

# SEGURIDAD EN EL TRANSPORTE DE COMBUSTIBLE IRRADIADO

La complejidad de los transportes de combustible irradiado es considerable no sólo por la peligrosidad de la propia materia transportada sino también por las dimensiones del bulto. Se prevé que el número de este tipo de expediciones aumente considerablemente en los próximos años, por lo cual es necesario que las empresas especializadas como ETSA estén preparadas. Con este objetivo, ETSA ya tiene implantadas la mayor parte de las medidas necesarias para asegurar la *safety - security* de los transportes, no sólo durante la ejecución del mismo sino a lo largo de la preparación.

## INTRODUCCIÓN

Para ejecutar transportes por carretera de combustible irradiado es necesario acondicionar el combustible en contenedores que admitan cantidades de material radiactivo con actividades superiores a los valores definidos en 2.2.7.2.2.1 ADR, y que garanticen su integridad en condiciones de accidente de transporte. Estos contenedores se denominan tipo B.

Según el ADR, se clasificarán como: UN 3328 Material radiactivo, bultos del tipo B(U), fisionables.

Se estima, que en España se pueden utilizar hasta seis modelos diferentes de contenedores, en función del origen del combustible irradiado o las características del mismo.

Para dimensionar adecuadamente el transporte de combustible irradiado deben considerarse como características fundamentales, el peso del bulto a transportar y sus dimensiones.

Los pesos de los bultos (contenedor más combustible irradiado) a transportar estarán comprendidos entre 80 toneladas y 135 toneladas. Las dimensiones de los mismos también cubrirán un amplio rango, encontrándose los diámetros de los contenedores (incluidos los limitadores de impacto) entre los 2,5 m y los 4,0 m.

Los bultos deberán alojarse en cunas de transporte con el objeto de:

- Repartir adecuadamente la carga en la plataforma de transporte.
- Estibar los bultos según la norma EN 12195-1:2010.

Existen dos posibles opciones en cuanto al tipo de cuna: por una parte, se podría utilizar una cuna diferente para cada tipo de contenedor y por otra parte, se podría implantar una cuna única que sirviera para todos los contenedores.

Disponer de una cuna multicontenedor permitiría fijar de forma permanente las cunas a las plataformas de transporte, simplificando las tareas de estiba y los flujos de transporte entre los distintos orígenes y la instalación de almacenamiento o depósito (Figura 1).

## SEGURIDAD EN EL TRANSPORTE DE COMBUSTIBLE IRRADIADO

La seguridad en el transporte de los combustibles irradiados debe ser tratada desde dos ámbitos distintos:

- A) Protección de las personas y medio ambiente frente a los riesgos inherentes a los productos radiactivos durante su transporte: **SAFETY**.

Este objetivo se consigue mediante el diseño adecuado de todos los elementos implicados en el transporte,



**LAURA DE LA ROSA GIMÉNEZ**

Ingeniera de proyectos.  
ETSA

## TRANSPORT SAFETY OF IRRADIATED FUEL

The complication of the transport of spent fuel is significant not only because of the danger of the transported good itself but also for the size of the package. The number of this kind of expeditions are supposed to increase considerably in the coming years, for that reason is necessary for specialized companies such as ETSA be prepared. To this end, ETSA has already implemented most of the measures necessary to ensure *safety - security* of transport, not only during its execution but throughout the preparation.



Figura 1. Diversidad de bultos.

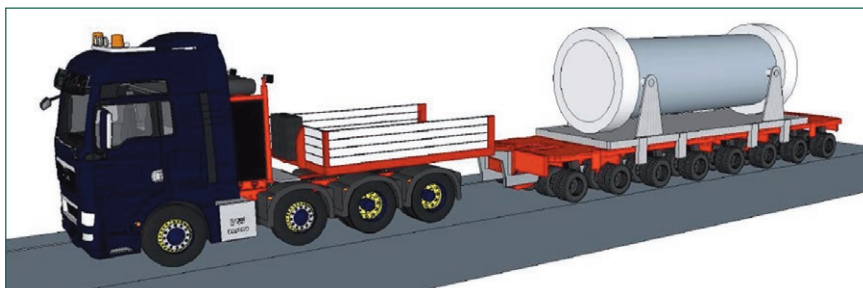


Figura 2. Prototipo de ETSA diseñado específicamente para el movimiento de combustible gastado.

es decir, diseño de los embalajes que van a contener materiales nucleares y en la preparación del envío por el expedidor.

