

# Identificación de **Riesgos Laborales**, **Medidas Preventivas** y **Evaluación** en la construcción de puentes y túneles





**Identificación de Riesgos Laborales,  
Medidas Preventivas y Evaluación  
en la construcción de puentes y túneles**

**Título:**

Identificación de Riesgos Laborales, Medidas Preventivas y Evaluación en la construcción de puentes y túneles.

**Autores:**

Proyecto redactado por la Fundación Laboral de la Construcción Navarra.

Con la colaboración de la Asociación Navarra de Empresas de Construcción de Obras Públicas (ANECOP).

Esta guía ha sido subvencionada por el Instituto Navarro de Salud Laboral (I.N.S.L.) del Gobierno de Navarra.

**Edita:**

© GOBIERNO DE NAVARRA  
Departamento de Salud

Instituto Navarro de Salud Laboral  
[www.cfnavarra.es/insl](http://www.cfnavarra.es/insl)

1ª edición, 1ª impresión (2007)

Diseño gráfico: ANA COBO

Imprime: ONA INDUSTRIA GRÁFICA

Depósito Legal: NA-1.620/2007

ISBN: 978 8423529681

**Promociona y distribuye:**

Fondo de Publicaciones del Gobierno de Navarra  
c/ Navas de Tolosa, 21  
Tel.: 848 42 71 21  
Fax: 848 42 71 23  
[fondo.publicaciones@navarra.es](mailto:fondo.publicaciones@navarra.es)  
<http://www.navarra.es>  
31002 Pamplona

<b>CAPÍTULO I. Riesgos Laborales en la construcción de obras públicas</b> .....	9	<b>CAPÍTULO III. Proceso de ejecución de un puente</b> .....	41
1. Conceptos y descripción.....	11	<i>Trabajos previos a la construcción del puente</i>	
2. Evaluación.....	11	I. Replanteo .....	44
2.1. Metodología de evaluación.....	12	II. Desbroce .....	48
2.2. Determinación de la magnitud del riesgo .....	13	III. Construcción de península o ataguía .....	51
<b>CAPÍTULO II. Puentes</b> .....	17	<i>Tareas de construcción</i>	
1. Introducción .....	19	1. Pilotaje en la península.....	53
2. La construcción de puentes, rama de la ingeniería civil.....	19	1.1. Excavación de pozos .....	55
3. Diseño y funcionalidad.....	20	1.2. Colocación de armaduras en el pozo .....	56
4. Factores inseparables en la construcción de puentes .....	20	1.3. Hormigonado del pilote .....	58
5. Planteamiento básico de construcción .....	20	2. Descabezado de los pilotes.....	61
6. Influencia del entorno en la construcción del puente .....	21	3. Colocación de hierro en el encepado.....	63
7. Tipos de puentes.....	21	4. Encofrado del encepado .....	66
8. Características y elementos básicos de dos tipos de puentes muy diferenciados.....	25	5. Hormigonado del encepado.....	68
9. Clasificación básica de los sistemas constructivos de puentes de hormigón.....	26	6. Ejecución de la viga cargadero .....	70
10. Relación entre el sistema constructivo y la luz principal del puente ...	26	6.1. Excavación de la viga cargadero.....	71
11. Tipo de puente del presente trabajo .....	27	6.2. Aplicación de hormigón de limpieza .....	72
12. Características elementales de un puente viga .....	29	6.3. Encofrado de viga cargadero .....	73
13. Croquis y elementos del puente de losa .....	30	6.4. Colocación de hierro en viga cargadero .....	74
14. Croquis y elementos del puente de viga .....	31	6.5. Hormigonado de zapata y viga cargadero .....	75
15. Glosario .....	32	6.6. Desencofrado .....	76
		7. Colocación de pilas prefabricadas .....	77
		8. Colocación de dinteles prefabricados .....	79

9. Replanteo de mesetas de hormigón autonivelante .....	81
9.1. Replanteo de mesetas de hormigón autonivelante .....	82
9.2. Hormigonado del dintel .....	83
10. Colocación del neopreno .....	84
11. Lanzado y colocación de vigas .....	86
12. Colocación de placas de hormigón de encofrado perdido .....	88
13. Colocación y atado del hierro de losa del puente .....	90
14. Hormigonado de la losa del puente .....	82
15. Colocación de barreras tipo <i>new jersey</i> .....	94
16. Ejecución de la losa de transición del puente .....	96
17. Hormigonado de la losa de transición .....	98
 <i>Riesgos de Trabajos al aire libre</i>	
A. Trabajo en campo .....	99
B. Trabajo en condiciones climáticas adversas .....	100
 <i>Trabajo en equipo</i>	
A. Trabajo individual .....	101
B. Trabajo en equipo .....	101

**CAPÍTULO IV. Túneles** ..... 103

1. Introducción .....	105
2. El túnel como alternativa de construcción .....	105
3. Introducción a obras subterráneas .....	106
4. Factores funcionales de cada túnel .....	107
5. Instrucciones para el proyecto, construcción y explotación de obras subterráneas para el transporte terrestre (IOS 98) .....	108

6. Factores funcionales de cada Túnel .....	130
6.1. Estudios previos a la construcción .....	130
6.2. Factores importantes en la explotación del túnel .....	130
7. Construcción .....	131
7.1. Fases elementales de construcción .....	131
7.2. Métodos clásicos empleados en la perforación de túneles .....	131
7.3. Procedimientos utilizados en el avance del túnel .....	132
8. Ilustración de la sección transversal .....	133

**CAPÍTULO V. Proceso de ejecución de un túnel** ..... 135

A. Características del túnel de carreteras objeto del presente trabajo .....	137
B. Partes que componen un túnel y esquema de perforación .....	138
C. Máquinas más emblemáticas a utilizar .....	140
D. Identificación, medidas preventivas y evaluación de riesgos laborales en el proceso de construcción de túneles .....	141
1. Ejecución de la boquilla .....	142
1.1. Replanteo .....	142
1.2. Perforación de un anillo de sostenimiento .....	147
1.3. Colocación de bulones en el anillo de sostenimiento .....	149
1.4. Colocación de mallazo en el frente .....	151
1.5. Gunitado del perímetro de la boquilla .....	153
1.6. Perforación del frente .....	155
1.7. Voladura del frente .....	157
1.8. Retirada del material de voladura .....	160
1.9. Sostenimiento de la bóveda .....	162
1.10. Gunitado de la bóveda .....	166

<b>2. Avance</b> .....	168	<b>6. Hormigonado de la bóveda</b> .....	215
2.1. Perforación del frente de la bóveda .....	169	6.1. Montaje del carro de encofrado.....	216
2.2. Voladura del frente .....	171	6.2. Colocación del carro en la puesta.....	219
2.3. Retirada del material de voladura .....	174	6.3. Hormigonado de la puesta.....	220
2.4. Sostenimiento de la bóveda.....	176	6.4. Desencofrado y limpieza del carro de encofrado.....	221
2.5. Gunitado de la bóveda.....	180		
<b>3. Destroza</b> .....	182	<b><i>Riesgos de Trabajos al aire libre</i></b>	
3.1. Perforación del suelo de la bóveda.....	183	<b>A. Trabajo en campo</b> .....	223
3.2. Voladura del suelo .....	185	<b>B. Trabajo en condiciones climáticas adversas</b> .....	224
3.3. Retirada del material de voladura.....	189	<b><i>Trabajo en equipo</i></b>	
3.4. Sostenimiento de hastiales .....	190	<b>A. Trabajo individual</b> .....	225
3.5. Gunitado de hastiales .....	193	<b>B. Trabajo en equipo</b> .....	225
<b>4. Construcción de la contrabóveda</b> .....	195		
4.1. Excavación de la contrabóveda y retirada de material .....	196		
4.2. Colocación de hierro en la contrabóveda .....	199		
4.3. Hormigonado de la contrabóveda .....	201		
4.4. Relleno de la contrabóveda con zahorra natural .....	203		
<b>5. Impermeabilización de la bóveda</b> .....	207		
5.1. Traslado a obra y desplazamiento dentro de la bóveda.....	208		
5.2. Traslado de materiales hasta el lugar de trabajo .....	209		
5.3. Montaje de andamios y plataformas de trabajo.....	210		
5.4. Impermeabilización de túneles .....	211		
5.5. Impermeabilización de elementos prefabricados-falsos túneles..	213		



**CAPÍTULO I:**  
**RIESGOS LABORALES EN LA CONSTRUCCIÓN  
DE OBRAS PÚBLICAS**



## 1. Conceptos y descripción

CONCEPTOS	DESCRIPCIÓN
<i>Riesgos Naturales</i>	➤ Proximidad de un daño o peligro.
<i>Peligro</i>	➤ Circunstancia en la que es posible que suceda algún mal.
<i>Procesos naturales peligrosos</i>	➤ Aludes, arrastres de rocalla, inundaciones, desprendimientos de rocas, corrimiento de tierras y otros movimientos catastróficos de tierra y piedras.
<i>Peligrosidad</i>	➤ Probabilidad de que un determinado fenómeno natural, de una cierta extensión, intensidad y duración, con consecuencias negativas se produzca.
<i>Vulnerabilidad</i>	➤ Impacto del fenómeno sobre las personas, y es el incremento de la vulnerabilidad el que ha llevado a un mayor aumento de los riesgos naturales.
<i>Evaluación</i>	➤ Cálculo, valoración de una cosa.
<i>Cálculo del riesgo</i>	➤ Cuanto mejor sea la respuesta ante el riesgo, éste será menor. Es por ello, que en algunas regiones esta respuesta se evalúa mediante un criterio numérico y posteriormente se resta su valor al producto de peligrosidad por vulnerabilidad. <b>Riesgo = (Peligrosidad x Vulnerabilidad) - Capacidad de respuesta</b>
<i>Actuación</i>	➤ Realización de actos para anular o disminuir riesgos.
<i>Prevención</i>	➤ Todas las medidas que se realcen con anticipación.
<i>Predicción</i>	➤ Anticipación del fenómeno con una mayor o menor antelación, la cual dependerá del tipo de fenómeno, ya que en algunos casos ésta tan solo se puede realizar con pocas horas de antelación y difícilmente se puede determinar el lugar de afectación.

## 2. Evaluación

### PREMISAS DE PARTIDA

Si existe un *Peligro*, existe un *Riesgo*.

Si existe un Riesgo, existe la *Probabilidad* de que se materialice.

Si el Riesgo se materializa, se originan unas *Consecuencias*.

*Las Consecuencias siempre serán las mismas:  
"Sufrir un Mal"*

### ACTUACIÓN ELEMENTAL

FASES	
1. <i>Analizar el riesgo</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➔ Identificar el peligro.</li> <li>➔ Estimar el riesgo, valorando la probabilidad y consecuencias de que el riesgo se materialice.</li> </ul>
2. <i>Valorar el riesgo</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➔ Emitir un juicio sobre la tolerabilidad del riesgo.</li> <li>➔ Si el riesgo no es tolerable se debe controlar el riesgo.</li> </ul>

### ¡Recordar!

#### Peligro

Circunstancia en la que es posible que suceda algún mal

#### Consecuencias

Hecho o acontecimiento que se deriva o resulta de otro

#### Probabilidad de sufrir un mal

Cualidad o posibilidad verosímil y fundada de que algo pueda suceder

**Riesgo = (Peligrosidad x Vulnerabilidad) - Capacidad de respuesta**

## 2.1. Metodología de Evaluación

---

### Objeto

Se pretende establecer un método para realizar la Evaluación de Riesgos Laborales de la empresa y de la obra donde actúa.

### Ámbito

Como concepto, la evaluación de riesgos deberá hacerse en todas las áreas y puestos de trabajo de la empresa. Dado el permanente cambio que implica la construcción de una obra civil debe hacerse una evaluación inicial de la obra y una revisión periódica de la misma. Esto supone la actualización del plan de prevención y la identificación de supuestos nuevos peligros que con toda seguridad aparecerán.

