

Estudiante
Jorge Martín Domosbian Engler

**Diseño de una instalación modular de carga de cisternas
para transporte por carretera de ácido nítrico**

Trabajo Fin de Master
dirigido por la Dra. Silvia De La Flor López

Master en Ingeniería Industrial



UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI

Tarragona

2017

Índice general

Documento 1: MEMORIA

Documento 2: ANEXOS

Documento 3: PLANOS

Documento 4: MEDICIONES Y PRESUPUESTO

Estudiante
Jorge Martín Domosbian Engler

**Diseño de una instalación modular de carga de cisternas
para transporte por carretera de ácido nítrico**

Documento 1:

MEMORIA

Trabajo Fin de Master
dirigido por la Dra. Silvia De La Flor López

Master en Ingeniería Industrial



UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI

Tarragona

2017

Índice

1	Objeto	3
2	Alcance	3
3	Antecedentes	4
4	Normas y referencias	5
5	Requisitos de diseño	6
5.1	Instalación.....	6
5.2	Bombas.....	6
5.3	Características de las cisternas	6
5.4	Plataformas de acceso	7
5.5	Materiales.....	8
5.6	Tiempos de llenado	8
6	Análisis de soluciones.....	10
6.1	Selección del tipo de bomba.....	10
6.2	Conexión final a cisterna. Manguera vs. Brazo de carga	11
6.3	Materiales.....	12
6.4	Selección medidor de caudal	13
7	Solución adoptada	16
7.1	Descripción del diagrama de tuberías e instrumentación (P&ID).....	16
7.2	Elección de la bomba.....	19
7.3	Instrumentación.....	22
7.3.1	Manómetro.....	22
7.3.2	Medidor de caudal	22
7.3.3	Indicador de nivel	23
7.4	Elección del brazo de carga.....	24
7.5	Elección de escalera abatible para acceso a nivel superior cisterna	25

8	Plataforma de acceso	26
8.1	Descripción de la estructura	26
8.2	Materiales y cargas consideradas	27
8.3	Coeficientes de seguridad en acciones y materiales	28
8.4	Hipótesis de cargas consideradas y combinaciones de las mismas	29
8.5	Cargas consideradas.....	30
8.5.1	Acciones permanentes.....	30
8.5.1.1	Peso propio cubierta	30
8.5.1.2	Peso propio estructura	30
8.5.1.3	Cargas muertas	31
8.5.2	Acciones variables.....	31
8.5.2.1	Sobrecarga de uso	31
8.5.2.2	Carga de viento	32
8.5.2.3	Carga de nieve	34
8.6	Desplazamientos	36
9	Valoración económica.....	37
10	Resumen del presupuesto.....	38
11	Conclusiones finales	39

1 Objeto

El objetivo principal del presente proyecto consiste en diseñar una instalación modular de carga de cisternas para transporte por carretera de ácido nítrico a petición de la empresa NITRICOMAX S.A. (Grupo MAXAM).

En la actualidad la empresa dispone de una instalación de carga de cisternas a máxima capacidad de utilización. Sin embargo, el proyecto de ampliación de producción de la gama de productos de la compañía exige revisar el proceso de carga de cisternas con el fin de aumentar la eficiencia del proceso de logística y dedicar parte del tiempo de la Operación de Logística a la nueva ampliación sin reducción del servicio actual.

Para ello se analizará la estación de carga existente, evaluando los pros y contras de la misma, con el fin de reducir los tiempos de llenado de cisternas en, aproximadamente, un 50%.

La estación de carga ha de ser de tipo modular para establecer como estándar de operación de carga de cisternas en los diferentes centros productivos que MAXAM tiene en el mundo. De este modo, en función de las necesidades de carga de cisternas de cada centro, considerar la posibilidad de instalar uno, dos o más estaciones de carga de cisternas.

2 Alcance

El alcance del presente documento comprende:

- El análisis de las operaciones y tiempos de cada una de las etapas del proceso de carga de cisternas.
- Diseño del proceso para realizar el llenado de todo tipo de cisternas: cisternas compartimentadas, monocubas, ISOTANK.
- Cálculo y diseño de todas las instalaciones necesarias para la nueva estación de carga. Específicamente: sistema de bombeo y tuberías, instrumentación necesaria, accesibilidad del Operador Logístico a las cisternas para las maniobras de conexión y desconexión, sistemas de protección individual y seguridad de la instalación de carga, estructura modular de la estación de carga.

3 Antecedentes

El grupo MAXAM es una compañía fundada por Alfred Nobel en el año 1872 y está especializada en la fabricación de elementos energéticos para minería, cantería y obra civil, así como la aplicación de su tecnología en el diseño de los servicios de voladura a medida del cliente.

MAXAM adquirió Nitricomax en 2013, una planta de ácido nítrico (HNO_3) situada en La Canonja (Tarragona), integrándose en la Unidad de Negocio de MAXAM Chem, responsable de abastecer de las materias primas necesarias para el desarrollo del "core business" de la compañía.

La planta de Nitricomax fue la primera planta en el mundo en obtener ácido nítrico por el proceso de fabricación SABAR (Strong Acid By Azeotropic Rectification). Tiene una capacidad de producción de 39.000 toneladas de ácido nítrico base 100%. Partiendo del ácido nítrico concentrado o fuerte, ofrece un amplio rango de diluciones adaptándose siempre a las necesidades del cliente.

Las aplicaciones del ácido nítrico concentrado son muy variadas, principalmente en la fabricación de explosivos, donde a través de diversas nitraciones se obtienen los componentes básicos para su fabricación, así como la fabricación de poliuretanos, tales como espumas de relleno, parachoques, teclados de ordenador, etc.

Las aplicaciones del ácido nítrico diluido son la producción de fertilizantes, conservación anti obstrucción de sistemas de riego por goteo, así como la utilización en la industria de alimentación como poderoso agente desinfectante para el cambio de procesos productivos, garantizando la higiene en los procesos alimentarios y asegurando la calidad de que en los procesos productivos no hay mezcla de componentes, ni sabores que dañaría sensiblemente la reputación de las empresas de alimentación.

Nitricomax cuenta con una localización estratégica en el Cluster ChemMed de Tarragona muy importante para el desarrollo de sus operaciones globales en el mundo. De este modo, prevé ampliar sus instalaciones fabriles y aumentar su portafolio de producción, que le plantea una revisión del proceso de carga de cisternas, con el objetivo de reducir los tiempos de llenado, logrando así, una mayor eficiencia de los recursos logísticos que le permita ser empleados en nuevas tareas logísticas al optimizar los tiempos de carga.

La capacidad actual de carga de cisternas, tanto de ácido concentrado como de ácido diluido es de 7 cisternas diarias por línea de carga.

La maniobrabilidad de las mangueras utilizadas para conectar las líneas a la cisterna es dificultosa y ocasiona pérdidas de tiempo importantes en el proceso total de llenado.

En general, el diseño inicial de la instalación de carga actual se encuentra obsoleto, ya que las bombas, con el objetivo de satisfacer la demanda actual, están trabajando por encima de su punto de trabajo óptimo. Es decir trabajan dando el máximo de caudal que pueden, provocando rendimientos bajos y mayor consumo de energía.

A su vez, el tamaño actual de las líneas de carga (3") impide el poder aumentar el caudal suministrado para llenado de la cisterna, debido a que las velocidades del fluido dentro de las mismas serían demasiado elevadas y provocaría ruidos, excesivas pérdidas por carga e incluso corrosión por erosión de la tubería.

4 Normas y referencias

- **ADR 2017.** Acuerdo Europeo sobre Transporte Internacional de Mercancías Peligrosas por Carretera
- **Directiva 2008/68/CE (RD 97/2014).** Operaciones de transporte de mercancías peligrosas por carretera
- **Real Decreto 1428/2003.** Reglamento General de Circulación
- **CTE 2009.** Código Técnico de la Edificación
- **EHE-08.** Instrucción de Hormigón Estructural
- **REBT.** Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión
- **FISQ 2006.** Fichas Internacionales de Seguridad Química

5 Requisitos de diseño

5.1 Instalación

La planta dispone de tres tanques de almacenamiento: dos de ellos contienen ácido nítrico fuerte (98,5%) y poseen una capacidad de 800 m³ cada uno; mientras que el tercero, contiene ácido nítrico débil (61-65%) y su capacidad es de 250 m³.

Se requiere que la estación esté compuesta de dos líneas de carga, una para ácido nítrico fuerte y otra para débil, de manera que puedan estar llenándose simultáneamente dos cisternas.

En la actualidad, el llenado de las cisternas de ácido nítrico en fase líquido se realiza conectando los tanques de almacenamiento a las cisternas mediante una línea de 3". Para evitar sobrepresión en las cisternas y no ventear gases a la atmosfera, se implementa un circuito cerrado que consiste en conectar las cisternas a los tanques de almacenamiento mediante una línea de 2".

Así, los gases generados en el interior de las cisternas durante el proceso de carga de las mismas, son reenviados a los tanques de almacenamiento.

5.2 Bombas

Para el envío de ácido nítrico desde los tanques de almacenamiento hasta las cisternas se utilizarán bombas centrífugas horizontales.

Habrà una bomba dedicada para cada línea de carga. Adicionalmente, se considera una segunda bomba de reserva para cada sistema de carga, ya sea de ácido nítrico fuerte o débil, a fin de evitar una parada en el llenado de cisternas por avería o mantenimiento de la bomba principal.

Las bombas deberán ubicarse a nivel del suelo en el área comprendida entre los tanques de almacenamiento y la zona de carga de camiones cisterna, tratando que queden lo más próximas posibles a la salida de vaciado (aspiración hacia bomba) de los tanques de almacenamiento.

5.3 Características de las cisternas

La instalación modular de carga deberá estar diseñada para el acceso de camiones cisterna de tipo fija (monocuba y semirremolque) o desmontable (ISOTANK).



Figura 1. Tipos de cisternas. A la izq. fija semirremolque, a la der. desmontable

Las dimensiones máximas del conjunto “camión + cisterna”, a tener en cuenta para el dimensionado de la instalación, vendrán determinadas por el Reglamento General de Circulación:

- Altura máxima = 4.000 mm
- Anchura máxima = 2.550 mm
- Longitud máxima = 16.500 mm
- Volumen = No existe limitación de la cantidad a transportar para este producto por unidad de transporte. Sin embargo, hay que tener en cuenta que no se podrá superar la MMA (masa máxima autorizada) del vehículo.

Las conexiones a las cisternas deberán ser estancas y realizarse por la parte superior de las mismas. Se requieren 3 conexiones:

- Conexión de línea de carga para llenado de cisterna.
- Conexión de línea para recirculación de gases de cisterna a tanque de almacenamiento.
- Conexión para sonda de sobrellenado.

5.4 Plataformas de acceso

Se requiere de una plataforma que sirva de acceso al nivel superior de las cisternas, para que los operarios puedan así realizar las conexiones necesarias, efectuando las tareas para el llenado.

La estructura deberá ser transitable, disponer de una marquesina para proteger al personal en caso de lluvia y, a su vez, tener un diseño que no dificulte la circulación de los camiones por la zona.

Por último, se deberá tener en cuenta en su diseño, que asimismo se utilizará como soporte para tuberías, bandeja de cables y el resto de elementos e instrumentación requerida.

5.5 Materiales

Debido al alto grado de corrosividad del ácido nítrico, la compañía determina en su especificación técnica, la utilización de acero inoxidable austenítico DIN-14361 (URANUS S1) para materiales en contacto con ácido nítrico fuerte y acero inoxidable AISI 304L para materiales en contacto con ácido nítrico débil. Para más información ver especificaciones técnicas en anexo 8 "Especificaciones técnicas del producto".

Para el diseño de plataformas, la perfilera será del tipo S275JR.

5.6 Tiempos de llenado

En estos momentos la operación de llenado de los camiones cisterna se realiza de lunes a viernes, de 8:00 a 17:00 h (jornada laboral de 8h), dando una capacidad de carga de 7 cisternas diarias para cada línea (ácido nítrico fuerte o débil).

Debido al aumento de producción la empresa se plantea como objetivo reducir los tiempos de llenado, y así conseguir un mayor número de carga de cisternas por día.

Tras analizar todas las tareas a ejecutar para el llenado de un camión cisterna, la dirección ha planteado como objetivo reducir los tiempos en los siguientes trabajos, condicionando el diseño del presente proyecto:

Tabla 1. Relación entre tareas y duración de las mismas. Valores actuales y objetivos marcados

Tiempo	Actual	Objetivo
Tiempo entrada camión	5 min	3 min
Tiempo de conexión de líneas a cisterna	15 min	10 min
Tiempo llenado cisterna	30 min	20 min
Tiempo de desconexión de líneas a cisterna	10 min	5 min
Tiempo salida camión	5 min	2 min
TOTAL	65 min	40 min

El objetivo principal es reducir el tiempo de carga de una cisterna en 25 minutos, pasando a poder cargar 12 cisternas en el mismo horario previsto, es decir, un 62% más de capacidad de carga en el mismo horario y con el mismo personal de logística: un operador, o bien aumentar la disponibilidad del mismo para otras tareas logísticas que en estos momentos no puede atender por saturación de su horario, suponiendo el mismo número actual de cisternas.

De este modo, la llegada del nuevo proyecto de ampliación de producción, permitirá planificar las nuevas necesidades logísticas de NITRICOMAX sin necesidad de aumentar el recurso Logístico, ni saturarlo.

Por determinación del cliente, el presente proyecto se centrará en la reducción del tiempo de las tareas de conexión y desconexión de líneas, así como de llenado de cisterna.

El análisis de los tiempos de entrada y salida de camiones dependen de la logística de la propia instalación, por lo que no entran dentro de un diseño modular (objeto que se persigue).

6 Análisis de soluciones

6.1 Selección del tipo de bomba

Las bombas pueden clasificarse en dos grandes grupos:

- 1- Bombas dinámicas
- 2- Bombas de desplazamiento positivo



Figura 2. Clasificación de las bombas

El método de selección de bombas se basa en el análisis del caudal y la altura requerida, junto con otras consideraciones propias del proceso en cuestión, como por ejemplo la corrosión o presencia de sólidos en el fluido.

El siguiente gráfico puede utilizarse para determinar el tipo de bomba conveniente según altura y caudal requeridos por el sistema.

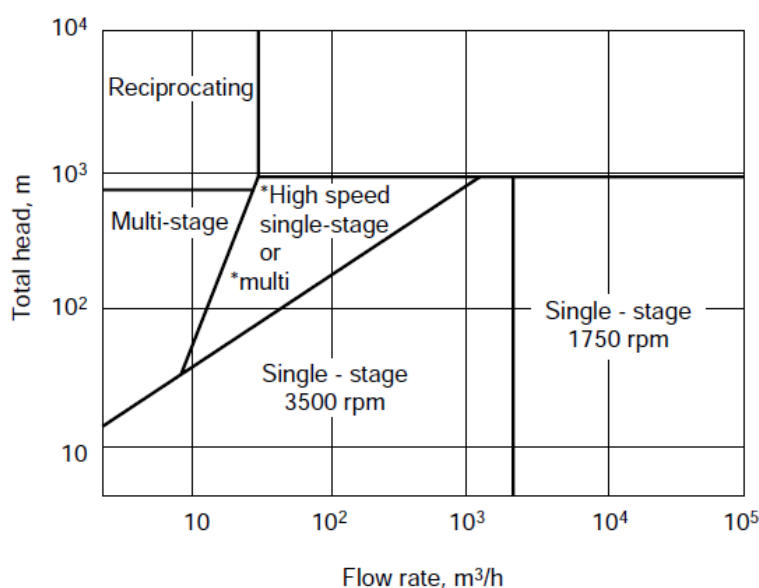


Figura 3. Gráfico para selección del tipo de bomba

En este caso, y según las características propias de la instalación (ver anexos 1 y 2), se determina que la bomba a utilizar será del tipo centrífuga de una sola etapa (Single-stage 3500 rpm).

La bomba centrífuga de una sola etapa (unipaso) horizontal, es comúnmente la más usada en la industria química. El resto de tipos de bombas se utilizan cuando se requiere una altura (H) elevada o, para el caso de procesos especiales.

6.2 Conexión final a cisterna. Manguera vs. Brazo de carga

Para realizar el llenado de cisternas existen dos tipos de accesorios que permiten la unión de la tubería fija con la tubuladura de la cisterna, estos son: manguera o brazo de carga.

En el mundo actual con una legislación creciente en el área de manipulación manual y presiones medioambientales en la prevención de vertidos, las mangueras tienen mucho a perder en comparación a los brazos de carga.

Por supuesto, una manguera es más barata de adquirir, o eso es lo que parece a simple vista. Sin embargo, requiere una prueba de presión semestral; es difícil de guardar cuando no está en uso; se puede caer; se puede pisar; es muy pesada si está equipada con una válvula en el extremo de conexión del tanque y no puede tener válvulas para purgar incorporadas.

Mangueras pesadas, tiradas en el suelo, son un riesgo para tropezar, sin mencionar que se pueden dañar, enredar, retorcer, confundir y gotear líquidos fácilmente.

En general, las mangueras corren un mayor riesgo de:

- Inseguridad
- Esperar que ocurran vertidos en el medio ambiente
- Más probabilidades de provocar un incidente grave por el manejo manual

El uso de brazos de carga o sistemas de tubería articuladas para reemplazar las mangueras está empezando a ser cada vez más popular. De hecho un gran número de empresas químicas han "prohibido" el uso de mangueras para transferencia de líquidos. Los brazos de carga están equilibrados por el movimiento de su cubierta; son diseñados para no golpear el suelo - protegiendo las válvulas y acoples; tienen cinco años de garantía (negociables); permiten ser operados por un solo hombre; se pueden cambiar de posición con facilidad y quedar suspendido en el aire mientras el operador prepara la conexión con la cisterna; se guardan con facilidad y pueden estar equipados con varios enclavamientos para dar permisivos/avisos de la condición/posición del brazo.

Teniendo en cuenta las ventajas descritas con anterioridad y, además, la posibilidad de reducir los tiempos de operación se adopta como solución la utilización de brazos de carga.

6.3 Materiales

Debido al alto grado de corrosividad que presenta el ácido nítrico es muy importante determinar de manera correcta el material a utilizar para su almacenamiento y transporte.

En general, para concentraciones mayores de 80% se utiliza aluminio o acero inoxidable DIN-14361, mientras que para concentraciones inferiores es posible utilizar acero inoxidable 304L.

Los aceros inoxidables austeníticos tienen una buena resistencia a la corrosión por el ácido nítrico en todas las concentraciones y prácticamente en todas las temperaturas. Los tipos 304 y 347 son usados comúnmente para el ácido nítrico hasta el punto de ebullición, aunque los tipos 309 y 310, estabilizados con columbio, son más adecuados para temperaturas arriba del punto de ebullición.

A continuación se adjunta una tabla en la que se recomienda el material a utilizar en función del grado de concentración de ácido nítrico y el rango de temperaturas en las que se trabajará.

Tabla 2. Lista de materiales aptos para almacenamiento y transporte de HNO₃

Material No.	Material Specification	Usage temp °C	Nitric-acid concentration %			Remarks
			>50<70%	>70<99%	>99%	
3.0255	Al 99,5	-30 +40	Unsuitable	>90%	Suitable	Pipes, app., tanklining
3.0285	Al 99,8	-30 +40	Unsuitable	>90%	Suitable	Pipe, app.
1.4361	X1CrNiSi1815 Antinit	-30 +90	Suitable	Suitable	Suitable	Pipes, app., tanks, fittings
1.4541	X6CrNiTi1810	Ambient	Suitable	<85%	Unsuitable	Pipes, app., tanks, fittings
1.4465	X1CrNiMoN25252	Up to 70	Suitable	<85%	Unsuitable	Pipes, app., tanks, fittings
9.4306	GX3CrNiSiN2013	Ambient	Suitable	Suitable	Suitable	Pumps
	Titanium	Up to 70	Suitable	<85%	Unsuitable	Special purposes
	Steel with PTFE	Ambient	Suitable	Suitable	Suitable	Pipes, fittings

De acuerdo a las especificaciones técnicas de la compañía se utilizará acero inoxidable DIN-14361 para los elementos en contacto con HNO₃ fuerte y acero inoxidable AISI 304L para

Diseño de una instalación modular de carga de cisternas para transporte por carretera de ácido nítrico los elementos en contacto con HNO₃ débil. Para ambos casos las juntas serán de PTFE con carga de grafito.

Tabla 3. Juntas recomendadas para el manejo de HNO₃

HNO ₃ concentration	Sealants name	Supplier	Usage temp.	Usage pressure
3->99%	PTFE-Ceramic blue	IDT, Kempchen	-10 up to +80°C	Max 6,0 bar
3->99%	PTFE-braid	Goretex	-10 up to +80°C	Max 6,0 bar
3->99%	Flexoform S	Merkel	-10 up to +80°C	Max 6,0 bar
3->99%	PTFE with 40% glasspowder	Kempchen	-10 up to +80°C	57,0 bar
3->99%	Gaylon Standard	Garlock	-20 up to +80°C	6,0 bar

6.4 Selección medidor de caudal

Existen muchos métodos confiables y precisos para medir flujo. Unos son aplicables solamente a líquidos, otros a gases y vapores, y algunos a líquidos, gases y vapores. El fluido puede ser limpio o sucio, seco o húmedo, erosivo o corrosivo. Las condiciones del proceso tales como: tipo de fluido, presión, temperatura, densidad, viscosidad, pueden variar. Todos estos factores afectan la medición y deben ser tomados en cuenta en el momento de seleccionar un medidor de flujo. Es necesario por lo tanto, conocer el principio de operación y características de funcionamiento de los diferentes medidores de flujo disponibles. Existen por lo menos cien tipos de medidores comerciales de flujo distribuidos dentro de las siguientes técnicas de medición:

- Presión diferencial (placas de orificio, etc.)
- Electromagnético
- Área variable
- Desplazamiento positivo
- Turbina
- Otros (vortex, ultrasonido, etc.)

Cada técnica de medición posee sus propias ventajas y desventajas:

Placas de orificio (presión diferencial) tiene como ventaja su bajo coste, fácil instalación, amplio rango de presiones y temperaturas, amplio rango de tamaños y modelos, entre otras. Por el contrario posee una baja exactitud, requiere mantenimiento, la viscosidad afecta el rango del flujo y no se utiliza con sistemas de baja presión.

Los medidores de flujo de **área variable** se descartan por la necesidad de ser montados verticalmente, así como por poder ser aplicados únicamente para fluidos limpios.

Los caudalímetros de **desplazamiento positivo** (disco oscilante, pistón oscilante y rotativo) no se consideran válidos, debido a que sus partes móviles están sujetas a la corrosión

Diseño de una instalación modular de carga de cisternas para transporte por carretera de ácido nítrico

por la acción del fluido, requieren mantenimiento regular, ocasionan una pérdida de presión alta y son costosos.

Los medidores de **turbina** (MT), a pesar de las ventajas que posee como alta exactitud, muy buena repetitividad, etc., no se consideran válidos porque requieren calibración, constan de partes móviles sujetas a corrosión, pueden sufrir daños por operación fuera de rango y son costosos.

Los medidores de flujo **electromagnéticos** son una buena opción ya que no ocasionan pérdidas de presión, poseen buena exactitud y amplia relación de rango, pero sobre todo porque no son intrusivos. Esta última característica le otorga una gran ventaja teniendo en cuenta el alto grado de corrosividad del HNO₃ al 98%. Entre sus desventajas resaltan el elevado coste y la necesidad de ser calibrados.

Finalmente, los medidores de caudal tipo **Vortex** presentan una serie de características que lo convierten en el más indicado para ser instalados en la estación de carga de HNO₃. A continuación se enumeran las ventajas y desventajas generales de este instrumento.

Ventajas:

- Bajo costo de instalación
- Buena exactitud
- Buena linealidad en el rango utilizable
- Buena repetibilidad con el tiempo
- Amplia relación de rango
- Salida lineal con la velocidad de flujo
- Mínimo mantenimiento
- No requiere calibración
- Para gas y líquido es posible usar un mismo modelo
- Intercambiable (partes)
- Poca pérdida de presión
- Compacto y de peso liviano
- Sensor y fluido no están en contacto
- Construcción sencilla con partes no móviles
- La salida no es afectada por la temperatura, presión, densidad o viscosidad del fluido.

Desventajas:

- Requiere de por lo menos 10D aguas arriba. *Existe suficiente espacio disponible para restar la distancia requerida por el fabricante aguas arriba y aguas abajo del instrumento.*
- Apreciable pérdida de presión. *Aunque sea apreciable, sigue siendo mínima en comparación al resto de accesorios de la línea.*
- No apto para fluidos abrasivos o sucios
- Limitada presión máxima y temperatura. *Aun así se encuentra dentro de los requerimientos de la instalación.*
- Limitada selección de materiales de construcción. *Se exigirá al fabricante que el material que esté en contacto con el fluido sea Acero Inoxidable tipo DIN 1.4361 o similar para HNO₃ fuerte y AISI 304L o similar para HNO₃ débil.*
- Intrusivo. *Si el material soporta la corrosividad del ácido nítrico no comporta ningún problema.*
- Limitado rango

7 Solución adoptada

7.1 Descripción del diagrama de tuberías e instrumentación (P&ID)

El P&ID (Piping and Instrument Diagram) es el diagrama que muestra el flujo de proceso en las tuberías, así como los equipos instalados y la instrumentación. A continuación, se realizará una breve explicación del diagrama que define las particularidades de la instalación estudiada en el presente proyecto.

La planta consta de dos líneas de carga de cisternas: una para HNO₃ fuerte y otra para HNO₃ débil. El proceso de llenado de una cisterna se realiza a través de una línea que conecta el tanque de almacenamiento correspondiente con la propia cisterna.

Para impulsar el fluido, desde los depósitos hasta la zona de carga, se utiliza una bomba centrífuga horizontal: P-101A, para el caso de la línea de carga de ácido nítrico fuerte y P-102A, para la línea de carga de ácido nítrico débil. Estas bombas están duplicadas, por P-101B y P-102B, respectivamente, con el fin de evitar parada por fallo o mantenimiento de la principal.

Tanto la línea de aspiración de las bombas como la de impulsión, son de 4"-Sch. STD-150#. Estas líneas inicialmente eran de 3", tal y como se observa en la Rev.0 del plano 1 "PIPING & INSTRUMENTATION DIAGRAM. CARGA DE CISTERNAS". Debido a la necesidad de aumentar el caudal de 40 m³/h a 60 m³/h, con el fin de reducir los tiempos de llenado de las cisternas, se debieron ampliar a 4" para que cumpliera con los requerimientos de velocidad interna de fluido. Para más información ver anexo 1 "Análisis de volúmenes y tiempos de llenado. Determinación de caudales".

La línea de aspiración que va desde la válvula de raíz de 3", ubicada en la parte inferior del tanque de almacenamiento, hasta la brida de entrada a la bomba de 4", contiene una válvula de corte y un filtro en Y. Esta válvula de corte tiene como objetivo aislar la línea "aguas abajo" y así, permitir el mantenimiento del filtro o la bomba. Por su parte, el filtro protege a la bomba de cualquier tipo de impureza.

La línea de impulsión va desde la brida de salida de la bomba de 3", hasta la brida de 4" de conexión del brazo de carga. Esta línea posee un medidor de presión local (PI) que permite medir las condiciones reales de presión en ese punto, así como un drenaje de 3/4" para vaciado de la tubería. También consta de una válvula de retención que evita la inversión de flujo, hecho que ocasionaría daños en el sistema, principalmente en la bomba. Por último, seguidamente a la válvula de retención, se instala una válvula de corte que tiene como objetivo aislar la bomba y el resto de elementos intermedios de la línea para realizar tareas de mantenimiento.

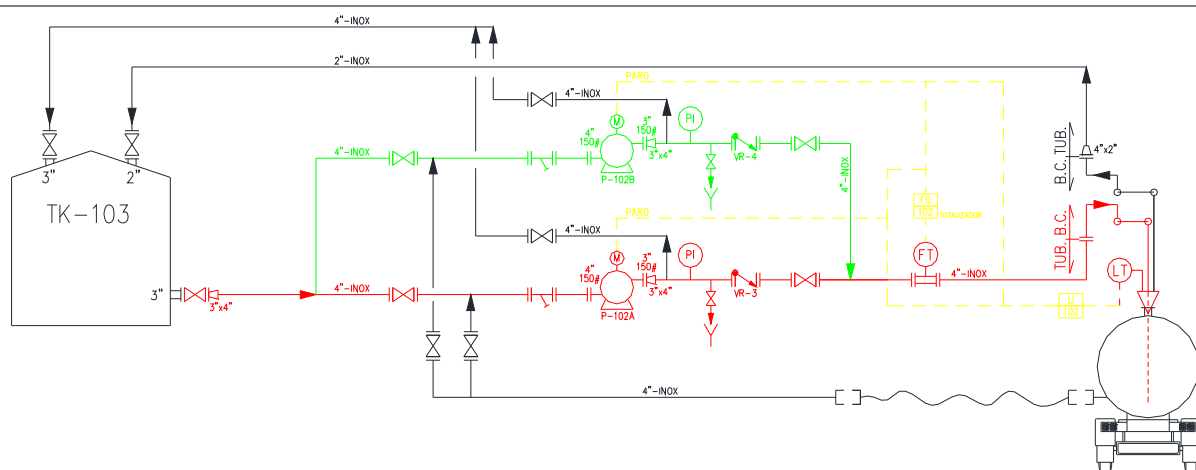


Figura 4. Línea carga de cisterna (Diagrama HNO_3 débil). Representación válida también para HNO_3 fuerte.

Existen tres maneras de parar el llenado de la cisterna:

- 1- **PARO DE EMERGENCIA:** Ante cualquier situación anómala es posible realizar una parada de emergencia interrumpiendo el funcionamiento de la bomba.
- 2- **PARO POR MMA:** El conjunto camión + cisterna es pesado previamente al llenado. Conociendo el peso inicial (cisterna vacía) y la masa máxima autorizada (MMA) del vehículo, es posible determinar directamente la cantidad de ácido nítrico que puede introducirse en la cisterna. Para medir los kg de HNO_3 , se instala un medidor de caudal (FT) tipo VORTEX, tal y como se observa en el diagrama de tuberías e instrumentación. Una vez alcanzado el límite de MMA, el caudalímetro envía una señal de paro a la bomba, terminando así con el proceso de llenado de la cisterna.
- 3- **PARO POR NIVEL:** Al no estar contemplado en la normativa un tamaño estándar para las cisternas, existe la posibilidad de que las mismas, por sus dimensiones, no permita alcanzar el valor límite de MMA y, por lo tanto haya que cortar con el suministro de ácido nítrico antes que rebose. Para esto, el brazo de carga incluye una sonda de nivel que da la señal de cierre a la válvula que integra el brazo de carga y una señal de paro a la bomba.

El brazo de carga es el elemento final que conecta la tubería fija con la cisterna. Consta de 2 conexiones de 4": una para el llenado y otra para el retorno de vapores. Estas dos líneas están integradas en una conexión hacia la cisterna, mediante un cono apoyado en la boca de hombre.

La línea de retorno de vapores mantiene el sistema cerrado, evitando escapes a la atmosfera. Según se indica en el diagrama, esta línea de 2" tiene su inicio en el brazo de carga y conecta finalmente por la parte superior del tanque de almacenamiento. Las válvulas de raíz de los tanques están motorizadas, de manera que desde panel de control se operan las mismas garantizando que cuando se realiza el vaciado de un tanque para llenar una cisterna, el retorno del vapor se realiza a ese mismo tanque.

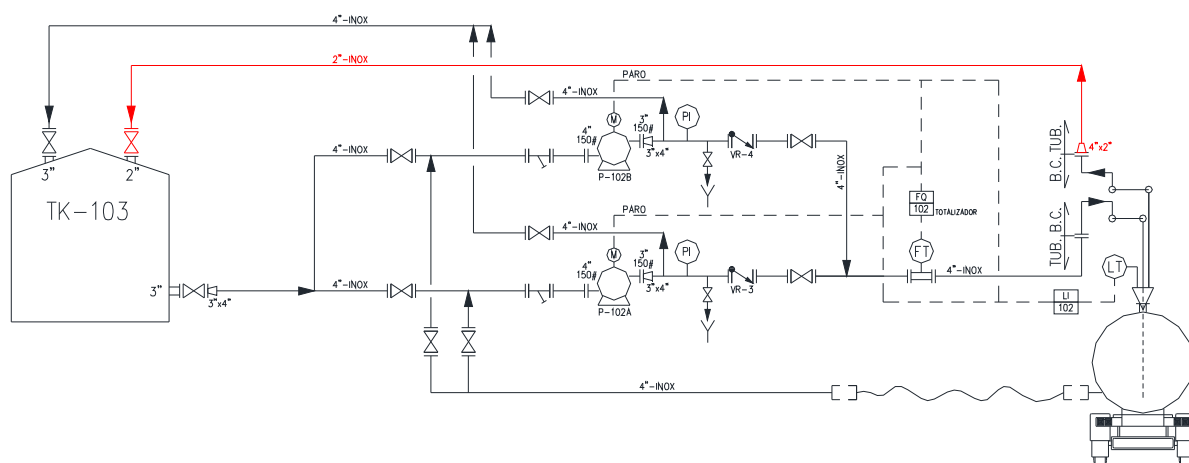


Figura 5. Línea retorno de vapores (Diagrama HNO₃ débil). Representación válida también para HNO₃ fuerte.

Si se produjese un sobrellenado en la cisterna por fallo de alguno de los instrumentos o, hubiese que vaciarla por desperfecto del mismo recipiente, existe una línea de 4" con conexión flexible por manguera. Esta manguera está dotada de conectores tipo GUILLEMIN en ambos extremos.

Para realizar la tarea de vaciado de cisterna es necesario cerrar las válvulas de compuerta utilizadas para aislar la bomba en caso de avería o mantenimiento, y seguidamente abrir la válvula de raíz del tanque y la válvula que existe a continuación de la conexión de manguera con tubería fija. Por supuesto la válvula de raíz de la cisterna también deberá estar abierta.

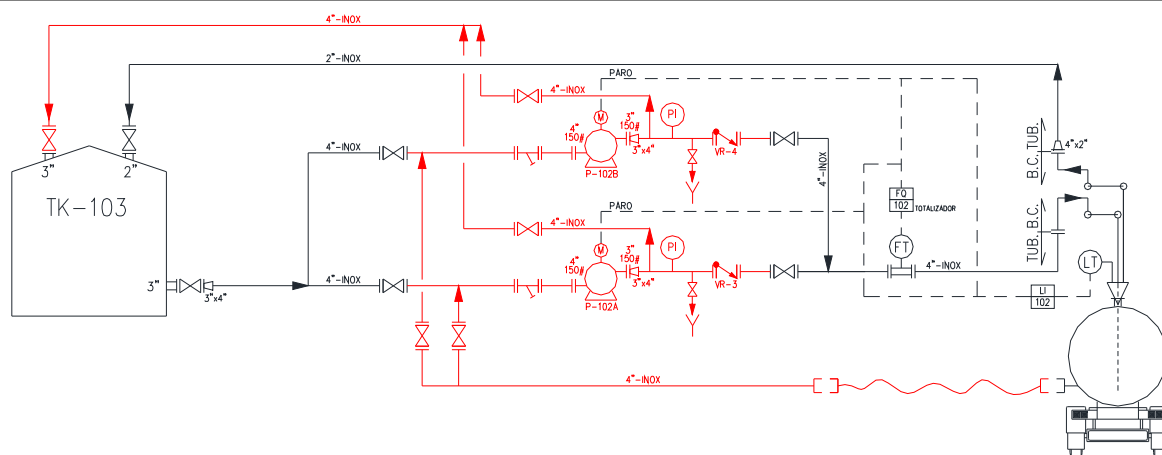


Figura 6. Líneas afectadas durante el vaciado de cisternas (Diagrama HNO₃ débil). Representación válida también para HNO₃ fuerte.

7.2 Elección de la bomba

Dentro de la instalación de carga de cisternas la bomba cumple una función fundamental, la cual consiste, ni más ni menos que en hacer llegar el ácido nítrico desde los tanques de almacenamiento hasta las cisternas. Para ello, el equipo deberá suministrar un caudal cuya presión sea suficiente para vencer las resistencias a lo largo del circuito y logre llenar la cisterna en un tiempo determinado.

Existe una gran cantidad de fabricantes, modelos y configuraciones en el mercado, por esto es necesario realizar un análisis exhaustivo del sistema con el fin de determinar qué opciones son válidas.

Factores como la presión, velocidad del fluido, altura geométrica y pérdidas por fricción, desarrollados en el anexo, determinan la altura manométrica de una bomba, la cual permite valorar la energía suministrada al fluido, es decir, se trata de la caída de presión que debe de vencer la bomba para que el fluido circule según condiciones de diseño.

A continuación, se construye la curva característica del sistema la cual indica la energía disipada por fricción viscosa para distintos valores de caudal y se comparan, superponiéndolas, con las curvas de las bombas, facilitadas por los fabricantes de las mismas.

Finalmente se determina la solución óptima escogiendo la combinación sistema-bomba capaz de garantizar el caudal requerido con un menor consumo de potencia.

Para más información ver anexo 2, "Cálculos justificativos para la elección de la bomba", donde se desarrolla minuciosamente todo lo referente a cálculos y criterios escogidos para la elección del equipo.

La casa TRUFLO dispone, dentro de su gama de bombas centrífugas horizontales, la serie TNP (Non-Metallic Magnetic Drive Pump – ANSI B73.3) que dispone de un revestimiento no metálico que la hace apta para el manejo de fluidos corrosivos, como el ácido nítrico.

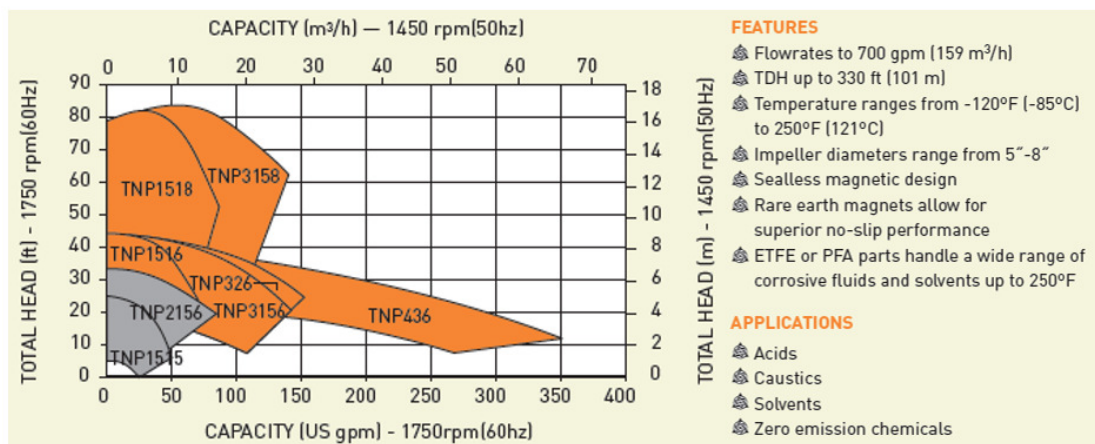


Figura 7. Designación del tamaño según altura manométrica y caudal

Tal y como se observa en la figura x, el modelo correspondiente para las características del sistema analizado es el "TNP436". Para más información ver anexos de hoja de datos (2.10) y plano dimensional (2.11).



Figura 8. Propiedades bombas TRUFLO TNP Series

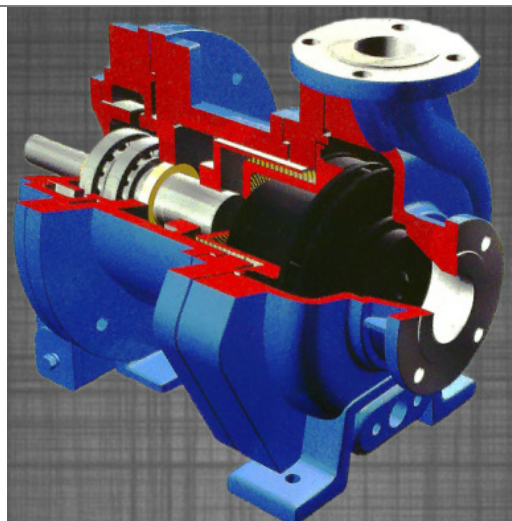


Figura 9. Imagen 3D bomba TRUFLO TNP Series

No forma parte del alcance del proyecto el diseño de las bancadas de las bombas, así como el diseño y cálculo de los cables de fuerza y P.A.T. requeridos para la conexión y alimentación de los motores. Asimismo, no forma parte del alcance del proyecto los trabajos de Obra Civil derivados de las tareas comentadas con anterioridad.

7.3 Instrumentación

Se requiere tres clases de instrumentos para el funcionamiento de la instalación, estos son: medidor de caudal, medidor de presión e indicador o sonda de nivel.

7.3.1 Manómetro

Los manómetros o indicadores de presión son requeridos en la línea de impulsión de cada bomba, es decir, se instalarán un total de 4. Su lectura sirve como indicativo del funcionamiento de la bomba.

El modelo seleccionado es el modelo EN 873-1 de la casa GESA, compatible para ácido nítrico (fluido de proceso). Para más información sobre las características de funcionamiento ver anexo 3.1.



Figura 10. Manómetro EN 873-1 de la casa GESA. Rango 0-6 bar

7.3.2 Medidor de caudal

El medidor de caudal, con función de totalizador, mide la cantidad exacta de ácido nítrico que puede introducirse en la cisterna. Cuando llega al máximo, calculado previamente, envía señal de corte a la bomba.

Se instalan 2 caudalímetros VLM10 de la casa SPIRAX SARCO, uno para cada línea de carga de cisternas (HNO₃ fuerte y débil). Para más información sobre las características de funcionamiento ver anexo 3.2.



Figura 11. Medidor de caudal bridado VLM10 de la casa SPIRAX SARCO

7.3.3 Indicador de nivel

El indicador o sonda de nivel se utiliza para medir el nivel de líquido dentro de la cisterna.

La función de este instrumento es evitar el rebose de HNO_3 de la cisterna. Cuando detecta el nivel máximo de llenado envía señal de paro a la bomba y cierra la válvula del brazo de carga.

Forma parte del conjunto del brazo de carga, por lo tanto habrá 2 en el sistema, es decir uno por cada brazo de carga.

Las sondas utilizadas son del tipo "interruptores de nivel vibratorios".

En la medición de nivel con interruptor de nivel vibratorio se activa la vibración de una barra o una horquilla. Si la sonda vibrante entra en contacto con el sólido, la vibración cambia y el interruptor de nivel vibratorio emite una orden de conmutación. Los interruptores de nivel vibratorios se utilizan como protección contra sobrellenado. Entre sus numerosas ventajas destacan: facilidad de montaje, puesta en marcha sin necesidad de producto y medición de nivel fiable (independientemente de la posición de montaje, la presión, la temperatura, la espuma y la viscosidad).



Figura 12. Indicador de nivel vibratorio

Este instrumento es suministrado por el fabricante del brazo de carga, de acuerdo a las características de funcionamiento de la instalación.

7.4 Elección del brazo de carga

Con el objetivo de reducir hasta en 10 minutos los tiempos de maniobra y aumentar la seguridad de los operarios (ver apartado 6.2 "Brazo de carga vs. Mangueras"), se requiere la instalación de dos brazos de carga superior con línea de recuperación de vapor, modelo 2619 de la casa MARLIA; uno para la línea de carga de HNO₃ fuerte y otra para la línea de carga de HNO₃ débil.

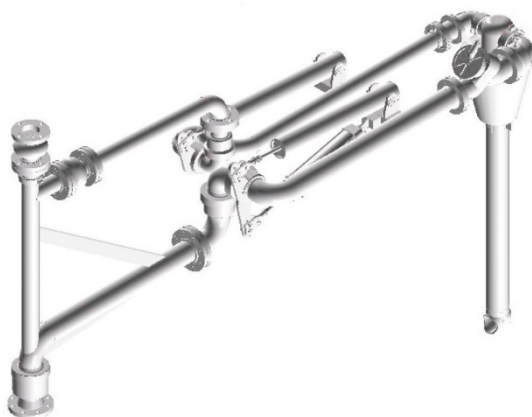


Figura 13. Brazo de carga superior, modelo 2619 de la casa MARLIA

Este modelo consta de dos líneas de 4", una de ellas con tubo buzo, la cual corresponde a la línea de carga; la otra, conectada al cono tiene como objetivo realizar la tarea de recuperación de vapores.

La conexión al camión cisterna se realiza a través de la boca de hombre de la misma ubicada en la parte superior, apoyando el cono sobre la cara de brida, hecho que garantiza la estanqueidad del sistema.

Los brazos de carga se solicitarán de acero inoxidable tipo DIN-14361 para la línea de carga de ácido nítrico fuerte y AISI 304L para la línea de carga de ácido débil. Ambos llevarán juntas de PTFE con carga de grafito, el cual disminuye el coeficiente de rozamiento, mejorando las características de deformación por carga y, en menor grado, las propiedades de desgaste.

Para más información sobre las ventajas que comporta la instalación de este mecanismo ver anexo 4 "Brazo de carga".

7.5 Elección de escalera abatible para acceso a nivel superior cisterna

Para realizar la tarea de apertura y cierre de la boca de hombre de la cisterna a llenar, el operador deberá acceder al nivel superior de la misma. Para esto, se requiere del montaje de 2 escaleras abatibles modelo WLS-5T de la casa MARLIA, una para cada línea de carga.

Las escaleras abatibles son de utilidad en plataformas y cargaderos de camiones cisterna, donde permiten vencer el desnivel de acceso a los techos de los camiones cisterna de una forma segura para el operario. Destacan por su dureza y resistencia en entornos industriales severos y ambientes corrosivos, presentando un mínimo desgaste. Permiten un acceso seguro a las bocas de hombre de los camiones cisterna.

Incorporan escalones galvanizados de seguridad y antideslizantes, barandillas a ambos lados, así como un dispositivo de bloqueo en posición de reposo.

Las escaleras abatibles serán de accionamiento neumático, por lo cual se deberá incluir el suministro de una línea de aire de instrumentos para la alimentación del mecanismo. Esta línea no entra dentro del alcance del proyecto.

El montaje de las mismas se hará sobre la nueva estructura diseñada, por lo cual se incluyen las cargas en el cálculo de la estructura general. La unión a la plataforma principal se realizará según las recomendaciones del fabricante de las escaleras abatibles.



Figura 14. Imagen 3D de escalera abatible

8 Plataforma de acceso

8.1 Descripción de la estructura

La estructura consiste en una plataforma principal de 10 m² con marquesina ubicada en el centro de la calzada, donde se instalarán 2 brazos de carga y 2 escaleras abatibles para acceso a nivel superior de cisternas.

El acceso a la plataforma principal se realizará a través de una pasarela de 1 m de paso libre la cual desembarcará a ambos lados del vial mediante escaleras.

El T.O.S. (Top Of Steel) de la plataforma principal y pasarela será de 6 m. De esta manera, los camiones cisternas podrán circular libremente por debajo de la misma, sin riesgo a interferencias.

Las rejillas para pisos de plataformas y peldaños de escalera serán tipo Tramex, electrosoldadas galvanizadas en caliente, con pletinas de dimensiones 30x30x30x3mm. Por otra parte, el perímetro de las plataformas, así como de las escaleras, dispondrá de barandillas.

En cuanto a la marquesina, la cubierta será a dos aguas con una inclinación de 10°, asimismo se fabricará de chapa grecada prelacada y galvanizada de 0,7 mm de espesor.

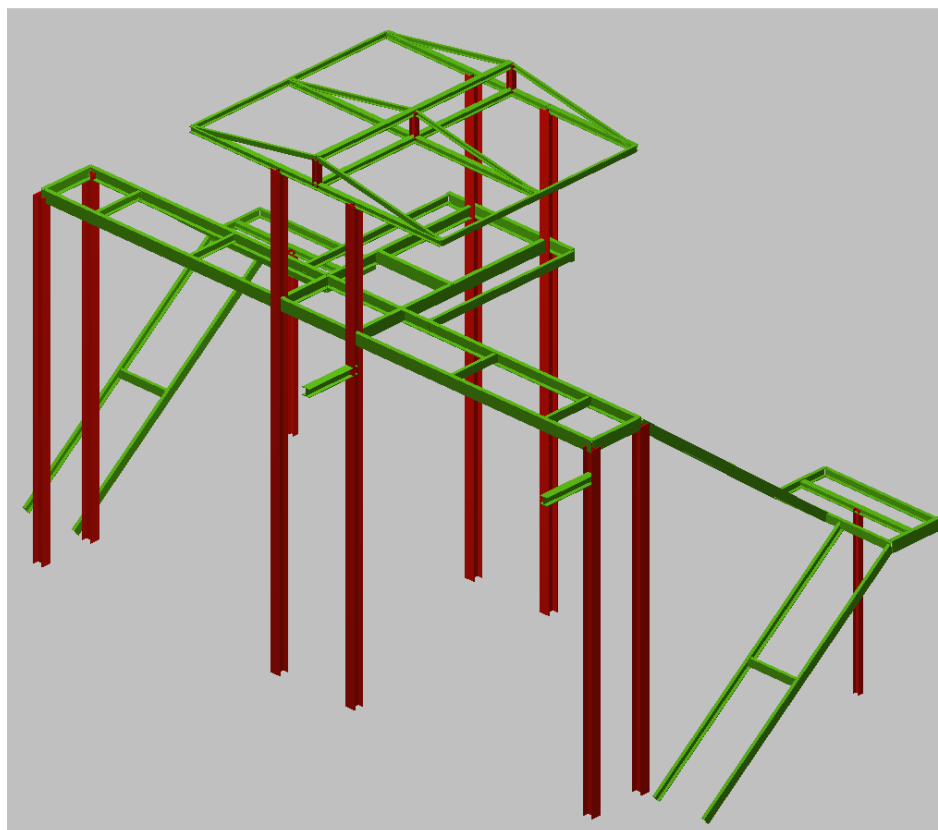


Figura 15. Modelizado y representación de la estructura en 3D con CYPE

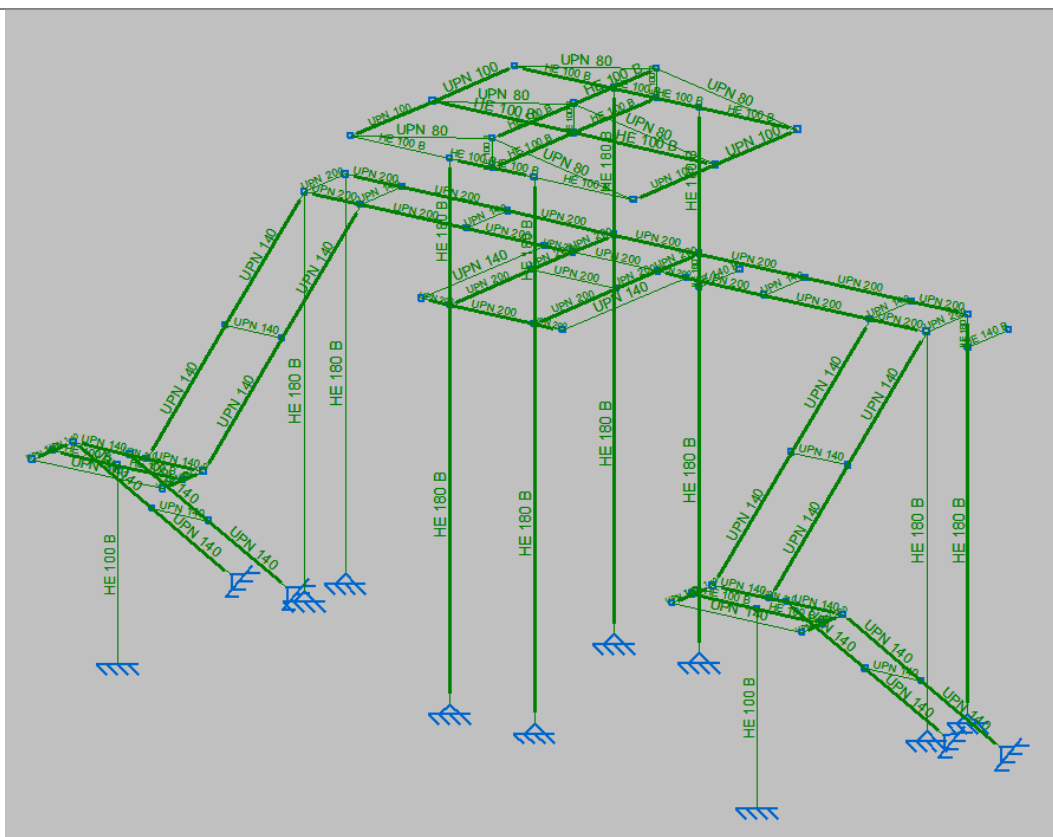


Figura 16. Modelizado con CYFE. Determinación del tipo y tamaño de perfil

8.2 Materiales y cargas consideradas

Para los pilares se utilizarán perfiles HEB-180 y HEB-100. Estos últimos, para las plataformas intermedias ubicadas a 3 m sobre el nivel del suelo. Las vigas en las plataformas serán UPN-200 y UPN-140. La perfilería a utilizar será del tipo S275JR.

Para llevar a cabo la elección de los perfiles se ha realizado una serie de cálculos y comprobado que los mismos cumplen con los valores de resistencia y deformaciones máximas requeridas (Véase anejos)

Para las cimentaciones se utilizará acero de armar del tipo B500S, dichas zapatas serán centradas respecto al pilar. Para la construcción de dichas zapatas se requerirá un espesor de hormigón de limpieza de 10 cm.

Las cargas consideradas en este proyecto son las siguientes:

- Acciones permanentes:
 - Peso propio de la estructura.
 - Peso propio de la cubierta.
 - Peso propio de barandilla
 - Peso propio escaleras abatibles
 - Peso propio brazos de carga.

- Acciones variables:
 - Sobrecarga de uso.
 - Carga del viento.
 - Carga de nieve.

8.3 Coeficientes de seguridad en acciones y materiales

Los coeficientes de seguridad de las cargas consideradas vienen recogidas en el Documento Básico de Seguridad Estructural del Código Técnico.

Tabla 4. Coeficientes parciales de seguridad para las acciones (Tabla 4.1 del DB SE-AE)

Tabla 4.1 Coeficientes parciales de seguridad (γ) para las acciones

Tipo de verificación ⁽¹⁾	Tipo de acción	Situación persistente o transitoria	
		desfavorable	favorable
Resistencia	Permanente		
	Peso propio, peso del terreno	1,35	0,80
	Empuje del terreno	1,35	0,70
	Presión del agua	1,20	0,90
	Variable	1,50	0
Estabilidad		desestabilizadora	estabilizadora
	Permanente		
	Peso propio, peso del terreno	1,10	0,90
	Empuje del terreno	1,35	0,80
	Presión del agua	1,05	0,95
Variable	1,50	0	

La selección realizada es debida a las cargas consideradas. Las cargas de viento, nieve y uso se consideran acciones variables, mientras que el peso propio de la estructura se considera carga permanente.

Los valores de resistencia se utilizarán para el cálculo de acciones combinadas, mientras que los de estabilidad se usarán para los cálculos de pandeo.

Para el cálculo de las acciones combinadas se utilizarán los coeficientes de simultaneidad (Ψ) determinados a continuación:

Tabla 5. Coeficientes de simultaneidad (Tabla 4.2 del DB SE-AE)

Tabla 4.2 Coeficientes de simultaneidad (ψ)			
	ψ_0	ψ_1	ψ_2
Sobrecarga superficial de uso (Categorías según DB-SE-AE)			
• Zonas residenciales (Categoría A)	0,7	0,5	0,3
• Zonas administrativas (Categoría B)	0,7	0,5	0,3
• Zonas destinadas al público (Categoría C)	0,7	0,7	0,6
• Zonas comerciales (Categoría D)	0,7	0,7	0,6
• Zonas de tráfico y de aparcamiento de vehículos ligeros con un peso total inferior a 30 kN (Categoría E)	0,7	0,7	0,6
• Cubiertas transitables (Categoría F)		(1)	
• Cubiertas accesibles únicamente para mantenimiento (Categoría G)	0	0	0
Nieve			
• para altitudes > 1000 m	0,7	0,5	0,2
• para altitudes ≤ 1000 m	0,5	0,2	0
Viento	0,6	0,5	0
Temperatura	0,6	0,5	0
Acciones variables del terreno	0,7	0,7	0,7

Los cálculos de las acciones combinadas se especifican en el apartado 8.4. Cabe recalcar que se han seleccionado estos valores debido al tipo de cargas a las que está sometida la estructura y porque se considera que se encuentra en una situación persistente o transitoria.

8.4 Hipótesis de cargas consideradas y combinaciones de las mismas

A partir del DB SE-AE se ha seleccionado el valor de las cargas, considerando la situación geográfica en la que se encuentra la instalación y las cargas propias estructurales. A continuación se resume dichos valores:

- Peso propio de la cubierta: 0,08 kN/m²
- Peso propio de la estructura: se considera en función del perfil utilizado
- Peso propio de la barandilla: 0,16 kN/ml
- Peso propio de la escalera abatible: V=8,2 kN; M=6,87 kN·m
- Peso propio del brazo de carga: 4,5 kN
- Peso propio tuberías para conexión de brazos de carga y bandeja de cables: 20 kN (repartidos equitativamente en dos soportes)
- Sobrecarga de uso de la cubierta: 0,4 kN/m²
- Sobrecarga de uso de la plataforma: 2,5 kN/m² en pasarela y escaleras. 3,75 kN/m² en plataforma principal
- Carga de viento: en el anejo se describen las distintas situaciones que se producen derivadas de la carga de viento

- Carga de nieve: 0,4 kN/m²

Los cálculos de dichos valores vienen recogidos en los anejos.

El programa de cálculo estructural CYPE realiza las combinaciones de las cargas comentadas con anterioridad de manera automática y utiliza la más desfavorable para comprobar la resistencia de los perfiles.

A continuación se comenta brevemente las combinaciones posibles mediante la fórmula que viene recogida en el artículo 4.2.2 del DB-SE:

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} \cdot G_{k,j} + \gamma_P \cdot P + \gamma_{Q,1} \cdot Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \cdot \Psi_{0,i} \cdot Q_{k,i}$$

Este es el valor de cálculo de los efectos de las acciones correspondiente a una situación persistente o transitoria.

Las posibles combinaciones que se pueden dar en estructura son:

- Combinación 1: Que la acción principal sea el viento frontal.
- Combinación 2: Que la acción principal sea el viento lateral.
- Combinación 3: Que la acción principal sea la sobrecarga de uso de la cubierta.
- Combinación 4: Que la acción principal sea la nieve.

8.5 Cargas consideradas

8.5.1 Acciones permanentes

Se refiere a los pesos de los elementos que constituyen la obra, y se supone que actúan en todo momento. Siendo constante en magnitud y posición. Están formadas por el peso propio y la carga muerta.

8.5.1.1 Peso propio cubierta

La cubierta de la marquesina se realizará mediante la utilización de chapa grecada prelacada y galvanizada de 0,7 mm de espesor, la cual tiene un peso de 8,13 kg/m², es decir su peso propio es de 0,08 kN/m².

8.5.1.2 Peso propio estructura

El peso propio de la estructura lo considera el programa CYPE en función del perfil utilizado.

A su vez, se ha considerado el peso propio de la barandilla (0,16 kN/ml) como una carga lineal en todo el perímetro de la pasarela y escaleras.

8.5.1.3 Cargas muertas

Son debidas a los elementos no resistentes: brazos de carga, escaleras abatibles, tuberías y bandeja de cables.

Tanto el peso de las escaleras abatibles como de los brazos de carga, son determinados por el fabricante; mientras que el peso de las tuberías y las bandeja de cables se han determinado realizando una estimación, considerando el peso de las líneas para conexión con los brazos de carga (dos líneas de 4" y dos de 2" llenas de líquido), así como del resto de elementos a soportar.

8.5.2 Acciones variables

8.5.2.1 Sobrecarga de uso

La tabla 3.1 del DB SE-AE indica los valores de sobrecarga de uso según categorías.

Tabla 6. Valores característicos de las sobrecargas de uso (Tabla 3.1 del DB SE-AE)

Tabla 3.1. Valores característicos de las sobrecargas de uso

Categoría de uso		Subcategorías de uso		Carga uniforme [kN/m ²]	Carga concentrada [kN]
A	Zonas residenciales	A1	Viviendas y zonas de habitaciones en, hospitales y hoteles	2	2
		A2	Trasteros	3	2
B	Zonas administrativas			2	2
C	Zonas de acceso al público (con la excepción de las superficies pertenecientes a las categorías A, B, y D)	C1	Zonas con mesas y sillas	3	4
		C2	Zonas con asientos fijos	4	4
		C3	Zonas sin obstáculos que impidan el libre movimiento de las personas como vestíbulos de edificios públicos, administrativos, hoteles; salas de exposición en museos; etc.	5	4
		C4	Zonas destinadas a gimnasio u actividades físicas	5	7
		C5	Zonas de aglomeración (salas de conciertos, estadios, etc)	5	4
D	Zonas comerciales	D1	Locales comerciales	5	4
		D2	Supermercados, hipermercados o grandes superficies	5	7
E	Zonas de tráfico y de aparcamiento para vehículos ligeros (peso total < 30 kN)			2	20 ⁽¹⁾
F	Cubiertas transitables accesibles sólo privadamente ⁽²⁾			1	2
G	Cubiertas accesibles únicamente para conservación ⁽³⁾	G1 ⁽⁷⁾	Cubiertas con inclinación inferior a 20°	1 ⁽⁴⁾⁽⁶⁾	2
			Cubiertas ligeras sobre correas (sin forjado) ⁽⁵⁾	0,4 ⁽⁴⁾	1
		G2	Cubiertas con inclinación superior a 40°	0	2

Para una cubierta accesible únicamente para conservación, se considera una sobrecarga de uso de 0,4 kN/m². Se entiende por cubierta ligera aquella cuya carga permanente debida únicamente a su cerramiento no excede de 1 kN/m².

Finalmente, para todas las zonas transitables, tales como escaleras y pasarelas, se considerado una sobrecarga de uso de 2,5 kN/m². Para el caso de la plataforma principal este valor se ha mayorado en un 50%, quedando una carga de 3,75 kN/m².

8.5.2.2 Carga de viento

Para el cálculo de la carga de viento se usa la fórmula del apartado 3.3.2 del DB SE-AE.

$$q_e = q_b \cdot c_e \cdot c_p$$

Para determinar el valor de la presión dinámica q_b se adopta 0,5 kN/m² en todo el territorio español.

El coeficiente de exposición c_e se obtiene de la tabla 3.4 del DB SE-AE:

Tabla 7. Valores del coeficiente de exposición (Tabla 3.4 del DB SE-AE)

Grado de aspereza del entorno	Altura del punto considerado (m)							
	3	6	9	12	15	18	24	30
I Borde del mar o de un lago, con una superficie de agua en la dirección del viento de al menos 5 km de longitud	2,4	2,7	3,0	3,1	3,3	3,4	3,5	3,7
II Terreno rural llano sin obstáculos ni arbolado de importancia	2,1	2,5	2,7	2,9	3,0	3,1	3,3	3,5
III Zona rural accidentada o llana con algunos obstáculos aislados, como árboles o construcciones pequeñas	1,6	2,0	2,3	2,5	2,6	2,7	2,9	3,1
IV Zona urbana en general, industrial o forestal	1,3	1,4	1,7	1,9	2,1	2,2	2,4	2,6
V Centro de negocio de grandes ciudades, con profusión de edificios en altura	1,2	1,2	1,2	1,4	1,5	1,6	1,9	2,0

Se toma el valor de 1,7 para el coeficiente de exposición, debido a que la plataforma se sitúa en una zona industrial y su altura no supera los 9 m.

El coeficiente de presión c_p se obtiene de la tabla D.6 para cubiertas a dos aguas

Para el c_p de la cubierta en caso de viento lateral se utiliza la tabla D.6 a).

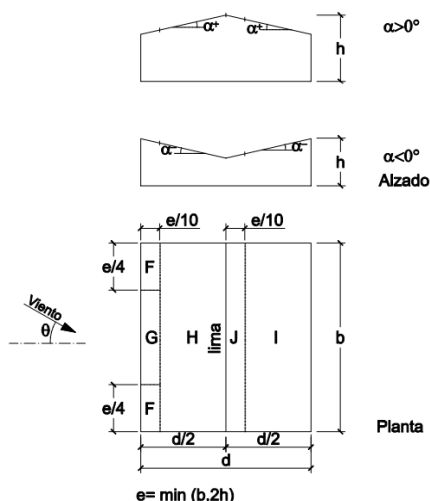


Tabla 8. Determinación del coeficiente de exposición en paramentos verticales (Tabla D6.a del DB SE-AE)

Pendiente de la cubierta α	A (m ²)	Zona (según figura)				
		F	G	H	I	J
-45°	≥ 10	-0,6	-0,6	-0,8	-0,7	-1
	≤ 1	-0,6	-0,6	-0,8	-0,7	-1,5
-30°	≥ 10	-1,1	-0,8	-0,8	-0,6	-0,8
	≤ 1	-2	-1,5	-0,8	-0,6	-1,4
-15°	≥ 10	-2,5	-1,3	-0,9	-0,5	-0,7
	≤ 1	-2,8	-2	-1,2	-0,5	-1,2
-5°	≥ 10	-2,3	-1,2	-0,8	0,2	0,2
	≤ 1	-2,5	-2	-1,2	-0,6	-0,6
5°	≥ 10	-1,7	-1,2	-0,6	-0,6	0,2
	≤ 1	+0,0	+0,0	+0,0	-0,6	-0,6
15°	≥ 10	-0,9	-0,8	-0,3	-0,4	-1
	≤ 1	0,2	0,2	0,2	+0,0	+0,0
		-2	-1,5	-0,3	-0,4	-1,5
		0,2	0,2	0,2	+0,0	+0,0

La cubierta tiene una inclinación de 10°, se utiliza la fila con la inclinación de 15° que es más desfavorable y la zona H. Con lo cual los valores de c_p son de 0,2 para la presión y -0,3 para la succión.

