# Estado de la tecnología de la carga mecanizada de las voladuras

# Unidades Móviles de Mezcla

# “Una apuesta por la competitividad y la seguridad”

II Jornada de ANEIEX.

Madrid, 27 de Abril de 2012

Eugenio Muñiz Hevia, Doctor Ingeniero de Minas

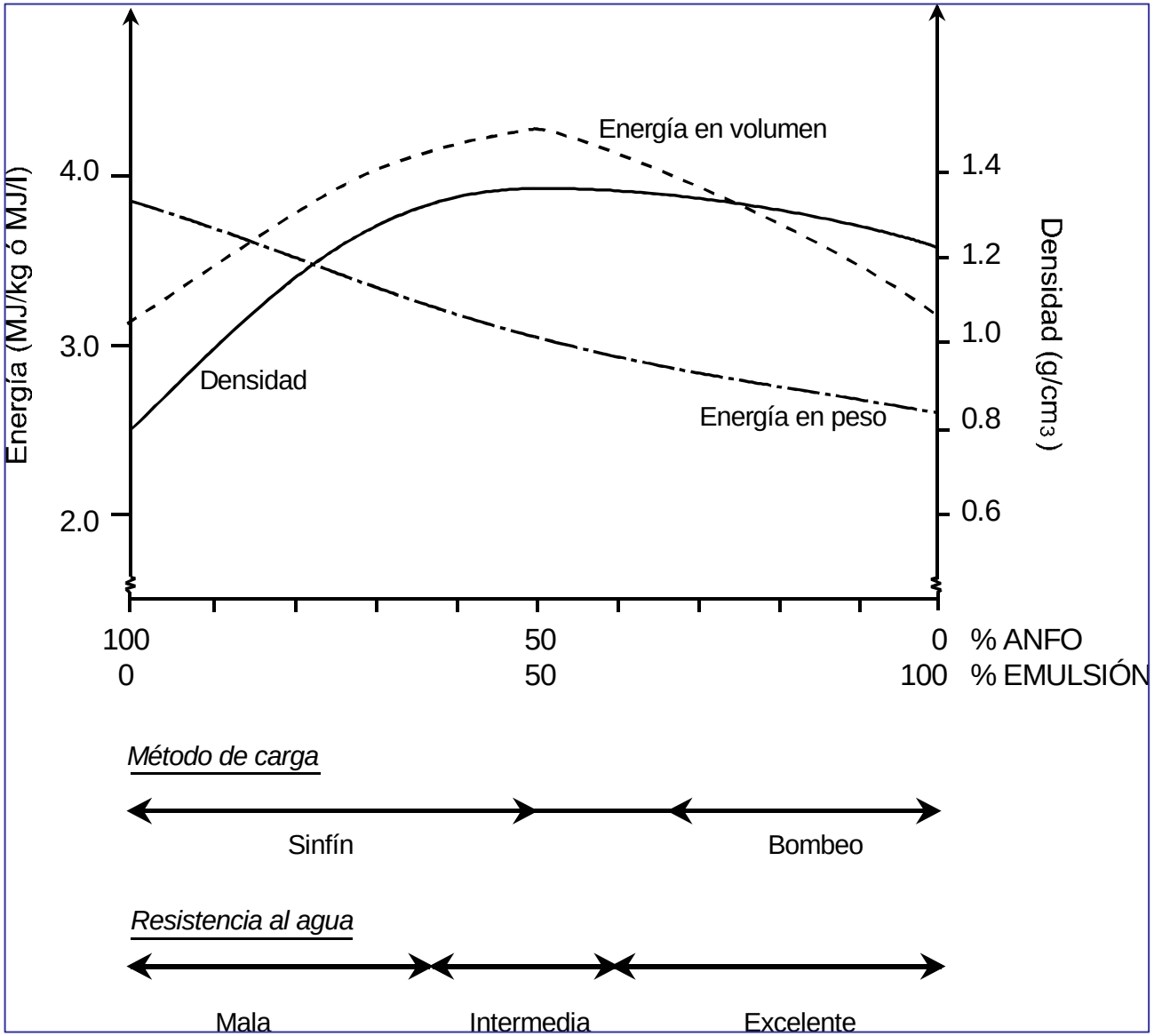
# Estado de la tecnología de la carga mecanizada de barrenos

1. Introducción
2. Propiedades de los Explosivos a Granel
3. Sistemas de Camiones Cargadores
   - Anfo
   - Anfo Denso
   - Emulsiones
4. Unidades móviles de mezcla de emulsiones
   - Unidades MMU
   - Sistema Unibody
   - Sistema SME
   - Resumen
5. Emulsiones sensibilizadas in-situ
6. Conclusiones

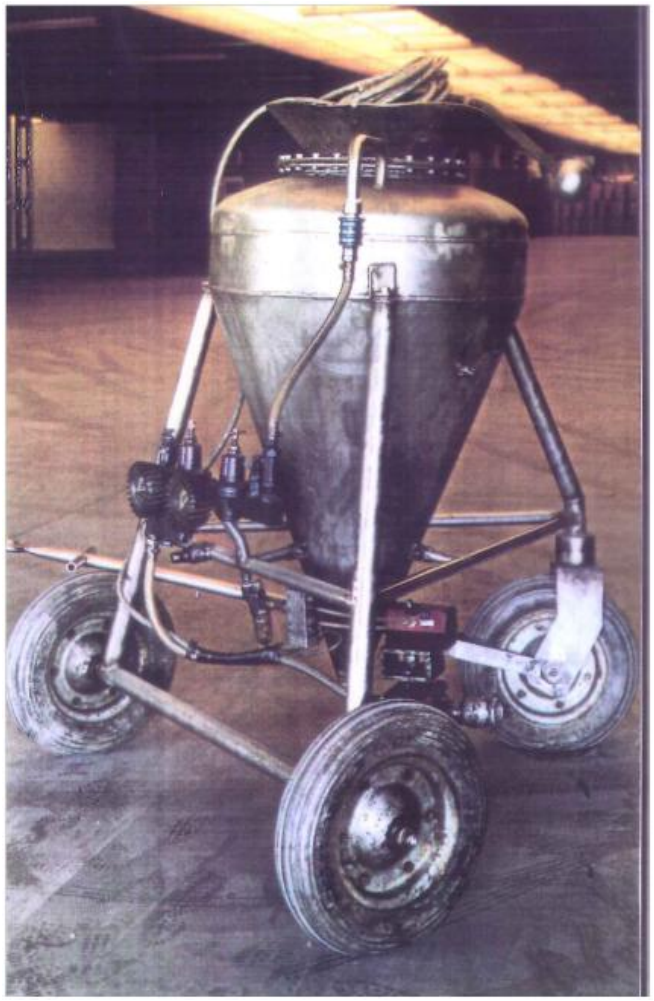
# 1. Introducción

- La carga de los barrenos con explosivos convencionales encartuchados es una operación lenta, costosa y peligrosa.
- La aparición de los nuevos explosivos a granel, han permitido la mecanización de la carga, reduciéndose el tiempo, coste y riesgo de esta operación.
- El primer explosivo a granel aparecido fue el anfo y posteriormente las emulsiones y las mezclas de ambos.