### Definiciones

#### Evaluación de riesgos laborales:

Es el proceso dirigido a estimar la magnitud de aquellos riesgos que no hayan podido evitarse, obteniendo la información necesaria para que el empresario esté en condiciones de tomar una decisión apropiada sobre la necesidad de adoptar medidas preventivas y, en tal caso, sobre el tipo de medidas que deben adoptarse.

#### Riesgos Laborales:

La posibilidad de que un trabajador sufra un determinado daño derivado del trabajo. Para calificar un riesgo desde el punto de vista de su gravedad, se valorarán conjuntamente la probabilidad de que se produzca el daño y la severidad del mismo.

#### Riesgo laboral grave e inminente:

Aquél que resulte probable racionalmente que se materialice en un futuro inmediato y pueda suponer un daño grave para la salud de los trabajadores.

#### Procesos, actividades, operaciones, equipos o productos potencialmente peligrosos:

Aquellos que, en ausencia de medidas preventivas específicas, originen riesgos para la seguridad y la salud de los trabajadores que los desarrollan o utilizan.

#### Condiciones de trabajo:

Cualquier característica del mismo que pueda tener una influencia significativa en la generación de riesgos para la seguridad y la salud del trabajador.

Quedan específicamente incluidas en esta definición:

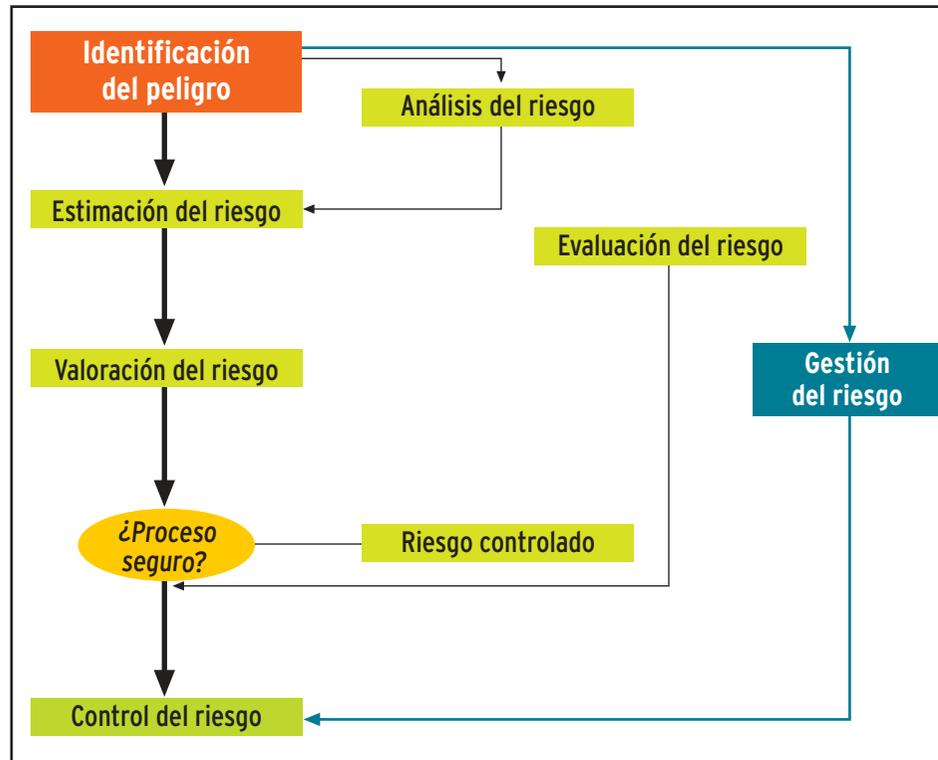
- a. Las características generales de los locales, instalaciones, equipos, productos y demás útiles existentes en el centro de trabajo.
- b. La naturaleza de los agentes físicos, químicos y biológicos presentes en el ambiente de trabajo y sus correspondientes intensidades, concentraciones o niveles de presencia.
- c. Los procedimientos para la utilización de los agentes citados anteriormente que influyan en la generación de los riesgos mencionados.
- d. Todas aquellas otras características del trabajo, incluidas las relativas a su organización y ordenamiento, que influyan en la magnitud de los riesgos a que esté expuesto el trabajador.

#### Utilidad de la evaluación de riesgos:

El resultado de una evaluación de los riesgos debe servir para hacer un inventario de acciones, con el fin de diseñar, mantener o mejorar los controles de riesgos.

Es necesario contar con un buen procedimiento para planificar la implantación de las medidas de control que sean precisas después de la evaluación de los riesgos.

## Procedimiento de Actuación



## Recogida de información relevante

Enumerar las áreas, puestos y condiciones de trabajo que puedan dar lugar a riesgos laborales.

Recoger información de las mismas, incluyendo planos, fichas, técnicas, instrucciones, fichas de seguridad, declaraciones de conformidad, informes de Mutua, estadísticas anteriores, etc.

En este proceso se recogerá información sobre:

- Locales de trabajo.
- Puestos de trabajo y personal que ocupa cada puesto.
- Maquinaria y Equipos de trabajo.
- Productos peligrosos.
- Informes anteriores, sanciones, etc.

## Identificación del riesgo

Una vez determinadas las situaciones que pueden causar riesgos, se analizarán y determinarán los mismos conforme a la clasificación que se haya establecido.

## 2.2. Determinación de la Magnitud del Riesgo

Una vez identificados los riesgos, se procede a establecer su magnitud. Para cada riesgo detectado debe estimarse la potencial severidad del daño (consecuencias) y la probabilidad de que ocurra el hecho. Para ello, utilizaremos el método de evaluación del Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo.

		CONSECUENCIAS		
		Ligeramente dañino (L)	Dañino (D)	Extremadamente dañino (D)
Probabilidad	Baja (B)	Trivial	Tolerable	Moderado
	Media (M)	Tolerable	Moderado	Importante
	Alta (A)	Moderado	Importante	Intolerable

Riesgo identificado	Probabilidad			Consecuencias			Magnitud del riesgo				
	Baja B	Media M	Alta A	Ligeramente dañino LD	Dañino D	Extremadamente dañino ED	Trivial T	Tolerable TO	Moderado MO	Importante I	Intolerable IN

## Consecuencias o severidad del daño:

Para determinar la potencial severidad del daño, debe considerarse:

- > Partes del cuerpo que se verán afectadas.
- > Naturaleza del daño, graduándolo desde ligeramente dañino a extremadamente dañino.

<b>Ejemplos</b>	<b>Ligeramente dañino</b>
	<b>Dañino</b>
	<b>Extremadamente dañino</b>

- Daños superficiales: cortes y magulladuras pequeñas, irritación en los ojos por polvo.
- Molestias e irritación: dolor de cabeza.
- Laceraciones, quemaduras, conmociones, torceduras importantes, fracturas menores.
- Sordera, dermatitis, asma, trastornos músculo-esqueléticos, enfermedad que conduce a enfermedad menor.
- Amputaciones, fracturas mayores, intoxicaciones, lesiones múltiples, lesiones fatales.
- Cáncer y otras enfermedades crónicas que acorten severamente la vida.

## Probabilidad de que ocurra el daño:

Se puede graduar, desde baja hasta alta, con el siguiente criterio:

Probabilidad <b>ALTA</b>	→ El daño ocurrirá <b>siempre o casi siempre</b>
Probabilidad <b>MEDIA</b>	→ El daño ocurrirá en <b>algunas ocasiones</b>
Probabilidad <b>BAJA</b>	→ El daño ocurrirá <b>raras veces</b>

## Toma de decisiones

Una vez estimada la probabilidad y la gravedad de las consecuencias, damos un valor a la urgencia con la que debemos afrontar la eliminación o control de dichos riesgos.

### Magnitud del Riesgo:

<b>Trivial (T)</b>	No se requiere acción específica.
<b>Tolerable (TO)</b>	No se necesita mejorar la acción preventiva, sin embargo se deben considerar soluciones más rentables o mejoras que no supongan una carga económica importante.  Se requieren comprobaciones periódicas para asegurar que se mantiene la eficacia de las medidas de control.
<b>Moderado (MO)</b>	Se deben hacer esfuerzos para reducir el riesgo, determinando las inversiones precisas. Las medidas para reducir el riesgo deben implantarse en un período determinado.  Cuando el riesgo moderado está asociado con consecuencias extremadamente dañinas, se precisará una acción posterior para establecer, con más precisión, la probabilidad de daño como base para determinar la necesidad de mejora de las medidas de control.
<b>Importante (I)</b>	No debe comenzarse el trabajo hasta que no se haya reducido el riesgo. Puede que se precisen recursos considerables para controlar el riesgo.  Cuando el riesgo corresponde a un trabajo que se está realizando, debe remediarse el problema en un tiempo inferior al de los riesgos moderados.
<b>Intolerable (IN)</b>	No debe comenzar ni continuar el trabajo hasta que se reduzca el riesgo.  Si no es posible reducir el riesgo, incluso con recursos limitados, debe prohibirse el trabajo.

El técnico en prevención, junto a las personas que trabajan en cada área, propondrá las medidas concretas a tomar en cada caso.

## Métodos de Control

Los métodos de control deben escogerse teniendo en cuenta los siguientes principios:

- Combatir los riesgos en su origen.
- Adaptar el trabajo a la persona en particular en lo que respecta al diseño de los puestos de trabajo, así como a la elección de los equipos y métodos de trabajo y de producción, con miras a atenuar el trabajo monótono y repetitivo y a reducir los efectos del mismo en la salud.
- Tener en cuenta la evolución de la técnica.
- Sustituir lo peligroso por lo que entrañe poco o ningún peligro.
- Adoptar las medidas que antepongan la protección colectiva a la individual.
- Dar las debidas instrucciones a los trabajadores.

## Revisión del plan de actuación

El plan de actuación debe revisarse antes de su implantación, considerando lo siguiente:

- Si los nuevos sistemas de control de riesgos conducirán a niveles de riesgo aceptables.
- Si los nuevos sistemas de control han generado nuevos peligros.
- La opinión de los trabajadores afectados sobre la necesidad y la operatividad de las nuevas medidas de control.

La evaluación de los riesgos debe ser, en general, un proceso continuo. Por lo tanto la adecuación de las medidas de control debe estar sujeta a una revisión continua y modificarse si es preciso. De igual forma si cambian las condiciones de trabajo, y con ello varían los peligros y los riesgos, habrá que revisar la evaluación de riesgos.