Para los coeficientes de cubierta en el caso de viento frontal se utiliza la tabla D.6 b).

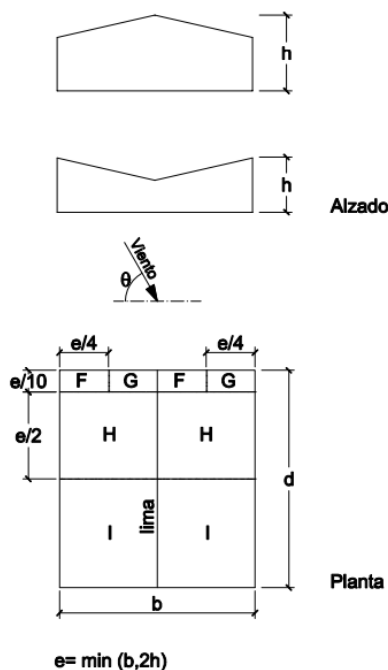


Tabla 9. Determinación del coeficiente de exposición en cubiertas (Tabla D6.b del DB SE-AE)

Pendiente de la cubierta α	A (m ²)	Zona (según figura), $-45^\circ \leq \theta \leq 45^\circ$			
		F	G	H	I
-45°	≥ 10	-1,4	-1,2	-1,0	-0,9
	≤ 1	-2,0	-2,0	-1,3	-1,2
-30°	≥ 10	-1,5	-1,2	-1,0	-0,9
	≤ 1	-2,1	-2,0	-1,3	-1,2
-15°	≥ 10	-1,9	-1,2	-0,8	-0,8
	≤ 1	-2,5	-2,0	-1,2	-1,2
-5°	≥ 10	-1,8	-1,2	-0,7	-0,6
	≤ 1	-2,5	-2,0	-1,2	-1,2
5°	≥ 10	-1,6	-1,3	-0,7	-0,6
	≤ 1	-2,2	-2,0	-1,2	-0,6
15°	≥ 10	-1,3	-1,3	-0,6	-0,5
	≤ 1	-2,0	-2,0	-1,2	-0,5

El valor de c_p es de -0,6 para toda la cubierta.

Tabla 10. Resumen valores coeficiente de presión

Valores del coeficiente de presión (c_p)		
Tipo viento	Cubierta	
	Presión	Succión
Lateral	0,2	-0,3
Frontal	-	-0,6

A partir de estos valores se obtiene la carga por unidad de superficie para los casos de viento lateral y viento frontal separadamente.

Tabla 11. Resumen valores cargas de viento

Carga de viento (q_e)	Viento lateral (kN/m ²)	Viento frontal (kN/m ²)
Presión	0,17	0
Succión	0,255	0,51

8.5.2.3 Carga de nieve

Según el apartado 3.5.1 del DB SE-AE la carga de nieve por unidad de superficie en proyección horizontal puede tomarse:

$$q_n = \mu \cdot S_k$$

El valor de μ es 1 debido a que la nieve no tiene ningún impedimento para deslizar.

El valor de S_k se obtiene de la tabla 3.8. del CTE, la cual se observa a continuación:

Tabla 12. Sobrecarga de nieve en capitales de provincia y ciudades autónomas (Tabla 3.8 del DB SE-AE)

Tabla 3.8 Sobrecarga de nieve en capitales de provincia y ciudades autónomas

Capital	Altitud m	s_k kN/m ²	Capital	Altitud m	s_k kN/m ²	Capital	Altitud m	s_k kN/m ²
Albacete	690	0,6	Guadalajara	680	0,6	Pontevedra	0	0,3
Alicante / Alacant	0	0,2	Huelva	0	0,2	Salamanca	780	0,5
Almería	0	0,2	Huesca	470	0,7	SanSebas- tián/Donostia	0	0,3
Ávila	1.130	1,0	Jaén	570	0,4	0	0,3	
Badajoz	180	0,2	León	820	1,2	Santander	1.000	0,7
Barcelona	0	0,4	Lérida / Lleida	150	0,5	Segovia	10	0,2
Bilbao / Bilbo	0	0,3	Logroño	380	0,6	Sevilla	1.090	0,9
Burgos	860	0,6	Lugo	470	0,7	Soria	0	0,4
Cáceres	440	0,4	Madrid	660	0,6	Tarragona	0	0,2
Cádiz	0	0,2	Málaga	0	0,2	Tenerife	950	0,9
Castellón	0	0,2	Murcia	40	0,2	Teruel	550	0,5
Ciudad Real	640	0,6	Orense / Ourense	130	0,4	Toledo	0	0,2
Córdoba	100	0,2	Oviedo	230	0,5	Valencia/València	690	0,4
Coruña / A Coruña	0	0,3	Palencia	740	0,4	Valladolid	520	0,7
Cuenca	1.010	1,0	Palma de Mallorca	0	0,2	Vitoria / Gasteiz	650	0,4
Gerona / Girona	70	0,4	Palmas, Las	0	0,2	Zamora	210	0,5
Granada	690	0,5	Pamplona/Iruña	450	0,7	Zaragoza	0	0,2
						Ceuta y Melilla		0,2

Así, para la altitud topográfica de Tarragona, se considera una sobrecarga de nieve de 0,4 kN/m².

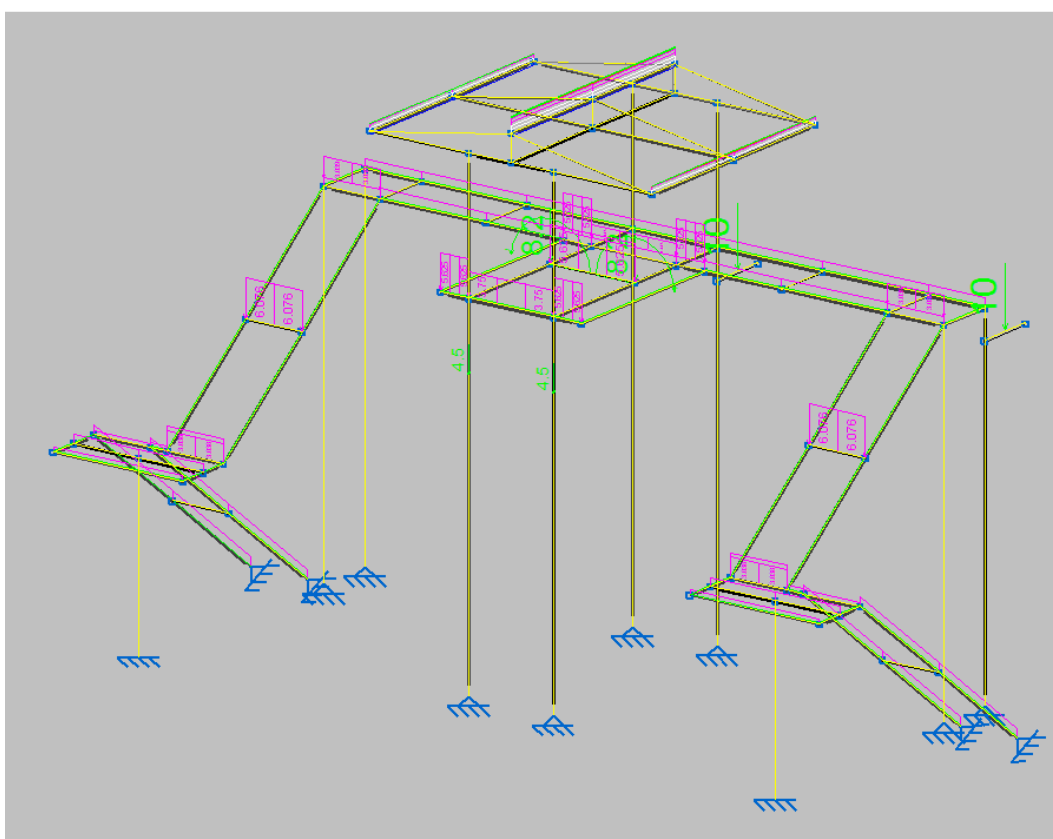


Figura 17. Aplicación de cargas superficiales, lineales y puntuales (CYPE)

8.6 Desplazamientos

La flecha máxima permitida será de 1/300 tal y como se especifica en el apartado 4.3.3.1 del DB-SE.

$$Flecha_{m\acute{a}x} = \frac{L}{300}$$

El desplome total máximo para la estructura será de 1/500 la altura total de la nave según el apartado 4.3.3.2 del DB-SE.

$$Desplome_{m\acute{a}x} = \frac{h}{500}$$

9 Valoración económica

Una vez alcanzado el objetivo principal de reducción de tiempos de tareas, comentadas en el apartado 5.6 "Tiempos de llenado", mediante la implementación de nuevas bombas y brazos de carga, se requiere un análisis económico con el objetivo de comprobar cuánto influye en el ahorro anual de la empresa las mejoras implantadas.

La reducción del tiempo de carga de cisterna en 25 minutos, implica un 62% más de capacidad de carga manteniendo el mismo horario de trabajo y el mismo personal de logística.

Los beneficios por la implementación de las mejoras pueden analizarse en relación a la optimización del tiempo de trabajo del operador y en relación al ahorro de energía producido por las bombas.

En base al sueldo del operador, las horas trabajadas y la cantidad de cisternas llenas al día por línea de carga, se llega a la conclusión que con la implementación de las mejoras se produce un beneficio, en relación al tiempo optimizado del personal, de 13,81 euros por cisterna cargada. Estos datos extrapolados a la cantidad de toneladas de HNO_3 cargado en las cisternas en un año, produce un ahorro de más de 40 mil euros anuales por línea de carga.

Por otra parte, estudiando y comparando el consumo (kWh) de las bombas existentes con las nuevas propuestas, se observa que aplicando las mejoras se conseguiría hasta un 60% de ahorro en energía por línea de carga. Económicamente hablando, se produciría un beneficio anual de 255,62 euros, aun realizando el llenado de 1.245 cisternas más que con el sistema actual, es decir un 70% más de capacidad.

Para más información sobre los parámetros tenidos en cuenta a la hora de realizar los cálculos ver anexo 9 "Cálculos justificativos para valoración económica".

10 Resumen del presupuesto

A continuación se detalla el resumen del presupuesto, el cual está conformado por tres capítulos:

- Capítulo 1: "Materiales y montaje tuberías". Incluye gastos por materiales (tuberías, válvulas, bridas, etc.) y construcción (prefabricado, montaje, prueba y lavado)
- Capítulo 2: "Plataforma". Incluye suministro, prefabricado y puesta en obra de perfilería, obra civil y pintura.
- Capítulo 3: "Equipos e instrumentación". Precio de los equipos e instrumentos a instalar para las dos líneas de carga de cisternas.

RESUMEN DEL PRESUPUESTO METALURGIA

CAPÍTULO 1	<i>MATERIALES Y MONTAJE TUBERÍAS</i>	335.651,04
CAPÍTULO 2	<i>PLATAFORMA</i>	39.245,06
PRESUPUESTO EJECUCIÓN MATERIAL (PEM)		374.896,10
GASTOS GENERALES (13% S/PEM)		48.736,49
BENEFICIO INDUSTRIAL (6% S/PEM)		22.493,77
TOTAL BASE IMPONIBLE		401.138,83
IVA (21%)		64.182,21
PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN POR CONTRATO (PEC)		465.321,04

El presupuesto de ejecución por contrato (PEM) asciende a: **374.896,10 €**

El presupuesto de ejecución por contrato (PEC) asciende a: **465.321,04 €**

RESUMEN DEL PRESUPUESTO EQUIPOS E INSTRUMENTACIÓN

CAPÍTULO 3	<i>EQUIPOS E INSTRUMENTACIÓN</i>	45.160
------------	----------------------------------	--------

El presupuesto total asciende a: **510.481,04 €**

Tarragona, 05 de septiembre de 2017

Jorge Martín Domosbian Engler

La Propiedad

11 Conclusiones finales

Los cambios producidos por las modificaciones propuestas implican mejoras en cuanto a capacidad, eficiencia y seguridad de la instalación.

En el presente proyecto se han analizado punto por punto los pros y contras de una instalación existente con el fin de llegar a unos objetivos de reducción de tiempos de ejecución de tareas, impuestos por la dirección de empresa.

La meta final de rebajar en 25 minutos el tiempo de llenado de una cisterna se obtiene aplicando una por una las soluciones, desarrolladas en este documento, para cada tema.

Esto no significa que puedan ir realizándose cambios parciales, como por ejemplo la introducción de brazos de carga por mangueras, para disminuir en 10 minutos el tiempo de conexión y desconexión de las líneas a la cisterna.

El diseño de un sistema modular tiene la ventaja de que permite ser aplicable en su totalidad o parcialmente, adaptándose generalmente a las condiciones existentes de una instalación. Por esto, el análisis final sobre la rentabilidad de adquirir o no dicho diseño forma parte de la dirección de empresa a donde se quiera implantar y dependerá de si pueden hacer uso de equipos y mecanismos existentes, o por el contrario se ven obligados a cambiar el total de los elementos que forman parte de la estación de carga.

El formato de presupuesto por capítulos permite desglosar, según las necesidades del cliente, y analizar el coste económico que supondría realizar la o las mejoras e incluso instalar una, dos o más estaciones de carga.

Por último, los beneficios por optimización del tiempo de trabajo del operador y por ahorro de energía producido por las bombas, podrán utilizarse de baremo a la hora de analizar la rentabilidad de la inversión y definir el plazo de recuperación.

Estudiante
Jorge Martín Domosbian Engler

**Diseño de una instalación modular de carga de cisternas
para transporte por carretera de ácido nítrico**

Documento 2:

ANEXOS

Trabajo Fin de Master
dirigido por la Dra. Silvia De La Flor López

Master en Ingeniería Industrial



UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI

Tarragona

2017

Índice

1	Análisis de volúmenes y tiempos de llenado. Determinación de caudales.	5
2	Cálculos justificativos para la elección de la bomba	7
2.1	Presiones.....	8
2.2	Velocidades	8
2.3	Alturas geométricas.....	8
2.4	Pérdidas por fricción y accesorios	8
2.5	Altura manométrica (H)	15
2.6	NPSH disponible y NPSH requerido	15
2.7	Curva característica del sistema.....	16
2.8	Potencia útil al fluido	21
2.9	Presiones entrada y salida de la bomba.....	22
2.10	Hoja de datos bomba centrífuga.....	23
2.11	Plano dimensional bomba centrífuga	24
3	Instrumentación	25
3.1	Manómetro	25
3.1.1	Hoja de datos y dimensiones generales	26
3.2	Medidor de caudal.....	27
3.2.1	Consideraciones sobre la instalación	28
3.2.2	Plano dimensional medidor de caudal tipo Vortex	29
4	Brazo de carga	31
4.1	Plano dimensional brazo de carga.....	34
5	Escalera abatible para acceso a nivel superior de cisterna	36
5.1	Plano dimensional escalera abatible	37
6	Cálculo plataforma de acceso.....	39
6.1	Datos de obra	39

6.1.1	Normas consideradas	39
6.1.2	Estados límite	39
6.1.2.1	Situaciones de proyecto	39
6.2	Estructura.....	41
6.2.1	Geometría	41
6.2.1.1	Nudos.....	41
6.2.1.2	Barras. Materiales utilizados.....	43
6.2.1.3	Barras. Descripción	43
6.2.1.4	Barras. Características mecánicas.....	46
6.2.1.5	Barras. Tabla de medición	47
6.2.1.6	Barras. Resumen de medición.....	48
6.2.1.7	Barras. Medición de superficies	48
6.2.2	Resultados	49
6.2.2.1	Nudos. Desplazamientos (Envolventes).....	49
6.2.2.2	Nudos. Reacciones (Envolventes).....	53
6.2.2.3	Barras. Esfuerzos (Envolventes).....	54
6.2.2.4	Barras. Resistencia.....	91
6.2.2.5	Barras. Flechas	95
6.2.2.6	Barras. Comprobaciones E.L.U. (Resumido)	98
6.3	Cimentación.....	102
6.3.1	Descripción	102
6.3.2	Medición	102
6.3.3	Comprobación	103
6.4	Imágenes CYPE.....	115
7	Hoja de datos acero inoxidable DIN-14361.....	118
8	Especificación técnica del producto.....	119
8.1	Ácido Nítrico débil (65%)	119
8.2	Ácido Nítrico fuerte (98,5%).....	120

9	Cálculos justificativos para valoración económica.....	121
9.1	Beneficios en relación a la optimización del tiempo de trabajo del personal	122
9.2	Beneficios en relación al ahorro energético	124

1 Análisis de volúmenes y tiempos de llenado. Determinación de caudales.

En la actualidad el tiempo de llenado de las cisternas, que poseen una capacidad de carga de 20 m³, variable según la MMA del camión cisterna, es de 30 min.

Con estos datos es posible determinar el valor del caudal actual que circula por las líneas de carga de cisternas.

$$Q_{actual} = \frac{V_{cisterna}}{t_{llenado}} = \frac{20 \text{ m}^3}{0,5 \text{ h}} = 40 \text{ m}^3/\text{h} \quad (1)$$

Considerando que las líneas de carga de cisternas tienen un tamaño de 3", se extrae el valor de la velocidad a la que circula el ácido nítrico.

$$Q_{actual} = v \cdot A$$

$$v = \frac{Q_{actual}}{A} = \frac{40 \text{ m}^3/\text{h}}{4,8 \times 10^{-3} \text{ m}^2} = 8388,3 \text{ m}/\text{h} \quad (2)$$

$$v = 2,3 \text{ m}/\text{s}$$

$$A = 4,8 \times 10^{-3} \text{ m}^2 (\varnothing_{tubería} = 77,92 \text{ mm}, 3''\text{-Sch.STD})$$

Según se determinó en el apartado 5.6 "Tiempos de llenado" de la memoria, uno de los puntos a mejorar en la instalación existente es el tiempo de llenado de la cisterna, reduciéndolo de 30 a 20 min. Esto implica un aumento de caudal en las líneas de carga de cisternas, tal y como se demuestra en la siguiente fórmula:

$$Q_{nuevo} = \frac{V_{cisterna}}{t_{llenado}} = \frac{20 \text{ m}^3}{0,33 \text{ h}} = 60 \text{ m}^3/\text{h} \quad (3)$$

Con el nuevo caudal, se determina la velocidad a la que circula el ácido nítrico dentro de las líneas de 3".

$$Q_{nuevo} = v \cdot A$$

$$v = \frac{Q_{nuevo}}{A} = \frac{60 \text{ m}^3/\text{h}}{4,8 \times 10^{-3} \text{ m}^2} = 12582,4 \text{ m}/\text{h} \quad (4)$$

$$v = 3,5 \text{ m}/\text{s}$$

En la siguiente tabla se resume los valores calculados con anterioridad.

Tabla 1. Resumen valores actuales y nuevos de caudal y velocidad

	Caudal (m ³ /h)	Velocidad (m/s)
Actual	40	2,3
Nuevo	60	3,5

Analizando estos datos se extraen las siguientes conclusiones:

- El punto de trabajo de la bomba actual no es el óptimo, sino que la bomba está, dentro de su rango, dando el mayor caudal posible. Esto genera que no esté trabajando al máximo rendimiento y, por lo tanto, no se minimiza el consumo de energía en la instalación. Ver anexo hoja de datos bomba actual.
- El nuevo caudal deberá alcanzarse cambiando la bomba existente por una que cumpla con las nuevas condiciones de la instalación.
- El diámetro de la tubería de carga de cisternas deberá ampliarse, puesto que para un caudal de 60 m³/h la velocidad a la que se desplazaría el ácido nítrico en una tubería de 3" sería elevada, provocando ruidos, corrosión por erosión y excesivas pérdidas de carga.

Tabla 2. Selección diámetro de tubería según velocidades.

	Velocity m/s	ΔP kPa/m
Liquids, pumped (not viscous)	1–3	0.5
Liquids, gravity flow	—	0.05
Gases and vapours	15–30	0.02 per cent of line pressure
High-pressure steam, >8 bar	30–60	—

Dadas las nuevas condiciones de la instalación, tiempo de carga, caudales, etc., se determina que las líneas de carga de cisterna deberán ser de 4"-Sch. STD, para así cumplir con el límite de velocidad dentro de la tubería.

$$Q_{nuevo} = v \cdot A_{nueva}$$

$$v = \frac{Q_{nuevo}}{A_{nueva}} = \frac{60 \text{ m}^3/\text{h}}{8,2 \times 10^{-3} \text{ m}^2} = 7305,5 \text{ m}/\text{h} \quad (5)$$

$$v = 2,0 \text{ m}/\text{s}$$

$$A_{nueva} = 8,2 \times 10^{-3} \text{ m}^2 \quad (\varnothing_{tubería} = 102,26 \text{ mm}, 4\text{"-Sch.STD})$$

2 Cálculos justificativos para la elección de la bomba

Una vez determinado el nuevo caudal que cumple con el objetivo fijado por la dirección de empresa y establecido el diámetro de las líneas de carga de cisternas (ver anexo 1 "Análisis de volúmenes y tiempos de llenado. Determinación de caudales"), se procede a la elección de la bomba que cumpla con los nuevos requisitos.

Para esto, es necesario realizar el cálculo de la altura manométrica (H) adecuada, que no es más que la presión adicional que debe suministrar la bomba para transportar el fluido a través del sistema. Se determina a partir de la siguiente expresión:

$$H_{bomba} = \frac{P_s - P_e}{\rho g} + Z_s - Z_e + \frac{V_s^2 - V_e^2}{2g} + h_L \quad (6)$$

P_s = Presión en el interior de la cisterna (Pa)

P_e = Presión en el interior del tanque de almacenamiento (Pa)

ρ = Densidad del ácido nítrico (kg/m^3)

g = Aceleración de gravedad ($9,8 \text{ m/s}^2$)

Z_s = Altura máxima línea de entrada a cisterna (m)

Z_e = Altura mínima del nivel del líquido en tanque (m)

V_s = Velocidad del fluido en la línea de salida (descarga) de la bomba (m/s)

V_e = Velocidad del fluido en la línea de entrada (aspiración) de la bomba (m/s)

h_L = Pérdidas por accesorios y fricción (m)

Para aplicar la expresión anterior es necesario identificar cada término del sistema (presiones, alturas, velocidades, etc.). A continuación, con la ayuda del esquema básico de instalación (Figura x) se analizará cada uno de ellos.

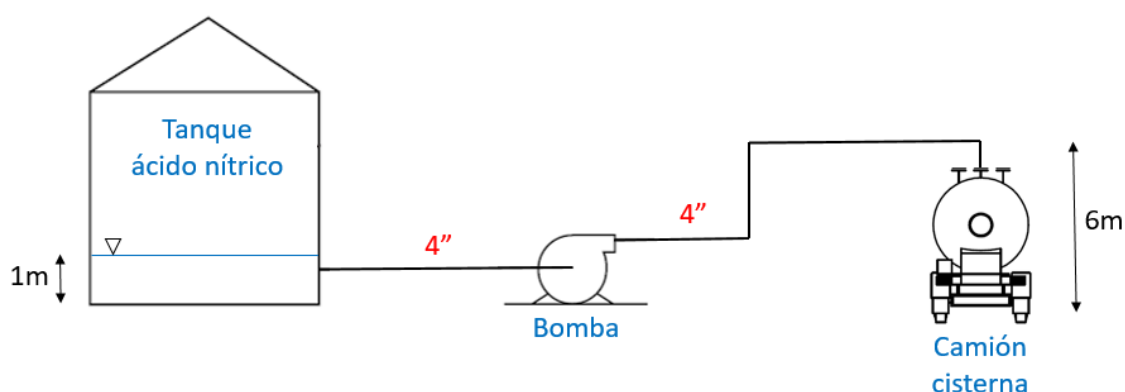


Figura 1. Esquema básico para instalación de bomba

2.1 Presiones

La presión en el tanque de almacenamiento es igual a la presión atmosférica. De igual manera ocurre con la presión dentro de la cisterna, ya que está conectado al tanque de almacenamiento a través de la línea para recirculación de gases de cisterna a tanque.

En resumen,

$$P_{atm} = P_s = P_e$$

$$H_{bomba} = \frac{P_s - P_e}{\rho g} + Z_s - Z_e + \frac{V_s^2 - V_e^2}{2g} + h_L$$

2.2 Velocidades

La velocidad del fluido en la línea de entrada a la bomba es igual a la velocidad del fluido en la línea de salida de la bomba, puesto que el caudal es constante, así como el área de paso que corresponde al de una línea de 4".

En resumen,

$$V_s = V_e = 2,0 \text{ m/s}$$

$$H_{bomba} = \frac{P_s - P_e}{\rho g} + Z_s - Z_e + \frac{V_s^2 - V_e^2}{2g} + h_L$$

2.3 Alturas geométricas

Para determinar las alturas geométricas se supone la situación más desfavorable, es decir aquella que requiere de una bomba con más potencia; esta es cuando el nivel de ácido nítrico dentro del tanque es mínimo. Se considera que el nivel de líquido del tanque nunca estará por debajo de 1 m.

La altura de nivel del tanque, Z_e , corresponde a la distancia vertical existente entre el eje de la bomba y el nivel mínimo del líquido aspirado (m).

La altura de entrada a la cisterna, Z_s , corresponde a la distancia vertical existente entre el nivel superior del líquido descargado y el eje de la bomba.

En resumen,

$$Z_e = 1 \text{ m}$$

$$Z_s = 6 \text{ m}$$

2.4 Pérdidas por fricción y accesorios

Las pérdidas están compuestas por las pérdidas por fricción y pérdidas por accesorios, tal y como se especifica en la siguiente ecuación:

$$h_L = h_{fricción} + h_{accesorios}$$

$$h_L = \sum f \frac{LV^2}{2Dg} + \sum K_L \frac{V^2}{2g}$$

$$h_L = \left(f_e \frac{L_e V_e^2}{2D_e g} + f_s \frac{L_s V_s^2}{2D_s g} \right) + \left(K_{Le} \frac{V_e^2}{2g} + K_{Ls} \frac{V_s^2}{2g} \right) \quad (7)$$

Para el primer término, pérdidas por fricción, es necesario obtener el factor de fricción de Darcy. En este caso, al tener el mismo diámetro la tubería de aspiración y la de descarga de la bomba, será igual para ambas.

El factor de fricción depende del número de Reynolds (Re) y de la rugosidad de la tubería (e).

$$Re_e = Re_s = \frac{\rho V_e D_e}{\mu} = 4,2 \cdot 10^5 \quad (\text{Régimen turbulento}) \quad (8)$$

$$\rho_{\text{ácido nítrico}} = 1513 \text{ kg/m}^3$$

$$\mu_{\text{ácido nítrico}} = 0,75 \cdot 10^{-3} \text{ kg/ms}$$

$$D_e = 102,26 \cdot 10^{-3} \text{ m}$$

$$V_e = 2,0 \text{ m/s}$$

$$e = \frac{\text{Rugosidad absoluta}}{\text{Diámetro interior de la tubería}} = \frac{0,002}{102,26} = 1,96 \cdot 10^{-5} \quad (9)$$

Con los valores del número de Reynolds y de la rugosidad de la tubería introducidos en el diagrama de Moody (ver figura x) se determina que el factor de fricción es:

$$f = f_e = f_s = 0,014$$

Al tratarse de flujo turbulento también es posible obtener el valor de factor de fricción a través de la relación para f de Colebrook-White:

$$f = \frac{0,25}{\left[\log \left(\frac{e/D}{3,71} + \frac{5,74}{Re^{0,9}} \right) \right]^2} = 0,014 \quad (10)$$

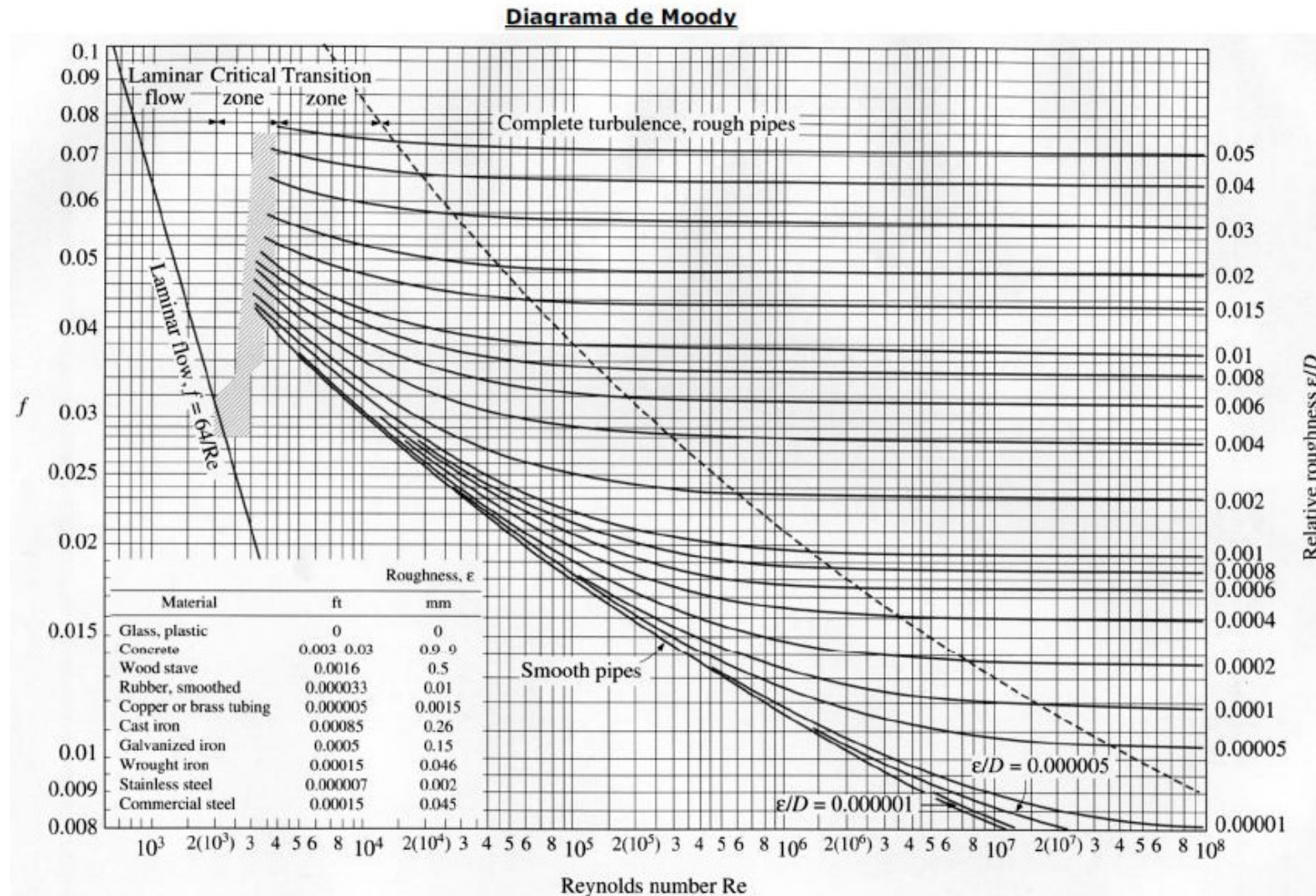


Figura 2. Diagrama de Moody. Determinación del factor de fricción

A continuación se determinan, de manera aproximada, las longitudes de tubería en la aspiración e impulsión de la bomba.

$$L_e = 15 \text{ m (aspiración)}$$

$$L_s = 30 \text{ m (impulsión)}$$

Así, las pérdidas por fricción resultan:

$$h_{fricción_e} = f_e \frac{L_e V_e^2}{2D_e g} = 0,4315 \text{ m} \quad (11)$$

$$h_{fricción_s} = f_s \frac{L_s V_s^2}{2D_s g} = 0,8629 \text{ m} \quad (11)$$

Para calcular las pérdidas por accesorios se debe tener en cuenta los accesorios que poseen las líneas de aspiración e impulsión, determinados por el diagrama P&ID y una previsión según el trazado que puedan tener dichas líneas.

A continuación se observa la siguiente tabla con el valor de "K" para cada accesorio.

Tabla 3. Pérdida de presión en accesorios de tubería y válvulas (caudal turbulento)

Fitting or valve	K, number of velocity heads	number of equivalent pipe diameters
45° standard elbow	0.35	15
45° long radius elbow	0.2	10
90° standard radius elbow	0.6–0.8	30–40
90° standard long elbow	0.45	23
90° square elbow	1.5	75
Tee-entry from leg	1.2	60
Tee-entry into leg	1.8	90
Union and coupling	0.04	2
Sharp reduction (tank outlet)	0.5	25
Sudden expansion (tank inlet)	1.0	50
Gate valve		
fully open	0.15	7.5
1/4 open	16	800
1/2 open	4	200
3/4 open	1	40
Globe valve, bevel seat-		
fully open	6	300
1/2 open	8.5	450
Plug valve - open	0.4	18

En resumen, el valor de "K_{TOTAL}" para las líneas de aspiración e impulsión se define en las siguientes tablas.

Tabla 4. Cálculo KTOTAL para línea de aspiración

	Number of velocity heads, K	Cantidad	
90° standard long elbow	0,45	2	0,9
Tee-entry into leg	1,8	1	1,8
Sharp reduction (tank outlet)	1	1	0,5
Gate valve (fully open)	0,15	2	0,3
		TOTAL	3,5

Tabla 5. Cálculo KTOTAL para línea de impulsión

	Number of velocity heads, K	Cantidad	
90° standard long elbow	0,45	6	2,7
Tee-entry into leg	1,8	1	1,8
Sudden expansion (tank inlet)	1	1	1
Gate valve (fully open)	0,15	2	0,3
Check Valve Swing	2	1	2
		TOTAL	7,8

Introduciendo los valores de K en las ecuaciones para el cálculo de las pérdidas por accesorios en las líneas de aspiración e impulsión, se obtienen los siguientes resultados:

$$h_{\text{accesorios}_e} = K_{Le} \frac{v_e^2}{2g} = 0,7354 \text{ m} \quad (12)$$

$$h_{\text{accesorios}_s} = K_{Ls} \frac{v_s^2}{2g} = 1,6388 \text{ m} \quad (13)$$

Finalmente,

$$h_L = h_{\text{fricción}} + h_{\text{accesorios}} = 3,7 \text{ m} \quad (14)$$

Tabla 6. Resumen pérdidas en líneas de aspiración e impulsión

PÉRDIDAS	ASPIRACIÓN (m)	IMPULSIÓN (m)	TOTAL (m)
Fricción	0,4315	0,8629	1,2944
Accesorios	0,7354	1,6388	2,3742
TOTAL (m)	1,1669	2,5017	3,6686

2.5 Altura manométrica (H)

Una vez analizados y determinados los valores de cada componente de la ecuación para el cálculo de la altura manométrica, se concluye:

$$H_{bomba} = Z_s - Z_e + h_L \quad (15)$$

$$H_{bomba} = 6 - 1 + 3,7 = 8,7 \text{ m}$$

2.6 NPSH disponible y NPSH requerido

Durante la entrada del fluido en el rodete de una bomba, se produce una aceleración que, cuando la presión es suficientemente baja, genera la formación de burbujas de vapor. Esto tiene dos efectos sobre el funcionamiento, en primer lugar, la cavitación erosiona el rodete, y con el tiempo lleva a su destrucción. En segundo lugar, cuando la cavitación es fuerte disminuye la altura de elevación.

Para evitar la cavitación, hace falta mantener una presión suficiente, por encima de la presión de vapor, en la entrada de la bomba. El valor necesario es calculado por el fabricante como NPSHr (Net Positive Suction Head required). Desde el punto de vista de la utilización, hay que asegurar que el NPSHd (disponible) en el sistema sea superior al NPSHr.

En resumen el $NPSH_{disp}$ (depende de las características de la instalación) equivale a la reserva total de presión por encima de la tensión de vapor del fluido y se encuentra disponible en la zona de la brida de aspiración de la bomba; y el $NPSH_{req}$ (depende de las características de la bomba) informa sobre la capacidad de la bomba en un punto determinado de su curva característica de funcionamiento.

$$NPSH_{disp} = \frac{(p_t - p_v)}{\rho g} + H_e - h_e \quad (16)$$

$$NPSH_{disp} = \frac{(101325 - 15065,4)}{1513 \cdot 9,8} + 1 - 1,17 = 5,65 \text{ m}$$

$$p_t = 1 \text{ atm} = 101325 \text{ Pa}$$

$\rho_v = 15065,4 \text{ Pa}$

$\rho_{\text{ácido nítrico}} = 1513 \text{ kg/m}^3$

$H_e = 1 \text{ m}$

$h_e = 1,17 \text{ m}$

$$NPSH_{req} < NPSH_{disp} - 0,5 \text{ m}$$

*Se aplica un coeficiente de seguridad de 0,5 m

La bomba deberá tener un valor de $NPSH_{req} < 5,15 \text{ m}$.

2.7 Curva característica del sistema

A partir de la tabla x se construye la curva característica del sistema, representada en la siguiente figura.

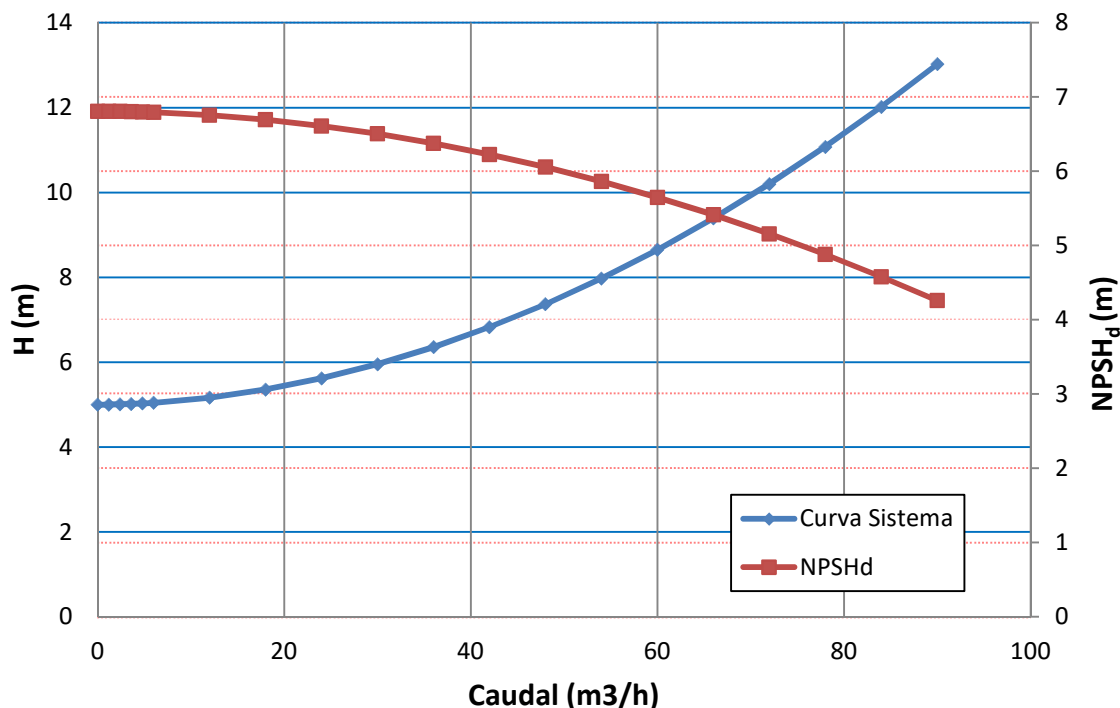


Figura 3. Curva característica del sistema

La curva característica del sistema, o curva de pérdidas de carga en el sistema, indica la energía disipada por fricción viscosa para distintos valores de caudal.

Tal y como se observa en el gráfico anterior, la curva del sistema es la suma de la carga estática total (diferencia máxima de alturas geométricas) que corresponde a un valor constante (independientemente del valor del caudal) considerado en el caso más desfavorable de

Diseño de una instalación modular de carga de cisternas para transporte por carretera de ácido nítrico
 funcionamiento de la bomba, más las pérdidas por fricción (provocadas por fricción en tuberías y accesorios).

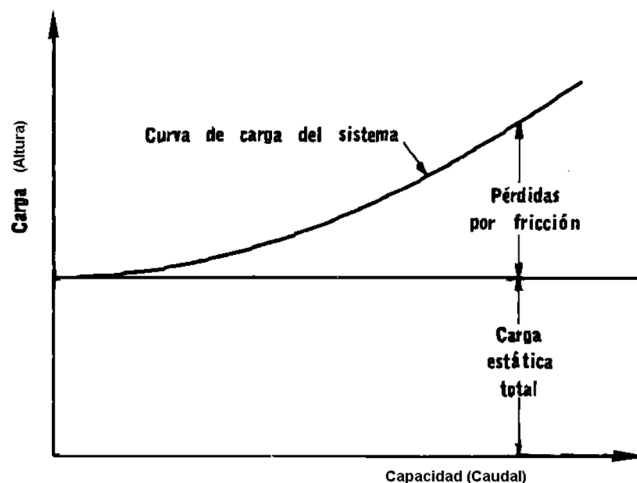


Figura 4. Definición de la curva característica del sistema

La pérdida de presión producida por fricción es función del caudal, de las propiedades del fluido (densidad y viscosidad), así como del diámetro, longitud y rugosidad de la tubería.

Analizando la curva del $NPSH_{disp}$, se observa que disminuye cuando aumenta el caudal. Esto es debido a que a mayor caudal existe una mayor pérdida de carga en la aspiración, lo cual disminuye la presión en la entrada de la bomba y favorece la aparición del fenómeno de cavitación.

A partir de las expresiones de $NPSH$ requerido y $NPSH$ disponible se deduce que si aumenta el caudal de la bomba, el $NPSH$ disponible disminuye y el $NPSH$ requerido aumenta, consecuentemente a partir de un determinado caudal se producirá cavitación.

Al comparar el valor mínimo de $NPSH_{disp}$ con el valor máximo de $NPSH_{req}$ ($Q=90 \text{ m}^3/\text{s}$), se puede afirmar que no se producirá cavitación en la bomba, ya que se cumple la siguiente relación:

$$NPSH_{req} < NPSH_{disp} - 0,5 \text{ m}$$

$$NPSH_{disp} (Q = 90 \text{ m}^3/\text{s}) = 4,26 \text{ m}$$

$$NPSH_{req} (Q = 90 \text{ m}^3/\text{s}) = 2,00 \text{ m}$$

La curva característica de una bomba describe la relación entre la altura manométrica (caída de presión) y el caudal, datos que permiten escoger la bomba más adecuada para cada

Diseño de una instalación modular de carga de cisternas para transporte por carretera de ácido nítrico instalación. La altura manométrica de una bomba es una magnitud, expresable también como presión, que permite valorar la energía suministrada al fluido, es decir, se trata de la caída de presión que debe de vencer la bomba para que el fluido circule según condiciones de diseño. El fabricante determina estas curvas de forma experimental, midiendo la altura manométrica para diferentes caudales. Las variaciones de caudal se obtienen modificando la resistencia ejercida sobre el rodete de la bomba.

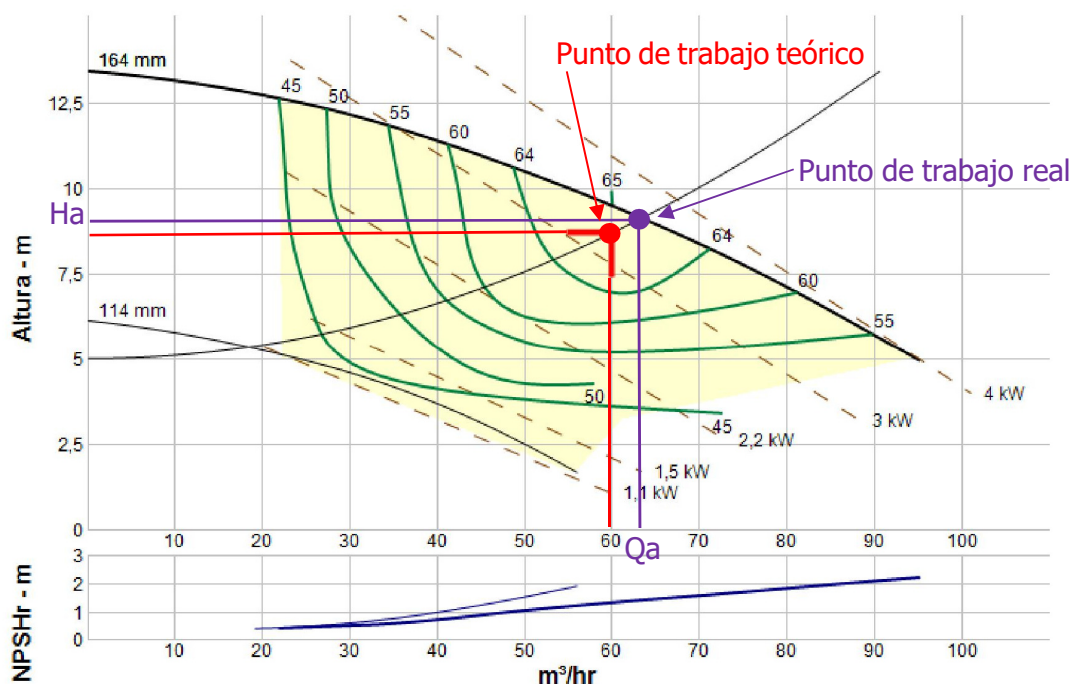


Figura 5. Curva característica bomba TRUFLO tipo TNP (ETFE Lined) M436.

Cuando se conecta la bomba al circuito, el punto de funcionamiento A resulta como intersección entre la curva de funcionamiento de la bomba y la del circuito. La curva de la bomba viene definida por el diámetro del rodete seleccionado. Siempre debe elegirse el diámetro de rodete que garantiza el caudal inicial teórico de la instalación, el cual corresponde al tamaño de rodete estandarizado mayor e inmediato al punto de trabajo teórico.

Los valores en el punto de trabajo real son:

- Caudal (Q) = 63,2 m³/h
- Altura manométrica (H) = 9,11 m
- Rendimiento = 65%
- Potencia = 3,65 kW
- NPSH_r = 1,41 m
- Velocidad = 1750 rpm

- Diámetro del rodete = 164 mm

La elección de la bomba se ha realizado teniendo en cuenta el BEP (Best Efficiency Point) donde no solo se trata del punto de trabajo más alto, sino que es el punto donde la velocidad y la presión son iguales sobre el rodete y la voluta. En cuanto el punto de trabajo se aleja del Best Efficiency Point, la velocidad cambia, lo cual hace cambiar la presión en uno de los lados del rodete. Esta presión irregular sobre el rodete se manifiesta en un empuje radial que desvía el eje de la bomba causando, entre otras cosas:

- una carga excesiva sobre los cojinetes
- una excesiva desviación de los sellos mecánicos
- un desgaste irregular del forro del eje

Tabla 6. Cálculo curva característica del sistema

Caudal			Impulsión				Aspiración					IMP+ASP	
%	(kg/h)	(m3/h)	Velocidad (m/s)	Reynolds	f impulsión	h _L imp. (m)	Velocidad (m/s)	Reynolds	f aspiración	h _L asp. (m)	NPSHd (m)	h _L total (m)	H bomba
0%	0	0	0,0000	0,00E+00	0,0000	0,0000	0,0000	0,00E+00	0,0000	0,0000	6,8093	0,0000	5,0000
2%	1815,6	1,2	0,0406	8,37E+03	0,0324	0,0015	0,0406	8,37E+03	0,0324	0,0007	6,8086	0,0021	5,0021
4%	3631,2	2,4	0,0812	1,67E+04	0,0271	0,0053	0,0812	1,67E+04	0,0271	0,0025	6,8068	0,0078	5,0078
6%	5446,8	3,6	0,1218	2,51E+04	0,0245	0,0113	0,1218	2,51E+04	0,0245	0,0054	6,8039	0,0167	5,0167
8%	7262,4	4,8	0,1623	3,35E+04	0,0229	0,0195	0,1623	3,35E+04	0,0229	0,0092	6,8001	0,0287	5,0287
10%	9078	6	0,2029	4,19E+04	0,0218	0,0298	0,2029	4,19E+04	0,0218	0,0141	6,7952	0,0438	5,0438
20%	18156	12	0,4059	8,37E+04	0,0188	0,1117	0,4059	8,37E+04	0,0188	0,0525	6,7568	0,1641	5,1641
30%	27234	18	0,6088	1,26E+05	0,0173	0,2430	0,6088	1,26E+05	0,0173	0,1140	6,6953	0,3570	5,3570
40%	36312	24	0,8117	1,67E+05	0,0163	0,4227	0,8117	1,67E+05	0,0163	0,1979	6,6113	0,6207	5,6207
50%	45390	30	1,0146	2,09E+05	0,0157	0,6501	1,0146	2,09E+05	0,0157	0,3041	6,5052	0,9542	5,9542
60%	54468	36	1,2176	2,51E+05	0,0151	0,9247	1,2176	2,51E+05	0,0151	0,4321	6,3772	1,3568	6,3568
70%	63546	42	1,4205	2,93E+05	0,0147	1,2461	1,4205	2,93E+05	0,0147	0,5819	6,2274	1,8280	6,8280
80%	72624	48	1,6234	3,35E+05	0,0144	1,6140	1,6234	3,35E+05	0,0144	0,7533	6,0560	2,3672	7,3672
90%	81702	54	1,8264	3,77E+05	0,0141	2,0281	1,8264	3,77E+05	0,0141	0,9461	5,8632	2,9742	7,9742
100%	90780	60	2,0293	4,19E+05	0,0138	2,4884	2,0293	4,19E+05	0,0138	1,1603	5,6490	3,6487	8,6487
110%	99858	66	2,2322	4,60E+05	0,0136	2,9946	2,2322	4,60E+05	0,0136	1,3957	5,4135	4,3903	9,3903
120%	108936	72	2,4351	5,02E+05	0,0134	3,5465	2,4351	5,02E+05	0,0134	1,6524	5,1569	5,1989	10,1989
130%	118014	78	2,6381	5,44E+05	0,0133	4,1441	2,6381	5,44E+05	0,0133	1,9302	4,8791	6,0743	11,0743
140%	127092	84	2,8410	5,86E+05	0,0131	4,7871	2,8410	5,86E+05	0,0131	2,2291	4,5802	7,0162	12,0162
150%	136170	90	3,0439	6,28E+05	0,0130	5,4756	3,0439	6,28E+05	0,0130	2,5490	4,2603	8,0246	13,0246

2.8 Potencia útil al fluido

En un equipo de bombeo la potencia consumida por éste no es igual a la potencia que finalmente se transmite al fluido y que es la potencia útil realmente.

En efecto, la potencia teórica o potencia útil (P_u) que se transmite al fluido y que se invierte en proporcionarle un caudal (Q) y altura manométrica (H) a su paso por el equipo de bombeo viene dado por la siguiente expresión:

$$P_u = Q\rho gH_{bomba} = 16,7 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s} \cdot 1513 \text{ kg}/\text{m}^3 \cdot 9,8 \text{ m}/\text{s}^2 \cdot 8,7\text{m} = 2142,2 \text{ W} \quad (17)$$

$$P = 2,14 \text{ kW}$$

Sin embargo, el equipo de bombeo está constituido, además de por la bomba propiamente, por un motor eléctrico de accionamiento acoplado mediante un eje a la bomba y de sistemas auxiliares.

La potencia finalmente consumida (P_e) por todo el equipo de bombeo es superior a la potencia útil (P_u), dado que habrá que considerar las pérdidas y rendimientos de cada uno de los componentes que intervienen: rendimiento hidráulico, volumétrico y mecánico.

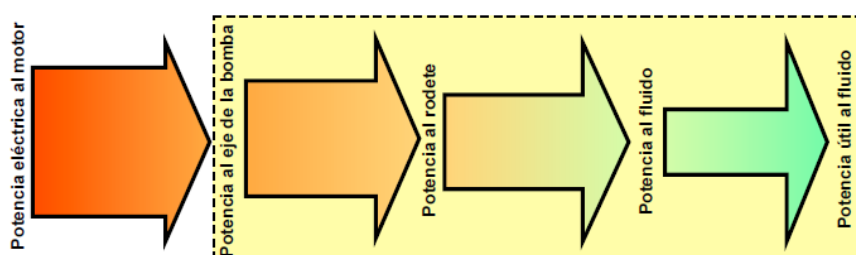


Figura 6. Potencias, rendimientos y pérdidas en la bomba

Mediante la siguiente ecuación es posible relacionar la potencia consumida con la potencia útil haciendo uso de los rendimientos.

$$P_u = P_e \cdot \eta_H \cdot \eta_V \cdot \eta_M = P_e \cdot \eta_G$$

Donde,

$$\eta_G = \eta_H \cdot \eta_V \cdot \eta_M$$

De acuerdo a los datos facilitados por el fabricante de la bomba, la potencia consumida (P_e) en el punto de trabajo es de 3,65 kW y el rendimiento global del equipo de bombeo, que incluye el efecto de los distintos rendimientos, es igual al 65%.

$$P_u = P_e \cdot \eta_G = 3,65 \text{ kW} \cdot 0,65 = 2,37 \text{ kW (real)} \approx 2,14 \text{ kW (teórico)} \quad (18)$$

El valor teórico de la potencia útil calculado con anterioridad concuerda con el valor real, determinado a partir de los datos del fabricante.

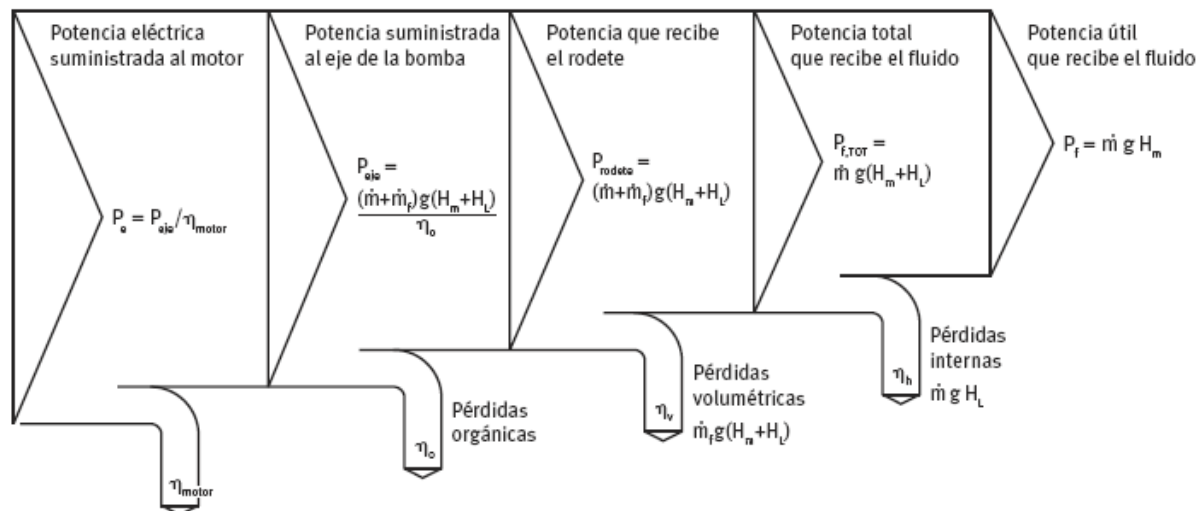


Figura 7. Diagrama de Sankey de una bomba centrífuga

2.9 Presiones entrada y salida de la bomba

La presión a la entrada de la bomba es igual a la presión atmosférica, debido a que todo el sistema está a dicha presión: se trata de un circuito cerrado, donde el tanque de almacenamiento está a P_{atm} .

$$P_{in} = 101,33 \text{ kPa} = 1,01 \text{ bar}$$

El cálculo de la presión de salida de la bomba se realiza mediante la ecuación de Bernoulli generalizada entre la salida de la bomba y la superficie de la cisterna.

$$P_{out} = \left(Z_s - Z_{b,out} - \frac{v_{b,out}^2}{2g} - h_L (imp) \right) \cdot \rho \cdot g \quad (19)$$

$$P_{out} = 122,94 \text{ kPa} = 1,23 \text{ bar}$$

2.10 Hoja de datos bomba centrífuga

Hoja de datos de la bomba - TRUFLO

Empresa: URV
 Nombre: JDE
 Fecha: 08/17/2017



Bomba:
 Tamaño: M436 Dimensiones Aspiración: ---
 Tipo: TNP (ETFE Lined) Descarga: ---
 Velocidad de rotación: 1800 rpm
 Diámetro: 164 mm
 Curvas: PN008-R0

Fluido:
 Nombre: ACIDO NITRICO 98%
 SG: 1.51 Presión de vapor: 15.1 kPa a
 Densidad: 1510 kg/m³ Presión atm: 101 kPa a
 Viscosidad: 0.75 cP
 Temperatura: 20 °C

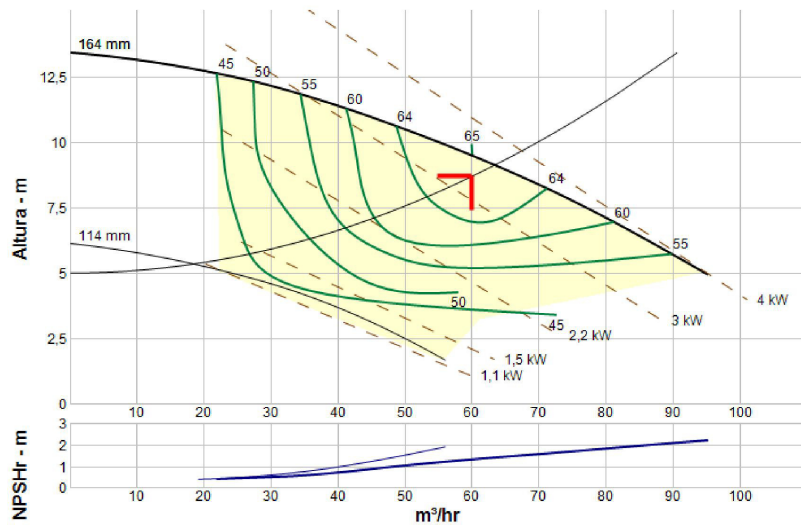
Criterios de búsqueda:
 Caudal: 60 m³/hr Casi un fallo: ---
 Altura: 8.7 m Static Head: 5 m

Límites de la bomba:
 Temperatura: --- Tamaño de la esfera: ---
 Wkg Pressure: ---

Motor:
 Estándar: IEC Potencia: 4 kW
 Caja: TEFC Velocidad: 1800 rpm
 Tamaño motor: 112M
 Criterios de medición: Potencia máxima en la curva característica

Advertencias para la selección de bomba:
 None

--- Datos del punto	
Caudal:	63.2 m ³ /hr
Altura:	9.11 m
Rend:	65%
Potencia:	3.65 kW
NPSHr:	1.41 m
Velocidad:	1750 rpm
--- Curva característica:	
altura v. cerrada	13.4 m
dP v. cerrada:	199 kPa
Caudal mínimo:	--- m ³ /hr
BEP:	65% @ 60 m ³ /hr
Potencia NOL:	3.86 kW @ 81.1 m ³ /hr
--- Curva máxima -	
Potencia máxima:	3.86 kW @ 81.1 m ³ /hr

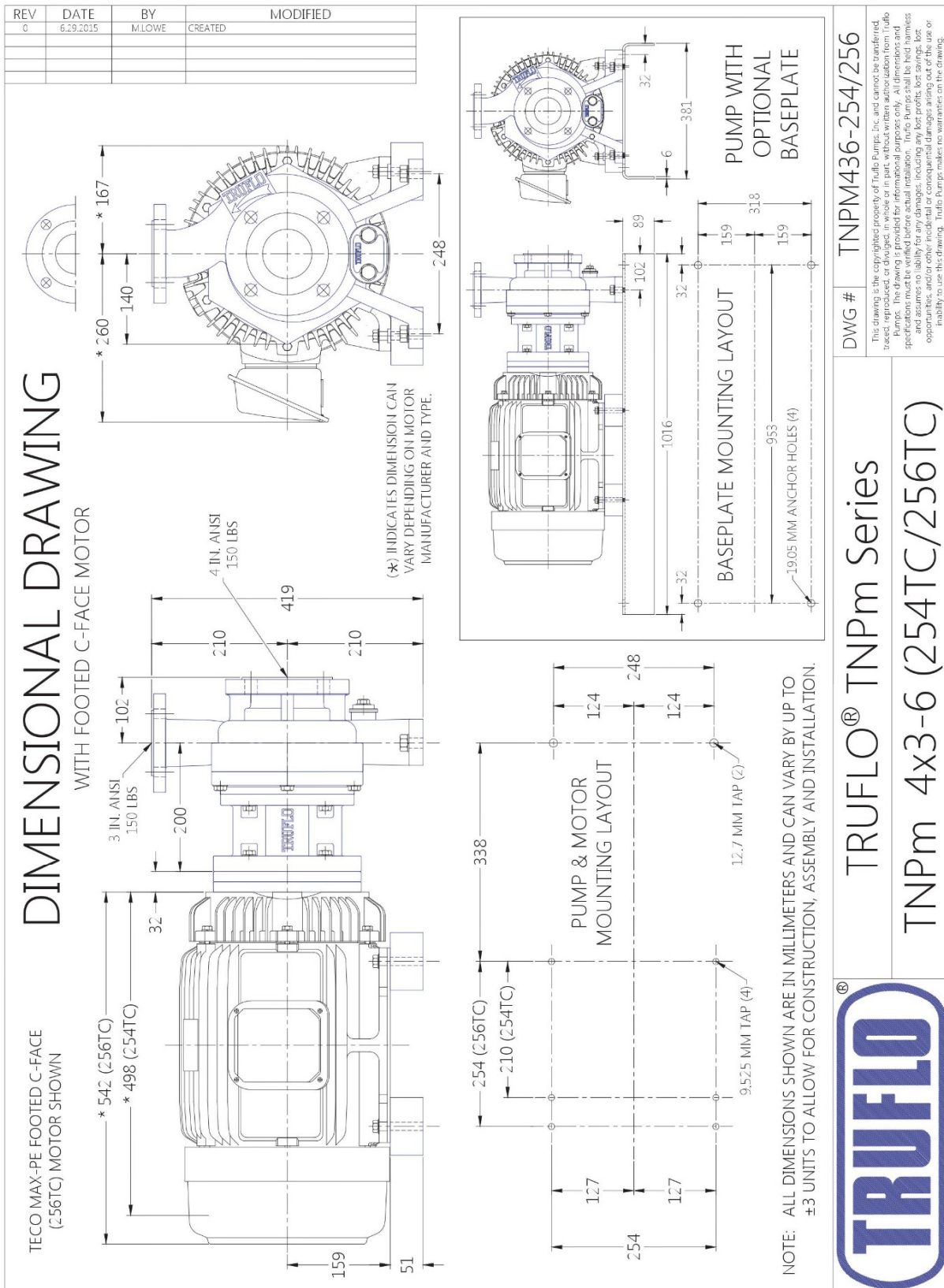


Evaluación de rendimiento:

Caudal	Velocidad	Altura	Rendimiento	Potencia	NPSHr
m ³ /hr	rpm	m	%	kW	m
72	1750	8.11	64	3.77	1.63
60	1750	9.47	65	3.6	1.33
48	1750	10.7	64	3.3	0.985
36	1750	11.7	56	3.07	0.616
24	1750	12.5	47	2.61	0.439

Seleccionado del catálogo: Truflo Pumps.60, Versión 2.4

2.11 Plano dimensional bomba centrífuga



3 Instrumentación

Para realizar el control de la instalación de carga de cisternas se requiere de una serie de instrumentos de medida. Estos son: manómetros, medidores de caudal y sondas de nivel.

3.1 Manómetro

El manómetro es un instrumento de medición para la presión de fluidos contenidos en recipientes cerrados, por ejemplo una tubería.

Se requiere la instalación de un medidor de presión en cada una de las líneas de impulsión de las bombas. Así, a través de estos instrumentos, se podrá comprobar el correcto funcionamiento de las bombas: la presión indicada debería ser igual a la teórica calculada.

Una disminución en la presión indicada podría significar que hay fugas y está entrando aire al sistema.

Otra de las funciones que cumple el indicador de presión consiste en determinar el punto de trabajo en la curva de funcionamiento de la bomba. Para esto, es necesario medir también la velocidad de giro de la bomba.



Figura 8. Indicador de presión modelo EN 837-1 GESA

El manómetro seleccionado, con un separador de membrana en acero inoxidable AISI 316 para fluidos de alta viscosidad o corrosivos, es el modelo EN 873-1 de la casa GESA, cuyo elemento sensor consiste en un tubo Bourdon en forma de "C".