# 2. Propiedades de los Explosivos a Granel

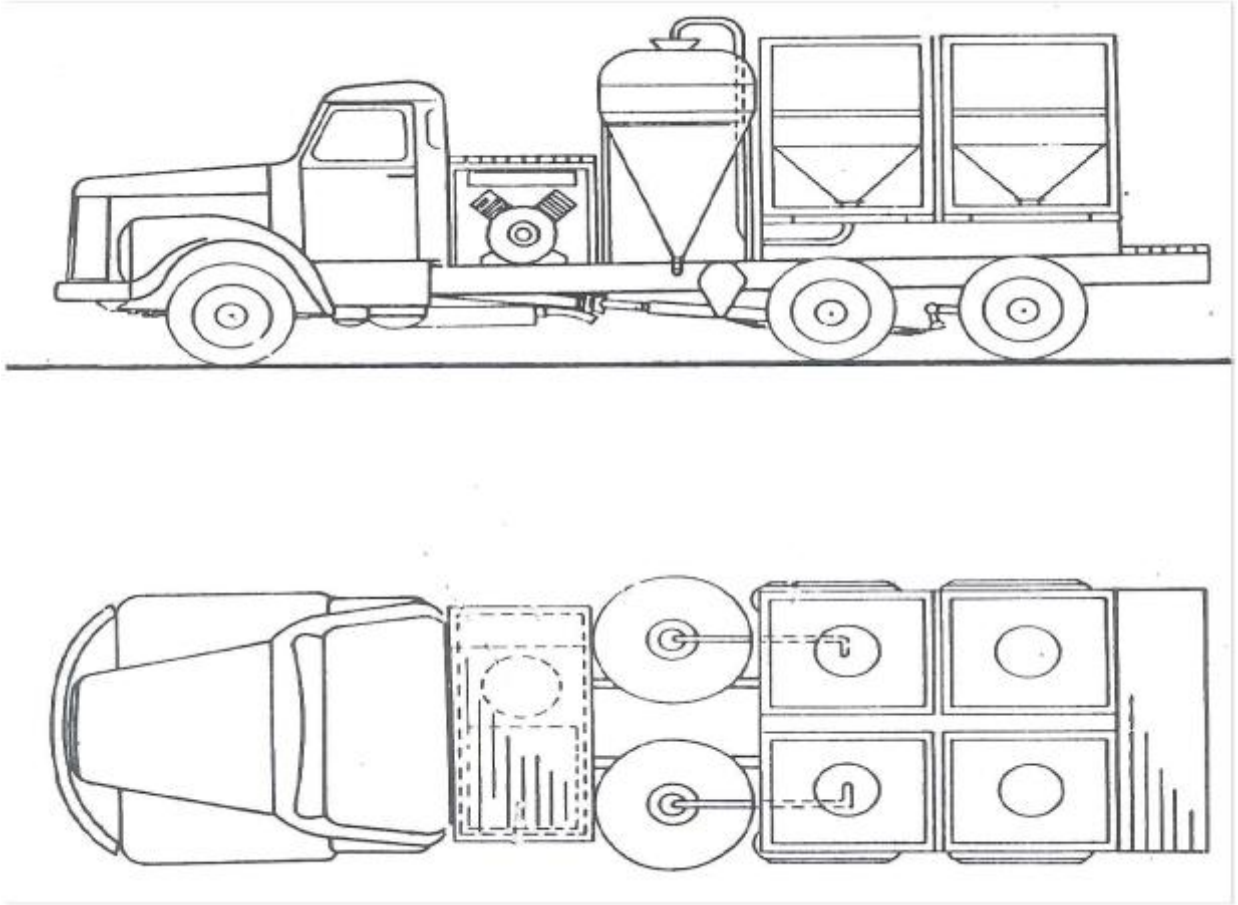


# 3.1. Sistemas de Camiones Cargadores de Anfo (1/6)



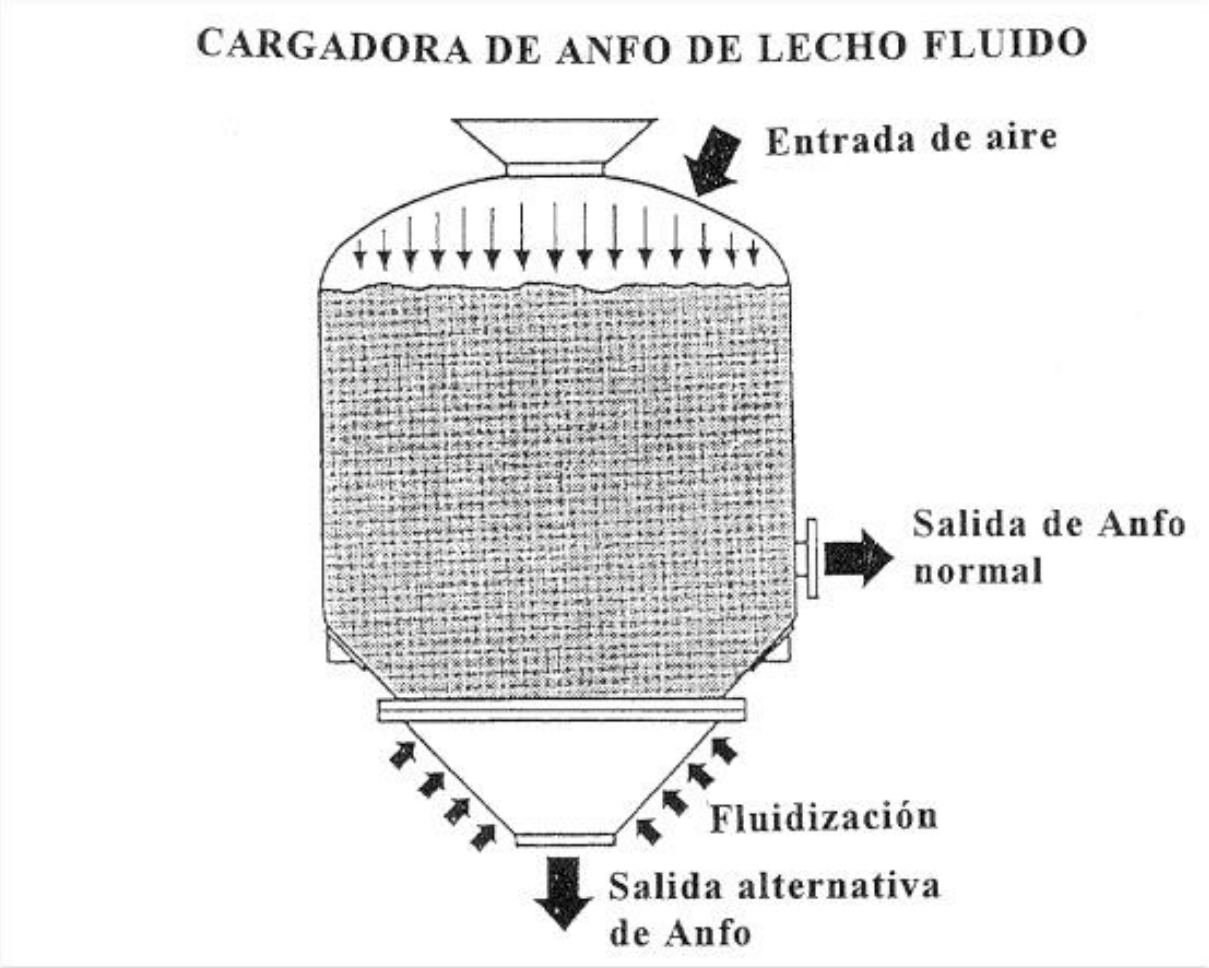
Cargadora neumática de anfo sobre ruedas