## Evaluación previa de Procesos Peligrosos:

Primera evaluación y adopción de medidas preventivas	Reconocer la zona	<p>Para evaluar, mitigar y prevenir procesos peligrosos, hay que referirse a una zona definida. La zona en cuestión es aquella donde se inicia el proceso, donde se sigue su curso y donde se producen los efectos.</p> <p>Cada evaluación requiere la investigación de la probabilidad de aparición y frecuencia del proceso peligroso.</p>
	Describir el proceso peligroso	Mediante parámetros físicos como intensidad, magnitud, duración, energía, presión, altura, volumen e impacto.
	Analizar el Riesgo	<ol style="list-style-type: none"> <li>Identificar los peligros naturales.</li> <li>Época en que se producen.</li> <li>Frecuencia.</li> <li>Magnitud.</li> <li>Causas.</li> <li>Indicadores previos.</li> </ol> <p>¿Qué? ¿Cuándo? ¿Cómo? ¿Por qué?</p>
	Planificar	<ol style="list-style-type: none"> <li>Obtener información de Organismos Oficiales sobre peligros naturales que afectan a la zona.</li> <li>Obtener estadísticas fiables sobre el tipo/s de riesgo/s detectado/s.</li> <li>Obtener información de personas de la zona.</li> <li>Ponderar, evaluar y actuar para Planificar la Prevención de Riesgos de forma sistemática e intuitiva.</li> <li>Determinar la época en la que deben realizarse los trabajos.</li> <li>Dotar de Medidas Preventivas. <ul style="list-style-type: none"> <li>Señalizar zonas de peligro.</li> <li>Dotar de pequeñas refugios, parapetos, plataformas.</li> <li>Establecer sistema de evacuación de la zona.</li> <li>Disponer de elementos de transporte.</li> <li>Colocar "testigos" o elementos avisadores premonitorios de peligros.</li> <li>Señales de alerta para abandonar la zona.</li> </ul> </li> </ol>



## **CAPÍTULO II: PUENTES**



## 1. Introducción

"Armoniosa conjunción de arte y ciencia, una de las más geniales creaciones del hombre"



### Definiciones:

- "Fábrica que por lo común se destina a soportar el tránsito ferroviario, rodado o de peatones, salvando los obstáculos que ofrecen las masas acústicas, calles, quebradas, líneas férreas, carreteras y calles. Otra aplicación no tan corriente es la de ayudar a los acueductos, canales de irrigación, oleoductos y cintas transportadoras a salvar los accidentes del terreno." (*Enciclopedia Británica*).
- Estructura que salva un obstáculo, sea río, foso, barranco o vía de comunicación natural o artificial, y que permite el paso de peatones, animales o vehículos.
- Es una construcción, normalmente artificial, que permite salvar un accidente geográfico como por ejemplo un río o un cañón para permitir el paso sobre el mismo.
- Por lo general, el término puente se utiliza para describir a las estructuras viales, trazado por encima de la superficie, que permiten vencer obstáculos naturales con quebradas, hondonadas, canales, entrantes de mar, estrechos de mar, lagos, etc.

## 2. La construcción de puentes, rama de la ingeniería civil

Todos los puentes se basan en modelos naturales, a los que, conforme la tecnología ha ido avanzando, se han incorporado nuevas formas de resolver los mismos problemas. A partir de un tronco derribado sobre un cauce, una piedra desprendida de una ladera o una maraña de lianas y enredaderas tendidas sobre un barranco, que desde siempre han servido para salvar accidentes naturales, se ha montado una ciencia que es parte importante de las aplicaciones de la ingeniería civil: *el proyecto y construcción de puentes*.

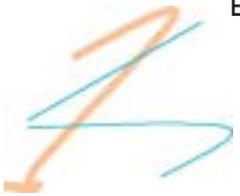
En el transcurso de la historia se han diseñado numerosos tipos de puentes dependiendo principalmente de los materiales disponibles y las técnicas utilizadas. Su construcción sigue evolucionando buscando en todo momento satisfacer las necesidades de las comunidades cada día más complicadas. La limitación de esta evolución se encuentra más en el campo de la economía que en el diseño y técnicas estructurales.

El proyecto y cálculo de este tipo de obras pertenecen a la Ingeniería Estructural que es una rama clásica de la ingeniería civil. Su finalidad es la de conseguir estructuras funcionales que resulten adecuadas desde el punto de vista resistente. En un sentido práctico, la ingeniería estructural es la aplicación de la mecánica Newtoniana para el diseño de elementos y sistemas estructurales tales como edificios, puentes muros (incluyendo muros de retención), presas, túneles, etc.

En definitiva, el puente es el objeto ejemplar de la ingeniería civil, el paradigma de las obras públicas donde el diseño creativo, la belleza no puede apartarse, de lo útil, de lo funcional, de lo necesario. *"El hecho vital, el símbolo principal de la ingeniería civil, es la síntesis del libre diseño creativo y la profundización analítica"*. Hans Straub.

### 3. Diseño y funcionalidad

*“La ingeniería de puentes ha pasado de ser una artesanía tradicional a convertirse en un conjunto de técnicas complejas, basadas en ciencias abstractas y en cálculos matemáticos. Sin embargo, la expresión artística de la estructura y su consistencia material no pueden ser aspectos diferentes de una concepción dualista, sino que deben dar una síntesis de un proceso dialéctico que, a veces, enfrenta ambas posturas.”*



El diseño creativo de la estructura del puente, su perfección y estética y su adaptación al paisaje, son elementos armónicos que deben contemplarse en el proyecto del puente. Es deseable que los puentes, además de ser seguros y económicos, puedan también poseer armonía, equilibrio estético y un cierto sentimiento de longevidad. Igualmente es importante darles un grado de luminosidad que haga más grata la vida; favoreciendo la reconciliación del arte y la técnica.

### 4. Factores inseparables en la construcción de puentes

La importancia del proceso de construcción es tan grande y está tan presente en el proyectista que muchos tipos de puentes se conocen por su procedimiento de construcción.

En sintonía con lo dicho, la estética, la historia y la integración con el entorno deberían ser los criterios determinantes en el comienzo del proyecto. De éstos se derivarán:

- Funcionalidad.
- Distancia que debe salvar el puente o *luz*, en francés *portée* y en inglés *span*.
- Tipo de puente más idóneo.
- Dimensiones.
- Tipos y resistencia de los materiales.

Factor determinante:  
**la luz del puente**

Llegado el momento, habrá que añadir a esta relación consideraciones tales como: la durabilidad y la conservación del puente, el proyecto de elementos prefabricados y el control de calidad en la fábrica proveedora.

### 5. Planteamiento básico de construcción

Dividir en partes dependiendo de la luz del puente aunque en ello intervienen otros factores que pueden corregir este planteamiento básico.

El puente se deberá construir por adición de partes sucesivas. Cada una de

- 1º soportarse a sí misma y
- 2º iniciar la construcción de la siguiente fase.

Otra alternativa consiste en utilizar una estructura auxiliar que resista las diferentes partes hasta su terminación procediendo a su retirada al finalizar la obra.

No es posible contestar genéricamente a la pregunta de cual es el proceso de construcción más adecuado. Como criterio se puede decir que será el que necesite los mínimos medios de fabricación y montaje, o los mínimos materiales adicionales para poder resolver la construcción, es decir, para conseguir que las estructuras parciales se soporten a sí mismas y soporten la fase siguiente. Este planteamiento se verá corregido por otros factores que intervienen en el proceso, pero será siempre un factor determinante a la hora de elegir la solución de un puente, y su influencia será cada vez mayor según aumente su *luz*.

Una manera de reducir costes en la construcción del puente consiste en la creación de estructuras parciales sucesivas lo más parecidas posibles en su modo de resistir a la estructura final. De esta manera se reducirán los materiales que sean necesarios añadir para resistir estos estados intermedios.

*Ejemplo de un proceso de construcción adecuado es el de los voladizos sucesivos para construir puentes viga*, porque los momentos flectores del voladizo van a ser menores que los de la estructura terminada. En cambio, la construcción de un *arco* por voladizos atirantados requiere tirantes provisionales, y en general más armadura en el arco de la que necesita el puente terminado. Esto no invalida la solución *arco* respecto de la solución *viga*, construidos ambos por voladizos sucesivos, porque el proceso de construcción, aunque es fundamental, no es el único factor que define la economía del puente.

Para evaluar el costo de la obra acabada es necesario sumar los materiales de la propia obra y todos los elementos necesarios para su construcción.

No siempre será más económica la obra con un proceso de construcción más adecuado y por tanto más económico, porque puede ocurrir que el exceso de materiales y de medios auxiliares necesarios para la construcción, se vea compensado por la economía de materiales de la propia obra, de forma que la suma total puede resultar menor que en otras estructuras con procesos de construcción más económicos.

Ejemplo de ello puede ser el *arco*, que por ser una estructura que resiste por forma, no puede funcionar como tal hasta que no se completa. Ello exige gran cantidad de medios para su construcción, pero la economía de materiales del *puente arco* terminado puede compensar en muchos casos el exceso de medios auxiliares.

También se reducen los medios de construcción, haciendo que las diferentes partes que van a formar el puente sean lo más ligeras posibles. Conviene por tanto utilizar materiales con la mayor resistencia específica posible. Por ello, la construcción de un puente metálico es siempre más económica que la de uno equivalente de hormigón, y a esto se debe que los puentes de grandes luces serán siempre metálicos, o de otros materiales de resistencia específica menor.

En los puentes de luces pequeñas, medias, e incluso grandes, la economía del costo del hormigón respecto del acero puede compensar el mayor costo de la construcción.

## 6. Influencia del entorno en la construcción del puente

La influencia del medio donde hay que construir el puente es un problema fundamental, que resulta determinante en muchos casos a la hora de elegir el proceso de construcción de un puente.

No hay que olvidar que el fin del puente es independizar la plataforma de la vía de tráfico del agua o del suelo que hay bajo él, y por ello el proceso de construcción necesitará con mucha frecuencia la misma independencia del medio que la obra acabada; ejemplo de ello son los puentes sobre ríos de gran caudal, de avenidas frecuentes, o navegables; o los pasos sobre autopistas en funcionamiento. En estos casos será necesario que, una vez construidos los cimientos, el resto de la obra se construya con la máxima independencia posible del suelo. Los problemas aquí apuntados y muchos otros particulares de cada proyecto llevarán en cada caso a adoptar el tipo de estructura, el material, y el proceso de construcción, más adecuados para el puente que se quiere construir.

## 7. Tipos de puentes

### Según Estructura:

#### PUENTES FIJOS

- De vigas.
- De arcos.
- De armaduras.
- Cantiléver.
- Sustentados por cables.
- De pontones.

#### PUENTES MÓVILES

- Basculante.
- Giratorio.
- Deslizante.
- Elevación vertical.
- Transbordador.

### Según Material:

- De cuerdas, liadas,...
- De madera.
- Mampostería.
- Metálicos.
- De hormigón Armado.
- De hormigón Pretensado.
- Mixtos.

## Clasificación de Puentes según los Materiales de su Estructura

### MADERA

Son ligeros, baratos, poco resistentes, de poca duración, vulnerables.



### DE MAMPOSTERÍA

Los puentes de mampostería están contruidos con materiales como la piedra, los ladrillos y el hormigón, con los que se construyen estructuras arquitectónicas como el arco y la bóveda que soportan bien las fuerzas de compresión.



### PUENTE DE CUERDAS

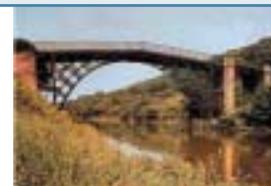
Estos puentes son los antecesores de los puentes sustentados por cables (colgantes y atirantados) actuales. Este tipo de puentes se denomina pasarela. Los cables se fabricaban de lianas, enredaderas, cuero, bambú, mimbre y materiales similares. Las cuerdas están agrupadas y torcidas en espiral para formar una unidad resistente



### PUENTES METÁLICOS

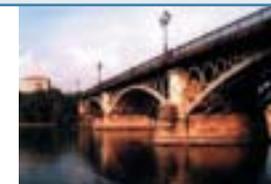
#### De Hierro Fundido

Los primeros puentes metálicos se hicieron de hierro fundido; la mayoría tienen estructuras poco claras, heredadas de los de piedra y de madera. En el puente de Coalbrookdale sobre el río Severn, el primero de los puentes metálicos, construido en 1779



#### De Hierro Forjado

El hierro forjado es el material de los puentes de la segunda mitad del s. XIX, la época de los grandes viaductos de ferrocarril en viga triangulada; de este material son las vigas en celosía y los arcos de Eiffel



#### De Acero

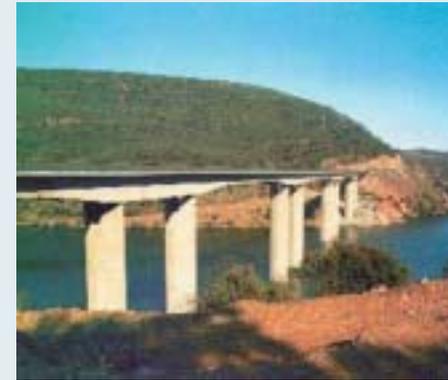
El primer gran puente cuya estructura principal es de acero es el de San Luis sobre el río Mississippi en los Estados Unidos, proyecto de James B. Eads en 1874, con tres arcos de 152+157+152 m de luz. Los dos grandes puentes de finales del s. XIX fueron también de los primeros que se hicieron con acero: el puente de Brooklyn y el puente de Firth of Forth. Desde finales de s. XIX el acero se impuso como material de construcción sobre el hierro.