Por tanto, la seguridad del transporte recae, en su mayor parte, en el expedidor: utilización de los embalajes idóneos, preparación adecuada de los bultos, cumplimentación de documentación del envío e información al transportista sobre el contenido, sus riesgos, los controles de carga y las instrucciones de emergencia (Figura 2).

#### B) Protección física de los materiales nucleares durante su transporte: **SECURITY.**

Este propósito se logra con la implantación de medidas para proteger la mercancía de actos de sabotaje, desvíos no autorizados o robos durante los transportes. Entre otras son: tratamiento reservado de la información, planes de seguridad, escoltas armadas, notificaciones y autorizaciones previas al transporte, etc.

La adopción de medidas de protección física de los materiales nucleares durante su transporte ha motivado cambios regulatorios debido a los que se responsabiliza a las compañías de transporte de implantar medidas encaminadas a proteger el uso no autorizado de estos materiales. También ponen de manifiesto que la actividad de transporte no puede considerarse como un simple uso de recursos de transporte. En España, las medidas de protección física durante el transporte, se regulan en el Real Decreto 1308/2011

#### **REAL DECRETO 1308/2011 SOBRE PROTECCIÓN FÍSICA DE LOS MATERIALES NUCLEARES Y FUENTES RADIATIVAS**

En España, la entrada en vigor del Real Decreto 1308/2011 sobre protección física de los materiales nucleares y fuentes radiactivas ha supuesto un hito importante para la gestión de los traslados de estos materiales. Se ha modificado sustancialmente el régimen aplicable, afectando tanto al transporte por carretera como a los tránsitos de buque que transporten materiales nucleares de cualquier categoría.

Las disposiciones de este real decreto van más allá de la adopción de los acuerdos internacionales sobre protección física, siendo de aplicación en materiales nucleares, instalaciones nucleares y fuentes radiactivas.

La implantación de los requisitos exigidos en este real decreto supone cambios importantes en las empresas de transportes que efectúan este tipo de envíos. Estos requisitos pueden clasificarse de la siguiente forma:

- 1) Los relacionados con la organización y estructura: las empresas deberán cambiar su configuración de forma que se incluya un departamento de seguridad que cuente con un director de seguridad habilitado por el Ministerio del Interior y se implante un centro de comunicación. Todas las actividades de la empresa deberán ser evaluadas dentro de una "cultura de seguridad".

- 2) Las que originan cambios en el desarrollo documental: se deberán establecer nuevos planes y procedimientos, como el plan específico de protección física o el procedimiento de comunicación y actuación en caso de amenazas.

- 3) Los que afectan al tratamiento de la información: será preciso tener en cuenta que la información que se maneja en relación a este tipo de transportes afecta a la seguridad del estado, por lo que será necesario tomar medidas adicionales para limitar el acceso no controlado a la información.

De forma resumida, la siguiente Tabla 1, muestra los requisitos aplicables a los transportistas de materiales radiactivos en España y su aplicación directa por Express Truck SAU.

El desarrollo tecnológico actual en barreras antivandálicas y sistemas electrónicos de protección (detección, retardo, alarma y comunicaciones) permiten la implantación de medidas de protección física en los recursos de transporte. Para el caso de los vehículos que transporten combustible irradiado, se han diseñado vehículos, en los que se implantan estas medidas de protección física. De forma general, el conjunto de medidas de protección física dispuestas en los vehículos, puede resumirse en la Figura 3.