# 3.1. Sistemas de Camiones Cargadores de Anfo (2/6)

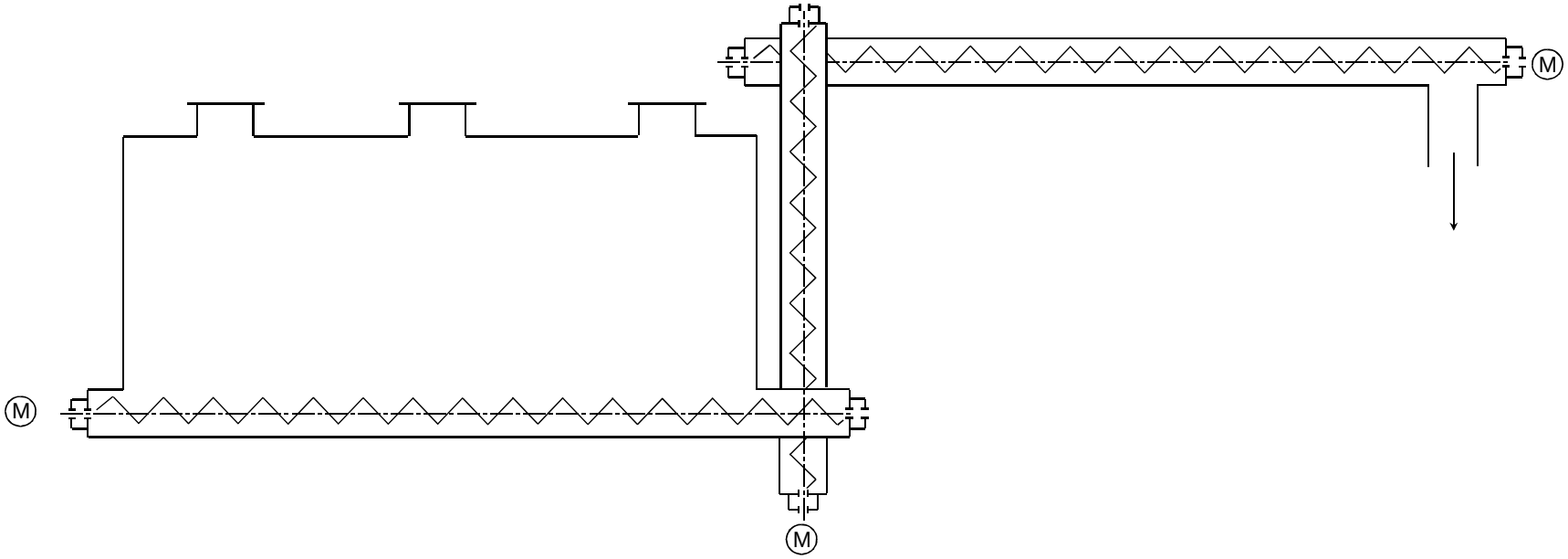


Cargadora neumática de anfo sobre camión

# 3.1. Sistemas de Camiones Cargadores de Anfo (3/6)



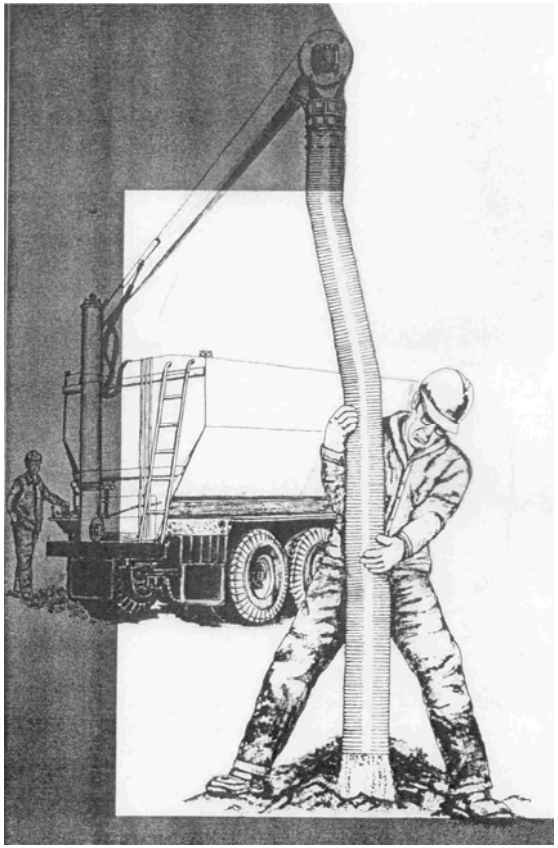
# 3.1. Sistemas de Camiones Cargadores de Anfo (4/6)