3.1.1 Hoja de datos y dimensiones generales

PARÁMETROS ESTÁNDAR

Manómetro

Diseño: EN 837-1

Cierre: Bayoneta

Estructura/Montaje: Ver esquema adjunto **A**

Conexión al proceso: ½" BSP (UNE-EN 10226-1)

Grado de protección: IP65 (EN 60529 / IEC 529)

Precisión: Clase 1.0

Límites de presión:

Estática: ¼ del fondo de escala

Oscilante: ⅓ del fondo de escala

Máxima: Hasta el final de escala. Durante un intervalo corto de tiempo

Límites de temperatura:

Ambiente: -40+65°C

Fluido: 60°C

Rango: 0...25 Bar

Escala: Bar

Subdivisión: De acuerdo con la norma EN 837-1

Líquido antivibratorio: Glicerina 99.8% o seco

Aguja: Regulación micrométrica

Elemento sensor: Tubo bourdon en forma de "C"

Sistema de alivio de sobrepresión: "Blow-out disc"

Sistema de alivio de sobretemperatura: Tapón superior

Separador de membrana

Límites de temperatura del líquido de transmisión: Hasta 200°C

MATERIALES

Manómetro

Caja y aro: Acero inoxidable AISI 304

Tubo bourdon y movimientos: Acero inoxidable AISI 316

Racor de conexión: Acero inoxidable AISI 316

Visor: Vidrio de seguridad

Dial/Carátula: Aluminio lacado con fondo blanco

Aguja: Aluminio lacado en color negro

Soldaduras manómetro: Soldadura TIG

Tapón de alivio de sobretemperatura y "Blow-out disc": Neopreno

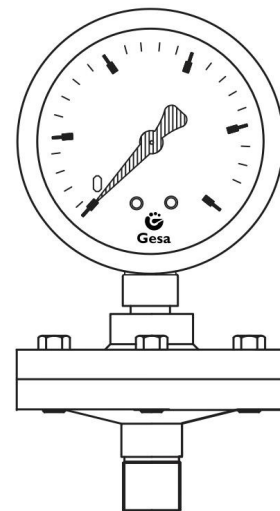
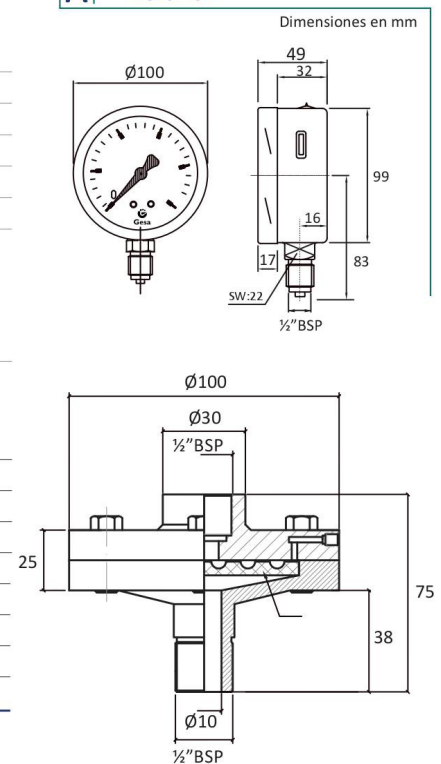
Separador de membrana

Cuerpo separador: Acero inoxidable AISI 316

Líquido de transmisión del separador: Aceite de silicio

Tornillos separador: Acero inoxidable AISI 316

A Radial



3.2 Medidor de caudal

En este sistema, el medidor de caudal tiene la función de medir la cantidad exacta de ácido nítrico que puede introducirse en la cisterna, sin sobrepasar la MMA del vehículo. Esto se consigue mediante la función de "totalizador" del instrumento. Una vez llegado a la cantidad programada, se envía una señal de paro al motor de la bomba.

El medidor de caudal másico tipo Vortex, seleccionado para la presente instalación, mide el fluido de proceso mediante la detección de la frecuencia con la que se desprenden los vórtices por una obstrucción en la línea del fluido de proceso (el cuerpo de obstrucción). Un sensor piezoeléctrico montado fuera del flujo de fluido actúa como transductor y convierte los impulsos en señales eléctricas. Un sensor de temperatura interno, junto con la electrónica de múltiples variables proporciona un caudal másico en aplicaciones de líquidos, gases y vapor.

El VLM10 de la casa Spirax Sarco cumple con todos los requisitos necesarios para ser montado en la instalación analizada. Mide todas las variables de proceso con un único dispositivo que proporciona una gran precisión y reduce los costes de instalación. La puesta en marcha se simplifica usando el display local o por el acceso a un servidor de Internet. La electrónica del VLM10 proporciona una excelente inmunidad al ruido, mientras que una amplia gama de materiales para las partes húmedas proporciona una excelente compatibilidad con la mayoría de los fluidos de proceso. El transmisor ofrece una amplia gama de salidas incluyendo Modbus RTU, BACnet MS/TP, Modbus TCP/IP, analógicas, de frecuencia y de pulsos.



Figura 9. Medidor de caudal tipo Vortex

Se exigirá al fabricante la utilización de acero inoxidable DIN-14361 o similar, debido al alto grado de corrosividad del ácido nítrico.

3.2.1 Consideraciones sobre la instalación

Instalación: El medidor de caudal se puede instalar en vertical, horizontal o en cualquier ángulo. Para el servicio con líquido, la línea debe permanecer llena durante el funcionamiento del medidor de caudal.

Selección de ubicación: La ubicación del medidor de caudal se debe seleccionar para minimizar turbulencias y remolinos. El alcance de estas perturbaciones del flujo depende de la configuración de la tubería. Las válvulas, codos, bombas y otros accesorios de tubería pueden aumentar las alteraciones en el flujo.

Tabla 7. Tramos rectos requeridos para la instalación del medidor de caudal

Requisitos de tramos rectos de tubería

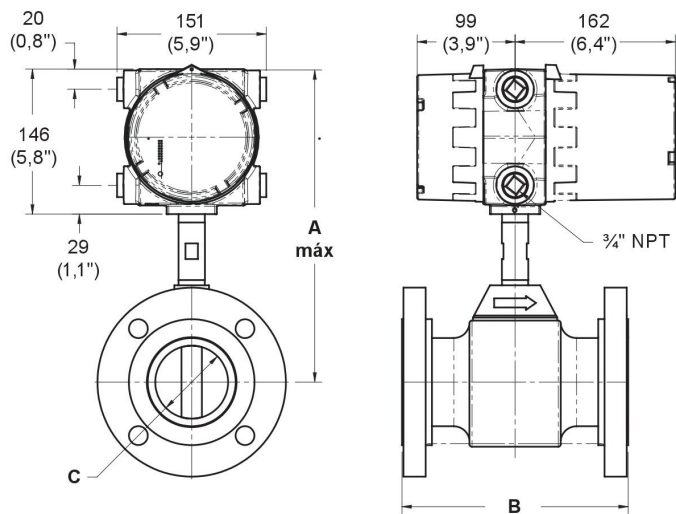
Típico: 10 diámetros aguas arriba, 5 diámetros aguas abajo. En algunas aplicaciones con múltiples curvas o válvulas de mariposa, se puede requerir más tramos rectos de tubería.

Algunas configuraciones típicas de tuberías	Aguas arriba	Aguas abajo
Un codo de 90° después del medidor	10 D	5 D
Dos codos de 90° después del medidor	10 D	5 D
Dos codos de 90° en diferente plano antes del medidor	30 D	5 D
Reducción antes del medidor	10 D	5 D
Regulador o válvula parcialmente cerrada	30 D	5 D

Mantenimiento: El elemento sensor y el sensor de temperatura se pueden retirar y sustituir sin retirar el cuerpo del medidor de caudal de la línea de proceso, y sin tener que parar el proceso, con presiones de proceso por debajo de los 52 bar r (750 psi g). El factor K del medidor de caudal no se ve afectado por el mantenimiento del sensor o la electrónica.

3.2.2 Plano dimensional medidor de caudal tipo Vortex

Conexión con bridas, montaje integral



Nota:
El diámetro interior de las tuberías de acoplamiento > dimensión 'C'.

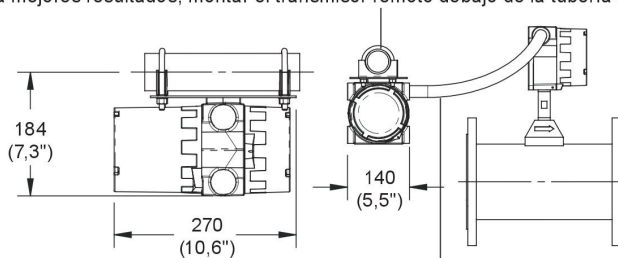
Tamaño	A	B	Dimensiones				Peso		
			C						
			Acero inoxidable	Acero al carbono	PN16	PN40	PN64		
				PN16	PN40	PN64	ASME 150	ASME 300	ASME 600
DN25 (1")	287 mm (11,3")	193 mm (7,6")	24 mm (0,957")	24 mm (0,957")			8 kg (18 lbs)	9 kg (20 lbs)	9 kg (20 lbs)
DN40 (1½")	287 mm (11,3")	206 mm (8,1")	40 mm (1,500")	40 mm (1,500")			10 kg (22 lbs)	13 kg (28 lbs)	13 kg (28 lbs)
DN50 (2")	330 mm (13,0")	216 mm (8,5")	49 mm (1,939")	49 mm (1,939")			14 kg (31 lbs)	16 kg (36 lbs)	16 kg (36 lbs)
DN80 (3")	366 mm (14,4")	229 mm (9,0")	74 mm (2,900")	74 mm (2,900")			23 kg (51 lbs)	27 kg (60 lbs)	27 kg (60 lbs)
DN100 (4")	378 mm (14,9")	241 mm (9,5")	97 mm (3,826")	97 mm (3,826")			25 kg (55 lbs)	33 kg (72 lbs)	33 kg (72 lbs)
DN150 (6")	404 mm (15,9")	345 mm (13,6")	146 mm (5,761")	146 mm (5,761")	146 mm (5,761")	146 mm (5,761")	42 kg (92 lbs)	53 kg (116 lbs)	64 kg (140 lbs)
DN200 (8")	429 mm (16,9")	470 mm (18,5")	194 mm (7,625")	194 mm (7,625")	194 mm (7,625")	194 mm (7,625")	65 kg (144 lbs)	83 kg (182 lbs)	100 kg (220 lbs)
DN250 (10")	457 mm (18,0")	470 mm (18,5")	255 mm (10,020")		255 mm (10,020")		82 kg (180 lbs)	118 kg (260 lbs)	
DN300 (12")	483 mm (19,0")	470 mm (18,5")	300 mm (12,000")		300 mm (12,000")		120 kg (265 lbs)	166 kg (365 lbs)	

Dimensiones y pesos aproximados en mm (pulgadas) y kg (libras)

Montaje remoto

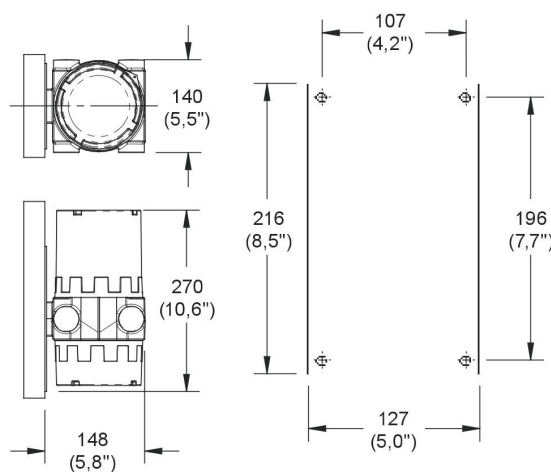
Nota: Para mejores resultados, montar el transmisor remoto debajo de la tubería horizontal.

Montaje de electrónica en tubería



Se suministran el cable y los abarcones.
Nota: el cable debe estar en un conducto (no se suministra).
 Conexión de conducto: 3/4" NPT.

Montaje de electrónica en pared



Tamaño	Peso			
	Bridas PN16 ASME 150	Bridas PN40 ASME 300	Bridas PN64 ASME 300	Wafer
DN25 (1")	11 kg (24 lbs)	12 kg (26 lbs)	12 kg (26 lbs)	9 kg (19 lbs)
DN40 (1½")	13 kg (28 lbs)	15 kg (34 lbs)	15 kg (34 lbs)	9 kg (20 lbs)
DN50 (2")	17 kg (37 lbs)	19 kg (42 lbs)	19 kg (42 lbs)	10 kg (23 lbs)
DN80 (3")	26 kg (57 lbs)	30 kg (66 lbs)	30 kg (66 lbs)	17 kg (38 lbs)
DN100 (4")	33 kg (72 lbs)	40 kg (89 lbs)	48 kg (105 lbs)	
DN150 (6")	44 kg (98 lbs)	55 kg (122 lbs)	66 kg (146 lbs)	
DN200 (8")	68 kg (150 lbs)	85 kg (188 lbs)	103 kg (226 lbs)	
DN250 (10")	84 kg (186 lbs)	121 kg (266 lbs)		
DN300 (12")	123 kg (271 lbs)	168 kg (371 lbs)		

4 Brazo de carga

En la actualidad las conexiones en la cisterna, para carga de ácido nítrico y recirculación de gases, se realizan a través de mangueras con conexión tipo Guillemín.

Estas mangueras, en condición de fuera de servicio, están ubicadas a nivel de plataforma, mientras que cuando se requiere conectarlas a la cisterna para realizar la operación de llenado, se bajan hasta la elevación de las tubuladuras mediante una polea motorizada.

Los pasos que debe seguir el operario para realizar la tarea de conexión y desconexión de las mangueras es el siguiente:

Conexión:

1. Descenso de mangueras de 3" y 2" mediante la utilización de polea motorizada.
2. Descenso de operario hasta la parte superior de la cisterna utilizando escaleras abatibles.
3. Apertura de tubuladuras de cisterna y conexión de mangueras:
 - a. 2" para recirculación de gases. Conexión tipo Guillemín
 - b. 3" para carga de cisterna. Conexión tipo Guillemín

Desconexión:

4. Desconexión de mangueras y cierre de tubuladuras cisterna.
5. Ascenso del operario a la plataforma principal mediante la utilización de escalera abatible.
6. Ascenso de mangueras de 3" y 2" mediante la utilización de polea motorizada

Con el objetivo de reducir los tiempos de conexión y desconexión de mangueras se propone la instalación de dos brazos de carga superior tipo "PARALELA" (incluye línea de devolución de vapor), uno para cada línea de carga (HNO₃ fuerte y débil).

Con esta implementación se espera reducir el tiempo de realización de las tareas de conexión y desconexión en 10 min, es decir, 5 min por cada una.

Los brazos de carga permiten realizar el transvase de fluidos de un medio a otro de manera segura y sin esfuerzo para el operario. Se dividen generalmente en terrestres (superior e inferior) y marinos. De acuerdo a las características de la instalación analizada, se requiere la utilización de brazo de carga superior.

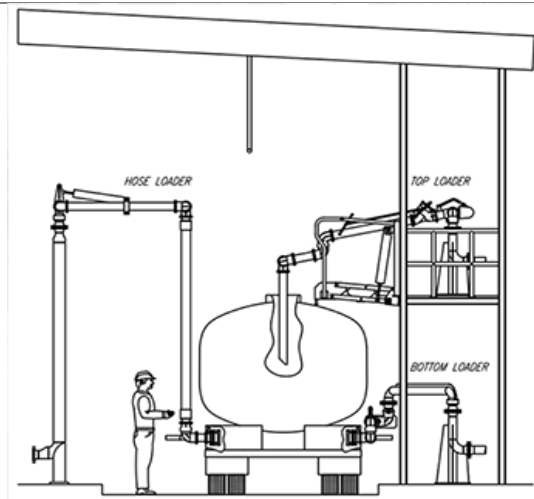


Figura 10. Tipos de brazo de carga según su ubicación respecto de la cisterna

Existe una gran diversidad de modelos que hacen que sean adaptables a casi cualquier tipo de instalación, entre ellos se encuentran los brazos de carga paralela con líneas de devolución de vapor. Estos se utilizan para hidrocarburos (por ejemplo, gasolina) y agentes tóxicos y nocivos. Este cargador está constituido por dos cargadores de brazo articulado. Todos sus movimientos se realizan en paralelo, y de ahí su nombre: brazo paralelo.



Figura 11. Brazo de carga superior paralela

A continuación se enumeran las ventajas que supone el montaje de este mecanismo:

1. Alta maniobrabilidad. Aun teniendo dos líneas incluidas, este tipo de brazo de carga puede utilizarse como un brazo único.
2. Diseño con juntas giratorias. Facilita el manejo, lo cual implica una gran ventaja frente al uso de mangueras.

3. La línea de producto como la de recuperación de vapor están libres de bolsas.
4. Rentabilidad. Al realizar la carga con la línea de devolución de vapor, el vapor del producto se recupera por medio del brazo de carga
5. Seguridad. Al realizarse la carga por medio de una boca de hombre sellada, se logra un alto nivel de protección tanto para el operador como para el medioambiente.
6. Estanqueidad. Fruto de la calidad de los materiales y su minucioso proceso de fabricación.
7. Cumplimiento de la normativa y los requerimientos legales.
8. Ensayados y calibrados antes de su entrega.

Consideraciones generales:

Se exigirá al fabricante del brazo de carga la construcción del mismo en acero inoxidable DIN-14361 o similar, y juntas de PTFE con carga de grafito, debido al alto grado de corrosividad del ácido nítrico.

Asimismo se añadirá en el cono un detector de nivel alto que permitirá determinar si la cisterna está llena y bloquear el suministro de ácido nítrico.

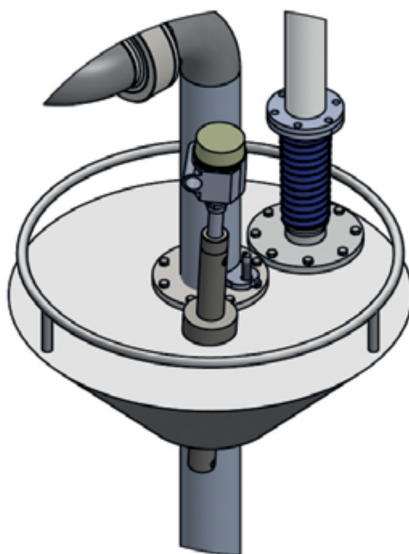


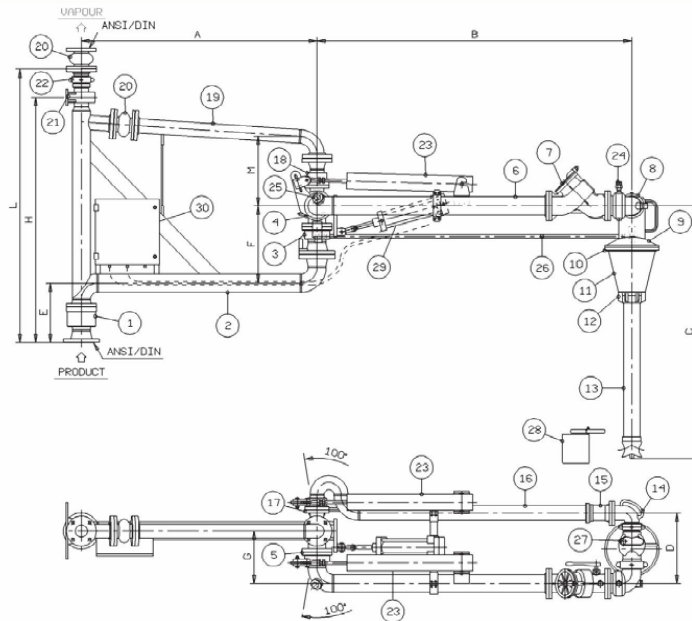
Figura 12. Cono con detector de nivel alto

La conexión de entrada y salida del brazo de carga es de 4", tal y como se indica en el plano dimensional del mismo. A su vez dispone de tubo buzo para evitar turbulencias durante el llenado.

El diseño, prefabricado, suministro y montaje de la línea de aire de instrumento para la alimentación del brazo de carga, no forma parte del alcance del presente proyecto.

4.1 Plano dimensional brazo de carga

Brazo de carga superior con línea de recuperación de vapor, Mod. 2619 2619 Mod. top loading arm with vapour return line



Dimensiones estándares Standard Dimensions	
DN	4"
A	1500
B	2000
C	1600
D	445
E	375
F	488
G	375
H	1820
L	2000
M	800
N	
Peso Weight	450

Condiciones de trabajo – Operating conditions

Presión de diseño <i>Design Pressure</i>	10.0 Bar G	Material de la junta <i>Seal Material</i>	VITON / Nitrile (Buna N) PTFE
Presión de ensayo <i>Test Pressure</i>	15.0 Bar G	Caudal recomendado <i>Recommended flow Rate</i>	4"-125 mc/h Max
Temperatura de diseño <i>Design Temperature</i>	-15° C / +65° C		

N.	Descripción <i>Description</i>	plano/Tipo <i>Dwg/Type</i>
1	Rótula Style 30 "heavy duty" (gran carga) <i>Style 30 heavy duty base swing joint</i>	2174HD
2	Sección de la pluma giratoria (fase líquida) <i>Boom assembly (liquid)</i>	
3	Rótula Style 20 (fase líquida) <i>Style 20 swing joint (liquid)</i>	2174RV
4	Grupo de (4) articulaciones <i>Quadruple articulation</i>	2619GR
5	Rótula (fase líquida) <i>Swing joint (liquid)</i>	2174RV
6	Tubo primario <i>Primary arm</i>	
7	Válvula de carga (stay/ hold open) <i>Loading valve (stay/hold-open)</i>	
8	Válvula de retención (fase líquida) <i>Check valve (liquid)</i>	2289
9	Cabezal para recuperación de vapor <i>Vapour recovery head</i>	
10	Cono para recuperación de vapor <i>Vapour recovery cone</i>	
11	Cono externo para sellado <i>External sealing cone</i>	
12	Brida de dos mitades <i>Two-halver flange</i>	
13	Tubo final con deflector en "T" <i>"T" drop tube</i>	
14	Codo giratorio con collar (vapor) <i>Turnig elbow with collar (vapour)</i>	
15	Junta de expansión (fase gas) <i>Expansion joint (vapour)</i>	

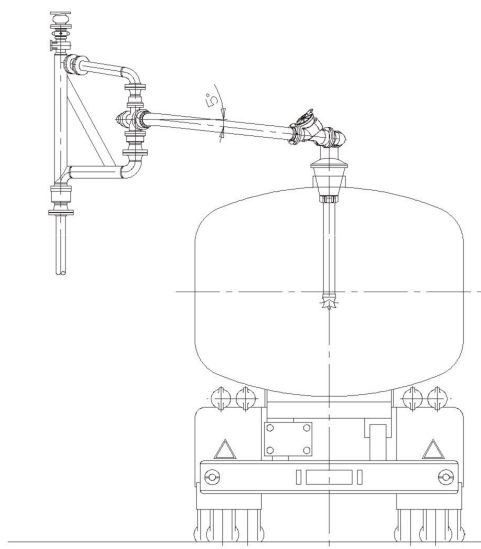
N.	Descripción <i>Description</i>	Plano/Tipo <i>Dwg/Type</i>
16	Tubo para el retorno de vapor <i>Vapour return tube</i>	
17	Junta (fase gas) <i>Swing joint (vapour)</i>	2174RV
18	Junta Style 20 (fase gas) <i>Style 20 swing joint (vapour)</i>	2174RV
19	Línea de retorno de vapor <i>Vapour return line</i>	
20	Junta de expansión (fase fgas) <i>Expansion joint(vapour)</i>	
21	Soporte cojinete <i>Boal pillow block</i>	
22	Rótula superior embreada <i>Flanged upper swivel</i>	
23	Muelle para el balanceo del brazo <i>Spring balancing cylinder</i>	05182
24	Rompedor de vacío 3/8" NPT <i>3/8" NPT Vacuum breaker</i>	2336
25	Visor de paso de flujo <i>Sight glass</i>	2424
26	Barra de verticalidad <i>Verticality linkage</i>	
27	Conexión hembra roscada 1"BSP con tapón <i>1"BSP female threaded with plug</i>	
28	Cubo recoge goteo con pinza <i>Nipper drip bucket</i>	2408
29	Cilindro neumático para el movimiento vertical <i>Pneumatic cylinder for vertical movements</i>	
30	Unidad de control lógica neumática <i>Air logic control unit</i>	

MARLIA INGENIEROS, S.L. - Gran Vía de les Corts Catalanes 968 · 08018 Barcelona (España)
Tel. 93 308 36 77 · Fax. 93 308 36 78 · mail: coh@marlia-ing.com · www.marlia-ing.com

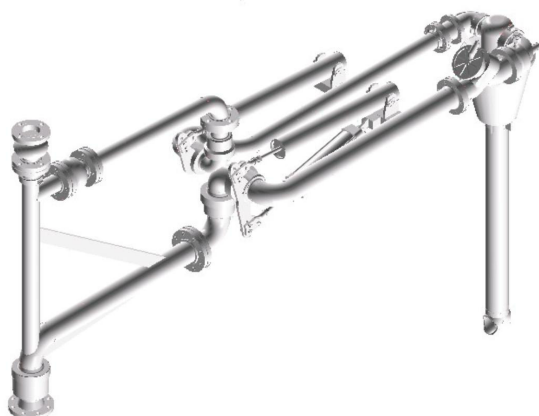
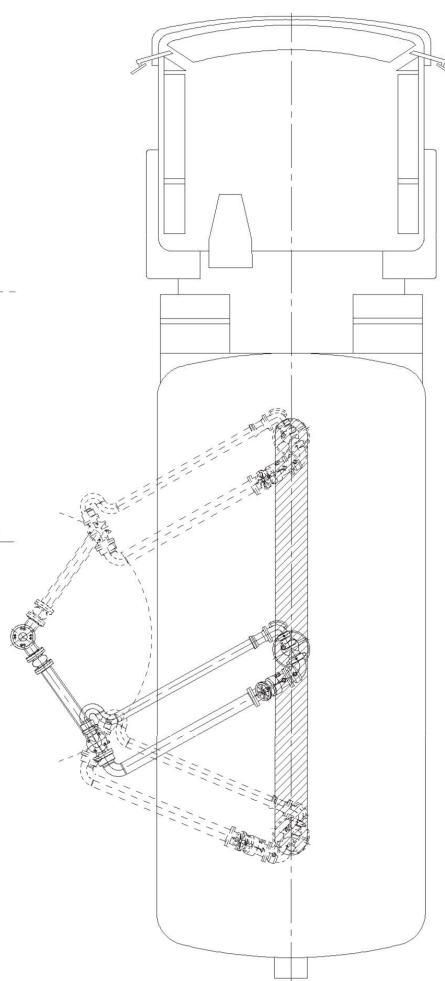
MARLIA
Ingenieros 16

ÁREA DE TRABAJO
OPERATING ENVELOPE

Vista en alzado / *Front view*



Vista en planta / *Plant view*



5 Escalera abatible para acceso a nivel superior de cisterna

La escalera abatible tiene como finalidad que el operario pueda acceder a la parte superior de la cisterna de manera segura, y así poder realizar las tareas pertinentes de apertura y cierre de la boca de hombre, necesarias para ejecutar el proceso de llenado de cisternas.

Cuando no se esté llevando a cabo el llenado de cisternas, las escaleras deberán permanecer plegadas y solo se podrá acceder a su apertura con el camión en posición e inmovilizado mediante topes mecánicos.

Se requiere del montaje de 2 escaleras abatibles, una para cada línea de carga.

Ambas escaleras deberán contar con pasamanos de seguridad en ambos lados, sistema de bloqueo automático en posición no operativa, escalones de seguridad galvanizados antideslizantes, así como jaula de seguridad y accionamiento neumático.

Asimismo, con el objetivo de garantizar la seguridad ante el riesgo de caída a distinto nivel, se deberá montar un sistema de línea de vida. De esta manera el trabajador deberá permanecer enganchado a la misma, desde el momento en que va a hacer uso de la escalera abatible hasta el regreso a la plataforma principal. El diseño, prefabricado, suministro y montaje de dicho sistema no forma parte del alcance del presente proyecto.

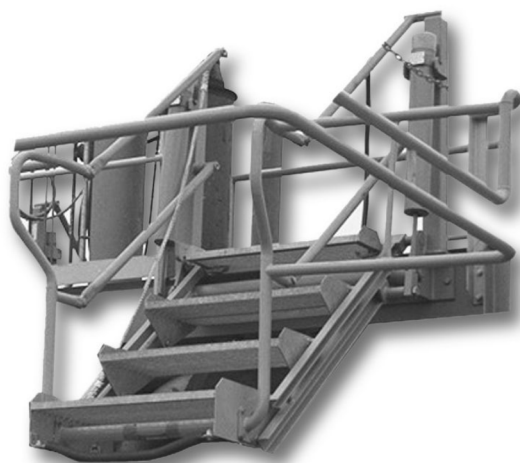
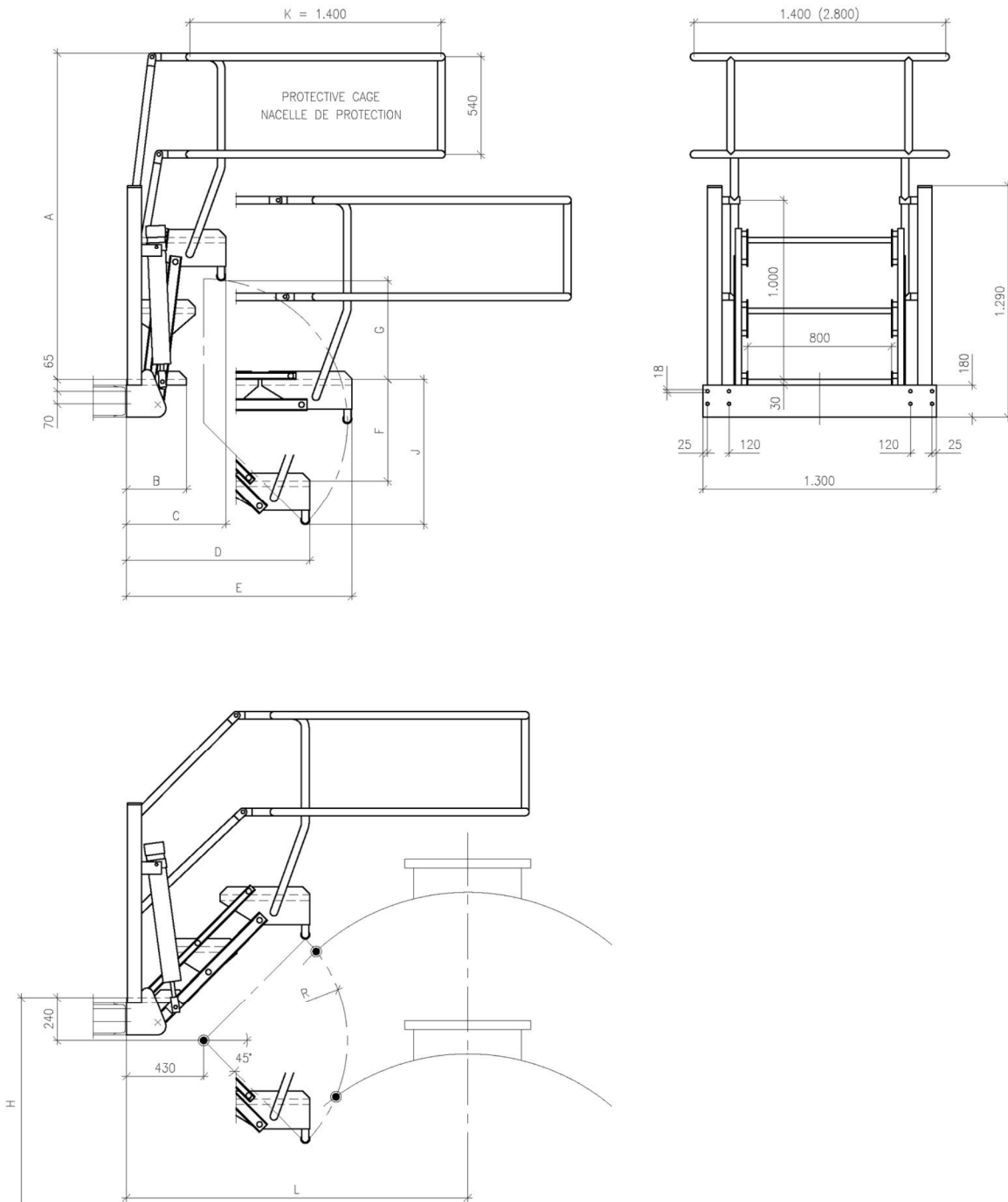


Figura 13. Escalera abatible modelo WLS.

5.1 Plano dimensional escalera abatible





ESCALERAS ABATIBLES DE ACCESO

MODELO WLS-xT

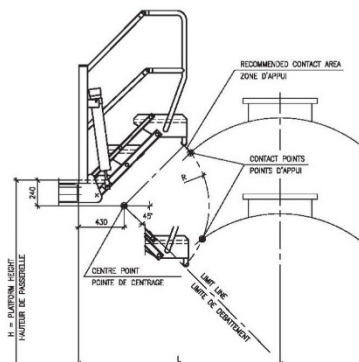
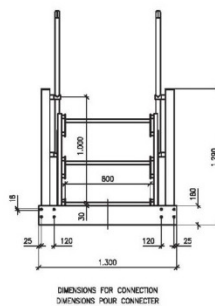
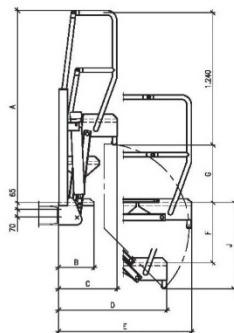
DIMENSIONES, PESOS Y CARGAS SOPORTADAS EN LA PLATAFORMA

Ref.* Modelo*	N° Peldaños	A	B	C	D	E	F	G	J	Peso neto		Carga sobre la plataforma**			
		mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	Kg	daN	V= Vertical		M= Momento	
													Kg	daN	Kpm
3T	3	1820	335	553	100	1250	550	560	800	197	193	540	529	260	255
4T	4	2220	335	602	1300	1650	850	960	1100	215	211	680	667	450	441
5T	5	2620	335	650	1600	2050	1150	1360	1400	253	250	820	808	687	674

* Otras medidas bajo pedido.

** Teniendo en cuenta una fuerza de carga sobre la escalera abatible de 350 kp/m².

** Carga útil = 350 kg/m².



6 Cálculo plataforma de acceso

6.1 Datos de obra

6.1.1 Normas consideradas

Cimentación: EHE-98-CTE

Aceros laminados y armados: CTE DB SE-A

Categoría de uso: G1. Cubiertas accesibles únicamente para mantenimiento. No concomitante con el resto de acciones variables

6.1.2 Estados límite

E.L.U. de rotura. Hormigón en cimentaciones	CTE Control de la ejecución: Normal Cota de nieve: Altitud inferior o igual a 1000 m
E.L.U. de rotura. Acero laminado	Coefficientes parciales de seguridad
Tensiones sobre el terreno Desplazamientos	Acciones características

6.1.2.1 Situaciones de proyecto

Para las distintas situaciones de proyecto, las combinaciones de acciones se definirán de acuerdo con los siguientes criterios:

- Con coeficientes de combinación

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{Gj} G_{kj} + \gamma_P P_k + \gamma_{Q1} \Psi_{p1} Q_{k1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Qi} \Psi_{ai} Q_{ki}$$

- Sin coeficientes de combinación

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{Gj} G_{kj} + \gamma_P P_k + \sum_{i \geq 1} \gamma_{Qi} Q_{ki}$$

- Donde:

G_k	Acción permanente
P_k	Acción de pretensado
Q_k	Acción variable
γ_G	Coefficiente parcial de seguridad de las acciones permanentes
γ_P	Coefficiente parcial de seguridad de la acción de pretensado
γ_{Q1}	Coefficiente parcial de seguridad de la acción variable principal
$\gamma_{Q,i}$	Coefficiente parcial de seguridad de las acciones variables de acompañamiento

ψ_1	Coefficiente de combinación de la acción variable principal
ψ_{ai}	Coefficiente de combinación de las acciones variables de acompañamiento

Para cada situación de proyecto y estado límite los coeficientes a utilizar serán:

E.L.U. de rotura. Hormigón en cimentaciones: EHE-98-CTE

Persistente o transitoria				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	1.000	1.600	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.600	0.000	0.000
Viento (Q)	0.000	1.600	1.000	0.600
Nieve (Q)	0.000	1.600	1.000	0.500

Persistente o transitoria (G1)				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	1.000	1.600	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.600	1.000	0.000
Viento (Q)	0.000	1.600	0.000	0.000
Nieve (Q)	0.000	1.600	0.000	0.000

E.L.U. de rotura. Acero laminado: CTE DB SE-A

sit1				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	1.000	1.350	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.500	1.000	1.000
Viento (Q)	0.000	1.500	1.000	0.600
Nieve (Q)	0.000	1.500	1.000	0.500

Tensiones sobre el terreno

Acciones variables sin sismo		
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)	
	Favorable	Desfavorable
Carga permanente (G)	1.000	1.000
Sobrecarga (Q)	0.000	1.000
Viento (Q)	0.000	1.000
Nieve (Q)	0.000	1.000

Desplazamientos

Acciones variables sin sismo		
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)	
	Favorable	Desfavorable
Carga permanente (G)	1.000	1.000
Sobrecarga (Q)	0.000	1.000
Viento (Q)	0.000	1.000
Nieve (Q)	0.000	1.000

6.2 Estructura

6.2.1 Geometría

6.2.1.1 Nudos

Referencias:

$\Delta_x, \Delta_y, \Delta_z$: Desplazamientos prescritos en ejes globales.

$\theta_x, \theta_y, \theta_z$: Giros prescritos en ejes globales.

Cada grado de libertad se marca con 'X' si está coaccionado y, en caso contrario, con '-'.
 Nota: En la imagen original, el texto dice 'con ''', lo cual parece un error de transcripción. Se asume que se refiere a un signo de menos (-).

Nudos										
Referencia	Coordenadas			Vinculación exterior						Vinculación interior
	X (m)	Y (m)	Z (m)	Δ_x	Δ_y	Δ_z	θ_x	θ_y	θ_z	
N1	-5322.786	-13243.076	6.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N2	-5322.786	-13254.076	6.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N3	-5323.786	-13247.326	6.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N4	-5326.786	-13247.326	6.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N5	-5323.786	-13249.826	6.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N6	-5326.786	-13249.826	6.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N7	-5323.786	-13243.076	6.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N8	-5323.786	-13254.076	6.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N9	-5322.786	-13254.076	0.000	X	X	X	-	-	-	Empotrado
N10	-5323.786	-13254.076	0.000	X	X	X	-	-	-	Empotrado
N11	-5322.786	-13243.076	0.000	X	X	X	-	-	-	Empotrado
N12	-5323.786	-13243.076	0.000	X	X	X	-	-	-	Empotrado
N13	-5322.786	-13249.326	6.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N14	-5322.786	-13249.326	0.000	X	X	X	-	-	-	Empotrado
N15	-5322.786	-13247.826	6.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N16	-5322.786	-13247.826	0.000	X	X	X	-	-	-	Empotrado
N17	-5326.786	-13249.326	6.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N18	-5326.786	-13249.326	0.000	X	X	X	-	-	-	Empotrado
N19	-5326.786	-13247.826	6.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N20	-5326.786	-13247.826	0.000	X	X	X	-	-	-	Empotrado
N21	-5327.611	-13241.776	3.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N22	-5327.611	-13244.076	3.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado

Nudos										
Referencia	Coordenadas			Vinculación exterior						Vinculación interior
	X (m)	Y (m)	Z (m)	Δ_x	Δ_y	Δ_z	θ_x	θ_y	θ_z	
N23	-5328.611	-13241.776	3.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N24	-5328.611	-13244.076	3.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N25	-5327.611	-13243.076	3.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N26	-5323.786	-13244.076	6.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N27	-5327.611	-13242.776	3.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N28	-5323.786	-13242.776	0.000	X	X	X	-	-	-	Empotrado
N29	-5323.786	-13241.776	0.000	X	X	X	-	-	-	Empotrado
N30	-5328.111	-13241.776	3.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N31	-5328.111	-13244.076	3.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N32	-5327.611	-13255.376	3.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N33	-5327.611	-13253.076	3.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N34	-5328.611	-13255.376	3.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N35	-5328.611	-13253.076	3.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N36	-5327.611	-13254.076	3.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N37	-5323.786	-13253.076	6.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N38	-5327.611	-13254.376	3.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N39	-5323.786	-13254.376	0.000	X	X	X	-	-	-	Empotrado
N40	-5323.786	-13255.376	0.000	X	X	X	-	-	-	Empotrado
N41	-5326.786	-13249.326	8.200	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N42	-5326.786	-13247.826	8.200	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N43	-5322.786	-13247.826	8.200	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N44	-5322.786	-13249.326	8.200	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N45	-5326.786	-13251.076	8.200	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N46	-5326.786	-13246.076	8.200	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N47	-5328.111	-13253.076	3.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N48	-5328.111	-13255.376	3.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N49	-5322.786	-13251.076	8.200	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N50	-5322.786	-13248.576	8.641	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N51	-5322.786	-13246.076	8.200	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N52	-5322.786	-13248.576	8.200	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N53	-5326.786	-13248.576	8.641	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N54	-5324.789	-13251.076	8.200	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N55	-5324.789	-13248.576	8.641	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N56	-5324.789	-13246.076	8.200	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N57	-5324.789	-13248.576	8.200	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N58	-5322.789	-13248.576	8.200	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N59	-5323.786	-13249.326	6.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N60	-5323.786	-13247.826	6.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N61	-5322.786	-13253.076	6.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N62	-5322.786	-13244.076	6.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N63	-5323.786	-13251.201	6.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N64	-5322.786	-13251.201	6.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N65	-5326.786	-13248.576	8.200	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N66	-5322.786	-13245.951	6.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N67	-5323.786	-13245.951	6.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N68	-5325.698	-13254.076	4.500	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N69	-5325.698	-13253.076	4.500	-	-	-	-	-	-	Empotrado

Nudos										
Referencia	Coordenadas			Vinculación exterior						Vinculación interior
	X (m)	Y (m)	Z (m)	Δ_x	Δ_y	Δ_z	θ_x	θ_y	θ_z	
N70	-5325.698	-13255.376	1.500	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N71	-5325.698	-13254.376	1.500	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N72	-5325.698	-13241.776	1.500	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N73	-5325.698	-13242.776	1.500	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N74	-5325.698	-13244.076	4.500	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N75	-5325.698	-13243.076	4.500	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N76	-5322.786	-13243.076	5.500	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N77	-5322.786	-13247.826	5.500	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N78	-5321.786	-13243.076	5.500	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N79	-5321.786	-13247.826	5.500	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N80	-5324.786	-13249.326	6.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N81	-5324.786	-13247.826	6.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N82	-5328.111	-13254.226	3.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N83	-5328.111	-13254.226	0.000	X	X	X	X	X	X	Empotrado
N84	-5328.111	-13242.926	3.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N85	-5328.111	-13242.926	0.000	X	X	X	X	X	X	Empotrado

6.2.1.2 Barras. Materiales utilizados

Materiales utilizados							
Material		E (MPa)	ν	G (MPa)	f_y (MPa)	α_t (m/m°C)	γ (kN/m³)
Tipo	Designación						
Acero laminado	S275	210000.00	0.300	81000.00	275.00	0.000012	77.01

Notación:
E: Módulo de elasticidad
 ν : Módulo de Poisson
G: Módulo de cortadura
 f_y : Límite elástico
 α_t : Coeficiente de dilatación
 γ : Peso específico

6.2.1.3 Barras. Descripción

Descripción									
Material		Barra (Ni/Nf)	Pieza (Ni/Nf)	Perfil(Serie)	Longitud (m)	β_{xy}	β_{xz}	Lb ^{Sup.} (m)	Lb ^{Inf.} (m)
Tipo	Designación								
Acero laminado	S275	N2/N61	N2/N1	UPN 200 (UPN)	1.000	0.00	0.00	-	-
		N61/N64	N2/N1	UPN 200 (UPN)	1.875	0.00	0.00	-	-
		N64/N13	N2/N1	UPN 200 (UPN)	1.875	0.00	0.00	-	-
		N13/N15	N2/N1	UPN 200 (UPN)	1.500	0.00	0.00	-	-
		N15/N66	N2/N1	UPN 200 (UPN)	1.875	0.00	0.00	-	-
		N66/N62	N2/N1	UPN 200 (UPN)	1.875	0.00	0.00	-	-
		N62/N1	N2/N1	UPN 200 (UPN)	1.000	0.00	0.00	-	-
		N3/N4	N3/N4	UPN 140 (UPN)	3.000	0.00	0.00	-	-
		N6/N5	N6/N5	UPN 140 (UPN)	3.000	0.00	0.00	-	-
		N4/N19	N4/N6	UPN 200 (UPN)	0.500	0.00	0.00	-	-
		N19/N17	N4/N6	UPN 200 (UPN)	1.500	0.00	0.00	-	-
		N17/N6	N4/N6	UPN 200 (UPN)	0.500	0.00	0.00	-	-
		N1/N7	N1/N7	UPN 200 (UPN)	1.000	0.00	0.00	-	-

Descripción									
Material		Barra (Ni/Nf)	Pieza (Ni/Nf)	Perfil(Serie)	Longitud (m)	β_{xy}	β_{xz}	Lb _{Sup.} (m)	Lb _{Inf.} (m)
Tipo	Designación								
		N8/N2	N8/N2	UPN 200 (UPN)	1.000	0.00	0.00	-	-
		N22/N25	N22/N21	UPN 140 (UPN)	1.000	0.00	0.00	-	-
		N25/N27	N22/N21	UPN 140 (UPN)	0.300	0.00	0.00	-	-
		N27/N21	N22/N21	UPN 140 (UPN)	1.000	0.00	0.00	-	-
		N23/N24	N23/N24	UPN 140 (UPN)	2.300	0.00	0.00	-	-
		N7/N75	N7/N25	UPN 140 (UPN)	2.431	0.70	0.70	-	-
		N75/N25	N7/N25	UPN 140 (UPN)	2.430	0.70	0.70	-	-
		N22/N74	N22/N26	UPN 140 (UPN)	2.430	0.70	0.70	-	-
		N74/N26	N22/N26	UPN 140 (UPN)	2.431	0.70	0.70	-	-
		N27/N73	N27/N28	UPN 140 (UPN)	2.430	0.70	0.70	-	-
		N73/N28	N27/N28	UPN 140 (UPN)	2.431	0.70	0.70	-	-
		N29/N72	N29/N21	UPN 140 (UPN)	2.431	0.70	0.70	-	-
		N72/N21	N29/N21	UPN 140 (UPN)	2.430	0.70	0.70	-	-
		N21/N30	N21/N23	UPN 200 (UPN)	0.500	0.00	0.00	-	-
		N30/N23	N21/N23	UPN 200 (UPN)	0.500	0.00	0.00	-	-
		N24/N31	N24/N22	UPN 140 (UPN)	0.500	0.00	0.00	-	-
		N31/N22	N24/N22	UPN 140 (UPN)	0.500	0.00	0.00	-	-
		N32/N38	N32/N33	UPN 140 (UPN)	1.000	0.00	0.00	-	-
		N38/N36	N32/N33	UPN 140 (UPN)	0.300	0.00	0.00	-	-
		N36/N33	N32/N33	UPN 140 (UPN)	1.000	0.00	0.00	-	-
		N35/N34	N35/N34	UPN 140 (UPN)	2.300	0.00	0.00	-	-
		N36/N68	N36/N8	UPN 140 (UPN)	2.430	0.70	0.70	-	-
		N68/N8	N36/N8	UPN 140 (UPN)	2.431	0.70	0.70	-	-
		N37/N69	N37/N33	UPN 140 (UPN)	2.431	0.70	0.70	-	-
		N69/N33	N37/N33	UPN 140 (UPN)	2.430	0.70	0.70	-	-
		N39/N71	N39/N38	UPN 140 (UPN)	2.431	0.70	0.70	-	-
		N71/N38	N39/N38	UPN 140 (UPN)	2.430	0.70	0.70	-	-
		N32/N70	N32/N40	UPN 140 (UPN)	2.430	0.70	0.70	-	-
		N70/N40	N32/N40	UPN 140 (UPN)	2.431	0.70	0.70	-	-
		N34/N48	N34/N32	UPN 140 (UPN)	0.500	0.00	0.00	-	-
		N48/N32	N34/N32	UPN 140 (UPN)	0.500	0.00	0.00	-	-
		N33/N47	N33/N35	UPN 140 (UPN)	0.500	0.00	0.00	-	-
		N47/N35	N33/N35	UPN 140 (UPN)	0.500	0.00	0.00	-	-
		N17/N80	N17/N13	UPN 200 (UPN)	2.000	0.00	0.00	-	-
		N80/N59	N17/N13	UPN 200 (UPN)	1.000	0.00	0.00	-	-
		N59/N13	N17/N13	UPN 200 (UPN)	1.000	0.00	0.00	-	-
		N15/N60	N15/N19	UPN 200 (UPN)	1.000	0.00	0.00	-	-
		N60/N81	N15/N19	UPN 200 (UPN)	1.000	0.00	0.00	-	-
		N81/N19	N15/N19	UPN 200 (UPN)	2.000	0.00	0.00	-	-
		N49/N50	N49/N50	UPN 80 (UPN)	2.539	0.00	0.00	-	-
		N51/N56	N51/N46	UPN 100 (UPN)	2.003	0.00	0.00	-	-
		N56/N46	N51/N46	UPN 100 (UPN)	1.997	0.00	0.00	-	-
		N45/N54	N45/N49	UPN 100 (UPN)	1.997	0.00	0.00	-	-
		N54/N49	N45/N49	UPN 100 (UPN)	2.003	0.00	0.00	-	-
		N49/N44	N49/N51	HE 100 B (HEB)	1.750	0.00	0.00	-	-
		N44/N52	N49/N51	HE 100 B (HEB)	0.750	0.00	0.00	-	-
		N52/N43	N49/N51	HE 100 B (HEB)	0.750	0.00	0.00	-	-
		N43/N51	N49/N51	HE 100 B (HEB)	1.750	0.00	0.00	-	-

Descripción									
Material		Barra (Ni/Nf)	Pieza (Ni/Nf)	Perfil(Serie)	Longitud (m)	β_{xy}	β_{xz}	Lb _{Sup.} (m)	Lb _{Inf.} (m)
Tipo	Designación								
		N50/N51	N50/N51	UPN 80 (UPN)	2.539	0.00	0.00	-	-
		N52/N50	N52/N50	HE 100 B (HEB)	0.441	0.00	0.00	-	-
		N53/N55	N53/N50	HE 100 B (HEB)	1.997	0.00	0.00	-	-
		N55/N50	N53/N50	HE 100 B (HEB)	2.003	0.00	0.00	-	-
		N53/N45	N53/N45	UPN 80 (UPN)	2.539	0.00	0.00	-	-
		N46/N53	N46/N53	UPN 80 (UPN)	2.539	0.00	0.00	-	-
		N55/N54	N55/N54	UPN 80 (UPN)	2.539	0.00	0.00	-	-
		N54/N57	N54/N56	HE 100 B (HEB)	2.500	0.00	0.00	-	-
		N57/N56	N54/N56	HE 100 B (HEB)	2.500	0.00	0.00	-	-
		N56/N55	N56/N55	UPN 80 (UPN)	2.539	0.00	0.00	-	-
		N57/N55	N57/N55	HE 100 B (HEB)	0.441	0.00	0.00	-	-
		N62/N26	N62/N26	UPN 140 (UPN)	1.000	0.00	0.00	-	-
		N37/N61	N37/N61	UPN 140 (UPN)	1.000	0.00	0.00	-	-
		N63/N64	N63/N64	UPN 140 (UPN)	1.000	0.00	0.00	-	-
		N41/N65	N41/N42	HE 100 B (HEB)	0.750	0.00	0.00	-	-
		N65/N42	N41/N42	HE 100 B (HEB)	0.750	0.00	0.00	-	-
		N65/N53	N65/N53	HE 100 B (HEB)	0.441	0.00	0.00	-	-
		N60/N59	N60/N59	UPN 200 (UPN)	1.500	0.00	0.00	-	-
		N66/N67	N66/N67	UPN 140 (UPN)	1.000	0.00	0.00	-	-
		N68/N69	N68/N69	UPN 140 (UPN)	1.000	0.00	0.00	-	-
		N73/N72	N73/N72	UPN 140 (UPN)	1.000	0.00	0.00	-	-
		N70/N71	N70/N71	UPN 140 (UPN)	1.000	0.00	0.00	-	-
		N74/N75	N74/N75	UPN 140 (UPN)	1.000	0.00	0.00	-	-
		N76/N78	N76/N78	HE 140 B (HEB)	1.000	0.00	0.00	-	-
		N77/N79	N77/N79	HE 140 B (HEB)	1.000	0.00	0.00	-	-
		N80/N81	N80/N81	UPN 200 (UPN)	1.500	0.00	0.00	-	-
		N45/N41	N45/N41	HE 100 B (HEB)	1.750	0.00	0.00	-	-
		N42/N46	N42/N46	HE 100 B (HEB)	1.750	0.00	0.00	-	-
		N12/N7	N12/N7	HE 180 B (HEB)	6.000	0.70	0.70	-	-
		N11/N76	N11/N1	HE 180 B (HEB)	5.500	0.70	0.70	-	-
		N76/N1	N11/N1	HE 180 B (HEB)	0.500	0.00	0.00	-	-
		N7/N26	N7/N60	UPN 200 (UPN)	1.000	0.00	0.00	-	-
		N26/N67	N7/N60	UPN 200 (UPN)	1.875	0.00	0.00	-	-
		N67/N3	N7/N60	UPN 200 (UPN)	1.375	0.00	0.00	-	-
		N3/N60	N7/N60	UPN 200 (UPN)	0.500	0.00	0.00	-	-
		N16/N77	N16/N43	HE 180 B (HEB)	5.500	0.70	0.70	-	-
		N77/N15	N16/N43	HE 180 B (HEB)	0.500	0.00	0.00	-	-
		N15/N43	N16/N43	HE 180 B (HEB)	2.200	0.70	0.70	-	-
		N14/N13	N14/N44	HE 180 B (HEB)	6.000	0.70	0.70	-	-
		N13/N44	N14/N44	HE 180 B (HEB)	2.200	0.70	0.70	-	-
		N18/N17	N18/N41	HE 180 B (HEB)	6.000	0.70	0.70	-	-
		N17/N41	N18/N41	HE 180 B (HEB)	2.200	0.70	0.70	-	-
		N10/N8	N10/N8	HE 180 B (HEB)	6.000	0.70	0.70	-	-
		N9/N2	N9/N2	HE 180 B (HEB)	6.000	0.70	0.70	-	-
		N59/N5	N59/N8	UPN 200 (UPN)	0.500	0.00	0.00	-	-
		N5/N63	N59/N8	UPN 200 (UPN)	1.375	0.00	0.00	-	-
		N63/N37	N59/N8	UPN 200 (UPN)	1.875	0.00	0.00	-	-
		N37/N8	N59/N8	UPN 200 (UPN)	1.000	0.00	0.00	-	-

Descripción									
Material		Barra (Ni/Nf)	Pieza (Ni/Nf)	Perfil(Serie)	Longitud (m)	β_{xy}	β_{xz}	Lb _{Sup.} (m)	Lb _{Inf.} (m)
Tipo	Designación								
		N65/N57	N65/N58	HE 100 B (HEB)	1.997	0.00	0.00	-	-
		N57/N58	N65/N58	HE 100 B (HEB)	2.000	0.00	0.00	-	-
		N20/N19	N20/N42	HE 180 B (HEB)	6.000	0.70	0.70	-	-
		N19/N42	N20/N42	HE 180 B (HEB)	2.200	0.70	0.70	-	-
		N48/N82	N48/N47	HE 100 B (HEB)	1.150	0.00	0.00	-	-
		N82/N47	N48/N47	HE 100 B (HEB)	1.150	0.00	0.00	-	-
		N83/N82	N83/N82	HE 100 B (HEB)	3.000	0.70	0.70	-	-
		N31/N84	N31/N30	HE 100 B (HEB)	1.150	0.00	0.00	-	-
		N84/N30	N31/N30	HE 100 B (HEB)	1.150	0.00	0.00	-	-
		N85/N84	N85/N84	HE 100 B (HEB)	3.000	0.70	0.70	-	-

Notación:
Ni: Nudo inicial
Nf: Nudo final
 β_{xy} : Coeficiente de pandeo en el plano 'XY'
 β_{xz} : Coeficiente de pandeo en el plano 'XZ'
Lb_{Sup.}: Separación entre arriostramientos del ala superior
Lb_{Inf.}: Separación entre arriostramientos del ala inferior

6.2.1.4 Barras. Características mecánicas

Tipos de pieza	
Ref.	Piezas
1	N2/N1, N4/N6, N1/N7, N8/N2, N21/N23, N17/N13, N15/N19, N60/N59, N80/N81, N7/N60 y N59/N8
2	N3/N4, N6/N5, N22/N21, N23/N24, N7/N25, N22/N26, N27/N28, N29/N21, N24/N22, N32/N33, N35/N34, N36/N8, N37/N33, N39/N38, N32/N40, N34/N32, N33/N35, N62/N26, N37/N61, N63/N64, N66/N67, N68/N69, N73/N72, N70/N71 y N74/N75
3	N49/N50, N50/N51, N53/N45, N46/N53, N55/N54 y N56/N55
4	N51/N46 y N45/N49
5	N49/N51, N52/N50, N53/N50, N54/N56, N57/N55, N41/N42, N65/N53, N45/N41, N42/N46, N65/N58, N48/N47, N83/N82, N31/N30 y N85/N84
6	N76/N78 y N77/N79
7	N12/N7, N11/N1, N16/N43, N14/N44, N18/N41, N10/N8, N9/N2 y N20/N42

Características mecánicas									
Material		Ref.	Descripción	A (cm ²)	Avy (cm ²)	Avz (cm ²)	Iyy (cm ⁴)	Izz (cm ⁴)	It (cm ⁴)
Tipo	Designación								
Acero laminado	S275	1	UPN 200, (UPN)	32.20	12.94	13.54	1910.00	148.00	11.90
		2	UPN 140, (UPN)	20.40	9.00	7.56	605.00	62.70	5.68
		3	UPN 80, (UPN)	11.00	5.40	3.46	106.00	19.40	2.20
		4	UPN 100, (UPN)	13.50	6.38	4.48	206.00	29.30	2.81
		5	HE 100 B, (HEB)	26.00	15.00	4.32	449.50	167.30	9.25
		6	HE 140 B, (HEB)	43.00	25.20	7.31	1509.00	549.70	20.06
		7	HE 180 B, (HEB)	65.30	37.80	11.63	3831.00	1363.00	42.16

Notación:
Ref.: Referencia
A: Área de la sección transversal
Avy: Área de cortante de la sección según el eje local 'Y'
Avz: Área de cortante de la sección según el eje local 'Z'
Iyy: Inercia de la sección alrededor del eje local 'Y'
Izz: Inercia de la sección alrededor del eje local 'Z'
It: Inercia a torsión
 Las características mecánicas de las piezas corresponden a la sección en el punto medio de las mismas.

6.2.1.5 Barras. Tabla de medición

Tabla de medición						
Material		Pieza (Ni/Nf)	Perfil(Serie)	Longitud (m)	Volumen (m ³)	Peso (kg)
Tipo	Designación					
Acero laminado	S275	N2/N1	UPN 200 (UPN)	11.000	0.035	278.05
		N3/N4	UPN 140 (UPN)	3.000	0.006	48.04
		N6/N5	UPN 140 (UPN)	3.000	0.006	48.04
		N4/N6	UPN 200 (UPN)	2.500	0.008	63.19
		N1/N7	UPN 200 (UPN)	1.000	0.003	25.28
		N8/N2	UPN 200 (UPN)	1.000	0.003	25.28
		N22/N21	UPN 140 (UPN)	2.300	0.005	36.83
		N23/N24	UPN 140 (UPN)	2.300	0.005	36.83
		N7/N25	UPN 140 (UPN)	4.861	0.010	77.85
		N22/N26	UPN 140 (UPN)	4.861	0.010	77.85
		N27/N28	UPN 140 (UPN)	4.861	0.010	77.85
		N29/N21	UPN 140 (UPN)	4.861	0.010	77.85
		N21/N23	UPN 200 (UPN)	1.000	0.003	25.28
		N24/N22	UPN 140 (UPN)	1.000	0.002	16.01
		N32/N33	UPN 140 (UPN)	2.300	0.005	36.83
		N35/N34	UPN 140 (UPN)	2.300	0.005	36.83
		N36/N8	UPN 140 (UPN)	4.861	0.010	77.85
		N37/N33	UPN 140 (UPN)	4.861	0.010	77.85
		N39/N38	UPN 140 (UPN)	4.861	0.010	77.85
		N32/N40	UPN 140 (UPN)	4.861	0.010	77.85
		N34/N32	UPN 140 (UPN)	1.000	0.002	16.01
		N33/N35	UPN 140 (UPN)	1.000	0.002	16.01
		N17/N13	UPN 200 (UPN)	4.000	0.013	101.11
		N15/N19	UPN 200 (UPN)	4.000	0.013	101.11
		N49/N50	UPN 80 (UPN)	2.539	0.003	21.92
		N51/N46	UPN 100 (UPN)	4.000	0.005	42.39
		N45/N49	UPN 100 (UPN)	4.000	0.005	42.39
		N49/N51	HE 100 B (HEB)	5.000	0.013	102.05
		N50/N51	UPN 80 (UPN)	2.539	0.003	21.92
		N52/N50	HE 100 B (HEB)	0.441	0.001	9.00
		N53/N50	HE 100 B (HEB)	4.000	0.010	81.64
		N53/N45	UPN 80 (UPN)	2.539	0.003	21.92
		N46/N53	UPN 80 (UPN)	2.539	0.003	21.92
		N55/N54	UPN 80 (UPN)	2.539	0.003	21.92
		N54/N56	HE 100 B (HEB)	5.000	0.013	102.05
		N56/N55	UPN 80 (UPN)	2.539	0.003	21.92
		N57/N55	HE 100 B (HEB)	0.441	0.001	9.00
		N62/N26	UPN 140 (UPN)	1.000	0.002	16.01
		N37/N61	UPN 140 (UPN)	1.000	0.002	16.01
		N63/N64	UPN 140 (UPN)	1.000	0.002	16.01
N41/N42	HE 100 B (HEB)	1.500	0.004	30.62		
N65/N53	HE 100 B (HEB)	0.441	0.001	9.00		
N60/N59	UPN 200 (UPN)	1.500	0.005	37.92		
N66/N67	UPN 140 (UPN)	1.000	0.002	16.01		
N68/N69	UPN 140 (UPN)	1.000	0.002	16.01		
N73/N72	UPN 140 (UPN)	1.000	0.002	16.01		
N70/N71	UPN 140 (UPN)	1.000	0.002	16.01		

Tabla de medición						
Material		Pieza (Ni/Nf)	Perfil(Serie)	Longitud (m)	Volumen (m ³)	Peso (kg)
Tipo	Designación					
		N74/N75	UPN 140 (UPN)	1.000	0.002	16.01
		N76/N78	HE 140 B (HEB)	1.000	0.004	33.76
		N77/N79	HE 140 B (HEB)	1.000	0.004	33.76
		N80/N81	UPN 200 (UPN)	1.500	0.005	37.92
		N45/N41	HE 100 B (HEB)	1.750	0.005	35.72
		N42/N46	HE 100 B (HEB)	1.750	0.005	35.72
		N12/N7	HE 180 B (HEB)	6.000	0.039	307.56
		N11/N1	HE 180 B (HEB)	6.000	0.039	307.56
		N7/N60	UPN 200 (UPN)	4.750	0.015	120.07
		N16/N43	HE 180 B (HEB)	8.200	0.054	420.34
		N14/N44	HE 180 B (HEB)	8.200	0.054	420.34
		N18/N41	HE 180 B (HEB)	8.200	0.054	420.34
		N10/N8	HE 180 B (HEB)	6.000	0.039	307.56
		N9/N2	HE 180 B (HEB)	6.000	0.039	307.56
		N59/N8	UPN 200 (UPN)	4.750	0.015	120.07
		N65/N58	HE 100 B (HEB)	3.997	0.010	81.58
		N20/N42	HE 180 B (HEB)	8.200	0.054	420.34
		N48/N47	HE 100 B (HEB)	2.300	0.006	46.94
		N83/N82	HE 100 B (HEB)	3.000	0.008	61.23
		N31/N30	HE 100 B (HEB)	2.300	0.006	46.94
		N85/N84	HE 100 B (HEB)	3.000	0.008	61.23

Notación:
 Ni: Nudo inicial
 Nf: Nudo final

6.2.1.6 Barras. Resumen de medición

Resumen de medición												
Material		Serie	Perfil	Longitud			Volumen			Peso		
Tipo	Designación			Perfil (m)	Serie (m)	Material (m)	Perfil (m ³)	Serie (m ³)	Material (m ³)	Perfil (kg)	Serie (kg)	Material (kg)
Acero laminado	S275	UPN	UPN 200	37.000	125.320		0.119	0.279	0.750	935.25	2193.89	
			UPN 140	65.089			0.133			1042.34		
			UPN 80	15.231			0.017			131.52		
			UPN 100	8.000			0.011			84.78		
			HE 100 B	34.919			0.091			712.70		
			HE 140 B	2.000			0.009			67.51		
		HEB	HE 180 B	56.800	0.371	2911.60						
					93.719	0.470	3691.81					
					219.040						5885.70	

6.2.1.7 Barras. Medición de superficies

Acero laminado: Medición de las superficies a pintar				
Serie	Perfil	Superficie unitaria (m ² /m)	Longitud (m)	Superficie (m ²)
UPN	UPN 200	0.683	37.000	25.271
	UPN 140	0.506	65.089	32.935
	UPN 80	0.328	15.231	4.996

Acero laminado: Medición de las superficies a pintar				
Serie	Perfil	Superficie unitaria (m ² /m)	Longitud (m)	Superficie (m ²)
	UPN 100	0.388	8.000	3.104
HEB	HE 100 B	0.588	34.919	20.533
	HE 140 B	0.826	2.000	1.652
	HE 180 B	1.063	56.800	60.378
Total				148.869

6.2.2 Resultados

6.2.2.1 Nudos. Desplazamientos (Envolventes)

Referencias:

Dx, Dy, Dz: Desplazamientos de los nudos en ejes globales.