El tratamiento de la seguridad desde estos dos ámbitos *Safety & Security* requiere que los transportes de este tipo de materiales se gestionen de forma integral, con el objetivo de minimizar los posibles problemas que puedan acontecer durante el transcurso de los mismos.

#### **GESTIÓN INTEGRAL DE LOS TRANSPORTES DE COMBUSTIBLE GASTADO**

Los movimientos de combustible irradiado exigen una estructura y organización determinada, una planificación de los flujos de los materiales, y en general una gestión integral y global. Esto es abordable con garantías solamente por operadores especializados.

Los operadores deben garantizar el cumplimiento de todos los requisitos legales durante el transporte del combustible irradiado. Para ello, deben desarrollar e implementar las



| REQUISITOS LEGALES QUE AFECTAN A LA ORGANIZACIÓN |                                                                                                                                              | APLICACION EN ETSA                                                                                                                                                        |
|--------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| GENERALES                                        | Consejero de Seguridad Clase 7                                                                                                               | Consejeros de Seguridad adscritos a ETSA (carretera y ferrocarril)                                                                                                        |
|                                                  | Programa de Garantía de Calidad                                                                                                              | Organización independiente de calidad. Certificación sistema de calidad ISO 90001 y UNE 73401:95. Homologación de clientes remitentes/ consignatarios de material nuclear |
|                                                  | Plan de Protección Radiológica                                                                                                               | Organización de Protección Radiológica con supervisonres PR                                                                                                               |
|                                                  | Derivados de la IS-34/CSN                                                                                                                    | Implantación en PPR, Sistema de Calidad y Plan de Emergencia de ETSA                                                                                                      |
|                                                  | Inscripción registro transportistas materiales radiactivos Minetur                                                                           | RTR-001                                                                                                                                                                   |
| PROTECCIÓN FÍSICA RD 1308/2011                   | Departamento de Seguridad y director Seguridad habilitado Ministerio del Interior                                                            | Departamento de Seguridad aprobado por el Ministerio del Interior con director de Seguridad titulado adscrito laboralmente a ETSA                                         |
|                                                  | Plan de Protección Física materiales nucleares                                                                                               | Genérico material nuclear categoría III con adaptaciones para Clase II                                                                                                    |
|                                                  | Procedimientos de comunicación y verificaciones periódicas de transportes                                                                    | Incluidos en el Plan de Protección Física                                                                                                                                 |
|                                                  | Centro comunicación seguimiento continuo                                                                                                     | Protocolo Guardia Civil-ETSA. Sistema de información de los transportes nucleares integrados con la Guardia Civil                                                         |
|                                                  | Procedimientos de actuación ante amenazas. Coordinación con cuerpos y fuerzas de Seguridad del Estado. Planes de contingencias y emergencias |                                                                                                                                                                           |
|                                                  | Registro de personal que interviene en el Ministerio del Interior                                                                            | Registrado todo el personal interviniente propio y subcontratado en Ministerio del Interior                                                                               |
|                                                  | Inscripción Registro de entidades que llevan a cabo transportes que requieren medidas de protección física                                   | RTPF-001                                                                                                                                                                  |
|                                                  | Notificaciones al Ministerio del Interior y CSN seguras                                                                                      | Información encriptada                                                                                                                                                    |
| PROTECCIÓN DE LA INFORMACIÓN                     | Protección de la información: en soporte físico y electrónico. Archivos protegidos                                                           | Zona acceso controlado y entornos informáticos seguros (arquitectura, equipos y comunicaciones) y auditorías periódicas externas de seguridad                             |
|                                                  | Autorización para manejar información clasificada                                                                                            | Habilitación de Seguridad de la empresa y apertura de un Servicio Local de Protección. Emitida por la autoridad delegada para la seguridad de la información clasificada  |
|                                                  | Organización del titular y jefes de Seguridad: SGPTC/SLPIC (NS/01)                                                                           | Con jefe de seguridad y suplente con habilitación personal de seguridad reservado                                                                                         |
|                                                  | Zona de Acceso Restringido-ZAR y Zona Adva. de Protección (NS/03)                                                                            | Zona de acceso controlado                                                                                                                                                 |
|                                                  | Seguridad y habilitación del personal "qué necesita conocer" (NS/02)                                                                         | Personal con habilitación de Seguridad Personal de conductores y personal técnico y administrativo de ETSA                                                                |
|                                                  | Procedimientos: transmisión, custodia, destrucción, etc. de la información (NS/04)                                                           | Incluido en Plan de Protección Física                                                                                                                                     |
|                                                  | Centro de comunicación, información y emergencias cumpliendo (NS/05)                                                                         | Zona de Acceso Controlado. Procedimientos incluidos en el PPF. Con protocolo de información integrado con Guardia Civil                                                   |