Esquema de camión cargador de husillos

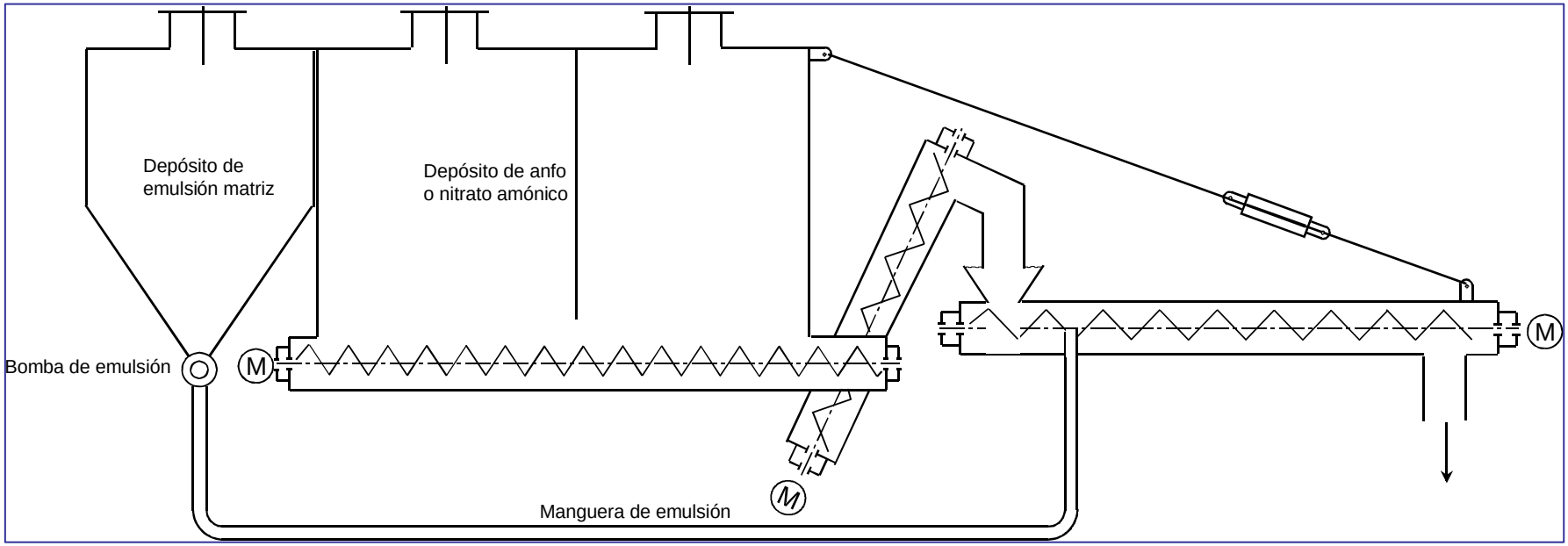
# 3.1 Sistemas de Camiones cargadores de anfo (5/6)

# 3.1. Sistemas de Camiones Cargadores de Anfo (6/6)



Operación de carga

# 3.2. Camiones Cargadores de Anfo Denso (1/3)




Esquema de camión cargador de Anfo Denso

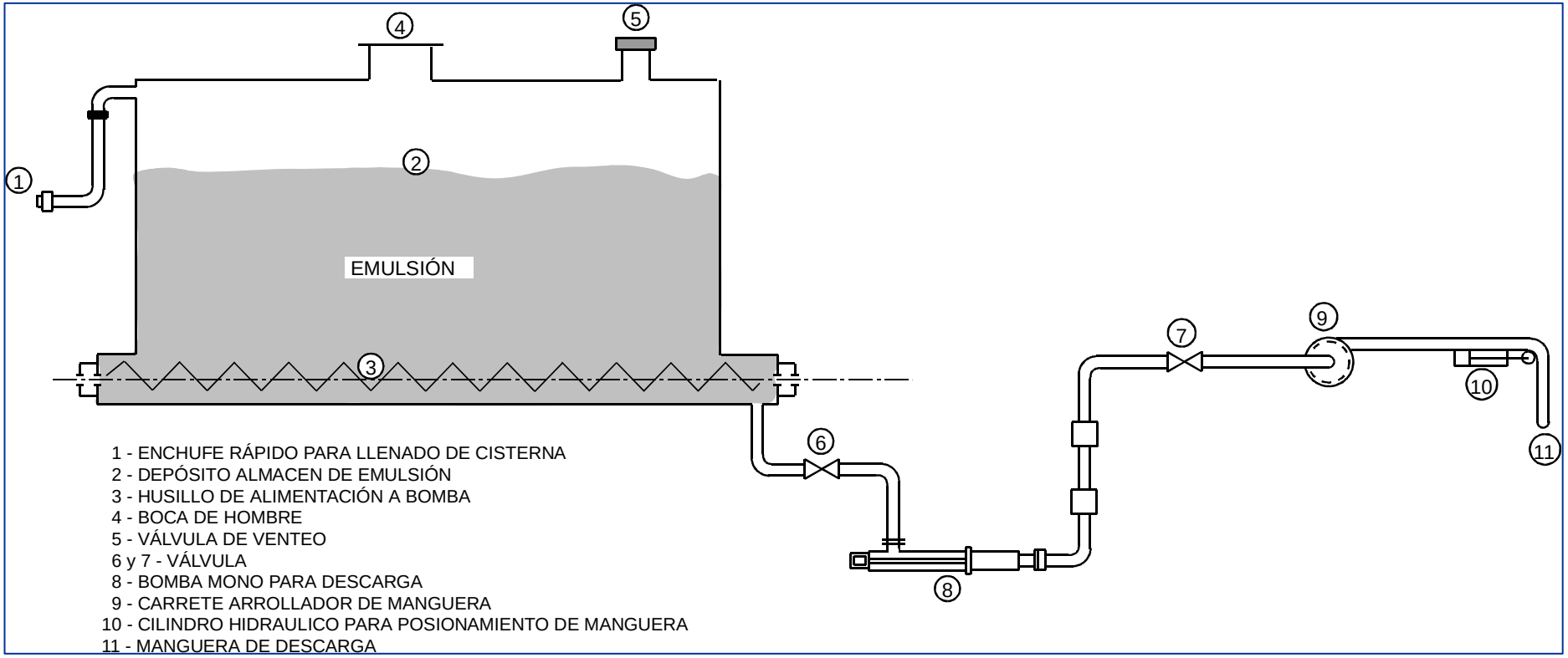
# 3.2. Camiones Cargadores de Anfo Denso (2/3)