Gx, Gy, Gz: Giros de los nudos en ejes globales.

Envolvente de los desplazamientos en nudos								
Referencia	Tipo	Combinación Descripción	Desplazamientos en ejes globales					
			Dx (mm)	Dy (mm)	Dz (mm)	Gx (mRad)	Gy (mRad)	Gz (mRad)
N1	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	-11.636	-1.021	-0.059	0.076	0.193	0.066
		Valor máximo de la envolvente	-1.949	0.060	-0.033	0.346	0.348	0.422
N2	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	-12.143	-1.069	-0.001	-0.253	-0.195	-0.516
		Valor máximo de la envolvente	-2.389	0.037	0.025	0.018	-0.039	-0.161
N3	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	-6.836	-0.999	-2.199	-0.841	-0.120	0.134
		Valor máximo de la envolvente	0.325	0.090	-0.603	-0.128	0.367	0.620
N4	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	-6.832	-1.136	-0.178	-0.095	0.451	0.023
		Valor máximo de la envolvente	0.328	0.373	-0.072	-0.022	0.971	0.278
N5	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	-6.957	-0.980	-2.301	0.161	-0.070	-0.763
		Valor máximo de la envolvente	0.146	0.098	-0.763	0.894	0.397	-0.190
N6	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	-6.953	-1.136	-0.180	0.034	0.501	-0.415
		Valor máximo de la envolvente	0.148	0.373	-0.078	0.103	1.002	-0.085
N7	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	-11.639	-1.024	-0.106	0.326	-0.640	0.070
		Valor máximo de la envolvente	-1.950	0.082	-0.018	1.529	-0.159	0.472
N8	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	-12.146	-0.972	-0.122	-1.472	-0.621	-0.563
		Valor máximo de la envolvente	-2.390	0.125	-0.034	-0.278	-0.139	-0.170
N9	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	0.000	0.000	0.000	0.030	-2.936	-0.516
		Valor máximo de la envolvente	0.000	0.000	0.000	0.340	-0.577	-0.161
N10	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	0.000	0.000	0.000	0.164	-2.724	-0.563
		Valor máximo de la envolvente	0.000	0.000	0.000	0.902	-0.528	-0.170
N11	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	0.000	0.000	0.000	-0.138	-3.397	0.066
		Valor máximo de la envolvente	0.000	0.000	0.000	0.169	-1.054	0.422
N12	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	0.000	0.000	0.000	-0.703	-2.588	0.070
		Valor máximo de la envolvente	0.000	0.000	0.000	0.028	-0.408	0.472
N13	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	-6.756	-1.048	-0.122	0.034	-1.332	-0.357
		Valor máximo de la envolvente	0.267	0.044	-0.045	0.181	-0.136	-0.115
N14	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	0.000	0.000	0.000	-0.095	-1.128	-0.357
		Valor máximo de la envolvente	0.000	0.000	0.000	0.239	0.205	-0.115
N15	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	-6.676	-1.039	-0.169	-0.219	-1.017	0.026

Envolvente de los desplazamientos en nudos								
Referencia	Combinación		Desplazamientos en ejes globales					
	Tipo	Descripción	Dx (mm)	Dy (mm)	Dz (mm)	Gx (mRad)	Gy (mRad)	Gz (mRad)
		Valor máximo de la envolvente	0.379	0.048	-0.096	-0.069	0.194	0.225
N16	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	0.000	0.000	0.000	0.026	-1.406	0.026
		Valor máximo de la envolvente	0.000	0.000	0.000	0.365	-0.066	0.225
N17	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	-6.775	-1.136	-0.128	0.017	-0.150	-0.323
		Valor máximo de la envolvente	0.259	0.373	-0.058	0.056	0.363	-0.054
N18	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	0.000	0.000	0.000	-0.109	-1.708	-0.323
		Valor máximo de la envolvente	0.000	0.000	0.000	0.263	-0.041	-0.054
N19	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	-6.694	-1.136	-0.130	-0.048	-0.141	-0.013
		Valor máximo de la envolvente	0.373	0.373	-0.061	-0.004	0.367	0.199
N20	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	0.000	0.000	0.000	-0.072	-1.705	-0.013
		Valor máximo de la envolvente	0.000	0.000	0.000	0.289	-0.015	0.199
N21	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	-5.828	-0.073	-7.446	-0.196	0.881	-0.764
		Valor máximo de la envolvente	-1.206	0.215	-1.541	0.503	5.501	0.027
N22	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	-7.465	-0.074	-6.068	-1.787	0.690	-1.297
		Valor máximo de la envolvente	-1.073	0.211	-1.109	-0.158	3.573	-0.096
N23	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	-5.828	0.042	-1.882	-0.010	0.867	-0.775
		Valor máximo de la envolvente	-1.206	0.975	-0.593	0.497	5.556	0.055
N24	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	-7.465	0.042	-2.215	-0.232	0.653	-0.783
		Valor máximo de la envolvente	-1.073	0.974	-0.416	-0.113	3.782	0.052
N25	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	-5.948	-0.074	-7.444	-0.863	-0.549	-0.499
		Valor máximo de la envolvente	-0.961	0.213	-1.308	-0.114	0.101	0.192
N26	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	-10.690	-1.020	-1.966	0.394	-2.366	0.230
		Valor máximo de la envolvente	-1.598	0.083	-0.442	1.630	-0.456	1.070
N27	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	-5.940	-0.074	-7.616	-0.433	0.612	0.135
		Valor máximo de la envolvente	-1.059	0.213	-1.371	-0.088	2.729	0.337
N28	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	0.000	0.000	0.000	-1.845	-6.692	0.178
		Valor máximo de la envolvente	0.000	0.000	0.000	-0.242	-1.364	1.526
N29	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	0.000	0.000	0.000	-1.859	-7.997	0.171
		Valor máximo de la envolvente	0.000	0.000	0.000	-0.255	-1.561	1.518
N30	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	-5.828	-0.009	-4.647	-5.333	0.880	-0.819
		Valor máximo de la envolvente	-1.206	0.610	-1.060	-1.231	5.593	0.035
N31	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	-7.465	-0.008	-4.111	0.938	0.693	-0.760
		Valor máximo de la envolvente	-1.073	0.614	-0.748	4.917	3.890	0.056
N32	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	-6.042	-0.298	-7.719	-0.586	1.002	0.051
		Valor máximo de la envolvente	-1.279	0.003	-1.632	0.024	5.557	0.728
N33	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	-7.751	-0.294	-6.210	0.234	0.774	0.147
		Valor máximo de la envolvente	-1.338	0.004	-1.325	1.968	3.655	1.314
N34	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	-6.041	-1.094	-1.906	-0.544	0.982	0.034
		Valor máximo de la envolvente	-1.279	-0.054	-0.613	0.016	5.759	0.794
N35	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	-7.751	-1.094	-2.271	0.115	0.751	0.032
		Valor máximo de la envolvente	-1.338	-0.054	-0.482	0.245	3.874	0.800
N36	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	-6.229	-0.296	-7.742	0.147	-0.667	-0.077
		Valor máximo de la envolvente	-1.201	0.003	-1.570	0.951	-0.004	0.555
N37	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	-11.087	-0.973	-1.967	-1.648	-2.481	-1.146
		Valor máximo de la envolvente	-1.987	0.122	-0.457	-0.430	-0.593	-0.326
N38	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	-6.194	-0.296	-7.933	0.080	0.549	-0.165
		Valor máximo de la envolvente	-1.250	0.003	-1.609	0.442	2.648	-0.041
N39	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	0.000	0.000	0.000	0.317	-6.776	-1.554
		Valor máximo de la envolvente	0.000	0.000	0.000	1.940	-1.428	-0.203

Envolvente de los desplazamientos en nudos								
Referencia	Combinación		Desplazamientos en ejes globales					
	Tipo	Descripción	Dx (mm)	Dy (mm)	Dz (mm)	Gx (mRad)	Gy (mRad)	Gz (mRad)
N40	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	0.000	0.000	0.000	0.322	-8.131	-1.546
		Valor máximo de la envolvente	0.000	0.000	0.000	1.934	-1.644	-0.195
N41	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	-8.635	-1.140	-0.139	-0.150	-1.154	0.161
		Valor máximo de la envolvente	0.506	0.412	-0.060	-0.041	0.007	0.892
N42	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	-8.467	-1.149	-0.143	-0.017	-1.091	-1.160
		Valor máximo de la envolvente	0.713	0.393	-0.066	0.105	0.066	-0.364
N43	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	-7.773	-1.008	-0.181	-0.031	-0.281	0.008
		Valor máximo de la envolvente	1.520	0.080	-0.100	0.142	0.653	1.070
N44	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	-8.312	-0.993	-0.133	-0.219	-0.472	-1.655
		Valor máximo de la envolvente	0.907	0.091	-0.048	-0.064	0.470	-0.547
N45	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	-8.832	-1.138	-1.233	-0.208	-0.227	-0.668
		Valor máximo de la envolvente	0.129	0.439	0.185	0.851	5.349	-0.216
N46	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	-7.930	-1.166	-1.638	-1.150	1.447	-0.283
		Valor máximo de la envolvente	1.176	0.376	-0.410	-0.234	6.472	0.204
N47	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	-7.751	-0.722	-4.209	-5.041	0.792	0.043
		Valor máximo de la envolvente	-1.338	-0.035	-0.890	-1.117	3.984	0.803
N48	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	-6.041	-0.718	-4.781	1.292	1.023	0.043
		Valor máximo de la envolvente	-1.279	-0.035	-1.108	5.530	5.873	0.838
N49	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	-8.837	-0.982	-1.196	-0.229	-5.380	-0.397
		Valor máximo de la envolvente	0.127	0.109	0.239	0.848	0.204	0.373
N50	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	-8.083	-0.916	-0.546	-0.184	-4.952	-0.074
		Valor máximo de la envolvente	0.679	0.094	-0.149	-0.025	-0.375	0.174
N51	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	-7.933	-1.033	-1.708	-1.185	-6.464	-0.212
		Valor máximo de la envolvente	1.175	0.072	-0.473	-0.256	-1.421	0.506
N52	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	-7.514	-0.998	-0.537	-0.088	-3.209	-0.457
		Valor máximo de la envolvente	1.678	0.083	-0.147	-0.029	0.149	-0.386
N53	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	-8.022	-1.071	-0.515	-0.158	0.500	-0.173
		Valor máximo de la envolvente	0.697	0.402	-0.134	-0.004	3.778	-0.136
N54	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	-8.834	-1.522	-7.849	-0.744	-0.012	-0.094
		Valor máximo de la envolvente	0.128	0.182	0.436	0.202	0.017	0.261
N55	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	-8.060	-1.225	-7.986	-0.674	0.085	-0.092
		Valor máximo de la envolvente	0.687	0.165	-1.228	-0.022	1.138	0.038
N56	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	-7.932	-1.545	-9.684	-0.865	0.022	-0.544
		Valor máximo de la envolvente	1.176	0.150	-2.278	0.013	0.048	-0.084
N57	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	-9.228	-1.523	-7.986	-0.675	0.580	-0.210
		Valor máximo de la envolvente	0.383	0.156	-1.229	-0.022	3.702	-0.177
N58	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	-9.228	-1.941	-15.825	-0.675	0.863	-0.210
		Valor máximo de la envolvente	0.383	-0.199	-2.824	-0.022	3.984	-0.177
N59	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	-6.761	-0.983	-1.894	0.154	-1.451	-0.157
		Valor máximo de la envolvente	0.265	0.096	-0.653	0.658	-0.664	-0.034
N60	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	-6.681	-0.995	-1.811	-0.553	-1.415	-0.043
		Valor máximo de la envolvente	0.378	0.091	-0.535	-0.062	-0.621	0.050
N61	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	-11.088	-1.067	-0.317	-0.392	-1.320	-1.176
		Valor máximo de la envolvente	-1.987	0.037	-0.044	-0.082	-0.337	-0.333
N62	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	-10.692	-1.022	-0.433	0.118	-1.194	0.246
		Valor máximo de la envolvente	-1.599	0.058	-0.163	0.425	-0.199	1.104
N63	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	-8.461	-0.976	-3.261	-0.066	-2.529	-1.176
		Valor máximo de la envolvente	-0.680	0.110	-0.927	0.290	-0.727	-0.352
N64	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	-8.461	-1.060	-0.735	0.006	-2.543	-1.058

Envolvente de los desplazamientos en nudos								
Referencia	Combinación		Desplazamientos en ejes globales					
	Tipo	Descripción	Dx (mm)	Dy (mm)	Dz (mm)	Gx (mRad)	Gy (mRad)	Gz (mRad)
		Valor máximo de la envolvente	-0.680	0.039	-0.166	0.127	-0.737	-0.311
N65	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	-9.244	-1.142	-0.507	-0.057	0.388	-0.125
		Valor máximo de la envolvente	0.380	0.400	-0.133	0.000	2.886	-0.100
N66	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	-8.230	-1.027	-0.846	-0.155	-2.338	0.243
		Valor máximo de la envolvente	-0.388	0.053	-0.285	-0.033	-0.485	0.960
N67	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	-8.230	-1.010	-3.171	-0.327	-2.325	0.281
		Valor máximo de la envolvente	-0.388	0.086	-0.780	0.005	-0.476	1.089
N68	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	-8.274	-0.918	-5.108	-3.271	-2.633	-2.325
		Valor máximo de la envolvente	-1.541	-0.011	-1.128	-0.655	-0.558	-0.527
N69	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	-6.213	-0.918	-8.194	-2.879	-1.934	-2.125
		Valor máximo de la envolvente	-0.945	-0.011	-1.822	-0.645	-0.361	-0.521
N70	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	-9.062	-0.193	-11.573	0.307	-2.361	-1.503
		Valor máximo de la envolvente	-1.833	0.154	-2.340	1.924	-0.477	-0.256
N71	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	-7.542	-0.193	-9.645	0.319	-2.064	-1.505
		Valor máximo de la envolvente	-1.582	0.154	-2.027	1.936	-0.418	-0.241
N72	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	-8.884	-0.208	-11.346	-1.855	-2.274	0.230
		Valor máximo de la envolvente	-1.732	0.134	-2.211	-0.259	-0.443	1.471
N73	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	-7.414	-0.208	-9.485	-1.868	-1.980	0.205
		Valor máximo de la envolvente	-1.485	0.134	-1.906	-0.272	-0.355	1.445
N74	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	-5.942	-0.442	-8.032	0.530	-1.889	0.314
		Valor máximo de la envolvente	-0.700	0.453	-1.581	2.813	-0.312	1.951
N75	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	-7.829	-0.442	-5.015	0.541	-2.546	0.311
		Valor máximo de la envolvente	-1.155	0.453	-1.048	3.205	-0.482	2.145
N76	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	-11.775	-0.935	-0.058	0.056	0.378	0.066
		Valor máximo de la envolvente	-2.254	0.169	-0.034	0.304	0.882	0.422
N77	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	-6.309	-1.121	-0.159	-0.168	-0.792	0.026
		Valor máximo de la envolvente	0.295	0.015	-0.092	-0.011	0.411	0.225
N78	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	-11.775	-0.868	-1.370	0.056	0.790	0.066
		Valor máximo de la envolvente	-2.254	0.591	-0.841	0.304	1.294	0.422
N79	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	-6.309	-0.999	-0.942	-0.168	-0.380	0.026
		Valor máximo de la envolvente	0.295	0.166	0.215	-0.011	0.823	0.225
N80	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	-6.765	-1.004	-2.484	1.126	0.002	-0.068
		Valor máximo de la envolvente	0.263	0.173	-1.085	1.346	0.459	0.070
N81	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	-6.685	-1.004	-2.410	-1.223	-0.047	-0.152
		Valor máximo de la envolvente	0.376	0.173	-0.999	-1.004	0.415	0.011
N82	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	-6.822	-0.720	-0.098	0.058	-3.182	0.016
		Valor máximo de la envolvente	-1.298	-0.035	-0.023	0.312	-0.606	0.758
N83	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Valor máximo de la envolvente	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
N84	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	-6.578	-0.008	-0.097	-0.297	-3.069	-0.726
		Valor máximo de la envolvente	-1.148	0.612	-0.021	-0.045	-0.537	0.080
N85	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Valor máximo de la envolvente	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

6.2.2.2 Nudos. Reacciones (Envolventes)

Envolventes de las reacciones en nudos								
Referencia	Combinación		Reacciones en ejes globales					
	Tipo	Descripción	Rx (kN)	Ry (kN)	Rz (kN)	Mx (kN·m)	My (kN·m)	Mz (kN·m)
N9	Hormigón en cimentaciones	Valor mínimo de la envolvente	0.080	0.049	-7.975	0.00	0.00	0.00
		Valor máximo de la envolvente	0.697	0.264	3.286	0.00	0.00	0.00
	Tensiones sobre el terreno	Valor mínimo de la envolvente	0.086	0.049	-4.118	0.00	0.00	0.00
		Valor máximo de la envolvente	0.436	0.220	1.807	0.00	0.00	0.00
N10	Hormigón en cimentaciones	Valor mínimo de la envolvente	0.057	0.243	9.142	0.00	0.00	0.00
		Valor máximo de la envolvente	0.535	1.546	47.025	0.00	0.00	0.00
	Tensiones sobre el terreno	Valor mínimo de la envolvente	0.062	0.247	9.184	0.00	0.00	0.00
		Valor máximo de la envolvente	0.334	1.011	29.479	0.00	0.00	0.00
N11	Hormigón en cimentaciones	Valor mínimo de la envolvente	0.361	-0.273	6.523	0.00	0.00	0.00
		Valor máximo de la envolvente	1.141	0.030	25.331	0.00	0.00	0.00
	Tensiones sobre el terreno	Valor mínimo de la envolvente	0.366	-0.174	9.839	0.00	0.00	0.00
		Valor máximo de la envolvente	0.714	-0.002	15.832	0.00	0.00	0.00
N12	Hormigón en cimentaciones	Valor mínimo de la envolvente	0.034	-1.511	5.125	0.00	0.00	0.00
		Valor máximo de la envolvente	0.494	-0.164	41.676	0.00	0.00	0.00
	Tensiones sobre el terreno	Valor mínimo de la envolvente	0.039	-0.944	5.618	0.00	0.00	0.00
		Valor máximo de la envolvente	0.310	-0.187	25.768	0.00	0.00	0.00
N14	Hormigón en cimentaciones	Valor mínimo de la envolvente	-0.386	-0.068	10.974	0.00	0.00	0.00
		Valor máximo de la envolvente	0.045	0.057	43.265	0.00	0.00	0.00
	Tensiones sobre el terreno	Valor mínimo de la envolvente	-0.219	-0.043	11.899	0.00	0.00	0.00
		Valor máximo de la envolvente	0.009	0.032	29.407	0.00	0.00	0.00
N16	Hormigón en cimentaciones	Valor mínimo de la envolvente	0.165	0.016	24.322	0.00	0.00	0.00
		Valor máximo de la envolvente	0.565	0.092	60.681	0.00	0.00	0.00
	Tensiones sobre el terreno	Valor mínimo de la envolvente	0.193	0.016	24.322	0.00	0.00	0.00
		Valor máximo de la envolvente	0.420	0.092	40.995	0.00	0.00	0.00
N18	Hormigón en cimentaciones	Valor mínimo de la envolvente	0.056	-0.033	15.173	0.00	0.00	0.00
		Valor máximo de la envolvente	1.240	0.067	47.206	0.00	0.00	0.00
	Tensiones sobre el terreno	Valor mínimo de la envolvente	0.113	-0.022	15.732	0.00	0.00	0.00
		Valor máximo de la envolvente	0.799	0.035	31.771	0.00	0.00	0.00
N20	Hormigón en cimentaciones	Valor mínimo de la envolvente	0.046	-0.011	16.140	0.00	0.00	0.00
		Valor máximo de la envolvente	1.221	0.080	47.270	0.00	0.00	0.00
	Tensiones sobre el terreno	Valor mínimo de la envolvente	0.104	-0.006	16.348	0.00	0.00	0.00
		Valor máximo de la envolvente	0.803	0.049	32.202	0.00	0.00	0.00
N28	Hormigón en cimentaciones	Valor mínimo de la envolvente	-2.867	-0.004	1.352	0.00	0.00	0.00
		Valor máximo de la envolvente	-0.693	0.005	8.399	0.00	0.00	0.00
	Tensiones sobre el terreno	Valor mínimo de la envolvente	-1.995	-0.002	1.353	0.00	0.00	0.00
		Valor máximo de la envolvente	-0.694	0.006	5.409	0.00	0.00	0.00
N29	Hormigón en cimentaciones	Valor mínimo de la envolvente	-0.667	-0.007	0.879	0.00	0.00	0.00
		Valor máximo de la envolvente	-0.018	0.003	7.553	0.00	0.00	0.00
	Tensiones sobre el terreno	Valor mínimo de la envolvente	-0.413	-0.005	0.908	0.00	0.00	0.00
		Valor máximo de la envolvente	-0.052	0.004	4.721	0.00	0.00	0.00
N39	Hormigón en cimentaciones	Valor mínimo de la envolvente	-2.501	-0.006	1.122	0.00	0.00	0.00
		Valor máximo de la envolvente	-0.399	0.007	8.113	0.00	0.00	0.00
	Tensiones sobre el terreno	Valor mínimo de la envolvente	-1.765	-0.004	1.136	0.00	0.00	0.00
		Valor máximo de la envolvente	-0.417	0.004	5.229	0.00	0.00	0.00
N40	Hormigón en cimentaciones	Valor mínimo de la envolvente	-0.602	-0.006	0.882	0.00	0.00	0.00
		Valor máximo de la envolvente	0.008	0.008	7.549	0.00	0.00	0.00
	Tensiones sobre el terreno	Valor mínimo de la envolvente	-0.408	-0.004	0.910	0.00	0.00	0.00
		Valor máximo de la envolvente	-0.020	0.005	4.743	0.00	0.00	0.00
N83	Hormigón en cimentaciones	Valor mínimo de la envolvente	0.056	-0.039	4.348	-0.29	0.15	0.00
		Valor máximo de la envolvente	0.509	0.125	29.043	0.04	1.36	0.00

Envolventes de las reacciones en nudos								
Referencia	Combinación		Reacciones en ejes globales					
	Tipo	Descripción	Rx (kN)	Ry (kN)	Rz (kN)	Mx (kN·m)	My (kN·m)	Mz (kN·m)
	Tensiones sobre el terreno	Valor mínimo de la envolvente	0.060	-0.022	4.473	-0.25	0.16	0.00
		Valor máximo de la envolvente	0.319	0.102	18.152	0.01	0.85	0.00
N85	Hormigón en cimentaciones	Valor mínimo de la envolvente	0.049	-0.112	4.052	-0.07	0.13	0.00
		Valor máximo de la envolvente	0.491	0.050	28.602	0.31	1.31	0.00
	Tensiones sobre el terreno	Valor mínimo de la envolvente	0.053	-0.068	4.177	-0.03	0.14	0.00
		Valor máximo de la envolvente	0.307	0.032	17.878	0.20	0.82	0.00

Nota: Las combinaciones de hormigón indicadas son las mismas que se utilizan para comprobar el estado límite de equilibrio en la cimentación.

6.2.2.3 Barras. Esfuerzos (Envolventes)

Referencias:

N: Esfuerzo axil (kN)

Vy: Esfuerzo cortante según el eje local Y de la barra. (kN)

Vz: Esfuerzo cortante según el eje local Z de la barra. (kN)

Mt: Momento torsor (kN·m)

My: Momento flector en el plano 'XZ' (giro de la sección respecto al eje local 'Y' de la barra). (kN·m)

Mz: Momento flector en el plano 'XY' (giro de la sección respecto al eje local 'Z' de la barra). (kN·m)

Envolventes de los esfuerzos en barras							
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra				
			0.000 m	0.250 m	0.500 m	0.750 m	1.000 m
N2/N61	Acero laminado	N _{mín}	0.308	0.308	0.308	0.308	0.308
		N _{máx}	1.956	1.956	1.956	1.956	1.956
		Vy _{mín}	-1.598	-1.598	-1.598	-1.598	-1.598
		Vy _{máx}	-0.247	-0.247	-0.247	-0.247	-0.247
		Vz _{mín}	-2.182	-1.576	-0.969	-0.363	-0.224
		Vz _{máx}	-0.456	-0.354	-0.252	-0.150	0.420
		Mt _{mín}	-0.02	-0.02	-0.02	-0.02	-0.02
		Mt _{máx}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My _{mín}	-1.91	-1.44	-1.12	-0.96	-0.94
		My _{máx}	-0.29	-0.19	-0.11	-0.05	-0.01
		Mz _{mín}	-1.08	-0.69	-0.30	-0.02	0.06
		Mz _{máx}	-0.18	-0.12	-0.05	0.14	0.53

Envolventes de los esfuerzos en barras											
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.188 m	0.375 m	0.750 m	0.938 m	1.125 m	1.500 m	1.688 m	1.875 m
N61/N64	Acero laminado	N _{mín}	0.718	0.718	0.718	0.718	0.718	0.718	0.718	0.718	0.718
		N _{máx}	4.316	4.316	4.316	4.316	4.316	4.316	4.316	4.316	4.316
		Vy _{mín}	-0.786	-0.786	-0.786	-0.786	-0.786	-0.786	-0.786	-0.786	-0.786
		Vy _{máx}	-0.147	-0.147	-0.147	-0.147	-0.147	-0.147	-0.147	-0.147	-0.147

Envolventes de los esfuerzos en barras											
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.188 m	0.375 m	0.750 m	0.938 m	1.125 m	1.500 m	1.688 m	1.875 m
		Vz _{mín}	-4.016	-3.562	-3.107	-2.197	-1.742	-1.287	-0.379	-0.106	-0.030
		Vz _{máx}	-0.625	-0.548	-0.472	-0.319	-0.242	-0.166	-0.011	0.247	0.702
		Mt _{mín}	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01
		Mt _{máx}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My _{mín}	-0.94	-0.25	-0.10	0.11	0.19	0.26	0.36	0.38	0.39
		My _{máx}	-0.01	0.13	0.70	1.63	1.97	2.22	2.47	2.47	2.38
		MZ _{mín}	-0.71	-0.56	-0.41	-0.12	-0.01	0.03	0.08	0.11	0.14
		MZ _{máx}	-0.13	-0.10	-0.08	-0.02	0.05	0.18	0.47	0.62	0.77

Envolventes de los esfuerzos en barras											
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.188 m	0.375 m	0.750 m	0.938 m	1.125 m	1.500 m	1.688 m	1.875 m
N64/N13	Acero laminado	N _{mín}	1.148	1.148	1.148	1.148	1.148	1.148	1.148	1.148	1.148
		N _{máx}	6.617	6.617	6.617	6.617	6.617	6.617	6.617	6.617	6.617
		Vy _{mín}	-0.568	-0.568	-0.568	-0.568	-0.568	-0.568	-0.568	-0.568	-0.568
		Vy _{máx}	-0.084	-0.084	-0.084	-0.084	-0.084	-0.084	-0.084	-0.084	-0.084
		Vz _{mín}	0.059	0.136	0.212	0.365	0.442	0.518	0.671	0.748	0.824
		Vz _{máx}	0.856	1.311	1.766	2.676	3.130	3.585	4.495	4.950	5.405
		Mt _{mín}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mt _{máx}	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
		My _{mín}	0.39	0.37	0.33	0.15	0.05	-0.13	-1.64	-2.53	-3.50
		My _{máx}	2.38	2.18	1.91	1.13	0.62	0.07	-0.15	-0.28	-0.43
		MZ _{mín}	-0.36	-0.26	-0.15	0.01	0.03	0.05	0.08	0.10	0.11
		MZ _{máx}	-0.05	-0.03	-0.01	0.06	0.17	0.28	0.49	0.60	0.70

Envolventes de los esfuerzos en barras											
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.188 m	0.375 m	0.563 m	0.750 m	0.938 m	1.125 m	1.313 m	1.500 m
N13/N15	Acero laminado	N _{mín}	1.337	1.337	1.337	1.337	1.337	1.337	1.337	1.337	1.337
		N _{máx}	7.360	7.360	7.360	7.360	7.360	7.360	7.360	7.360	7.360
		Vy _{mín}	-0.039	-0.039	-0.039	-0.039	-0.039	-0.039	-0.039	-0.039	-0.039
		Vy _{máx}	0.059	0.059	0.059	0.059	0.059	0.059	0.059	0.059	0.059
		Vz _{mín}	-2.293	-1.838	-1.384	-0.929	-0.474	-0.384	-0.297	-0.210	-0.123
		Vz _{máx}	-0.461	-0.384	-0.308	-0.231	-0.155	0.287	0.731	1.175	1.620
		Mt _{mín}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mt _{máx}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My _{mín}	-2.32	-1.94	-1.63	-1.42	-1.32	-1.32	-1.41	-1.58	-1.84
		My _{máx}	-0.48	-0.40	-0.34	-0.29	-0.24	-0.17	-0.11	-0.07	-0.04
		MZ _{mín}	0.01	0.02	0.02	0.03	0.03	0.02	0.01	0.00	-0.01
		MZ _{máx}	0.18	0.17	0.16	0.17	0.17	0.18	0.19	0.20	0.20

Envolventes de los esfuerzos en barras											
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.188 m	0.375 m	0.750 m	0.938 m	1.125 m	1.500 m	1.688 m	1.875 m
N15/N66	Acero laminado	N _{mín}	1.200	1.200	1.200	1.200	1.200	1.200	1.200	1.200	1.200
		N _{máx}	6.816	6.816	6.816	6.816	6.816	6.816	6.816	6.816	6.816
		Vy _{mín}	0.111	0.111	0.111	0.111	0.111	0.111	0.111	0.111	0.111
		Vy _{máx}	0.569	0.569	0.569	0.569	0.569	0.569	0.569	0.569	0.569
		Vz _{mín}	-5.501	-5.046	-4.591	-3.682	-3.227	-2.772	-1.862	-1.407	-0.953
		Vz _{máx}	-0.926	-0.849	-0.773	-0.620	-0.543	-0.467	-0.314	-0.237	-0.161
		Mt _{mín}	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01
		Mt _{máx}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My _{mín}	-3.58	-2.59	-1.69	-0.15	0.03	0.15	0.37	0.45	0.49
		My _{máx}	-0.52	-0.36	-0.20	0.07	0.65	1.18	1.99	2.26	2.48
		MZ _{mín}	0.14	0.12	0.10	0.06	0.03	0.01	-0.14	-0.25	-0.36

Envolventes de los esfuerzos en barras											
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.188 m	0.375 m	0.750 m	0.938 m	1.125 m	1.500 m	1.688 m	1.875 m
		MZ _{máx}	0.71	0.60	0.50	0.28	0.18	0.07	-0.03	-0.05	-0.07

Envolventes de los esfuerzos en barras												
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra									
			0.000 m	0.188 m	0.375 m	0.750 m	0.938 m	1.125 m	1.500 m	1.688 m	1.875 m	
N66/N62	Acero laminado	N _{mín}	0.728	0.728	0.728	0.728	0.728	0.728	0.728	0.728	0.728	0.728
		N _{máx}	4.475	4.475	4.475	4.475	4.475	4.475	4.475	4.475	4.475	4.475
		V _y _{mín}	0.153	0.153	0.153	0.153	0.153	0.153	0.153	0.153	0.153	0.153
		V _y _{máx}	0.806	0.806	0.806	0.806	0.806	0.806	0.806	0.806	0.806	0.806
		V _z _{mín}	-0.801	-0.347	-0.097	0.056	0.132	0.208	0.361	0.438	0.514	
		V _z _{máx}	-0.075	0.003	0.284	1.194	1.649	2.103	3.013	3.468	3.923	
		M _t _{mín}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		M _t _{máx}	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
		M _y _{mín}	0.49	0.49	0.49	0.44	0.39	0.32	0.15	0.03	-0.64	
		M _y _{máx}	2.48	2.58	2.61	2.39	2.16	1.84	0.95	0.38	0.28	
		M _z _{mín}	0.14	0.11	0.08	0.02	0.00	-0.12	-0.42	-0.57	-0.72	
		M _z _{máx}	0.79	0.64	0.49	0.19	0.04	-0.02	-0.09	-0.12	-0.15	

Envolventes de los esfuerzos en barras							
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra				
			0.000 m	0.250 m	0.500 m	0.750 m	1.000 m
N62/N1	Acero laminado	N _{mín}	0.338	0.338	0.338	0.338	0.338
		N _{máx}	2.038	2.038	2.038	2.038	2.038
		V _y _{mín}	0.206	0.206	0.206	0.206	0.206
		V _y _{máx}	1.626	1.626	1.626	1.626	1.626
		V _z _{mín}	-0.556	0.018	0.120	0.222	0.324
		V _z _{máx}	0.129	0.263	0.870	1.477	2.083
		M _t _{mín}	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
		M _t _{máx}	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
		M _y _{mín}	-0.65	-0.63	-0.76	-1.05	-1.49
		M _y _{máx}	0.27	0.28	0.26	0.22	0.15
		M _z _{mín}	0.05	-0.01	-0.31	-0.72	-1.12
		M _z _{máx}	0.52	0.12	-0.05	-0.11	-0.16

Envolventes de los esfuerzos en barras											
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.429 m	0.857 m	1.071 m	1.500 m	1.929 m	2.357 m	2.571 m	3.000 m
N3/N4	Acero laminado	N _{mín}	-1.124	-1.124	-1.124	-1.124	-1.124	-1.124	-1.124	-1.124	-1.124
		N _{máx}	-0.099	-0.099	-0.099	-0.099	-0.099	-0.099	-0.099	-0.099	-0.099
		V _y _{mín}	-0.138	-0.138	-0.138	-0.138	-0.138	-0.138	-0.138	-0.138	-0.138
		V _y _{máx}	-0.012	-0.012	-0.012	-0.012	-0.012	-0.012	-0.012	-0.012	-0.012
		V _z _{mín}	-0.633	-0.450	-0.266	-0.174	0.007	0.143	0.278	0.346	0.482
		V _z _{máx}	-0.445	-0.309	-0.173	-0.105	0.033	0.217	0.400	0.492	0.675
		M _t _{mín}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		M _t _{máx}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		M _y _{mín}	0.01	0.18	0.30	0.33	0.36	0.33	0.23	0.16	-0.03
		M _y _{máx}	0.08	0.30	0.44	0.48	0.51	0.45	0.33	0.24	0.00
		M _z _{mín}	-0.23	-0.17	-0.11	-0.08	-0.02	0.00	0.01	0.01	0.01
		M _z _{máx}	-0.02	-0.02	-0.01	-0.01	0.00	0.04	0.10	0.12	0.18

Envolventes de los esfuerzos en barras											
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.429 m	0.857 m	1.071 m	1.500 m	1.929 m	2.357 m	2.571 m	3.000 m
N6/N5	Acero laminado	N _{mín}	-1.011	-1.011	-1.011	-1.011	-1.011	-1.011	-1.011	-1.011	-1.011
		N _{máx}	-0.158	-0.158	-0.158	-0.158	-0.158	-0.158	-0.158	-0.158	-0.158
		V _y _{mín}	0.021	0.021	0.021	0.021	0.021	0.021	0.021	0.021	0.021
		V _y _{máx}	0.128	0.128	0.128	0.128	0.128	0.128	0.128	0.128	0.128
		V _z _{mín}	-0.678	-0.495	-0.311	-0.219	-0.036	0.103	0.239	0.307	0.443
		V _z _{máx}	-0.484	-0.348	-0.212	-0.144	-0.009	0.172	0.355	0.447	0.631
		M _t _{mín}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		M _t _{máx}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		M _y _{mín}	-0.03	0.16	0.29	0.33	0.36	0.33	0.25	0.19	0.01
		M _y _{máx}	0.00	0.24	0.40	0.46	0.51	0.48	0.38	0.30	0.08
		M _z _{mín}	0.03	0.02	0.01	0.00	-0.02	-0.08	-0.13	-0.16	-0.21
		M _z _{máx}	0.17	0.11	0.06	0.03	0.00	-0.01	-0.02	-0.03	-0.04

Envolventes de los esfuerzos en barras					
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra		
			0.000 m	0.250 m	0.500 m
N4/N19	Acero laminado	N _{mín}	-0.138	-0.138	-0.138
		N _{máx}	-0.012	-0.012	-0.012
		V _y _{mín}	0.099	0.099	0.099
		V _y _{máx}	1.124	1.124	1.124
		V _z _{mín}	0.482	0.584	0.686
		V _z _{máx}	0.675	2.923	5.170
		M _t _{mín}	0.00	0.00	0.00
		M _t _{máx}	0.03	0.03	0.03
		M _y _{mín}	0.00	-0.45	-1.46
		M _y _{máx}	0.00	-0.13	-0.29
		M _z _{mín}	0.01	-0.10	-0.38
		M _z _{máx}	0.18	-0.01	-0.04

Envolventes de los esfuerzos en barras											
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.188 m	0.375 m	0.563 m	0.750 m	0.938 m	1.125 m	1.313 m	1.500 m
N19/N17	Acero laminado	N _{mín}	-0.079	-0.079	-0.079	-0.079	-0.079	-0.079	-0.079	-0.079	-0.079
		N _{máx}	0.160	0.160	0.160	0.160	0.160	0.160	0.160	0.160	0.160
		V _y _{mín}	-0.059	-0.059	-0.059	-0.059	-0.059	-0.059	-0.059	-0.059	-0.059
		V _y _{máx}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		V _z _{mín}	-4.827	-3.669	-2.511	-1.353	-0.195	-0.098	-0.011	0.076	0.163
		V _z _{máx}	0.308	0.384	0.461	0.537	0.614	1.750	2.898	4.045	5.193
		M _t _{mín}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		M _t _{máx}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		M _y _{mín}	-1.60	-0.81	-0.29	-0.23	-0.19	-0.25	-0.39	-0.97	-1.83
		M _y _{máx}	0.27	0.20	0.18	0.39	0.38	0.29	0.00	-0.08	-0.10
		M _z _{mín}	-0.16	-0.15	-0.15	-0.15	-0.15	-0.14	-0.14	-0.14	-0.14
		M _z _{máx}	-0.02	-0.02	-0.02	-0.02	-0.02	-0.02	0.00	0.01	0.02

Envolventes de los esfuerzos en barras					
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra		
			0.000 m	0.250 m	0.500 m
N17/N6	Acero laminado	N _{mín}	-0.128	-0.128	-0.128
		N _{máx}	-0.021	-0.021	-0.021
		V _y _{mín}	-1.011	-1.011	-1.011

Envolventes de los esfuerzos en barras					
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra		
			0.000 m	0.250 m	0.500 m
		$V_{y\text{máx}}$	-0.158	-0.158	-0.158
		$V_{z\text{mín}}$	-5.172	-2.925	-0.678
		$V_{z\text{máx}}$	-0.688	-0.586	-0.484
		$M_{t\text{mín}}$	-0.03	-0.03	-0.03
		$M_{t\text{máx}}$	0.00	0.00	0.00
		$M_{y\text{mín}}$	-1.46	-0.45	0.00
		$M_{y\text{máx}}$	-0.29	-0.13	0.00
		$M_{z\text{mín}}$	-0.34	-0.08	0.03
		$M_{z\text{máx}}$	-0.05	-0.01	0.17

Envolventes de los esfuerzos en barras							
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra				
			0.000 m	0.250 m	0.500 m	0.750 m	1.000 m
N1/N7	Acero laminado	$N_{\text{mín}}$	0.583	0.583	0.583	0.583	0.583
		$N_{\text{máx}}$	2.626	2.626	2.626	2.626	2.626
		$V_{y\text{mín}}$	-2.289	-2.289	-2.289	-2.289	-2.289
		$V_{y\text{máx}}$	-0.314	-0.314	-0.314	-0.314	-0.314
		$V_{z\text{mín}}$	-3.021	-2.905	-2.789	-2.673	-2.557
		$V_{z\text{máx}}$	8.480	8.604	8.727	8.851	8.975
		$M_{t\text{mín}}$	-0.02	-0.02	-0.02	-0.02	-0.02
		$M_{t\text{máx}}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		$M_{y\text{mín}}$	-4.08	-3.35	-4.69	-6.65	-8.65
		$M_{y\text{máx}}$	0.23	-1.90	-2.01	-1.57	-1.14
		$M_{z\text{mín}}$	-1.12	-0.55	0.00	0.08	0.16
		$M_{z\text{máx}}$	-0.16	-0.08	0.02	0.59	1.17

Envolventes de los esfuerzos en barras							
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra				
			0.000 m	0.250 m	0.500 m	0.750 m	1.000 m
N8/N2	Acero laminado	$N_{\text{mín}}$	0.342	0.342	0.342	0.342	0.342
		$N_{\text{máx}}$	2.236	2.236	2.236	2.236	2.236
		$V_{y\text{mín}}$	0.359	0.359	0.359	0.359	0.359
		$V_{y\text{máx}}$	2.199	2.199	2.199	2.199	2.199
		$V_{z\text{mín}}$	-13.083	-12.945	-12.808	-12.670	-12.532
		$V_{z\text{máx}}$	-2.039	-1.937	-1.835	-1.733	-1.631
		$M_{t\text{mín}}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		$M_{t\text{máx}}$	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
		$M_{y\text{mín}}$	-8.95	-5.70	-2.48	0.07	0.49
		$M_{y\text{máx}}$	-1.35	-0.85	-0.38	0.70	3.85
		$M_{z\text{mín}}$	0.18	0.09	0.00	-0.53	-1.08
		$M_{z\text{máx}}$	1.12	0.57	0.02	-0.09	-0.18

Envolventes de los esfuerzos en barras							
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra				
			0.000 m	0.250 m	0.500 m	0.750 m	1.000 m
N22/N25	Acero laminado	$N_{\text{mín}}$	0.158	0.158	0.158	0.158	0.158
		$N_{\text{máx}}$	1.290	1.290	1.290	1.290	1.290

Envolventes de los esfuerzos en barras							
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra				
			0.000 m	0.250 m	0.500 m	0.750 m	1.000 m
		V _y mín	-1.452	-1.452	-1.452	-1.452	-1.452
		V _y máx	-0.218	-0.218	-0.218	-0.218	-0.218
		V _z mín	-5.660	-4.233	-2.807	-1.380	-0.114
		V _z máx	0.042	0.081	0.121	0.160	0.359
		M _t mín	-0.03	-0.03	-0.03	-0.03	-0.03
		M _t máx	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		M _y mín	-0.10	-0.03	-0.05	-0.09	-0.13
		M _y máx	-0.01	1.14	2.01	2.54	2.70
		M _z mín	-0.57	-0.21	0.03	0.09	0.14
		M _z máx	-0.08	-0.02	0.16	0.52	0.88

Envolventes de los esfuerzos en barras					
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra		
			0.000 m	0.150 m	0.300 m
N25/N27	Acero laminado	N _{mín}	0.193	0.193	0.193
		N _{máx}	1.262	1.262	1.262
		V _y mín	0.741	0.741	0.741
		V _y máx	3.137	3.137	3.137
		V _z mín	-1.447	-1.242	-1.037
		V _z máx	-0.230	-0.183	-0.135
		M _t mín	0.01	0.01	0.01
		M _t máx	0.07	0.07	0.07
		M _y mín	-0.17	-0.14	-0.11
		M _y máx	2.70	2.89	3.06
		M _z mín	0.19	0.06	-0.11
		M _z máx	0.86	0.41	-0.01

Envolventes de los esfuerzos en barras							
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra				
			0.000 m	0.250 m	0.500 m	0.750 m	1.000 m
N27/N21	Acero laminado	N _{mín}	0.211	0.211	0.211	0.211	0.211
		N _{máx}	1.270	1.270	1.270	1.270	1.270
		V _y mín	-0.054	-0.054	-0.054	-0.054	-0.054
		V _y máx	0.314	0.314	0.314	0.314	0.314
		V _z mín	-0.158	-0.118	-0.079	-0.040	-0.001
		V _z máx	2.630	2.917	3.204	3.492	3.779
		M _t mín	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		M _t máx	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
		M _y mín	-0.09	-0.05	-0.03	-0.01	-0.14
		M _y máx	3.06	2.37	1.61	0.77	-0.01
		M _z mín	-0.08	-0.12	-0.18	-0.25	-0.32
		M _z máx	-0.01	-0.03	-0.04	-0.03	-0.02

Envolventes de los esfuerzos en barras											
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.383 m	0.575 m	0.958 m	1.150 m	1.533 m	1.725 m	2.108 m	2.300 m
N23/N24	Acero laminado	N _{mín}	0.026	0.026	0.026	0.026	0.026	0.026	0.026	0.026	0.026
		N _{máx}	0.099	0.099	0.099	0.099	0.099	0.099	0.099	0.099	0.099

Envolventes de los esfuerzos en barras											
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.383 m	0.575 m	0.958 m	1.150 m	1.533 m	1.725 m	2.108 m	2.300 m
		V _y min	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003
		V _y máx	0.014	0.014	0.014	0.014	0.014	0.014	0.014	0.014	0.014
		V _z min	-1.611	-1.088	-0.826	-0.302	-0.041	0.115	0.176	0.298	0.359
		V _z máx	-0.371	-0.249	-0.188	-0.067	-0.006	0.483	0.745	1.268	1.530
		M _t min	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		M _t máx	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		M _y min	-0.16	0.09	0.14	0.18	0.19	0.17	0.14	0.05	-0.07
		M _y máx	-0.02	0.36	0.54	0.76	0.79	0.70	0.59	0.20	-0.01
		M _z min	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.01	-0.01	-0.02
		M _z máx	0.02	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Envolventes de los esfuerzos en barras												
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra									
			0.000 m	0.203 m	0.608 m	0.810 m	1.215 m	1.621 m	1.823 m	2.228 m	2.431 m	
N7/N75	Acero laminado	N _{min}	1.774	1.734	1.655	1.615	1.536	1.457	1.417	1.338	1.298	
		N _{máx}	8.993	8.939	8.832	8.779	8.672	8.565	8.511	8.404	8.350	
		V _y min	-0.015	-0.015	-0.015	-0.015	-0.015	-0.015	-0.015	-0.015	-0.015	-0.015
		V _y máx	0.089	0.089	0.089	0.089	0.089	0.089	0.089	0.089	0.089	0.089
		V _z min	-3.902	-3.834	-3.698	-3.629	-3.493	-3.356	-3.288	-3.152	-3.083	
		V _z máx	-0.832	-0.782	-0.681	-0.630	-0.529	-0.428	-0.377	-0.276	-0.226	
		M _t min	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01
		M _t máx	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		M _y min	-5.88	-5.10	-3.57	-2.83	-1.38	-0.02	0.15	0.29	0.34	
		M _y máx	-0.93	-0.76	-0.47	-0.33	-0.10	0.12	0.70	2.00	2.63	
		M _z min	-0.02	-0.01	-0.01	0.00	0.00	-0.02	-0.03	-0.07	-0.09	
		M _z máx	0.13	0.11	0.07	0.06	0.02	0.01	0.01	0.02	0.02	

Envolventes de los esfuerzos en barras												
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra									
			0.000 m	0.203 m	0.608 m	0.810 m	1.215 m	1.620 m	1.823 m	2.228 m	2.430 m	
N75/N25	Acero laminado	N _{min}	1.352	1.312	1.233	1.193	1.114	1.035	0.995	0.916	0.876	
		N _{máx}	5.282	5.229	5.122	5.068	4.961	4.854	4.801	4.694	4.640	
		V _y min	-0.039	-0.039	-0.039	-0.039	-0.039	-0.039	-0.039	-0.039	-0.039	-0.039
		V _y máx	0.058	0.058	0.058	0.058	0.058	0.058	0.058	0.058	0.058	0.058
		V _z min	-0.225	-0.157	-0.021	0.035	0.136	0.237	0.288	0.389	0.439	
		V _z máx	0.690	0.741	0.842	0.905	1.041	1.177	1.246	1.382	1.450	
		M _t min	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		M _t máx	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
		M _y min	0.34	0.37	0.40	0.39	0.36	0.29	0.23	0.10	0.01	
		M _y máx	2.63	2.49	2.18	2.01	1.61	1.16	0.92	0.39	0.10	
		M _z min	-0.03	-0.02	-0.01	0.00	0.01	0.01	-0.01	-0.03	-0.04	
		M _z máx	0.10	0.09	0.07	0.06	0.04	0.04	0.04	0.06	0.07	

Envolventes de los esfuerzos en barras											
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.405 m	0.608 m	0.810 m	1.215 m	1.620 m	1.823 m	2.228 m	2.430 m
N22/N74	Acero laminado	N _{min}	-2.894	-2.787	-2.734	-2.680	-2.573	-2.466	-2.413	-2.306	-2.252
		N _{máx}	-0.629	-0.550	-0.510	-0.471	-0.391	-0.312	-0.272	-0.193	-0.154
		V _y min	-0.014	-0.014	-0.014	-0.014	-0.014	-0.014	-0.014	-0.014	-0.014
		V _y máx	0.045	0.045	0.045	0.045	0.045	0.045	0.045	0.045	0.045
		V _z min	-1.085	-0.949	-0.881	-0.812	-0.676	-0.541	-0.482	-0.378	-0.327
		V _z máx	-0.429	-0.328	-0.278	-0.227	-0.126	-0.023	0.036	0.170	0.238
		M _t min	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		M _t máx	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
		M _y min	0.20	0.36	0.43	0.49	0.57	0.61	0.62	0.60	0.58

Diseño de una instalación modular de carga de cisternas para transporte por carretera de ácido nítrico

Envolventes de los esfuerzos en barras											
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.405 m	0.608 m	0.810 m	1.215 m	1.620 m	1.823 m	2.228 m	2.430 m
		My _{máx}	3.24	3.64	3.82	3.99	4.28	4.51	4.61	4.76	4.82
		MZ _{mín}	-0.02	-0.02	-0.01	-0.02	-0.02	-0.04	-0.05	-0.07	-0.08
		MZ _{máx}	0.03	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01

Envolventes de los esfuerzos en barras												
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra									
			0.000 m	0.203 m	0.608 m	0.810 m	1.215 m	1.621 m	1.823 m	2.228 m	2.431 m	
N74/N26	Acero laminado	N _{mín}	-0.275	-0.222	-0.114	-0.061	0.034	0.113	0.153	0.232	0.272	
		N _{máx}	0.622	0.662	0.741	0.780	0.872	0.979	1.032	1.139	1.193	
		Vy _{mín}	-0.036	-0.036	-0.036	-0.036	-0.036	-0.036	-0.036	-0.036	-0.036	-0.036
		Vy _{máx}	0.013	0.013	0.013	0.013	0.013	0.013	0.013	0.013	0.013	0.013
		VZ _{mín}	0.203	0.254	0.355	0.405	0.506	0.608	0.658	0.759	0.810	
		VZ _{máx}	3.396	3.464	3.600	3.669	3.805	3.942	4.010	4.146	4.215	
		Mt _{mín}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mt _{máx}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My _{mín}	0.58	0.53	0.40	0.32	0.12	-1.15	-1.95	-3.61	-4.45	
		My _{máx}	4.82	4.12	2.69	1.96	0.45	-0.08	-0.21	-0.49	-0.65	
		MZ _{mín}	-0.04	-0.03	-0.02	-0.01	0.00	-0.01	-0.01	-0.02	-0.02	
		MZ _{máx}	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	0.02	0.03	0.04	0.05	

Envolventes de los esfuerzos en barras												
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra									
			0.000 m	0.203 m	0.608 m	0.810 m	1.215 m	1.620 m	1.823 m	2.228 m	2.430 m	
N27/N73	Acero laminado	N _{mín}	-0.959	-1.005	-1.099	-1.351	-1.927	-2.503	-2.790	-3.366	-3.654	
		N _{máx}	0.356	0.075	-0.486	-0.561	-0.641	-0.720	-0.759	-0.839	-0.878	
		Vy _{mín}	-0.023	-0.023	-0.023	-0.023	-0.023	-0.023	-0.023	-0.023	-0.023	-0.023
		Vy _{máx}	-0.004	-0.004	-0.004	-0.004	-0.004	-0.004	-0.004	-0.004	-0.004	-0.004
		VZ _{mín}	-4.465	-4.098	-3.364	-2.997	-2.263	-1.529	-1.162	-0.428	-0.060	
		VZ _{máx}	-0.639	-0.589	-0.488	-0.437	-0.336	-0.235	-0.185	-0.083	-0.032	
		Mt _{mín}	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01
		Mt _{máx}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My _{mín}	-0.05	0.12	0.34	0.43	0.59	0.70	0.74	0.80	0.81	
		My _{máx}	-0.01	0.81	2.32	2.97	4.03	4.80	5.07	5.40	5.45	
		MZ _{mín}	-0.04	-0.03	-0.03	-0.02	-0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	
		MZ _{máx}	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02	0.02	

Envolventes de los esfuerzos en barras												
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra									
			0.000 m	0.203 m	0.608 m	0.810 m	1.215 m	1.621 m	1.823 m	2.228 m	2.431 m	
N73/N28	Acero laminado	N _{mín}	-3.699	-3.987	-4.563	-4.851	-5.427	-6.003	-6.290	-6.866	-7.154	
		N _{máx}	-0.904	-0.944	-1.023	-1.063	-1.142	-1.222	-1.261	-1.340	-1.380	
		Vy _{mín}	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002
		Vy _{máx}	0.011	0.011	0.011	0.011	0.011	0.011	0.011	0.011	0.011	0.011
		VZ _{mín}	0.027	0.080	0.181	0.232	0.333	0.434	0.485	0.586	0.636	
		VZ _{máx}	0.041	0.404	1.138	1.505	2.239	2.973	3.341	4.075	4.442	
		Mt _{mín}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mt _{máx}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My _{mín}	0.81	0.80	0.75	0.70	0.59	0.43	0.34	0.12	0.00	
		My _{máx}	5.44	5.40	5.09	4.82	4.06	3.00	2.36	0.86	0.00	
		MZ _{mín}	-0.01	-0.01	-0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
		MZ _{máx}	0.02	0.02	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	

Envolventes de los esfuerzos en barras												
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra									
			0.000 m	0.203 m	0.608 m	0.810 m	1.215 m	1.621 m	1.823 m	2.228 m	2.431 m	
N29/N72	Acero laminado	N _{mín}	-4.757	-4.469	-3.893	-3.606	-3.030	-2.454	-2.166	-1.590	-1.304	
		N _{máx}	-0.568	-0.529	-0.450	-0.410	-0.331	-0.251	-0.212	-0.132	-0.091	
		V _y _{mín}	-0.005	-0.005	-0.005	-0.005	-0.005	-0.005	-0.005	-0.005	-0.005	-0.005
		V _y _{máx}	0.008	0.008	0.008	0.008	0.008	0.008	0.008	0.008	0.008	0.008
		V _z _{mín}	-5.086	-4.719	-3.985	-3.617	-2.883	-2.149	-1.782	-1.048	-0.680	
		V _z _{máx}	-0.678	-0.627	-0.526	-0.476	-0.375	-0.274	-0.223	-0.122	-0.071	
		M _t _{mín}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		M _t _{máx}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		M _y _{mín}	0.00	0.13	0.37	0.47	0.64	0.77	0.82	0.89	0.91	
		M _y _{máx}	0.00	0.99	2.76	3.53	4.84	5.86	6.26	6.83	7.01	
		M _z _{mín}	0.00	0.00	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.02	-0.02
		M _z _{máx}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02

Envolventes de los esfuerzos en barras												
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra									
			0.000 m	0.203 m	0.608 m	0.810 m	1.215 m	1.620 m	1.823 m	2.228 m	2.430 m	
N72/N21	Acero laminado	N _{mín}	-1.221	-0.941	-0.379	-0.098	0.110	0.196	0.236	0.315	0.355	
		N _{máx}	-0.016	0.031	0.124	0.170	0.617	1.186	1.474	2.050	2.337	
		V _y _{mín}	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007
		V _y _{máx}	0.023	0.023	0.023	0.023	0.023	0.023	0.023	0.023	0.023	0.023
		V _z _{mín}	-0.611	-0.254	0.128	0.179	0.280	0.381	0.431	0.532	0.583	
		V _z _{máx}	-0.010	0.050	0.504	0.871	1.605	2.338	2.705	3.439	3.806	
		M _t _{mín}	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01
		M _t _{máx}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		M _y _{mín}	0.91	0.91	0.87	0.84	0.74	0.60	0.51	0.31	0.20	
		M _y _{máx}	7.01	7.09	7.04	6.91	6.41	5.62	5.11	3.87	3.14	
		M _z _{mín}	-0.01	-0.01	-0.01	-0.02	-0.02	-0.03	-0.04	-0.05	-0.05	
		M _z _{máx}	0.01	0.01	0.00	0.00	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01

Envolventes de los esfuerzos en barras					
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra		
			0.000 m	0.250 m	0.500 m
N21/N30	Acero laminado	N _{mín}	-0.286	-0.286	-0.286
		N _{máx}	-0.045	-0.045	-0.045
		V _y _{mín}	-1.246	-1.246	-1.246
		V _y _{máx}	-0.200	-0.200	-0.200
		V _z _{mín}	0.785	0.887	0.989
		V _z _{máx}	8.111	8.248	8.386
		M _t _{mín}	0.02	0.02	0.02
		M _t _{máx}	0.16	0.16	0.16
		M _y _{mín}	0.20	-0.02	-0.96
		M _y _{máx}	3.16	1.13	-0.25
		M _z _{mín}	-0.36	-0.06	0.05
		M _z _{máx}	-0.04	0.01	0.26

Envolventes de los esfuerzos en barras					
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra		
			0.000 m	0.250 m	0.500 m
N30/N23	Acero laminado	N _{mín}	-0.014	-0.014	-0.014
		N _{máx}	-0.003	-0.003	-0.003
		V _y _{mín}	0.026	0.026	0.026

Envolventes de los esfuerzos en barras					
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra		
			0.000 m	0.250 m	0.500 m
		$V_{y\text{máx}}$	0.099	0.099	0.099
		$V_{z\text{mín}}$	-1.886	-1.749	-1.611
		$V_{z\text{máx}}$	-0.575	-0.473	-0.371
		$M_{t\text{mín}}$	-0.16	-0.16	-0.16
		$M_{t\text{máx}}$	-0.02	-0.02	-0.02
		$M_{y\text{mín}}$	-0.88	-0.43	0.00
		$M_{y\text{máx}}$	-0.24	-0.11	0.00
		$M_{z\text{mín}}$	0.02	0.01	0.00
		$M_{z\text{máx}}$	0.06	0.04	0.02

Envolventes de los esfuerzos en barras					
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra		
			0.000 m	0.250 m	0.500 m
N24/N31	Acero laminado	$N_{\text{mín}}$	0.003	0.003	0.003
		$N_{\text{máx}}$	0.014	0.014	0.014
		$V_{y\text{mín}}$	-0.099	-0.099	-0.099
		$V_{y\text{máx}}$	-0.026	-0.026	-0.026
		$V_{z\text{mín}}$	0.359	0.438	0.517
		$V_{z\text{máx}}$	1.530	1.637	1.744
		$M_{t\text{mín}}$	0.01	0.01	0.01
		$M_{t\text{máx}}$	0.07	0.07	0.07
		$M_{y\text{mín}}$	0.00	-0.39	-0.81
		$M_{y\text{máx}}$	0.00	-0.10	-0.22
		$M_{z\text{mín}}$	-0.02	0.00	0.01
		$M_{z\text{máx}}$	0.00	0.01	0.03

Envolventes de los esfuerzos en barras					
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra		
			0.000 m	0.250 m	0.500 m
N31/N22	Acero laminado	$N_{\text{mín}}$	-0.173	-0.173	-0.173
		$N_{\text{máx}}$	0.003	0.003	0.003
		$V_{y\text{mín}}$	0.156	0.156	0.156
		$V_{y\text{máx}}$	1.336	1.336	1.336
		$V_{z\text{mín}}$	-8.398	-8.291	-8.184
		$V_{z\text{máx}}$	-0.930	-0.851	-0.771
		$M_{t\text{mín}}$	-0.09	-0.09	-0.09
		$M_{t\text{máx}}$	-0.01	-0.01	-0.01
		$M_{y\text{mín}}$	-0.88	-0.01	0.20
		$M_{y\text{máx}}$	-0.23	1.22	3.27
		$M_{z\text{mín}}$	0.00	-0.21	-0.54
		$M_{z\text{máx}}$	0.13	-0.04	-0.08

Envolventes de los esfuerzos en barras							
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra				
			0.000 m	0.250 m	0.500 m	0.750 m	1.000 m
N32/N38	Acero laminado	$N_{\text{mín}}$	0.116	0.116	0.116	0.116	0.116
		$N_{\text{máx}}$	1.066	1.066	1.066	1.066	1.066

Envolventes de los esfuerzos en barras							
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra				
			0.000 m	0.250 m	0.500 m	0.750 m	1.000 m
		V _y mín	-0.285	-0.285	-0.285	-0.285	-0.285
		V _y máx	0.057	0.057	0.057	0.057	0.057
		V _z mín	-4.006	-3.719	-3.432	-3.144	-2.857
		V _z máx	-0.267	-0.228	-0.188	-0.149	-0.110
		M _t mín	-0.02	-0.02	-0.02	-0.02	-0.02
		M _t máx	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		M _y mín	-0.08	0.06	0.11	0.15	0.18
		M _y máx	0.00	0.89	1.79	2.61	3.36
		M _z mín	-0.29	-0.22	-0.16	-0.11	-0.07
		M _z máx	-0.01	-0.02	-0.02	-0.02	0.00

Envolventes de los esfuerzos en barras					
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra		
			0.000 m	0.150 m	0.300 m
N38/N36	Acero laminado	N _{mín}	0.107	0.107	0.107
		N _{máx}	1.070	1.070	1.070
		V _y mín	-2.773	-2.773	-2.773
		V _y máx	-0.469	-0.469	-0.469
		V _z mín	0.112	0.159	0.207
		V _z máx	1.039	1.243	1.448
		M _t mín	-0.07	-0.07	-0.07
		M _t máx	-0.01	-0.01	-0.01
		M _y mín	0.17	0.15	0.13
		M _y máx	3.37	3.19	2.99
		M _z mín	-0.08	0.03	0.12
		M _z máx	0.01	0.39	0.78

Envolventes de los esfuerzos en barras							
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra				
			0.000 m	0.250 m	0.500 m	0.750 m	1.000 m
N36/N33	Acero laminado	N _{mín}	0.081	0.081	0.081	0.081	0.081
		N _{máx}	1.136	1.136	1.136	1.136	1.136
		V _y mín	0.144	0.144	0.144	0.144	0.144
		V _y máx	1.397	1.397	1.397	1.397	1.397
		V _z mín	-0.052	0.132	0.171	0.210	0.249
		V _z máx	0.358	1.640	3.066	4.493	5.919
		M _t mín	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		M _t máx	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03
		M _y mín	0.15	0.12	0.09	0.04	-0.10
		M _y máx	2.97	2.74	2.15	1.22	0.01
		M _z mín	0.10	0.07	0.02	-0.20	-0.55
		M _z máx	0.84	0.50	0.16	0.00	-0.04

Envolventes de los esfuerzos en barras											
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.192 m	0.575 m	0.767 m	1.150 m	1.533 m	1.725 m	2.108 m	2.300 m
N35/N34	Acero laminado	N _{mín}	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002
		N _{máx}	0.035	0.035	0.035	0.035	0.035	0.035	0.035	0.035	0.035

Diseño de una instalación modular de carga de cisternas para transporte por carretera de ácido nítrico

Envolventes de los esfuerzos en barras											
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.192 m	0.575 m	0.767 m	1.150 m	1.533 m	1.725 m	2.108 m	2.300 m
		V _y min	-0.006	-0.006	-0.006	-0.006	-0.006	-0.006	-0.006	-0.006	-0.006
		V _y máx	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		V _z min	-1.566	-1.304	-0.780	-0.519	0.000	0.122	0.183	0.304	0.365
		V _z máx	-0.364	-0.303	-0.182	-0.121	0.004	0.528	0.790	1.313	1.575
		M _t min	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01
		M _t máx	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		M _y min	-0.07	0.05	0.14	0.17	0.20	0.17	0.14	0.05	-0.08
		M _y máx	-0.01	0.21	0.61	0.73	0.83	0.73	0.60	0.20	-0.01
		M _z min	-0.01	-0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		M _z máx	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01

Envolventes de los esfuerzos en barras												
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra									
			0.000 m	0.405 m	0.608 m	0.810 m	1.215 m	1.620 m	1.823 m	2.228 m	2.430 m	
N36/N68	Acero laminado	N _{min}	0.499	0.578	0.618	0.657	0.737	0.816	0.856	0.935	0.974	
		N _{máx}	4.045	4.152	4.205	4.259	4.366	4.473	4.526	4.633	4.687	
		V _y min	-0.091	-0.091	-0.091	-0.091	-0.091	-0.091	-0.091	-0.091	-0.091	-0.091
		V _y máx	0.028	0.028	0.028	0.028	0.028	0.028	0.028	0.028	0.028	0.028
		V _z min	-1.428	-1.292	-1.224	-1.156	-1.019	-0.883	-0.825	-0.724	-0.673	
		V _z máx	-0.426	-0.325	-0.274	-0.223	-0.122	-0.021	0.039	0.176	0.244	
		M _t min	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01
		M _t máx	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		M _y min	0.01	0.17	0.23	0.28	0.35	0.38	0.37	0.34	0.31	
		M _y máx	0.10	0.65	0.91	1.15	1.59	1.97	2.15	2.45	2.58	
		M _z min	-0.09	-0.05	-0.03	-0.01	0.01	0.00	-0.01	-0.02	-0.02	
		M _z máx	0.05	0.03	0.03	0.02	0.03	0.06	0.08	0.12	0.14	

