg
6.098 W	3.724 W	4.951 W	3.041 W	7	2.200	R404A	325

## DFZ435

↻	30°C	⚡	30°C	m	m³/h	gas	kg
6.944 W	4.575 W	4.242 W	3.189 W	7,5	3.300	R404A	385

## DFZ465

↻	30°C	⚡	30°C	m	m³/h	gas	kg
11.352 W	5.409 W	7.848 W	3.555 W	8,5	3.600	R404A	430

## DFZ495

↻	30°C	⚡	30°C	m	m³/h	gas	kg
14.152 W	8.246 W	8.520 W	6.057 W	10,5	4.500	R404A	515

### DFZ 425, 430, 435, 465, 495, 465U, 495U

unidades disponibles también en multi-temperatura • these units are available also in multi-temperature version

### para todos los modelos diesel - for all diesel models

menor impacto medio ambiental • lower environmental impact

gestión automática de la temperatura mediante microprocesador • automatic temperature control by microprocessor

fiabilidad • reliability

mantenimiento reducido • reduced maintenance

consumo reducido • reduced consumption

peso contenido • lower weight

# equipos diesel bajo chasis



## diesel unit



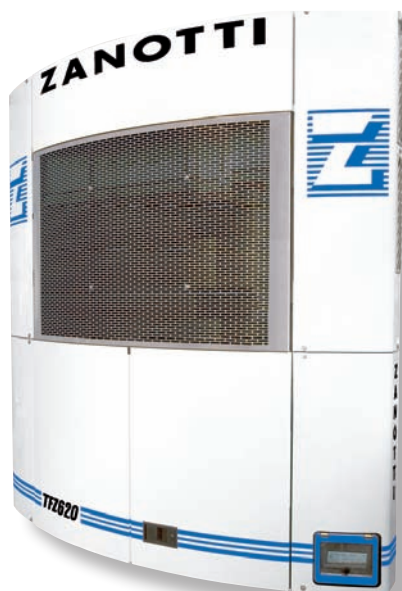
### DFZ465U

↻	30°C	⚡	30°C	m	m³/h	gas	kg
10.908 W	6.636 W	6.090 W	3.868 W	8,5	3.600	R404A	470



### DFZ495U

↻	30°C	⚡	30°C	m	m³/h	gas	kg
12.797 W	7.115 W	8.580 W	6.099 W	10,5	4.500	R404A	550

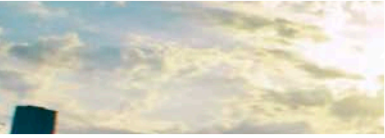


### TFZ614

↻	30°C	m	m³/h	gas	kg
15.205 W	7.460 W	15	5.500	R404A	830

### TFZ620

↻	30°C	m	m³/h	gas	kg
18.408 W	8.906 W	15	6.000	R404A	870



## ZANOTTI IBÉRICA DE REFRIGERACIÓN S.L.

Pol. Ind. El Oliveral – Calle K - nº 15

Tel. 902 55 55 44

Fax: 96 166 57 99

46394 – Ribarroja del Turia

(Valencia) – España

Email: [momplet@momplet.com](mailto:momplet@momplet.com)

Descripción, datos técnicos e ilustraciones son indicativos y no vinculantes. **Zanotti** se reserva el derecho, por razones técnicas y comerciales, de aportar en cualquier momento y sin aviso previo las modificaciones que considere necesarias, aun manteniendo invariadas las características básicas de los equipos.

*Descriptions, technical data and pictures are to be considered as a guide and not to binding. **Zanotti** reserves the right to bring such a literature, on technical and commercial grounds, at any time and without notice, any change supposed to be convenient, still being unchanged the basic features of the equipments.*



SOR IBÉRICA SA  
 Avda Llibertat, 49  
 46600 Alzira (Valencia) Spain  
 Tel 0034 96 245 77 00  
 Fax 0034 96 245 77 01/18  
 marketing@soriberica.com

## Semirremolque Standard SOR

### FICHA TÉCNICA MODELO SP71

Descripción	Espesor
Piso	125 mm
Frontal	105 mm
Trasera	60/90 mm
Lateral	60 mm
Techo	90 mm
CIERRES	2 inox con maneta
BISAGRAS	6 inox

Dimensiones	Exteriores	Interior
Largo	13600 mm	13355 mm
Ancho	2590 mm	2470 mm
Alto	2915 mm	2700 mm

### Equipamiento estándar de la carrocería

#### Piso

- Piso de PRFV (plástico reforzado con fibra de vidrio) color gris antideslizante y reforzado para el paso de carretillas tara+carga: 8.000Kg
- Faldillas traseras pasadas en el perfil paragolpes trasero
- Guardabarros y faldillas homologados conforme a directiva CE
- Refuerzos para logística

#### Frontal

- Frontal monobloque de perfil aerodinámico
- Canalizaciones de PRFV integradas en el frontal para facilitar el retorno del aire

#### Trasera

- Marco inox especial de alta resistencia de espesor 3mm
- 5 tacos paragolpes horizontales y 2 verticales traseros
- Sujetapuertas inox.
- Escalera de acceso trasera corredera de 2 peldaños en acero galvanizado
- Goma de 5 alas en puertas traseras
- Taco goma en puertas traseras para protección de los laterales

#### Laterales

- Zócalo de aluminio 250x60mm

#### Techo

- Cuatro plafones interiores empotrados en techo con interruptor en la parte trasera del chasis

SOR IBÉRICA SA, en su afán de continua adaptación a las necesidades de sus clientes, se reserva el derecho a modificar los estándares de todos y cada uno de sus productos. Estas modificaciones podrán aparecer o no en la web o en cualquiera de las herramientas de comunicación que la empresa utiliza dependiendo del estado de actualización de las mismas por lo que se aconseja confirmar las condiciones de éstos antes de la realización de un pedido



## Equipamiento opcional

Para transporte de flores  
Para unidad calorífica  
Con puerta de persiana  
Altura interior ><2650mm

### PISO

Piso aluminio total o parcial  
Prolongación piso marco trasero inox.  
Desagües con sifón  
Raíles sujetacargas  
Sistema de carga por rodillos  
Insonorización conforme a normativa PIEK

### TRASERA

Chapa protección cantos puertas  
Espesor 60 mm.  
Bandas de protección  
Portones aireación

### LATERALES

Zócalo acero inox.  
Banda protección laterales en inox, aluminio o PRFV  
Raíles sujetacargas  
Opción espesor 45 mm.

### TECHO

Canal lona  
Canal aluminio  
Raíles sujetacargas

### FRONTAL

Defensa interior equipo de frío  
Portones aireación  
Escalera acceso portones

### ACCESORIOS

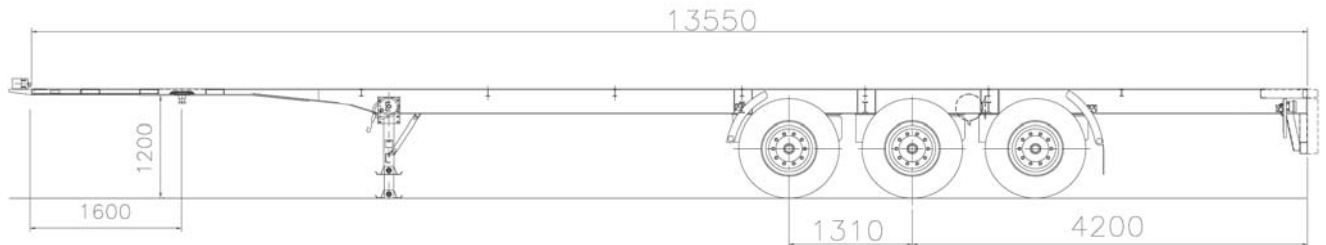
Acabado TIR  
Panel divisorio fijo longitudinal/transversal  
Panel divisorio corredero  
Separador de carga  
Cierre seguridad FAC  
Rotulación  
Sistema antiproyección  
Protección lateral abatible  
Puerta lateral (sencilla, doble o corredera)  
Color personalizado





SOR IBÉRICA SA  
 Avda Llibertat, 49  
 46600 Alzira (Valencia) Spain  
 Tel 0034 96 245 77 00  
 Fax 0034 96 245 77 01/18  
 marketing@soriberica.com

## Características técnicas del chasis



### Equipamiento estándar

#### Construcción del chasis

- Masa total (MT) sobre king pin: 13 TM
- MT en ejes: 27 TM
- MT técnicamente admisible: 40 TM
- Pies apoyo mecánicos de 2 velocidades
- Granallado 2 ½ SA con bolas de acero
- Capa de imprimación de silicato de zinc de dos componentes
- Pintura: 1ª capa de protección imprimación de 2 componentes y 2ª capa acabado de poliuretano de 2 componentes (color gris plata SOR)
- Estructura con largueros de sección en doble "T" 1 sola pieza en acero S355JR
- Dispositivo antiempotramiento trasero homologado según directiva CE

#### Ejes

- BPW ECO PLUS con disco de 4309TSB o tambor 420x180 y palancas automáticas de freno
- Suspensión original BPW con diaprés de 360 mm
- Elevador bilateral BPW con válvulas Wabco de descenso automático en 1er eje
- 7 neumáticos Michelin 385/65 R. 22.5 con llanta de acero

#### Sistema de frenado

- Instalación de frenos homologada según directiva CE y reglamento CEPE/ONU
- Válvulas circuito neumático Wabco
- ABS Wabco VCS II, 2 sensores/2 moduladores en eje central
- 2 cámaras de freno en primer eje y 4 actuadores de freno en 2º y 3er eje
- 1 calderín de 60 litros y 1 calderín de 40 litros en acero

#### Luces

- Sistema eléctrico a 24V con 2 conexiones de 7 polos ISO 1185 y 3731 estanco
- Grupo óptico trasero de 7 cámaras con triángulo incorporado
- Chapas traseras central y soporte pilotos en inox. AISI 304



## Equipamiento opcional

### Accesorios

#### TRASERA

Trasera tubo galvanizada con silentblocks

#### RUEDAS

Llantas aluminio  
Embellecedores de tuerca  
Guardabarros individuales  
Neumáticos 385/55 R.22.5  
Testigos de apriete de tuerca  
Otras marcas de neumáticos

#### LUCES

Grupos ópticos redondos  
Grupos ópticos traseros LED  
Galibos traseros LED  
Luz de trabajo  
Protector grupos ópticos traseros  
Doble grupo óptico trasero  
4+4 luces laterales de posición Hella  
LED según normativa CE

#### PIES DE APOYO

JOST MODUL de 2 velocidades  
JOST MODUL semireforzado  
JOST MODUL heavy duty  
JOST MODUL CH  
Otras marcas de pies de apoyo

#### EJES

Freno tambor BPW 420x200  
ABS a 2 ejes (4S/2M) ó (4S/3M)  
EBS a 1 eje  
EBS a 2 ejes  
Eslingas de eje  
Indicadores desgaste de pastillas de freno  
Sistema antivació del diaprés  
Ejes 10Tm  
Eje autodireccional  
Sistema direccional  
Elevador eléctrico  
Otras marcas de ejes, valvulería, etc.

#### OTROS

Cuello del chasis empotrado  
Cuenta Kilómetros BPW/JOST  
Cuna porta ruedas entre largueros  
Porta ruedas basket (individual o doble)  
Protección lateral homologada conforme directiva CE  
Conexiones frontales correderas  
Engrase centralizado  
2 calzos de rueda  
Avisador acústico de marcha atrás  
Refuerzo king pin 15 Tm  
Anillas amarre barco  
Frontal chasis para barco  
Refuerzo ferry  
Chasis preparado para tractora de 3 ejes  
Llave de buje  
Llave de rueda  
Calderín extra para suspensión





## Características y aplicaciones

El R404A es una mezcla ternaria compuesta por R-125, R-143A y R-134a. Sus características termodinámicas lo constituyen como el sustituto ideal del R-502 para el sector de la refrigeración en nuevas instalaciones para bajas y medias temperaturas. El R-404A se caracteriza por su notable estabilidad química y de un bajo deslizamiento de temperatura (Glide), de 0,7°C. Su clasificación es **A1** grupo **L1**.

Su principal aplicación son las instalaciones nuevas para bajas y medias temperaturas.

También existe la posibilidad de reconvertir una instalación de R-502 a R-404A, eliminando el 95% del aceite mineral o alquilbencénico original, por un aceite polioléster. Es necesario cambiar el filtro secador (recomendable tamiz molecular XH9 y XH7), la válvula de expansión por una de R-404A, y sobredimensionar el condensador.

El R-404A es una mezcla de refrigerantes a base de HFC, los cuales no son compatibles con los lubricantes tradicionales que trabajaban con R-502. El único lubricante idóneo para utilizar con el R404A es el aceite polioléster(POE).