## Clasificación de Puentes según los Materiales de su Estructura (continuación)

### HORMIGÓN ARMADO

El hormigón armado es una colaboración del acero y el hormigón, adecuado especialmente para resistir esfuerzos de flexión. El hormigón es muy adecuado para resistir compresiones y el acero en barras para resistir tracciones. Por ello las barras de acero se introducen en la pieza de hormigón, en el borde que debe resistir las tracciones, y gracias a la adherencia entre los dos materiales, las primeras resisten las tracciones y el segundo las compresiones.



### HORMIGÓN PRETENSADO

El hormigón pretensado se puede considerar un nuevo material; su diferencia con el hormigón armado es que en éste la armadura es pasiva, es decir, entra en carga cuando las acciones exteriores actúan sobre la estructura; en el pretensado, en cambio, la armadura es activa, es decir se tesa previamente a la actuación de las cargas que va a recibir la estructura (peso propio, carga muerta y cargas de tráfico), comprimiendo el hormigón, de forma que nunca tenga tracciones o que éstas tengan un valor reducido.



### MIXTOS

La estructura mixta es una nueva forma de colaboración del acero y el hormigón, en este caso yuxtapuestos, no mezclados como en el hormigón armado y pretensado, pero sí conectados entre sí para que trabajen conjuntamente



## Clasificación de Puentes según su Escritura

### PUENTE COLGANTE

Un puente colgante es un puente sostenible por un arco invertido formado por numerosos cables de acero, del que se suspende el tablero del puente mediante tirantes verticales.

- |                       |  |
|-----------------------|--|
| <b>Ventajas</b>       | <ul style="list-style-type: none"> <li>- El vano central puede ser muy largo en relación a la cantidad de material empleado.</li> <li>- Pueden tener la plataforma a gran altura permitiendo el paso de barcos muy altos.</li> <li>- No se necesitan apoyos centrales durante su construcción.</li> <li>- Puede flexar bajo vientos severos y terremotos.</li> </ul> |
| <b>Inconvenientes</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- En condiciones de fuertes vientos o turbulencias se hace intransitable por falta de rigidez.</li> <li>- Bajo grandes cargas de viento, las torres ejercen un gran momento (fuerza en sentido curvo) en el suelo, y requieren una gran cimentación cuando se trabaja en suelos débiles, lo que resulta caro.</li> </ul>      |



### PUENTE DE ARCO

Un puente de arco es un puente con apoyos a los extremos del vano, entre los cuales se halla una estructura con forma de arco por donde se transmiten las cargas. El tablero puede estar apoyado o colgado de esta estructura principal, dando origen a distintos tipos de puentes.

Estos puentes reparten el peso sobre los pilares de apoyo, los arcos contiguos y los apoyos en tierra firme. De esta manera consiguen mayor distancia entre los pilares.

- |                       |   |
|-----------------------|---|
| <b>Ventajas</b>       | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Permiten utilizar en su construcción materiales simples, como piedra y similares, cemento, materiales de relleno, hormigón en masa (no armado), ladrillo, etc. Época de los romanos y medieval.</li> <li>- A partir del siglo XIX se empezó a utilizar el hierro.</li> <li>- Son adecuados en sitios capaces de proporcionar una buena resistencia al empuje horizontal. Se pueden utilizar para salvar grandes distancias construyéndolos con una serie de arcos sucesivos. (Acueductos romanos)</li> </ul> |
| <b>Inconvenientes</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- La piedra y muchos materiales similares son fuertes en esfuerzos de compresión. En esfuerzos de tracción son muy débiles, por eso, muchos puentes en arco, están diseñados para trabajar constantemente bajo compresión.</li> </ul>  |



### PUENTE EN VIGAS

Un puente viga es un puente cuyos vanos son soportados por vigas. Este tipo de puentes deriva directamente del puente tronco.

Se construyen con madera, acero u hormigón (armado, pretensado o postesado). Se emplean vigas en forma de I, en forma de caja hueca. Etc. Como su antecesor, este puente es estructuralmente el más simple de todos los puentes.

Se emplean en vanos cortos e intermedios (con hormigón pretensado), un uso muy típico es en las pasarelas peatonales sobre autopistas.

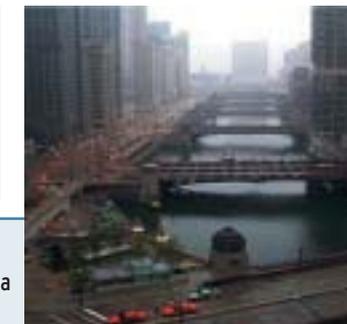
**Puente de vigas.** Consiste en varios de estos órganos, que, colocados paralelamente unos a otros con separaciones de 1,2 a 1,5 m, salvan la distancia entre estribos o pilas y soportan el tablero. Cuando son ferrocarriles, disponen de vigas de madera o acero y sus pisos pueden ser abiertos o estar cubiertos con balasto o placas de hormigón armado. Los destinados a servir el tráfico de vehículos son de acero, hormigón armado pretensado o madera. Las vigas metálicas pueden ser en I o de ala ancha; los caballetes de madera forman vanos con vigas o largueros que descansan en pilas de pilotes del mismo material o en pilotes jabalconados. Los puentes de vigas de hormigón armado o de acero pueden salvar tramos de 20 a 25 m; para distancias superiores se utilizan mucho el acero y el hormigón pretensado y, cuando la longitud es considerable, las vigas son compuestas.



### PUENTE EN MÉNSULA

Un puente en ménsula es un puente que se construye usando ménsulas consecutivas, que son estructuras horizontales que se proyectan en el espacio y sólo están soportadas en un extremo. Para pequeños puentes peatonales, pueden construirse con vigas simples, pero para mayores puentes se construyen con grandes estructuras reticuladas de acero.

Estos puentes pueden construirse con la técnica de puentes por volados sucesivos, en la que apenas se requiere de una estructura provisional.



### PUENTES MÓVILES

Además de las secciones de algunos puentes de pontones, los tramos móviles pueden ser basculantes (puentes levadizos), giratorios o de elevación vertical, según las necesidades locales. El primer tipo de puente basculante fue el ala abatible de madera que servía para cruzar el foso de los castillos y que se elevaba con cadenas desde el interior.

## Diversificación:

### Puentes en arco:

1. Puente en arco de celosía.
2. Puente de tímpanos rellenos.
3. Puente de arcos.
4. Puente de tablero intermedio.
5. Puente tablero inferior.
6. Puente de arco atirantado por el tablero.
7. Puente de tablero superior.
  - 7.1. Arco empotrado.
8. Puente en arco de articulaciones.
  - 8.1. Articulación.

### Puentes de losa:

1. Puente de pórtico rectangular.
2. Puentes de pórtico trapezoidal.

### Puentes de vigas:

1. Puente de tramos de celosía.
2. Puente de vigas continuas.
3. Puente de vigas independientes.
4. Puente de vigas cantilever.

### Puentes móviles:

1. Puente basculante de doble brazo.
2. Puente basculante de un brazo.
  - 2.1. Contrapeso.
3. Puente de elevación vertical.
  - 3.1. Torre guía.
4. Puente giratorio.
5. Puente flotante.
6. Viaducto.
7. Puente transbordador.
8. Puente colgante.
  - 8.1. Cable portante.
  - 8.2. Péndola.
9. Puente de tirantes, puente atirantado.
  - 9.1. Torre, pilono, mástil.
  - 9.2. Tirantes en arpa.
  - 9.3. Tirantes en abanico.
10. Puente de fundición.

## 8. Características y elementos básicos de 2 tipos de puentes muy diferenciados

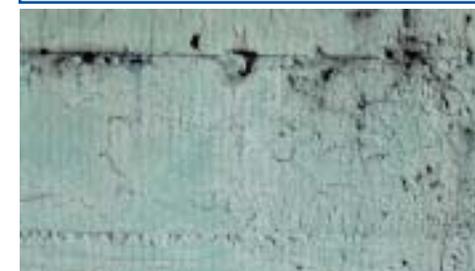
### PUNTES DE PIEDRA:

1. Arco de medio punto/arco redondo.
2. Arquillo de desagüe.
3. Tajamar, espolón.
4. Cabeza de puente, torre albarrana, albarrana, torre fuerte.
5. Ojo, ojo de puente.
6. Apartadero.
7. Pretil, acitara, antepecho.
8. Paramento de sillares.
9. Ripio, relleno.
10. Encachado.
11. Estacada, pilotaje.
  - 11.1. Pilote, zampa.

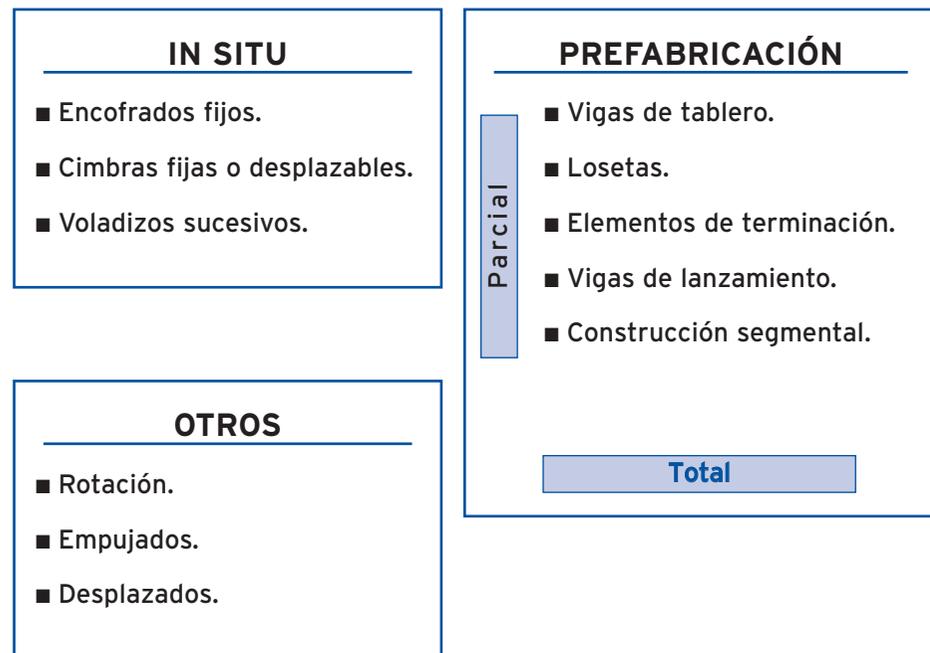


### PUNTES DE HORMIGÓN ARMADO:

1. Ojo auxiliar.
2. Estribo, muro frontal.
3. Aligeramiento.
4. Arco rebajado, arco de punto hurtado.
5. Luz, vano.
6. Tramo.
7. Pilar.
8. Clave.
9. Altura.
10. Tablero.
11. Espesor.
12. Superestructura.
13. Cimientos.
  - 13.1. Zapata.