Tabla 1. Fuente: Express Truck SAU.



Figura 3. Esquema medidas de protección física embarcados en los vehículos.

medidas necesarias que aseguren que los transportes se efectúan de forma segura.

Es necesario que incluyan en sus sistemas de gestión todos los aspectos que afectan a la seguridad de los envíos, contemplando todas las fases de los mismos: desde la preparación de los envíos para su transporte hasta la entrega a los destinatarios de las mercancías.

Los aspectos fundamentales que deben tenerse en cuenta para gestionar de forma integral y global las actividades de transporte son los que aparecen en la Figura 4.

Estos aspectos deben incluirse en los planes de protección física y radiológica e integrarlos con los sistemas de gestión aplicables en los operadores de transporte.

Con objeto de garantizar el cumplimiento de los requisitos de transporte, es necesario desarrollar herramientas que permitan a las organizaciones gestionar las operaciones de transporte de forma global.

El desarrollo de estas herramientas debe realizarse considerando todos los aspectos que influyen en la seguridad (Safety & Security) de los movimientos de estas mercancías y sin olvidar que los transportes tendrán la consideración de transportes especiales. Entendiendo por transporte especial, al transporte que tiene unas dimensiones (galibo) o pesos mayores de las permitidas para circular por las vías de transporte.

**TRANSPORTES ESPECIALES POR PESO Y GÁLIBO DE COMBUSTIBLE GASTADO**

En función del bulto de transporte a utilizar, el peso y dimensiones del transporte sobrepasarán los límites establecidos para circular por carre-

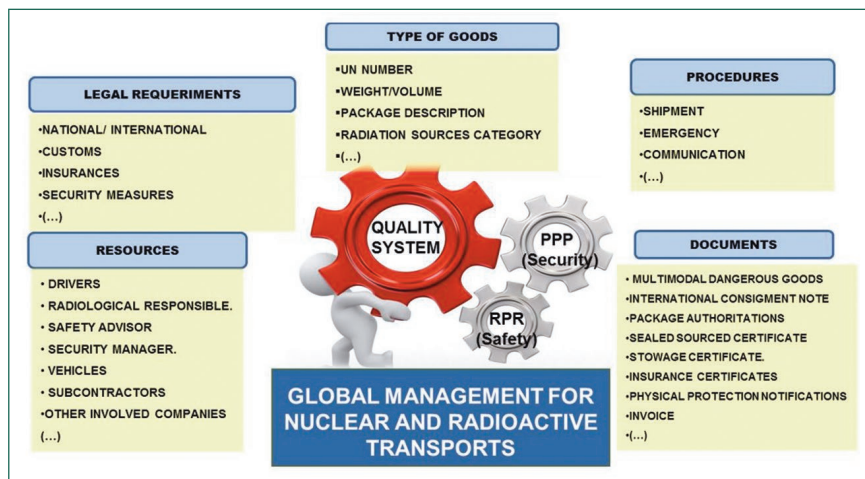


Figura 4. Fuente: Express Truck SAU.