## Toxicidad y almacenamiento

El R-404A es muy poco tóxico incluso con exposiciones prolongadas de tiempo. El AEL (Allowable Exposure Limit) es de 1000 ppm (8 horas, TWA). Los envases del R-404A deben almacenarse en lugares frescos y ventilados lejos de fuentes de calor. Los vapores, en caso de fuga tienden a acumularse a nivel del suelo.

## Componentes

Nombre químico	% en peso	Nº . CE
1,1,1,2- Tetrafluoroetano (R-134a)	4	212-377-0
Pentafluoroetano (R-125)	44	206-557-8
1,1,1-Trifluoroetano (R-143a)	52	206-996-5



## Propiedades físicas

PROPIEDADES FÍSICAS		R-404 A
Peso molecular	(g/mol)	97.61
Temperatura ebullición a (1,013 bar)	(°C)	-46.45
Deslizamiento temperatura de ebullición (a 1,013 bar)	(K)	0.7
Temperatura crítica	(°C)	72.07
Presión crítica	(bar abs)	37.31
Densidad crítica	(Kg/m³)	484
Densidad del líquido (25°C)	(Kg/m³)	1048
Densidad del líquido (-25°C)	(Kg/m³)	1236
Densidad del vapor saturado (a 1,013 bar)	(Kg/m³)	5.41
Presión del vapor (25°C)	(bar abs)	12.42
Presión del vapor (-25°C)	(bar abs)	2.49
Calor latente de vaporización (a 1,013 bar)	(KJ/Kg)	200
Calor específico del líquido (25°C) (1,013 bar)	(KJ/Kg.K)	1.64
Calor específico del vapor (25°C) (1,013 bar)	(KJ/Kg.K)	0.88
Conductibilidad térmica del líquido (25°C)	(W/mk)	0.064
Conductibilidad térmica del vapor (1,013 bar)	(W/mk)	0.0143
Solubilidad con el agua (25°C)	(ppm)	Despreciable
Límite de inflamabilidad (25°C)	(% vol)	Ninguno
Toxicidad (AEL)	(ppm)	1000
ODP	-	0
PCA (GWP)	-	3922

## Comparativa de rendimientos entre el R-404A y el R-502:

Las propiedades termodinámicas del R-404A son muy similares a las del R-502, esto queda evidenciado en el siguiente ejemplo:

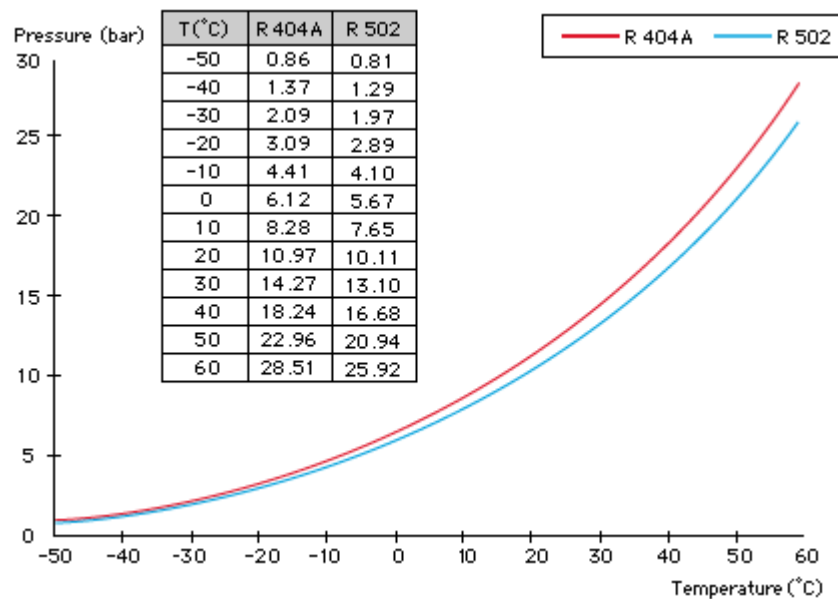
Las condiciones operativas simulan un ciclo real a media temperatura, típico de la refrigeración comercial.

1. Temperatura a la entrada del Evaporador: -25 °C
2. Temperatura a la entrada del Condensador: 45 °C
3. Subenfriamiento: 5 °C
4. Sobrecalentamiento: 45 °C
5. Coeficiente de Compresión Isoentrópica



Ejemplo de un ciclo de refrigeración comercial	R-404A	R-502
Presión de evaporación (bar)	2.54	2.4
Presión de condensación (bar)	20.36	18.72
Trabajo de compresión	8	7.8
Temperatura de descarga (°C)	95	102
COP	1.8	1.9
Capacidad neta de refrigeración (KJ/Kg)	97	95
Capacidad volumétrica de refrig. (KJ/Kg)	1027	1039
Temperatura deslizamiento (evap.) (°C)	0.5	0
Temperatura deslizamiento (cond.) (°C)	0.3	0

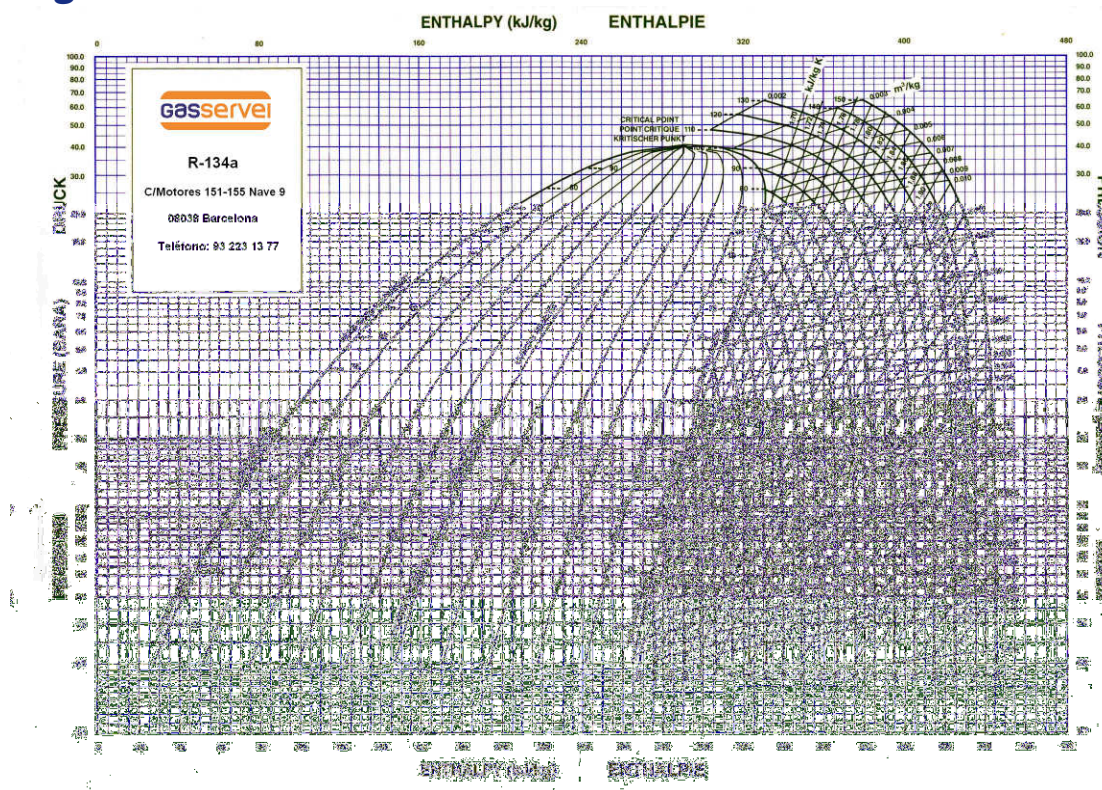
### Gráfica comparativa temperatura/presión del R-502- R-404A:



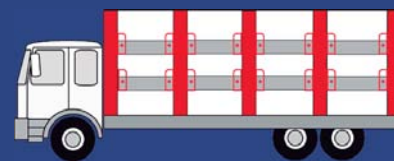


TEMP. (°C)	PRESION ABSOLUTA (bar)		DENSIDAD (Kg/m <sup>3</sup> )		ENTALPIA (kJ/Kg)		ENTROPIA (kJ/Kg.K)	
	BURBUJA	ROCIO	BURBUJA	ROCIO	BURBUJA	ROCIO	BURBUJA	ROCIO
-50	0.85	0.82	1319.99	4.49	135.68	337.63	0.8120	1.7191
-45	1.09	1.05	1304.99	5.64	141.64	340.80	0.8384	1.7131
-40	1.36	1.32	1289.70	7.01	147.68	343.95	0.8644	1.7079
-35	1.70	1.65	1274.09	8.62	153.79	347.07	0.8902	1.7034
-30	2.09	2.04	1258.12	10.52	159.97	350.15	0.9158	1.6993
-25	2.55	2.49	1241.76	12.73	166.24	353.18	0.9412	1.6958
-20	3.08	3.01	1224.97	15.30	172.60	356.16	0.9664	1.6926
-15	3.70	3.62	1207.70	18.25	179.04	359.07	0.9914	1.6898
-10	4.40	4.32	1189.90	21.66	185.57	361.90	1.0162	1.6873
-5	5.20	5.11	1171.52	25.55	192.20	364.65	1.0409	1.6849
0	6.11	6.01	1152.51	30.00	198.92	367.31	1.0655	1.6827
5	7.13	7.03	1132.78	35.07	205.76	369.86	1.0899	1.6806
10	8.28	8.16	1112.27	40.38	212.70	372.28	1.1143	1.6765
15	9.55	9.43	1090.89	47.38	219.77	374.57	1.1387	1.6743
20	10.97	10.84	1068.53	54.82	226.97	376.71	1.1630	1.6720
25	12.54	12.40	1045.08	63.28	234.32	378.68	1.1873	1.6695
30	14.25	14.12	1020.38	72.89	241.82	380.47	1.2117	1.6667
35	16.16	16.01	994.26	83.86	249.50	382.03	1.2362	1.6636
40	18.23	18.08	966.50	96.39	257.39	383.35	1.2609	1.6611
45	20.49	20.34	936.81	110.80	265.51	384.38	1.2859	1.6595
50	22.95	22.80	904.81	127.46	273.91	385.08	1.3113	1.6556

### Diagrama de Mollier



**Pilares y Accesorios**  
*Pillars and Accessories*  
**Ranchers et Accessoires**  
*Rungen und Zubehör*  
**Colunas e Acessórios**