## 9. Clasificación básica de los sistemas constructivos de puentes de hormigón

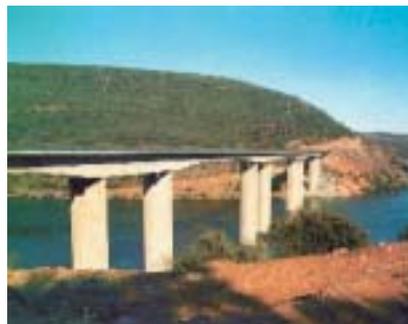


## 10. Relación entre el sistema constructivo y la luz principal del puente

Clasificación	Luz Principal (m)
<b>IN SITU</b>	
■ Losas macizas	3-12
■ Losas nervuradas	6-15
■ Losas aligeradas postesadas	10-20
■ Vigas hormigón armado	10-20
■ Vigas placas postesadas	15-25
■ Vigas placas aligeradas postesadas	17-30
■ Vigas postesadas	30-80
■ Arcos	60-150
■ Voladizos sucesivos	110-300
■ Dovelas <i>in situ</i> en puentes atirantados	200-1000
<b>PARCIAL</b>	
■ Vigas prefabricadas hormigón armado	10-20
■ Vigas prefabricadas Pre o Postesadas	17-50
<b>PREFABRICACIÓN</b>	
■ Arcos y Pórticos	15-25
■ Vigas prefabricadas Pre o Postesadas	17-50
■ Tableros segmentales	20-70
<b>TOTAL</b>	
■ Cajones de sección variable	40-150
■ Voladizos sucesivos	110-300
■ Dovelos prefabricados en puentes atirantados	200-1000
<b>MIXTOS</b>	
■ Vigas cajón postesadas empujadas	60-150

## 11. Tipo de puente del presente trabajo

### Puente de hormigón



### Hormigón

Es una piedra artificial, más concretamente un conglomerado, formado por grava y arena mezcladas con un conglomerante hidráulico, el cemento, que endurece al mezclarse con el agua. El hormigón ofrece una resistencia a la compresión que a veces supera la de las piedras naturales; pero tiene escasa resistencia a la tracción.

Las características básicas del hormigón se modifican mediante aditivos. Existen una gran variedad de ellos: colorantes aceleradores y retardadores de fraguado, fluidificantes, impermeabilizantes, etc.

Antes de su fraguado el hormigón tiene una consistencia más o menos fluida y se adapta a la forma del recipiente que lo contiene. Para su puesta en obra se utilizan, entonces, moldes transitorios, denominados encofrados, los cuáles se retiran posteriormente.

### Hormigón Armado

La técnica constructiva del hormigón armado consiste en la utilización de hormigón reforzado con barras o mallas de acero, llamadas armaduras. Las armaduras de hormigón armado son de acero, barras corrugadas y mallas electro soldadas.

El hormigón que es un material con buenas características de resistencia ante esfuerzos de compresión su resistencia a la tracción y al corte son relativamente bajas, por lo cual se lo puede utilizar tal sólo en situaciones donde los riesgos de fallo por tracción o corte sean prácticamente nulos.

Para superar este inconveniente se introducen en el hormigón barras de acero, siendo entonces este material quien lleva los esfuerzos de tracción. Es usual, además, disponer barras de acero en zonas o elementos netamente comprimidos, como es el caso de los pilares, porque, en definitiva, los intentos de compensar las deficiencias del hormigón a tracción y corte resultaron en el desarrollo de una nueva técnica, la del *hormigón armado*.

## Hormigón pretensado

En este tipo de hormigón se modifica el estado de tensión de la estructura imponiendo a priori un estado de deformación independiente de las cargas externas que gravitarán sobre esa estructura puesta en obra. Mientras que el hormigón armado normal puede considerarse constituido de dos partes: el hormigón, que resiste bien a la compresión, y la armadura, que resiste a la tracción, el **hormigón pretensado** constituye una estructura homogénea que resiste bien ambas acciones.

Para el pretensado se utilizan aceros de muy alto límite elástico, dado que el fenómeno denominado fluencia lenta anularía la ventaja si así no se hiciera.

## Puentes de Hormigón Armado

Hay dos soluciones clásicas: los de vigas de alma llena, que podían ser vigas en **T** unidas por la losa superior, o vigas de cajón para las luces mayores, y los arcos, solución idónea para el hormigón, que es un material adecuado para resistir compresiones.

A pesar de que se llegaron a construir puentes viga de gran luz como el de Ivry sobre el Sena, con una pasarela triangulada de 134,5 m de luz, construida en 1930 y el de Villeneuve-St. Georges también sobre el Sena, cerca de París, con una viga continua de alma llena con luz máxima de 78 m, y terminado en 1939 rápidamente se impuso el hormigón pretensado.

## Partes fundamentales del puente

**I. Estructura central:** conjunto de los tramos que salvan los vanos entre los soportes.

Cada tramo está formado por:

- una o varias **armaduras de apoyo**,
- de un **tablero** o piso y de
- los **arriostrados laterales** o vientos, que, a su vez, las hacen llegar a los cimientos, donde se disipan en la roca o terreno circundantes.

**Armaduras:** pueden ser placas, vigas y jabalcones, que transmiten las cargas mediante flexión o curvatura principalmente.

**Tablero:** está compuesto por un piso de planchas, vigas longitudinales o largueros sobre los que se apoya el piso y vigas transversales que soportan a los largueros.

**Arriostramientos laterales:** se colocan entre las armaduras para unirlos y proporcionar la necesaria rigidez lateral. El arriostramiento transmite a estribos y pilas las tensiones producidas por las cargas dinámicas que pasan por los puentes situados en curvas.

**II. Infraestructura:**

■ Cimientos

**Están formados** por las rocas, terreno o pilotes que soportan el peso de estribos y pilas.

■ Estribos

**Situación:** se sitúan en los extremos del puente.  
**Función:** soportan los terraplenes que conducen al puente.  
**Alternativa:** pueden reemplazarse por pilares hincados que permiten el desplazamiento del suelo en su derredor.

■ Pilas

**Son:** los apoyos intermedios de los puentes de dos o más tramos.  
**Función:** soportan los tramos.

## 12. Características elementales de un puente viga

### Puente viga

Se construye utilizando vigas que son piezas rectas horizontales apoyadas en dos o más puntos que soportan las cargas que actúan sobre ellas mediante su capacidad para resistir flexiones.

#### CARACTERÍSTICAS ELEMENTALES:

- **Construcción sobre cimbra *in situ*:** muy conveniente para luces pequeñas y medias.
- **Construcción sobre cimbra autoportante:** consiste en una viga metálica que se apoya en las propias vigas del puente.
- **Puente de dovelas prefabricadas construidas sobre cimbra:** se monta la cimbra, se disponen las dovelas encima de ella y posteriormente se unen conjuntas.
- **Voladizos sucesivos:** presenta numerosas variantes tales como las dovelas prefabricadas o la viga auxiliar.
- **Puente empujado:** consiste en montar el tablero en un parque fijo alineado con el puente y trasladado longitudinalmente deslizando sobre el estribo y las pilas hasta llegar al extremo opuesto.
- **Puentes girados:** consiste en montar el tablero en un parque fijo alineado con el puente y trasladarlo longitudinalmente deslizando sobre el estribo y las pilas hasta llegar al extremo opuesto.

#### MAQUINAS A UTILIZAR

- Retroexcavadora de cadenas.



- Bulldozer.



- Pilotadora.



- Plataforma elevadora.



- Camión grúa.



- Camión hormigonera.



#### MATERIALES DE TRABAJO

- Cinta de balizamiento.



- Armaduras de cimentación y de la losa.



- Placas de encofrado tipo peri.



- Andamio, escalera.



- Escalera de mano.



- Cuñas de madera y plástico.

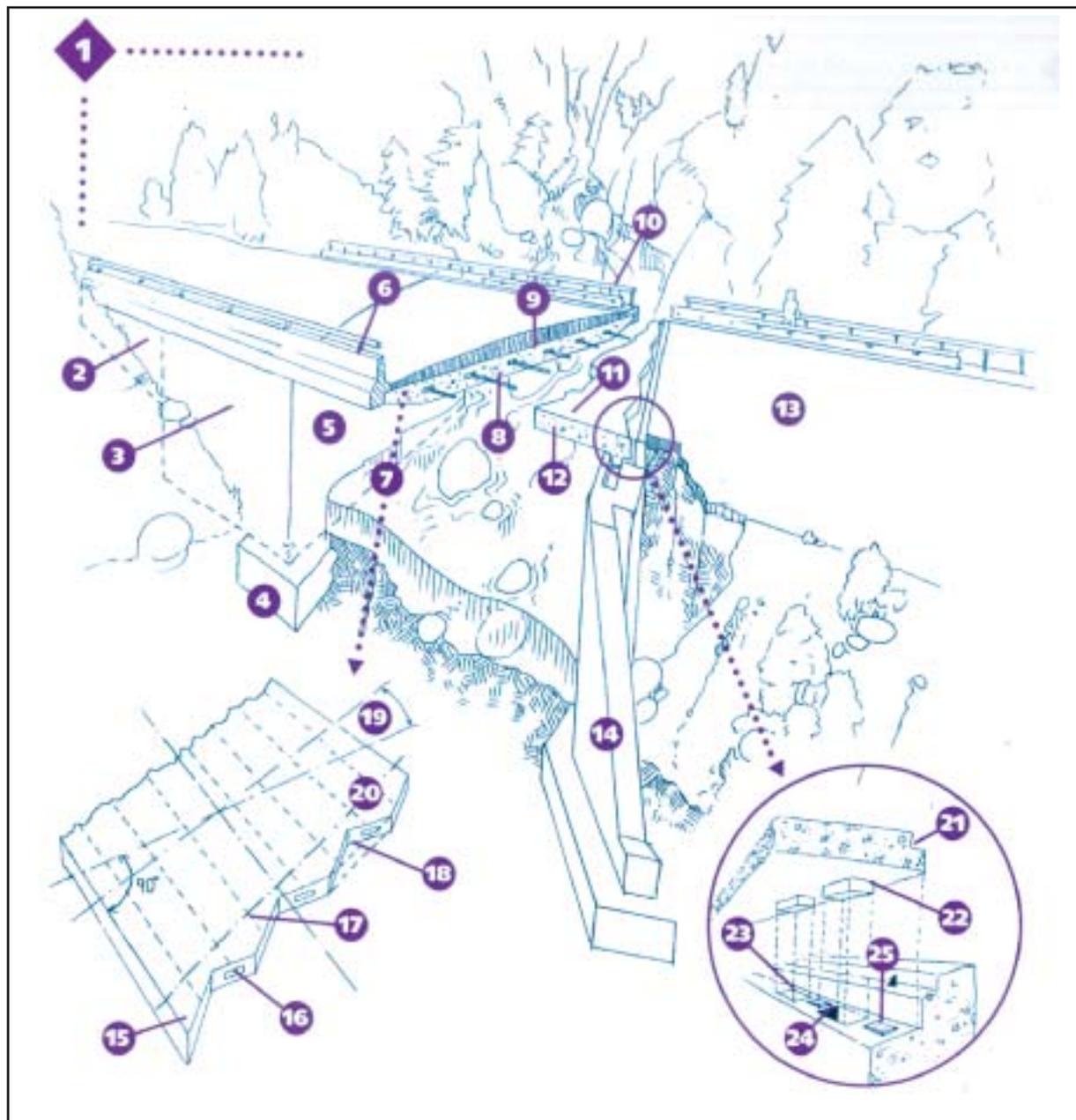


- Latiguillos de arriostramiento.