|                      |                     | Autorización Genérica   | Autorización Específica | Autorización Excepcional |
|----------------------|---------------------|-------------------------|-------------------------|--------------------------|
| MASA Y/O DIMENSIONES | Longitud (L)        | * < L ≤ 20,55m          | 20,55m < L ≤ 40,00m     | 40,00m < L               |
|                      | Anchura (a)         | * < a ≤ 3,00m           | 3,00m < a ≤ 5,00m       | 5,00m < a                |
|                      | Altura (h)          | * < h ≤ 4,50m           | 4,00m < h ≤ 4,50m       | 4,50m < h                |
|                      | Masa (M)            | * < M ≤ 45,00t          | 45,00t < M ≤ 110,00t    | 110,00t < M              |
|                      | Masa por eje (Meje) | Meje ≤ RGV y Meje ≤ ITV | RGV < Meje ≤ ITV        | RGV < Meje ≤ ITV         |

Tabla 2. Tipos de Autorizaciones.

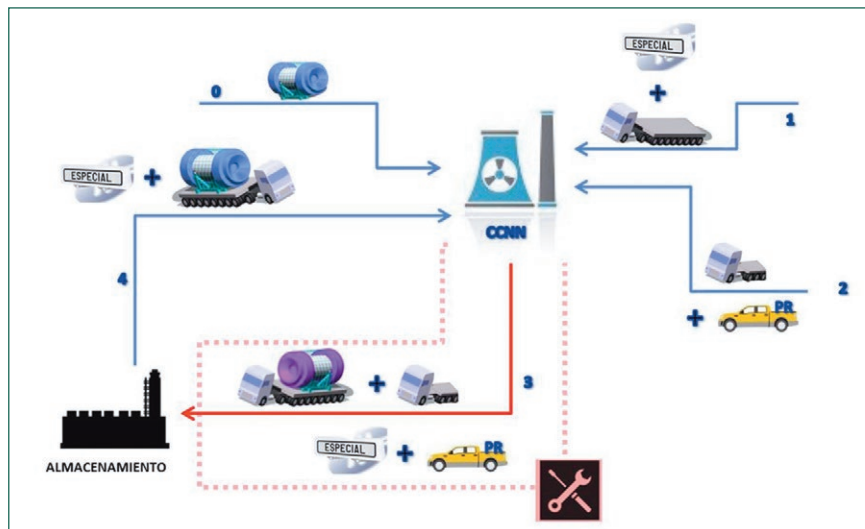


Figura 5. Fuente: Express Truck SAU.

terras convencionales, y será necesario solicitar un permiso especial para circular con los combustibles gastados.

El marco normativo básico para gestionar estos transportes, desde el punto de vista de transportes especial, es el Reglamento General de Vehículos (Real Decreto 2822/1998).

Según esto, los bultos y sus sistemas accesorios de anclaje y estiba se transportarán en vehículos bajo autorización específica o excepcional dependiendo de la dimensión del

vehículo de acuerdo al cuadro que a continuación se incluye.

Se establecen tres categorías de Autorizaciones Complementarias a la Circulación (ver Tabla 2).

Adicionalmente a esta tabla se deben cumplir con las limitaciones de carga por eje, establecida para cada caso en el anexo IX del Reglamento General de Vehículos (RGV) y en la propia ficha técnica del vehículo.

En las autorizaciones de circulación complementarias se deberán identi-

ficar: el itinerario a efectuar, origen, y destino del transporte; carretera con el punto kilométrico y término municipal en el que esté ubicado. El itinerario debe tener continuidad, ser lo más directo y coherente posible, indicar las provincias, la denominación oficial de las carreteras y las principales localidades afectadas.

En la autorización solicitada, el itinerario final está supeditado a las restricciones y reservas de paso que puedan determinarse por el Organismo Autónomo de la Jefatura Central de Tráfico.

Pueden incluirse cláusulas que impliquen la contratación de seguros o aavales.

Para emitir las autorizaciones específicas y excepcionales, la DGT pide informes al titular de la vía pública para la expedición del permiso, por lo que es necesario acompañar la solicitud de estudios de ingeniería para determinar la idoneidad del itinerario y de los vehículos seleccionados.