Pilares ADAICO

*ADAICO Pillars*

Ranchers ADAICO

*ADAICO Rungen*

Colunas ADAICO



pag. 8-27

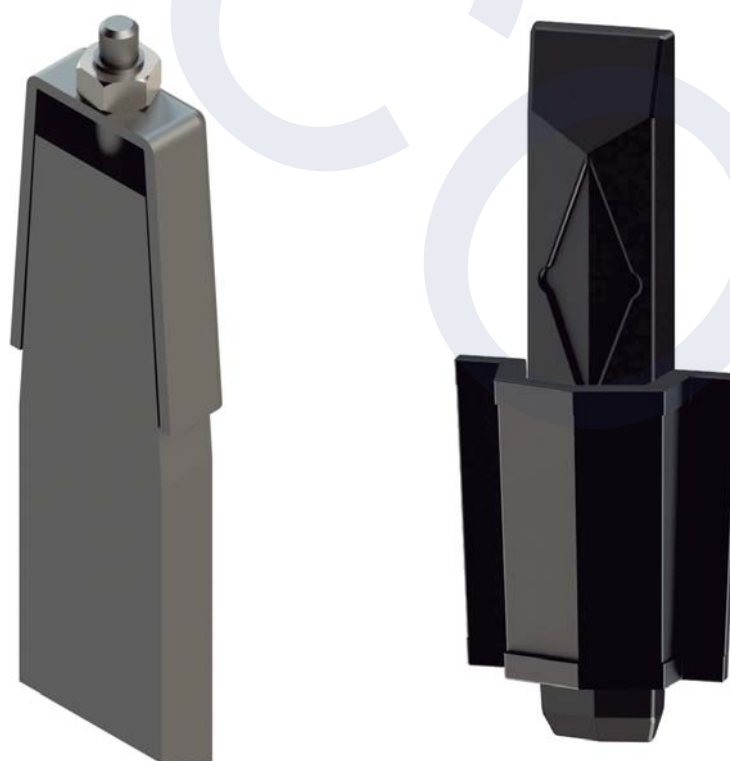
Cuñas de Pilar

*Pillar Anchor*

Pied de Rancher

*Rungenkeil*







Cunhas de Pillar







pag. 28



# PILARES / PILLARS / COLUNAS

Standard	Standard modular	Doble Piso Double Deck	Fix-front modular
 <p>Opción: Pilar Multipoint Opção: Coluna Multipoint Option: Multipoint Pillar</p>  <p>pág. 10</p>	 <p>pág. 14</p>	  <p>elevation standard</p> <p>pág. 12</p>	 <p>pág. 15</p>
<p>-Para Curtain-Sider de techo sin elevación para cortar a la altura deseada. -Mecanismo: Estándar -Omega: Acero S355MC (alto lím elástico) e=3mm. -Tratamiento superficial: cataforésis en negro 10 µm (opcional chapa decapada)</p>	<p>-Para Curtain-Sider de techo sin elevación y alturas desde 2520 mm. a 2920 mm. con carro 0502277/78/79. -Mecanismo: Reducido -Omega: Acero S355MC (alto lím elástico) e=3mm. -Tratamiento superficial: cataforésis en negro 30 µm.</p>	<p>-Para Curtain-sider con y sin elevación de techo y alturas desde 2576 mm. a 2976 mm. con carro-alargadera 0502287/88. Mecanismo: Reducido Omega: Acero S/700MC (alto limite elastico) e= 2,5 mm. Tratamiento superficial:cataforésis en negro 30 µm.</p>	<p>-Para Curtain-Sider de techo de elevación y alturas desde 2520 mm. a 2920 mm. con carro 0502286. -Mecanismo: Reducido -Omega: Acero S355MC (alto lím elástico) e=3mm. -Tratamiento superficial: cataforésis en negro 30 µm.</p>
<p>-Para Curtain-Sider de teto sem elevação para cortar à altura desejada -Mecanismo: Standard -Omega: Aço S355MC (alto lím elástico) e=3mm. -Tratamiento superficial: cataforése em preto 10 µm (opcional chapa decapada)</p>	<p>-Para Curtain-Sider de teto sem elevação e alturas desde 2520 mm. a 2920 mm. com carro 0502277/78/79. -Mecanismo: Reduzido -Omega: Aço S355MC (alto lím elástico) e=3mm. -Tratamiento superficial: cataforése em preto 30 µm.</p>	<p>-Para Curtain-sider com e sem elevação e alturas desde 2576 a 2976 mm. com carro/alargadeira 0502287/88. Mecanismo: Reduzido Omega: Aço S/700MC (alto limite elastico) e= 2,5 mm. Tratamiento superficial: cataforése em preto 30 µm.</p>	<p>-Para Curtain-Sider de teto com elevação e alturas desde 2520 mm. a 2920 mm. com carro 0502286. -Mecanismo: Reduzido -Omega: Aço S355MC (alto lím elástico) e=3mm. -Tratamiento superficial: cataforése em preto 30 µm.</p>
<p>-For CS trucks without roof elevation. To be cut to the desired height. -Mechanism: Standard -Pillar-Body: Steel type S355MC (high elastic limit) thickness=3mm. -Surface treatment: Black cathoporesis 10 µm (option in stripped steel).</p>	<p>-For CS trucks without roof elevation. Heights between 2520 mm. and 2920 mm.with top parts 0502277/78/79 -Mechanism: Reduced. -Pillar-Body: Steel type S355MC (high elastic limit) thickness=3mm. -Surface treatment: Black cathoporesis 30 µm</p>	<p>-For CS trucks with and without roof elevation. Heights between 2576 and 2976 mm. with top parts 0502287/8. -Mechanism: Reduced. -Pillar-Body: Steel type S/700MC (high elastic limit) thickness=2,5 mm. -Surface treatment: Black cathoporesis 30 µm</p>	<p>-For CS trucks with roof elevation. Heights between 2520 mm. and 2920 mm.with top part 0502286. -Mechanism: Reduced. -Pillar-Body: Steel type S355MC (high elastic limit) thickness=3mm. -Surface treatment: Black cathoporesis 30 µm</p>



XL Modular	XL Fix-front modular	XL Telescopic modular	Alu
 <p>pág. 16</p>	 <p>pág. 17</p>	 <p>pág. 18</p>	 <p>pág. 19</p>
<p>-Para Curtain-Sider de techo sin elevación y alturas desde 2520 mm. a 2920mm. con carro 0502293/94/95. -Mecanismo: Reducido -Omega: Acero S700MC (alto lím elástico) e=2,5mm. -Tratamiento superficial: cataforésis en negro 30 µm.</p>	<p>-Para Curtain-Sider de techo de elevación y alturas desde 2520mm. a 2920mm. con carro 0502270/71/75. -Mecanismo: Reducido -Omega: Acero S700MC (alto lím elástico) e=2,5mm. -Tratamiento superficial: cataforésis en negro 30 µm.</p>	<p>Para curtain-sider de techo de elevación y alturas desde 2520 mm. a 2920 mm. con carros 0502261/62/63 Para carga y descarga, no para viajar elevado Mecanismo: Reducido Omega: Acero S700MC (alto lím elástico) e=2,5mm. -Tratamiento superficial: cataforésis en negro 30 µm.</p>	<p>-Para Curtain-Sider de techo con elevación mecánica. Pilar de aluminio ultraligero Para Curtain-Sider de techo sin elevación. -Mecanismo: Remachable con cataforesis -Omega: Aluminio aleación 6082 T-6.</p>
<p>-Para Curtain-Sider de teto sem elevação e alturas desde 2520 mm. a 2920mm. com carro 0502293/94/95. -Mecanismo: Reduzido -Omega: Aço S700MC (alto lím elástico) e=2,5mm. -Tratamento superficial: cataforése em preto 30 µm.</p>	<p>-Para Curtain-Sider de teto de elevação e alturas desde 2520mm. a 2920mm. com carro 0502270/71/75. -Mecanismo: Reduzido -Omega: Aço S700MC (alto lím elástico) e=2,5mm. -Tratamento superficial: cataforése em preto 30 µm.</p>	<p>-Para Curtain-Sider de teto de elevação e alturas desde 2520mm. a 2920mm. com carro 0502261/62/63. -Mecanismo: Reduzido -Omega: Aço S700MC (alto lím elástico) e=2,5mm. -Tratamento superficial: cataforése em preto 30 µm.</p>	<p>-Para Curtain-Sider de teto com elevação mecânica. Pilar de alumínio ultra-ligeiro Para Curtain-Sider de teto sem elevação -Mecanismo: Rebitado com cataforesis -Omega: Aluminio liga 6082 T-6.</p>
<p>-For CS without roof elevation. Heights between 2520 mm.and 2920mm.with top part 0502293/94/95. -Mechanism: Reduced. -Pillar-Body: Steel type S700MC (high elastic limit) thickness=2,5mm. -Surface treatment: Black cataphoresis 30 µm.</p>	<p>-For CS with roof elevation. Heights between 2520mm. and 2920mm.with top parts 0502270/71/75. -Mechanism: Reduced. -Pillar-Body: Steel type S700MC (high elastic limit) thickness=2,5mm. -Surface treatment: Black cataphoresis 30 µm.</p>	<p>-For CS with roof elevation. Heights between 2576 mm.and 2976 mm. with top parts 0502261/62/63. -Mechanism: Reduced. -Pillar-Body: Steel type S700MC (high elastic limit) thickness=2,5mm. -Surface treatment: Black cataphoresis 30 µm.</p>	<p>-Light Alu Pillar for CS without roof elevation -Mechanism: Riveted with cataphoretic painting -Pillar-Body: Alu type 6082 T-6.</p>





# PILAR STANDARD / STANDARD PILLAR / COLUNA STANDARD

PILARES Y ACCESORIOS / PILLARS AND ACCESSORIES / COLUMNAS E ACESSÓRIOS

Pilar Standard  
Standard Pillar  
Coluna Standard

Ref	Kg	Mat	Col	Lot
0505010	23,500	STEEL		1
0505014	23,100	STEEL	●	1

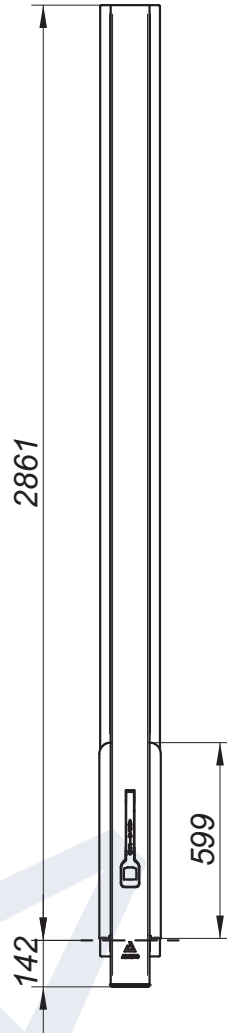
Carro - Rodizio - Top Roller				0505010 0505014 - KTL	
0502043	0502277	0502278	0502279		
Cartolilla - Caixa Regua - Timberholder			Uña - Unha - Pocket		
p/remachar - p/rebitar - to rivet		p/soldar - p/soldar - to weld		p/remachar - p/rebitar - to rivet	
0502212/13 		0502542/43 		0502209 	
		Zn 0502206/18 		p/soldar - p/soldar - to weld 1204056 	
		0502540/41 		1204008 	
Soporte - Suporte - Chassishook			Mecanismo - Mecanismo - Mechanism		
0506003 0506005 		0506002 0502002 		0502080 	
p/atornillar - p/parafusar - to screw		p/soldar - p/soldar - to weld			



Pilar Standard 2 Cartolillas  
 Standard Pillar 2 Timberholder  
 Coluna Standard 2 Caixas

Ref	Kg	Mat	Col	Lot
<b>0505015</b>	24,000	STEEL	●	1

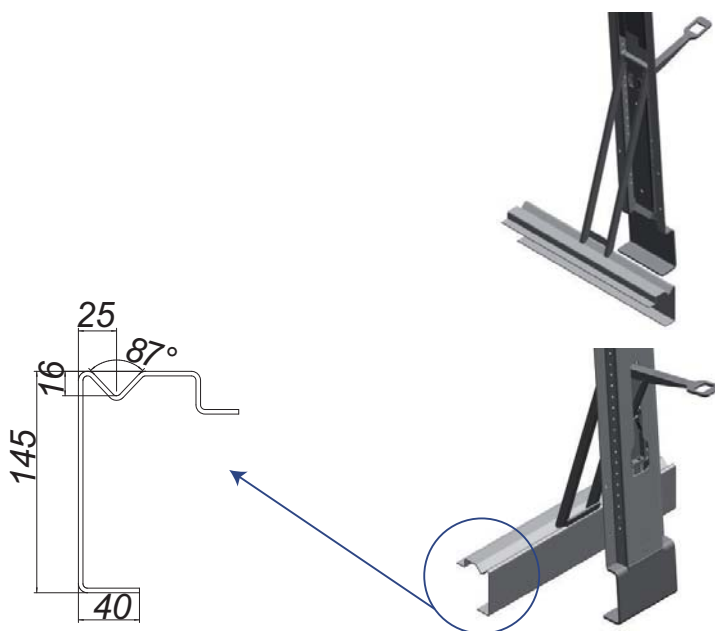
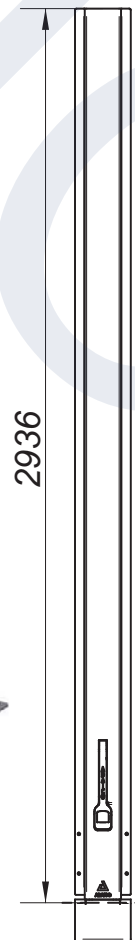
Cataforesis 10μ  
 Cataphoresis 10μ