Camión cargador de Anfo Denso

## 3.2. Camiones Cargadores de Anfo Denso (3/3)

- Los camiones de anfo denso disponen de dos compartimentos, uno para la emulsión matriz y el otro para el anfo, que se mezclan en la proporción deseada para cada aplicación
- El anfo se puede sustituir por nitrato amónico y entonces el camión no transporta ningún producto explosivo.
- La única forma de cargar a granel barrenos con anfo denso es mediante camiones cargadores
- El uso de estos camiones no está permitido en España, por lo que el Anfo Denso a granel no ha podido ser aún utilizado en nuestro país.

# 3.3. Camiones Cargadores de Emulsiones (1/3)




Esquema de camión cargador de Emulsión

## 3.3. Camiones Cargadores de Emulsiones (2/3)

- Los camiones de carga de emulsiones constan de un depósito para la emulsión que es bombeada a los barrenos a través de una manguera retráctil

- Su capacidad de carga, 180-200 kg/min., es inferior a la de los camiones de anfo, pero se compensa por el menor número de emplazamientos. Además pueden cargar barrenos horizontales y de difícil acceso, evitándose las discontinuidades en la carga

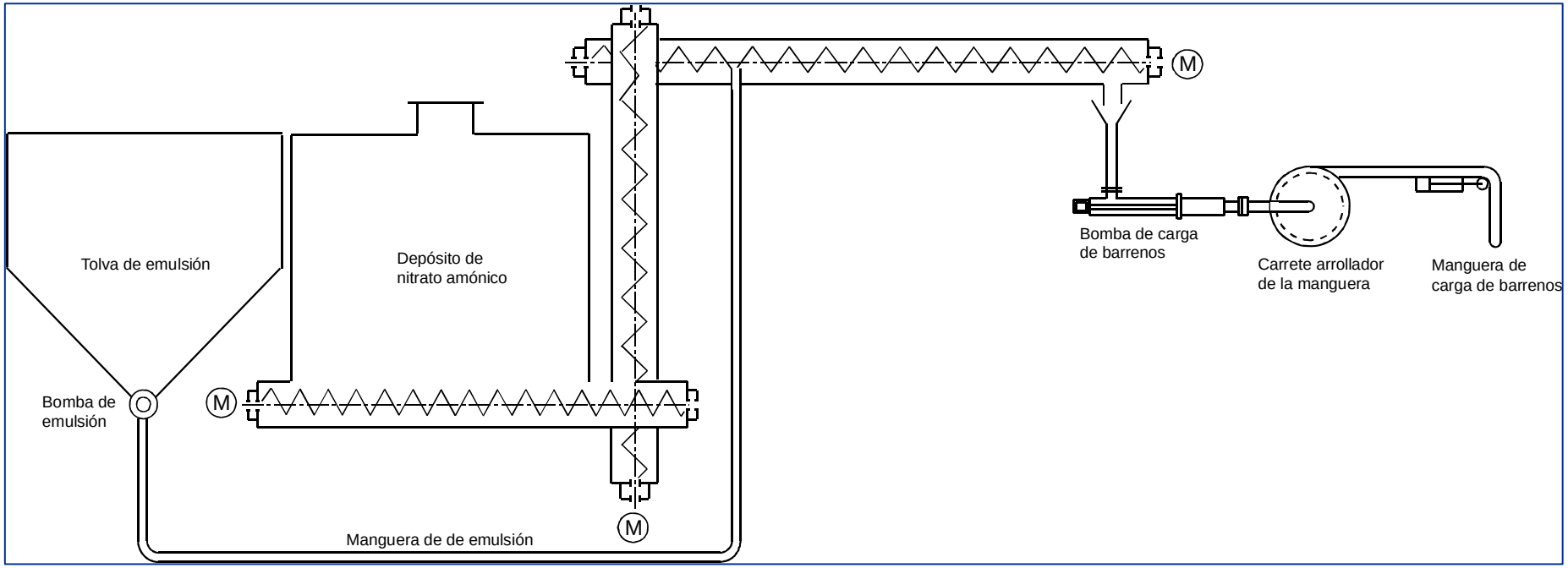
- Normalmente cargan mezclas de emulsión matriz (75-80%) con anfo (o nitrato amónico), con mejores prestaciones y coste que las emulsiones puras

## 3.3. Camiones Cargadores de Emulsiones (3/3)

- Las emulsiones, sensibilizadas con microesferas de vidrio, se preparan en pequeñas instalaciones próximas a los lugares de consumo (plantas satélites).
- Este sistema tiene el inconveniente de que se transportan y bombean productos explosivos previamente sensibilizados
- Este procedimiento (sensibilización con microesferas) es el seguido en España, al no estar permitida la sensibilización in-situ
- Este inconveniente se podría evitar sensibilizando la emulsión durante el proceso de carga

# 4. Unidades móviles de mezcla de Emulsiones

## 4.1 Unidades MMU (1/5)




Esquema de camión cargador MMU

# 4. Unidades móviles de mezcla de Emulsiones

## 4.1 Unidades MMU (2/5)

Operación de camión cargador MMU

# 4. Unidades móviles de mezcla de Emulsiones

## 4.1 Unidades MMU (3/5)

- Las unidades móviles de mezcla (“MMU”) no transportan ni manipulan ningún producto explosivo
- La mezcla se descarga en un pequeño agitador al que se añaden agentes gasificantes, que sensibilizan la composición.
- La reacción de gasificación se produce después de cargado el barreno, por lo que durante el proceso de carga el producto todavía no es explosivo

# 4. Unidades móviles de mezcla de Emulsiones

## 4.1 Unidades MMU (4/5)

- Las composiciones son bombeables con tan solo el 65% de emulsión.
- Únicamente se mezcla el producto que se carga en el barreno, por lo que no hay sobrantes de explosivo.
- Se pueden cargar mezclas de anfo-emulsión de cualquier tipo (utilizando el sistema de carga de husillos para los anfo densos )
- La capacidad de carga de los distintos tipos de mezcla están condicionadas por su diseño.