Envolventes de los esfuerzos en barras												
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra									
			0.000 m	0.203 m	0.608 m	0.810 m	1.215 m	1.621 m	1.823 m	2.228 m	2.431 m	
N68/N8	Acero laminado	N _{min}	1.035	1.075	1.154	1.194	1.273	1.352	1.392	1.471	1.511	
		N _{máx}	7.815	7.868	7.975	8.029	8.136	8.243	8.296	8.403	8.457	
		V _y min	-0.110	-0.110	-0.110	-0.110	-0.110	-0.110	-0.110	-0.110	-0.110	-0.110
		V _y máx	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005
		V _z min	0.241	0.292	0.393	0.443	0.544	0.646	0.696	0.797	0.848	
		V _z máx	3.108	3.176	3.312	3.380	3.517	3.653	3.722	3.858	3.926	
		M _t min	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		M _t máx	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
		M _y min	0.31	0.26	0.11	-0.07	-1.46	-2.91	-3.66	-5.19	-5.98	
		M _y máx	2.58	1.95	0.64	0.06	-0.15	-0.39	-0.53	-0.83	-1.00	
		M _z min	-0.11	-0.09	-0.05	-0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
		M _z máx	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.07	0.09	0.13	0.16	

Envolventes de los esfuerzos en barras												
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra									
			0.000 m	0.203 m	0.608 m	0.810 m	1.215 m	1.621 m	1.823 m	2.228 m	2.431 m	
N37/N69	Acero laminado	N _{min}	0.173	0.133	0.054	0.014	-0.065	-0.144	-0.186	-0.284	-0.338	
		N _{máx}	1.288	1.234	1.127	1.074	0.967	0.860	0.808	0.720	0.681	
		V _y min	-0.045	-0.045	-0.045	-0.045	-0.045	-0.045	-0.045	-0.045	-0.045	-0.045
		V _y máx	0.029	0.029	0.029	0.029	0.029	0.029	0.029	0.029	0.029	0.029
		V _z min	-4.226	-4.158	-4.021	-3.953	-3.816	-3.680	-3.612	-3.475	-3.407	
		V _z máx	-0.818	-0.768	-0.667	-0.616	-0.515	-0.414	-0.363	-0.262	-0.212	
		M _t min	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		M _t máx	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		M _y min	-4.41	-3.56	-1.90	-1.10	0.16	0.36	0.45	0.58	0.63	

Envolventes de los esfuerzos en barras											
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.203 m	0.608 m	0.810 m	1.215 m	1.621 m	1.823 m	2.228 m	2.431 m
		My _{máx}	-0.62	-0.45	-0.16	-0.03	0.51	2.02	2.75	4.18	4.88
		MZ _{mín}	-0.06	-0.05	-0.04	-0.03	-0.01	-0.01	-0.01	-0.02	-0.03
		MZ _{máx}	0.04	0.03	0.02	0.02	0.00	0.01	0.02	0.04	0.05

Envolventes de los esfuerzos en barras											
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.203 m	0.608 m	0.810 m	1.215 m	1.620 m	1.823 m	2.228 m	2.430 m
N69/N33	Acero laminado	N _{mín}	-2.187	-2.241	-2.348	-2.401	-2.508	-2.615	-2.669	-2.776	-2.829
		N _{máx}	-0.071	-0.111	-0.190	-0.230	-0.309	-0.388	-0.428	-0.507	-0.547
		Vy _{mín}	-0.065	-0.065	-0.065	-0.065	-0.065	-0.065	-0.065	-0.065	-0.065
		Vy _{máx}	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006
		VZ _{mín}	-0.253	-0.185	-0.048	0.012	0.115	0.216	0.266	0.367	0.418
		VZ _{máx}	0.319	0.369	0.470	0.529	0.664	0.800	0.868	1.005	1.073
		Mt _{mín}	-0.02	-0.02	-0.02	-0.02	-0.02	-0.02	-0.02	-0.02	-0.02
		Mt _{máx}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My _{mín}	0.63	0.66	0.68	0.68	0.64	0.56	0.50	0.36	0.28
		My _{máx}	4.89	4.83	4.69	4.59	4.36	4.08	3.91	3.55	3.34
		MZ _{mín}	-0.10	-0.09	-0.06	-0.05	-0.02	-0.01	0.00	-0.01	-0.01
		MZ _{máx}	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.02	0.04	0.06

Envolventes de los esfuerzos en barras											
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.203 m	0.608 m	0.810 m	1.215 m	1.621 m	1.823 m	2.228 m	2.431 m
N39/N71	Acero laminado	N _{mín}	-6.763	-6.475	-5.899	-5.611	-5.035	-4.460	-4.172	-3.596	-3.308
		N _{máx}	-1.010	-0.971	-0.891	-0.852	-0.772	-0.693	-0.653	-0.574	-0.535
		Vy _{mín}	-0.006	-0.006	-0.006	-0.006	-0.006	-0.006	-0.006	-0.006	-0.006
		Vy _{máx}	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006
		VZ _{mín}	-4.442	-4.075	-3.341	-2.974	-2.240	-1.505	-1.138	-0.404	-0.041
		VZ _{máx}	-0.637	-0.586	-0.485	-0.434	-0.333	-0.232	-0.182	-0.081	-0.027
		Mt _{mín}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mt _{máx}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My _{mín}	0.00	0.12	0.34	0.43	0.59	0.70	0.75	0.80	0.81
		My _{máx}	0.00	0.86	2.37	3.00	4.06	4.82	5.09	5.40	5.44
		MZ _{mín}	0.00	0.00	0.00	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.02
		MZ _{máx}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01

Envolventes de los esfuerzos en barras											
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.203 m	0.608 m	0.810 m	1.215 m	1.620 m	1.823 m	2.228 m	2.430 m
N71/N38	Acero laminado	N _{mín}	-3.232	-2.944	-2.369	-2.081	-1.505	-0.930	-0.643	-0.538	-0.491
		N _{máx}	-0.535	-0.496	-0.416	-0.377	-0.297	-0.218	-0.179	0.373	0.653
		Vy _{mín}	-0.004	-0.004	-0.004	-0.004	-0.004	-0.004	-0.004	-0.004	-0.004
		Vy _{máx}	0.010	0.010	0.010	0.010	0.010	0.010	0.010	0.010	0.010
		VZ _{mín}	0.033	0.084	0.185	0.235	0.336	0.438	0.488	0.589	0.640
		VZ _{máx}	0.062	0.428	1.162	1.529	2.263	2.997	3.364	4.098	4.465
		Mt _{mín}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mt _{máx}	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
		My _{mín}	0.81	0.80	0.74	0.70	0.59	0.43	0.34	0.12	-0.05
		My _{máx}	5.45	5.40	5.07	4.80	4.03	2.97	2.32	0.81	-0.01
		MZ _{mín}	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.01	-0.01	-0.01	-0.02	-0.02
		MZ _{máx}	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02

Envolventes de los esfuerzos en barras												
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra									
			0.000 m	0.203 m	0.608 m	0.810 m	1.215 m	1.620 m	1.823 m	2.228 m	2.430 m	
N32/N70	Acero laminado	N _{mín}	0.346	0.306	0.227	0.188	0.108	-0.081	-0.362	-0.929	-1.217	
		N _{máx}	2.349	2.061	1.485	1.197	0.622	0.156	0.110	0.022	-0.018	
		V _y _{mín}	-0.013	-0.013	-0.013	-0.013	-0.013	-0.013	-0.013	-0.013	-0.013	-0.013
		V _y _{máx}	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004
		V _z _{mín}	-3.778	-3.411	-2.677	-2.310	-1.576	-0.842	-0.475	-0.021	0.032	
		V _z _{máx}	-0.560	-0.510	-0.409	-0.358	-0.257	-0.156	-0.106	0.275	0.640	
		M _t _{mín}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
		M _t _{máx}	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	
		M _y _{mín}	0.31	0.42	0.61	0.69	0.82	0.91	0.94	0.96	0.96	
		M _y _{máx}	3.28	4.00	5.23	5.73	6.51	7.00	7.13	7.17	7.07	
		M _z _{mín}	-0.03	-0.03	-0.03	-0.02	-0.02	-0.02	-0.02	-0.02	-0.02	-0.02
		M _z _{máx}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01

Envolventes de los esfuerzos en barras												
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra									
			0.000 m	0.203 m	0.608 m	0.810 m	1.215 m	1.621 m	1.823 m	2.228 m	2.431 m	
N70/N40	Acero laminado	N _{mín}	-1.319	-1.607	-2.183	-2.471	-3.047	-3.623	-3.911	-4.487	-4.775	
		N _{máx}	-0.069	-0.108	-0.188	-0.227	-0.307	-0.386	-0.426	-0.505	-0.545	
		V _y _{mín}	-0.006	-0.006	-0.006	-0.006	-0.006	-0.006	-0.006	-0.006	-0.006	-0.006
		V _y _{máx}	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006
		V _z _{mín}	0.093	0.144	0.245	0.295	0.396	0.498	0.548	0.649	0.700	
		V _z _{máx}	0.708	1.075	1.809	2.176	2.911	3.645	4.012	4.746	5.113	
		M _t _{mín}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
		M _t _{máx}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
		M _y _{mín}	0.96	0.94	0.86	0.81	0.67	0.49	0.38	0.14	0.00	
		M _y _{máx}	7.08	6.90	6.31	5.91	4.88	3.55	2.77	1.00	0.00	
		M _z _{mín}	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	
		M _z _{máx}	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	

Envolventes de los esfuerzos en barras					
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra		
			0.000 m	0.250 m	0.500 m
N34/N48	Acero laminado	N _{mín}	-0.006	-0.006	-0.006
		N _{máx}	0.000	0.000	0.000
		V _y _{mín}	-0.035	-0.035	-0.035
		V _y _{máx}	0.002	0.002	0.002
		V _z _{mín}	0.365	0.444	0.524
		V _z _{máx}	1.575	1.682	1.789
		M _t _{mín}	0.01	0.01	0.01
		M _t _{máx}	0.08	0.08	0.08
		M _y _{mín}	-0.01	-0.41	-0.85
		M _y _{máx}	0.00	-0.10	-0.22
		M _z _{mín}	0.00	0.00	0.00
		M _z _{máx}	0.01	0.02	0.02

Envolventes de los esfuerzos en barras					
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra		
			0.000 m	0.250 m	0.500 m
N48/N32	Acero laminado	N _{mín}	-0.291	-0.291	-0.291
		N _{máx}	-0.039	-0.039	-0.039
		V _y _{mín}	0.108	0.108	0.108

Envolventes de los esfuerzos en barras					
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra		
			0.000 m	0.250 m	0.500 m
		$V_{y\text{máx}}$	1.059	1.059	1.059
		$V_{z\text{mín}}$	-8.568	-8.461	-8.353
		$V_{z\text{máx}}$	-1.159	-1.080	-1.001
		$M_{t\text{mín}}$	-0.08	-0.08	-0.08
		$M_{t\text{máx}}$	-0.01	-0.01	-0.01
		$M_{y\text{mín}}$	-0.93	0.05	0.31
		$M_{y\text{máx}}$	-0.23	1.20	3.30
		$M_{z\text{mín}}$	0.03	-0.05	-0.31
		$M_{z\text{máx}}$	0.23	0.01	-0.02

Envolventes de los esfuerzos en barras					
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra		
			0.000 m	0.250 m	0.500 m
N33/N47	Acero laminado	$N_{\text{mín}}$	-0.186	-0.186	-0.186
		$N_{\text{máx}}$	-0.009	-0.009	-0.009
		$V_{y\text{mín}}$	-1.201	-1.201	-1.201
		$V_{y\text{máx}}$	-0.075	-0.075	-0.075
		$V_{z\text{mín}}$	0.943	1.022	1.101
		$V_{z\text{máx}}$	8.433	8.540	8.647
		$M_{t\text{mín}}$	0.01	0.01	0.01
		$M_{t\text{máx}}$	0.09	0.09	0.09
		$M_{y\text{mín}}$	0.28	0.04	-0.90
		$M_{y\text{máx}}$	3.37	1.25	-0.23
		$M_{z\text{mín}}$	-0.50	-0.20	-0.01
		$M_{z\text{máx}}$	-0.05	-0.03	0.10

Envolventes de los esfuerzos en barras					
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra		
			0.000 m	0.250 m	0.500 m
N47/N35	Acero laminado	$N_{\text{mín}}$	0.000	0.000	0.000
		$N_{\text{máx}}$	0.006	0.006	0.006
		$V_{y\text{mín}}$	-0.002	-0.002	-0.002
		$V_{y\text{máx}}$	0.035	0.035	0.035
		$V_{z\text{mín}}$	-1.780	-1.673	-1.566
		$V_{z\text{máx}}$	-0.523	-0.444	-0.364
		$M_{t\text{mín}}$	-0.07	-0.07	-0.07
		$M_{t\text{máx}}$	-0.01	-0.01	-0.01
		$M_{y\text{mín}}$	-0.83	-0.40	0.00
		$M_{y\text{máx}}$	-0.22	-0.10	0.01
		$M_{z\text{mín}}$	-0.01	0.00	-0.01
		$M_{z\text{máx}}$	0.01	0.00	0.00

Envolventes de los esfuerzos en barras											
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.200 m	0.400 m	0.800 m	1.000 m	1.200 m	1.600 m	1.800 m	2.000 m
N17/N80	Acero laminado	$N_{\text{mín}}$	1.073	1.073	1.073	1.073	1.073	1.073	1.073	1.073	1.073
		$N_{\text{máx}}$	4.750	4.750	4.750	4.750	4.750	4.750	4.750	4.750	4.750
		$V_{y\text{mín}}$	0.008	0.008	0.008	0.008	0.008	0.008	0.008	0.008	0.008

Envoltorios de los esfuerzos en barras											
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.200 m	0.400 m	0.800 m	1.000 m	1.200 m	1.600 m	1.800 m	2.000 m
		V _y máx	0.168	0.168	0.168	0.168	0.168	0.168	0.168	0.168	0.168
		V _y mín	-14.621	-14.554	-14.487	-14.353	-14.286	-14.219	-14.085	-14.019	-13.952
		V _z máx	-4.633	-4.584	-4.534	-4.435	-4.385	-4.336	-4.237	-4.187	-4.137
		V _z mín	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
		M _t máx	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
		M _y mín	-16.23	-13.31	-10.41	-4.65	-2.06	0.50	2.81	3.74	4.66
		M _y máx	-3.60	-2.68	-1.76	0.03	1.18	2.33	7.40	10.13	12.91
		M _z mín	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	0.00	-0.04	-0.08	-0.11
		M _z máx	0.23	0.20	0.16	0.09	0.07	0.04	0.01	0.00	0.00

Envoltorios de los esfuerzos en barras								
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra					
			0.000 m	0.001 m	0.250 m	0.500 m	0.750 m	1.000 m
N80/N59	Acero laminado	N _{mín}	0.962	0.962	0.962	0.962	0.962	0.962
		N _{máx}	4.719	4.719	4.719	4.719	4.719	4.719
		V _y mín	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007
		V _y máx	0.150	0.150	0.150	0.150	0.150	0.150
		V _z mín	2.246	2.246	2.330	2.413	2.497	2.581
		V _z máx	5.699	5.699	5.761	5.823	5.885	5.947
		M _t mín	-0.02	-0.02	-0.02	-0.02	-0.02	-0.02
		M _t máx	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		M _y mín	4.66	4.65	3.70	2.67	1.62	0.55
		M _y máx	12.91	12.91	11.96	10.99	9.99	8.98
		M _z mín	-0.02	-0.02	-0.04	-0.07	-0.11	-0.15
		M _z máx	0.01	0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01

Envoltorios de los esfuerzos en barras							
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra				
			0.000 m	0.250 m	0.500 m	0.750 m	1.000 m
N59/N13	Acero laminado	N _{mín}	0.849	0.849	0.849	0.849	0.849
		N _{máx}	4.607	4.607	4.607	4.607	4.607
		V _y mín	0.022	0.022	0.022	0.022	0.022
		V _y máx	0.978	0.978	0.978	0.978	0.978
		V _z mín	5.147	5.209	5.271	5.333	5.395
		V _z máx	19.679	19.762	19.846	19.930	20.013
		M _t mín	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		M _t máx	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		M _y mín	0.56	-1.02	-2.90	-6.52	-11.51
		M _y máx	9.03	4.42	0.03	-2.64	-3.98
		M _z mín	-0.02	-0.02	-0.09	-0.33	-0.58
		M _z máx	0.40	0.15	-0.02	-0.04	-0.04

Envoltorios de los esfuerzos en barras							
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra				
			0.000 m	0.250 m	0.500 m	0.750 m	1.000 m
N15/N60	Acero laminado	N _{mín}	0.971	0.971	0.971	0.971	0.971
		N _{máx}	4.524	4.524	4.524	4.524	4.524
		V _y mín	-0.889	-0.889	-0.889	-0.889	-0.889
		V _y máx	-0.131	-0.131	-0.131	-0.131	-0.131

Envolventes de los esfuerzos en barras							
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra				
			0.000 m	0.250 m	0.500 m	0.750 m	1.000 m
		Vz _{mín}	-21.401	-21.318	-21.234	-21.150	-21.067
		Vz _{máx}	-6.678	-6.616	-6.554	-6.492	-6.430
		Mt _{mín}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mt _{máx}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My _{mín}	-13.71	-8.37	-4.39	-2.16	-0.03
		My _{máx}	-5.87	-4.15	-1.10	3.66	8.46
		Mz _{mín}	-0.52	-0.31	-0.10	0.01	0.04
		Mz _{máx}	-0.09	-0.05	-0.01	0.16	0.38

Envolventes de los esfuerzos en barras								
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra					
			0.000 m	0.250 m	0.500 m	0.750 m	0.999 m	1.000 m
N60/N81	Acero laminado	N _{mín}	0.899	0.899	0.899	0.899	0.899	0.899
		N _{máx}	4.593	4.593	4.593	4.593	4.593	4.593
		Vy _{mín}	-0.109	-0.109	-0.109	-0.109	-0.109	-0.109
		Vy _{máx}	0.054	0.054	0.054	0.054	0.054	0.054
		Vz _{mín}	-6.416	-6.354	-6.292	-6.230	-6.168	-6.168
		Vz _{máx}	-2.885	-2.801	-2.718	-2.634	-2.551	-2.550
		Mt _{mín}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mt _{máx}	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
		My _{mín}	-0.04	1.12	2.26	3.38	4.46	4.46
		My _{máx}	8.41	9.51	10.60	11.66	12.69	12.70
		Mz _{mín}	-0.13	-0.10	-0.07	-0.04	-0.03	-0.03
		Mz _{máx}	0.03	0.02	0.01	-0.01	0.00	0.00

Envolventes de los esfuerzos en barras											
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.200 m	0.400 m	0.800 m	1.000 m	1.200 m	1.600 m	1.800 m	2.000 m
N81/N19	Acero laminado	N _{mín}	0.787	0.787	0.787	0.787	0.787	0.787	0.787	0.787	0.787
		N _{máx}	4.562	4.562	4.562	4.562	4.562	4.562	4.562	4.562	4.562
		Vy _{mín}	-0.136	-0.136	-0.136	-0.136	-0.136	-0.136	-0.136	-0.136	-0.136
		Vy _{máx}	0.051	0.051	0.051	0.051	0.051	0.051	0.051	0.051	0.051
		Vz _{mín}	3.786	3.835	3.885	3.984	4.034	4.083	4.183	4.232	4.282
		Vz _{máx}	13.533	13.600	13.667	13.800	13.867	13.934	14.068	14.135	14.202
		Mt _{mín}	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01
		Mt _{máx}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My _{mín}	4.46	3.60	2.73	0.55	-1.95	-4.47	-10.02	-12.84	-15.67
		My _{máx}	12.70	9.99	7.26	2.38	1.32	0.25	-1.44	-2.28	-3.14
		Mz _{mín}	-0.07	-0.04	-0.01	0.01	0.01	0.00	-0.02	-0.03	-0.04
		Mz _{máx}	0.06	0.05	0.04	0.05	0.07	0.10	0.15	0.18	0.21

Envolventes de los esfuerzos en barras											
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.212 m	0.635 m	0.846 m	1.269 m	1.692 m	1.904 m	2.327 m	2.539 m
N49/N50	Acero laminado	N _{mín}	0.051	0.054	0.061	0.064	0.070	0.076	0.079	0.086	0.089
		N _{máx}	12.284	12.289	12.297	12.301	12.310	12.318	12.322	12.331	12.335
		Vy _{mín}	-0.201	-0.198	-0.175	-0.154	-0.112	-0.112	-0.112	-0.112	-0.112
		Vy _{máx}	-0.031	-0.031	-0.031	-0.031	-0.031	0.025	0.046	0.064	0.073
		Vz _{mín}	-0.231	-0.208	-0.160	-0.136	-0.088	-0.051	-0.033	0.002	0.020
		Vz _{máx}	-0.069	-0.051	-0.016	0.002	0.037	0.082	0.106	0.154	0.178
		Mt _{mín}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Envolventes de los esfuerzos en barras											
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.212 m	0.635 m	0.846 m	1.269 m	1.692 m	1.904 m	2.327 m	2.539 m
		Mt _{máx}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My _{mín}	-0.28	-0.24	-0.16	-0.13	-0.08	-0.06	-0.05	-0.06	-0.10
		My _{máx}	0.02	0.03	0.05	0.05	0.04	0.02	0.00	-0.03	-0.04
		MZ _{mín}	-0.18	-0.14	-0.07	-0.04	-0.01	0.01	0.02	0.00	-0.01
		MZ _{máx}	-0.04	-0.03	-0.02	0.01	0.04	0.06	0.08	0.12	0.15

Envolventes de los esfuerzos en barras												
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra									
			0.000 m	0.200 m	0.601 m	0.801 m	1.002 m	1.202 m	1.602 m	1.803 m	2.003 m	
N51/N56	Acero laminado	N _{mín}	-0.398	-0.398	-0.398	-0.398	-0.398	-0.398	-0.398	-0.398	-0.398	-0.398
		N _{máx}	0.047	0.047	0.047	0.047	0.047	0.047	0.047	0.047	0.047	0.047
		Vy _{mín}	-0.012	-0.012	-0.012	-0.012	-0.012	-0.012	-0.012	-0.016	-0.023	-0.030
		Vy _{máx}	0.140	0.129	0.121	0.121	0.121	0.121	0.121	0.121	0.121	0.121
		VZ _{mín}	-3.305	-2.906	-2.108	-1.709	-1.310	-0.914	-0.281	-0.225	-0.177	-0.177
		VZ _{máx}	-0.458	-0.417	-0.334	-0.293	-0.252	-0.208	0.001	0.340	0.732	0.732
		Mt _{mín}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mt _{máx}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My _{mín}	-0.06	0.08	0.23	0.29	0.35	0.39	0.46	0.48	0.50	0.50
		My _{máx}	-0.01	0.57	1.57	1.95	2.26	2.48	2.68	2.67	2.57	2.57
		MZ _{mín}	-0.05	-0.05	-0.04	-0.04	-0.05	-0.05	-0.07	-0.09	-0.12	-0.12
		MZ _{máx}	0.13	0.10	0.05	0.03	0.00	-0.01	-0.02	-0.02	-0.02	-0.02

Envolventes de los esfuerzos en barras												
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra									
			0.000 m	0.200 m	0.399 m	0.799 m	0.998 m	1.198 m	1.598 m	1.797 m	1.997 m	
N56/N46	Acero laminado	N _{mín}	-0.454	-0.454	-0.454	-0.454	-0.454	-0.454	-0.454	-0.454	-0.454	-0.454
		N _{máx}	-0.060	-0.060	-0.060	-0.060	-0.060	-0.060	-0.060	-0.060	-0.060	-0.060
		Vy _{mín}	-0.065	-0.065	-0.065	-0.065	-0.065	-0.065	-0.065	-0.065	-0.072	-0.083
		Vy _{máx}	0.082	0.075	0.069	0.065	0.065	0.065	0.065	0.065	0.065	0.065
		VZ _{mín}	-0.726	-0.335	0.003	0.209	0.252	0.293	0.375	0.416	0.457	0.457
		VZ _{máx}	0.180	0.228	0.284	0.915	1.310	1.708	2.503	2.901	3.299	3.299
		Mt _{mín}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mt _{máx}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My _{mín}	0.49	0.48	0.46	0.39	0.34	0.29	0.15	0.08	-0.07	-0.07
		My _{máx}	2.55	2.64	2.66	2.45	2.23	1.93	1.09	0.55	-0.01	-0.01
		MZ _{mín}	-0.05	-0.04	-0.03	-0.01	-0.01	-0.01	-0.03	-0.04	-0.06	-0.06
		MZ _{máx}	0.07	0.06	0.05	0.03	0.02	0.03	0.05	0.07	0.08	0.08

Envolventes de los esfuerzos en barras												
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra									
			0.000 m	0.200 m	0.399 m	0.799 m	0.998 m	1.198 m	1.598 m	1.797 m	1.997 m	
N45/N54	Acero laminado	N _{mín}	-0.525	-0.525	-0.525	-0.525	-0.525	-0.525	-0.525	-0.525	-0.525	-0.525
		N _{máx}	-0.131	-0.131	-0.131	-0.131	-0.131	-0.131	-0.131	-0.131	-0.131	-0.131
		Vy _{mín}	-0.108	-0.091	-0.074	-0.047	-0.045	-0.045	-0.045	-0.045	-0.045	-0.045
		Vy _{máx}	0.057	0.057	0.057	0.057	0.057	0.057	0.086	0.102	0.119	0.119
		VZ _{mín}	-2.950	-2.590	-2.231	-1.512	-1.152	-0.797	-0.202	-0.140	-0.185	-0.185
		VZ _{máx}	0.407	0.353	0.298	0.189	0.135	0.085	0.100	0.377	0.729	0.729
		Mt _{mín}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mt _{máx}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My _{mín}	-0.06	-0.07	-0.14	-0.23	-0.27	-0.29	-0.30	-0.29	-0.27	-0.27
		My _{máx}	0.00	0.49	0.97	1.72	1.99	2.18	2.35	2.33	2.24	2.24
		MZ _{mín}	-0.04	-0.02	-0.01	0.01	0.01	0.00	-0.01	-0.02	-0.03	-0.03
		MZ _{máx}	0.08	0.07	0.06	0.05	0.05	0.04	0.04	0.05	0.06	0.06

Envolventes de los esfuerzos en barras												
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra									
			0.000 m	0.200 m	0.601 m	0.801 m	1.002 m	1.202 m	1.602 m	1.803 m	2.003 m	
N54/N49	Acero laminado	N _{mín}	-0.503	-0.503	-0.503	-0.503	-0.503	-0.503	-0.503	-0.503	-0.503	-0.503
		N _{máx}	-0.083	-0.083	-0.083	-0.083	-0.083	-0.083	-0.083	-0.083	-0.083	-0.083
		V _y _{mín}	-0.069	-0.052	-0.026	-0.026	-0.026	-0.026	-0.026	-0.026	-0.026	-0.026
		V _y _{máx}	0.062	0.062	0.062	0.062	0.062	0.078	0.112	0.129	0.145	
		V _z _{mín}	-0.728	-0.375	-0.031	-0.079	-0.130	-0.185	-0.294	-0.348	-0.403	
		V _z _{máx}	0.190	0.149	0.450	0.803	1.161	1.521	2.243	2.603	2.964	
		M _t _{mín}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
		M _t _{máx}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
		M _y _{mín}	-0.26	-0.28	-0.30	-0.29	-0.27	-0.24	-0.14	-0.08	-0.06	
		M _y _{máx}	2.26	2.35	2.32	2.20	2.00	1.74	0.98	0.50	0.00	
		M _z _{mín}	-0.02	-0.02	-0.02	-0.02	-0.03	-0.04	-0.07	-0.08	-0.10	
		M _z _{máx}	0.05	0.04	0.04	0.04	0.03	0.03	0.02	0.03	0.04	

Envolventes de los esfuerzos en barras												
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra									
			0.000 m	0.219 m	0.438 m	0.656 m	0.875 m	1.094 m	1.313 m	1.531 m	1.750 m	
N49/N44	Acero laminado	N _{mín}	-12.102	-12.102	-12.102	-12.102	-12.102	-12.102	-12.102	-12.102	-12.102	-12.102
		N _{máx}	0.064	0.064	0.064	0.064	0.064	0.064	0.064	0.064	0.064	0.064
		V _y _{mín}	0.151	0.151	0.151	0.151	0.151	0.151	0.151	0.151	0.151	0.151
		V _y _{máx}	0.630	0.631	0.633	0.637	0.643	0.650	0.659	0.670	0.682	
		V _z _{mín}	-0.344	-0.300	-0.257	-0.213	-0.169	-0.125	-0.081	-0.038	0.006	
		V _z _{máx}	1.098	1.157	1.216	1.275	1.334	1.393	1.452	1.511	1.571	
		M _t _{mín}	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	
		M _t _{máx}	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	
		M _y _{mín}	-0.02	0.02	-0.22	-0.49	-0.78	-1.08	-1.39	-1.71	-2.05	
		M _y _{máx}	0.29	0.07	0.12	0.17	0.21	0.24	0.26	0.27	0.28	
		M _z _{mín}	-0.04	-0.08	-0.17	-0.29	-0.40	-0.52	-0.65	-0.79	-0.94	
		M _z _{máx}	0.20	0.06	-0.02	-0.08	-0.14	-0.19	-0.22	-0.26	-0.29	

Envolventes de los esfuerzos en barras							
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra				
			0.000 m	0.188 m	0.375 m	0.563 m	0.750 m
N44/N52	Acero laminado	N _{mín}	-11.972	-11.972	-11.972	-11.972	-11.972
		N _{máx}	-0.021	-0.021	-0.021	-0.021	-0.021
		V _y _{mín}	-4.512	-4.512	-4.512	-4.512	-4.512
		V _y _{máx}	-1.031	-1.031	-1.031	-1.031	-1.031
		V _z _{mín}	-7.501	-7.451	-7.400	-7.349	-7.299
		V _z _{máx}	-0.050	-0.013	0.025	0.063	0.100
		M _t _{mín}	-0.05	-0.05	-0.05	-0.05	-0.05
		M _t _{máx}	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
		M _y _{mín}	-2.50	-1.10	0.00	-0.01	-0.03
		M _y _{máx}	-0.01	0.00	0.29	1.68	3.05
		M _z _{mín}	-0.96	-0.25	0.05	0.24	0.44
		M _z _{máx}	-0.31	0.09	0.83	1.67	2.52

Envolventes de los esfuerzos en barras							
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra				
			0.000 m	0.188 m	0.375 m	0.563 m	0.750 m
N52/N43	Acero laminado	N _{mín}	-12.588	-12.588	-12.588	-12.588	-12.588
		N _{máx}	-1.665	-1.665	-1.665	-1.665	-1.665
		V _y _{mín}	0.729	0.729	0.729	0.729	0.729

Envolventes de los esfuerzos en barras							
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra				
			0.000 m	0.188 m	0.375 m	0.563 m	0.750 m
		V _y máx	4.063	4.063	4.063	4.063	4.063
		V _z mín	1.455	1.493	1.530	1.568	1.605
		V _z máx	7.814	7.865	7.916	7.966	8.017
		M _t mín	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		M _t máx	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
		M _y mín	0.63	0.35	0.07	-1.15	-2.65
		M _y máx	3.29	1.82	0.34	-0.21	-0.51
		M _z mín	0.43	0.29	0.15	-0.04	-0.62
		M _z máx	2.51	1.75	0.99	0.27	-0.07

Envolventes de los esfuerzos en barras												
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra									
			0.000 m	0.219 m	0.438 m	0.656 m	0.875 m	1.094 m	1.313 m	1.531 m	1.750 m	
N43/N51	Acero laminado	N _{mín}	-12.920	-12.920	-12.920	-12.920	-12.920	-12.920	-12.920	-12.920	-12.920	-12.920
		N _{máx}	-1.946	-1.946	-1.946	-1.946	-1.946	-1.946	-1.946	-1.946	-1.946	-1.946
		V _y mín	-0.504	-0.491	-0.475	-0.456	-0.441	-0.441	-0.441	-0.441	-0.441	-0.441
		V _y máx	-0.027	-0.027	-0.027	-0.027	-0.027	-0.027	-0.027	-0.023	-0.004	0.025
		V _z mín	-1.767	-1.708	-1.649	-1.590	-1.531	-1.472	-1.413	-1.354	-1.294	-1.234
		V _z máx	-0.497	-0.453	-0.409	-0.365	-0.322	-0.278	-0.234	-0.190	-0.146	-0.102
		M _t mín	-0.04	-0.04	-0.04	-0.04	-0.04	-0.04	-0.04	-0.04	-0.04	-0.04
		M _t máx	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01
		M _y mín	-2.36	-1.98	-1.61	-1.25	-0.91	-0.58	-0.27	0.02	0.08	0.14
		M _y máx	-0.48	-0.38	-0.28	-0.20	-0.12	-0.06	0.00	0.06	0.12	0.18
		M _z mín	-0.62	-0.51	-0.40	-0.30	-0.22	-0.14	-0.07	-0.02	-0.01	-0.01
		M _z máx	-0.06	-0.05	-0.04	-0.03	-0.01	0.01	0.05	0.10	0.15	0.19

Envolventes de los esfuerzos en barras												
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra									
			0.000 m	0.212 m	0.635 m	0.846 m	1.269 m	1.692 m	1.904 m	2.327 m	2.539 m	
N50/N51	Acero laminado	N _{mín}	1.901	1.898	1.891	1.888	1.882	1.876	1.873	1.866	1.863	
		N _{máx}	13.052	13.047	13.039	13.035	13.026	13.018	13.014	13.005	13.001	
		V _y mín	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002
		V _y máx	0.077	0.077	0.077	0.077	0.077	0.077	0.077	0.077	0.077	0.077
		V _z mín	-0.129	-0.105	-0.057	-0.033	0.012	0.047	0.065	0.100	0.118	0.136
		V _z máx	-0.001	0.017	0.052	0.070	0.108	0.155	0.179	0.227	0.251	0.275
		M _t mín	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		M _t máx	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		M _y mín	-0.07	-0.05	-0.05	-0.06	-0.10	-0.15	-0.19	-0.27	-0.32	-0.37
		M _y máx	-0.01	-0.01	0.00	0.00	0.00	-0.01	-0.02	-0.06	-0.08	-0.11
		M _z mín	-0.02	-0.01	-0.01	-0.01	-0.02	-0.03	-0.05	-0.08	-0.10	-0.13
		M _z máx	0.10	0.09	0.05	0.04	0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01

Envolventes de los esfuerzos en barras					
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra		
			0.000 m	0.220 m	0.441 m
N52/N50	Acero laminado	N _{mín}	-15.099	-15.040	-14.980
		N _{máx}	-1.372	-1.328	-1.283
		V _y mín	1.760	1.760	1.760
		V _y máx	8.575	8.575	8.575
		V _z mín	-0.058	-0.058	-0.058
		V _z máx	1.644	1.644	1.644

Envolventes de los esfuerzos en barras					
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra		
			0.000 m	0.220 m	0.441 m
		$M_{t\text{mín}}$	0.01	0.01	0.01
		$M_{t\text{máx}}$	0.01	0.01	0.01
		$M_{y\text{mín}}$	-0.02	-0.01	-0.05
		$M_{y\text{máx}}$	0.67	0.31	0.00
		$M_{z\text{mín}}$	-0.09	-1.98	-3.87
		$M_{z\text{máx}}$	0.01	-0.38	-0.77

Envolventes de los esfuerzos en barras											
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.200 m	0.399 m	0.799 m	0.998 m	1.198 m	1.598 m	1.797 m	1.997 m
N53/N55	Acero laminado	$N_{\text{mín}}$	-14.779	-14.779	-14.779	-14.779	-14.779	-14.779	-14.779	-14.779	-14.779
		$N_{\text{máx}}$	-1.377	-1.377	-1.377	-1.377	-1.377	-1.377	-1.377	-1.377	-1.377
		$V_{y\text{mín}}$	-0.105	-0.088	-0.072	-0.038	-0.021	-0.007	-0.007	-0.007	-0.007
		$V_{y\text{máx}}$	-0.005	-0.005	-0.005	-0.005	-0.005	-0.002	0.031	0.048	0.065
		$V_{z\text{mín}}$	-8.549	-7.794	-7.039	-5.528	-4.773	-4.018	-2.507	-1.752	-0.997
		$V_{z\text{máx}}$	-0.428	-0.443	-0.458	-0.488	-0.503	-0.518	-0.548	-0.563	-0.578
		$M_{t\text{mín}}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		$M_{t\text{máx}}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		$M_{y\text{mín}}$	-4.26	-2.62	-1.14	0.02	0.11	0.22	0.43	0.54	0.65
		$M_{y\text{máx}}$	-0.35	-0.26	-0.17	1.37	2.39	3.27	4.57	5.00	5.27
		$M_{z\text{mín}}$	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02
		$M_{z\text{máx}}$	0.01	0.02	0.04	0.06	0.07	0.07	0.06	0.06	0.04

Envolventes de los esfuerzos en barras											
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.200 m	0.601 m	0.801 m	1.002 m	1.202 m	1.602 m	1.803 m	2.003 m
N55/N50	Acero laminado	$N_{\text{mín}}$	-8.763	-8.763	-8.763	-8.763	-8.763	-8.763	-8.763	-8.763	-8.763
		$N_{\text{máx}}$	-1.790	-1.790	-1.790	-1.790	-1.790	-1.790	-1.790	-1.790	-1.790
		$V_{y\text{mín}}$	-0.014	0.002	0.016	0.016	0.016	0.016	0.016	0.016	0.016
		$V_{y\text{máx}}$	0.047	0.047	0.047	0.065	0.082	0.099	0.133	0.150	0.167
		$V_{z\text{mín}}$	0.883	0.868	0.838	0.823	0.808	0.793	0.764	0.749	0.734
		$V_{z\text{máx}}$	2.896	3.654	5.169	5.927	6.684	7.442	8.957	9.714	10.472
		$M_{t\text{mín}}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		$M_{t\text{máx}}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		$M_{y\text{mín}}$	0.85	0.67	0.33	0.16	-0.03	-0.22	-0.99	-1.92	-3.91
		$M_{y\text{máx}}$	9.48	8.82	7.06	5.95	4.71	3.32	0.50	-0.59	-0.77
		$M_{z\text{mín}}$	0.04	0.03	0.01	0.01	0.00	-0.01	-0.03	-0.04	-0.08
		$M_{z\text{máx}}$	0.09	0.09	0.08	0.06	0.05	0.03	0.01	0.01	0.00

Envolventes de los esfuerzos en barras											
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.212 m	0.635 m	0.846 m	1.269 m	1.692 m	1.904 m	2.327 m	2.539 m
N53/N45	Acero laminado	$N_{\text{mín}}$	0.132	0.129	0.123	0.120	0.114	0.108	0.104	0.098	0.095
		$N_{\text{máx}}$	12.620	12.616	12.607	12.603	12.595	12.586	12.582	12.574	12.569
		$V_{y\text{mín}}$	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007
		$V_{y\text{máx}}$	0.085	0.085	0.085	0.085	0.085	0.085	0.085	0.085	0.085
		$V_{z\text{mín}}$	-0.180	-0.156	-0.108	-0.085	-0.039	-0.004	0.014	0.049	0.067
		$V_{z\text{máx}}$	-0.029	-0.011	0.024	0.042	0.079	0.127	0.150	0.198	0.222
		$M_{t\text{mín}}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		$M_{t\text{máx}}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		$M_{y\text{mín}}$	-0.10	-0.07	-0.06	-0.06	-0.08	-0.12	-0.15	-0.23	-0.27
		$M_{y\text{máx}}$	-0.05	-0.03	0.00	0.02	0.04	0.05	0.05	0.03	0.02
		$M_{z\text{mín}}$	0.01	0.01	0.00	0.00	-0.01	-0.05	-0.07	-0.10	-0.12

Envolventes de los esfuerzos en barras											
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.212 m	0.635 m	0.846 m	1.269 m	1.692 m	1.904 m	2.327 m	2.539 m
		MZ _{máx}	0.09	0.08	0.04	0.02	0.00	0.00	-0.01	-0.01	-0.01

Envolventes de los esfuerzos en barras											
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.212 m	0.635 m	0.846 m	1.269 m	1.692 m	1.904 m	2.327 m	2.539 m
N46/N53	Acero laminado	N _{mín}	1.903	1.906	1.912	1.915	1.921	1.928	1.931	1.937	1.940
		N _{máx}	13.336	13.340	13.349	13.353	13.361	13.370	13.374	13.382	13.387
		Vy _{mín}	-0.090	-0.090	-0.090	-0.090	-0.090	-0.090	-0.090	-0.090	-0.090
		Vy _{máx}	-0.014	-0.014	-0.014	-0.014	-0.014	-0.014	-0.014	-0.014	-0.014
		Vz _{mín}	-0.242	-0.218	-0.171	-0.147	-0.099	-0.062	-0.044	-0.009	0.009
		Vz _{máx}	-0.117	-0.099	-0.064	-0.046	-0.011	0.035	0.058	0.106	0.130
		Mt _{mín}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mt _{máx}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My _{mín}	-0.31	-0.26	-0.18	-0.15	-0.10	-0.06	-0.05	-0.06	-0.07
		My _{máx}	-0.08	-0.06	-0.02	-0.01	0.00	0.00	0.00	-0.01	-0.02
		Mz _{mín}	-0.13	-0.11	-0.07	-0.05	-0.02	0.00	0.00	0.01	0.01
		Mz _{máx}	-0.02	-0.02	-0.01	-0.01	0.00	0.03	0.04	0.08	0.10

Envolventes de los esfuerzos en barras											
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.212 m	0.635 m	0.846 m	1.269 m	1.692 m	1.904 m	2.327 m	2.539 m
N55/N54	Acero laminado	N _{mín}	-0.027	-0.030	-0.036	-0.039	-0.046	-0.055	-0.059	-0.067	-0.071
		N _{máx}	8.977	8.973	8.964	8.960	8.952	8.946	8.943	8.937	8.934
		Vy _{mín}	-0.032	-0.032	-0.032	-0.032	-0.032	-0.032	-0.032	-0.032	-0.032
		Vy _{máx}	-0.009	-0.009	-0.009	-0.009	-0.009	-0.009	-0.009	-0.009	-0.009
		Vz _{mín}	-0.197	-0.173	-0.125	-0.101	-0.054	-0.012	0.005	0.040	0.058
		Vz _{máx}	-0.122	-0.105	-0.069	-0.052	-0.016	0.025	0.049	0.097	0.121
		Mt _{mín}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mt _{máx}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My _{mín}	-0.16	-0.12	-0.06	-0.04	-0.01	0.00	0.00	-0.01	-0.02
		My _{máx}	-0.06	-0.03	0.00	0.02	0.04	0.04	0.03	0.00	-0.02
		Mz _{mín}	-0.03	-0.03	-0.01	-0.01	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01
		Mz _{máx}	-0.01	-0.01	0.00	0.00	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05

Envolventes de los esfuerzos en barras											
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.208 m	0.625 m	0.833 m	1.250 m	1.667 m	1.875 m	2.292 m	2.500 m
N54/N57	Acero laminado	N _{mín}	-8.852	-8.852	-8.852	-8.852	-8.852	-8.852	-8.852	-8.852	-8.852
		N _{máx}	0.176	0.176	0.176	0.176	0.176	0.176	0.176	0.176	0.176
		Vy _{mín}	-0.011	-0.011	-0.011	-0.011	-0.011	-0.011	-0.011	-0.011	-0.011
		Vy _{máx}	0.143	0.143	0.143	0.143	0.143	0.143	0.143	0.143	0.143
		Vz _{mín}	-0.244	-0.188	-0.075	-0.019	0.069	0.153	0.194	0.278	0.319
		Vz _{máx}	-0.037	0.005	0.088	0.130	0.238	0.351	0.407	0.520	0.576
		Mt _{mín}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mt _{máx}	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
		My _{mín}	0.02	0.02	0.00	-0.02	-0.09	-0.20	-0.27	-0.46	-0.57
		My _{máx}	0.02	0.07	0.12	0.13	0.11	0.05	0.00	-0.10	-0.16
		Mz _{mín}	-0.04	-0.04	-0.03	-0.03	-0.09	-0.15	-0.18	-0.24	-0.27
		Mz _{máx}	0.10	0.07	0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01

Envolventes de los esfuerzos en barras											
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.208 m	0.625 m	0.833 m	1.250 m	1.667 m	1.875 m	2.292 m	2.500 m
N57/N56	Acero laminado	N _{mín}	-8.860	-8.860	-8.860	-8.860	-8.860	-8.860	-8.860	-8.860	-8.860

Envolventes de los esfuerzos en barras											
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.208 m	0.625 m	0.833 m	1.250 m	1.667 m	1.875 m	2.292 m	2.500 m
		N _{máx}	0.089	0.089	0.089	0.089	0.089	0.089	0.089	0.089	0.089
		V _y _{mín}	-0.181	-0.181	-0.181	-0.181	-0.181	-0.181	-0.181	-0.181	-0.181
		V _y _{máx}	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001
		V _z _{mín}	-0.577	-0.520	-0.408	-0.351	-0.239	-0.131	-0.089	-0.006	0.036
		V _z _{máx}	-0.322	-0.280	-0.196	-0.155	-0.071	0.017	0.073	0.185	0.242
		M _t _{mín}	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01
		M _t _{máx}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		M _y _{mín}	-0.58	-0.46	-0.27	-0.20	-0.09	-0.02	0.00	0.02	0.02
		M _y _{máx}	-0.16	-0.10	0.00	0.05	0.11	0.13	0.12	0.07	0.02
		M _z _{mín}	-0.30	-0.26	-0.18	-0.15	-0.07	0.00	0.02	0.03	0.03
		M _z _{máx}	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.05	0.12	0.16

Envolventes de los esfuerzos en barras												
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra									
			0.000 m	0.212 m	0.635 m	0.846 m	1.269 m	1.692 m	1.904 m	2.327 m	2.539 m	
N56/N55	Acero laminado	N _{mín}	0.017	0.021	0.030	0.034	0.042	0.050	0.053	0.059	0.062	
		N _{máx}	8.933	8.936	8.942	8.946	8.952	8.959	8.963	8.971	8.976	
		V _y _{mín}	-0.011	-0.011	-0.011	-0.011	-0.011	-0.011	-0.011	-0.011	-0.011	-0.011
		V _y _{máx}	0.014	0.014	0.014	0.014	0.014	0.014	0.014	0.014	0.014	0.014
		V _z _{mín}	-0.120	-0.096	-0.048	-0.024	0.017	0.053	0.070	0.106	0.123	0.123
		V _z _{máx}	-0.058	-0.040	-0.005	0.013	0.054	0.102	0.125	0.173	0.197	0.197
		M _t _{mín}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		M _t _{máx}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		M _y _{mín}	-0.02	-0.01	0.00	0.00	-0.01	-0.04	-0.06	-0.12	-0.16	-0.16
		M _y _{máx}	-0.02	0.00	0.03	0.04	0.04	0.02	0.00	-0.04	-0.06	-0.06
		M _z _{mín}	-0.01	-0.01	-0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		M _z _{máx}	0.03	0.03	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02

Envolventes de los esfuerzos en barras					
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra		
			0.000 m	0.220 m	0.441 m
N57/N55	Acero laminado	N _{mín}	-0.126	-0.082	-0.038
		N _{máx}	1.520	1.580	1.639
		V _y _{mín}	-0.541	-0.541	-0.541
		V _y _{máx}	6.097	6.097	6.097
		V _z _{mín}	0.003	0.003	0.003
		V _z _{máx}	0.009	0.009	0.009
		M _t _{mín}	0.00	0.00	0.00
		M _t _{máx}	0.01	0.01	0.01
		M _y _{mín}	0.00	0.00	0.00
		M _y _{máx}	0.00	0.00	0.00
		M _z _{mín}	-1.57	-2.88	-4.20
		M _z _{máx}	-0.38	-0.28	-0.19

Envolventes de los esfuerzos en barras							
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra				
			0.000 m	0.250 m	0.500 m	0.750 m	1.000 m
N62/N26	Acero laminado	N _{mín}	-0.903	-0.903	-0.903	-0.903	-0.903
		N _{máx}	-0.053	-0.053	-0.053	-0.053	-0.053
		V _y _{mín}	-2.437	-2.437	-2.437	-2.437	-2.437
		V _y _{máx}	-0.390	-0.390	-0.390	-0.390	-0.390

Envoltentes de los esfuerzos en barras							
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra				
			0.000 m	0.250 m	0.500 m	0.750 m	1.000 m
		Vz _{mín}	0.566	0.606	0.645	0.684	0.724
		Vz _{máx}	4.311	4.364	4.417	4.470	4.523
		Mt _{mín}	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01
		Mt _{máx}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My _{mín}	-0.01	-1.09	-2.19	-3.30	-4.43
		My _{máx}	0.00	-0.15	-0.31	-0.47	-0.65
		Mz _{mín}	-1.23	-0.62	0.00	0.09	0.19
		Mz _{máx}	-0.20	-0.10	0.00	0.60	1.21

Envoltentes de los esfuerzos en barras							
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra				
			0.000 m	0.250 m	0.500 m	0.750 m	1.000 m
N37/N61	Acero laminado	N _{mín}	-0.941	-0.941	-0.941	-0.941	-0.941
		N _{máx}	-0.022	-0.022	-0.022	-0.022	-0.022
		Vy _{mín}	0.409	0.409	0.409	0.409	0.409
		Vy _{máx}	2.360	2.360	2.360	2.360	2.360
		Vz _{mín}	-4.483	-4.430	-4.377	-4.324	-4.271
		Vz _{máx}	-0.690	-0.650	-0.611	-0.572	-0.533
		Mt _{mín}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mt _{máx}	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
		My _{mín}	-4.38	-3.27	-2.17	-1.08	-0.01
		My _{máx}	-0.61	-0.44	-0.29	-0.14	0.00
		Mz _{mín}	0.20	0.10	0.00	-0.60	-1.19
		Mz _{máx}	1.17	0.58	0.00	-0.10	-0.21

Envoltentes de los esfuerzos en barras							
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra				
			0.000 m	0.250 m	0.500 m	0.750 m	1.000 m
N63/N64	Acero laminado	N _{mín}	-0.218	-0.218	-0.218	-0.218	-0.218
		N _{máx}	-0.036	-0.036	-0.036	-0.036	-0.036
		Vy _{mín}	0.425	0.425	0.425	0.425	0.425
		Vy _{máx}	2.301	2.301	2.301	2.301	2.301
		Vz _{mín}	-0.094	-0.041	0.012	0.051	0.090
		Vz _{máx}	-0.031	0.008	0.048	0.101	0.154
		Mt _{mín}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mt _{máx}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My _{mín}	0.00	0.02	0.02	0.01	-0.02
		My _{máx}	0.03	0.04	0.03	0.02	0.00
		Mz _{mín}	0.22	0.11	0.00	-0.55	-1.13
		Mz _{máx}	1.17	0.60	0.02	-0.10	-0.21

Envoltentes de los esfuerzos en barras							
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra				
			0.000 m	0.188 m	0.375 m	0.563 m	0.750 m
N41/N65	Acero laminado	N _{mín}	-12.779	-12.779	-12.779	-12.779	-12.779
		N _{máx}	-0.155	-0.155	-0.155	-0.155	-0.155
		Vy _{mín}	0.977	0.977	0.977	0.977	0.977

Envolventes de los esfuerzos en barras							
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra				
			0.000 m	0.188 m	0.375 m	0.563 m	0.750 m
		V _y máx	4.248	4.248	4.248	4.248	4.248
		V _z mín	-7.457	-7.406	-7.356	-7.305	-7.254
		V _z máx	-0.024	0.013	0.051	0.088	0.126
		M _t mín	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		M _t máx	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06
		M _y mín	-2.56	-1.17	-0.01	-0.03	-0.05
		M _y máx	-0.01	-0.01	0.23	1.60	2.96
		M _z mín	0.24	0.01	-0.66	-1.46	-2.25
		M _z máx	0.93	0.21	-0.12	-0.31	-0.49

Envolventes de los esfuerzos en barras							
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra				
			0.000 m	0.188 m	0.375 m	0.563 m	0.750 m
N65/N42	Acero laminado	N _{mín}	-13.490	-13.490	-13.490	-13.490	-13.490
		N _{máx}	-1.767	-1.767	-1.767	-1.767	-1.767
		V _y mín	-4.078	-4.078	-4.078	-4.078	-4.078
		V _y máx	-0.790	-0.790	-0.790	-0.790	-0.790
		V _z mín	1.525	1.563	1.601	1.638	1.676
		V _z máx	8.012	8.063	8.113	8.164	8.215
		M _t mín	-0.06	-0.06	-0.06	-0.06	-0.06
		M _t máx	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		M _y mín	0.63	0.34	0.04	-1.30	-2.83
		M _y máx	3.25	1.75	0.23	-0.24	-0.55
		M _z mín	-2.23	-1.47	-0.70	-0.06	0.14
		M _z máx	-0.39	-0.24	-0.09	0.16	0.83

Envolventes de los esfuerzos en barras					
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra		
			0.000 m	0.220 m	0.441 m
N65/N53	Acero laminado	N _{mín}	-13.302	-13.243	-13.183
		N _{máx}	-1.083	-1.039	-0.995
		V _y mín	-14.604	-14.604	-14.604
		V _y máx	-1.356	-1.356	-1.356
		V _z mín	0.039	0.039	0.039
		V _z máx	1.704	1.704	1.704
		M _t mín	0.00	0.00	0.00
		M _t máx	0.00	0.00	0.00
		M _y mín	0.02	0.01	-0.05
		M _y máx	0.70	0.32	0.00
		M _z mín	-2.21	0.05	0.35
		M _z máx	-0.25	1.01	4.23

Envolventes de los esfuerzos en barras											
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.188 m	0.375 m	0.563 m	0.750 m	0.938 m	1.125 m	1.313 m	1.500 m
N60/N59	Acero laminado	N _{mín}	-9.100	-9.100	-9.100	-9.100	-9.100	-9.100	-9.100	-9.100	-9.100
		N _{máx}	-1.649	-1.649	-1.649	-1.649	-1.649	-1.649	-1.649	-1.649	-1.649
		V _y mín	-0.021	-0.021	-0.021	-0.021	-0.021	-0.021	-0.021	-0.021	-0.021

Envoltantes de los esfuerzos en barras											
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.188 m	0.375 m	0.563 m	0.750 m	0.938 m	1.125 m	1.313 m	1.500 m
		V _y máx	-0.004	-0.004	-0.004	-0.004	-0.004	-0.004	-0.004	-0.004	-0.004
		V _z mín	-4.322	-3.380	-2.439	-1.497	-0.554	-0.506	-0.460	-0.413	-0.367
		V _z máx	-0.466	-0.419	-0.373	-0.326	-0.280	0.659	1.601	2.543	3.484
		M _t mín	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		M _t máx	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		M _y mín	-5.92	-5.22	-4.70	-4.35	-4.19	-4.20	-4.40	-4.79	-5.35
		M _y máx	-0.92	-0.84	-0.76	-0.70	-0.61	-0.53	-0.46	-0.37	-0.30
		M _z mín	-0.07	-0.06	-0.06	-0.05	-0.05	-0.05	-0.04	-0.04	-0.04
		M _z máx	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	0.00	0.00	0.00

Envoltantes de los esfuerzos en barras							
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra				
			0.000 m	0.250 m	0.500 m	0.750 m	1.000 m
N66/N67	Acero laminado	N _{mín}	-0.237	-0.237	-0.237	-0.237	-0.237
		N _{máx}	-0.015	-0.015	-0.015	-0.015	-0.015
		V _y mín	-2.341	-2.341	-2.341	-2.341	-2.341
		V _y máx	-0.465	-0.465	-0.465	-0.465	-0.465
		V _z mín	-0.152	-0.099	-0.046	-0.006	0.034
		V _z máx	-0.087	-0.048	-0.008	0.044	0.097
		M _t mín	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		M _t máx	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		M _y mín	-0.02	0.01	0.02	0.02	0.00
		M _y máx	0.00	0.02	0.03	0.03	0.03
		M _z mín	-1.15	-0.56	0.00	0.12	0.24
		M _z máx	-0.23	-0.11	0.02	0.61	1.20

Envoltantes de los esfuerzos en barras							
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra				
			0.000 m	0.250 m	0.500 m	0.750 m	1.000 m
N68/N69	Acero laminado	N _{mín}	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005
		N _{máx}	0.037	0.037	0.037	0.037	0.037
		V _y mín	-0.060	-0.060	-0.060	-0.060	-0.060
		V _y máx	0.286	0.286	0.286	0.286	0.286
		V _z mín	-4.939	-2.607	-0.276	-0.050	-0.011
		V _z máx	-0.040	-0.001	0.039	2.184	4.516
		M _t mín	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		M _t máx	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		M _y mín	-0.17	-0.01	0.02	0.01	-0.02
		M _y máx	0.02	0.80	1.13	0.91	0.11
		M _z mín	-0.03	-0.01	0.00	-0.03	-0.10
		M _z máx	0.18	0.11	0.04	0.02	0.03

Envoltantes de los esfuerzos en barras							
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra				
			0.000 m	0.250 m	0.500 m	0.750 m	1.000 m
N73/N72	Acero laminado	N _{mín}	-0.023	-0.023	-0.023	-0.023	-0.023
		N _{máx}	-0.011	-0.011	-0.011	-0.011	-0.011
		V _y mín	-0.017	-0.017	-0.017	-0.017	-0.017
		V _y máx	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025

Envolventes de los esfuerzos en barras							
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra				
			0.000 m	0.250 m	0.500 m	0.750 m	1.000 m
		V _z mín	-0.135	-0.082	-0.031	0.008	0.047
		V _z máx	-0.063	-0.023	0.018	0.071	0.124
		M _t mín	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		M _t máx	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		M _y mín	-0.01	0.01	0.02	0.01	0.00
		M _y máx	0.01	0.03	0.03	0.03	0.02
		M _z mín	-0.01	0.00	0.00	0.00	-0.01
		M _z máx	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01

Envolventes de los esfuerzos en barras							
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra				
			0.000 m	0.250 m	0.500 m	0.750 m	1.000 m
N70/N71	Acero laminado	N _{mín}	-0.010	-0.010	-0.010	-0.010	-0.010
		N _{máx}	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001
		V _y mín	-0.041	-0.041	-0.041	-0.041	-0.041
		V _y máx	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001
		V _z mín	-0.136	-0.083	-0.029	0.010	0.049
		V _z máx	-0.061	-0.021	0.019	0.071	0.124
		M _t mín	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		M _t máx	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		M _y mín	-0.01	0.01	0.02	0.01	-0.01
		M _y máx	0.01	0.03	0.03	0.03	0.02
		M _z mín	-0.02	-0.01	0.00	0.00	0.00
		M _z máx	0.00	0.00	0.00	0.01	0.02

Envolventes de los esfuerzos en barras							
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra				
			0.000 m	0.250 m	0.500 m	0.750 m	1.000 m
N74/N75	Acero laminado	N _{mín}	0.017	0.017	0.017	0.017	0.017
		N _{máx}	0.047	0.047	0.047	0.047	0.047
		V _y mín	-0.193	-0.193	-0.193	-0.193	-0.193
		V _y máx	0.083	0.083	0.083	0.083	0.083
		V _z mín	-4.536	-2.204	-0.059	-0.020	0.019
		V _z máx	-0.065	-0.025	0.201	2.533	4.864
		M _t mín	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		M _t máx	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		M _y mín	-0.03	0.00	0.02	0.01	-0.13
		M _y máx	0.07	0.89	1.14	0.81	0.03
		M _z mín	-0.06	-0.01	0.00	-0.02	-0.04
		M _z máx	0.04	0.02	0.04	0.09	0.14

Envolventes de los esfuerzos en barras										
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra							
			0.000 m	0.250 m	0.499 m	0.500 m	0.501 m	0.750 m	1.000 m	
N76/N78	Acero laminado	N _{mín}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		N _{máx}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		V _y mín	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Envolventes de los esfuerzos en barras										
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra							
			0.000 m	0.250 m	0.499 m	0.500 m	0.501 m	0.750 m	1.000 m	
		V _y máx	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		V _z mín	-13.947	-13.835	-13.724	-13.724	-0.223	-0.112	0.000	
		V _z máx	-10.331	-10.248	-10.166	-10.166	-0.165	-0.083	0.000	
		M _t mín	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
		M _t máx	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
		M _y mín	-6.97	-3.50	-0.07	-0.06	-0.06	-0.01	0.00	
		M _y máx	-5.17	-2.59	-0.05	-0.04	-0.04	-0.01	0.00	
		M _z mín	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
		M _z máx	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	

Envolventes de los esfuerzos en barras										
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra							
			0.000 m	0.250 m	0.499 m	0.500 m	0.501 m	0.750 m	1.000 m	
N77/N79	Acero laminado	N _{mín}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		N _{máx}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		V _y mín	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		V _y máx	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		V _z mín	-13.947	-13.835	-13.724	-13.724	-0.223	-0.112	0.000	
		V _z máx	-10.331	-10.248	-10.166	-10.166	-0.165	-0.083	0.000	
		M _t mín	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
		M _t máx	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
		M _y mín	-6.97	-3.50	-0.07	-0.06	-0.06	-0.01	0.00	
		M _y máx	-5.17	-2.59	-0.05	-0.04	-0.04	-0.01	0.00	
		M _z mín	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
		M _z máx	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	

Envolventes de los esfuerzos en barras											
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.188 m	0.375 m	0.563 m	0.750 m	0.938 m	1.125 m	1.313 m	1.500 m
N80/N81	Acero laminado	N _{mín}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		N _{máx}	0.026	0.026	0.026	0.026	0.026	0.026	0.026	0.026	0.026
		V _y mín	-0.111	-0.111	-0.111	-0.111	-0.111	-0.111	-0.111	-0.111	-0.111
		V _y máx	0.021	0.021	0.021	0.021	0.021	0.021	0.021	0.021	0.021
		V _z mín	-6.579	-4.934	-3.290	-1.645	0.000	0.047	0.093	0.140	0.186
		V _z máx	-0.186	-0.139	-0.093	-0.046	0.000	1.645	3.290	4.934	6.579
		M _t mín	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		M _t máx	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		M _y mín	-9.26	-9.22	-9.20	-9.19	-9.18	-9.19	-9.20	-9.22	-9.26
		M _y máx	-6.85	-5.78	-5.01	-4.55	-4.40	-4.55	-5.01	-5.79	-6.85
		M _z mín	-0.11	-0.09	-0.07	-0.05	-0.04	-0.04	-0.04	-0.05	-0.05
		M _z máx	0.01	0.00	0.00	0.00	-0.01	0.01	0.03	0.06	0.08

Envolventes de los esfuerzos en barras											
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.219 m	0.438 m	0.656 m	0.875 m	1.094 m	1.313 m	1.531 m	1.750 m
N45/N41	Acero laminado	N _{mín}	-12.403	-12.403	-12.403	-12.403	-12.403	-12.403	-12.403	-12.403	-12.403
		N _{máx}	-0.023	-0.023	-0.023	-0.023	-0.023	-0.023	-0.023	-0.023	-0.023
		V _y mín	-0.608	-0.608	-0.608	-0.608	-0.608	-0.608	-0.608	-0.608	-0.608
		V _y máx	-0.139	-0.139	-0.139	-0.139	-0.139	-0.139	-0.139	-0.139	-0.139
		V _z mín	-0.358	-0.314	-0.270	-0.226	-0.182	-0.139	-0.095	-0.051	-0.007

Envolventes de los esfuerzos en barras											
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.219 m	0.438 m	0.656 m	0.875 m	1.094 m	1.313 m	1.531 m	1.750 m
		Vz _{máx}	1.027	1.086	1.145	1.205	1.264	1.323	1.382	1.441	1.500
		Mt _{mín}	-0.04	-0.04	-0.04	-0.04	-0.04	-0.04	-0.04	-0.04	-0.04
		Mt _{máx}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My _{mín}	-0.02	0.02	-0.21	-0.46	-0.73	-1.01	-1.31	-1.62	-1.94
		My _{máx}	0.27	0.07	0.12	0.17	0.22	0.25	0.28	0.29	0.30
		MZ _{mín}	-0.17	-0.04	0.03	0.06	0.09	0.13	0.16	0.20	0.23
		MZ _{máx}	0.01	0.04	0.14	0.26	0.38	0.51	0.65	0.78	0.91

Envolventes de los esfuerzos en barras											
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.219 m	0.438 m	0.656 m	0.875 m	1.094 m	1.313 m	1.531 m	1.750 m
N42/N46	Acero laminado	N _{mín}	-13.183	-13.183	-13.183	-13.183	-13.183	-13.183	-13.183	-13.183	-13.183
		N _{máx}	-1.943	-1.943	-1.943	-1.943	-1.943	-1.943	-1.943	-1.943	-1.943
		Vy _{mín}	0.079	0.079	0.079	0.079	0.079	0.079	0.079	0.079	0.079
		Vy _{máx}	0.533	0.533	0.533	0.533	0.533	0.533	0.533	0.533	0.533
		Vz _{mín}	-1.694	-1.635	-1.576	-1.517	-1.458	-1.399	-1.340	-1.281	-1.221
		Vz _{máx}	-0.485	-0.441	-0.397	-0.353	-0.309	-0.266	-0.222	-0.178	-0.134
		Mt _{mín}	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
		Mt _{máx}	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04
		My _{mín}	-2.24	-1.88	-1.52	-1.19	-0.86	-0.55	-0.25	0.02	0.08
		My _{máx}	-0.46	-0.36	-0.27	-0.19	-0.11	-0.05	0.01	0.06	0.31
		MZ _{mín}	0.13	0.12	0.10	0.08	0.06	0.03	0.00	-0.05	-0.16
		MZ _{máx}	0.80	0.68	0.57	0.45	0.34	0.23	0.12	0.03	0.00