Pilar Multipoint  
 Multipoint Pillar  
 Coluna Multipoint

Ref	Kg	Mat	Col	Lot
<b>0506305</b>	24,750	STEEL	●	1

Cataforesis 10μ  
 Cataphoresis 10μ



PILARES Y ACCESORIOS / PILLARS AND ACCESSORIES / COLUMNS E ACESSÓRIOS



# PILAR DOBLE PISO / DOUBLE DECK PILLAR / COLUNA DUPLO PISO

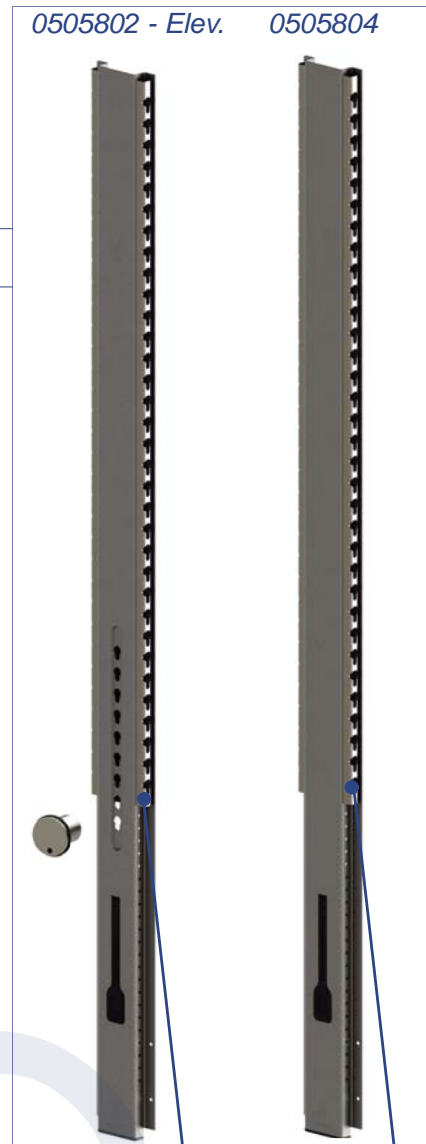
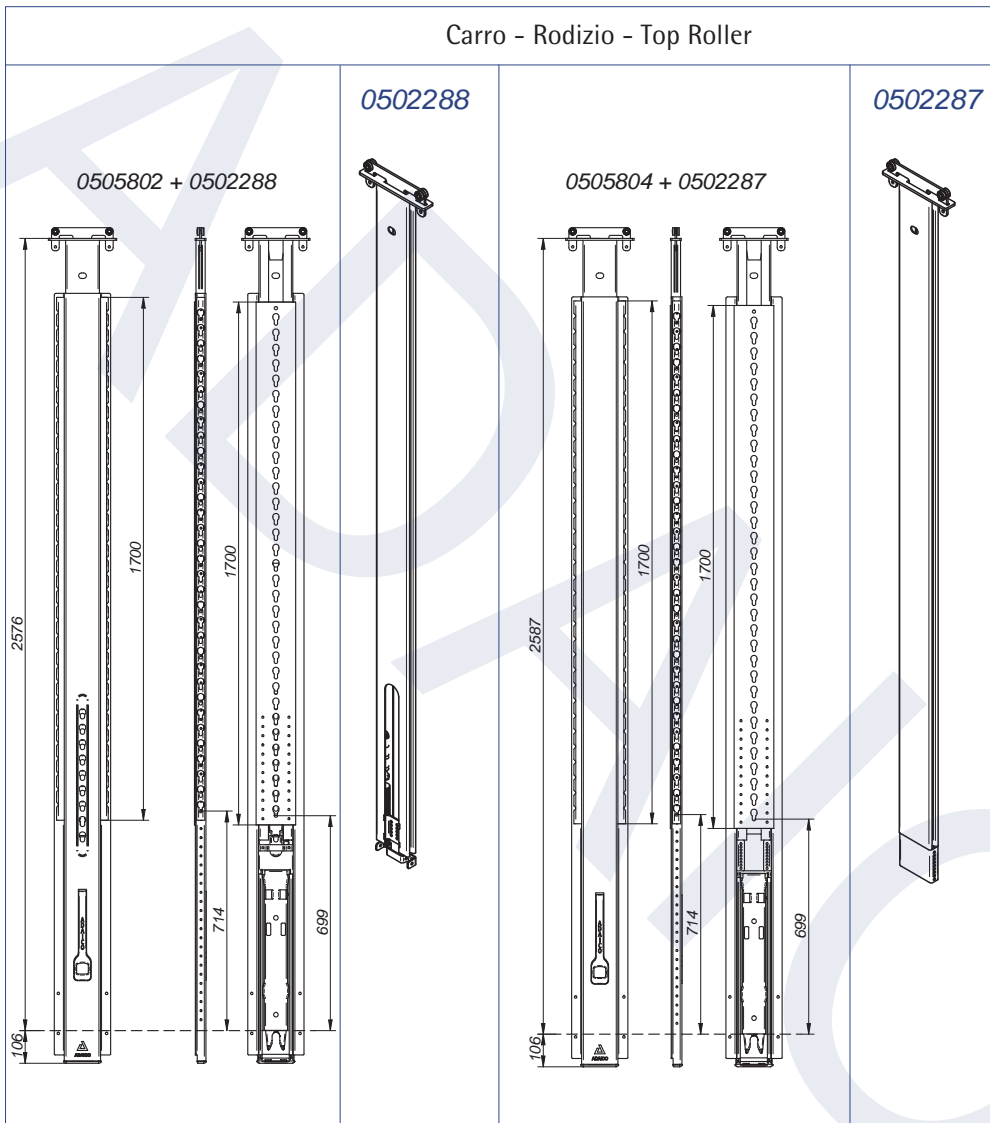
PILARES Y ACCESORIOS / PILLARS AND ACCESSORIES / COLUMNS E ACESSÓRIOS

Pilar Doble Piso  
Double Deck Pillar  
Pilar Duplo Piso

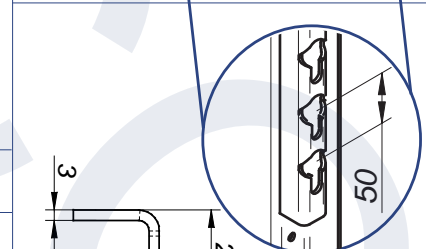
Ref	Kg	Mat	Col	Article	Lot
0505802	25,400	STEEL	●	with Elevation	1
0505804	25,400	STEEL	●	Fixed	1

Cataforesis 30µ  
Cataphoresis 30µ

0505802 - Elev. 0505804



U Perfil - U Perfil - U Profil

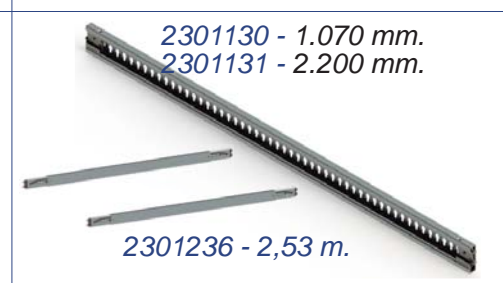


p/atornillar - p/parafusar - to screw  
2301129 - 1,7 m. e= 3  
p/soldar - p/soldar - to weld  
2301138 - 1,7 m. e= 3

Cartolilla - Caixa Regua - Timberholder



Perfil - Perfil - Profile



Soporte - Suporte - Chassishook



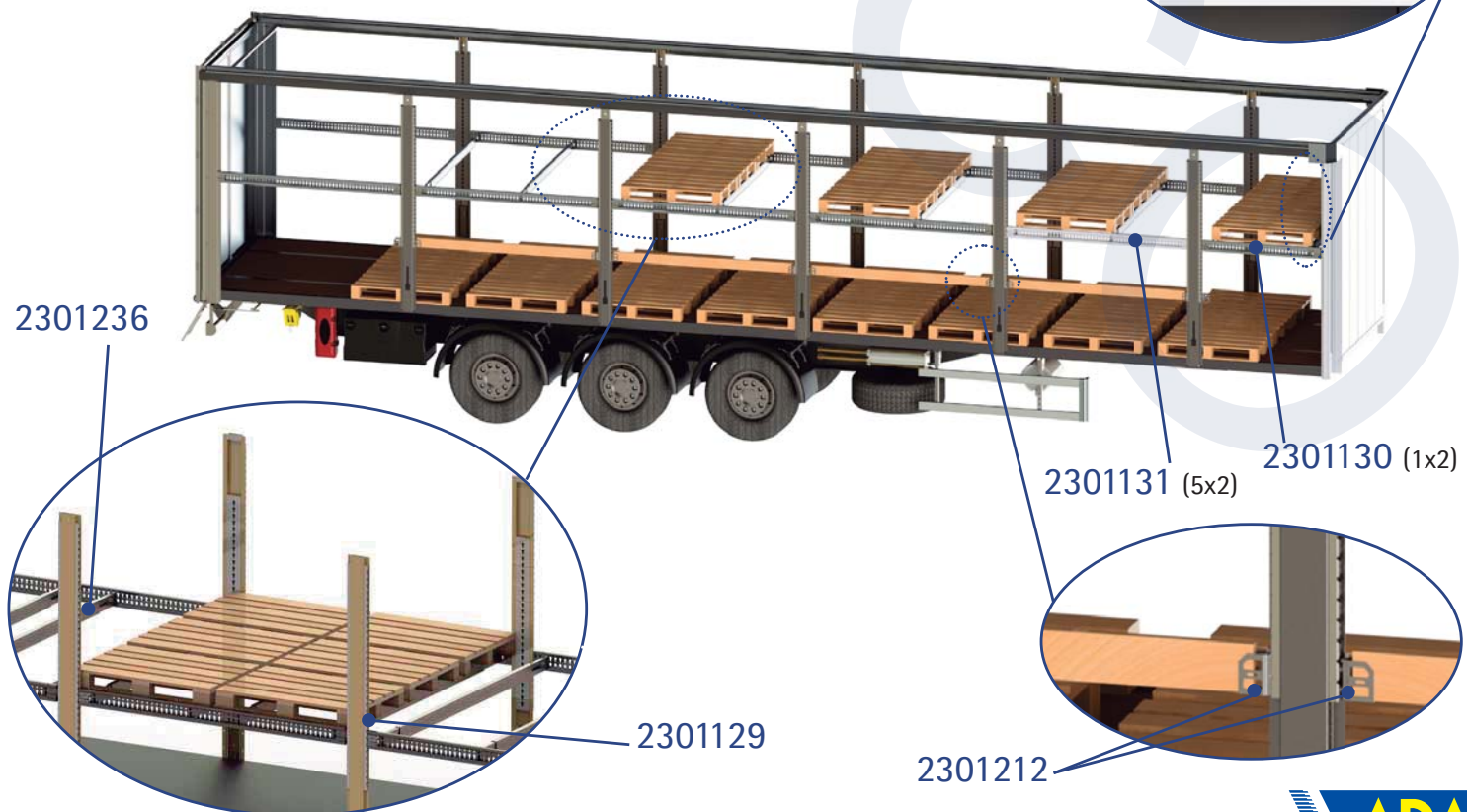
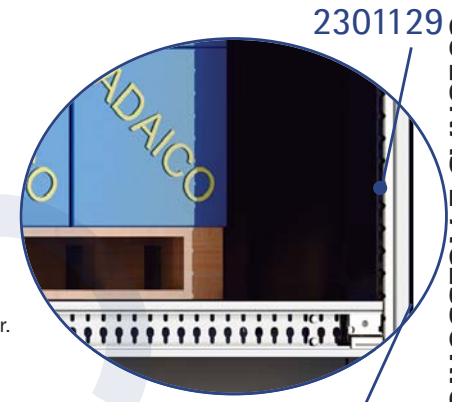
Mecanismo - Mecanismo - Mechanism



## Sistema Doble Piso / Sistema Duplo Piso / Double Deck System

Ref. Art-Nr.	Descripción Descrição Description	Cantidad Quantidade Quantity		Longitud Standard Comprimento Standar Standard Length	Carga máxima Carga máxima Maximum load
		Pilar / Coluna / Pillar			
		0505802 (Elev.)	0505804		
2301130	Perfil Lateral Doble Piso 1,07 m. Perfil lateral Duplo Piso 1,07 m. Double Deck Profile 1,07 m.	2		1.070 mm.	1.250 daN
2301131	Perfil Lateral Doble Piso 2,2 m. Perfil lateral Duplo Piso 2,2 m. Double Deck Profile 2,2 m	10		2.200 mm.	1.250 daN
2301212	Cartoliilla Caixa Régua Timberholder	optional		-	-
2301129 2301138	U Perfil 1,7 m. U Perfil 1,7 m. U Profile 1,7 m.	4		1.700 mm.	-
2301236	Barra Carga 2,2 m. Varão Travamento Carga 2,2 m. Loading Bar 2,2 m.	24		2.200 mm.	1.000 daN
0502288	Ki Alargadera-Carro (Elev.) Kit Alonga-Rodizio (Elev.) Pillar Extension Kit (Elev.)	10		-	-
0502287	Ki Alargadera-Carro Kit Alonga-Rodizio Pillar Extension Kit		10	-	-

- Cantidades para un semirremolque estándar de 13,62 m.
  - Colocación de 33 espacios de europalet en el segundo nivel.
  - Peso máximo por palet por barra lateral en longitud estándar: 500 Kg.
  - Advertencia: La carga total máxima admitida del segundo piso debe ser dada por el fabricante del semirremolque.
- Quantidades para um semi-reboque standard de 13,62 m.  
Colocação de 33 espaços de euro paletes no segundo nível.  
Peso máximo por palete por barra lateral em comprimento standard: 500 Kg.  
Advertência: A carga total máxima admitida do segundo piso deve ser dada pelo fabricante do semi-reboque.
- Quantities for a standard 13,6 meters trailer.
  - Positioning of 33 spaces for euro pallet on the second level.
  - Maximum weight of euro pallet for side bar on standard length: 500 Kg.
  - Warning: The maximum total weight allowed on the second level must be specified by the manufacturer of the trailer.