## MODELIZACIÓN DE LOS FLUJOS DE TRANSPORTE

El esquema básico de los flujos de transporte que pueden realizarse en las operaciones se representa en la Figura 5.

Los flujos representados en la imagen anterior se concretan en:

- **Flujo 0:** envío de los contenedores vacíos de transporte a las centrales nucleares.
- **Flujo 1:** envío de cabeza tractora y plataforma para las actividades de carga del combustible irradiado a la central nuclear. El transporte irá acompañado por un vehículo de señalización de transporte especial.
- **Flujo 2:** envío de cabeza tractora de apoyo y el vehículo de PR, donde viajarán los técnicos que acompañarán al transporte de combustible irradiado.
- **Flujo 3:** transporte del bulto (contenedor + combustible irradiado) desde la central nuclear al lugar de almacenamiento. El convoy estará formado por el conjunto de transporte (cabeza tractora más plataforma), una cabeza tractora de apoyo, un vehículo de señalización de transporte especial y un vehículo de PR. En el área de influencia del convoy se dispondrán de vehículos taller de los fabricantes de los equipos de transporte. Probablemente, se efectuará seguimiento del convoy por parte de

las fuerzas y cuerpos de seguridad del estado y/o escolta privada

- **Flujo 4:** cuando proceda, transporte de bultos vacíos desde el lugar de depósito a la central nuclear. El convoy estará formado por el conjunto de transporte (cabeza tractora más plataforma), y un vehículo de señalización de transporte especial. No sería necesaria el vehículo de PR al tratarse de un bulto vacío.

## CARACTERÍSTICAS DE LOS MEDIOS DE TRANSPORTE

La realización de transportes especiales de materiales nucleares implica la necesidad de diseñar medios de transporte específicos que permitan el movimiento de bultos con elevado peso/dimensiones y con las medidas de protección física adecuadas.

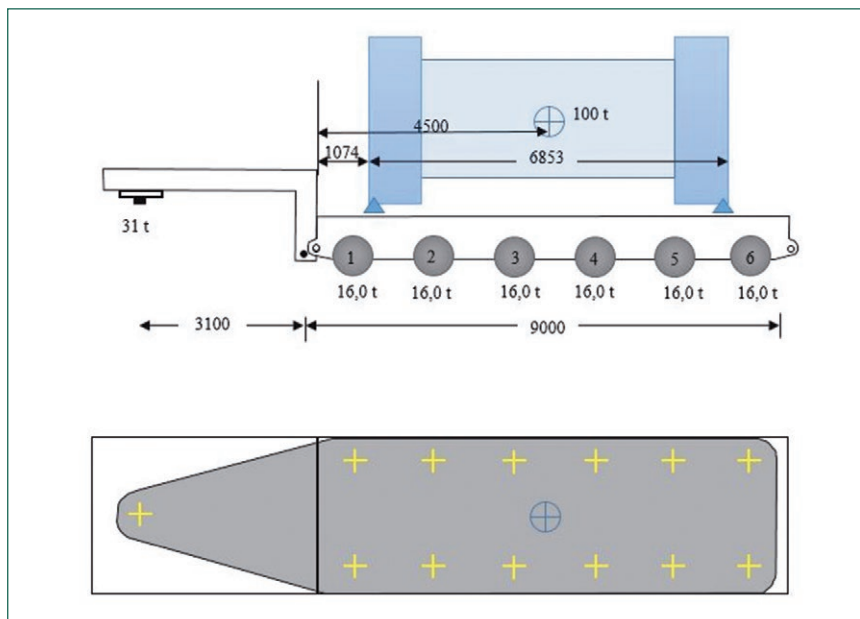
De forma resumida, los medios de transporte, estarán formados por un equipo de tracción y un semirremolque/plataforma modular (adaptable a cada modelo de bulto).