## 13. Croquis y elementos del puente de losa

(Diccionario visual de la construcción - Generalitat de Catalunya)

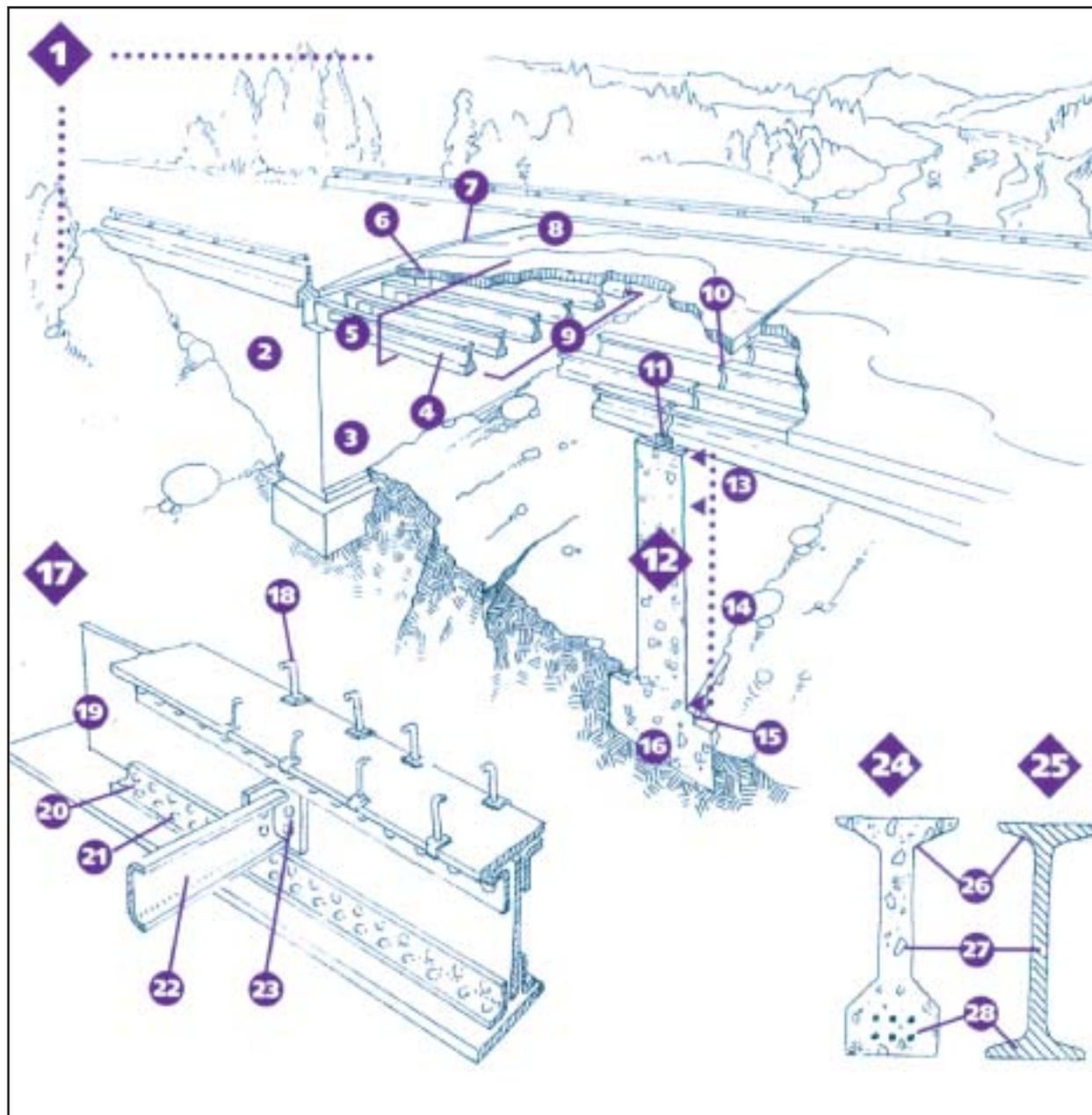


### DESCRIPCIÓN DE ELEMENTOS DEL PUENTE LOSA

1. Puente de losa
2. Aleta lateral
3. Muro lateral, muro en vuelta
4. Zapata corrida
5. Estribo, muro frontal
6. Barrera de seguridad rígida
7. Losa pretensaza
8. Armadura
9. Tablero
10. Barrera de seguridad semirrígida, barrera de seguridad metálica
11. Arista superior de la losa
12. Arista inferior de la losa
13. Plataforma
14. Aleta, muro en ala
15. Esquina
16. Anclaje de pretensazo
17. Tendón
18. Sellado
19. Esviaje
20. Eje de apoyos
21. Cajeadado
22. Tope de losa
23. Hueco
24. Neopreno
25. Placa de apoyo de elastómero

## 14. Croquis y elementos del puente de viga

(Diccionario visual de la construcción - Generalitat de Catalunya)



### DESCRIPCIÓN DE ELEMENTOS DEL PUENTE DE VIGAS

1. Puente de vigas
2. Muro lateral, muro en vuelta
3. Estribo, muro frontal
4. Larguero, viga longitudinal
5. Tablero
6. Losa armada
7. Junta de tablero
8. Pavimento
9. Viguera
10. Junta abierta
11. Tope
12. Pila
13. Dintel
14. Fuste
15. Pedestal
16. Zapata corrida
17. Viga de chapa y pletinas
18. Conector a losa
19. Chapa gruesa
20. Pletina
21. Tornillo
22. Riostra, viga riostra
23. Rigidizador
24. Viga armada
25. Viga metálica
26. Ala
27. Alma
28. Talón

## 15. Glosario

### ACCESO

Entrada o paso al puente.

### ACERO

Aleación de hierro y carbono conteniendo menos de un 1,7% de carbono, susceptible de adquirir propiedades muy variadas mediante tratamiento mecánico y térmico.

### ACERO ESTRUCTURAL

empleado para las estructuras de construcciones civiles tales como puentes, casas y armazones, a los cuáles se exige buena ductilidad, necesaria no sólo para absorber las puntas de tensión, sino también para poder efectuar fácilmente todas las elaboraciones que implican la deformación plástica del material.

### ACUEDUCTO

Puente que proporciona continuidad a una conducción o vía de agua.

### ALAMBRE

Hilo de un metal cualquiera. El alambre laminado, el más grueso, se obtiene por laminación de lingotes o tochos prelamados y constituye el material de partida para la obtención del alambre fino por estiramiento.

### ALAS

Los elementos horizontales de una viga, ubicados en los extremos superior e inferior.

### ALCANTARILLA

Estructura similar a un puente, pero que salva una distancia longitudinal de menos de tres metros.

### ANCLAJE

Enlace de las partes de una construcción mediante elementos metálicos (tirantes, pernos, anclas, etc.) que aseguran la inmovilidad del conjunto.

### APAREJO

Forma o modo en que aparecen colocados los ladrillos, sillares o mampuestos de un muro, de una bóveda o de cualquier otro elemento de fábrica.

### ARCADA

Serie de arcos.

### ARCILLA

Sustancia que, empapada en agua, se hace muy plástica. Con frecuencia se halla mezclada con caliza, arena y óxidos metálicos. Es silicato de alúmina hidratado y se utiliza como materia base para la fabricación de los productos cerámicos: ladrillos, bovedillas...

### ARCO

Construcción curvilínea que cubre el vano de un muro o la luz entre los pilares. Curvatura de una bóveda.

### ARCO DE MEDIO PUNTO, SEMICIRCULAR O DE CAÑÓN

Arco de trazado circular constituido por un semicírculo completo.

### ARCO ELÍPTICO, DE TRES PUNTOS O CARPANEL

Arco rebajado cuya curvatura se ajusta en los extremos para entrar tangente a los soportes verticales.

### ARCO REBAJADO O SEGMENTARIO

Arco de trazado circular cuya curvatura corresponde a un segmento de un círculo con su centro ubicado a un nivel inferior a su base; sus bordes forman un ángulo con las caras verticales de los soportes y resulta con profundidad mucho menor que la de un arco de medio punto.

### ÁRIDOS

Materiales pétreos (grava, arena...) que se mezclan con agua y cemento para obtener el hormigón.

### ARGAMASA

Mezcla de cal, agua, arena y grava o pedazos de ladrillo.

### ARMADURA, ENTRAMADO O ARMAZÓN

Estructuras formadas por elementos simples unidos de muy diversas maneras para que las construcciones no se derrumben. Estructura formada por la unión de varios elementos esbeltos de metal o madera.

### ARMADURA PARABÓLICA

Armadura con el cordón inferior recto y horizontal y el superior en forma de polígono circunscrito en un arco cóncavo.

### ARMAZÓN

Conjunto de piezas sobre las que se arma algo.

**ARRIOSTRAMIENTO**

Dispositivo para evitar la deformación y el derrumbamiento de las armaduras de vigas, por medio de riostras, tornapuntas o bridas ensambladas.

**ARTICULACIÓN**

Unión móvil de dos partes.

**ATAGUÍAS**

Recintos estancos que sirven para excavar en seco dentro de ellos, cuando la cota de cimentación está por debajo del nivel del agua.

**BARRA**

Se suele designar así, al elemento de la estructura que está sometido a compresión.

**CABALLETE**

Bastidor que soporta un viaducto.

**CABLE DE ALAMBRE**

El que se hace de hilos de alambres torciéndolos en espiral.

**CADENA**

Manchón vertical de sillería que refuerza un muro de fábrica.

**CAJONES**

Al igual que las ataguías, son recintos en cuyo interior se va excavando, pero en este caso el recinto forma parte de la cimentación.

**CALZADA**

Parte del puente especialmente dispuesta y preparada para el tráfico y circulación de vehículos.

**CANTONERA**

Manchón vertical que refuerza la esquina o extremo de un estribo o pilastra.

**CARGA**

Fuerzas aplicadas directamente sobre las estructuras y que son la causa de sus posibles movimientos y deformaciones.

**CARGA DE ENSAYO**

Peso considerable repartido sobre un puente, para probar su solidez antes de abrirlo al tráfico.

**CARTELA**

Elemento estructural donde se unen (soldadura, roblonado, atornillado) las barras formando un nudo.

**CELOSÍA**

Enrejado de madera o metálico.

**CEMENTO**

Conjunto de sustancias pulverulentas capaces de formar con el agua pastas blandas que se endurecen espontáneamente al contacto del aire o del agua, y sirven para formar bloques o para unir los elementos de la construcción.

**CERCHA**

Estructura articulada plana. Están contenidas en un solo plano, en el cual se encuentran también todas las cargas aplicadas. Frecuentemente se utilizan por parejas para sostener puentes.

**CHAPA**

Placa metálica plana de espesor entre 3 y 20 mm, obtenida por laminación en frío o en caliente, y de superficie por lo común lisa, o que presenta a veces relieves, estrías.

**CIMBRA**

Armazón que sostiene el peso de un arco o de otra construcción, destinada a salvar un vano, en tanto no está en condiciones de sostenerse por sí misma.

**CIMIENTOS**

Elementos de los puentes formados por las rocas, enormes masas de hormigón armado (zapatas), terreno o pilotes que soportan el peso de estribos y pilas. Éstos transmiten las tensiones a los cimientos que a su vez las disipan en el terreno circundante.

**CLAVE**

Piedra central (dovela) con que se cierra un arco. También se conoce como piedra angular.

**COLUMNA**

Pieza arquitectónica, generalmente cilíndrica, de mucha mayor altura que diámetro, que sirve para sostén y apoyo o sólo para adorno.

**COMPRESIÓN (ESFUERZO DE -)**

Se produce cuando determinadas fuerzas actúan sobre un cuerpo, aplastándolo o reduciendo su longitud.

### **CONTRAPILAстра**

Resalto que se hace en el paramento de un muro a uno y otro lado de una pilastra o media columna unida a él.

### **COPA**

Conjunto de ramas y hojas que forma la parte superior de un árbol.

### **CORDONES**

Los elementos que corren de soporte a soporte en la parte superior o inferior de una viga o armazón.

### **CORRUGADO, (HIERRO -)**

Barras de hierro con salientes en aletas o en espiral ("arrugas") para aumentar la adherencia entre acero y hormigón en el hormigón armado.

### **COSTILLARES**

Elementos verticales que descansan sobre arcos para sostener el tablero en ausencia de muros frontales y relleno.