# PILAR STANDARD MODULAR / STANDARD MODULAR PILLAR / COLUNA STANDARD MODULAR

PILARES Y ACCESORIOS / PILLARS AND ACCESSORIES / COLUMNS E ACESSÓRIOS

Pilar Standard modular  
Standard modular pillar  
Coluna Standard modular

Ref	Kg	Mat	Col	Lot
0505128	19,000	STEEL		1

Cataforesis 30µ  
Cataphoresis 30µ

	Carro - Rodizio - Top Roller				
	0502043	0502277	0502278	0502279	
	Cartolilla - Caixa Regua - Timberholder		Uña - Unha - Pocket		
p/remachar - p/rebitar - to rivet		p/soldar - p/soldar - to weld		p/remachar - p/rebitar - to rivet	
 0502212/13 KTL					
 0502526/27 KTL		 0502214/15 KTL		p/soldar - p/soldar - to weld	
Soporte - Suporte - Chassishook			Mecanismo - Mecanismo - Mechanism		
 0506024 KTL		 0506026		 0502090	
p/atornillar - p/parafusar - to screw		p/soldar - p/soldar - to weld			

# PILAR FIX-FRONT MODULAR / FIX-FRONT MODULAR PILLAR / COLUNA FIX-FRONT MODULAR



Pilar Fix-front modular  
 Fix-front modular pillar  
 Coluna Fix-front modular

Ref	Kg	Mat	Col	Lot
<b>0505109</b>	18,000	STEEL		1

Cataphoresis 30µ  
 Cataphoresis 30µ

PILARES Y ACCESORIOS / PILLARS AND ACCESSORIES / COLUMNS E ACESSÓRIOS

Carro - Rodizio - Top Roller

2 x 0502291	0502074
0502066	0502062

0505109

Cartolilla - Caixa Regua - Timberholder	Uña - Unha - Pocket
<i>p/remachar - p/rebitar - to rivet</i>	<i>p/soldar - p/soldar - to weld</i>
<p>0502212/13</p> <p>KTL</p> <p>0502526/27</p> <p>KTL</p> <p>0502214/15</p> <p>KTL</p>	<p><i>p/remachar - p/rebitar - to rivet</i></p> <hr/> <p><i>p/soldar - p/soldar - to weld</i></p>
Soporte - Suporte - Chassishook	Mecanismo - Mecanismo - Mechanism
<p>0506024</p> <p>KTL</p> <p><i>p/atornillar - p/parafusar - to screw</i></p>	<p>0506026</p> <p><i>p/soldar - p/soldar - to weld</i></p>
<p>0502090</p>	



# PILAR XL MODULAR / XL MODULAR PILLAR / COLUNA XL MODULAR

PILARES Y ACCESORIOS / PILLARS AND ACCESSORIES / COLUMNAS E ACESSÓRIOS

Pilar XL modular  
XL modular pillar  
Coluna XL modular

Ref	Kg	Mat	Col	Lot
0505130	18,200	STEEL	●	1

Cataforesis 30µ  
Cataphoresis 30µ

0505130

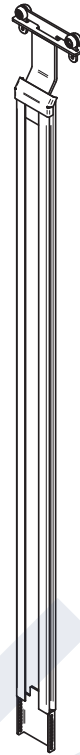
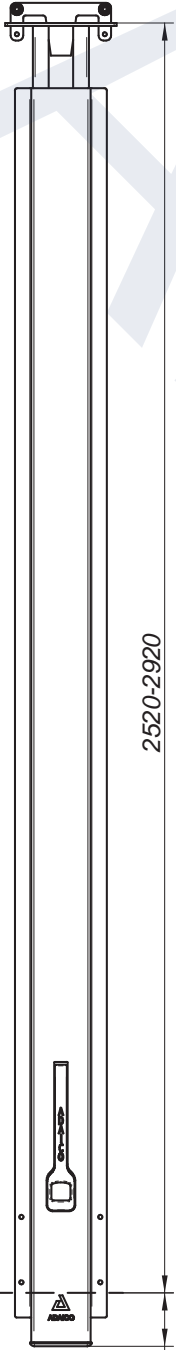


Carro - Rodizio - Top Roller

0502293

0502294

050295



Cartolilla - Caixa Regua - Timberholder

Uña - Unha - Pocket

p/remachar - p/rebitar - to rivet

p/soldar - p/soldar - to weld

p/remachar - p/rebitar - to rivet

0502212/13



KTL

0502526/27



KTL

0502214/15



KTL

p/soldar - p/soldar - to weld

Soporte - Suporte - Chassishook

Mecanismo - Mecanismo - Mechanism

0506024



KTL

p/atornillar - p/parafusar - to screw

0506026



p/soldar - p/soldar - to weld

0502090



# PILAR XL FIX-FRONT MODULAR / XL FIX-FRONT MODULAR PILLAR / COLUNA FIX-FRONT MODULAR

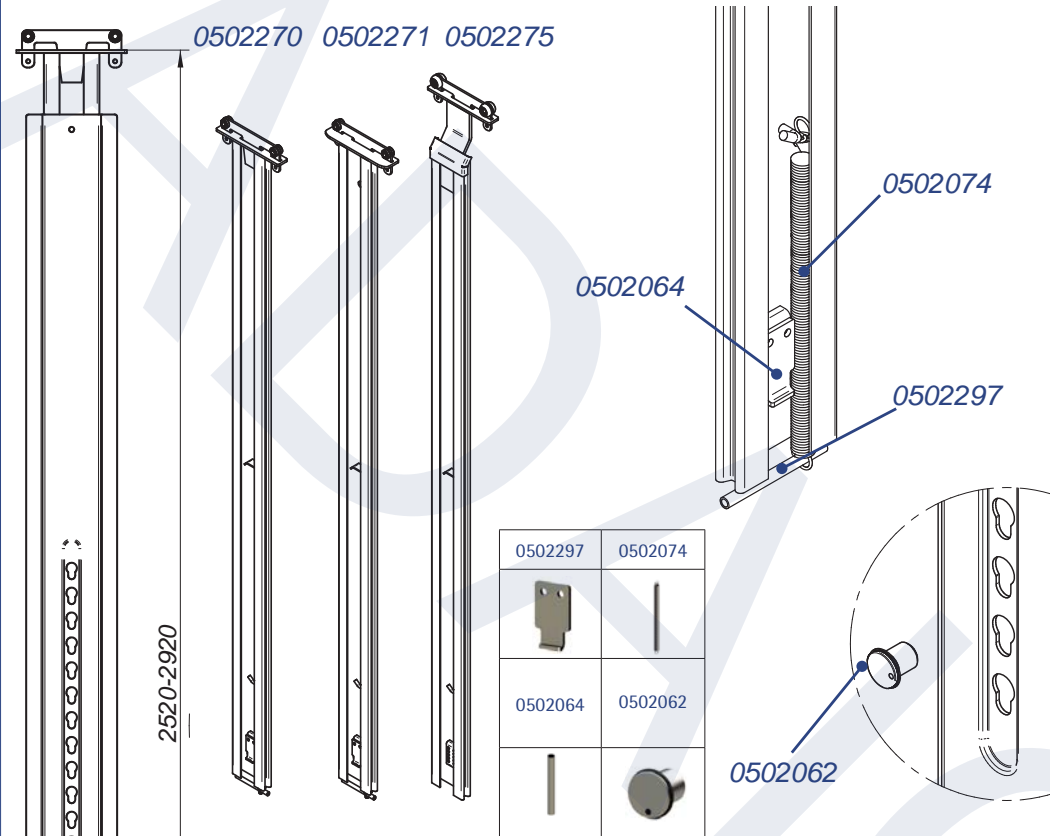
Pilar XL Fix-front modular  
 XL Fix-front modular pillar  
 Coluna XL Fix-front modular

Ref	Kg	Mat	Col	Lot
<b>0505550</b>	18,300	STEEL	●	1

Cataforesis 30µ  
 Cataphoresis 30µ

0505550

## Carro - Rodizio - Top Roller



## Cartolilla - Caixa Regua - Timberholder

*p/remachar - p/rebitar - to rivet*

*p/soldar - p/soldar - to weld*

## Uña - Unha - Pocket

*p/remachar - p/rebitar - to rivet*

0502212/13



*p/soldar - p/soldar - to weld*

## Soporte - Suporte - Chassishook

## Mecanismo - Mecanismo - Mechanism

0506024

0506026

KTL



*p/atornillar - p/parafusar - to screw*

*p/soldar - p/soldar - to weld*

0502090







# PILAR TELESCÓPICO / TELESCOPIC PILLAR / COLUNA TELESCÓPICA

Pilar Telescópico Modular XL c/muelle  
Telescopic modular Pillar XL w/spring  
Coluna Telescópica XL c/mola modular

PILARES Y ACCESORIOS / PILLARS AND ACCESSORIES / COLUMNAS E ACESSÓRIOS

Ref	Kg	Mat	Col	Lot
0505518	21,000	STEEL	●	1

Cataforesis 30µ  
Cataphoresis 30µ

Carro - Rodizio - Top Roller		Cartolilla - Caixa Regua - Timberholder		Uña - Unha - Pocket			
<table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <td>0502289</td> <td>0502074</td> </tr> </table>		0502289	0502074	<p><i>p/remachar - p/rebitar - to rivet</i></p> <p>0502212/13</p> <p>KTL</p> <p>0502526/27</p> <p>KTL</p> <p>0502214/15</p> <p>KTL</p>		<p><i>p/soldar - p/soldar - to weld</i></p> <p><i>p/remachar - p/rebitar - to rivet</i></p> <p><i>p/soldar - p/soldar - to weld</i></p>	
0502289	0502074						
<p>2600-2800</p>		<p>106</p>		<p>0505518</p>			
<p>Soporte - Suporte - Chassishook</p> <p>0506024</p> <p>KTL</p> <p><i>p/atornillar - p/parafusar - to screw</i></p>		<p>Mecanismo - Mecanismo - Mechanism</p> <p>0506026</p> <p><i>p/soldar - p/soldar - to weld</i></p>		<p>0502090</p>			



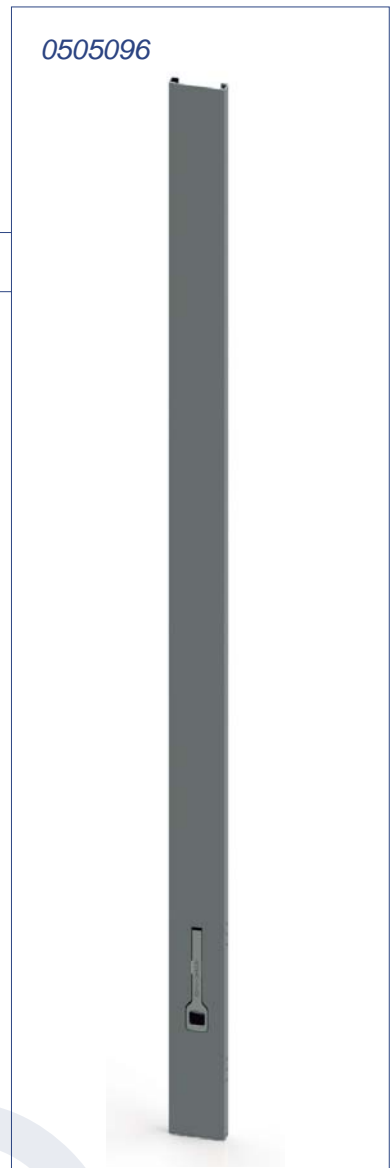
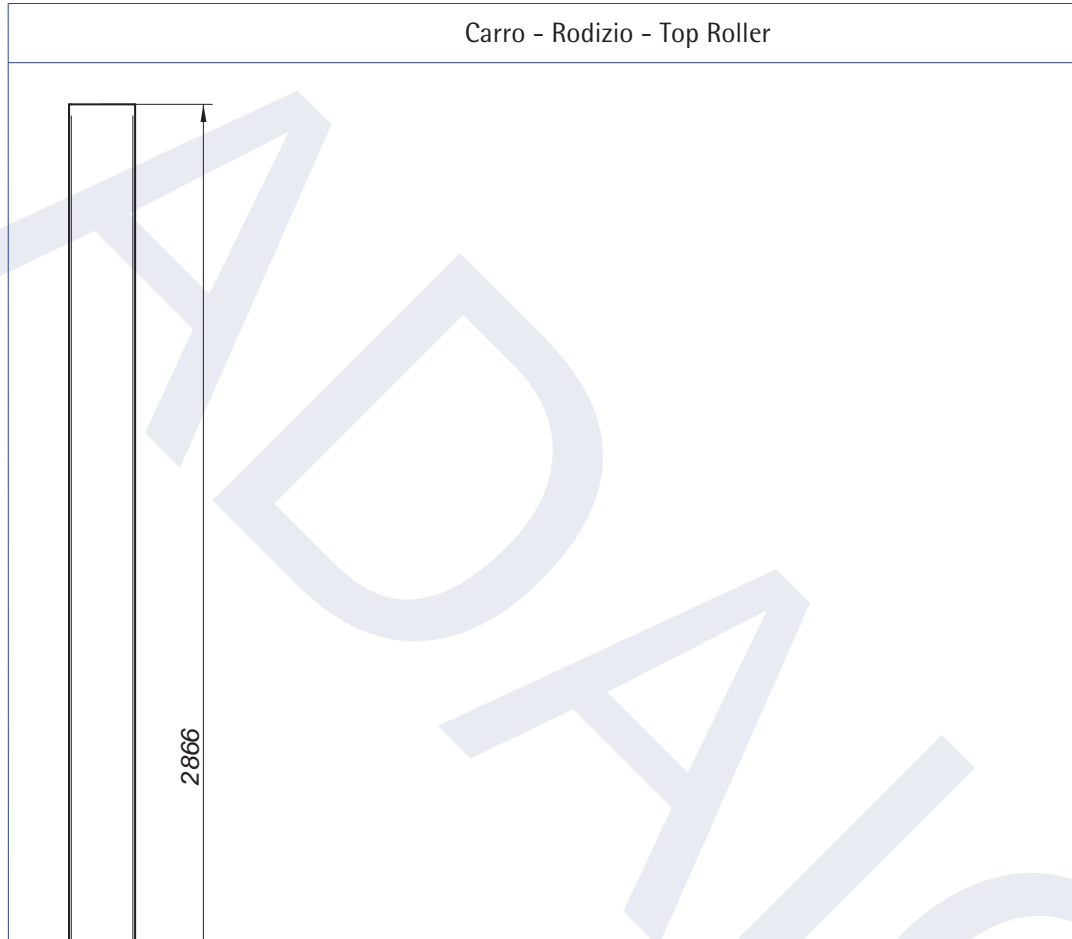
Pilar de Aluminio  
Aluminum Pillar  
Coluna de Alumínio