El equipo de tracción es una cabeza tractora de cuatro ejes, que permita el movimiento de 250 t, en los itinerarios previstos. Los itinerarios definirán las características del par motor del equipo de tracción. Este equipo se complementará con la instrumentación necesaria que permita conocer el estado de los elementos susceptibles de desgastarse (frenos, presión de neumáticos, etc...), de los elementos trascendentes durante el transporte (carga por eje), del posicionamiento, de seguridad (cámaras, bloqueos, alarmas), etc...

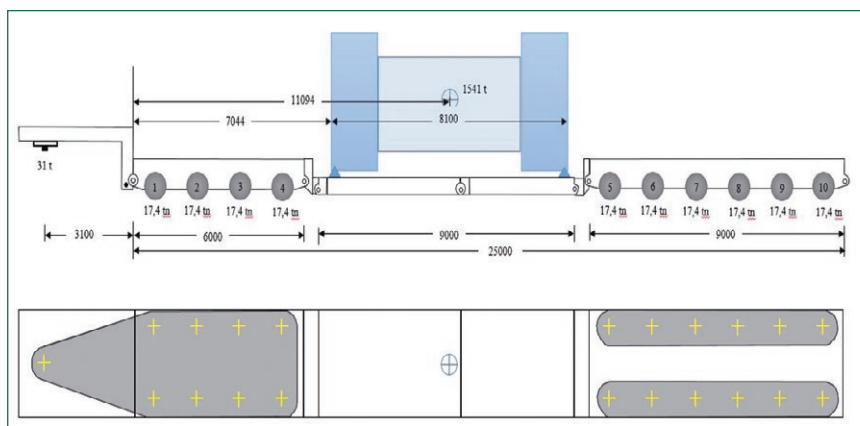
La plataforma modular es la única solución técnica de semirremolque, apropiada para transportar toda la clase de bultos. Estos equipos estarán formados por la unión de varios módulos (ejes), lo que permitirá tener configuraciones diferentes en función del peso y/o dimensiones del bulto a transportar.

En el caso de que el itinerario de transporte circule por elementos estructurales con altura limitada (puentes), las plataformas modulares dispondrán de superficies de estiba con altura reducida o "cama baja".

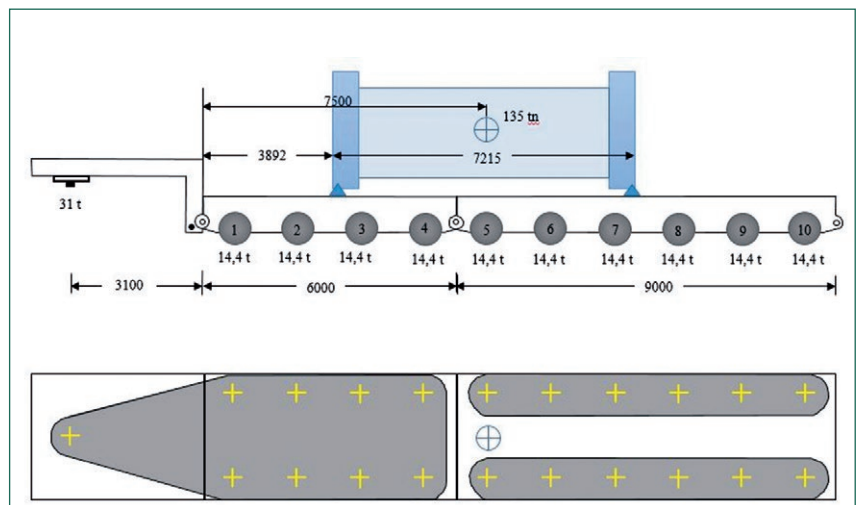
En las Figuras 6, 7 y 8 pueden observarse algunas de las configuraciones disponibles de los medios de transporte. ■



**Figura 6.** Configuración módulo 6 ejes. Fuente: Express Truck SAU.



**Figura 7.** Configuración 4 ejes + cama baja + 6 ejes. Fuente: Express Truck SAU.



**Figura 8.** Configuración 4 ejes + 6 ejes. Fuente: Express Truck SAU.