Envolventes de los esfuerzos en barras											
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.750 m	1.500 m	2.250 m	3.000 m	3.750 m	4.500 m	5.250 m	6.000 m
N12/N7	Acero laminado	N _{mín}	-38.056	-37.547	-37.038	-36.528	-36.019	-35.510	-35.001	-34.492	-33.983
		N _{máx}	-5.321	-4.943	-4.566	-4.189	-3.812	-3.435	-3.058	-2.681	-2.303
		Vy _{mín}	-0.457	-0.457	-0.457	-0.457	-0.457	-0.457	-0.457	-0.457	-0.457
		Vy _{máx}	-0.035	-0.035	-0.035	-0.035	-0.035	-0.035	-0.035	-0.035	-0.035
		Vz _{mín}	0.168	0.168	0.168	0.168	0.168	0.168	0.168	0.168	0.168
		Vz _{máx}	1.382	1.382	1.382	1.382	1.382	1.382	1.382	1.382	1.382
		Mt _{mín}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mt _{máx}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My _{mín}	0.00	-1.04	-2.07	-3.11	-4.14	-5.18	-6.22	-7.25	-8.29
		My _{máx}	0.00	-0.13	-0.25	-0.38	-0.51	-0.63	-0.76	-0.88	-1.01
		MZ _{mín}	0.00	0.03	0.05	0.08	0.11	0.13	0.16	0.19	0.21
		MZ _{máx}	0.00	0.34	0.69	1.03	1.37	1.72	2.06	2.40	2.74

Envolventes de los esfuerzos en barras											
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.687 m	1.375 m	2.062 m	2.750 m	3.437 m	4.125 m	4.812 m	5.500 m
N11/N76	Acero laminado	N _{mín}	-21.396	-20.929	-20.463	-19.996	-19.529	-19.063	-18.596	-18.129	-17.664
		N _{máx}	-6.921	-6.575	-6.229	-5.884	-5.538	-5.192	-4.846	-4.501	-4.153
		Vy _{mín}	-1.015	-1.015	-1.015	-1.015	-1.015	-1.015	-1.015	-1.015	-1.015
		Vy _{máx}	-0.362	-0.362	-0.362	-0.362	-0.362	-0.362	-0.362	-0.362	-0.362
		Vz _{mín}	-0.025	-0.025	-0.025	-0.025	-0.025	-0.025	-0.025	-0.025	-0.025
		Vz _{máx}	0.251	0.251	0.251	0.251	0.251	0.251	0.251	0.251	0.251
		Mt _{mín}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mt _{máx}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My _{mín}	0.00	-0.17	-0.35	-0.52	-0.69	-0.87	-1.04	-1.21	-1.38
		My _{máx}	0.00	0.02	0.03	0.05	0.07	0.09	0.10	0.12	0.14
		MZ _{mín}	0.00	0.25	0.50	0.75	1.00	1.24	1.49	1.74	1.99
		MZ _{máx}	0.00	0.70	1.40	2.09	2.79	3.49	4.19	4.89	5.58

Envolventes de los esfuerzos en barras					
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra		
			0.000 m	0.250 m	0.500 m
N76/N1	Acero laminado	N_{\min}	-3.833	-3.708	-3.582
		N_{\max}	6.294	6.464	6.634
		$V_{y\min}$	-1.015	-1.015	-1.015
		$V_{y\max}$	-0.362	-0.362	-0.362
		$V_{z\min}$	-0.025	-0.025	-0.025
		$V_{z\max}$	0.251	0.251	0.251
		$M_{t\min}$	0.00	0.00	0.00
		$M_{t\max}$	0.00	0.00	0.00
		$M_{y\min}$	-1.38	-1.45	-1.51
		$M_{y\max}$	0.14	0.14	0.15
		$M_{z\min}$	-4.33	-4.21	-4.09
		$M_{z\max}$	-0.24	-0.01	0.22

Envolventes de los esfuerzos en barras							
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra				
			0.000 m	0.250 m	0.500 m	0.750 m	1.000 m
N7/N26	Acero laminado	N_{\min}	-3.744	-3.744	-3.744	-3.744	-3.744
		N_{\max}	-0.466	-0.466	-0.466	-0.466	-0.466
		$V_{y\min}$	0.244	0.244	0.244	0.244	0.244
		$V_{y\max}$	1.603	1.603	1.603	1.603	1.603
		$V_{z\min}$	-17.159	-15.467	-13.775	-12.083	-10.391
		$V_{z\max}$	-2.231	-2.169	-2.107	-2.045	-1.983
		$M_{t\min}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		$M_{t\max}$	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
		$M_{y\min}$	-8.38	-4.30	-0.65	0.21	0.73
		$M_{y\max}$	-1.00	-0.45	0.08	2.98	5.77
		$M_{z\min}$	0.17	0.11	0.05	-0.14	-0.53
		$M_{z\max}$	1.07	0.67	0.27	-0.01	-0.07

Envolventes de los esfuerzos en barras											
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.188 m	0.375 m	0.750 m	0.938 m	1.125 m	1.500 m	1.688 m	1.875 m
N26/N67	Acero laminado	N_{\min}	-6.168	-6.168	-6.168	-6.168	-6.168	-6.168	-6.168	-6.168	-6.168
		N_{\max}	-0.822	-0.822	-0.822	-0.822	-0.822	-0.822	-0.822	-0.822	-0.822
		$V_{y\min}$	0.147	0.147	0.147	0.147	0.147	0.147	0.147	0.147	0.147
		$V_{y\max}$	0.733	0.733	0.733	0.733	0.733	0.733	0.733	0.733	0.733
		$V_{z\min}$	-1.960	-1.505	-1.051	-0.154	-0.053	0.034	0.192	0.269	0.345
		$V_{z\max}$	-0.272	-0.196	-0.119	0.047	0.477	0.921	1.826	2.281	2.736
		$M_{t\min}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		$M_{t\max}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		$M_{y\min}$	0.73	0.80	0.86	0.93	0.94	0.94	0.90	0.85	0.79
		$M_{y\max}$	5.78	6.08	6.29	6.46	6.42	6.29	5.77	5.39	4.92
		$M_{z\min}$	0.14	0.11	0.09	0.03	-0.02	-0.13	-0.41	-0.55	-0.68
		$M_{z\max}$	0.69	0.55	0.42	0.14	0.02	-0.02	-0.08	-0.10	-0.13

Envoltentes de los esfuerzos en barras										
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra							
			0.000 m	0.229 m	0.458 m	0.688 m	0.917 m	1.146 m	1.375 m	
N67/N3	Acero laminado	N_{\min}	-8.509	-8.509	-8.509	-8.509	-8.509	-8.509	-8.509	-8.509
		N_{\max}	-1.294	-1.294	-1.294	-1.294	-1.294	-1.294	-1.294	-1.294
		$V_{y\min}$	0.169	0.169	0.169	0.169	0.169	0.169	0.169	0.169
		$V_{y\max}$	0.970	0.970	0.970	0.970	0.970	0.970	0.970	0.970
		$V_{z\min}$	0.415	0.509	0.602	0.696	0.789	0.883	0.976	
		$V_{z\max}$	2.797	3.353	3.909	4.465	5.020	5.576	6.132	
		$M_{t\min}$	-0.03	-0.03	-0.03	-0.03	-0.03	-0.03	-0.03	-0.03
		$M_{t\max}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		$M_{y\min}$	0.79	0.67	0.53	0.37	0.19	-0.02	-1.25	
		$M_{y\max}$	4.92	4.22	3.40	2.44	1.36	0.16	-0.16	
		$M_{z\min}$	0.10	0.06	0.01	-0.15	-0.38	-0.60	-0.82	
		$M_{z\max}$	0.51	0.29	0.07	-0.01	-0.05	-0.09	-0.13	

Envoltentes de los esfuerzos en barras					
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra		
			0.000 m	0.250 m	0.500 m
N3/N60	Acero laminado	N_{\min}	-8.372	-8.372	-8.372
		N_{\max}	-1.283	-1.283	-1.283
		$V_{y\min}$	-0.154	-0.154	-0.154
		$V_{y\max}$	0.070	0.070	0.070
		$V_{z\min}$	1.445	1.507	1.569
		$V_{z\max}$	6.740	9.402	12.064
		$M_{t\min}$	0.01	0.01	0.01
		$M_{t\max}$	0.05	0.05	0.05
		$M_{y\min}$	-1.24	-3.25	-5.92
		$M_{y\max}$	-0.16	-0.52	-0.91
		$M_{z\min}$	-0.59	-0.55	-0.52
		$M_{z\max}$	-0.10	-0.11	-0.10

Envoltentes de los esfuerzos en barras											
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.687 m	1.375 m	2.062 m	2.750 m	3.437 m	4.125 m	4.812 m	5.500 m
N16/N77	Acero laminado	N_{\min}	-57.228	-56.761	-56.294	-55.827	-55.361	-54.894	-54.427	-53.961	-53.494
		N_{\max}	-24.322	-23.976	-23.631	-23.285	-22.939	-22.593	-22.248	-21.902	-21.556
		$V_{y\min}$	-0.135	-0.135	-0.135	-0.135	-0.135	-0.135	-0.135	-0.135	-0.135
		$V_{y\max}$	-0.016	-0.016	-0.016	-0.016	-0.016	-0.016	-0.016	-0.016	-0.016
		$V_{z\min}$	0.170	0.170	0.170	0.170	0.170	0.170	0.170	0.170	0.170
		$V_{z\max}$	0.581	0.581	0.581	0.581	0.581	0.581	0.581	0.581	0.581
		$M_{t\min}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		$M_{t\max}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		$M_{y\min}$	0.00	-0.40	-0.80	-1.20	-1.60	-2.00	-2.40	-2.79	-3.19
		$M_{y\max}$	0.00	-0.12	-0.23	-0.35	-0.47	-0.58	-0.70	-0.82	-0.93
		$M_{z\min}$	0.00	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.07	0.08	0.09
		$M_{z\max}$	0.00	0.09	0.19	0.28	0.37	0.46	0.56	0.65	0.74

Envoltentes de los esfuerzos en barras					
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra		
			0.000 m	0.250 m	0.500 m
N77/N15	Acero laminado	N_{\min}	-39.547	-39.377	-39.207

Envolventes de los esfuerzos en barras					
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra		
			0.000 m	0.250 m	0.500 m
		N _{máx}	-11.225	-11.099	-10.974
		V _y _{mín}	-0.135	-0.135	-0.135
		V _y _{máx}	-0.016	-0.016	-0.016
		V _z _{mín}	0.170	0.170	0.170
		V _z _{máx}	0.581	0.581	0.581
		M _t _{mín}	0.00	0.00	0.00
		M _t _{máx}	0.00	0.00	0.00
		M _y _{mín}	2.35	2.22	2.09
		M _y _{máx}	5.66	5.61	5.55
		M _z _{mín}	0.09	0.09	0.10
		M _z _{máx}	0.74	0.77	0.81

Envolventes de los esfuerzos en barras											
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.220 m	0.660 m	0.880 m	1.100 m	1.320 m	1.760 m	1.980 m	2.200 m
N15/N43	Acero laminado	N _{mín}	-11.278	-11.129	-10.830	-10.681	-10.531	-10.382	-10.083	-9.934	-9.784
		N _{máx}	-3.208	-3.098	-2.877	-2.766	-2.655	-2.545	-2.323	-2.213	-2.102
		V _y _{mín}	-0.635	-0.635	-0.635	-0.635	-0.635	-0.635	-0.635	-0.635	-0.635
		V _y _{máx}	0.065	0.065	0.065	0.065	0.065	0.065	0.065	0.065	0.065
		V _z _{mín}	-4.451	-4.451	-4.451	-4.451	-4.451	-4.451	-4.451	-4.451	-4.451
		V _z _{máx}	-0.855	-0.855	-0.855	-0.855	-0.855	-0.855	-0.855	-0.855	-0.855
		M _t _{mín}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		M _t _{máx}	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
		M _y _{mín}	-9.71	-8.74	-6.78	-5.80	-4.82	-3.84	-1.88	-0.90	0.00
		M _y _{máx}	-1.88	-1.69	-1.31	-1.12	-0.94	-0.75	-0.37	-0.18	0.09
		M _z _{mín}	-1.19	-1.05	-0.81	-0.75	-0.68	-0.62	-0.49	-0.43	-0.37
		M _z _{máx}	-0.13	-0.15	-0.13	-0.07	-0.01	0.05	0.18	0.24	0.30

Envolventes de los esfuerzos en barras											
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.750 m	1.500 m	2.250 m	3.000 m	3.750 m	4.500 m	5.250 m	6.000 m
N14/N13	Acero laminado	N _{mín}	-41.900	-41.390	-40.881	-40.372	-39.863	-39.354	-38.845	-38.336	-37.826
		N _{máx}	-11.128	-10.751	-10.374	-9.997	-9.620	-9.242	-8.865	-8.488	-8.111
		V _y _{mín}	-0.054	-0.054	-0.054	-0.054	-0.054	-0.054	-0.054	-0.054	-0.054
		V _y _{máx}	0.063	0.063	0.063	0.063	0.063	0.063	0.063	0.063	0.063
		V _z _{mín}	-0.324	-0.324	-0.324	-0.324	-0.324	-0.324	-0.324	-0.324	-0.324
		V _z _{máx}	0.108	0.108	0.108	0.108	0.108	0.108	0.108	0.108	0.108
		M _t _{mín}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		M _t _{máx}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		M _y _{mín}	0.00	-0.08	-0.16	-0.24	-0.32	-0.40	-0.48	-0.56	-0.65
		M _y _{máx}	0.00	0.24	0.49	0.73	0.97	1.21	1.46	1.70	1.94
		M _z _{mín}	0.00	-0.05	-0.09	-0.14	-0.19	-0.24	-0.29	-0.33	-0.38
		M _z _{máx}	0.00	0.04	0.08	0.12	0.16	0.20	0.24	0.28	0.32

Envolventes de los esfuerzos en barras											
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.220 m	0.660 m	0.880 m	1.100 m	1.320 m	1.760 m	1.980 m	2.200 m
N13/N44	Acero laminado	N _{mín}	-10.565	-10.416	-10.117	-9.968	-9.819	-9.669	-9.371	-9.221	-9.072
		N _{máx}	-1.163	-1.052	-0.831	-0.720	-0.609	-0.499	-0.278	-0.167	-0.056
		V _y _{mín}	-0.207	-0.207	-0.207	-0.207	-0.207	-0.207	-0.207	-0.207	-0.207
		V _y _{máx}	0.366	0.366	0.366	0.366	0.366	0.366	0.366	0.366	0.366
		V _z _{mín}	-5.112	-5.112	-5.112	-5.112	-5.112	-5.112	-5.112	-5.112	-5.112

Envolventes de los esfuerzos en barras											
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.220 m	0.660 m	0.880 m	1.100 m	1.320 m	1.760 m	1.980 m	2.200 m
		Vz _{máx}	-1.210	-1.210	-1.210	-1.210	-1.210	-1.210	-1.210	-1.210	-1.210
		Mt _{mín}	-0.03	-0.03	-0.03	-0.03	-0.03	-0.03	-0.03	-0.03	-0.03
		Mt _{máx}	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01
		My _{mín}	-11.17	-10.05	-7.80	-6.67	-5.55	-4.42	-2.17	-1.05	-0.01
		My _{máx}	-2.67	-2.40	-1.87	-1.61	-1.34	-1.07	-0.54	-0.28	0.08
		Mz _{mín}	0.03	0.08	0.14	0.13	0.13	0.12	0.11	0.10	0.10
		Mz _{máx}	1.01	0.93	0.79	0.76	0.73	0.70	0.65	0.62	0.59

Envolventes de los esfuerzos en barras											
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.600 m	1.500 m	2.100 m	3.000 m	3.900 m	4.500 m	5.400 m	6.000 m
N18/N17	Acero laminado	N _{mín}	-45.019	-44.611	-44.000	-43.593	-42.982	-42.371	-41.964	-35.278	-34.871
		N _{máx}	-15.266	-14.965	-14.512	-14.210	-13.758	-13.305	-13.004	-8.051	-7.749
		Vy _{mín}	-0.062	-0.062	-0.062	-0.062	-0.062	-0.062	-0.062	-0.062	-0.062
		Vy _{máx}	0.031	0.031	0.031	0.031	0.031	0.031	0.031	0.031	0.031
		Vz _{mín}	0.069	0.069	0.069	0.069	0.069	0.069	0.069	0.069	0.069
		Vz _{máx}	1.158	1.158	1.158	1.158	1.158	1.158	1.158	1.158	1.158
		Mt _{mín}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mt _{máx}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My _{mín}	0.00	-0.69	-1.74	-2.43	-3.47	-4.52	-5.21	-6.25	-6.95
		My _{máx}	0.00	-0.04	-0.10	-0.14	-0.21	-0.27	-0.31	-0.37	-0.41
		Mz _{mín}	0.00	-0.02	-0.05	-0.06	-0.09	-0.12	-0.14	-0.17	-0.19
		Mz _{máx}	0.00	0.04	0.09	0.13	0.19	0.24	0.28	0.33	0.37

Envolventes de los esfuerzos en barras											
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.220 m	0.660 m	0.880 m	1.100 m	1.320 m	1.760 m	1.980 m	2.200 m
N17/N41	Acero laminado	N _{mín}	-10.433	-10.284	-9.985	-9.836	-9.686	-9.537	-9.238	-9.089	-8.940
		N _{máx}	-1.123	-1.013	-0.791	-0.681	-0.570	-0.460	-0.238	-0.128	-0.017
		Vy _{mín}	-0.385	-0.385	-0.385	-0.385	-0.385	-0.385	-0.385	-0.385	-0.385
		Vy _{máx}	0.017	0.017	0.017	0.017	0.017	0.017	0.017	0.017	0.017
		Vz _{mín}	1.123	1.123	1.123	1.123	1.123	1.123	1.123	1.123	1.123
		Vz _{máx}	4.844	4.844	4.844	4.844	4.844	4.844	4.844	4.844	4.844
		Mt _{mín}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mt _{máx}	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
		My _{mín}	2.47	2.23	1.73	1.48	1.23	0.98	0.49	0.24	-0.10
		My _{máx}	10.56	9.50	7.36	6.30	5.23	4.17	2.03	0.97	0.00
		Mz _{mín}	-0.10	-0.02	0.08	0.08	0.08	0.07	0.07	0.07	0.07
		Mz _{máx}	0.12	0.11	0.18	0.26	0.34	0.43	0.59	0.67	0.76

Envolventes de los esfuerzos en barras											
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.750 m	1.500 m	2.250 m	3.000 m	3.750 m	4.500 m	5.250 m	6.000 m
N10/N8	Acero laminado	N _{mín}	-42.828	-42.319	-41.809	-41.300	-40.791	-40.282	-39.773	-39.264	-38.755
		N _{máx}	-9.150	-8.773	-8.396	-8.019	-7.642	-7.265	-6.887	-6.510	-6.133
		Vy _{mín}	-0.491	-0.491	-0.491	-0.491	-0.491	-0.491	-0.491	-0.491	-0.491
		Vy _{máx}	-0.058	-0.058	-0.058	-0.058	-0.058	-0.058	-0.058	-0.058	-0.058
		Vz _{mín}	-1.478	-1.478	-1.478	-1.478	-1.478	-1.478	-1.478	-1.478	-1.478
		Vz _{máx}	-0.243	-0.243	-0.243	-0.243	-0.243	-0.243	-0.243	-0.243	-0.243
		Mt _{mín}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mt _{máx}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My _{mín}	0.00	0.18	0.37	0.55	0.73	0.91	1.10	1.28	1.46
		My _{máx}	0.00	1.11	2.22	3.33	4.43	5.54	6.65	7.76	8.87
		Mz _{mín}	0.00	0.04	0.09	0.13	0.17	0.22	0.26	0.30	0.35
		Mz _{máx}	0.00	0.37	0.74	1.10	1.47	1.84	2.21	2.58	2.95

Envoltentes de los esfuerzos en barras												
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra									
			0.000 m	0.750 m	1.500 m	2.250 m	3.000 m	3.750 m	4.500 m	5.250 m	6.000 m	
N9/N2	Acero laminado	N _{mín}	-2.693	-2.184	-1.675	-1.165	-0.656	-0.147	0.362	0.756	1.133	
		N _{máx}	7.233	7.611	7.988	8.365	8.742	9.119	9.496	9.989	10.498	
		V _y _{mín}	-0.640	-0.640	-0.640	-0.640	-0.640	-0.640	-0.640	-0.640	-0.640	-0.640
		V _y _{máx}	-0.081	-0.081	-0.081	-0.081	-0.081	-0.081	-0.081	-0.081	-0.081	-0.081
		V _z _{mín}	-0.321	-0.321	-0.321	-0.321	-0.321	-0.321	-0.321	-0.321	-0.321	-0.321
		V _z _{máx}	-0.049	-0.049	-0.049	-0.049	-0.049	-0.049	-0.049	-0.049	-0.049	-0.049
		M _t _{mín}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		M _t _{máx}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		M _y _{mín}	0.00	0.04	0.07	0.11	0.15	0.18	0.22	0.26	0.29	0.29
		M _y _{máx}	0.00	0.24	0.48	0.72	0.96	1.21	1.45	1.69	1.93	1.93
		M _z _{mín}	0.00	0.06	0.12	0.18	0.24	0.30	0.37	0.43	0.49	0.49
		M _z _{máx}	0.00	0.48	0.96	1.44	1.92	2.40	2.88	3.36	3.84	3.84

Envoltentes de los esfuerzos en barras					
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra		
			0.000 m	0.250 m	0.500 m
N59/N5	Acero laminado	N _{mín}	-8.207	-8.207	-8.207
		N _{máx}	-1.425	-1.425	-1.425
		V _y _{mín}	-0.020	-0.020	-0.020
		V _y _{máx}	0.180	0.180	0.180
		V _z _{mín}	-11.820	-9.158	-6.496
		V _z _{máx}	-1.307	-1.245	-1.183
		M _t _{mín}	-0.05	-0.05	-0.05
		M _t _{máx}	-0.01	-0.01	-0.01
		M _y _{mín}	-5.36	-2.78	-0.86
		M _y _{máx}	-0.29	0.07	0.41
		M _z _{mín}	-0.53	-0.55	-0.57
		M _z _{máx}	-0.07	-0.09	-0.10

Envoltentes de los esfuerzos en barras										
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra							
			0.000 m	0.229 m	0.458 m	0.688 m	0.917 m	1.146 m	1.375 m	
N5/N63	Acero laminado	N _{mín}	-8.335	-8.335	-8.335	-8.335	-8.335	-8.335	-8.335	-8.335
		N _{máx}	-1.446	-1.446	-1.446	-1.446	-1.446	-1.446	-1.446	-1.446
		V _y _{mín}	-0.936	-0.936	-0.936	-0.936	-0.936	-0.936	-0.936	-0.936
		V _y _{máx}	-0.172	-0.172	-0.172	-0.172	-0.172	-0.172	-0.172	-0.172
		V _z _{mín}	-5.889	-5.333	-4.777	-4.221	-3.665	-3.110	-2.557	-2.557
		V _z _{máx}	-0.715	-0.622	-0.528	-0.435	-0.341	-0.248	-0.150	-0.150
		M _t _{mín}	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
		M _t _{máx}	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03
		M _y _{mín}	-0.86	0.32	0.50	0.65	0.76	0.83	0.88	0.88
		M _y _{máx}	0.41	0.67	1.78	2.79	3.68	4.44	5.08	5.08
		M _z _{mín}	-0.78	-0.57	-0.35	-0.14	0.00	0.05	0.09	0.09
		M _z _{máx}	-0.14	-0.10	-0.06	-0.02	0.08	0.29	0.51	0.51

Envoltentes de los esfuerzos en barras										
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra							
			0.000 m	0.188 m	0.375 m	0.750 m	0.938 m	1.125 m	1.500 m	1.688 m
N63/N37	Acero laminado	N _{mín}	-6.034	-6.034	-6.034	-6.034	-6.034	-6.034	-6.034	-6.034

Envolventes de los esfuerzos en barras											
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.188 m	0.375 m	0.750 m	0.938 m	1.125 m	1.500 m	1.688 m	1.875 m
		N _{máx}	-1.015	-1.015	-1.015	-1.015	-1.015	-1.015	-1.015	-1.015	-1.015
		V _y _{mín}	-0.718	-0.718	-0.718	-0.718	-0.718	-0.718	-0.718	-0.718	-0.718
		V _y _{máx}	-0.129	-0.129	-0.129	-0.129	-0.129	-0.129	-0.129	-0.129	-0.129
		V _z _{mín}	-2.495	-2.051	-1.607	-0.718	-0.274	0.157	0.323	0.399	0.476
		V _z _{máx}	-0.086	0.001	0.088	0.262	0.349	0.449	1.347	1.802	2.256
		M _t _{mín}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		M _t _{máx}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		M _y _{mín}	0.88	0.90	0.89	0.84	0.79	0.73	0.56	0.45	0.33
		M _y _{máx}	5.08	5.50	5.83	6.25	6.34	6.34	6.08	5.82	5.48
		M _z _{mín}	-0.67	-0.53	-0.40	-0.13	-0.02	0.02	0.07	0.09	0.12
		M _z _{máx}	-0.12	-0.10	-0.07	-0.02	0.02	0.14	0.41	0.55	0.68

Envolventes de los esfuerzos en barras							
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra				
			0.000 m	0.250 m	0.500 m	0.750 m	1.000 m
N37/N8	Acero laminado	N _{mín}	-3.768	-3.768	-3.768	-3.768	-3.768
		N _{máx}	-0.610	-0.610	-0.610	-0.610	-0.610
		V _y _{mín}	-1.529	-1.529	-1.529	-1.529	-1.529
		V _y _{máx}	-0.249	-0.249	-0.249	-0.249	-0.249
		V _z _{mín}	2.151	2.213	2.275	2.337	2.399
		V _z _{máx}	10.624	12.316	14.008	15.700	17.392
		M _t _{mín}	-0.03	-0.03	-0.03	-0.03	-0.03
		M _t _{máx}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		M _y _{mín}	0.36	-0.22	-1.13	-4.84	-8.98
		M _y _{máx}	5.48	2.64	-0.30	-0.87	-1.46
		M _z _{mín}	-0.52	-0.14	0.05	0.11	0.17
		M _z _{máx}	-0.08	0.00	0.26	0.65	1.03

Envolventes de los esfuerzos en barras												
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra									
			0.000 m	0.200 m	0.399 m	0.799 m	0.998 m	1.198 m	1.598 m	1.797 m	1.997 m	
N65/N57	Acero laminado	N _{mín}	-0.547	-0.547	-0.547	-0.547	-0.547	-0.547	-0.547	-0.547	-0.547	-0.547
		N _{máx}	6.407	6.407	6.407	6.407	6.407	6.407	6.407	6.407	6.407	6.407
		V _y _{mín}	-0.078	-0.078	-0.078	-0.078	-0.078	-0.078	-0.078	-0.078	-0.078	-0.078
		V _y _{máx}	0.041	0.041	0.041	0.041	0.041	0.041	0.041	0.041	0.041	0.041
		V _z _{mín}	-1.964	-1.910	-1.856	-1.748	-1.694	-1.640	-1.535	-1.495	-1.455	
		V _z _{máx}	-0.316	-0.276	-0.236	-0.156	-0.116	-0.076	0.006	0.060	0.114	
		M _t _{mín}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
		M _t _{máx}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
		M _y _{mín}	-2.32	-1.94	-1.56	-0.84	-0.50	-0.17	-0.02	-0.03	-0.05	
		M _y _{máx}	-0.25	-0.19	-0.14	-0.07	-0.04	-0.01	0.49	0.79	1.08	
		M _z _{mín}	-0.10	-0.08	-0.07	-0.04	-0.02	-0.02	-0.04	-0.05	-0.06	
		M _z _{máx}	0.02	0.02	0.01	-0.01	-0.01	0.00	0.03	0.04	0.06	

Envolventes de los esfuerzos en barras											
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.200 m	0.400 m	0.800 m	1.000 m	1.200 m	1.600 m	1.800 m	2.000 m
N57/N58	Acero laminado	N _{mín}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		N _{máx}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		V _y _{mín}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		V _y _{máx}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		V _z _{mín}	-0.541	-0.487	-0.432	-0.324	-0.270	-0.216	-0.108	-0.054	0.000

Envolventes de los esfuerzos en barras											
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.200 m	0.400 m	0.800 m	1.000 m	1.200 m	1.600 m	1.800 m	2.000 m
		Vz _{máx}	-0.400	-0.360	-0.320	-0.240	-0.200	-0.160	-0.080	-0.040	0.000
		Mt _{mín}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mt _{máx}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My _{mín}	-0.54	-0.44	-0.35	-0.19	-0.14	-0.09	-0.02	-0.01	0.00
		My _{máx}	-0.40	-0.32	-0.26	-0.14	-0.10	-0.06	-0.02	0.00	0.00
		MZ _{mín}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		MZ _{máx}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Envolventes de los esfuerzos en barras											
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.600 m	1.500 m	2.100 m	3.000 m	3.900 m	4.500 m	5.400 m	6.000 m
N20/N19	Acero laminado	N _{mín}	-45.425	-45.018	-44.407	-44.000	-43.389	-42.778	-42.370	-35.684	-35.277
		N _{máx}	-16.175	-15.873	-15.421	-15.119	-14.666	-14.214	-13.912	-8.959	-8.658
		Vy _{mín}	-0.076	-0.076	-0.076	-0.076	-0.076	-0.076	-0.076	-0.076	-0.076
		Vy _{máx}	0.009	0.009	0.009	0.009	0.009	0.009	0.009	0.009	0.009
		Vz _{mín}	0.059	0.059	0.059	0.059	0.059	0.059	0.059	0.059	0.059
		Vz _{máx}	1.166	1.166	1.166	1.166	1.166	1.166	1.166	1.166	1.166
		Mt _{mín}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mt _{máx}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My _{mín}	0.00	-0.70	-1.75	-2.45	-3.50	-4.55	-5.25	-6.29	-6.99
		My _{máx}	0.00	-0.04	-0.09	-0.12	-0.18	-0.23	-0.27	-0.32	-0.35
		MZ _{mín}	0.00	-0.01	-0.01	-0.02	-0.03	-0.04	-0.04	-0.05	-0.05
		MZ _{máx}	0.00	0.04	0.11	0.16	0.23	0.30	0.34	0.41	0.46

Envolventes de los esfuerzos en barras											
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.220 m	0.660 m	0.880 m	1.100 m	1.320 m	1.760 m	1.980 m	2.200 m
N19/N42	Acero laminado	N _{mín}	-11.403	-11.253	-10.955	-10.805	-10.656	-10.507	-10.208	-10.058	-9.909
		N _{máx}	-3.292	-3.181	-2.960	-2.849	-2.738	-2.628	-2.407	-2.296	-2.185
		Vy _{mín}	-0.176	-0.176	-0.176	-0.176	-0.176	-0.176	-0.176	-0.176	-0.176
		Vy _{máx}	0.363	0.363	0.363	0.363	0.363	0.363	0.363	0.363	0.363
		Vz _{mín}	0.942	0.942	0.942	0.942	0.942	0.942	0.942	0.942	0.942
		Vz _{máx}	4.609	4.609	4.609	4.609	4.609	4.609	4.609	4.609	4.609
		Mt _{mín}	-0.03	-0.03	-0.03	-0.03	-0.03	-0.03	-0.03	-0.03	-0.03
		Mt _{máx}	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01
		My _{mín}	2.06	1.86	1.44	1.23	1.03	0.82	0.40	0.20	-0.10
		My _{máx}	10.04	9.02	7.00	5.98	4.97	3.95	1.93	0.91	-0.01
		MZ _{mín}	-0.14	-0.10	-0.13	-0.21	-0.29	-0.37	-0.53	-0.61	-0.69
		MZ _{máx}	0.12	0.04	-0.02	0.02	0.06	0.10	0.18	0.22	0.26

Envolventes de los esfuerzos en barras											
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.192 m	0.383 m	0.575 m	0.767 m	0.958 m	1.150 m		
N48/N82	Acero laminado	N _{mín}	-1.092	-1.092	-1.092	-1.092	-1.092	-1.092	-1.092	-1.092	
		N _{máx}	-0.105	-0.105	-0.105	-0.105	-0.105	-0.105	-0.105	-0.105	
		Vy _{mín}	-0.282	-0.282	-0.282	-0.282	-0.282	-0.282	-0.282	-0.282	
		Vy _{máx}	-0.038	-0.038	-0.038	-0.038	-0.038	-0.038	-0.038	-0.038	
		Vz _{mín}	1.683	1.721	1.760	1.798	1.836	1.875	1.913		
		Vz _{máx}	10.357	10.768	11.179	11.590	12.002	12.413	12.824		
		Mt _{mín}	-0.09	-0.09	-0.09	-0.09	-0.09	-0.09	-0.09		
		Mt _{máx}	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01		
		My _{mín}	0.02	-1.86	-3.97	-6.15	-8.41	-10.75	-13.17		
		My _{máx}	0.16	-0.30	-0.64	-0.98	-1.33	-1.68	-2.04		

Envolventes de los esfuerzos en barras									
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra						
			0.000 m	0.192 m	0.383 m	0.575 m	0.767 m	0.958 m	1.150 m
		Mz _{mín}	-0.20	-0.15	-0.09	-0.04	0.00	0.01	0.02
		Mz _{máx}	-0.02	-0.02	-0.01	0.00	0.02	0.07	0.12

Envolventes de los esfuerzos en barras										
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra							
			0.000 m	0.192 m	0.383 m	0.575 m	0.767 m	0.958 m	1.150 m	
N82/N47	Acero laminado	N _{mín}	-1.236	-1.236	-1.236	-1.236	-1.236	-1.236	-1.236	-1.236
		N _{máx}	-0.072	-0.072	-0.072	-0.072	-0.072	-0.072	-0.072	-0.072
		Vy _{mín}	0.012	0.012	0.012	0.012	0.012	0.012	0.012	0.012
		Vy _{máx}	0.193	0.193	0.193	0.193	0.193	0.193	0.193	0.193
		Vz _{mín}	-12.894	-12.483	-12.072	-11.661	-11.250	-10.838	-10.427	
		Vz _{máx}	-1.854	-1.816	-1.778	-1.739	-1.701	-1.662	-1.624	
		Mt _{mín}	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
		Mt _{máx}	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07
		My _{mín}	-13.25	-10.82	-8.46	-6.19	-3.99	-1.88	0.02	
		My _{máx}	-1.98	-1.62	-1.28	-0.94	-0.61	-0.29	0.16	
		Mz _{mín}	0.02	0.01	0.01	0.00	-0.02	-0.06	-0.09	
		Mz _{máx}	0.13	0.09	0.06	0.03	0.01	0.01	0.00	

Envolventes de los esfuerzos en barras											
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.429 m	0.643 m	1.071 m	1.500 m	1.929 m	2.357 m	2.571 m	3.000 m
N83/N82	Acero laminado	N _{mín}	-26.526	-26.410	-26.352	-26.236	-26.120	-26.004	-25.889	-25.831	-25.715
		N _{máx}	-4.369	-4.283	-4.240	-4.154	-4.069	-3.983	-3.897	-3.854	-3.768
		Vy _{mín}	-0.467	-0.467	-0.467	-0.467	-0.467	-0.467	-0.467	-0.467	-0.467
		Vy _{máx}	-0.057	-0.057	-0.057	-0.057	-0.057	-0.057	-0.057	-0.057	-0.057
		Vz _{mín}	-0.154	-0.154	-0.154	-0.154	-0.154	-0.154	-0.154	-0.154	-0.154
		Vz _{máx}	0.035	0.035	0.035	0.035	0.035	0.035	0.035	0.035	0.035
		Mt _{mín}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mt _{máx}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My _{mín}	-0.37	-0.31	-0.27	-0.21	-0.14	-0.08	-0.05	-0.06	-0.07
		My _{máx}	0.03	0.02	0.01	0.00	-0.02	-0.02	0.01	0.03	0.09
		Mz _{mín}	-1.25	-1.05	-0.95	-0.75	-0.55	-0.35	-0.15	-0.05	0.02
		Mz _{máx}	-0.15	-0.13	-0.12	-0.09	-0.07	-0.04	-0.02	-0.01	0.15

Envolventes de los esfuerzos en barras										
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra							
			0.000 m	0.192 m	0.383 m	0.575 m	0.767 m	0.958 m	1.150 m	
N31/N84	Acero laminado	N _{mín}	-1.433	-1.433	-1.433	-1.433	-1.433	-1.433	-1.433	-1.433
		N _{máx}	-0.183	-0.183	-0.183	-0.183	-0.183	-0.183	-0.183	-0.183
		Vy _{mín}	-0.184	-0.184	-0.184	-0.184	-0.184	-0.184	-0.184	-0.184
		Vy _{máx}	-0.003	-0.003	-0.003	-0.003	-0.003	-0.003	-0.003	-0.003
		Vz _{mín}	1.447	1.486	1.524	1.562	1.601	1.639	1.677	
		Vz _{máx}	10.142	10.553	10.965	11.376	11.787	12.198	12.609	
		Mt _{mín}	-0.07	-0.07	-0.07	-0.07	-0.07	-0.07	-0.07	-0.07
		Mt _{máx}	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01
		My _{mín}	0.02	-1.83	-3.89	-6.03	-8.25	-10.55	-12.93	
		My _{máx}	0.16	-0.26	-0.55	-0.85	-1.15	-1.46	-1.78	
		Mz _{mín}	-0.10	-0.06	-0.02	0.00	0.01	0.01	0.01	

Envolventes de los esfuerzos en barras									
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra						
			0.000 m	0.192 m	0.383 m	0.575 m	0.767 m	0.958 m	1.150 m
		Mz _{máx}	0.01	0.01	0.01	0.02	0.05	0.08	0.12

Envolventes de los esfuerzos en barras										
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra							
			0.000 m	0.192 m	0.383 m	0.575 m	0.767 m	0.958 m	1.150 m	
N84/N30	Acero laminado	N _{mín}	-1.345	-1.345	-1.345	-1.345	-1.345	-1.345	-1.345	-1.345
		N _{máx}	-0.227	-0.227	-0.227	-0.227	-0.227	-0.227	-0.227	-0.227
		Vy _{mín}	0.042	0.042	0.042	0.042	0.042	0.042	0.042	0.042
		Vy _{máx}	0.272	0.272	0.272	0.272	0.272	0.272	0.272	0.272
		Vz _{mín}	-12.740	-12.329	-11.917	-11.506	-11.095	-10.684	-10.273	-9.862
		Vz _{máx}	-1.794	-1.756	-1.717	-1.679	-1.640	-1.602	-1.564	-1.526
		Mt _{mín}	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
		Mt _{máx}	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08
		My _{mín}	-12.91	-10.51	-8.18	-5.94	-3.77	-1.68	0.04	1.75
		My _{máx}	-1.89	-1.55	-1.21	-0.89	-0.57	-0.26	0.32	1.00
		Mz _{mín}	0.01	0.00	-0.01	-0.04	-0.10	-0.15	-0.20	-0.25
		Mz _{máx}	0.12	0.06	0.01	-0.01	-0.02	-0.03	-0.03	-0.03

Envolventes de los esfuerzos en barras											
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.429 m	0.643 m	1.071 m	1.500 m	1.929 m	2.357 m	2.571 m	3.000 m
N85/N84	Acero laminado	N _{mín}	-26.159	-26.043	-25.985	-25.869	-25.753	-25.637	-25.522	-25.464	-25.348
		N _{máx}	-4.073	-3.987	-3.944	-3.858	-3.772	-3.687	-3.601	-3.558	-3.472
		Vy _{mín}	-0.452	-0.452	-0.452	-0.452	-0.452	-0.452	-0.452	-0.452	-0.452
		Vy _{máx}	-0.050	-0.050	-0.050	-0.050	-0.050	-0.050	-0.050	-0.050	-0.050
		Vz _{mín}	-0.045	-0.045	-0.045	-0.045	-0.045	-0.045	-0.045	-0.045	-0.045
		Vz _{máx}	0.105	0.105	0.105	0.105	0.105	0.105	0.105	0.105	0.105
		Mt _{mín}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mt _{máx}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My _{mín}	-0.07	-0.05	-0.04	-0.02	0.00	0.02	0.01	0.00	-0.04
		My _{máx}	0.29	0.24	0.22	0.18	0.13	0.10	0.10	0.11	0.13
		Mz _{mín}	-1.21	-1.01	-0.92	-0.72	-0.53	-0.33	-0.14	-0.04	0.02
		Mz _{máx}	-0.13	-0.11	-0.10	-0.08	-0.06	-0.04	-0.02	0.00	0.15

6.2.2.4 Barras. Resistencia

Referencias:

N: Esfuerzo axil (kN)

Vy: Esfuerzo cortante según el eje local Y de la barra. (kN)

Vz: Esfuerzo cortante según el eje local Z de la barra. (kN)

Mt: Momento torsor (kN·m)

My: Momento flector en el plano 'XZ' (giro de la sección respecto al eje local 'Y' de la barra). (kN·m)

Mz: Momento flector en el plano 'XY' (giro de la sección respecto al eje local 'Z' de la barra). (kN·m)

Los esfuerzos indicados son los correspondientes a la combinación pésima, es decir, aquella que demanda la máxima resistencia de la sección.

Origen de los esfuerzos p_simos:

G: Sólo gravitatorias

GV: Gravitatorias + viento

GS: Gravitatorias + sismo

GVS: Gravitatorias + viento + sismo

η : Aprovechamiento de la resistencia. La barra cumple con las condiciones de resistencia de la norma si se cumple que $\eta \leq 100$ %.

Comprobación de resistencia										
Barra	η (%)	Posición (m)	Esfuerzos p _s imos						Origen	Estado
			N (kN)	V _y (kN)	V _z (kN)	M _t (kN·m)	M _y (kN·m)	M _z (kN·m)		
N2/N61	11.26	0.000	1.859	-1.598	-2.182	-0.02	-1.91	-1.06	GV	Cumple
N61/N64	10.14	1.875	4.308	-0.786	0.696	-0.01	2.38	0.77	GV	Cumple
N64/N13	11.82	1.875	6.617	-0.568	5.405	0.01	-3.50	0.70	GV	Cumple
N13/N15	5.99	0.000	6.390	0.050	-2.293	0.00	-2.32	0.18	GV	Cumple
N15/N66	11.61	0.000	6.816	0.569	-5.344	-0.01	-3.32	0.71	GV	Cumple
N66/N62	10.45	0.000	4.467	0.806	-0.640	0.01	2.45	0.79	GV	Cumple
N62/N1	11.01	1.000	2.038	1.626	2.083	0.02	-1.49	-1.12	GV	Cumple
N3/N4	3.63	0.214	-1.124	-0.138	-0.517	0.00	0.20	-0.20	GV	Cumple
N6/N5	3.45	2.571	-1.011	0.128	0.423	0.00	0.30	-0.16	GV	Cumple
N4/N19	5.25	0.500	-0.138	1.124	5.170	0.02	-1.46	-0.38	GV	Cumple
N19/N17	3.72	0.000	0.012	-0.003	-4.822	0.00	-1.57	-0.15	GV	Cumple
N17/N6	4.95	0.000	-0.128	-1.011	-5.172	-0.02	-1.46	-0.34	GV	Cumple
N1/N7	23.18	1.000	2.626	-2.289	7.841	-0.02	-8.52	1.17	GV	Cumple
N8/N2	23.45	0.000	2.236	2.180	-13.055	0.02	-8.94	1.11	GV	Cumple
N22/N25	21.86	1.000	1.290	-1.452	0.139	-0.03	2.63	0.88	G	Cumple
N25/N27	21.44	0.000	1.238	2.907	-1.447	0.07	2.64	0.85	G	Cumple
N27/N21	11.87	0.000	1.270	0.282	2.588	0.02	3.03	-0.03	GV	Cumple
N23/N24	2.94	1.150	0.099	0.012	-0.041	0.00	0.79	0.00	GV	Cumple
N7/N75	25.16	0.000	8.849	0.089	-3.902	-0.01	-5.87	0.13	G	Cumple
N75/N25	11.99	0.000	5.053	0.055	0.625	0.01	2.61	0.10	G	Cumple
N22/N74	19.32	2.430	-2.252	0.045	-0.238	0.01	4.81	-0.08	G	Cumple
N74/N26	18.20	0.000	0.542	-0.016	3.388	0.00	4.82	-0.02	GV	Cumple
N27/N73	21.20	2.430	-3.654	-0.020	-0.060	-0.01	5.45	0.02	GV	Cumple
N73/N28	21.11	0.000	-3.371	0.010	0.038	0.00	5.44	0.02	GV	Cumple
N29/N72	26.43	2.431	-1.242	0.006	-0.680	0.00	7.01	-0.02	GV	Cumple
N72/N21	26.60	0.405	-0.640	0.017	0.123	-0.01	7.11	-0.01	G	Cumple
N21/N30	10.35	0.000	-0.279	-1.233	8.107	0.16	3.16	-0.36	G	Cumple
N30/N23	10.29	0.000	-0.012	0.097	-1.886	-0.16	-0.88	0.06	G	Cumple
N24/N31	7.87	0.000	0.012	-0.097	1.530	0.07	0.00	-0.01	G	Cumple

Comprobación de resistencia										
Barra	η (%)	Posición (m)	Esfuerzos p \acute simos						Origen	Estado
			N (kN)	Vy (kN)	Vz (kN)	Mt (kN·m)	My (kN·m)	Mz (kN·m)		
N31/N22	19.42	0.500	-0.173	1.336	-8.184	-0.09	3.27	-0.54	G	Cumple
N32/N38	12.86	1.000	1.066	-0.265	-2.855	-0.02	3.36	-0.02	G	Cumple
N38/N36	21.65	0.300	1.047	-2.550	1.448	-0.07	2.98	0.77	GV	Cumple
N36/N33	22.51	0.000	1.136	1.397	0.160	0.03	2.94	0.84	GV	Cumple
N35/N34	3.08	1.150	0.035	-0.006	0.004	-0.01	0.83	0.00	G	Cumple
N36/N68	12.17	2.430	4.543	-0.089	-0.603	-0.01	2.57	0.13	GV	Cumple
N68/N8	25.84	2.431	8.457	-0.110	3.926	0.01	-5.98	0.16	GV	Cumple
N37/N69	18.75	2.431	0.297	-0.044	-3.404	0.00	4.88	0.05	GV	Cumple
N69/N33	19.87	0.000	-2.187	-0.065	0.225	-0.02	4.88	-0.10	GV	Cumple
N39/N71	20.99	2.431	-3.308	-0.006	-0.038	0.00	5.44	0.01	GV	Cumple
N71/N38	20.97	0.000	-3.232	0.003	0.062	0.01	5.45	0.01	GV	Cumple
N32/N70	26.98	2.025	-0.641	-0.001	-0.094	0.01	7.18	-0.02	GV	Cumple
N70/N40	26.66	0.000	-1.260	-0.006	0.708	0.00	7.08	-0.01	G	Cumple
N34/N48	9.33	0.000	-0.006	-0.035	1.575	0.08	-0.01	0.01	G	Cumple
N48/N32	16.42	0.500	-0.287	1.059	-8.353	-0.08	3.30	-0.31	G	Cumple
N33/N47	19.24	0.000	-0.186	-1.201	8.433	0.09	3.37	-0.50	GV	Cumple
N47/N35	8.05	0.000	0.006	0.035	-1.780	-0.07	-0.83	0.01	G	Cumple
N17/N80	28.98	0.000	4.750	0.114	-14.600	0.01	-16.23	0.17	GV	Cumple
N80/N59	22.07	0.000	3.574	0.150	3.769	-0.01	12.91	0.00	GV	Cumple
N59/N13	24.05	1.000	4.213	0.978	20.013	0.00	-11.51	-0.58	GV	Cumple
N15/N60	27.25	0.000	4.034	-0.842	-21.401	0.00	-13.71	-0.52	GV	Cumple
N60/N81	21.88	1.000	3.473	-0.012	-4.123	0.01	12.70	-0.03	GV	Cumple
N81/N19	27.88	2.000	4.505	-0.113	14.154	-0.01	-15.58	0.17	G	Cumple
N49/N50	12.91	0.000	12.062	-0.171	-0.231	0.00	-0.28	-0.17	GV	Cumple
N51/N56	22.40	1.602	-0.280	0.019	-0.113	0.00	2.68	-0.06	GV	Cumple
N56/N46	21.88	0.200	-0.441	0.054	-0.281	0.00	2.64	0.05	GV	Cumple
N45/N54	19.14	1.598	-0.500	0.000	-0.073	0.00	2.35	0.03	GV	Cumple
N54/N49	19.00	0.401	-0.398	0.008	0.079	0.00	2.37	-0.02	GV	Cumple
N49/N44	15.79	1.750	-11.911	0.600	1.571	0.03	-2.05	-0.88	GV	Cumple
N44/N52	31.60	0.750	-11.972	-4.512	-7.285	-0.04	3.04	2.52	GV	Cumple
N52/N43	32.53	0.000	-12.588	4.063	7.814	0.05	3.29	2.51	GV	Cumple
N43/N51	14.38	0.000	-12.920	-0.358	-1.767	-0.04	-2.36	-0.52	GV	Cumple
N50/N51	11.40	2.539	13.001	0.076	0.251	0.00	-0.32	-0.10	GV	Cumple
N52/N50	31.01	0.441	-14.980	8.575	0.616	0.01	-0.02	-3.87	GV	Cumple
N53/N55	21.73	1.997	-14.779	0.021	-0.997	0.00	5.27	0.03	GV	Cumple
N55/N50	36.50	0.000	-8.763	0.028	2.896	0.00	9.48	0.07	GV	Cumple
N53/N45	11.35	2.539	12.334	0.083	0.222	0.00	-0.27	-0.12	GV	Cumple
N46/N53	12.39	0.000	13.336	-0.090	-0.242	0.00	-0.31	-0.13	GV	Cumple
N55/N54	5.96	0.000	8.977	-0.032	-0.197	0.00	-0.16	-0.03	GV	Cumple
N54/N57	5.29	2.500	-8.852	0.135	0.576	0.01	-0.57	-0.25	GV	Cumple
N57/N56	5.47	0.000	-8.400	-0.181	-0.570	-0.01	-0.56	-0.30	GV	Cumple
N56/N55	5.04	2.539	8.976	0.011	0.197	0.00	-0.16	0.00	GV	Cumple
N57/N55	31.28	0.441	0.435	6.097	0.005	0.00	0.00	-4.20	GV	Cumple
N62/N26	32.69	1.000	-0.817	-2.434	4.466	-0.01	-4.37	1.21	GV	Cumple
N37/N61	31.98	0.000	-0.767	2.357	-4.420	0.01	-4.32	1.17	GV	Cumple
N63/N64	15.97	0.000	-0.218	2.301	-0.058	0.00	0.03	1.17	GV	Cumple
N41/N65	29.45	0.750	-12.779	4.248	-7.254	0.06	2.96	-2.25	GV	Cumple

Comprobación de resistencia										
Barra	η (%)	Posición (m)	Esfuerzos p \acute{e} simos						Origen	Estado
			N (kN)	Vy (kN)	Vz (kN)	Mt (kN·m)	My (kN·m)	Mz (kN·m)		
N65/N42	30.47	0.000	-13.490	-4.078	8.012	-0.06	3.25	-2.23	GV	Cumple
N65/N53	33.40	0.441	-13.183	-14.604	0.713	0.00	-0.02	4.23	GV	Cumple
N60/N59	11.37	0.000	-9.089	-0.021	-4.147	0.00	-5.86	-0.07	GV	Cumple
N66/N67	16.26	1.000	-0.237	-2.341	0.062	0.00	0.03	1.20	GV	Cumple
N68/N69	4.76	0.500	0.037	0.126	-0.150	0.00	1.13	0.04	GV	Cumple
N73/N72	0.28	0.000	-0.020	0.025	-0.088	0.00	0.01	0.02	GV	Cumple
N70/N71	0.33	1.000	-0.004	-0.040	0.049	0.00	0.02	0.02	GV	Cumple
N74/N75	4.73	0.500	0.042	-0.125	0.146	0.00	1.13	0.04	GV	Cumple
N76/N78	10.85	0.000	0.000	0.000	-13.947	0.00	-6.97	0.00	G	Cumple
N77/N79	10.85	0.000	0.000	0.000	-13.947	0.00	-6.97	0.00	G	Cumple
N80/N81	16.32	0.000	0.017	-0.105	-6.579	0.00	-9.26	-0.11	GV	Cumple
N45/N41	15.64	1.750	-12.181	-0.608	1.500	-0.04	-1.94	0.91	G	Cumple
N42/N46	16.07	0.000	-13.183	0.531	-1.694	0.04	-2.24	0.80	GV	Cumple
N12/N7	13.06	6.000	-33.721	-0.456	1.382	0.00	-8.29	2.73	G	Cumple
N11/N76	10.91	5.500	-8.849	-1.013	0.248	0.00	-1.37	5.57	G	Cumple
N76/N1	7.67	0.000	-3.833	-0.471	0.067	0.00	-0.37	-4.33	GV	Cumple
N7/N26	22.34	0.000	-3.744	1.603	-17.155	0.02	-8.36	1.07	GV	Cumple
N26/N67	14.95	0.000	-6.154	0.733	-1.920	0.00	5.45	0.69	GV	Cumple
N67/N3	12.81	0.000	-8.509	0.970	2.671	-0.03	4.79	0.51	GV	Cumple
N3/N60	14.60	0.500	-8.357	-0.152	11.960	0.05	-5.86	-0.52	GV	Cumple
N16/N77	8.12	5.500	-53.494	-0.099	0.581	0.00	-3.19	0.54	GV	Cumple
N77/N15	7.25	0.000	-35.947	-0.134	0.367	0.00	4.96	0.74	GV	Cumple
N15/N43	9.99	0.000	-11.278	-0.332	-4.421	0.02	-9.64	-1.02	GV	Cumple
N14/N13	5.30	6.000	-34.958	0.061	-0.213	0.00	1.28	-0.37	GV	Cumple
N13/N44	11.00	0.000	-10.565	0.213	-5.112	-0.03	-11.17	0.92	GV	Cumple
N18/N17	8.04	6.000	-30.210	-0.052	1.158	0.00	-6.95	0.31	GV	Cumple
N17/N41	9.10	0.000	-10.362	-0.376	4.844	0.02	10.56	-0.07	GV	Cumple
N10/N8	14.15	6.000	-38.755	-0.489	-1.478	0.00	8.87	2.94	GV	Cumple
N9/N2	8.46	6.000	10.322	-0.638	-0.321	0.00	1.93	3.83	GV	Cumple
N59/N5	13.74	0.000	-8.192	0.073	-11.809	-0.05	-5.29	-0.53	GV	Cumple
N5/N63	13.23	1.375	-8.335	-0.936	-2.523	0.03	5.08	0.51	GV	Cumple
N63/N37	14.88	1.875	-6.019	-0.718	2.064	0.00	5.46	0.68	GV	Cumple
N37/N8	22.76	1.000	-3.768	-1.507	17.392	-0.03	-8.98	0.99	GV	Cumple
N65/N57	9.61	0.000	6.278	-0.003	-1.964	0.00	-2.32	-0.02	GV	Cumple
N57/N58	1.98	0.000	0.000	0.000	-0.541	0.00	-0.54	0.00	G	Cumple
N20/N19	8.27	6.000	-31.143	-0.072	1.166	0.00	-6.99	0.43	GV	Cumple
N19/N42	8.77	0.000	-11.403	0.308	4.609	-0.03	10.04	0.08	GV	Cumple
N48/N82	49.34	1.150	-1.092	-0.279	12.824	-0.09	-13.17	0.12	G	Cumple
N82/N47	49.67	0.000	-1.236	0.193	-12.894	0.07	-13.25	0.13	GV	Cumple
N83/N82	17.80	0.000	-26.524	-0.467	-0.153	0.00	-0.37	-1.25	GV	Cumple
N31/N84	48.45	1.150	-1.433	-0.184	12.609	-0.07	-12.93	0.12	G	Cumple
N84/N30	48.36	0.000	-1.345	0.272	-12.740	0.08	-12.91	0.12	GV	Cumple
N85/N84	17.16	0.000	-26.156	-0.452	0.104	0.00	0.29	-1.21	G	Cumple

6.2.2.5 Barras. Flechas

Referencias:

Pos.: Valor de la coordenada sobre el eje 'X' local del grupo de flecha en el punto donde se produce el valor pésimo de la flecha.

L.: Distancia entre dos puntos de corte consecutivos de la deformada con la recta que une los nudos extremos del grupo de flecha.