0505096

PILARES Y ACCESORIOS / PILLARS AND ACCESSORIES / COLUMNS E ACESSÓRIOS

Ref	Kg	Mat	Lot
0505096	13,700		1

Carro - Rodizio - Top Roller



Cartolilla - Caixa Regua - Timberholder

Uña - Unha - Pocket

*p/remachar - p/rebitar - to rivet*

*p/soldar - p/soldar - to weld*

*p/remachar - p/rebitar - to rivet*

0502212/13



KTL

0502214/15



KTL

*p/soldar - p/soldar - to weld*

29000998

Soporte - Suporte - Chassishook

Mecanismo - Mecanismo - Mechanism

0506003 0506005



*p/atornillar - p/parafusar - to screw*

0506002 0502002



*p/soldar - p/soldar - to weld*

KTL





# PILAR DE ALUMINIO / ALUMINIUM PILLAR / COLUNA DE ALUMINIO

## Especificaciones del pedido / Ordering Specifications:

### 1. Fijación a chasis / Fixation to chassis:

- 1.1 Tipo de soporte (Referencia) / Chassis hook type (Reference) \_\_\_\_\_
- 1.2 Para soldar / to weld  para atornillar / to screw
- 1.3 Altura del chasis (mm.) / Chassis side profile height (in mm.): \_\_\_\_\_
- 1.4 Sin soporte de pilar / (pilar Multipoint, ver más detalles en catálogo) / No chassis hook (Multipoint pillar, please see catalogue for more details)

### 2. Elevación de techo / Roof Elevation:

- 2.1 ¿El vehículo tiene elevación de techo? / Has the vehicle roof elevation?  
 Sí / Yes  (Por favor indique rango de Alturas a cubrir / Please indicate elevation range in mm.) \_\_\_\_\_  
 No / No
- 2.2 ¿El vehículo necesita viajar elevado? ¿Necesita una fijación mecánica de la altura a diferentes niveles en el pilar? / Does the Vehicle need to travel with elevated roof? Is a mechanical height fixing system needed in the pillar?  
 Sí / Yes   
 No / No

### 3. Certificado DEKRA XL / DEKRA XL Certificate:

- Sí / Yes   
 No / No

### 4. Altura interna del vehículo (desde el borde superior del chasis hasta el borde inferior del perfil de techo) / Vehicle Internal Height (From chassis upper edge to roof profile down edge)

- 4.1 Rango de alturas a cubrir (mm.) / Range of the height (min-max) in mm: \_\_\_\_\_
- 4.2 Una altura / One Height (in mm.): \_\_\_\_\_

### 5. Indicar modelo de techo / Please give roof profile model: \_\_\_\_\_

(En caso de no ser de Edscha, Versus Omega, Autocar o Sesam enviar plano) (If different to Edscha, Sesam, Autocar or Versus models a drawing is required)

### 6. Cartolillas o uñas / Timberholders or pockets:

- 6.1 Para soldar / to weld  para remachar / to rivet
- 6.2 Referencia y Nº de cartolillas grandes por pilar (0 o 2) / Reference and Nº of big timberholders per pillar (0 or 2) \_\_\_\_\_ 0  2
- 6.3 Referencia y Nº de cartolillas pequeñas por pilar / Reference and Nº of small timberholders per pillar \_\_\_\_\_
- 6.4 En caso de querer que se le suministren montados indicar separación A,B y C / In case of needing them mounted, please indicate A, B and C measurements (in mm.): \_\_\_\_\_
- 6.5 Indicar ancho de cartola (mm.) / Please give timber width (mm.): \_\_\_\_\_

### 7. Cierres de cartola / Side board locks

En caso de necesitarlos indicar / In case of needing:

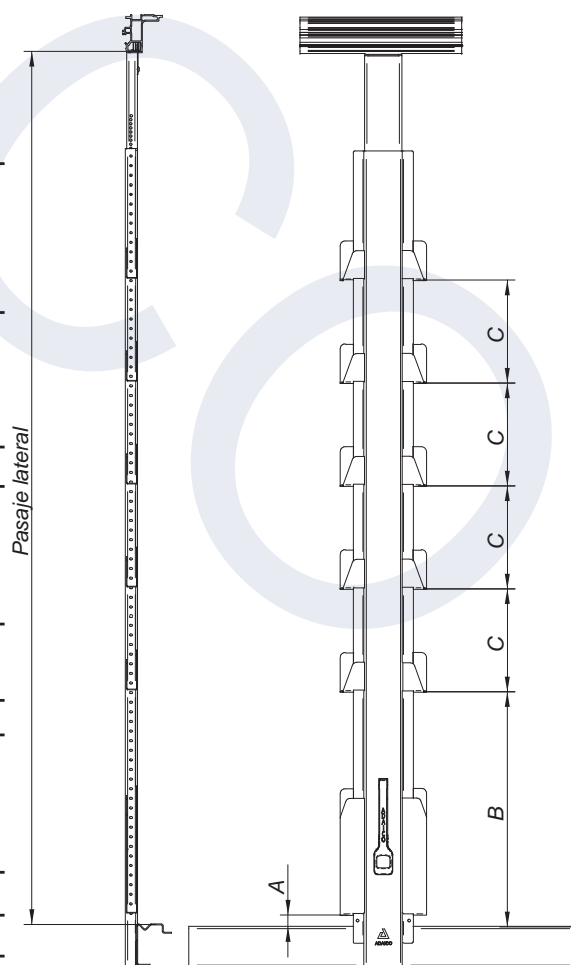
- 7.1 Altura desde borde superior del chasis / Height from chassis upper edge \_\_\_\_\_
- 7.2 Referencia o tipo / Reference or type: \_\_\_\_\_

### 8. Tratamiento superficial / Surface treatment:

- 8.1 Cataforesis (indicar espesor en micras  $\mu$ ) / KTL (Cataphoretic treatment) (please indicate thickness in microns  $\mu$ )  \_\_\_\_\_
- 8.2 Pintura acrílica (indicar espesor en micras  $\mu$  y color RAL) / Acrylic painting (please indicate thickness in microns and color RAL code)  \_\_\_\_\_
- 8.3 Otros (Especificar) / Others (please describe)  \_\_\_\_\_
- 8.4 Sin recubrimiento / No surface treatment

### Comentarios / Other comments:

\_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_



Ref.			0505010 0505014	0506305	0505128	0505802 0505804	0505109	0505130	0505550	0505518	0505096
			Standard	Multipoint	Standard Modular	Double Deck	Fix-Front Modular	XL Modular	XL Fix-Front Modular	Telescopic	Alu
Carro / Rodizio / Top Roller	0502043		✓	✓	✓						
	0502277 0502278 0502279		✓	✓	✓						
	0502286						✓				
	0505287 0505288					✓					
	0502293 0502294 0502295							✓			
	0502270 0502271 0502275								✓		
	0502261 0502262 0502263									✓	
Soportes / Suportes / Chassishook	0502002 0506002		✓			✓					✓
	0506003 0506005		✓			✓					✓
	0506024 0506026				✓	✓	✓	✓	✓	✓	
Cartollas / Caixa Regua / Timberholders	0502212 0502213		✓	✓	✓		✓	✓	✓	✓	✓
	0502214 0502215				✓		✓	✓	✓	✓	✓
	0502526 0502527				✓		✓	✓	✓	✓	
	0502206 0502218		✓	✓							
	0502209		✓	✓							
	0502540 0502541		✓	✓							
	0502542 0502543		✓	✓							
Uña / Unha / Clamp	1204008		✓	✓							
	1204056		✓	✓							
Mecanismo / Mecanismo / Mechanism	0502080		✓								
	0502090				✓	✓	✓	✓	✓	✓	



Tabla de aplicaciones Pilares-Carros-Techos  
 Quadro Colunas-Rodizios-Tectos  
 List of Pillars-Rollers-Roofs

Ref. Art-Nr.	Pilar	Versus	Autocar	Edscha	Sesam
0502261	XL Telesc. modular (0505518)	VS nano; VS alto 150; VS Feralo; VS EURO	A small; A slim light	E-volumen; Hubdach/ Lift CS-Lite plus 175; Vp profi alu	S slimliner large
0502262	XL Telesc. modular (0505518)	Vs duo; mycro		E standar; E standar CS 125; E standar CSlite plus 125; E Maut/ Toll CS-Li- teplus 110	S Slimliner small; S Slimliner medium
0502263	XL Telesc. modular (0505518)	VS quadro; VS plano		E standar CS 115	S multiliner combi 2004; S Flatiner
0502270	XL Fix-front modular (0505550)	VS nano; VS alto 150; VS Feralo; VS EURO	A small; A slim light	E-volumen; Hubdach/ Lift CS-Lite plus 175; Vp profi alu	S slimliner large
0502271	XL Fix-front modular (0505550)	Vs duo; mycro		E standar; E standar CS 125; E standar CSlite plus 125; E Maut/ Toll CS-Li- teplus 110	S Slimliner small; S Slimliner medium
0502275	XL Fix-front modular (0505550)	VS quadro; VS plano		E standar CS 115	S multiliner combi 2004; S Flatiner
0502277	Standard (0505010/14 0505128)	VS nano; VS alto 150; VS Feralo; VS EURO	A small; A slim light	E-volumen; Hubdach/Lift CS-Lite plus 175; Vp profi alu	S slimliner large
0502278	Standard (0505010/14 0505128)	Vs duo; mycro		E standar; E standar CS 125; E standar CS-lite plus 125; E Maut/Toll CS-Liteplus 110	S Slimliner small; S Slimliner medium
0502279	Standard (0505010/14 0505128)	Vs Kubus; VS quadro; VS plano	A std	E standar CS 115	S multiliner combi 2004; S Multiliner mix 2004; S Flatiner
0502286	Fix-front modular (0505109)	VS nano; VS alto 150; VS Feralo; VS EURO	A small; A slim light	E-volumen; Hubdach/ Lift CS-Lite plus 175; Vp profi alu	S slimliner large
0502287	Double Deck (0505204)	VS nano; VS alto 150; VS Feralo; VS EURO			
0502288	Double Deck Elev. (0505202)	VS nano; VS alto 150; VS Feralo; VS EURO			
0502293	XL modular (0505130)	VS nano; VS alto 150; VS Feralo; VS EURO	A small; A slim light	E-volumen; Hubdach/ Lift CS-Lite plus 175; Vp profi alu	S slimliner large
0502294	XL modular (0505130)	Vs duo; mycro		E standar; E standar CS 125; E standar CSlite plus 125; E Maut/ Toll CS-Li- teplus 110	S Slimliner small; S Slimliner medium
0502295	XL modular (0505130)	VS quadro; VS plano		E standar CS 115	S multiliner combi 2004; S Flatiner