# 4. Unidades móviles de mezcla de Emulsiones

## 4.1 Unidades MMU (5/5)

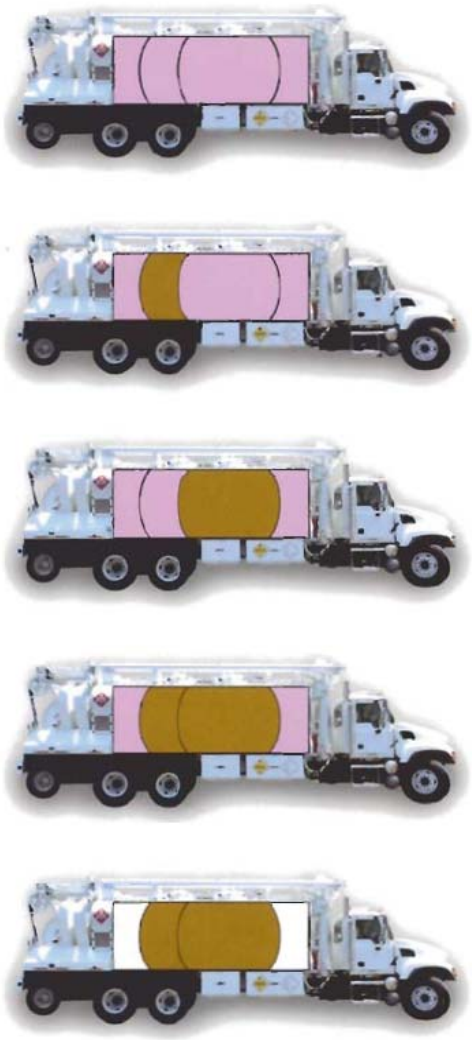
Capacidades de carga de un camión estándar* para distintas composiciones:

| Producto | Capacidad (Kg) |
|---|---|
| ANFO | 5.140 |
| ANFO DENSO 28% | 6.700 |
| ANFO DENSO 49% | 9.475 |
| EMULSION 70% | 16.000 |
| EMULSION 100% | 11.250 |

* 16 Tm de emulsión del 70%

# 4. Unidades móviles de mezcla de Emulsiones

## 4.2 Sistema Unibody (configuraciones) (1/3)



- ✓ Para el cambio de configuración se requiere **muy poco tiempo** y **no se precisan herramientas especiales**
- ✓ Los sistemas “MMU” y “UNIBODY” son los **únicos que pueden cargar cualquier tipo de producto a granel**, desde el anfo a las emulsiones

# 4. Unidades móviles de mezcla de Emulsiones

## 4.2 Sistema Unibody (2/3)

# 4. Unidades móviles de mezcla de Emulsiones

## 4.2 Sistema Unibody (3/3)

- El sistema de mezcla UNIBODY fue desarrollado por Tread Corporation ® para resolver el problema de la reducción de carga del sistema MMU
- Consta de cuatro compartimentos:
  - dos laterales iguales del 20% del volumen total (solo NA)
  - dos centrales: uno con el 20% y otro con el 40% (NA o emulsión)
- Capacidades para las distintas configuraciones:

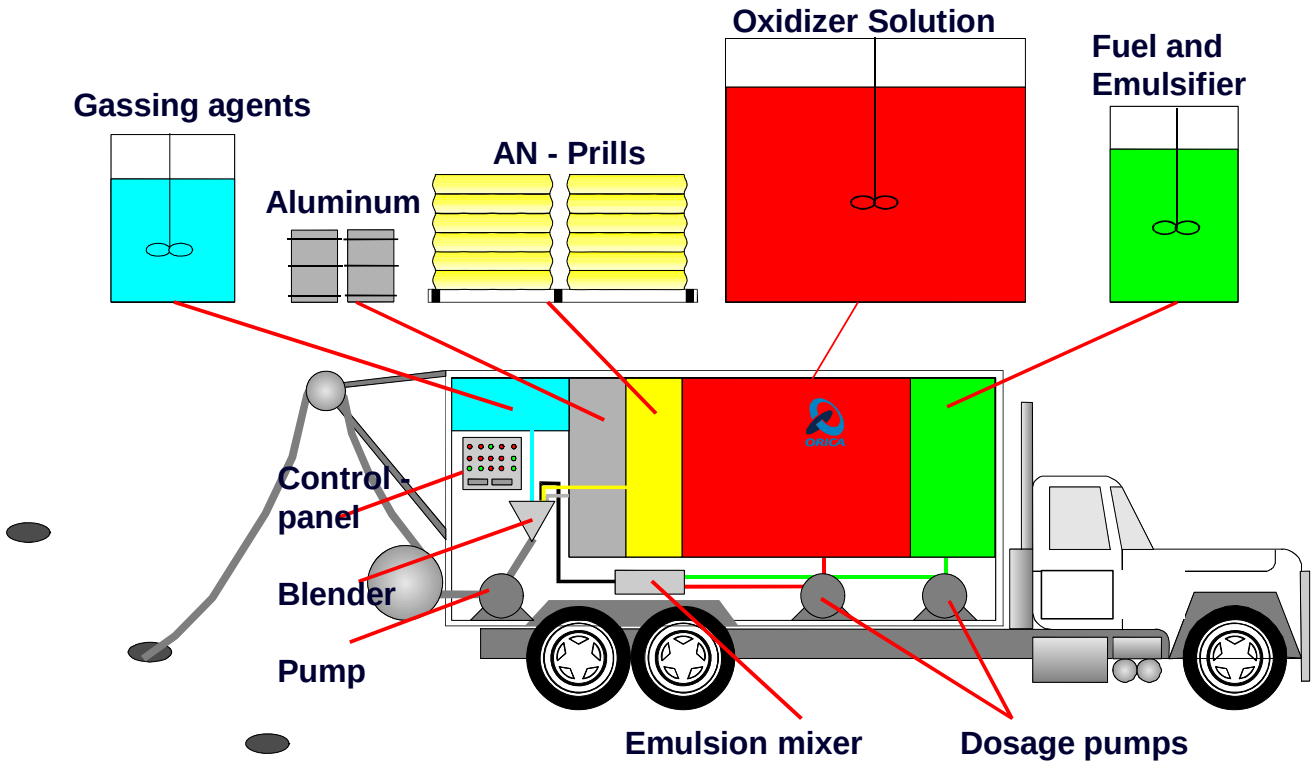
| Product | Capacity (Kg) |
|---|---|
| ANFO | 12.765 |
| ANFO DENSO 28% * | 13.350 |
| ANFO DENSO 49% * | 14.000 |
| EMULSION 70% | 16.000 |
| EMULSION 100% | 11.200 |