### **DIAFRAGMA**

Chapa de refuerzo transversal para aumentar la rigidez de los largueros. Mantienen la alineación de los largueros durante la construcción y tienden a equilibrar la distribución transversal de las cargas entre los mismos.

### **DOVELA**

Piedra labrada en forma de cuña, para formar arcos o bóvedas principalmente.

### **EROSIÓN**

Desgaste, merma que se produce en la superficie de un cuerpo por acción de agentes naturales como la lluvia, viento, sol... o agentes artificiales como la contaminación.

### **ESFUERZO DE COMPRESIÓN**

Se produce cuando determinadas fuerzas actúan sobre un cuerpo, aplastándolo o reduciendo su longitud.

### **ESFUERZO DE TORSIÓN**

Los materiales de determinado cuerpo sufren el esfuerzo de torsión cuando las fuerzas que actúan sobre ellos tienden a retrocederlos sobre sí mismos.

### **ESFUERZO DE TRACCIÓN**

Se produce cuando sobre determinado cuerpo actúan fuerzas que "estiran" sus materiales. Los cables, cuerdas, hilos, trabajan a tracción.

### **ESPALDA**

Superficie superior curvada de la dovela de un arco.

### **ESQUELETO**

Conjunto de piezas duras y resistentes que da consistencia al cuerpo de los animales, sosteniendo o protegiendo sus partes blandas.

### **ESTAY (E)**

Cabo que sujeta la cabeza de un mástil al pie del inmediato y en dirección hacia proa.

### **ESTRIBOS**

Apoyos del puente situados en los extremos y sostienen los terraplenes que conducen a él.

### **EXTRADÓS**

Superficie convexa y exterior de un arco o bóveda. Línea formada por la parte superior de las dovelas.

### **FÁBRICA**

Cualquier construcción o parte de ella hecha con piedra o ladrillo y argamasa.

### **FATIGA**

Esfuerzo que soporta, por unidad de sección, un cuerpo sometido a fuerzas externas. Disminución de resistencia de un material sometido a la acción de tensiones variables..

### **FLECTOR (MOMENTO -)**

Para una sección transversal de una pieza sometida a flexión, suma algebraica de los momentos de todas las fuerzas que actúan sobre la sección, a un mismo lado de ésta.

### **FLECHA**

Altura que desciende la fibra neutra de una pieza horizontal sometida a una carga transversal. Altura de la clave de un arco o bóveda sobre la línea de los arranques.

### **FLEXIÓN**

Una pieza experimenta tensiones de flexión cuando está sometida a fuerzas externas que se ejercen en sentido transversal a su longitud, cual es el caso, por ejemplo, de una viga de puente.

**FORJADO**

Entramado.

**FUNDICIÓN**

Aleación de hierro y carbono con una proporción entre un 1,76% y un 6,67% de carbono.

**GALVANIZADO**

Baño de cinc fundido dado a un alambre, plancha de hierro, etc., para que no se oxide.

**GÁRGOLA**

Caño vistoso de tejado o fuente.

**GRANITO**

Roca cristalina formada por cuarzo, feldespato y mica, de color gris, blanco, ceniciento, rosado o verdoso. Presenta notable resistencia, es duro, estable y raramente es defectuoso.

**GRAVA**

Piedra machacada con que se cubre y allana el piso de los caminos.

**HIERRO**

Cuerpo simple, metal dúctil, maleable y muy tenaz, de color gris azulado, y el más útil en la industria y en las artes.

**HIERRO CORRUGADO**

Barras de hierro con salientes en aletas o en espiral ("arrugas") para aumentar la adherencia entre acero y hormigón en el hormigón armado.

**HIERRO FORJADO**

Hierro obtenido por el procedimiento de forja (pequeño horno en el que no llegaba a producirse la fusión del mineral). Su producto era una masa pastosa, que tenía que ser mejorada y conformada a través de golpes (forjar).

**HIERRO FUNDIDO**

Los primeros puentes metálicos se hicieron de hierro fundido. Las piezas se obtenían vertiendo el hierro líquido en moldes. El primero de los puentes metálicos fue el Coalbrookdale, sobre el río Severn, construido en 1779.

**HIERRO LAMINADO**

Obtenido por un proceso que consiste en hacer pasar el lingote entre rodillos comprimiendo el material y dándole su forma definitiva. El tratamiento normal es la laminación en caliente.

**HILO**

Alambre muy delgado que se extrae de algunos metales. Agrupado de distintas formas se obtienen los cables.

**HORMIGÓN**

Es una piedra artificial, más concretamente un conglomerado, formado por grava y arena mezcladas con un conglomerante hidráulico, el cemento, que endurece al mezclarse con el agua. El hormigón ofrece una resistencia a la compresión que a veces supera la de las piedras naturales; pero tiene escasa resistencia a la tracción.

**HORMIGÓN ARMADO**

Estructura mixta constituida por hormigón ordinario y una serie de barras de hierro tales que hacen a la estructura resistente también a la tracción. Las barras de hierro (armadura) se disponen oportunamente en las zonas del hormigón sometidas a esfuerzos de tracción.

**HORMIGÓN PRETENSADO**

En este tipo de hormigón se modifica el estado de tensión de la estructura imponiendo a priori un estado de deformación independiente de las cargas externas que gravitarán sobre esa estructura puesta en obra. Mientras que el hormigón armado normal puede considerarse constituido de dos partes: el hormigón, que resiste bien a la compresión, y la armadura, que resiste a la tracción, el hormigón pretensado constituye una estructura homogénea que resiste bien ambas acciones.

**IMPOSTA**

Hilada de sillares, sobre la cual se asienta un arco.

**INFRAESTRUCTURA**

Conjunto de un puente formado por los cimientos, los estribos y las pilas que soportan los tramos.

**INTRADÓS**

Línea de intersección del sofito (superficie inferior curvada de la dovela) y del plano longitudinal de un arco.

**INVERTEBRADO**

Dícese de los animales que carecen de columna vertebral.

### **JABALCÓN**

Madero ensamblado en uno vertical para apearse otro horizontal.

### **JUNTA**

Separación entre dos elementos contiguos. Las juntas deben ser capaces de absorber las dilataciones de las superficies que separan para evitar deformaciones y esfuerzos en la estructura.

### **LAMINADO**

Proceso de conformado de los metales que se puede realizar en caliente o en frío. Consiste en hacer pasar un material por dos rodillos de igual velocidad periférica pero con sentido de rotación diferente, siendo la distancia entre las periferias de los rodillos menor que el espesor de la pieza a laminar.

### **LARGUERO**

Palo o barrote puesto a lo largo de una obra de carpintería.

### **LATERALES**

Elementos que sostienen a un tablero desde los lados por medio de vigas transversales bajo el tablero.

### **LONGITUDINAL**

Paralelo a la dirección del puente

### **LUZ**

Distancia horizontal entre los apoyos de un arco o entre pilas contiguas de un puente.

### **MADERA**

Parte sólida de los árboles, cubierta por la corteza.

### **MAMPOSTERÍA**

Fábrica a base de piedras de forma y tamaño irregulares colocadas con argamasa.

### **MÉNSULAS**

Grandes escuadras colocadas a ambos lados de la orilla de un río y sobre las cuáles se apoya un puente.

### **MOLDURA**

Ornamento saliente y continuo en una superficie o esquina.

### **MOMENTO FLECTOR**

Para una sección transversal de una pieza sometida a flexión, suma algebraica de los momentos de todas las fuerzas que actúan sobre la sección, a un mismo lado de ésta.

### **MONTANTE**

Elementos verticales equivalente a los postes que refuerzan el alma de una viga.

### **MUROS DE ACOMPAÑAMIENTO O DE ENLACE**

Muros que enlazan los estribos con los taludes con el terraplén contiguo.

### **OJOS**

Espacio entre dos pilares contiguos de un puente. Hueco que se realiza en los puentes arcos, en la vertical de los pilares entre dos arcos, para evacuar más agua en las riadas.

### **PALASTRO**

Hierro laminado.

### **PANDEO**

El fenómeno de pandeo se produce en una estructura que soporta fuerzas de compresión excesivas y los soportes son demasiado delgados o débiles para soportar el esfuerzo.

### **PARAPETO**

Pared o baranda que, para evitar caídas, se coloca a los lados de un puente.

### **PASARELA**

Puente ligero, para uso exclusivo de peatones.

### **PÉNDOLA**

Varilla vertical que sostiene el piso de un puente colgante.

### **PERFIL**

Vista que representa la sección que se produce, o se produciría, en un cuerpo o en un terreno al ser cortado por un plano vertical.

### **PILAR**

Especie de pilastra que se pone aislada en los edificios, para sostener algo.

### **PILAS**

Apoyos intermedios de los puentes de dos o más tramos.

**PILAstra**

Columna cuadrada.

**PILOTE**

Estaca que penetra hasta alcanzar estratos más resistentes para consolidar los cimientos en obras hidráulicas o terrenos muy débiles, trasladando las cargas (del puente) a terrenos más profundos.

**PLACA**

Lámina, plancha o película que se forma o está superpuesta en un objeto

**PLANCHA**

Lámina delgada de cualquier metal.

**PLUMA**

El largo brazo de la grúa.

**PONTÓN**

Estructura similar a un puente, pero entre 3 y 5,9 metros de longitud

**PROFUNDIDAD**

La dimensión vertical de la estructura de un puente

**PUENTE**

Construcción de material resistente, que enlaza ambas orillas de un río, foso, sima o similares, para permitir pasarlo.

**PUENTE ATIRANTADO**

Los elementos fundamentales de la estructura resistente del puente atirantado son los tirantes, que son cables rectos que atirantan el tablero, proporcionándole una serie de apoyos intermedios más o menos rígidos.

**PUENTE BASCULANTE**

Gira alrededor de un eje horizontal situado en una línea de apoyo (se incluyen los puentes levadizos).

**PUENTE CANTILÉVER**

Adecuados para tramos muy largos, están formados por dos vanos simétricos, llamados brazos, que se proyectan desde las pilas hacia el centro, y cuyos extremos se unen mediante vigas simplemente apoyadas y que se anclan en los lados simétricamente opuestos, mediante los vanos de anclaje, para sostener los extremos de dos tramos suspendidos.

**PUENTE COLGANTE**

Está formado por un tablero sostenido mediante tirantes o vigas de celosía de dos o más cables que se apoyan en la cúspide de torres levantadas sobre las pilas y que se anclan por sus extremos a los pilares de sujeción. El puente colgante es, igual que el arco, una estructura que resiste gracias a su forma; en este caso salva una determinada luz mediante un mecanismo resistente que funciona exclusivamente a tracción, evitando gracias a su flexibilidad, que aparezcan flexiones en él.

**PUENTE CONTINUO**

La superestructura rígida se apoya en tres o más luces sin interrupciones. Permiten economizar material respecto a los de una sola luz, pero presentan el inconveniente de ser muy sensibles a los asientos de las pilas.

**PUENTE DE ARCO**

Conocidos desde la antigüedad, han experimentado un formidable desarrollo gracias al acero y hormigón armado y pretensado, que permiten salvar grandes luces con pequeñas curvaturas.

**PUENTE DE CABALLETES**

Viaductos o puentes de caballetes son los que constan de varios tramos, generalmente en forma de arco. El término se aplica tanto a las fábricas sencillas como a las monumentales. Los caballetes en que se apoyan los viaductos tienen la misma función que las pilas: soportan las cargas verticales y laterales, pero están contruidos en un solo plano con pilotes derechos o inclinados. También pueden estar compuestos por miembros armados en forma de viga de celosía.

**PUENTE DE DESPLAZAMIENTO HORIZONTAL**

El puente se desplaza longitudinalmente sobre rodillos, avanzando o retrocediendo en voladizo libre hasta llegar al apoyo de la otra orilla. La mayoría de los puentes actuales de desplazamiento horizontal son flotantes.