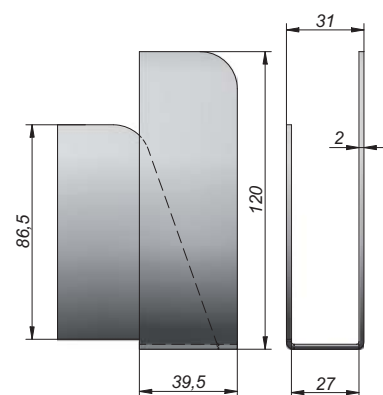
# COMPONENTES PILAR ADAICO / ADAICO PILLAR COMPONENTS / COMPONENTES PILAR ADAICO



PILARES Y ACCESORIOS / PILLARS AND ACCESSORIES / COLUMNAS E ACESSÓRIOS

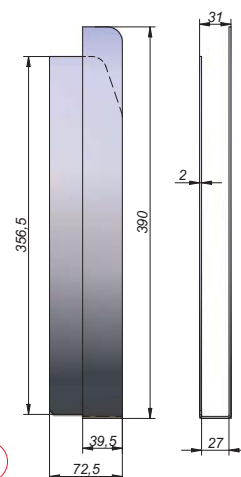
Caja Cartolilla L=120  
 Timberholder L=120  
 Caixa Régua L=120

Ref	Kg	Mat	Pos	Lot
0502542	0,160	STEEL		1
0502543	0,160	STEEL		1



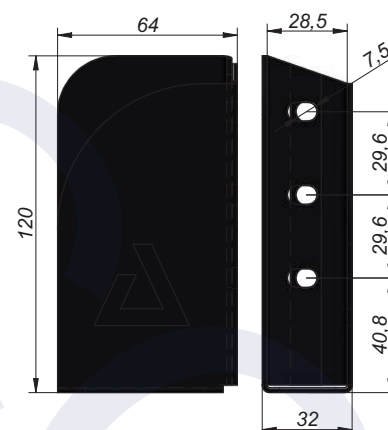
Caja Cartolilla L=390  
 Timberholder L=390  
 Caixa Régua L=390

Ref	Kg	Mat	Pos	Lot
0502540	0,660	STEEL		1
0502541	0,660	STEEL		1



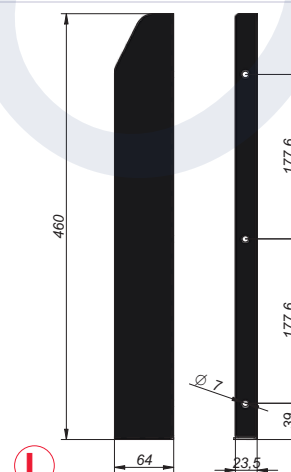
Caja Cartolilla para Remachar L=120 c/KTF  
 Timberholders to Rivet L=120 KTF  
 Caixa Régua para Rebitar L=120 c/KTF

Ref	Kg	Mat	Acabado Sup/Finish	Col	Pos	Lot
0502212	0,276	STEEL	KTL			10
0502213	0,276	STEEL	KTL			10



Caja Cartolilla para remachar L=460 c/KTF  
 Timberholder to Rivet L=460 KTF  
 Caixa de régua p/rebitar L=460 c/KTF

Ref	Kg	Acabado Sup/Finish	Col	Pos	Lot
0502526	0,600	KTL			1
0502527	0,600	KTL			1



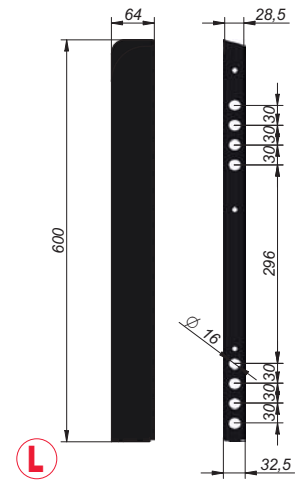


# COMPONENTES PILAR ADAICO / ADAICO PILLAR COMPONENTS / COMPONENTES PILAR ADAICO

PILARES Y ACCESORIOS / PILLARS AND ACCESSORIES / COLUMNS AND ACCESSORIES

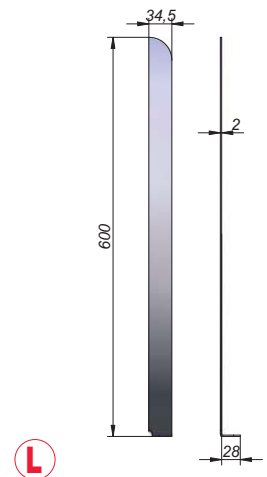
Caja Cartolilla para Remachar L=600 c/KTF  
Timberholders to Rivet L=600 KTF  
Caixa Régua para Rebitar L=600 c/KTF

Ref	Kg	Mat	Acabado Sup/Finish	Col	Pos	Lot
0502214	1,433	STEEL	KTL	●		1
0502215	1,433	STEEL	KTL	●		1



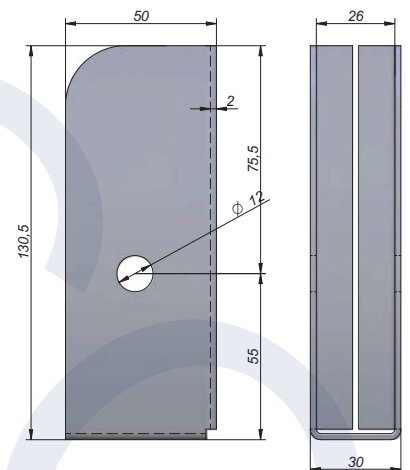
Caja Cartolilla para Soldar L=600  
Timberholder to Weld L=600  
Caixa Régua para Soldar L=600

Ref	Kg	Mat	Pos	Espesor Thickness	Lot
0502206	0,329	STEEL		2	1
0502218	0,329	STEEL		2	1



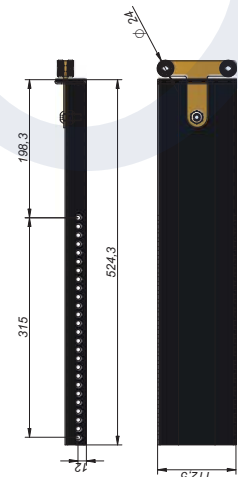
Caja Cartolilla para Soldar 130x50  
Timberholder to Weld 130x50  
Caixa Régua para Soldar 130x50

Ref	Kg	Mat	Acabado Sup/Finish	Lot
0502209	0,260	STEEL	Zn	10



Carro Pilar Ø24x30  
Pillar Top Roller Ø24x30  
Carro de Coluna Ø24x30

Ref	Kg	Mat	Lot
0502043	3,000	STEEL	1





Mecanismo Interior Standard  
Standard Pillar Mec. Lever  
Mecanismo Interior Standard

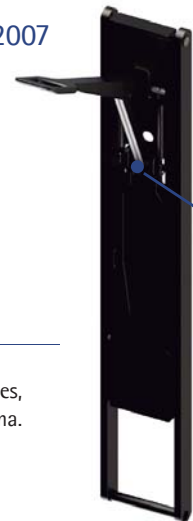
Ref	Kg	Mat	Article	Lot
0502007	0,790	STEEL	Pillar Handle	1
0502008	2,890	STEEL	Lever	1
0502009	0,230	Forged	Pillar Cap	1
0502070	0,011	STEEL	Spring	12
0502080	6,920	STEEL	Mechanism	1

0502080

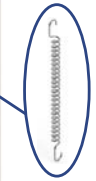


1.

0502007



0502070



1.  
La principal función de nuestra manilla es regular la fuerza necesaria para abrir y cerrar nuestro pilar. Al estar unidas a 2 muelles, el proceso de apertura y cierre es muy suave. De esta manera, el usuario nunca podrá dañarse mientras opera con nuestro sistema. *A principal função da nossa pega é regular a força necessária para abrir e fechar a nossa coluna. Ao estarem unidas a duas molas, o processo de abertura e fecho é muito suave. Desta forma, o utilizador nunca poderá aleijar-se ao mesmo tempo que opera com o nosso sistema.*  
Our handle has the main function of regulating the force needed to open and close our pillars. As it is linked to 2 springs, the opening and closing operation is very soft. Thus the end user can never be injured while operating with our device.

2.  
La principal función de nuestras tapas basculantes es la de ayudar al usuario a cerrar nuestro pilar, levantando el techo sin esfuerzo. Como la parte inferior de la tapa basculante reposa sobre el chasis, el usuario tan solo tiene que hacer una ligera fuerza horizontal para levantar el techo del camión. *A principal função das nossas alavancas é de ajudar o utilizador a fechar a nossa coluna, levantando o tecto sem esforço. Como a parte inferior da alavanca repousa sobre o chassis, o utilizador tem apenas que fazer uma ligeira força horizontal para levantar o tecto do camião.*

*A principal função das nossas alavancas é de ajudar o utilizador a fechar a nossa coluna, levantando o tecto sem esforço. Como a parte inferior da alavanca repousa sobre o chassis, o utilizador tem apenas que fazer uma ligeira força horizontal para levantar o tecto do camião.*

Our Tipping Lever has the main function of helping the end user to close our pillars, lifting the roof without effort. As our tipping lever lies over the chassis, the end user just have to apply a horizontal force to easily lift the roof of the truck body.

0502008



2.

Mecanismo modular  
Modular Pillar Mechanism Lever  
Mecanismo Coluna Modular

Ref	Kg	Mat	Article	Lot
0502088	1,440	STEEL	Lever	1
0502007	0,790	STEEL	Pillar Handle	1
0502009	0,230	Forged	Pillar Cap	1
0502070	0,011	STEEL	Spring	12
0502090	5,100	STEEL	Mechanism	1

0502090



0502007



0502070



0502009



Este mecanismo permite que los pilares Adaico se monten con un soporte reducido, bien para atornillar o para soldar. Este soporte ofrece la posibilidad gracias a su altura reducida de montar el pilar en bandas de chasis de menor altura sin reducir su resistencia. *Este mecanismo permite que as colunas Adaico se montem com um suporte reduzido, ou para aparafusar ou para soldar. Este suporte oferece a possibilidade graças à sua altura reduzida de montar a coluna em bandas de chassis de menor altura sem reduzir a resistência.*  
This mechanism allows the Adaico pillars to be mounted with a reduced chassis hook, either to screw or to weld. This hook offers the possibility thanks to its reduced measurement of using our pillar on chassis profiles with less height without compromising its resistance.

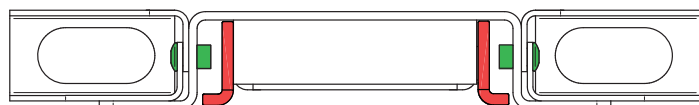
Por otro lado el mecanismo modular tiene una pata basculante especial con forma de "L" que permite montar cartolillas grandes remachables u otros elementos en la parte inferior del pilar Adaico. Su resistencia ha sido probada como similar a la de la solución standard.

*Por outro lado o mecanismo modular tem uma pata basculante especial em forma de "L", que permite montar caixas de régua grandes de rebite ou outros elementos na parte inferior da coluna Adaico. A sua resistência foi comprovada como similar à da solução standard.*

On the other hand the modular mechanism has a special tipping lever with "L" form, which allows to assemble riveted big timberholders or other elements to the lower part of the Adaico pillar. Its resistance has proved to be similar to the standard solution.