*mejor aprovechamiento de la capacidad de carga del camión para los anfo densos

# 4. Unidades móviles de mezcla de Emulsiones

## 4.3 Sistema SME (1/3)

Sistema SME ("site mixed emulsion"): mezcla in situ todos los ingredientes de la emulsión (importante desarrollo de la carga de barrenos con emulsiones)



# 4. Unidades móviles de mezcla de Emulsiones

## 4.3 Sistema SME (2/3)

- Capacidad de carga: 100-300 kg / min
- Diámetro mínimo del barreno: 2”
- Manguera de 150m (carga con un solo emplazamiento)
- Retracción de manguera automática
- Operación con una sola persona, al disponer de:
  - Sistema de control remoto
  - Registro automático de:
    - ✓profundidad de barreno
    - ✓cantidad de producto cargado
    - ✓longitud del barreno sin cargar

# 4. Unidades móviles de mezcla de Emulsiones

## 4.3 Sistema SME (3/3)

- Sistema seguro y flexible:
  - La gasificación química no se inicia mientras el producto circula por la manguera
  - Densidades entre 0,5 y 1,25 g/cm3 que permite la carga selectiva de los barrenos

# 4. Unidades móviles de mezcla de Emulsiones:
## 4.4 Resumen

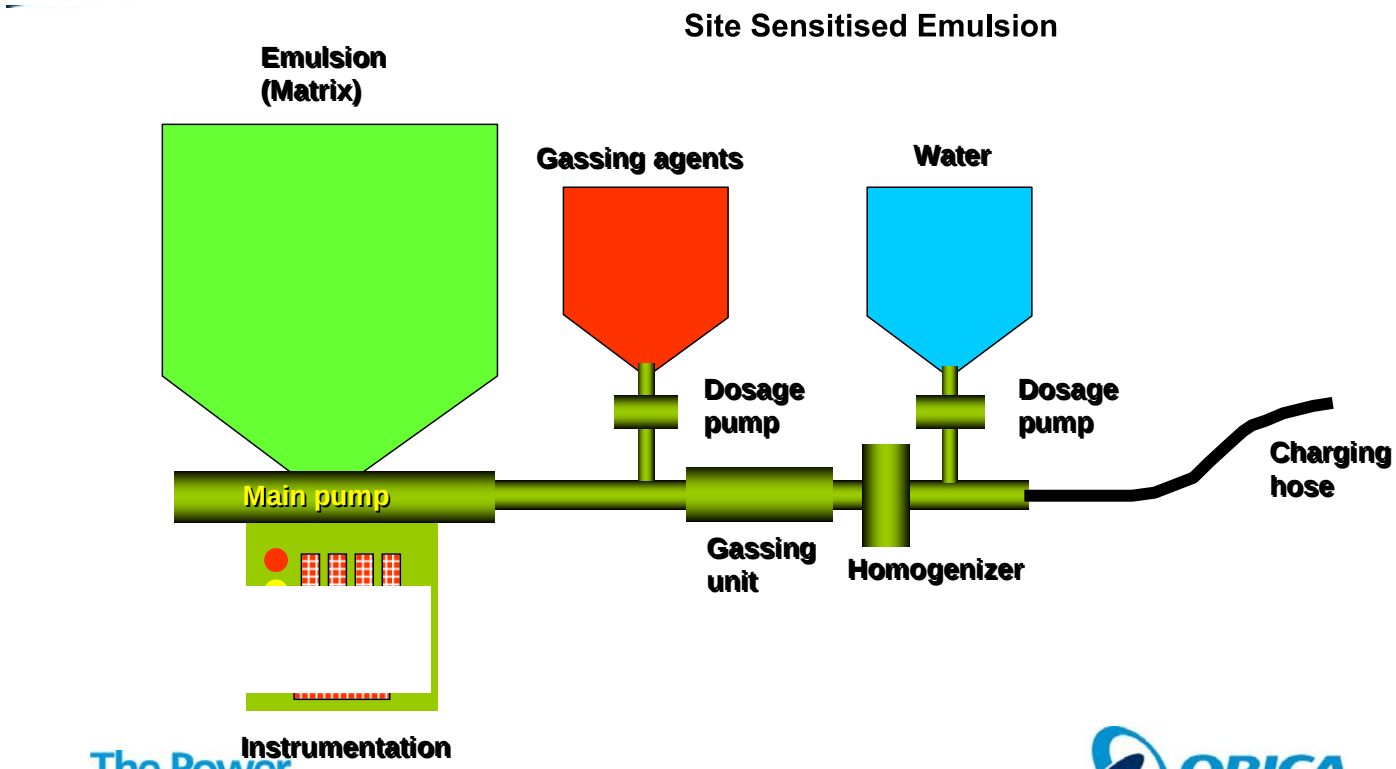
Consideraciones respecto a la sensibilización en plantas fijas:

- No se transporta ningún producto explosivo
- La sensibilización se produce después de la carga del barreno
- El producto se insensibiliza después de transcurridos unos días
- No se producen sobrantes de explosivo
- Permiten la carga selectiva de los barrenos
- La sensibilización con gasificación química supone un notable abaratamiento de estas composiciones
- Mejores prestaciones que las fabricadas en plantas fijas.
- Las unidades MMU y UNIBODY permiten la carga de cualquier tipo de mezcla Anfo-Emulsión.