Flechas									
Grupo	Flecha máxima absoluta xy		Flecha máxima absoluta xz		Flecha activa absoluta xy		Flecha activa absoluta xz		
	Flecha máxima relativa xy		Flecha máxima relativa xz		Flecha activa relativa xy		Flecha activa relativa xz		
	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)	
N2/N1	5.688	6.12	8.500	0.85	5.688	4.43	2.500	0.62	
	5.688	L/(>1000)	8.500	L/(>1000)	5.688	L/(>1000)	2.500	L/(>1000)	
N3/N4	0.857	0.25	1.500	0.29	0.857	0.19	1.071	0.01	
	0.857	L/(>1000)	1.500	L/(>1000)	0.857	L/(>1000)	1.071	L/(>1000)	
N6/N5	2.143	0.24	1.500	0.29	2.143	0.18	1.929	0.01	
	2.143	L/(>1000)	1.500	L/(>1000)	2.143	L/(>1000)	1.929	L/(>1000)	
N4/N6	1.250	0.26	2.000	0.05	1.250	0.20	0.500	0.03	
	1.250	L/(>1000)	2.000	L/(>1000)	1.250	L/(>1000)	0.500	L/(>1000)	
N1/N7	0.750	0.04	0.500	0.10	0.750	0.03	0.750	0.04	
	0.750	L/(>1000)	0.500	L/(>1000)	0.750	L/(>1000)	0.750	L/(>1000)	
N8/N2	0.250	0.04	0.250	0.06	0.250	0.03	0.250	0.04	
	0.250	L/(>1000)	0.250	L/(>1000)	0.250	L/(>1000)	0.250	L/(>1000)	
N14/N13	3.375	0.21	3.375	0.38	3.375	0.37	3.375	0.39	
	3.375	L/(>1000)	3.375	L/(>1000)	3.375	L/(>1000)	3.375	L/(>1000)	
N16/N15	3.437	0.44	3.437	0.68	3.437	0.37	3.437	0.39	
	3.437	L/(>1000)	3.437	L/(>1000)	3.437	L/(>1000)	3.437	L/(>1000)	
N18/N17	3.600	0.17	3.600	1.37	3.600	0.28	3.600	1.18	
	3.600	L/(>1000)	3.600	L/(>1000)	3.600	L/(>1000)	3.600	L/(>1000)	
N22/N21	1.000	0.79	1.150	0.84	1.000	0.61	1.150	0.84	
	1.000	L/(>1000)	1.150	L/(>1000)	1.000	L/(>1000)	1.150	L/(>1000)	
N23/N24	1.725	0.01	1.150	0.24	1.725	0.01	1.150	0.16	
	1.725	L/(>1000)	1.150	L/(>1000)	1.725	L/(>1000)	1.150	L/(>1000)	
N7/N25	2.836	0.37	2.836	1.74	2.836	0.28	2.836	1.24	
	2.836	L/(>1000)	2.836	L/(>1000)	2.836	L/(>1000)	2.836	L/(>1000)	
N22/N26	2.025	0.34	2.025	5.21	2.025	0.26	2.025	4.17	
	2.025	L/(>1000)	2.025	L/932.2	2.025	L/(>1000)	2.025	L/(>1000)	
N27/N28	2.633	0.19	2.430	7.21	2.633	0.25	2.430	5.66	
	2.633	L/(>1000)	2.430	L/674.2	2.025	L/(>1000)	2.430	L/858.9	
N29/N21	3.241	0.20	2.431	9.68	2.228	0.25	2.431	7.87	
	3.241	L/(>1000)	2.431	L/502.1	3.039	L/(>1000)	2.431	L/617.6	
N21/N23	0.500	0.02	0.500	0.02	0.500	0.01	0.500	0.01	
	0.500	L/(>1000)	0.500	L/(>1000)	0.500	L/(>1000)	0.500	L/(>1000)	
N24/N22	0.750	0.05	0.500	0.03	0.750	0.03	0.500	0.01	
	0.750	L/(>1000)	0.500	L/(>1000)	0.750	L/(>1000)	0.500	L/(>1000)	
N32/N33	1.300	0.76	1.150	0.94	1.300	0.65	1.150	0.85	
	1.300	L/(>1000)	1.150	L/(>1000)	1.300	L/(>1000)	1.150	L/(>1000)	
N35/N34	0.575	0.01	1.150	0.25	0.575	0.00	1.150	0.17	
	0.575	L/(>1000)	1.150	L/(>1000)	0.575	L/(>1000)	1.150	L/(>1000)	
N36/N8	2.025	0.35	2.025	1.66	2.025	0.28	2.025	1.23	
	2.025	L/(>1000)	2.025	L/(>1000)	2.025	L/(>1000)	2.025	L/(>1000)	

Diseño de una instalación modular de carga de cisternas para transporte por carretera de ácido nítrico

Flechas									
Grupo	Flecha máxima absoluta xy Flecha máxima relativa xy		Flecha máxima absoluta xz Flecha máxima relativa xz		Flecha activa absoluta xy Flecha activa relativa xy		Flecha activa absoluta xz Flecha activa relativa xz		
	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)	
	N37/N33	2.836	0.33	2.836	5.33	2.836	0.27	2.836	4.15
	2.836	L/(>1000)	2.836	L/912.2	2.836	L/(>1000)	2.836	L/(>1000)	
N39/N38	2.634	0.18	2.431	7.21	2.228	0.23	2.431	5.66	
	2.634	L/(>1000)	2.431	L/674.1	2.431	L/(>1000)	2.431	L/859.0	
N32/N40	2.025	0.18	2.430	9.80	2.633	0.23	2.430	7.86	
	2.025	L/(>1000)	2.430	L/496.1	1.823	L/(>1000)	2.430	L/618.3	
N34/N32	0.500	0.03	0.500	0.03	0.500	0.02	0.500	0.02	
	0.500	L/(>1000)	0.500	L/(>1000)	0.500	L/(>1000)	0.500	L/(>1000)	
N33/N35	0.250	0.05	0.500	0.03	0.250	0.04	0.500	0.02	
	0.250	L/(>1000)	0.500	L/(>1000)	0.250	L/(>1000)	0.500	L/(>1000)	
N17/N13	2.500	0.10	2.250	2.41	2.500	0.13	2.250	1.43	
	3.750	L/(>1000)	2.250	L/(>1000)	3.750	L/(>1000)	2.250	L/(>1000)	
N15/N19	2.800	0.10	1.750	2.30	1.500	0.13	1.500	1.44	
	3.400	L/(>1000)	1.750	L/(>1000)	0.250	L/(>1000)	1.500	L/(>1000)	
N17/N41	1.320	0.06	0.880	0.28	1.320	0.04	0.880	0.18	
	1.320	L/(>1000)	0.880	L/(>1000)	1.320	L/(>1000)	0.880	L/(>1000)	
N15/N43	1.100	0.10	0.880	0.26	1.100	0.09	0.880	0.19	
	1.100	L/(>1000)	0.880	L/(>1000)	1.100	L/(>1000)	0.880	L/(>1000)	
N13/N44	1.100	0.11	0.880	0.30	1.100	0.08	0.880	0.19	
	1.100	L/(>1000)	0.880	L/(>1000)	1.100	L/(>1000)	0.880	L/(>1000)	
N49/N50	1.692	0.38	1.058	0.24	1.269	0.42	1.058	0.30	
	1.904	L/(>1000)	1.058	L/(>1000)	1.481	L/(>1000)	1.058	L/(>1000)	
N51/N46	1.602	0.51	2.003	8.01	2.402	0.43	2.003	6.17	
	1.803	L/(>1000)	2.003	L/499.3	2.203	L/(>1000)	2.003	L/647.9	
N45/N49	1.398	0.52	1.997	6.63	2.598	0.47	1.997	6.86	
	1.598	L/(>1000)	1.997	L/602.9	2.398	L/(>1000)	1.997	L/623.9	
N49/N51	2.500	1.93	3.469	1.28	2.500	1.84	1.531	1.05	
	2.500	L/(>1000)	3.469	L/(>1000)	2.313	L/(>1000)	1.531	L/(>1000)	
N50/N51	1.692	0.27	1.481	0.30	1.269	0.33	1.481	0.27	
	0.635	L/(>1000)	1.481	L/(>1000)	0.635	L/(>1000)	1.481	L/(>1000)	
N52/N50	0.220	0.10	0.220	0.01	0.220	0.07	0.220	0.01	
	0.220	L/(>1000)	0.220	L/(>1000)	0.220	L/(>1000)	0.220	L/(>1000)	
N53/N50	1.997	0.24	2.197	7.53	1.997	0.17	2.197	6.46	
	1.997	L/(>1000)	2.197	L/531.3	1.997	L/(>1000)	2.197	L/619.5	
N53/N45	1.904	0.34	1.481	0.24	1.904	0.27	1.481	0.30	
	1.904	L/(>1000)	1.481	L/(>1000)	1.904	L/(>1000)	1.481	L/(>1000)	
N46/N53	0.635	0.35	1.058	0.30	0.846	0.27	1.058	0.27	
	0.635	L/(>1000)	1.058	L/(>1000)	0.635	L/(>1000)	1.058	L/(>1000)	
N55/N54	1.692	0.19	1.481	0.07	1.481	0.18	1.058	0.10	
	1.692	L/(>1000)	1.481	L/(>1000)	1.481	L/(>1000)	1.269	L/(>1000)	
N54/N56	2.500	0.87	2.500	0.55	2.708	0.82	2.500	0.53	
	2.500	L/(>1000)	2.500	L/(>1000)	2.708	L/(>1000)	2.083	L/(>1000)	
N56/N55	1.058	0.21	1.058	0.07	0.846	0.18	1.481	0.10	
	1.058	L/(>1000)	1.058	L/(>1000)	0.846	L/(>1000)	1.269	L/(>1000)	
N57/N55	0.220	0.14	0.220	0.00	0.220	0.11	0.220	0.00	
	0.220	L/(>1000)	0.220	L/(>1000)	0.220	L/(>1000)	0.220	L/(>1000)	
N62/N26	0.250	0.10	0.500	0.15	0.250	0.08	0.500	0.12	
	0.250	L/(>1000)	0.500	L/(>1000)	0.250	L/(>1000)	0.500	L/(>1000)	
N37/N61	0.750	0.10	0.500	0.15	0.750	0.07	0.500	0.12	
	0.750	L/(>1000)	0.500	L/(>1000)	0.750	L/(>1000)	0.500	L/(>1000)	
N63/N64	0.250	0.10	0.500	0.00	0.250	0.08	0.250	0.00	

Flechas									
Grupo	Flecha máxima absoluta xy Flecha máxima relativa xy		Flecha máxima absoluta xz Flecha máxima relativa xz		Flecha activa absoluta xy Flecha activa relativa xy		Flecha activa absoluta xz Flecha activa relativa xz		
	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)	
		0.250	L/(>1000)	0.500	L/(>1000)	0.250	L/(>1000)	0.250	L/(>1000)
N57/N58	0.600 -	0.00 L/(>1000)	0.800 0.800	0.06 L/(>1000)	0.600 -	0.00 L/(>1000)	1.200 -	0.00 L/(>1000)	
N41/N42	0.750 0.750	0.69 L/(>1000)	0.750 0.750	0.37 L/(>1000)	0.750 0.750	0.49 L/(>1000)	0.750 0.750	0.30 L/(>1000)	
N65/N53	0.220 0.220	0.05 L/(>1000)	0.220 0.220	0.01 L/(>1000)	0.220 0.220	0.04 L/(>1000)	0.220 0.220	0.01 L/(>1000)	
N65/N57	0.799 0.799	0.03 L/(>1000)	0.599 0.599	0.23 L/(>1000)	0.599 0.599	0.02 L/(>1000)	0.599 0.599	0.19 L/(>1000)	
N37/N8	0.750 0.750	0.08 L/(>1000)	0.750 0.750	0.04 L/(>1000)	0.750 0.750	0.06 L/(>1000)	0.750 0.750	0.02 L/(>1000)	
N63/N37	1.500 1.500	0.09 L/(>1000)	0.938 0.938	0.47 L/(>1000)	1.500 1.500	0.07 L/(>1000)	0.938 0.938	0.37 L/(>1000)	
N5/N63	0.458 0.458	0.10 L/(>1000)	0.688 0.688	0.11 L/(>1000)	0.458 0.458	0.07 L/(>1000)	0.917 0.917	0.08 L/(>1000)	
N59/N5	0.250 0.250	0.04 L/(>1000)	0.250 0.250	0.01 L/(>1000)	0.250 0.250	0.03 L/(>1000)	0.250 0.250	0.01 L/(>1000)	
N60/N59	0.750 0.750	0.03 L/(>1000)	0.750 0.750	0.20 L/(>1000)	0.750 0.750	0.02 L/(>1000)	0.750 0.750	0.16 L/(>1000)	
N3/N60	0.250 0.250	0.04 L/(>1000)	0.250 0.250	0.02 L/(>1000)	0.250 0.250	0.03 L/(>1000)	0.250 0.250	0.01 L/(>1000)	
N26/N3	1.688 1.688	0.32 L/(>1000)	1.500 1.500	1.15 L/(>1000)	1.688 1.688	0.26 L/(>1000)	1.500 1.500	0.89 L/(>1000)	
N7/N26	0.250 0.250	0.08 L/(>1000)	0.250 0.250	0.03 L/(>1000)	0.250 0.250	0.06 L/(>1000)	0.250 0.250	0.02 L/(>1000)	
N66/N67	0.750 0.750	0.11 L/(>1000)	0.500 0.500	0.00 L/(>1000)	0.750 0.750	0.08 L/(>1000)	0.750 0.750	0.00 L/(>1000)	
N68/N69	0.250 0.250	0.03 L/(>1000)	0.500 0.500	0.07 L/(>1000)	0.250 0.250	0.03 L/(>1000)	0.500 0.500	0.07 L/(>1000)	
N73/N72	0.500 0.500	0.00 L/(>1000)	0.500 0.500	0.00 L/(>1000)	0.250 0.250	0.00 L/(>1000)	0.750 0.750	0.00 L/(>1000)	
N70/N71	0.750 0.750	0.00 L/(>1000)	0.500 0.500	0.00 L/(>1000)	0.250 0.750	0.00 L/(>1000)	0.250 0.250	0.00 L/(>1000)	
N74/N75	0.750 0.750	0.03 L/(>1000)	0.500 0.500	0.07 L/(>1000)	0.750 0.750	0.03 L/(>1000)	0.500 0.500	0.07 L/(>1000)	
N76/N78	0.499 -	0.00 L/(>1000)	0.250 0.250	0.02 L/(>1000)	0.499 -	0.00 L/(>1000)	0.499 -	0.00 L/(>1000)	
N77/N79	0.750 -	0.00 L/(>1000)	0.250 0.250	0.02 L/(>1000)	0.750 -	0.00 L/(>1000)	0.750 -	0.00 L/(>1000)	
N80/N81	0.750 0.750	0.02 L/(>1000)	0.750 0.750	0.48 L/(>1000)	0.938 0.938	0.02 L/(>1000)	0.750 0.750	0.11 L/(>1000)	
N45/N41	1.094 1.094	0.31 L/(>1000)	1.094 1.094	0.22 L/(>1000)	1.094 1.094	0.19 L/(>1000)	1.094 1.094	0.25 L/(>1000)	
N42/N46	0.656 0.656	0.26 L/(>1000)	0.656 0.656	0.28 L/(>1000)	0.656 0.656	0.19 L/(>1000)	0.656 0.656	0.22 L/(>1000)	
N20/N42	4.200 4.200	0.42 L/(>1000)	3.900 3.900	2.05 L/(>1000)	4.200 3.900	0.50 L/(>1000)	4.200 4.200	2.03 L/(>1000)	
N12/N7	3.375 3.375	1.50 L/(>1000)	3.375 3.375	1.63 L/(>1000)	3.375 3.375	1.31 L/(>1000)	3.375 3.375	1.30 L/(>1000)	
N11/N76	3.094 3.094	2.66 L/(>1000)	3.094 3.094	0.23 L/(>1000)	3.094 3.094	1.30 L/(>1000)	3.094 3.094	0.23 L/(>1000)	

Flechas								
Grupo	Flecha máxima absoluta xy		Flecha máxima absoluta xz		Flecha activa absoluta xy		Flecha activa absoluta xz	
	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)
N76/N1	0.250	0.03	0.250	0.00	0.250	0.02	0.250	0.00
	0.250	L/(>1000)	0.250	L/(>1000)	0.250	L/(>1000)	0.250	L/(>1000)
N10/N8	3.375	1.62	3.375	1.74	3.375	1.32	3.375	1.32
	3.375	L/(>1000)	3.375	L/(>1000)	3.375	L/(>1000)	3.375	L/(>1000)
N9/N2	3.375	2.11	3.375	0.38	3.375	1.69	3.375	0.29
	3.375	L/(>1000)	3.375	L/(>1000)	3.375	L/(>1000)	3.375	L/(>1000)
N48/N47	1.342	0.05	1.150	4.34	1.342	0.04	1.150	3.33
	1.342	L/(>1000)	1.150	L/530.2	1.342	L/(>1000)	1.150	L/690.2
N83/N82	1.286	1.24	1.071	0.12	1.286	1.00	1.071	0.11
	1.286	L/(>1000)	1.071	L/(>1000)	1.286	L/(>1000)	1.071	L/(>1000)
N31/N30	1.150	0.04	1.150	4.22	1.150	0.04	1.150	3.31
	0.958	L/(>1000)	1.150	L/544.7	1.150	L/(>1000)	1.150	L/695.4
N85/N84	1.286	1.20	1.286	0.11	1.286	0.99	1.071	0.10
	1.286	L/(>1000)	1.286	L/(>1000)	1.286	L/(>1000)	1.071	L/(>1000)

6.2.2.6 Barras. Comprobaciones E.L.U. (Resumido)

Barras	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)															Estado	
	$\bar{\lambda}$	λ_w	N_t	N_c	M_y	M_z	V_z	V_y	$M_y V_z$	$M_z V_y$	$NM_y M_z$	$NM_y M_z V_y V_z$	M_t	$M_t V_z$	$M_t V_y$		
N2/N61	$\bar{\lambda} \leq 3.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,m\acute{a}x}$ Cumple	$\eta = 0.2$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	x: 0 m $\eta = 3.2$	x: 0 m $\eta = 7.9$	x: 0 m $\eta = 0.8$	$\eta = 0.6$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 11.3$	$\eta < 0.1$	$\eta = 1.0$	x: 0 m $\eta = 0.8$	$\eta = 0.6$	CUMPLE $\eta = 11.3$	
N61/N64	$\bar{\lambda} \leq 3.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,m\acute{a}x}$ Cumple	$\eta = 0.5$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	x: 1.5 m $\eta = 4.1$	x: 1.875 m $\eta = 5.6$	x: 0 m $\eta = 1.5$	$\eta = 0.3$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 1.875 m $\eta = 10.1$	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.5$	x: 0 m $\eta = 1.5$	$\eta = 0.3$	CUMPLE $\eta = 10.1$	
N64/N13	$\bar{\lambda} \leq 3.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,m\acute{a}x}$ Cumple	$\eta = 0.8$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	x: 1.875 m $\eta = 5.9$	x: 1.875 m $\eta = 5.2$	x: 1.875 m $\eta = 2.1$	$\eta = 0.2$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 1.875 m $\eta = 11.8$	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.5$	x: 1.875 m $\eta = 2.1$	$\eta = 0.2$	CUMPLE $\eta = 11.8$	
N13/N15	$\bar{\lambda} \leq 3.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,m\acute{a}x}$ Cumple	$\eta = 0.9$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	x: 0 m $\eta = 3.9$	x: 1.5 m $\eta = 1.5$	x: 0 m $\eta = 0.9$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 6.0$	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.2$	x: 0 m $\eta = 0.8$	$\eta < 0.1$	CUMPLE $\eta = 6.0$	
N15/N66	$\bar{\lambda} \leq 3.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,m\acute{a}x}$ Cumple	$\eta = 0.8$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	x: 0 m $\eta = 6.0$	x: 0 m $\eta = 5.2$	x: 0 m $\eta = 2.1$	$\eta = 0.2$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 11.6$	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.5$	x: 0 m $\eta = 2.1$	$\eta = 0.2$	CUMPLE $\eta = 11.6$	
N66/N62	$\bar{\lambda} \leq 3.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,m\acute{a}x}$ Cumple	$\eta = 0.5$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	x: 0.375 m $\eta = 4.4$	x: 0 m $\eta = 5.8$	x: 1.875 m $\eta = 1.5$	$\eta = 0.3$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 10.5$	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.5$	x: 1.875 m $\eta = 1.5$	$\eta = 0.3$	CUMPLE $\eta = 10.5$	
N62/N1	$\bar{\lambda} \leq 3.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,m\acute{a}x}$ Cumple	$\eta = 0.2$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	x: 1 m $\eta = 2.5$	x: 1 m $\eta = 8.3$	x: 1 m $\eta = 0.8$	$\eta = 0.6$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 1 m $\eta = 11.0$	$\eta < 0.1$	$\eta = 1.2$	x: 1 m $\eta = 0.8$	$\eta = 0.6$	CUMPLE $\eta = 11.0$	
N3/N4	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,m\acute{a}x}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	$\eta = 0.2$	x: 1.5 m $\eta = 1.9$	x: 0 m $\eta = 3.1$	x: 3 m $\eta = 0.4$	$\eta = 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0.214 m $\eta = 3.6$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁴⁾	CUMPLE $\eta = 3.6$	
N6/N5	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,m\acute{a}x}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	$\eta = 0.2$	x: 1.5 m $\eta = 1.9$	x: 3 m $\eta = 2.9$	x: 0 m $\eta = 0.4$	$\eta = 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 2.571 m $\eta = 3.4$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁴⁾	CUMPLE $\eta = 3.4$	
N4/N19	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0.25 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,m\acute{a}x}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	$\eta < 0.1$	x: 0.5 m $\eta = 2.4$	x: 0.5 m $\eta = 2.8$	x: 0.5 m $\eta = 1.5$	$\eta = 0.4$	x: 0.25 m $\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0.5 m $\eta = 5.3$	$\eta < 0.1$	$\eta = 1.9$	x: 0.5 m $\eta = 2.0$	$\eta = 0.4$	CUMPLE $\eta = 5.3$	
N19/N17	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,m\acute{a}x}$ Cumple	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 1.5 m $\eta = 3.1$	x: 0 m $\eta = 1.2$	x: 1.5 m $\eta = 2.0$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 3.7$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁴⁾	CUMPLE $\eta = 3.7$	
N17/N6	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,m\acute{a}x}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 2.5$	x: 0 m $\eta = 2.5$	x: 0 m $\eta = 2.0$	$\eta = 0.4$	x: 0 m $\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 4.9$	$\eta < 0.1$	$\eta = 1.9$	x: 0 m $\eta = 2.0$	$\eta = 0.4$	CUMPLE $\eta = 4.9$	
N1/N7	$\bar{\lambda} \leq 3.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,m\acute{a}x}$ Cumple	$\eta = 0.3$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	x: 1 m $\eta = 14.5$	x: 1 m $\eta = 8.6$	x: 1 m $\eta = 3.4$	$\eta = 0.9$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 1 m $\eta = 23.2$	$\eta < 0.1$	$\eta = 1.0$	x: 1 m $\eta = 3.0$	$\eta = 0.9$	CUMPLE $\eta = 23.2$	
N8/N2	$\bar{\lambda} \leq 3.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,m\acute{a}x}$ Cumple	$\eta = 0.3$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	x: 0 m $\eta = 15.0$	x: 0 m $\eta = 8.3$	x: 0 m $\eta = 5.0$	$\eta = 0.8$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 23.4$	$\eta < 0.1$	$\eta = 1.1$	x: 0 m $\eta = 5.0$	$\eta = 0.8$	CUMPLE $\eta = 23.4$	
N22/N25	$\bar{\lambda} \leq 3.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,m\acute{a}x}$ Cumple	$\eta = 0.2$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	x: 1 m $\eta = 10.0$	x: 1 m $\eta = 11.9$	x: 0 m $\eta = 3.7$	$\eta = 0.8$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 1 m $\eta = 21.9$	$\eta < 0.1$	$\eta = 3.1$	x: 0 m $\eta = 3.6$	$\eta = 0.8$	CUMPLE $\eta = 21.9$	
N25/N27	$\bar{\lambda} \leq 3.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,m\acute{a}x}$ Cumple	$\eta = 0.2$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	x: 0.3 m $\eta = 11.3$	x: 0 m $\eta = 11.6$	x: 0 m $\eta = 0.9$	$\eta = 1.7$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 21.4$	$\eta < 0.1$	$\eta = 8.5$	x: 0 m $\eta = 1.0$	$\eta = 1.8$	CUMPLE $\eta = 21.4$	
N27/N21	$\bar{\lambda} \leq 3.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,m\acute{a}x}$ Cumple	$\eta = 0.2$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	x: 0 m $\eta = 11.4$	x: 1 m $\eta = 4.3$	x: 1 m $\eta = 2.5$	$\eta = 0.2$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 11.9$	$\eta < 0.1$	$\eta = 2.2$	x: 1 m $\eta = 2.3$	$\eta = 0.1$	CUMPLE $\eta = 11.9$	
N23/N24	$\bar{\lambda} \leq 3.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,m\acute{a}x}$ Cumple	$\eta < 0.1$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	x: 1.15 m $\eta = 2.9$	x: 2.3 m $\eta = 0.2$	x: 0 m $\eta = 1.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta < 0.1$	x: 1.15 m $\eta = 2.9$	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.5$	x: 0 m $\eta = 1.1$	$\eta < 0.1$	CUMPLE $\eta = 2.9$
N7/N75	$\bar{\lambda} \leq 3.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,m\acute{a}x}$ Cumple	x: 0 m $\eta = 1.7$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	x: 0 m $\eta = 21.8$	x: 0 m $\eta = 1.7$	x: 0 m $\eta = 2.6$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 25.2$	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.7$	x: 0 m $\eta = 2.6$	$\eta < 0.1$	CUMPLE $\eta = 25.2$	
N75/N25	$\bar{\lambda} \leq 3.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,m\acute{a}x}$ Cumple	x: 0 m $\eta = 1.0$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	x: 0 m $\eta = 9.7$	x: 0 m $\eta = 3.4$	x: 2.43 m $\eta = 0.9$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 12.0$	$\eta < 0.1$	$\eta = 1.4$	x: 2.43 m $\eta = 1.0$	$\eta < 0.1$	CUMPLE $\eta = 12.0$	
N22/N74	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,m\acute{a}x}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	x: 0 m $\eta = 1.1$	x: 2.43 m $\eta = 17.9$	x: 2.43 m $\eta = 1.1$	x: 0 m $\eta = 0.7$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 2.43 m $\eta = 19.3$	$\eta < 0.1$	$\eta = 1.7$	x: 0 m $\eta = 0.7$	$\eta < 0.1$	CUMPLE $\eta = 19.3$	
N74/N26	x: 0 m $\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,m\acute{a}x}$ Cumple	x: 2.431 m $\eta = 0.2$	x: 0 m $\eta = 0.1$	x: 0 m $\eta = 17.9$	x: 2.431 m $\eta = 0.7$	x: 2.431 m $\eta = 2.8$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 18.2$	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.4$	x: 2.431 m $\eta = 2.7$	$\eta < 0.1$	CUMPLE $\eta = 18.2$	
N27/N73	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,m\acute{a}x}$ Cumple	x: 0 m $\eta = 0.1$	x: 2.43 m $\eta = 1.4$	x: 2.43 m $\eta = 20.2$	x: 0 m $\eta = 0.5$	x: 0 m $\eta = 2.9$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 2.43 m $\eta = 21.2$	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.6$	x: 0 m $\eta = 2.9$	$\eta < 0.1$	CUMPLE $\eta = 21.2$	
N73/N28	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,m\acute{a}x}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	x: 2.431 m $\eta = 2.8$	x: 0 m $\eta = 20.2$	x: 0 m $\eta = 0.3$	x: 2.431 m $\eta = 2.9$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 21.1$	x: 0 m $\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁴⁾	CUMPLE $\eta = 21.1$	
N29/N72	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,m\acute{a}x}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	x: 0 m $\eta = 1.9$	x: 2.431 m $\eta = 26.0$	x: 2.431 m $\eta = 0.3$	x: 0 m $\eta = 3.3$	$\eta < 0.1$	x: 0.203 m $\eta < 0.1$	x: 0.405 m $\eta < 0.1$	x: 2.431 m $\eta = 26.4$	x: 0.203 m $\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁴⁾	CUMPLE $\eta = 26.4$	
N72/N21	x: 0 m $\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,m\acute{a}x}$ Cumple	x: 2.43 m $\eta = 0.4$	x: 0 m $\eta = 0.5$	x: 0.405 m $\eta = 26.3$	x: 2.43 m $\eta = 0.7$	x: 2.43 m $\eta = 2.5$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0.405 m $\eta = 26.6$	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.9$	x: 2.43 m $\eta = 2.5$	$\eta < 0.1$	CUMPLE $\eta = 26.6$	

Diseño de una instalación modular de carga de cisternas para transporte por carretera de ácido nítrico

Barras	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)															Estado
	$\bar{\lambda}$	λ_w	N_t	N_c	M_y	M_z	V_z	V_y	$M_y V_z$	$M_z V_y$	$NM_y M_z$	$NM_z M_y V_z$	M_t	$M_y V_z$	$M_z V_y$	
N21/N30	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P.(2)	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 5.3$	x: 0 m $\eta = 2.7$	x: 0.5 m $\eta = 3.2$	$\eta = 0.5$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 8.0$	$\eta < 0.1$	$\eta = 10.3$	x: 0.5 m $\eta = 3.3$	$\eta = 0.5$	CUMPLE $\eta = 10.3$
N30/N23	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P.(2)	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 1.5$	x: 0 m $\eta = 0.5$	x: 0 m $\eta = 0.7$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 2.0$	$\eta < 0.1$	$\eta = 10.3$	x: 0 m $\eta = 0.8$	$\eta < 0.1$	CUMPLE $\eta = 10.3$
N24/N31	$\bar{\lambda} \leq 3.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	$\eta < 0.1$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P.(1)	x: 0.5 m $\eta = 3.0$	x: 0.5 m $\eta = 0.5$	x: 0.5 m $\eta = 1.1$	$\eta = 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0.5 m $\eta = 3.5$	$\eta < 0.1$	$\eta = 7.9$	x: 0.5 m $\eta = 1.2$	$\eta = 0.1$	CUMPLE $\eta = 7.9$
N31/N22	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 1.5 m $\eta = 12.1$	x: 0.5 m $\eta = 7.3$	x: 0 m $\eta = 5.5$	$\eta = 0.7$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0.5 m $\eta = 19.4$	$\eta < 0.1$	$\eta = 10.4$	x: 0 m $\eta = 5.6$	$\eta = 0.7$	CUMPLE $\eta = 19.4$
N32/N38	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	$\eta = 0.2$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P.(1)	x: 1 m $\eta = 12.4$	x: 0 m $\eta = 3.9$	x: 0 m $\eta = 2.6$	$\eta = 0.2$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 1 m $\eta = 12.9$	$\eta < 0.1$	$\eta = 2.2$	x: 0 m $\eta = 2.5$	$\eta = 0.1$	CUMPLE $\eta = 12.9$
N38/N36	$\bar{\lambda} \leq 3.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	$\eta = 0.2$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P.(1)	x: 0 m $\eta = 12.5$	x: 0.3 m $\eta = 10.5$	x: 0.3 m $\eta = 0.9$	$\eta = 1.5$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0.3 m $\eta = 21.7$	$\eta < 0.1$	$\eta = 8.6$	x: 0.3 m $\eta = 1.0$	$\eta = 1.6$	CUMPLE $\eta = 21.7$
N36/N33	$\bar{\lambda} \leq 3.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	$\eta = 0.2$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P.(1)	x: 0 m $\eta = 11.0$	x: 0 m $\eta = 11.4$	x: 1 m $\eta = 2.5$	$\eta = 0.8$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 22.5$	$\eta < 0.1$	$\eta = 3.4$	x: 1 m $\eta = 3.8$	$\eta = 0.7$	CUMPLE $\eta = 22.5$
N35/N34	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 1.15 m $\eta = 3.1$	x: 2.3 m $\eta = 0.1$	x: 2.3 m $\eta = 1.0$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 3.1$	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.6$	x: 2.3 m $\eta = 1.0$	$\eta < 0.1$	CUMPLE $\eta = 3.1$
N36/N68	$\bar{\lambda} \leq 3.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 2.43 m $\eta = 0.9$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P.(1)	x: 2.43 m $\eta = 9.6$	x: 2.43 m $\eta = 1.8$	x: 0 m $\eta = 0.9$	$\eta = 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 2.43 m $\eta = 12.2$	$\eta < 0.1$	$\eta = 1.6$	x: 0 m $\eta = 0.9$	$\eta < 0.1$	CUMPLE $\eta = 12.2$
N68/N8	$\bar{\lambda} \leq 3.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 2.431 m $\eta = 1.6$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P.(1)	x: 2.431 m $\eta = 22.2$	x: 2.431 m $\eta = 2.1$	x: 2.431 m $\eta = 2.6$	$\eta = 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 2.431 m $\eta = 25.8$	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.6$	x: 2.431 m $\eta = 2.6$	$\eta < 0.1$	CUMPLE $\eta = 25.8$
N37/N69	x: 1.013 m $\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 0 m $\eta = 0.1$	x: 2.431 m $\eta = 0.1$	x: 2.431 m $\eta = 18.1$	x: 0 m $\eta = 0.9$	x: 0 m $\eta = 2.8$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 2.431 m $\eta = 18.8$	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.4$	x: 0 m $\eta = 2.8$	$\eta < 0.1$	CUMPLE $\eta = 18.8$
N69/N33	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P.(2)	x: 2.43 m $\eta = 1.1$	x: 0 m $\eta = 18.1$	x: 0 m $\eta = 1.4$	x: 2.43 m $\eta = 0.7$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 19.9$	$\eta < 0.1$	$\eta = 1.9$	x: 2.43 m $\eta = 0.7$	$\eta < 0.1$	CUMPLE $\eta = 19.9$
N39/N71	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0.203 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P.(2)	$\eta = 2.7$	x: 0 m $\eta = 20.2$	x: 2.431 m $\eta = 0.2$	x: 0 m $\eta = 2.9$	$\eta < 0.1$	x: 0.203 m $\eta < 0.1$	x: 0.405 m $\eta < 0.1$	x: 2.431 m $\eta = 21.0$	x: 0.203 m $\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P.(3)	N.P.(4)	N.P.(4)	CUMPLE $\eta = 21.0$
N71/N38	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 2.43 m $\eta = 0.1$	x: 0 m $\eta = 1.3$	x: 0 m $\eta = 20.2$	x: 2.43 m $\eta = 0.3$	x: 2.43 m $\eta = 2.9$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 21.0$	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.6$	x: 2.43 m $\eta = 2.9$	$\eta < 0.1$	CUMPLE $\eta = 21.0$
N32/N70	x: 1.62 m $\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 0 m $\eta = 0.4$	x: 2.43 m $\eta = 0.5$	x: 2.025 m $\eta = 26.6$	x: 0 m $\eta = 0.5$	x: 0 m $\eta = 2.5$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 2.025 m $\eta = 27.0$	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.9$	x: 0 m $\eta = 2.5$	$\eta < 0.1$	CUMPLE $\eta = 27.0$
N70/N40	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P.(2)	x: 2.431 m $\eta = 1.9$	x: 0 m $\eta = 26.2$	x: 0 m $\eta = 0.2$	x: 2.431 m $\eta = 3.3$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 26.7$	x: 0 m $\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P.(3)	N.P.(4)	N.P.(4)	CUMPLE $\eta = 26.7$
N34/N48	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P.(2)	$\eta < 0.1$	x: 0.5 m $\eta = 3.1$	x: 0.5 m $\eta = 0.3$	x: 0.5 m $\eta = 1.2$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0.5 m $\eta = 3.5$	$\eta < 0.1$	$\eta = 9.3$	x: 0.5 m $\eta = 1.2$	$\eta < 0.1$	CUMPLE $\eta = 9.3$
N48/N32	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P.(2)	$\eta = 0.1$	x: 0.5 m $\eta = 12.2$	x: 0.5 m $\eta = 4.1$	x: 0 m $\eta = 5.6$	$\eta = 0.6$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0.5 m $\eta = 16.4$	$\eta < 0.1$	$\eta = 9.4$	x: 0 m $\eta = 5.7$	$\eta = 0.6$	CUMPLE $\eta = 16.4$
N33/N47	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P.(2)	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 12.5$	x: 0 m $\eta = 6.7$	x: 0.5 m $\eta = 5.7$	$\eta = 0.7$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 19.2$	$\eta < 0.1$	$\eta = 10.8$	x: 0.5 m $\eta = 5.8$	$\eta = 0.6$	CUMPLE $\eta = 19.2$
N47/N35	$\bar{\lambda} \leq 3.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	$\eta < 0.1$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P.(1)	x: 0 m $\eta = 3.1$	x: 0 m $\eta = 0.1$	x: 0 m $\eta = 1.2$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 3.2$	$\eta < 0.1$	$\eta = 8.0$	x: 0 m $\eta = 1.2$	$\eta < 0.1$	CUMPLE $\eta = 8.0$
N17/N80	$\bar{\lambda} \leq 3.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	$\eta = 0.6$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P.(1)	x: 0 m $\eta = 27.2$	x: 0 m $\eta = 1.7$	x: 0 m $\eta = 5.6$	$\eta = 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 29.0$	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.6$	x: 0 m $\eta = 5.4$	$\eta < 0.1$	CUMPLE $\eta = 29.0$
N80/N59	$\bar{\lambda} \leq 3.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	$\eta = 0.6$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P.(1)	x: 0 m $\eta = 21.6$	x: 1 m $\eta = 1.1$	x: 1 m $\eta = 2.3$	$\eta = 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 22.1$	$\eta < 0.1$	$\eta = 1.0$	x: 1 m $\eta = 1.7$	$\eta < 0.1$	CUMPLE $\eta = 22.1$
N59/N13	$\bar{\lambda} \leq 3.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	$\eta = 0.5$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P.(1)	x: 1 m $\eta = 19.3$	x: 1 m $\eta = 4.3$	x: 1 m $\eta = 7.7$	$\eta = 0.4$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 1 m $\eta = 24.1$	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.3$	x: 1 m $\eta = 7.7$	$\eta = 0.4$	CUMPLE $\eta = 24.1$
N15/N60	$\bar{\lambda} \leq 3.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	$\eta = 0.5$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P.(1)	x: 0 m $\eta = 23.0$	x: 0 m $\eta = 3.8$	x: 0 m $\eta = 8.2$	$\eta = 0.3$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 27.3$	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.3$	x: 0 m $\eta = 8.2$	$\eta = 0.3$	CUMPLE $\eta = 27.3$
N60/N81	$\bar{\lambda} \leq 3.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	$\eta = 0.5$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P.(1)	x: 1 m $\eta = 21.3$	x: 0 m $\eta = 0.9$	x: 0 m $\eta = 2.5$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 1 m $\eta = 21.9$	$\eta < 0.1$	$\eta = 1.0$	x: 0 m $\eta = 1.9$	$\eta < 0.1$	CUMPLE $\eta = 21.9$
N81/N19	$\bar{\lambda} \leq 3.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	$\eta = 0.5$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P.(1)	x: 2 m $\eta = 26.2$	x: 2 m $\eta = 1.5$	x: 2 m $\eta = 5.4$	$\eta = 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 2 m $\eta = 27.9$	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.5$	x: 2 m $\eta = 5.3$	$\eta = 0.1$	CUMPLE $\eta = 27.9$
N49/N50	$\bar{\lambda} \leq 3.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 2.539 m $\eta = 4.3$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P.(1)	x: 0 m $\eta = 3.4$	x: 0 m $\eta = 5.7$	x: 0 m $\eta = 0.3$	x: 0 m $\eta = 0.2$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 12.9$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P.(3)	N.P.(4)	N.P.(4)	CUMPLE $\eta = 12.9$
N51/N56	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.1$	x: 1.602 m $\eta = 20.9$	x: 0 m $\eta = 3.0$	x: 0 m $\eta = 3.5$	x: 0 m $\eta = 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 1.602 m $\eta = 22.4$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P.(3)	N.P.(4)	N.P.(4)	CUMPLE $\eta = 22.4$
N56/N46	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P.(2)	$\eta = 0.1$	x: 0.399 m $\eta = 20.7$	x: 1.997 m $\eta = 1.9$	x: 1.997 m $\eta = 3.5$	x: 1.997 m $\eta = 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0.2 m $\eta = 21.9$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P.(3)	N.P.(4)	N.P.(4)	CUMPLE $\eta = 21.9$
N45/N54	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P.(2)	$\eta = 0.1$	x: 1.598 m $\eta = 18.3$	x: 0 m $\eta = 1.9$	x: 0 m $\eta = 3.1$	x: 1.997 m $\eta = 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 1.598 m $\eta = 19.1$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P.(3)	N.P.(4)	N.P.(4)	CUMPLE $\eta = 19.1$
N54/N49	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P.(2)	$\eta = 0.1$	x: 0.401 m $\eta = 18.5$	x: 2.003 m $\eta = 2.3$	x: 2.003 m $\eta = 3.1$	x: 2.003 m $\eta = 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0.401 m $\eta = 19.0$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P.(3)	N.P.(4)	N.P.(4)	CUMPLE $\eta = 19.0$
N49/N44	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	$\eta < 0.1$	$\eta = 1.8$	x: 1.75 m $\eta = 7.5$	x: 1.75 m $\eta = 7.0$	x: 1.75 m $\eta = 1.2$	x: 1.75 m $\eta = 0.2$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 1.75 m $\eta = 15.8$	$\eta < 0.1$	$\eta = 2.3$	x: 1.75 m $\eta = 1.0$	x: 1.75 m $\eta = 0.2$	CUMPLE $\eta = 15.8$
N44/N52	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P.(2)	$\eta = 1.8$	x: 0.75 m $\eta = 11.2$	x: 0.75 m $\eta = 18.7$	x: 0 m $\eta = 5.5$	$\eta = 1.4$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0.75 m $\eta = 31.6$	$\eta < 0.1$	$\eta = 3.3$	x: 0 m $\eta = 4.6$	x: 0 m $\eta = 1.3$	CUMPLE $\eta = 31.6$
N52/N43	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P.(2)	$\eta = 1.8$	x: 0 m $\eta = 12.1$	x: 0 m $\eta = 18.6$	x: 0.75 m $\eta = 5.9$	$\eta = 1$								

Diseño de una instalación modular de carga de cisternas para transporte por carretera de ácido nítrico

Barras	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)															Estado
	$\bar{\lambda}$	λ_w	N_t	N_c	M_y	M_z	V_z	V_y	$M_y V_z$	$M_z V_y$	$NM_y M_z$	$NM_z M_y V_z$	M_t	$M_y V_z$	$M_z V_y$	
N37/N61	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,m\acute{a}x}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P.(2)	$\eta = 0.2$	x: 0 m $\eta = 16.3$	x: 1 m $\eta = 16.0$	x: 0 m $\eta = 2.9$	$\eta = 1.3$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 32.0$	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.9$	x: 0 m $\eta = 2.9$	$\eta = 1.3$	CUMPLE $\eta = 32.0$
N63/N64	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,m\acute{a}x}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P.(2)	$\eta < 0.1$	x: 0.25 m $\eta = 0.1$	x: 0 m $\eta = 15.8$	x: 1 m $\eta = 0.1$	$\eta = 1.3$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 16.0$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P.(3)	N.P.(4)	N.P.(4)	CUMPLE $\eta = 16.0$
N41/N65	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,m\acute{a}x}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P.(2)	$\eta = 1.9$	x: 0.75 m $\eta = 10.9$	x: 0.75 m $\eta = 16.7$	x: 0 m $\eta = 5.5$	$\eta = 1.3$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0.75 m $\eta = 29.5$	$\eta < 0.1$	$\eta = 4.1$	x: 0 m $\eta = 4.6$	$\eta = 1.2$	CUMPLE $\eta = 29.5$
N65/N42	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,m\acute{a}x}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P.(2)	$\eta = 2.0$	x: 0 m $\eta = 11.9$	x: 0 m $\eta = 16.6$	x: 0.75 m $\eta = 6.0$	$\eta = 1.3$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 30.5$	$\eta < 0.1$	$\eta = 4.1$	x: 0.75 m $\eta = 4.6$	$\eta = 1.1$	CUMPLE $\eta = 30.5$
N65/N53	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,m\acute{a}x}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P.(2)	x: 0 m $\eta = 2.0$	x: 0 m $\eta = 2.6$	x: 0.441 m $\eta = 31.4$	$\eta = 1.3$	$\eta = 4.6$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0.441 m $\eta = 33.4$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P.(3)	N.P.(4)	N.P.(4)	CUMPLE $\eta = 33.4$
N60/N59	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,m\acute{a}x}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P.(2)	$\eta = 1.1$	x: 0 m $\eta = 9.9$	x: 0 m $\eta = 0.5$	x: 0 m $\eta = 1.7$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 11.4$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P.(3)	N.P.(4)	N.P.(4)	CUMPLE $\eta = 11.4$
N66/N67	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,m\acute{a}x}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P.(2)	$\eta < 0.1$	x: 0.75 m $\eta = 4.2$	x: 1 m $\eta = 16.1$	x: 0 m $\eta = 0.1$	$\eta = 1.3$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 1 m $\eta = 16.3$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P.(3)	N.P.(4)	N.P.(4)	CUMPLE $\eta = 16.3$
N68/N69	$\bar{\lambda} < 3.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,m\acute{a}x}$ Cumple	$\eta < 0.1$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P.(1)	x: 0.5 m $\eta = 4.2$	x: 0 m $\eta = 2.5$	x: 0 m $\eta = 3.2$	$\eta = 0.2$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0.5 m $\eta = 4.8$	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.4$	x: 0 m $\eta = 3.2$	$\eta = 0.1$	CUMPLE $\eta = 4.8$
N73/N72	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,m\acute{a}x}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P.(2)	$\eta < 0.1$	x: 0.5 m $\eta = 0.1$	x: 0 m $\eta = 0.2$	x: 0 m $\eta = 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 0.3$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P.(3)	N.P.(4)	N.P.(4)	CUMPLE $\eta = 0.3$
N70/N71	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,m\acute{a}x}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P.(2)	$\eta < 0.1$	x: 0.5 m $\eta = 0.1$	x: 0 m $\eta = 0.3$	x: 0 m $\eta = 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 1 m $\eta = 0.3$	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.2$	x: 1 m $\eta = 0.1$	$\eta < 0.1$	CUMPLE $\eta = 0.3$
N74/N75	$\bar{\lambda} < 3.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,m\acute{a}x}$ Cumple	$\eta < 0.1$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P.(1)	x: 0.5 m $\eta = 4.2$	x: 1 m $\eta = 1.8$	x: 1 m $\eta = 3.2$	$\eta = 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0.5 m $\eta = 4.7$	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.4$	x: 1 m $\eta = 3.2$	$\eta = 0.1$	CUMPLE $\eta = 4.7$
N76/N78	N.P.(5)	x: 0 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,m\acute{a}x}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P.(2)	$N_{Ed} = 0.00$ N.P.(1)	x: 0 m $\eta = 10.9$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P.(6)	x: 0 m $\eta = 7.0$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P.(7)	x: 0 m $\eta < 0.1$	N.P.(8)	N.P.(9)	N.P.(10)	$M_{Ed} = 0.00$ N.P.(3)	N.P.(4)	N.P.(4)	CUMPLE $\eta = 10.9$
N77/N79	N.P.(5)	x: 0 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,m\acute{a}x}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P.(2)	$N_{Ed} = 0.00$ N.P.(1)	x: 0 m $\eta = 10.9$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P.(6)	x: 0 m $\eta = 7.0$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P.(7)	x: 0 m $\eta < 0.1$	N.P.(8)	N.P.(9)	N.P.(10)	$M_{Ed} = 0.00$ N.P.(3)	N.P.(4)	N.P.(4)	CUMPLE $\eta = 10.9$
N80/N81	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,m\acute{a}x}$ Cumple	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 1.5 m $\eta = 15.5$	x: 0 m $\eta = 0.8$	x: 0 m $\eta = 2.5$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 16.3$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P.(3)	N.P.(4)	N.P.(4)	CUMPLE $\eta = 16.3$
N45/N41	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,m\acute{a}x}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P.(2)	$\eta = 1.8$	x: 1.75 m $\eta = 7.1$	x: 1.75 m $\eta = 6.7$	x: 1.75 m $\eta = 1.1$	$\eta = 0.2$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 1.75 m $\eta = 15.6$	$\eta < 0.1$	$\eta = 2.8$	x: 1.75 m $\eta = 1.0$	$\eta = 0.2$	CUMPLE $\eta = 15.6$
N42/N46	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,m\acute{a}x}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P.(2)	$\eta = 1.9$	x: 0 m $\eta = 8.2$	x: 0 m $\eta = 5.9$	x: 0 m $\eta = 1.2$	$\eta = 0.2$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 16.1$	$\eta < 0.1$	$\eta = 3.2$	x: 0 m $\eta = 1.0$	$\eta = 0.1$	CUMPLE $\eta = 16.1$
N12/N7	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0.375 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,m\acute{a}x}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P.(2)	x: 0 m $\eta = 4.4$	x: 6 m $\eta = 6.6$	x: 6 m $\eta = 4.5$	$\eta = 0.5$	$\eta = 0.1$	x: 0.375 m $\eta < 0.1$	x: 0.375 m $\eta < 0.1$	x: 6 m $\eta = 13.1$	x: 0.375 m $\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P.(3)	N.P.(4)	N.P.(4)	CUMPLE $\eta = 13.1$
N11/N76	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0.344 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,m\acute{a}x}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P.(2)	x: 0 m $\eta = 2.2$	x: 5.5 m $\eta = 1.1$	x: 5.5 m $\eta = 9.2$	$\eta = 0.1$	$\eta = 0.1$	x: 0.344 m $\eta < 0.1$	x: 0.344 m $\eta < 0.1$	x: 5.5 m $\eta = 10.9$	x: 0.344 m $\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P.(3)	N.P.(4)	N.P.(4)	CUMPLE $\eta = 10.9$
N76/N1	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,m\acute{a}x}$ Cumple	x: 0.5 m $\eta = 0.4$	x: 0 m $\eta = 0.2$	x: 0.5 m $\eta = 1.2$	x: 0 m $\eta = 7.1$	$\eta = 0.1$	$\eta = 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 7.7$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P.(3)	N.P.(4)	N.P.(4)	CUMPLE $\eta = 7.7$
N7/N26	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,m\acute{a}x}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P.(2)	$\eta = 0.4$	x: 0 m $\eta = 14.0$	x: 0 m $\eta = 7.9$	x: 0 m $\eta = 6.6$	$\eta = 0.6$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 22.3$	$\eta < 0.1$	$\eta = 1.5$	x: 0 m $\eta = 6.6$	$\eta = 0.6$	CUMPLE $\eta = 22.3$
N26/N67	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,m\acute{a}x}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P.(2)	$\eta = 0.7$	x: 0.75 m $\eta = 10.8$	x: 0 m $\eta = 5.1$	x: 1.875 m $\eta = 1.0$	$\eta = 0.3$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 14.9$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P.(3)	N.P.(4)	N.P.(4)	CUMPLE $\eta = 14.9$
N67/N3	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,m\acute{a}x}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P.(2)	$\eta = 1.0$	x: 0 m $\eta = 8.2$	x: 1.375 m $\eta = 6.1$	x: 1.375 m $\eta = 2.4$	$\eta = 0.4$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 12.8$	$\eta < 0.1$	$\eta = 1.7$	x: 1.375 m $\eta = 2.3$	$\eta = 0.4$	CUMPLE $\eta = 12.8$
N3/N60	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,m\acute{a}x}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P.(2)	$\eta = 1.0$	x: 0.5 m $\eta = 9.9$	x: 0 m $\eta = 4.4$	x: 0.5 m $\eta = 4.6$	$\eta = 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0.5 m $\eta = 14.6$	$\eta < 0.1$	$\eta = 3.2$	x: 0.5 m $\eta = 4.6$	$\eta = 0.1$	CUMPLE $\eta = 14.6$
N16/N77	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0.344 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,m\acute{a}x}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P.(2)	x: 0 m $\eta = 6.0$	x: 5.5 m $\eta = 2.5$	x: 5.5 m $\eta = 1.2$	$\eta = 0.2$	$\eta < 0.1$	x: 0.344 m $\eta < 0.1$	x: 0.344 m $\eta < 0.1$	x: 5.5 m $\eta = 8.1$	x: 0.344 m $\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P.(3)	N.P.(4)	N.P.(4)	CUMPLE $\eta = 8.1$
N77/N15	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,m\acute{a}x}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P.(2)	x: 0 m $\eta = 2.3$	x: 0 m $\eta = 4.5$	x: 0.5 m $\eta = 1.3$	$\eta = 0.2$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 7.3$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P.(3)	N.P.(4)	N.P.(4)	CUMPLE $\eta = 7.3$
N15/N43	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,m\acute{a}x}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P.(2)	x: 0 m $\eta = 0.7$	x: 0 m $\eta = 7.7$	x: 0 m $\eta = 2.0$	$\eta = 1.5$	$\eta = 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 10.0$	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.4$	$\eta = 1.4$	$\eta < 0.1$	CUMPLE $\eta = 10.0$
N14/N13	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0.375 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,m\acute{a}x}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P.(2)	x: 0 m $\eta = 4.8$	x: 6 m $\eta = 1.5$	x: 6 m $\eta = 0.6$	$\eta = 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0.375 m $\eta < 0.1$	x: 0.375 m $\eta < 0.1$	x: 6 m $\eta = 5.3$	x: 0.375 m $\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P.(3)	N.P.(4)	N.P.(4)	CUMPLE $\eta = 5.3$
N13/N44	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,m\acute{a}x}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P.(2)	x: 0 m $\eta = 0.7$	x: 0 m $\eta = 8.9$	x: 0 m $\eta = 1.7$	$\eta = 1.7$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 11.0$	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.7$	$\eta = 1.6$	$\eta < 0.1$	CUMPLE $\eta = 11.0$
N18/N17	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0.3 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,m\acute{a}x}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P.(2)	x: 0 m $\eta = 5.2$	x: 6 m $\eta = 5.5$	x: 6 m $\eta = 0.6$	$\eta = 0.4$	$\eta < 0.1$	x: 0.3 m $\eta < 0.1$	x: 0.3 m $\eta < 0.1$	x: 6 m $\eta = 8.0$	x: 0.3 m $\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P.(3)	N.P.(4)	N.P.(4)	CUMPLE $\eta = 8.0$
N17/N41	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,m\acute{a}x}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P.(2)	x: 0 m $\eta = 0.7$	x: 0 m $\eta = 8.4$	x: 2.2 m $\eta = 1.3$	$\eta = 1.6$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 9.1$	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.5$	$\eta = 1.4$	$\eta < 0.1$	CUMPLE $\eta = 9.1$
N10/N8	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0.375 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,m\acute{a}x}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P.(2)	x: 0 m $\eta = 4.9$	x: 6 m $\eta = 7.0$	x: 6 m $\eta = 4.9$	$\eta = 0.5$	$\eta = 0.1$	x: 0.375 m $\eta < 0.1$	x: 0.375 m $\eta < 0.1$	x: 6 m $\eta = 14.2$	x: 0.375 m $\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P.(3)	N.P.(4)	N.P.(4)	CUMPLE $\eta = 14.2$
N9/N2	x: 0 m $\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0.375 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,m\acute{a}x}$ Cumple	x: 6 m $\eta = 0.6$	x: 0 m $\eta = 0.3$	x: 6 m $\eta = 1.5$	x: 6 m $\eta = 6.3$	$\eta = 0.1$	$\eta = 0.1$	x: 0.375 m $\eta < 0.1$	x: 0.375 m $\eta < 0.1$	x: 6 m $\eta = 8.5$	x: 0.375 m $\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P.(3)	N.P.(4)	N.P.(4)	CUMPLE $\eta = 8.5$
N59/N5	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,m\acute{a}x}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P.(2)	$\eta = 1.0$	x: 0 m $\eta = 9.0$	x: 0.5 m $\eta = 4.2$	x: 0 m $\eta = 4.5$	$\eta = 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 13.7$	$\eta < 0.1$	$\eta = 3.3$	x: 0 m $\eta = 4.6$	$\eta < 0.1$	CUMPLE $\eta = 13.7$
N5/N63	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,m\acute{a}x}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P.(2)	$\eta = 1.0$	x: 1.375 m $\eta = 8.5$	x: 0 m $\eta = 5.8$	x: 0 m $\eta = 2.3$	$\eta = 0.4$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 1.375 m $\eta = 13.2$	$\eta < $				

Diseño de una instalación modular de carga de cisternas para transporte por carretera de ácido nítrico

Barras	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)														Estado	
	$\bar{\lambda}$	λ_w	N_t	N_c	M_Y	M_Z	V_Z	V_Y	$M_Y V_Z$	$M_Z V_Y$	$N M_Y M_Z$	$N M_Y M_Z V_Y V_Z$	M_t	$M_Y V_Z$		$M_t V_Y$
N85/N84	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,m\acute{a}x}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	x: 0 m $\eta = 6.8$	x: 0 m $\eta = 1.1$	x: 0 m $\eta = 9.0$	$\eta = 0.1$	$\eta = 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 17.2$	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.2$	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.1$	CUMPLE $\eta = 17.2$
<p><i>Notación:</i> $\bar{\lambda}$: Limitación de esbeltez λ_w: Abolladura del alma inducida por el ala comprimida N_t: Resistencia a tracción N_c: Resistencia a compresión M_Y: Resistencia a flexión eje Y M_Z: Resistencia a flexión eje Z V_Z: Resistencia a corte Z V_Y: Resistencia a corte Y $M_Y V_Z$: Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados $M_Z V_Y$: Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados $N M_Y M_Z$: Resistencia a flexión y axil combinados $N M_Y M_Z V_Y V_Z$: Resistencia a flexión, axil y cortante combinados M_t: Resistencia a torsión $M_t V_Y$: Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados $M_Y V_Z$: Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados x: Distancia al origen de la barra η: Coeficiente de aprovechamiento (%) N.P.: No procede</p> <p><i>Comprobaciones que no proceden (N.P.):</i> ⁽¹⁾ La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión. ⁽²⁾ La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción. ⁽³⁾ La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor. ⁽⁴⁾ No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede. ⁽⁵⁾ La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión ni de tracción. ⁽⁶⁾ La comprobación no procede, ya que no hay momento flector. ⁽⁷⁾ La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante. ⁽⁸⁾ No hay interacción entre momento flector y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede. ⁽⁹⁾ No hay interacción entre axil y momento flector ni entre momentos flectores en ambas direcciones para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede. ⁽¹⁰⁾ No hay interacción entre momento flector, axil y cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.</p>																

6.3 Cimentación

6.3.1 Descripción

Referencias	Geometría	Armado
(N9 - N10)	Zapata rectangular excéntrica Ancho inicial X: 85.0 cm Ancho inicial Y: 35.0 cm Ancho final X: 85.0 cm Ancho final Y: 35.0 cm Ancho zapata X: 170.0 cm Ancho zapata Y: 70.0 cm Canto: 30.0 cm	X: 3Ø12c/20 Y: 8Ø12c/20
(N11 - N12)	Zapata rectangular excéntrica Ancho inicial X: 85.0 cm Ancho inicial Y: 35.0 cm Ancho final X: 85.0 cm Ancho final Y: 35.0 cm Ancho zapata X: 170.0 cm Ancho zapata Y: 70.0 cm Canto: 30.0 cm	Sup X: 2Ø12c/30 Sup Y: 6Ø12c/30 Inf X: 2Ø12c/30 Inf Y: 6Ø12c/30
(N14 - N16) y (N18 - N20)	Zapata rectangular excéntrica Ancho inicial X: 35.0 cm Ancho inicial Y: 110.0 cm Ancho final X: 35.0 cm Ancho final Y: 110.0 cm Ancho zapata X: 70.0 cm Ancho zapata Y: 220.0 cm Canto: 30.0 cm	Sup X: 7Ø12c/30 Sup Y: 2Ø12c/30 Inf X: 7Ø12c/30 Inf Y: 2Ø12c/30
N83 y N85	Zapata cuadrada Ancho: 60.0 cm Canto: 30.0 cm	X: 3Ø12c/20 Y: 3Ø12c/20

6.3.2 Medición

Referencia: (N9 - N10)		B 500 S, CN	Total
Nombre de armado		Ø12	
Parrilla inferior - Armado X	Longitud (m)	3x1.89	5.67
	Peso (kg)	3x1.68	5.03
Parrilla inferior - Armado Y	Longitud (m)	8x0.89	7.12
	Peso (kg)	8x0.79	6.32
Totales	Longitud (m)	12.79	
	Peso (kg)	11.35	11.35
Total con mermas (10.00%)	Longitud (m)	14.07	
	Peso (kg)	12.49	12.49
Referencia: (N11 - N12)		B 500 S, CN	Total
Nombre de armado		Ø12	
Parrilla inferior - Armado X	Longitud (m)	2x1.89	3.78
	Peso (kg)	2x1.68	3.36
Parrilla inferior - Armado Y	Longitud (m)	6x0.89	5.34
	Peso (kg)	6x0.79	4.74
Parrilla superior - Armado X	Longitud (m)	2x1.89	3.78
	Peso (kg)	2x1.68	3.36
Parrilla superior - Armado Y	Longitud (m)	6x0.89	5.34
	Peso (kg)	6x0.79	4.74
Totales	Longitud (m)	18.24	
	Peso (kg)	16.20	16.20

Referencia: (N11 - N12)		B 500 S, CN	Total
Nombre de armado		Ø12	
Total con mermas (10.00%)	Longitud (m)	20.06	
	Peso (kg)	17.82	17.82
Referencias: (N14 - N16) y (N18 - N20)		B 500 S, CN	Total
Nombre de armado		Ø12	
Parrilla inferior - Armado X	Longitud (m)	7x0.89	6.23
	Peso (kg)	7x0.79	5.53
Parrilla inferior - Armado Y	Longitud (m)	2x2.39	4.78
	Peso (kg)	2x2.12	4.24
Parrilla superior - Armado X	Longitud (m)	7x0.89	6.23
	Peso (kg)	7x0.79	5.53
Parrilla superior - Armado Y	Longitud (m)	2x2.39	4.78
	Peso (kg)	2x2.12	4.24
Totales	Longitud (m)	22.02	
	Peso (kg)	19.54	19.54
Total con mermas (10.00%)	Longitud (m)	24.22	
	Peso (kg)	21.49	21.49
Referencias: N83 y N85		B 500 S, CN	Total
Nombre de armado		Ø12	
Parrilla inferior - Armado X	Longitud (m)	3x0.79	2.37
	Peso (kg)	3x0.70	2.10
Parrilla inferior - Armado Y	Longitud (m)	3x0.79	2.37
	Peso (kg)	3x0.70	2.10
Totales	Longitud (m)	4.74	
	Peso (kg)	4.20	4.20
Total con mermas (10.00%)	Longitud (m)	5.21	
	Peso (kg)	4.62	4.62

Resumen de medición (se incluyen mermas de acero)

Elemento	B 500 S, CN (kg)	Hormigón (m³)	
	Ø12	HA-25, Control Estadístico	Limpieza
Referencia: (N9 - N10)	12.49	0.36	0.12
Referencia: (N11 - N12)	17.82	0.36	0.12
Referencias: (N14 - N16) y (N18 - N20)	2x21.49	2x0.46	2x0.15
Referencias: N83 y N85	2x4.62	2x0.11	2x0.04
Totales	82.53	1.85	0.62

6.3.3 Comprobación

Referencia: (N9 - N10)		
Dimensiones: 170 x 70 x 30		
Armados: Xi:Ø12c/20 Yi:Ø12c/20		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 0.2 MPa Calculado: 0.0462051 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 0.249959 MPa Calculado: 0.0963342 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 0.249959 MPa Calculado: 0.0963342 MPa	Cumple

Referencia: (N9 - N10)		
Dimensiones: 170 x 70 x 30		
Armados: Xi:Ø12c/20 Yi:Ø12c/20		
Comprobación	Valores	Estado
Vuelco de la zapata: <i>Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.</i>		
- En dirección X:	Reserva seguridad: 44.1 %	Cumple
- En dirección Y:	Reserva seguridad: 2883.4 %	Cumple
Flexión en la zapata:		
- En dirección X:	Momento: 4.60 kN·m	Cumple
- En dirección Y:	Momento: 2.58 kN·m	Cumple
Cortante en la zapata:		
- En dirección X:	Cortante: 5.10 kN	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 1.47 kN	Cumple
Compresión oblicua en la zapata:		
- Situaciones persistentes: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>	Máximo: 5000 kN/m ² Calculado: 274.4 kN/m ²	Cumple
Canto mínimo: <i>Artículo 59.8.1 de la norma EHE-98</i>	Mínimo: 25 cm Calculado: 30 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación:	Mínimo: 0 cm	
- N9:	Calculado: 23 cm	Cumple
- N10:	Calculado: 23 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>	Mínimo: 0.0018	
- En dirección X:	Calculado: 0.0019	Cumple
- En dirección Y:	Calculado: 0.0019	Cumple
Cuantía mínima necesaria por flexión: <i>Artículo 42.3.2 de la norma EHE-98</i>	Calculado: 0.0019	
- Armado inferior dirección X:	Mínimo: 0.0005	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Mínimo: 0.0001	Cumple
Diámetro mínimo de las barras: <i>Recomendación del Artículo 59.8.2 (norma EHE-98)</i>	Mínimo: 12 mm Calculado: 12 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: <i>Artículo 59.8.2 de la norma EHE-98</i>	Máximo: 30 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 20 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: <i>Criterio de CYPE Ingenieros, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítulo 3.16</i>	Mínimo: 10 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 20 cm	Cumple

Referencia: (N9 - N10)		
Dimensiones: 170 x 70 x 30		
Armados: Xi:Ø12c/20 Yi:Ø12c/20		
Comprobación	Valores	Estado
<p>Longitud de anclaje:</p> <p><i>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991</i></p> <p>- Armado inf. dirección X hacia der:</p> <p>- Armado inf. dirección X hacia izq:</p> <p>- Armado inf. dirección Y hacia arriba:</p> <p>- Armado inf. dirección Y hacia abajo:</p>	<p>Mínimo: 15 cm Calculado: 70 cm</p> <p>Mínimo: 24 cm Calculado: 27 cm</p> <p>Mínimo: 15 cm Calculado: 15 cm</p> <p>Mínimo: 15 cm Calculado: 15 cm</p>	<p>Cumple</p> <p>Cumple</p> <p>Cumple</p> <p>Cumple</p>
<p>Longitud mínima de las patillas:</p> <p>- Armado inf. dirección X hacia der:</p> <p>- Armado inf. dirección X hacia izq:</p> <p>- Armado inf. dirección Y hacia arriba:</p> <p>- Armado inf. dirección Y hacia abajo:</p>	<p>Mínimo: 12 cm Calculado: 15 cm</p> <p>Calculado: 15 cm</p> <p>Calculado: 15 cm</p> <p>Calculado: 15 cm</p>	<p>Cumple</p> <p>Cumple</p> <p>Cumple</p> <p>Cumple</p>
Se cumplen todas las comprobaciones		
Referencia: (N11 - N12)		
Dimensiones: 170 x 70 x 30		
Armados: Xi:Ø12c/30 Yi:Ø12c/30 Xs:Ø12c/30 Ys:Ø12c/30		
Comprobación	Valores	Estado
<p>Tensiones sobre el terreno:</p> <p><i>Criterio de CYPE Ingenieros</i></p> <p>- Tensión media en situaciones persistentes:</p> <p>- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:</p> <p>- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:</p>	<p>Máximo: 0.2 MPa Calculado: 0.0373761 MPa</p> <p>Máximo: 0.249959 MPa Calculado: 0.0640593 MPa</p> <p>Máximo: 0.249959 MPa Calculado: 0.0638631 MPa</p>	<p>Cumple</p> <p>Cumple</p> <p>Cumple</p>
<p>Vuelco de la zapata:</p> <p><i>Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.</i></p> <p>- En dirección X:</p> <p>- En dirección Y:</p>	<p>Reserva seguridad: 181.1 %</p> <p>Reserva seguridad: 3746.1 %</p>	<p>Cumple</p> <p>Cumple</p>
<p>Flexión en la zapata:</p> <p>- En dirección X:</p> <p>- En dirección Y:</p>	<p>Momento: 2.51 kN·m</p> <p>Momento: 3.56 kN·m</p>	<p>Cumple</p> <p>Cumple</p>
<p>Cortante en la zapata:</p> <p>- En dirección X:</p> <p>- En dirección Y:</p>	<p>Cortante: 7.36 kN</p> <p>Cortante: 1.96 kN</p>	<p>Cumple</p> <p>Cumple</p>

Referencia: (N11 - N12)		
Dimensiones: 170 x 70 x 30		
Armados: Xi:Ø12c/30 Yi:Ø12c/30 Xs:Ø12c/30 Ys:Ø12c/30		
Comprobación	Valores	Estado
Compresión oblicua en la zapata: - Situaciones persistentes: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>	Máximo: 5000 kN/m ² Calculado: 243.2 kN/m ²	Cumple
Canto mínimo: <i>Artículo 59.8.1 de la norma EHE-98</i>	Mínimo: 25 cm Calculado: 30 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación: - N11: - N12:	Mínimo: 0 cm Calculado: 23 cm Calculado: 23 cm	Cumple Cumple
Cuantía geométrica mínima: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>	Mínimo: 0.0018 Calculado: 0.0025 Calculado: 0.0025	Cumple Cumple
Cuantía mínima necesaria por flexión: <i>Artículo 42.3.2 de la norma EHE-98</i>	Calculado: 0.0013 Mínimo: 0.0003 Mínimo: 0.0002 Mínimo: 0.0002	Cumple Cumple Cumple
Diámetro mínimo de las barras: <i>Recomendación del Artículo 59.8.2 (norma EHE-98)</i>	Mínimo: 12 mm Calculado: 12 mm Calculado: 12 mm	Cumple Cumple
Separación máxima entre barras: <i>Artículo 59.8.2 de la norma EHE-98</i>	Máximo: 30 cm Calculado: 30 cm Calculado: 30 cm Calculado: 30 cm Calculado: 30 cm	Cumple Cumple Cumple Cumple
Separación mínima entre barras: <i>Criterio de CYPE Ingenieros, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítulo 3.16</i>	Mínimo: 10 cm Calculado: 30 cm Calculado: 30 cm Calculado: 30 cm Calculado: 30 cm	Cumple Cumple Cumple Cumple
Longitud de anclaje: <i>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991</i>	Mínimo: 24 cm Calculado: 27 cm Mínimo: 15 cm Calculado: 15 cm	Cumple Cumple

Referencia: (N11 - N12)		
Dimensiones: 170 x 70 x 30		
Armados: Xi:Ø12c/30 Yi:Ø12c/30 Xs:Ø12c/30 Ys:Ø12c/30		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 15 cm Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 15 cm Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Mínimo: 15 cm Calculado: 65 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Mínimo: 15 cm Calculado: 70 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 15 cm Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 15 cm Calculado: 15 cm	Cumple
Longitud mínima de las patillas:	Mínimo: 12 cm	
- Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 15 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Referencia: (N14 - N16)		
Dimensiones: 70 x 220 x 30		
Armados: Xi:Ø12c/30 Yi:Ø12c/30 Xs:Ø12c/30 Ys:Ø12c/30		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 0.2 MPa Calculado: 0.0526797 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 0.249959 MPa Calculado: 0.0671985 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 0.249959 MPa Calculado: 0.0694548 MPa	Cumple
Vuelco de la zapata: <i>Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.</i>		
- En dirección X:	Reserva seguridad: 15277.6 %	Cumple
- En dirección Y:	Reserva seguridad: 338.4 %	Cumple
Flexión en la zapata:		
- En dirección X:	Momento: 6.15 kN·m	Cumple
- En dirección Y:	Momento: -10.37 kN·m	Cumple

Referencia: (N14 - N16)		
Dimensiones: 70 x 220 x 30		
Armados: Xi:Ø12c/30 Yi:Ø12c/30 Xs:Ø12c/30 Ys:Ø12c/30		
Comprobación	Valores	Estado
Cortante en la zapata:		
- En dirección X:	Cortante: 3.34 kN	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 21.09 kN	Cumple
Compresión oblicua en la zapata:		
- Situaciones persistentes: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>	Máximo: 5000 kN/m ² Calculado: 354.1 kN/m ²	Cumple
Canto mínimo: <i>Artículo 59.8.1 de la norma EHE-98</i>	Mínimo: 25 cm Calculado: 30 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación:	Mínimo: 0 cm	
- N14:	Calculado: 23 cm	Cumple
- N16:	Calculado: 23 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>	Mínimo: 0.0018	
- En dirección X:	Calculado: 0.0025	Cumple
- En dirección Y:	Calculado: 0.0025	Cumple
Cuantía mínima necesaria por flexión: <i>Artículo 42.3.2 de la norma EHE-98</i>	Calculado: 0.0013	
- Armado inferior dirección X:	Mínimo: 0.0002	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Mínimo: 0.0003	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Mínimo: 0.0009	Cumple
Diámetro mínimo de las barras: <i>Recomendación del Artículo 59.8.2 (norma EHE-98)</i>	Mínimo: 12 mm	
- Parrilla inferior:	Calculado: 12 mm	Cumple
- Parrilla superior:	Calculado: 12 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: <i>Artículo 59.8.2 de la norma EHE-98</i>	Máximo: 30 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 30 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 30 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 30 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 30 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: <i>Criterio de CYPE Ingenieros, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítulo 3.16</i>	Mínimo: 10 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 30 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 30 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 30 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 30 cm	Cumple
Longitud de anclaje: <i>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991</i>		

Diseño de una instalación modular de carga de cisternas para transporte por carretera de ácido nítrico

Referencia: (N14 - N16)		
Dimensiones: 70 x 220 x 30		
Armados: Xi:Ø12c/30 Yi:Ø12c/30 Xs:Ø12c/30 Ys:Ø12c/30		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado inf. dirección X hacia der:	Mínimo: 15 cm Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Mínimo: 15 cm Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 15 cm Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 15 cm Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Mínimo: 15 cm Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Mínimo: 15 cm Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 21 cm Calculado: 95 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 21 cm Calculado: 95 cm	Cumple
Longitud mínima de las patillas:	Mínimo: 12 cm	
- Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 15 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Referencia: (N18 - N20)		
Dimensiones: 70 x 220 x 30		
Armados: Xi:Ø12c/30 Yi:Ø12c/30 Xs:Ø12c/30 Ys:Ø12c/30		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 0.2 MPa Calculado: 0.0488538 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 0.249959 MPa Calculado: 0.0506196 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 0.249959 MPa Calculado: 0.0516006 MPa	Cumple
Vuelco de la zapata: <i>Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.</i>		
- En dirección X:	Reserva seguridad: 4560.1 %	Cumple
- En dirección Y:	Reserva seguridad: 6780.4 %	Cumple