0502088



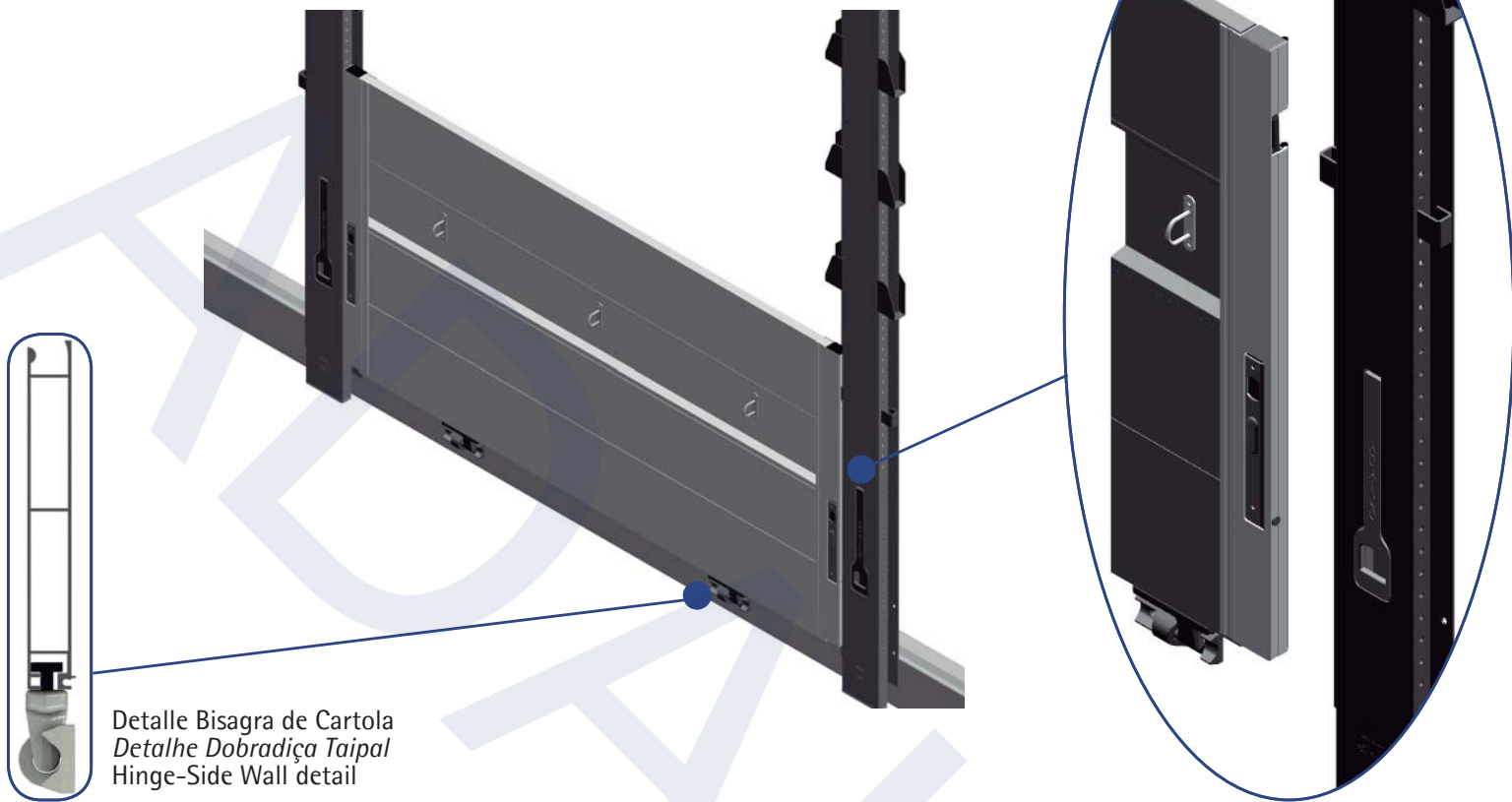




# COMPONENTES PILAR ADAICO / ADAICO PILLAR COMPONENTS / COMPONENTES PILAR ADAICO

PILARES Y ACCESORIOS / PILLARS AND ACCESSORIES / COLUMNAS E ACESSÓRIOS

## Montaje Cierre Lateral-Cartola-Pilar Montagem Fecho-Taipal-Pilar Assembly Side Lock-Side Wall-Pillar

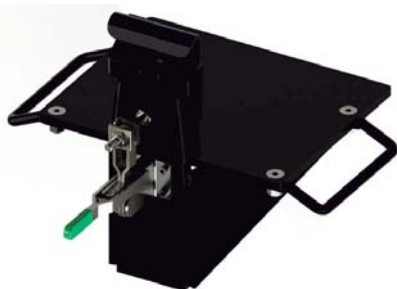


Detalle Bisagra de Cartola  
*Detalhe Dobradiça Taipal*  
Hinge-Side Wall detail

Plantilla Soporte  
Chassishook Pattern  
Molde Suporte

Ref	Kg	Mat	Lot
0502010	6,820	STEEL	1

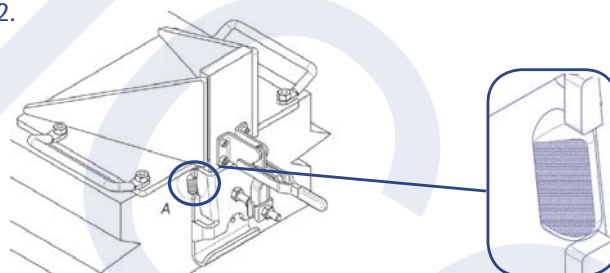
1.



1.

Colocamos el soporte sobre la plantilla y lo sujetamos con el apretador.  
*Colocamos o suporte sobre o molde e sujeitamos o mesmo com o apertador.*  
Place the chassis hook on the pattern.

2.



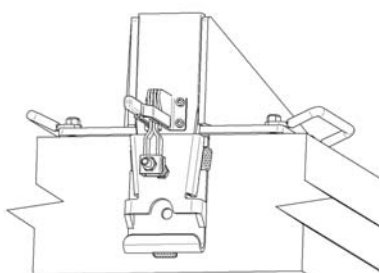
2.

Es recomendable puntear antes de echar los 2 cordones laterales. Ponemos un cordón de soldadura a cada lado del soporte (en el entrante que éste tiene). Soldaremos de abajo a arriba (soldadura ascendente) cargando en zig-zag entre el soporte y el chasis.

*É recomendável pontear antes de colocar os 2 cordões laterais. Colocamos um cordão de soldadura em cada lado do suporte (na entrada que este tem). É soldado de baixo para cima (soldadura ascendente) carregando em zig-zag entre o suporte e o chasis.*

Weld the chassis hook on both side (at the spare out). Then weld upwards zigzag between the chassishook and the chassis the entire spare out.

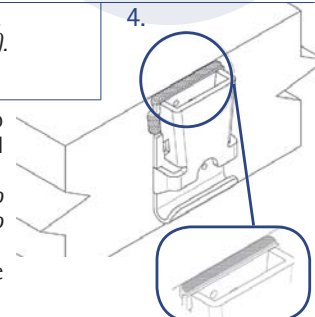
3.



3. Soldar la parte inferior del soporte al chasis (unos 20 mm. centrado).  
*Soldar a parte inferior do suporte ao chasis (Uns 20 mm. centrado).*  
Weld the lower part of the chassis hook (about 20 mm centered).

4. Quitamos la plantilla y añadimos un cordón de soldadura uniendo la parte superior del soporte con el chasis (en toda la longitud del soporte sin que el cordón sobresalga por encima del chasis).  
*Retiramos o molde e juntamos um cordão de soldadura unindo a parte superior do suporte ao chasis (em todo o comprimento do suporte sem que o cordão sobressaia por em cima do chasis).*  
Remove the pattern and weld the upper part of the hook to the chassis (the whole length, without passing the hook on the sides).

4.



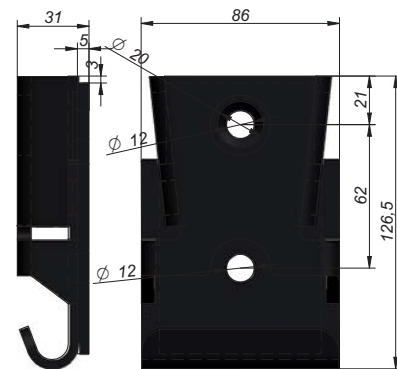
COMPONENTES PILAR ADAICO / ADAICO PILLAR COMPONENTS /  
COMPONENTES PILAR ADAICO



PILARES Y ACCESORIOS / PILLARS AND ACCESSORIES / COLUMNS E ACESSÓRIOS

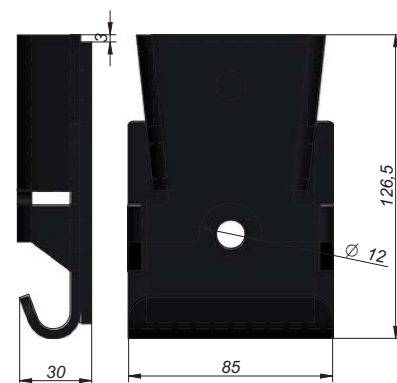
Soporte de Pilar para atornillar  
Chassishook to Screw  
Suporte de Coluna p/parafuso

Ref	Kg	Mat	Acabado Sup/Finish	Col	Lot
0506003	1,055	STEEL	KTL	●	2
0506005	1,055	STEEL			2



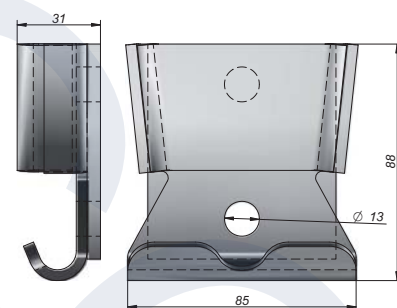
Soporte de Pilar para soldar  
Chassishook to weld  
Suporte para Soldar

Ref	Kg	Mat	Acabado Sup/Finish	Col	Lot
0502002	1,083	STEEL			2
0506002	1,083	STEEL	KTL	●	2



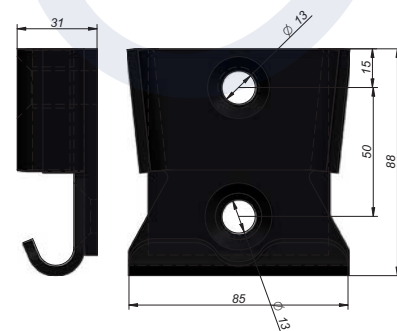
Soporte Reducido para soldar  
Small Chassishook to weld  
Suporte Reduzido para soldar

Ref	Kg	Mat	Lot
0506026	0,535	STEEL	1



Soporte Reducido p/atornillar  
Small Chassishook to Screw  
Suporte Reduzido p/parafuso

Ref	Kg	Mat	Acabado Sup/Finish	Col	Lot
0506024	0,660	STEEL	KTL	●	1



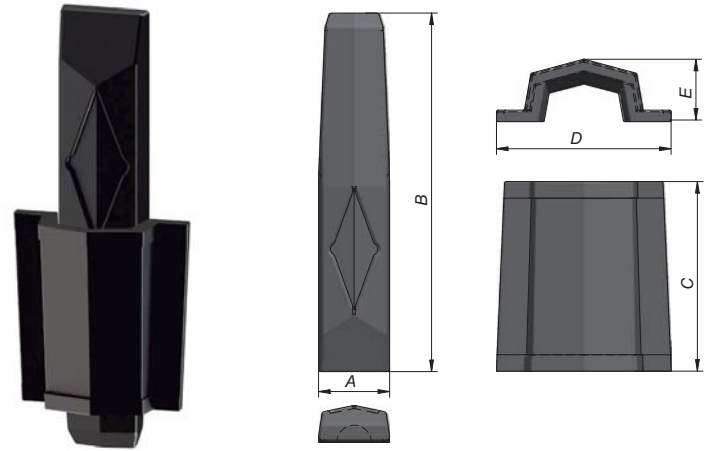


# CUÑAS DE PILAR / PILLAR ANCHOR / CUNHAS DE PILLAR

PILARES Y ACCESORIOS / PILLARS AND ACCESSORIES / COLUMNAS E ACESSÓRIOS

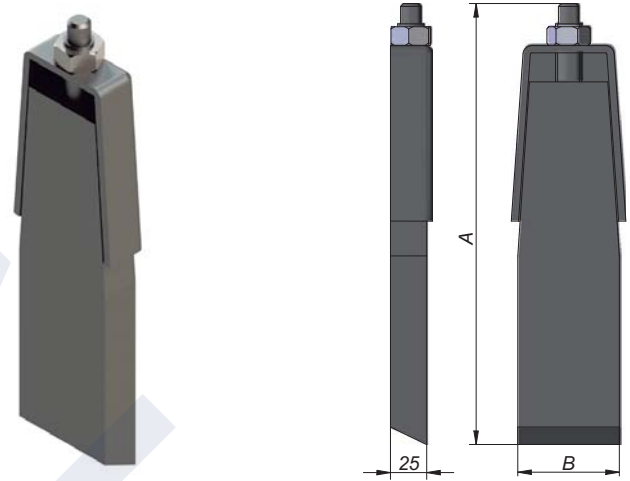
Abrazadera-Cuña Forjada  
Forged Pillar Pocket and Pin  
Abraçadeira-Cunha Forjada

Ref	Kg	Mat	A	B	C	D	E	Part	Lot
0502350	4,000	Forged	60	400	-	-	-		1
0502355	1,000	Forged	-	-	135	120	39		1
0502360	3,100	Forged	60	290	-	-	-		1
0502365	0,870	Forged	-	-	115	102	36		1
0502370	1,600	Forged	48	240	-	-	-		1
0502375	0,580	Forged	-	-	95	85	32		1
0502377	1,600	Forged	40	200	-	-	-		1
0502379	0,500	Forged	-	-	88	76	28		1



Cuña Llanta c/Tornillo  
Pillar Pin with Bolt  
Cunha jante c/Parafuso

Ref	Kg	Mat	A	B	Lot
0502310	6,529	STEEL	345	110	1
0502312	5,145	STEEL	340	90	1
0502314	4,350	STEEL	310	70	1



Rollo Hilo Soldadura 15 Kg. Ø1 mm. Acero Carbono  
Welding Wire Coil Steel  
Rolo Fio de Soldar 15 Kg. Ø1 mm.

Ref	Kg	Mat	Cap.Kg	Lot
0403002	15,000	STEEL	25	1

Hilo macizo para la aplicación universal de soldo bajo mezcla o Co2  
Solid wire for welding universal application under mixing or Co2