Representan el **avance mas importante de la tecnología de explosivos para voladuras a cielo abierto con un uso extendido en todo el mundo**

# 5. Emulsiones sensibilizadas in-situ (1/5)

- Finalidad: voladuras de difícil acceso: minería de interior, túneles y obras subterráneas)
- Basado en la sensibilización de las emulsiones in situ SSE ("site sensitised emulsion")



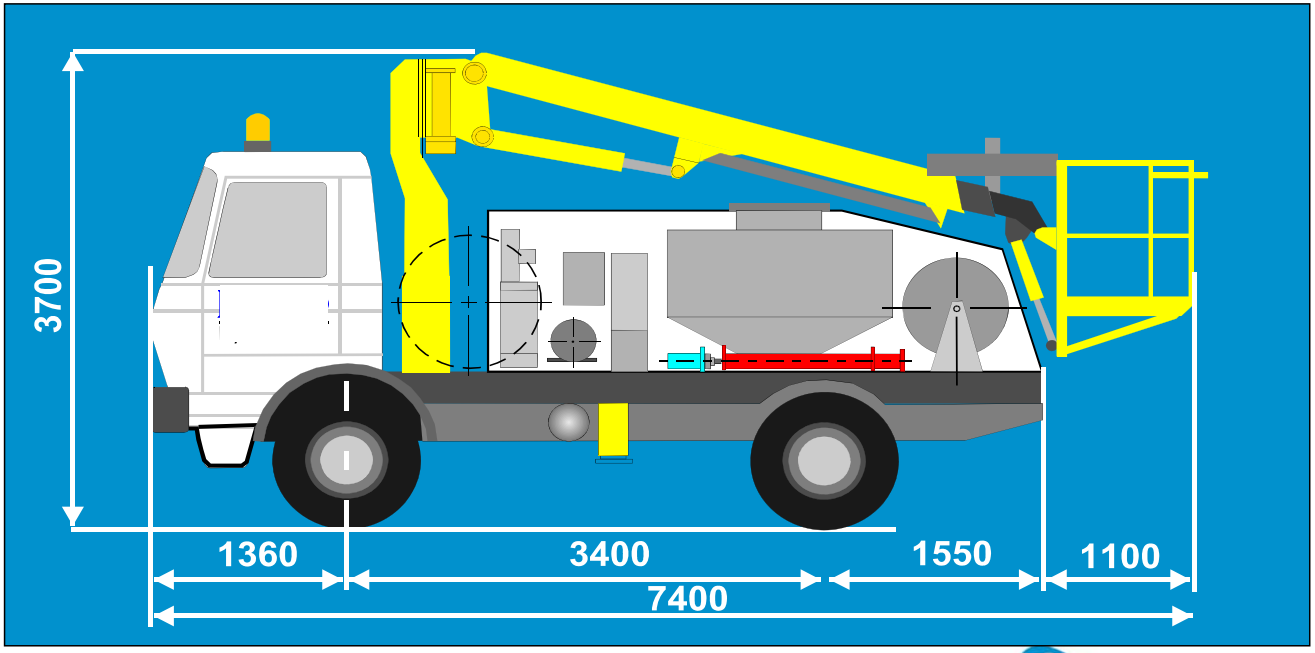

The Power of Partnership

ORICA MINING SERVICES

# 5. Emulsiones sensibilizadas in-situ (2/5)

TITAN SSE System®

Site Sensitised Emulsion




The Power of Partnership

ORICA MINING SERVICES

# 5. Emulsiones sensibilizadas in-situ (3/5)

- Proceso de gasificación modulable con control remoto
- Densidades: 0,5-1,25 g/cm3, permitiendo:
  - carga selectiva de los barrenos
  - reducir la carga de los barrenos perimetrales
- Capacidad del depósito de emulsión: 800 kg
- Capacidad de carga de 40 kg/min
- Dos mangueras con retrotracción programable y control remoto.
- Instaladas en vehículos con pluma y jaula para carga de barrenos en explotaciones subterráneas.
- Gran difusión de esta tecnología en los países con gran tradición en obras subterráneas reemplazando totalmente a explosivos encartuchados (gomas).

# 5. Emulsiones sensibilizadas in-situ (4/5)

Principales ventajas técnico-operativas:

- **Reducción** sustancial del **riesgo de la operación** de carga al sustituir explosivos encartuchados muy sensibles a estímulos accidentales, por **productos altamente insensibles**
- **Reducción** notable del **tiempo/coste de carga** de las voladuras subterráneas
- **Eliminación de atranques de cartuchos** con grave **riesgo para operarios** y deterioro de la calidad de la voladuras.
- **Reducción del coste de las voladuras** al sustituir explosivos encartuchados por otros productos de menor coste
- **Acoplamiento perfecto** entre el explosivo y las paredes del barreno (mejor rendimiento del explosivo)

## 5. Emulsiones sensibilizadas in-situ (5/5)

Principales ventajas para la seguridad ciudadana:

- Mejora importante de la seguridad vial
- Mejora significativa de la seguridad de orden público al evitarse robos de explosivos.

No es posible la utilización en España de esta importante tecnología al no estar contemplado en nuestra normativa la sensibilización en unidades móviles.

# 6. Conclusiones (1/2)

**Las Unidades Móviles de Mezcla,**

- eliminan el transporte y manipulación de productos explosivos, mejorando la seguridad viaria, industrial y de orden público
- incrementan la eficiencia de las voladuras, al utilizar productos de mayor energía que los fabricados en plantas fijas
- reducen el coste de la voladura por el menor coste relativo de los productos utilizados en el sistema de sensibilización
- gran versatilidad de los sistemas MMU y UNIBODY al permitir la carga de cualquier tipo de explosivo a granel (anfo, anfo denso, emulsiones)

**La sensibilización de emulsiones in situ,**

- reduce drásticamente el consumo de explosivos encartuchados (gomas) en la minería de interior y obras subterráneas, lo que supone una importante ventaja para la seguridad de orden público, industrial y viaria
- mejora considerablemente la eficiencia y reduce el coste de las voladuras

# 6. Conclusiones (2/2)

- Las técnicas anteriormente descritas, relacionadas con las Unidades Móviles de Mezcla y con la sensibilización de las emulsiones in situ, constituyen los avances mas importante de la tecnología de los explosivos de los últimos años

- Al no permitirse en España estas técnicas, se están utilizando sistemas de carga de productos explosivos previamente sensibilizados en fábrica cuyo transporte a granel no está contemplado en el ADR, por el riesgo que comporta su manipulación.

- Es preciso la revisión del Reglamento de Explosivos para que recoja la posibilidad de utilización de estas tecnologías tan extensamente usadas en el resto del mundo, lo que beneficiará la seguridad integral en el empleo de explosivos, mejorando la eficacia y la reducción de los costes de las voladuras

# GRACIAS POR SU ATENCIÓN