Referencia: (N18 - N20)		
Dimensiones: 70 x 220 x 30		
Armados: Xi:Ø12c/30 Yi:Ø12c/30 Xs:Ø12c/30 Ys:Ø12c/30		
Comprobación	Valores	Estado
Flexión en la zapata:		
- En dirección X:	Momento: 5.83 kN·m	Cumple
- En dirección Y:	Momento: -9.44 kN·m	Cumple
Cortante en la zapata:		
- En dirección X:	Cortante: 3.24 kN	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 18.15 kN	Cumple
Compresión oblicua en la zapata:		
- Situaciones persistentes: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>	Máximo: 5000 kN/m ² Calculado: 275.8 kN/m ²	Cumple
Canto mínimo: <i>Artículo 59.8.1 de la norma EHE-98</i>	Mínimo: 25 cm Calculado: 30 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación:	Mínimo: 0 cm	
- N18:	Calculado: 23 cm	Cumple
- N20:	Calculado: 23 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>	Mínimo: 0.0018	
- En dirección X:	Calculado: 0.0025	Cumple
- En dirección Y:	Calculado: 0.0025	Cumple
Cuantía mínima necesaria por flexión: <i>Artículo 42.3.2 de la norma EHE-98</i>	Calculado: 0.0013	
- Armado inferior dirección X:	Mínimo: 0.0002	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Mínimo: 0.0002	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Mínimo: 0.0008	Cumple
Diámetro mínimo de las barras: <i>Recomendación del Artículo 59.8.2 (norma EHE-98)</i>	Mínimo: 12 mm	
- Parrilla inferior:	Calculado: 12 mm	Cumple
- Parrilla superior:	Calculado: 12 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: <i>Artículo 59.8.2 de la norma EHE-98</i>	Máximo: 30 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 30 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 30 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 30 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 30 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: <i>Criterio de CYPE Ingenieros, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítulo 3.16</i>	Mínimo: 10 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 30 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 30 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 30 cm	Cumple

Diseño de una instalación modular de carga de cisternas para transporte por carretera de ácido nítrico

Referencia: (N18 - N20)		
Dimensiones: 70 x 220 x 30		
Armados: Xi:Ø12c/30 Yi:Ø12c/30 Xs:Ø12c/30 Ys:Ø12c/30		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 30 cm	Cumple
Longitud de anclaje: <i>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991</i>		
- Armado inf. dirección X hacia der:	Mínimo: 15 cm Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Mínimo: 15 cm Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 15 cm Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 15 cm Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Mínimo: 15 cm Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Mínimo: 15 cm Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 20 cm Calculado: 95 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 20 cm Calculado: 95 cm	Cumple
Longitud mínima de las patillas:	Mínimo: 12 cm	
- Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 15 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Referencia: N83		
Dimensiones: 60 x 60 x 30		
Armados: Xi:Ø12c/20 Yi:Ø12c/20		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 0.2 MPa Calculado: 0.0576828 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 0.249959 MPa Calculado: 0.0895653 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 0.249959 MPa Calculado: 0.0918216 MPa	Cumple

Referencia: N83		
Dimensiones: 60 x 60 x 30		
Armados: Xi:Ø12c/20 Yi:Ø12c/20		
Comprobación	Valores	Estado
Vuelco de la zapata: <i>Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.</i>		
- En dirección X:	Reserva seguridad: 522.5 %	Cumple
- En dirección Y:	Reserva seguridad: 1295.5 %	Cumple
Flexión en la zapata:		
- En dirección X:	Momento: 2.32 kN·m	Cumple
- En dirección Y:	Momento: 1.83 kN·m	Cumple
Cortante en la zapata:		
- En dirección X:	Cortante: 0.88 kN	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 0.69 kN	Cumple
Compresión oblicua en la zapata:		
- Situaciones persistentes: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>	Máximo: 5000 kN/m ² Calculado: 350.8 kN/m ²	Cumple
Canto mínimo: <i>Artículo 59.8.1 de la norma EHE-98</i>	Mínimo: 25 cm Calculado: 30 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación:		
- N83:	Mínimo: 0 cm Calculado: 23 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>	Mínimo: 0.0018	
- En dirección X:	Calculado: 0.0019	Cumple
- En dirección Y:	Calculado: 0.0019	Cumple
Cuantía mínima necesaria por flexión: <i>Artículo 42.3.2 de la norma EHE-98</i>	Calculado: 0.0019	
- Armado inferior dirección X:	Mínimo: 0.0003	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Mínimo: 0.0002	Cumple
Diámetro mínimo de las barras:		
- Parrilla inferior: <i>Recomendación del Artículo 59.8.2 (norma EHE-98)</i>	Mínimo: 12 mm Calculado: 12 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: <i>Artículo 59.8.2 de la norma EHE-98</i>	Máximo: 30 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 20 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: <i>Criterio de CYPE Ingenieros, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítulo 3.16</i>	Mínimo: 10 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 20 cm	Cumple

Referencia: N83		
Dimensiones: 60 x 60 x 30		
Armados: Xi:Ø12c/20 Yi:Ø12c/20		
Comprobación	Valores	Estado
<p>Longitud de anclaje:</p> <p><i>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991</i></p> <p>Mínimo: 15 cm</p>		
- Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 15 cm	Cumple
<p>Longitud mínima de las patillas:</p> <p>Mínimo: 12 cm</p>		
- Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 15 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Referencia: N85		
Dimensiones: 60 x 60 x 30		
Armados: Xi:Ø12c/20 Yi:Ø12c/20		
Comprobación	Valores	Estado
<p>Tensiones sobre el terreno:</p> <p><i>Criterio de CYPE Ingenieros</i></p>		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 0.2 MPa Calculado: 0.0569961 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 0.249959 MPa Calculado: 0.08829 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 0.249959 MPa Calculado: 0.0868185 MPa	Cumple
<p>Vuelco de la zapata:</p> <p><i>Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.</i></p>		
- En dirección X:	Reserva seguridad: 535.5 %	Cumple
- En dirección Y:	Reserva seguridad: 2312.8 %	Cumple
<p>Flexión en la zapata:</p>		
- En dirección X:	Momento: 2.28 kN·m	Cumple
- En dirección Y:	Momento: 1.82 kN·m	Cumple
<p>Cortante en la zapata:</p>		
- En dirección X:	Cortante: 0.88 kN	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 0.69 kN	Cumple
<p>Compresión oblicua en la zapata:</p>		
- Situaciones persistentes:	Máximo: 5000 kN/m ² Calculado: 345.5 kN/m ²	Cumple
<p>Canto mínimo:</p> <p><i>Artículo 59.8.1 de la norma EHE-98</i></p>	Mínimo: 25 cm Calculado: 30 cm	Cumple

Diseño de una instalación modular de carga de cisternas para transporte por carretera de ácido nítrico

Referencia: N85		
Dimensiones: 60 x 60 x 30		
Armados: Xi:Ø12c/20 Yi:Ø12c/20		
Comprobación	Valores	Estado
Espacio para anclar arranques en cimentación: - N85:	Mínimo: 0 cm Calculado: 23 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>	Mínimo: 0.0018	
- En dirección X:	Calculado: 0.0019	Cumple
- En dirección Y:	Calculado: 0.0019	Cumple
Cuantía mínima necesaria por flexión: <i>Artículo 42.3.2 de la norma EHE-98</i>	Calculado: 0.0019	
- Armado inferior dirección X:	Mínimo: 0.0003	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Mínimo: 0.0002	Cumple
Diámetro mínimo de las barras: - Parrilla inferior: <i>Recomendación del Artículo 59.8.2 (norma EHE-98)</i>	Mínimo: 12 mm Calculado: 12 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: <i>Artículo 59.8.2 de la norma EHE-98</i>	Máximo: 30 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 20 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: <i>Criterio de CYPE Ingenieros, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítulo 3.16</i>	Mínimo: 10 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 20 cm	Cumple
Longitud de anclaje: <i>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991</i>	Mínimo: 15 cm	
- Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 15 cm	Cumple
Longitud mínima de las patillas:	Mínimo: 12 cm	
- Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 15 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

6.4 Imágenes CYPE

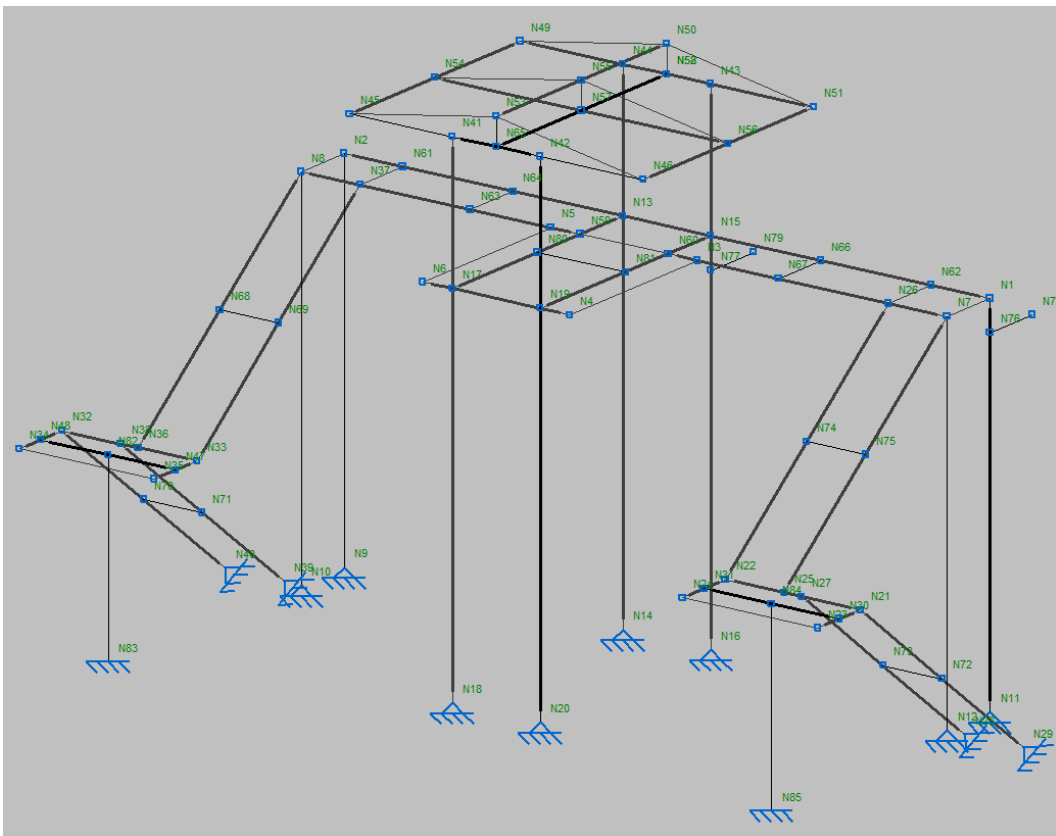


Figura 14. Enumeración nodos (CYPE)

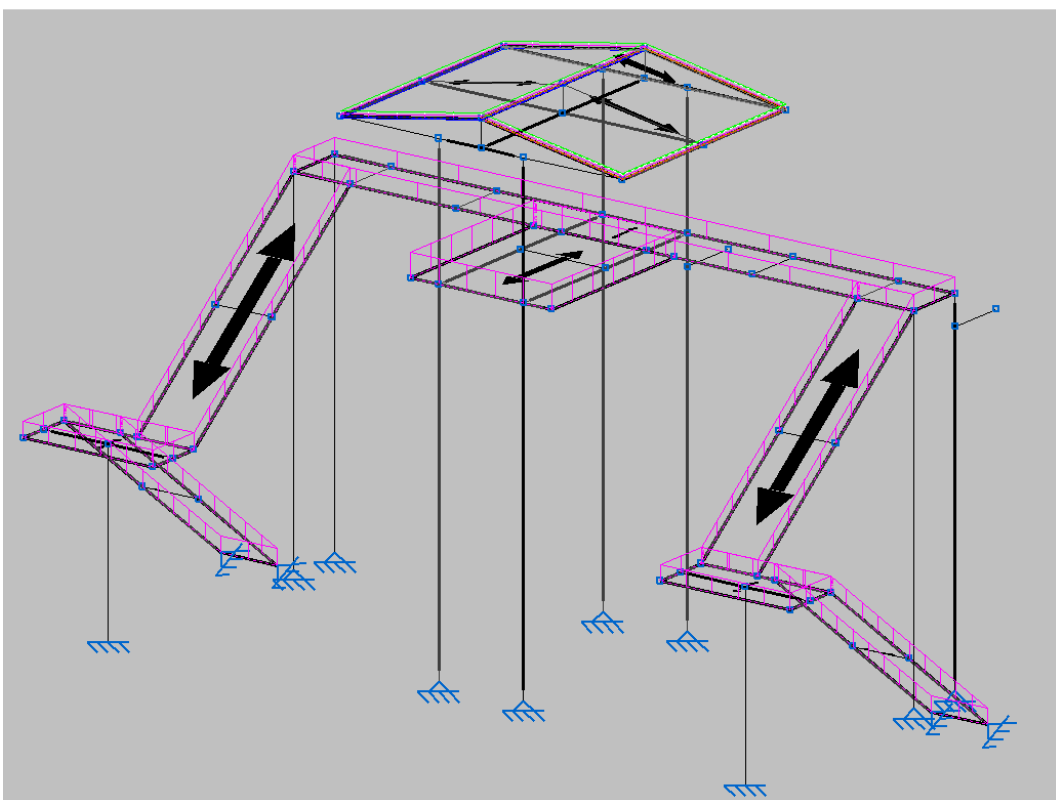


Figura 15. Cargas superficiales (CYPE)

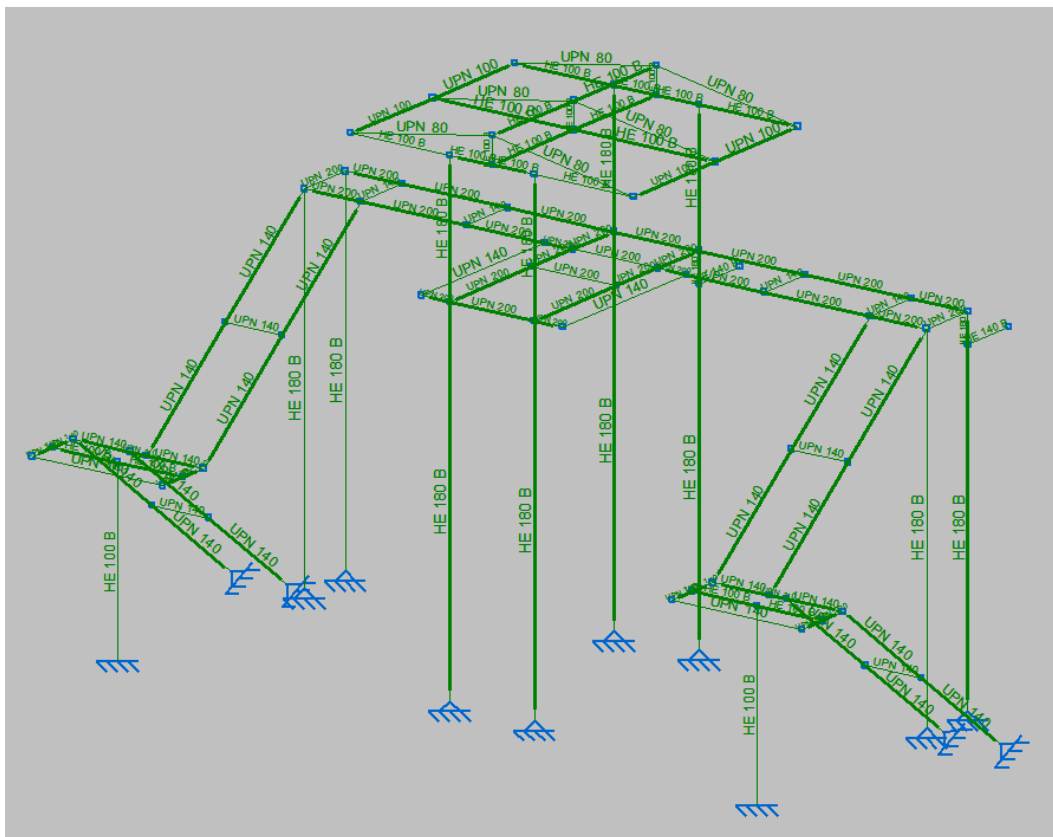


Figura 16. Comprobación resistencia de las barras (CYPE)

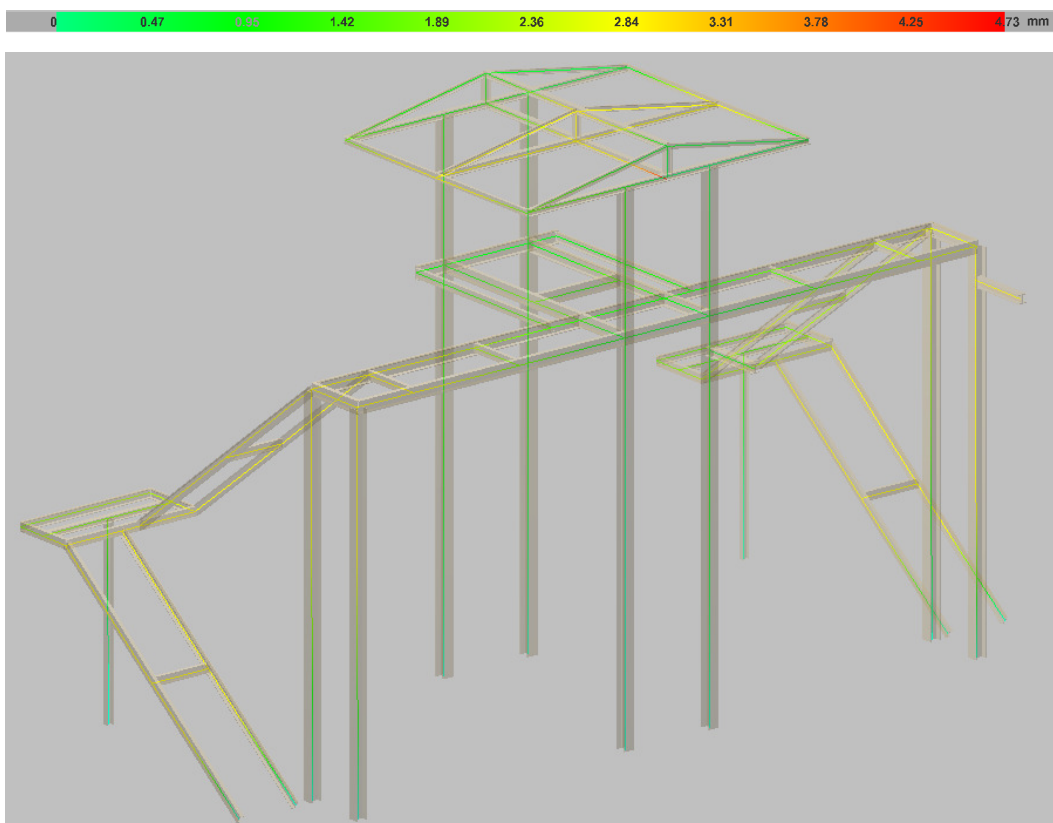


Figura 17. Desplazamientos considerando PP+CM (CYPE)

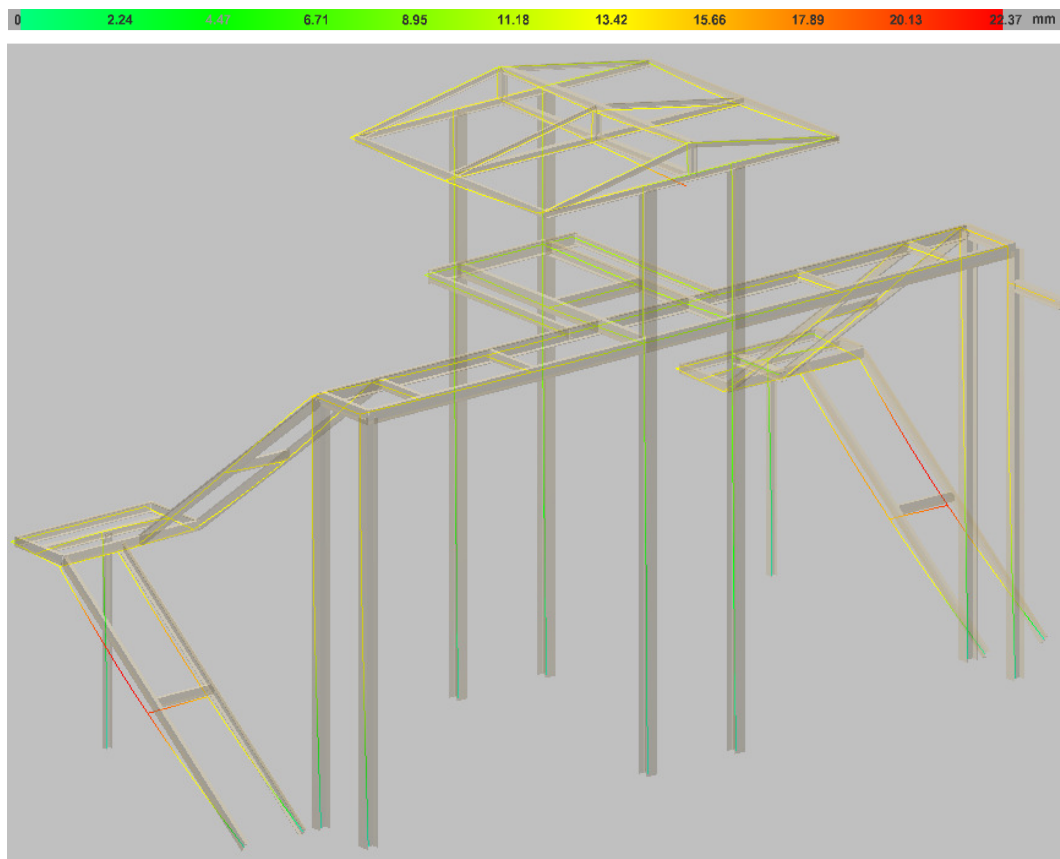


Figura 18. Desplazamientos considerando acciones permanentes y variables (CYPE)

7 Hoja de datos acero inoxidable DIN-14361



1.4361

ALLOY 1815

Brand name | Uranus S1®

Trade name | Alloy 1815

Standards	Material No.	EN Designation	UNS	Alloy
	1.4361	X1CrNiSi18-15-4	S30600	1815

Description | 1.4361 / Alloy 1815 is a chromium-nickel stainless steel with silicon content.

Special properties | Stability in hot, concentrated nitric and sulfuric acid.

Chemical Composition	C %	Si ≤ %	Mn ≤ %	P ≤ %	S ≤ %
	≤ 0.015	3.70-4.50	2.00	0.025	0.01
	Cr %	Mo %	Ni %	N %	
	16.5-18.5	≤ 0.20	14.0-16.0	≤ 0.11	

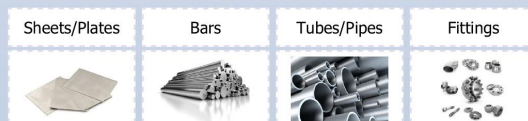
Mechanical Properties 20°C	Hardness HB 30 ≤ HB	0.2% Yield strength R _{0.2} ≥ N/mm ²	Tensile strength R _m N/mm ²	Elongation A ₅ ≥ %	Modulus of elasticity kN/mm ²
	230	210	530-730	40/30	200

Physical Properties 20°C	Density g/cm ³	Specific heat capacity J/kg K	Thermal conductivity W/m K	Electrical resistivity Ω mm ² /m
	7.7	470	14	0.75

Suitable welding
filler materials | 1.4361

Application | Chemical industry with high-concentrated acid sulphur

Available forms for 1.4361
/ ALLOY 1815



© Metalcor GmbH | Heidhauser Str. 89a | D-45239 Essen | Germany

Tel. +49 (201) 310 77 52 | Fax +49 (201) 310 77 47 | info@metalcor.de | www.metalcor.de

All data is without guarantee for correctness/completeness and serves only for consultation. The data sheets do not constitute a legal contract.
A liability for any data as well as the result in processing and application is excluded.

8 Especificación técnica del producto

8.1 Ácido Nítrico débil (65%)

MAXAM

EPFCHEM-032

Rev. 01/15

ESPECIFICACIÓN TÉCNICA DE PRODUCTO

Technical product specification-Nitric Acid

ÁCIDO NÍTRICO DÉBIL 50-69%
WEAK NITRIC ACID 50-69%

CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS <i>Physical and chemical properties</i>	UNIDAD DE MEDIDA <i>Measures Units</i>	VALOR NOMINAL <i>Nominal Value</i>	TOLERANCIAS <i>Tolerances</i>		MÉTODO DE ENSAYO <i>Analytical Methods</i>
			MÁX.	MIN.	
Aspecto <i>Appearance</i>		Líquido ligeramente amarillo y transparente <i>Colourless to yellow and transparent liquid</i>			Visual
Riqueza <i>Richness</i>	%	65	+0,5	-0,5	LA.TG.304
NO ₂	ppm		25		LA.TG.306
Hierro <i>Iron</i>	ppm		20		LA.TG.308
Densidad (a 20°C) <i>Density (up to 20°C)</i>	g/l	1,391	1,393	1,388	LA.TG.304

SEGURIDAD *Safety*

Almacenar en tanques de acero inoxidable AISI 304L. El suelo de alrededor del tanque debe ser de cemento (preferiblemente con protección antiácida) para poder recoger los posibles derrames, así como disponer de medios adecuados para la neutralización de los mismos. Manipular en lugares abiertos y ventilados, lejos de materiales combustibles y/o fácilmente oxidables. Para una información más completa consúltese "HOJA DE DATOS DE SEGURIDAD DEL PRODUCTO".

Storage: To be stored in stain steel tanks AISI 304L. In order to collect any possible spill, surface around the tank must be covered with cement (anti acid protection preferable). Necessary elements for neutralization in case of spillage shall be available.

Handling: To be handle in an open and ventilated area, far from combustible material and material tending to oxidize. For further information see "SAFETY DATA SHEET".

OTRA INFORMACIÓN *Other information*

8.2 Ácido Nítrico fuerte (98,5%)



EPFCHEM-031

Rev. 01/15

ESPECIFICACIÓN TÉCNICA DE PRODUCTO

Technical product specification-Nitric Acid

ÁCIDO NÍTRICO FUERTE 98,5%
STRONG NITRIC ACID 98.5%

CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS <i>Physical and chemical properties</i>	UNIDAD DE MEDIDA <i>Measures Units</i>	VALOR NOMINAL <i>Nominal Value</i>	TOLERANCIAS <i>Tolerances</i>		MÉTODO DE ENSAYO <i>Analytical Methods</i>
			MÁX.	MIN.	
Aspecto <i>Appearance</i>	Líquido ligeramente amarillo y transparente <i>Colourless to yellow and transparent liquid</i>				Visual
Riqueza <i>Richness</i>	%	98,5	+1	-0	LA.TG.304
NO ₂	%		0,2		LA.TG.306
Hierro <i>Iron</i>	ppm		20		LA.TG.308
Densidad (a 20°C) <i>Density (up to 20°C)</i>	g/l	1,503	1,509	1,499	LA.TG.304

SEGURIDAD

Safety

Almacenar en tanques de aluminio o acero inoxidable (según DIN 14361). El suelo de alrededor del tanque debe ser de cemento (preferiblemente con protección antiácida) para poder recoger los posibles derrames, así como disponer de medios adecuados para la neutralización de los mismos. Manipular en lugares abiertos y ventilados, lejos de materiales combustibles y/o fácilmente oxidables. Para una información más completa consúltese "HOJA DE DATOS DE SEGURIDAD DEL PRODUCTO".

Storage: To be stored in aluminium or stain Steel tanks (according to DIN 14361). In order to collect any possible spill, surface around the tank must be covered with cement (anti acid protection preferable). Necessary elements for neutralization in case of spillage shall be available.

Handling: To be handle in an open and ventilated area, far from combustible material and material tending to oxidize. For further information see "SAFETY DATA SHEET".

OTRA INFORMACIÓN

Other information

9 Cálculos justificativos para valoración económica

Tal y como se indica en los requisitos de diseño (ver memoria apartado 5.6 “Tiempos de llenado”), la dirección de empresa planteó como objetivo reducir los tiempos en los siguientes trabajos:

Tabla 8. Relación entre tareas y tiempo de duración. Valores actuales y objetivos marcados

Tiempo	Actual	Objetivo
Tiempo entrada camión	5 min	3 min
Tiempo de conexión de líneas a cisterna	15 min	10 min
Tiempo llenado cisterna	30 min	20 min
Tiempo de desconexión de líneas a cisterna	10 min	5 min
Tiempo salida camión	5 min	2 min
TOTAL	65 min	40 min

La reducción del tiempo de carga de cisterna, que incluye todas las tareas enumeradas anteriormente, en 25 minutos, implica un 62% más de capacidad de carga manteniendo el mismo horario de trabajo y el mismo personal de logística.

$$\frac{t_{actual}}{t_{objetivo}} = \frac{65 \text{ min}}{40 \text{ min}} = 1,625 = 62,5\%$$

Considerando que una jornada laboral equivale a 8 horas diarias (480 min/día), se llega a la conclusión de que con el sistema actual se logra el llenado de 7 cisternas diarias, mientras que si se aplicaran las mejoras, aumentaría a 12 cisternas diarias.

Sistema actual:

$$\frac{480 \text{ min}}{65 \text{ min}} = 7,40 \Rightarrow 7 \text{ cisternas/diarias}$$

Sistema nuevo:

$$\frac{480 \text{ min}}{40 \text{ min}} = 12 \Rightarrow 12 \text{ cisternas/diarias}$$

Los beneficios por la implementación de las mejoras pueden analizarse en relación a la optimización del tiempo de trabajo del operador y en relación al ahorro de energía producido por las bombas.

9.1 Beneficios en relación a la optimización del tiempo de trabajo del personal

Según datos facilitados por la empresa, el coste anual de un operario es de 50.000 € y trabaja un total de 1.720 horas/año. De aquí se extrae que el operador cobra 29 euros la hora.

$$\frac{50.000 \text{ €/año}}{1.720 \text{ h/año}} = 29,07 \Rightarrow 29 \text{ €/h}$$

Para un operador la jornada laboral es de 8 horas, que equivale a cargar 7 cisternas al día con el sistema actual y 12 con el nuevo sistema.

Con los valores mencionados anteriormente, se procederá a realizar una serie de cálculos con el objetivo de determinar el coste que conlleva para la empresa el tiempo de llenado de una cisterna en relación al coste del trabajador.

Por supuesto, los cálculos se realizan teniendo en cuenta el coste y las ganancias que se generan para la empresa.

- Coste jornada de 1 operador

$$8 \text{ h} \cdot 29 \text{ €/h} = 232 \text{ €/jornada}$$

- Cisternas llenas durante una jornada (8 horas)

$$\text{Sistema actual} \Rightarrow \frac{480 \text{ min}}{65 \text{ min}} = 7,40 \Rightarrow 7 \text{ cisternas/jornada}$$

$$\text{Sistema nuevo} \Rightarrow \frac{480 \text{ min}}{40 \text{ min}} = 12,00 \Rightarrow 12 \text{ cisternas/jornada}$$

- Coste tiempo de un operador en relación al llenado de una cisterna

$$\text{Sistema actual} \Rightarrow \frac{232 \text{ €/jornada}}{7 \text{ cisternas/jornada}} = 33,14 \text{ €/cisterna}$$

$$\text{Sistema nuevo} \Rightarrow \frac{232 \text{ €/jornada}}{12 \text{ cisternas/jornada}} = 19,33 \text{ €/cisterna}$$

- Ahorros producidos por la implementación del nuevo sistema en relación al coste de un operario para realizar el llenado de una cisterna

$$\text{Ahorro} = 33,14 \text{ €/cisterna} - 19,33 \text{ €/cisterna} = 13,81 \text{ €/cisterna}$$

A su vez, puede obtenerse el ahorro que se produciría por tonelada de producto mediante la siguiente relación:

$$V_{\text{cisterna}} \cdot \rho_{\text{ácido nítrico}} = 30.260 \text{ kg de HNO}_3$$

$$V_{\text{cisterna}} = 20 \text{ m}^3$$

$$\rho_{\text{ácido nítrico}} = 1513 \text{ kg/m}^3$$

$$\frac{13,81 \text{ €/cisterna}}{30,26 \text{ } t_{\text{HNO}_3}/\text{cisterna}} = 0,46 \text{ €/}t_{\text{HNO}_3}$$

A continuación se observa una tabla a modo resumen de los cálculos realizados con anterioridad.

Tabla 9. Tabla resumen beneficios por optimización del tiempo de trabajo del personal

Jornada 8 horas/1 línea de carga			
VARIABLE	SISTEMA ACTUAL	SISTEMA NUEVO	DIFERENCIA
Cisternas/jornada	7	12	5
€/cisterna	33,14	19,33	13,81

Teniendo en cuenta el ahorro por tonelada de producto y considerando que la línea de carga funciona al 100% de su capacidad durante todo el año, se obtendrían los siguientes beneficios anuales en relación a la optimización del tiempo de trabajo del personal:

$$12 \text{ cisternas/día} \cdot 249 \text{ días/año} \cdot 30,26 \text{ } t_{\text{HNO}_3}/\text{cisterna} \cdot 0,46 \text{ €/}t_{\text{HNO}_3} = 41.591,76 \text{ €/año}$$

9.2 Beneficios en relación al ahorro energético

Considerando la cantidad de cisternas que pueden ser llenadas al día con el sistema actual y con el sistema propuesto se procederá al cálculo de la energía eléctrica gastada por el motor de la bomba.

Antes que nada, cabe destacar que durante el proceso de llenado de las cisternas únicamente funciona una bomba por línea de carga (HNO_3 fuerte y HNO_3 débil), ya que la otra realiza la función de reserva en caso de fallo o mantenimiento de la principal. Así, el tiempo de funcionamiento de la bomba al día, en situación normal y de acuerdo a los tiempos de llenado de cisterna expuestos con anterioridad, es el siguiente:

Tabla 10. Determinación del tiempo de funcionamiento de una bomba por jornada

Jornada 8 horas/1 línea de carga		
VARIABLE	SISTEMA ACTUAL	SISTEMA NUEVO
Cisternas llenas por jornada (ud)	7	12
Tiempo funcionamiento bomba por cisterna (min)	30	20
Tiempo funcionamiento bomba por jornada (min)	210	240

Al realizar la implementación del nuevo sistema, las bombas pasarían a tener un tiempo de funcionamiento por jornada superior debido a que habría una gran reducción de tiempos muertos entre los inicios de carga de cisterna.

Tabla 11. Determinación de kW gastados por una bomba en una jornada

Jornada 8 horas /1 línea de carga		
VARIABLE	SISTEMA ACTUAL	SISTEMA NUEVO
Tiempo funcionamiento bomba por jornada (h)	3,50	4,00
Consumo bomba (kWh)	6,70	3,65
kW/jornada	23,45	14,60

Aplicando las mejoras al sistema se consigue hasta un 60% de ahorro en energía por línea de carga.

Económicamente, los beneficios son:

Tabla 12. Determinación beneficios anuales por ahorros energéticos

Jornada 8 horas / 1 línea de carga		
VARIABLE	SISTEMA ACTUAL	SISTEMA NUEVO
kW/jornada	23,45	14,60
kW/año (249 días laborales)	5.839,05	3.635,4
€/año (Precio 0,116 €/kWh)	677,33	421,71

El ahorro energético del nuevo sistema produce un beneficio económico de 255,62 €/año, aún llenando 1.245 cisternas más que con el sistema actual y considerando el mismo intervalo de tiempo con condiciones normales de funcionamiento para ambos.

Estudiante
Jorge Martín Domosbian Engler

**Diseño de una instalación modular de carga de cisternas
para transporte por carretera de ácido nítrico**

Documento 3:

PLANOS

Trabajo Fin de Master
dirigido por la Dra. Silvia De La Flor López

Master en Ingeniería Industrial



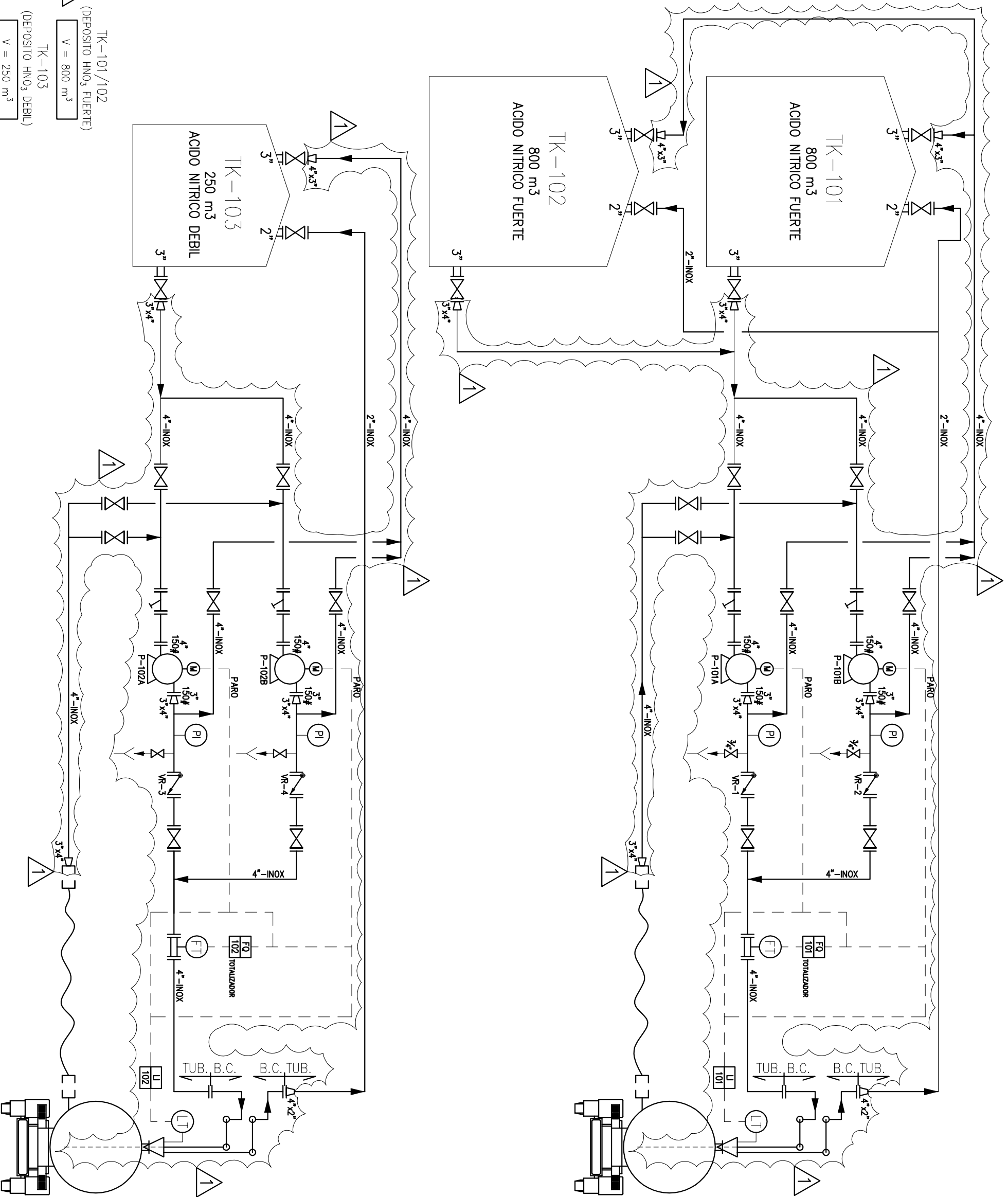
UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI

Tarragona

2017

Índice

1	PLANO 1: Piping & Instrumentation Diagram. Carga de cisternas (REV.0).....	2
2	PLANO 1: Piping & Instrumentation Diagram. Carga de cisternas (REV.1).....	3



P-101A/B
P-102A/B
(BOMBA CENTRIFUGA)

Q = 60 m³/h
Pomp (OPER.) = atm
Pimp (OPER.) = 1.23 bar
T (OPER.) = omb
P = 3.65 kW

TK-101/102
(DEPOSITO HNO₃ FUERTE)

V = 800 m³

TK-103
(DEPOSITO HNO₃ DEBIL)

V = 250 m³

1	MODIFICADO SEGUN SE INDICA	18/07/17	JDE	SBFL	REALIZADO	JDE	19/07/17	UNIDAD	100	CONTRATISTA	PIPING & INSTRUMENTATION DIAGRAM CARGA DE CISTERNAS	URV Universitat Rovira i Virgili
0	AS BURT	18/07/17	JDE	SBFL	CONPROBADO					PROYECTO		ANEXO 100
REV.	DESCRIPCION	FECHA	REALIZ.	APROB.	APROBADO	SBFL	ESCALA	S/E				PLANO 1

Estudiante
Jorge Martín Domosbian Engler

**Diseño de una instalación modular de carga de cisternas
para transporte por carretera de ácido nítrico**

Documento 4:

MEDICIONES Y PRESUPUESTO

Trabajo Fin de Master
dirigido por la Dra. Silvia De La Flor López

Master en Ingeniería Industrial



UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI

Tarragona

2017

Índice

1	Mediciones.....	1
1.1	Material y montaje tuberías.....	1
1.2	Plataforma.....	3
1.3	Equipos e instrumentación	4
2	Presupuesto	5
2.1	Justificación de precios	5
2.1.1	Material y montaje tuberías	5
2.1.2	Plataforma	9
2.1.3	Equipos e instrumentación.....	11
2.2	Presupuesto parcial	12
2.2.1	Materiales y montaje tuberías	12
2.2.2	Plataforma	14
2.2.3	Equipos e instrumentación.....	15
2.3	Presupuesto general.....	16

1 Mediciones

1.1 Material y montaje tuberías

Nº de orden	U.M.	Definición	Medición
1.01	m	Tubería Ø 4", Sch. STD, material DIN-1.4361	59
1.02	u	Codo 90° radio largo extremos biselados para soldar, Ø 4", Sch. STD, material DIN-1.4361	12
1.03	u	Te con extremos biselados para soldar, Ø 4", Sch. STD, material DIN-1.4361	9
1.04	u	Válvula compuerta con bridas, Ø 4", 150#, material cuerpo DIN-1.4361	8
1.05	u	Válvula retención con bridas, Ø 4", 150#, tipo obturador clapeta, material cuerpo DIN-1.4361	2
1.06	u	Filtro en "Y" bridado, Ø 4", 150#, material cuerpo DIN-1.4361	2
1.07	u	Brida WN, Ø 4", 150#, Sch. STD, cara RF, material DIN-1.4361	30
1.08	u	Brida WN, Ø 3", 150#, Sch. STD, cara RF, material DIN-1.4361	6
1.09	m	Tubería Ø 2", Sch. STD, material DIN-1.4361	52
1.10	u	Codo 90° radio largo extremos biselados para soldar, Ø 2", Sch. STD, material DIN-1.4361	7
1.11	u	Te con extremos biselados para soldar, Ø 2", Sch. STD, material DIN-1.4361	1
1.12	u	Brida WN, Ø 2", 150#, Sch. STD, cara RF, material DIN-1.4361	2
1.13	PA	Tubería menor, incluye reducciones, accesorios y valvulería. Material DIN-1.4361	1
1.14	m	Tubería Ø 4", Sch. STD, material AISI 304L	45
1.15	u	Codo 90° radio largo extremos biselados para soldar, Ø 4", Sch. STD, material AISI 304L	8
1.16	u	Te con extremos biselados para soldar, Ø 4", Sch. STD, material AISI 304L	8

1.17	u	Válvula compuerta con bridas, Ø 4", 150#, material cuerpo AISI 304L	8
1.18	u	Válvula retención con bridas, Ø 4", 150#, tipo obturador clapeta, material cuerpo AISI 304L	2
1.19	u	Filtro en "Y" bridado, Ø 4", 150#, material cuerpo AISI 304L	2
1.20	u	Brida WN, Ø 4", 150#, Sch. STD, cara RF, material AISI 304L	28
1.21	u	Brida WN, Ø 3", 150#, Sch. STD, cara RF, material AISI 304L	4
1.22	m	Tubería Ø 2", Sch. STD, material AISI 304L	40
1.23	u	Codo 90° radio largo extremos biselados para soldar, Ø 2", Sch. STD, material AISI 304L	5
1.24	u	Brida WN, Ø 2", 150#, Sch. STD, cara RF, material AISI 304L	2
1.25	PA	Tubería menor, incluye reducciones, accesorios y valvulería. Material AISI 304L	1
1.26	u	Venteos y drenajes acero inoxidable DIN-1.4361. Prefabricado, montaje y prueba	10
1.27	u	Venteos y drenajes acero inoxidable AISI 304L. Prefabricado, montaje y prueba	5
1.28	kg	Prefabricado, montaje, pruebas y lavado de tuberías y/o accesorios de acero inoxidable. Para tubería de Ø nominal 2"	522,91
1.29	kg	Prefabricado, montaje, pruebas y lavado de tuberías y/o accesorios de acero inoxidable. Para tubería de Ø nominal 4"	2322,24
1.30	kg	Montaje de elementos bridados de acero al carbono, aleado e inoxidable. Para elementos de Ø nominal 4"	1024
1.31	kg	Montaje de equipos hasta 0,5 Tm (bombas previamente acopladas a motores)	600

1.2 Plataforma

Nº de orden	U.M.	Definición	Medición
2.01	kg	Perfiles en acero S275JR para estructuras/plataformas. Se incluye suministro, transporte, fabricación y montaje	5885,7
2.02	kg	Barandilla metálica. Pasamanos tubo 1 ¼" Sch.40, Rodapié pletina de 150x6. Fijación a estructura mediante perfiles L-80x8. Se incluye suministro, transporte, fabricación y montaje	1134
2.03	m2	Rejilla galvanizada tipo TRAMEX 30x30x30x3. Se incluye suministro, prefabricado y montaje	25
2.04	u	Peldaños, rejilla galvanizada tipo TRAMEX 30x30x30x3. Se incluye suministro, prefabricado y montaje	60
2.05	m3	Excavación con máquina en zanja hasta 1,5 m de profundidad	2
2.06	m3	Suministro de hormigón de 250 kg/cm2. Se incluye vertido, vibrado y nivelado	1,85
2.07	m3	Suministro de hormigón de limpieza de 200 kg/cm2. Se incluye vertido y nivelado	0,62
2.08	kg	Suministro y colocación de ferralla de acero corrugado tipo B-500S	82,53
2.09	m2	Encofrado y desencofrado. Se incluye parte proporcional de medios auxiliares, berenjenos, tablonos, maderas, etc.	7,8
2.10	m2	Suministro, prefabricado y montaje de chapa grecada prelacada y galvanizada de 0.7 mm de espesor	20
2.11	m2	Suministro y aplicación de pintura según especificaciones del cliente	200

1.3 Equipos e instrumentación

Nº de orden	U.M.	Definición	Medición
3.01	u	Bomba centrífuga horizontal, TRUFO TNP436 Incluye motor 4 kW	4
3.02	u	Brazo de carga superior paralelo con sonda de nivel, MARLIA modelo 2619, para línea de carga de HNO ₃ fuerte. Material DIN-14361 y juntas de PTFE con carga de grafito	1
3.03	u	Brazo de carga superior paralelo con sonda de nivel, MARLIA modelo 2619, para línea de carga de HNO ₃ débil. Material AISI 304L y juntas de PTFE con carga de grafito	1
3.04	u	Escalera abatible accionamiento neumático (5 peldaños), WLS modelo 5T. Incluye pasamanos de seguridad, sistema de bloqueo automático en posición no operativa, escalones galvanizados antideslizantes y jaula de seguridad.	2
3.05	u	Manómetro con separador de membrana en acero inoxidable AISI 316. Diámetro caja= 100 mm; Rango de presión= 0-6 bar; Conexión a instalación= 1/2" BSP; Tipo de conexión= Macho; s/líquido antivibratorio; c/certificado de calibrado	4

2 Presupuesto

2.1 Justificación de precios

2.1.1 Material y montaje tuberías

Nº de orden	U.M.	Definición	Precio en letra	Precio (€)
1.01	m	Tubería Ø 4", Sch. STD, material DIN-1.4361	Quinientos noventa y nueve con ochenta y cinco céntimos	599,85
1.02	u	Codo 90º radio largo extremos biselados para soldar, Ø 4", Sch. STD, material DIN-1.4361	Trecientos euros con cinco céntimos	300,05
1.03	u	Te con extremos biselados para soldar, Ø 4", Sch. STD, material DIN-1.4361	Mil seicientos treinta y seis euros con veinte céntimos	1636,20
1.04	u	Válvula compuerta con bridas, Ø 4", 150#, material cuerpo DIN-1.4361	Quince mil cuatrocientos euros con ocho céntimos	15400,08
1.05	u	Válvula retención con bridas, Ø 4", 150#, tipo obturador clapeta, material cuerpo DIN-1.4361	Nueve mil novecientos setenta euros con once céntimos	9970,11
1.06	u	Filtro en "Y" bridado, Ø 4", 150#, material cuerpo DIN-1.4361	Doce mil seicientos ochenta euros con cincuenta y nueve céntimos	12680,59
1.07	u	Brida WN, Ø 4", 150#, Sch. STD, cara RF, material DIN-1.4361	Setecientos cincuenta y	759,78

			nueve con setenta y ocho céntimos	
1.08	u	Brida WN, Ø 3", 150#, Sch. STD, cara RF, material DIN-1.4361	Quinientos treinta y cuatro euros con ochenta y siete céntimos	534,87
1.09	m	Tubería Ø 2", Sch. STD, material DIN-1.4361	Docientos doce euros con ochenta y cinco céntimos	212,85
1.10	u	Codo 90º radio largo extremos biselados para soldar, Ø 2", Sch. STD, material DIN-1.4361	Ochenta y nueve euros con cincuenta y cinco céntimos	89,55
1.11	u	Te con extremos biselados para soldar, Ø 2", Sch. STD, material DIN-1.4361	Trecientos cuarenta y dos euros con noventa céntimos	342,90
1.12	u	Brida WN, Ø 2", 150#, Sch. STD, cara RF, material DIN-1.4361	Trecientos setenta euros con cuarenta y cuatro céntimos	370,44
1.13	PA	Tubería menor, incluye reducciones, accesorios y valvulería. Material DIN-1.4361	Quince mil euros	15000,00
1.14	m	Tubería Ø 4", Sch. STD, material AISI 304L	Setenta y nueve euros con noventa y ocho céntimos	79,98
1.15	u	Codo 90º radio largo extremos biselados para soldar, Ø 4", Sch. STD, material AISI 304L	Cuarenta euros con dos céntimos	40,02

1.16	u	Te con extremos biselados para soldar, Ø 4", Sch. STD, material AISI 304L	Doscientos dieciocho euros con dieciseis céntimos	218,16
1.17	u	Válvula compuerta con bridas, Ø 4", 150#, material cuerpo AISI 304L	Mil veintiséis euros con setenta y dos céntimos	1026,72
1.18	u	Válvula retención con bridas, Ø 4", 150#, tipo obturador clapeta, material cuerpo AISI 304L	Seiscientos sesenta y cuatro euros con setenta y cuatro céntimos	664,74
1.19	u	Filtro en "Y" bridado, Ø 4", 150#, material cuerpo AISI 304L	Ochocientos cuarenta y cinco euros con setenta y tres céntimos	845,73
1.20	u	Brida WN, Ø 4", 150#, Sch. STD, cara RF, material AISI 304L	Setenta y dos euros con treinta y seis céntimos	72,36
1.21	u	Brida WN, Ø 3", 150#, Sch. STD, cara RF, material AISI 304L	Cincuenta euros con noventa y cuatro céntimos	50,94
1.22	m	Tubería Ø 2", Sch. STD, material AISI 304L	Veintiocho euros con treinta y ocho céntimos	28,38
1.23	u	Codo 90° radio largo extremos biselados para soldar, Ø 2", Sch. STD, material AISI 304L	Once euros con noventa y cuatro céntimos	11,94
1.24	u	Brida WN, Ø 2", 150#, Sch. STD, cara RF, material AISI 304L	Trenta y cinco euros con	35,28

			veintiocho céntimos	
1.25	PA	Tubería menor, incluye reducciones, accesorios y valvulería. Material AISI 304L	Cinco mil cuatrocientos euros	5400
1.26	u	Venteos y drenajes acero inoxidable DIN-1.4361. Prefabricado, montaje y prueba	Trescientos cuarenta y un euros con noventa y un céntimos	341,91
1.27	u	Venteos y drenajes acero inoxidable AISI 304L. Prefabricado, montaje y prueba	Doscientos veintisiete con noventa y cuatro céntimos	227,94
1.28	kg	Prefabricado, montaje, pruebas y lavado de tuberías y/o accesorios de acero inoxidable. Para tubería de Ø nominal 2"	Trece euros con cincuenta y dos céntimos	13,52
1.29	kg	Prefabricado, montaje, pruebas y lavado de tuberías y/o accesorios de acero inoxidable. Para tubería de Ø nominal 4"	Ocho euros con setenta céntimos	8,70
1.30	kg	Montaje de elementos bridados de acero al carbono, aleado e inoxidable. Para elementos de Ø nominal 4"	Ochenta y un céntimos	0,81
1.31	kg	Montaje de equipos hasta 0,5 Tm (bombas previamente acopladas a motores)	Un euro con noventa y nueve céntimos	1,99

2.1.2 Plataforma

Nº de orden	U.M.	Definición	Precio en letra	Precio (€)
2.01	kg	Perfiles en acero S275JR para estructuras/plataformas. Se incluye suministro, transporte, fabricación y montaje	Tres euros con sesenta y ocho céntimos	3,68
2.02	kg	Barandilla metálica. Pasamanos tubo 1 1/4" Sch.40, Rodapié pletina de 150x6. Fijación a estructura mediante perfiles L-80x8. Se incluye suministro, transporte, fabricación y montaje	Siete euros con veintitres céntimos	7,23
2.03	m2	Rejilla galvanizada tipo TRAMEX 30x30x30x3. Se incluye suministro, prefabricado y montaje	Ciento quince euros con nueve céntimos	115,09
2.04	u	Peldaños, rejilla galvanizada tipo TRAMEX 30x30x30x3. Se incluye suministro, prefabricado y montaje	Cuarenta y tres euros con cuarenta céntimos	43,40
2.05	m3	Excavación con máquina en zanja hasta 1,5 m de profundidad	Diecinueve euros con veinte céntimos	19,20
2.06	m3	Suministro de hormigón de 250 kg/cm2. Se incluye vertido, vibrado y nivelado	Sesenta y ocho euros con cuarenta y cuatro céntimos	68,44
2.07	m3	Suministro de hormigón de limpieza de 200 kg/cm2. Se incluye vertido y nivelado	Sesenta y dos euros con veintisiete céntimos	62,27
2.08	kg	Suministro y colocación de ferralla de acero corrugado tipo B-500S	Ochenta y ocho céntimos	0,88
2.09	m2	Encofrado y desencofrado. Se incluye parte proporcional de medios auxiliares, berenjenos, tabloneros, maderas, etc.	Treinta y tres euros	33,00

2.10	m2	Suministro, prefabricado y montaje de chapa grecada prelacada y galvanizada de 0.7 mm de espesor	Dieciocho euros con sesenta céntimos	18,60
2.11	m2	Suministro y aplicación de pintura según especificaciones del cliente	Quince euros	15,00

2.1.3 Equipos e instrumentación

Nº de orden	U.M.	Definición	Precio en letra	Precio (€)
3.01	u	Bomba centrífuga horizontal, TRUFO TNP436. Incluye motor 4 kW	Mil trescientos euros	1300
3.02	u	Brazo de carga superior paralelo con sonda de nivel, MARLIA modelo 2619, para línea de carga de HNO ₃ fuerte. Material DIN-14361 y juntas de PTFE con carga de grafito	Veinticinco mil quinientos euros	25000
3.03	u	Brazo de carga superior paralelo con sonda de nivel, MARLIA modelo 2619, para línea de carga de HNO ₃ débil. Material AISI 304L y juntas de PTFE con carga de grafito	Doce mil euros	12000
3.04	u	Escalera abatible accionamiento neumático (5 peldaños), WLS modelo 5T. Incluye pasamanos de seguridad, sistema de bloqueo automático en posición no operativa, escalones galvanizados antideslizantes y jaula de seguridad.	Mil cien euros	1100
3.05	u	Manómetro con separador de membrana en acero inoxidable AISI 316. Diámetro caja= 100 mm; Rango de presión= 0-6 bar; Conexión a instalación= 1/2" BSP; Tipo de conexión= Macho; s/líquido antivibratorio; c/certificado de calibrado	Ciento noventa euros	190

2.2 Presupuesto parcial

2.2.1 Materiales y montaje tuberías

Importe total: 335.651,04 €

Nº de orden	U.M.	Definición	Medición	Precio unitario (€)	Importe total (€)
1.01	m	Tubería Ø 4", Sch. STD, material DIN-1.4361	59	599,85	35391,15
1.02	u	Codo 90° radio largo extremos biselados para soldar, Ø 4", Sch. STD, material DIN-1.4361	12	300,05	3600,60
1.03	u	Te con extremos biselados para soldar, Ø 4", Sch. STD, material DIN-1.4361	9	1636,20	14725,80
1.04	u	Válvula compuerta con bridas, Ø 4", 150#, material cuerpo DIN-1.4361	8	15400,08	123200,64
1.05	u	Válvula retención con bridas, Ø 4", 150#, tipo obturador clapeta, material cuerpo DIN-1.4361	2	9970,11	19940,22
1.06	u	Filtro en "Y" bridado, Ø 4", 150#, material cuerpo DIN-1.4361	2	12680,59	25361,18
1.07	u	Brida WN, Ø 4", 150#, Sch. STD, cara RF, material DIN-1.4361	30	759,78	22793,40
1.08	u	Brida WN, Ø 3", 150#, Sch. STD, cara RF, material DIN-1.4361	6	534,87	3209,22
1.09	m	Tubería Ø 2", Sch. STD, material DIN-1.4361	52	212,85	11068,20
1.10	u	Codo 90° radio largo extremos biselados para soldar, Ø 2", Sch. STD, material DIN-1.4361	7	89,55	626,85
1.11	u	Te con extremos biselados para soldar, Ø 2", Sch. STD, material DIN-1.4361	1	342,90	342,90
1.12	u	Brida WN, Ø 2", 150#, Sch. STD, cara RF, material DIN-1.4361	2	370,44	740,88
1.13	PA	Tubería menor, incluye reducciones, accesorios y valvulería. Material DIN-1.4361	1	15000,00	15000,00
1.14	m	Tubería Ø 4", Sch. STD, material AISI 304L	45	79,98	3599,10
1.15	u	Codo 90° radio largo extremos biselados para soldar, Ø 4", Sch. STD, material AISI 304L	8	40,02	320,16

1.16	u	Te con extremos biselados para soldar, Ø 4", Sch. STD, material AISI 304L	8	218,16	1745,28
1.17	u	Válvula compuerta con bridas, Ø 4", 150#, material cuerpo AISI 304L	8	1026,72	8213,76
1.18	u	Válvula retención con bridas, Ø 4", 150#, tipo obturador clapeta, material cuerpo AISI 304L	2	664,74	1329,48
1.19	u	Filtro en "Y" bridado, Ø 4", 150#, material cuerpo AISI 304L	2	845,73	1691,46
1.20	u	Brida WN, Ø 4", 150#, Sch. STD, cara RF, material AISI 304L	28	72,36	2026,08
1.21	u	Brida WN, Ø 3", 150#, Sch. STD, cara RF, material AISI 304L	4	50,94	203,76
1.22	m	Tubería Ø 2", Sch. STD, material AISI 304L	40	28,38	1135,2
1.23	u	Codo 90° radio largo extremos biselados para soldar, Ø 2", Sch. STD, material AISI 304L	5	11,94	59,70
1.24	u	Brida WN, Ø 2", 150#, Sch. STD, cara RF, material AISI 304L	2	35,28	70,56
1.25	PA	Tubería menor, incluye reducciones, accesorios y valvulería. Material AISI 304L	1	5400,00	5400,00
1.26	u	Venteos y drenajes acero inoxidable DIN-1.4361. Prefabricado, montaje y prueba	10	341,91	3419,10
1.27	u	Venteos y drenajes acero inoxidable AISI 304L. Prefabricado, montaje y prueba	5	227,94	1139,70
1.28	kg	Prefabricado, montaje, pruebas y lavado de tuberías y/o accesorios de acero inoxidable. Para tubería de Ø nominal 2"	522,91	13,52	7069,74
1.29	kg	Prefabricado, montaje, pruebas y lavado de tuberías y/o accesorios de acero inoxidable. Para tubería de Ø nominal 4"	2322,24	8,70	20203,48
1.30	kg	Montaje de elementos bridados de acero al carbono, aleado e inoxidable. Para elementos de Ø nominal 4"	1024	0,81	829,44
1.31	kg	Montaje de equipos hasta 0,5 Tm (bombas previamente acopladas a motores)	600	1,99	1194,00

2.2.2 Plataforma

Importe total: 39.245,06 €

Nº de orden	U.M.	Definición	Medición	Precio unitario (€)	Importe total (€)
2.01	kg	Perfiles en acero S275JR para estructuras/plataformas. Se incluye suministro, transporte, fabricación y montaje	5885,7	3,68	21659,34
2.02	kg	Barandilla metálica. Pasamanos tubo 1 ¼" Sch.40, Rodapié pletina de 150x6. Fijación a estructura mediante perfiles L-80x8. Se incluye suministro, transporte, fabricación y montaje	1134	7,23	8198,82
2.03	m2	Rejilla galvanizada tipo TRAMEX 30x30x30x3. Se incluye suministro, prefabricado y montaje	25	115,09	2877,25
2.04	u	Peldaños, rejilla galvanizada tipo TRAMEX 30x30x30x3. Se incluye suministro, prefabricado y montaje	60	43,40	2604,00
2.05	m3	Excavación con máquina en zanja hasta 1,5 m de profundidad	2	19,20	38,40
2.06	m3	Suministro de hormigón de 250 kg/cm2. Se incluye vertido, vibrado y nivelado	1,85	68,44	126,61
2.07	m3	Suministro de hormigón de limpieza de 200 kg/cm2. Se incluye vertido y nivelado	0,62	62,27	38,61
2.08	kg	Suministro y colocación de ferralla de acero corrugado tipo B-500S	82,53	0,88	72,63
2.09	m2	Encofrado y desencofrado. Se incluye parte proporcional de medios auxiliares, berenjenos, tablonos, maderas, etc.	7,8	33,00	257,40
2.10	m2	Suministro, prefabricado y montaje de chapa grecada prelacada y galvanizada de 0.7 mm de espesor	20	18,60	372,00
2.11	m2	Suministro y aplicación de pintura según especificaciones del cliente	200	15,00	3000,00

2.2.3 Equipos e instrumentación

Importe total: 45.160 €

Nº de orden	U.M.	Definición	Medición	Precio unitario (€)	Importe total (€)
3.01	u	Bomba centrífuga horizontal, TRUFO TNP436 Incluye motor 4 kW	4	1300	5200
3.02	u	Brazo de carga superior paralelo con sonda de nivel, MARLIA modelo 2619, para línea de carga de HNO ₃ fuerte. Material DIN-14361 y juntas de PTFE con carga de grafito	1	25000	25000
3.03	u	Brazo de carga superior paralelo con sonda de nivel, MARLIA modelo 2619, para línea de carga de HNO ₃ débil. Material AISI 304L y juntas de PTFE con carga de grafito	1	12000	12000
3.04	u	Escalera abatible accionamiento neumático (5 peldaños), WLS modelo 5T. Incluye pasamanos de seguridad, sistema de bloqueo automático en posición no operativa, escalones galvanizados antideslizantes y jaula de seguridad.	2	1100	2200
3.05	u	Manómetro con separador de membrana en acero inoxidable AISI 316. Diámetro caja= 100 mm; Rango de presión= 0-6 bar; Conexión a instalación = 1/2" BSP; Tipo de conexión = Macho; s/líquido antivibratorio; c/certificado de calibrado	4	190	760

2.3 Presupuesto general

Diseño de una instalación modular de carga de cisternas para transporte por carretera de ácido nítrico

RESUMEN DEL PRESUPUESTO METALURGIA

CAPÍTULO 1	<i>MATERIALES Y MONTAJE TUBERÍAS</i>	335.651,04
CAPÍTULO 2	<i>PLATAFORMA</i>	39.245,06
PRESUPUESTO EJECUCIÓN MATERIAL (PEM)		374.896,10
GASTOS GENERALES (13% S/PEM)		48.736,49
BENEFICIO INDUSTRIAL (6% S/PEM)		22.493,77
TOTAL BASE IMPONIBLE		401.138,83
IVA (21%)		64.182,21
PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN POR CONTRATO (PEC)		465.321,04

El presupuesto de ejecución por contrato (PEM) asciende a: **374.896,10 €**

El presupuesto de ejecución por contrato (PEC) asciende a: **465.321,04 €**

RESUMEN DEL PRESUPUESTO EQUIPOS E INSTRUMENTACIÓN

CAPÍTULO 3	<i>EQUIPOS E INSTRUMENTACIÓN</i>	45.160
------------	----------------------------------	--------

El presupuesto total asciende a: **510.481,04 €**

Tarragona, 05 de septiembre de 2017

Jorge Martín Domosbian Engler

La Propiedad