**PUENTE DE DESPLAZAMIENTO VERTICAL**

Son tableros simplemente apoyados, cuyos apoyos se pueden mover verticalmente para elevarlos a la cota que requiere el gálibo de navegación.

### **PUENTE DE ARMADURA RÍGIDA**

Se aúna la estructura de los puentes de placa con la de los puentes de viga, formando construcciones monolíticas de gran utilidad en cruces de carreteras y ferrocarriles. Se construyen de hormigón armado o pretensado, o mixtos de acero y hormigón.

### **PUENTES DE LARGUEROS**

Son los puentes de vigas o viguetas que no utilizan pilas intermedias. Se llaman simples para diferenciarse de los continuos.

### **PUENTE DE PLACAS**

Está formado por planchas de hormigón armado (luces < 10 m) o pretensado (luces < 12 m) que salvan la distancia entre estribos o pilas.

### **PUENTE DE PONTONES**

Consisten básicamente en un tablero apoyado sobre una serie de elementos flotantes que sirven para mantenerlo en una situación más o menos fija.

### **PUENTE DE TABLERO INFERIOR**

Cuando el tablero se sitúa entre las armaduras.

### **PUENTE DE TABLERO SUPERIOR**

Cuando el piso va apoyado en la parte superior de los órganos principales.

### **PUENTE DE VIGA DE CELOSÍA**

Es un puente de viga compuesta para grandes luces (mayor de 40 m). Las vigas de celosía, al igual que las de hormigón armado o pretensado también se utilizan para los llamados puentes continuos, en los que la superestructura rígida se apoya en tres o más pilas, lo que permite salvar grandes luces.

### **PUENTE DE VIGA SIMPLE**

Está constituido por una serie de vigas paralelas, separadas de 1,2 a 1,5 m, colocadas entre los estribos y que sostienen sobre sus alas superiores el piso de la calzada.

### **PUENTE FERROVIARIO**

Puente situado en una vía férrea.

### **PUENTE GIRATORIO**

La plataforma gira alrededor de un eje vertical, situado en una pila central. Los brazos de la plataforma pueden ser iguales o desiguales. Este tipo de puente se utiliza para pequeñas luces, y tiene el inconveniente de requerir gran espacio libre horizontal para su maniobra.

### **PUENTE LEVADIZO**

Tienen parte del tablero formado por una o dos estructuras móviles con el eje de giro horizontal situado en el extremo del tramo a levantar.

### **PUENTE TRANSBORDADOR**

Consiste en una viga fija, situada a la altura requerida por el gálibo, de la que cuelga una plataforma móvil, generalmente mediante cables, que transporta los vehículos de una orilla a la opuesta.

### **PUENTES FIJOS**

Puentes permanentes.

### **PUENTES MÓVILES**

Son puentes cuya razón de ser es la interferencia de los tráficos marítimo y terrestre. Los grandes barcos requieren un gálibo muy alto, y ello condiciona de forma radical los puentes que se construyen sobre los canales de navegación.

### **PUENTES VIALES**

Puentes para el tránsito de una carretera ordinaria.

### **REMACHE**

Clavija de hierro o de otro metal, utilizado como elemento de unión de piezas metálicas, cuya punta se remacha.

### **RIOSTRAS**

Piezas que se colocan oblicuamente y aseguran la invariabilidad de forma de una estructura.

### **ROBLÓN**

Clavija de hierro o de otro metal, utilizado como elemento de unión de piezas metálicas, cuya punta se remacha. Las piezas de la torre Eiffel están roblonadas.

**ROTURA**

Cuando los elementos estructurales sufren la acción de fuerzas con intensidad mayor a la que su resistencia es capaz de soportar, se produce la rotura o la deformación definitiva. La rotura de un material depende de su límite de elasticidad.

**SECCIÓN**

Dibujo o croquis que representa la vista de un cuerpo cualquiera si hubiese sido cortado por un plano determinado.

**SILLERÍA**

Fabrica a base de piedra de forma rectangular de tamaño uniforme o modular cogida con argamasa u hormigón.

**SOFITO**

Superficie inferior curvada de la dovela de un arco. Plano inferior del saliente de un cuerpo en voladizo.

**SOLDADURA**

Método de unión de piezas metálicas que se realiza mediante presión y/o calor.

**SUBESTRUCTURA**

Los estribos y pilas con sus cimientos.

**SUMERGIBLE**

Un puente o calzada diseñado para quedar bajo el nivel de las crecientes o la marea sufriendo poco o ningún daño.

**SUPERESTRUCTURA**

Conjunto de los tramos que salvan los vanos situados entre los soportes de un puente.

**TABLERO**

Piso del puente. Soporta directamente las cargas dinámicas (tráfico) y por medio de las armaduras transmite sus tensiones a estribos y pilas, que, a su vez, las hacen llegar a los cimientos, donde se disipan en la roca o terreno circundantes.

**TALUD**

Borde inclinado de un corte al terreno natural o de un terraplén.

**TAJAMAR**

Apéndices triangulares o curvos que sobresalen de los extremos de las bases de las pilas para manejar la corriente de agua y los objetos que puedan arrastrar las crecientes.

**TENSIÓN**

Fuerza que impide separarse unas de otras a las partes de un cuerpo cuando se encuentra en dicho estado.

**TERRAPLÉN**

Macizo de tierra con que se llena un vacío o que se levanta para hacer una defensa o un camino.

**TÍMPANO**

Espacios situados entre el extradós y el tablero de un puente de arco.

**TIRANTE**

Se suele denominar así, al elemento de una armadura sometido a un esfuerzo de tracción.

**TORRE**

Pilar de considerable altura utilizado en los puentes sustentados por cables de donde se sujetan éstos.

**TORSIÓN (ESFUERZO DE -)**

Los materiales de determinado cuerpo sufren el esfuerzo de torsión cuando las fuerzas que actúan sobre ellos tienden a retrocederlos sobre sí mismos.

**TRACCIÓN (ESFUERZO DE -)**

Se produce cuando sobre determinado cuerpo actúan fuerzas que "estiran" sus materiales. Los cables, cuerdas, hilos... trabajan a tracción.

**RAMO**

Amplitud longitudinal del arco.

**TRANSVERSAL**

Perpendicular respecto a la dirección del puente.

**TRONCO**

Tallo fuerte y macizo de los árboles y arbustos.

**VANO**

Parte del muro o fábrica en la que no hay apoyo para el techo o bóveda.

**VERTEBRADO**

Dícese del animal cordado, provisto de esqueleto con columna vertebral y cráneo, y sistema nervioso central con médula espinal y encéfalo.

### **VERDUGO**

Línea horizontal de ladrillo en una estructura de fábrica.

### **VIADUCTO**

Puente que salva desniveles amplios o profundos, para una vía férrea o carretera.

### **VIENTO**

Cuerda o alambre que se ata a una cosa para mantenerla derecha en vertical o para moverla con precisión hacia un lado.

### **VIGA**

Elemento de construcción de material diverso (madera, hierro, hormigón...) que se usa para formar techos y sostener construcciones.

### **VIGA DE CELOSÍA**

Viga metálica cuyo plano vertical o alma está formado al menos parcialmente por elementos diagonales que se cruzan en forma de celosía (algunos llaman así a todo tipo de armadura lateral, en cuyo caso, la viga de celosía propiamente dicha sería la simétrica de alto grado de multiplicidad o sea de mallas pequeñas).

### **VIGUETA**

Viga pequeña, generalmente secundaria.

### **ZAPATA**

Estructura de hormigón armado sobre la que se apoya el pilar y cuya función es la de distribuir la elevada carga del pilar sobre una superficie que sea lo más amplia posible.

**CAPÍTULO III:**  
**PROCESO DE EJECUCIÓN DE UN PUENTE**



# Proceso de ejecución

## TRABAJOS PREVIOS A LA CONSTRUCCIÓN DEL PUENTE

- I. REPLANTEO
- II. DESBROCE
- III. CONSTRUCCIÓN DE PENÍNSULA O ATAGUÍA

## TAREAS DE CONSTRUCCIÓN

1. Pilotaje en la península
  - 1.1. Excavación de pozos
  - 1.2. Colocación de armaduras en el pozo
  - 1.3. Hormigonado del pilote
2. Descabezado de los pilotes
3. Encofrado del encepado
4. Colocación de hierro en el encepado
5. Hormigonado del encepado
6. Ejecución de la viga cargadero
  - 6.1. Excavación de la viga cargadero
  - 6.2. Aplicación de hormigón de limpieza
  - 6.3. Encofrado de viga cargadero
  - 6.4. Colocación de hierro en la viga cargadero
  - 6.5. Hormigonado de zapata y viga cargadero
  - 6.6. Desencofrado
7. Colocación de pilas prefabricadas
8. Colocación de dinteles prefabricados
9. Replanteo de mesetas de hormigón autonivelante
  - 9.1. Replanteo
  - 9.2. Hormigonado del dintel
10. Colocación de los asientos de neopreno
11. Lanzado y colocación de vigas
12. Colocación de placas de hormigón de encofrado perdido
13. Colocación y atado de hierro en la losa
14. Hormigonado de la losa del puente
15. Colocación de barreras *new jersey*
16. Ejecución de la losa de transición del puente
  - 16.1. Aplicación de hormigón de limpieza den la losa de transición
  - 16.2. Colocación de la armadura en la losa de transición
17. Hormigonado de la losa de transición

### Riesgos de Trabajos al aire libre

- A. Trabajo en campo
- B. Trabajo en condiciones climáticas adversas

### Trabajo en equipo

- A. Trabajo individual
- B. Trabajo en equipo

## Trabajos previos a la construcción del puente

### I. REPLANTEO

#### DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD

- Trazar en el terreno o sobre el plano de cimientos la planta de una obra ya estudiada y proyectada.
- Pasar las medidas del plano al terreno, o sea marcarlo en tamaño natural según las indicaciones de los planos. Este trazo se hace con referencia a la demarcación hecha por las autoridades locales y al proceso de ubicación realizado anteriormente.
- En el replanteo, mediante el cual se ubican en el terreno las diferentes partes de la obra, en las posiciones relativas señaladas en el proyecto.



## ▼ TRABAJOS HABITUALES

## TRABAJO EN CAMPO

RIESGOS IDENTIFICADOS	PROBABILIDAD			CONSECUENCIAS			MAGNITUD DEL RIESGO					MEDIDAS PREVENTIVAS
	B	M	A	LD	D	ED	T	TO	MO	I	IN	
Caídas al mismo nivel por tropiezos, al salvar obstáculos o por deslizamiento del terreno		X			X				X			- Conocimiento y reconocimiento previo del terreno. - Buscar los accesos y recorridos más adecuados y libres de obstáculos. - No transitar por zonas con peligro de desprendimientos o corrimientos de terreno.
Caídas a distinto nivel al salvar obstáculos, descender a zanjas o pozos o por deslizamientos del terreno		X		X					X			- Conocer y reconocer el terreno antes de acceder a él. - Llevar equipo adecuado para moverse por terraplenes, zanjas o pozos, tales como calzado, escala, cuerda, arnés, linterna, etc.
Sepultamiento, aplastamiento o golpes con materiales desprendidos	X					X			X			- No se debe transitar por zonas con peligro de desprendimiento o corrimientos de terreno. - Llevar casco de seguridad. - Localizar un lugar estable y seguro para colocar la estación de medición.
Riesgos por causas naturales: vientos, tormentas, incendios...		X				X				X		- Informarse sobre la meteorología en la zona de trabajo. - Mantener contacto continuo en desplazamientos a zonas deshabitadas o de difícil acceso o en previsión de temporal. - Llevar elementos de localización y comunicación (mapas detallados, GPS, teléfono móvil, radio, etc.).
Ataques seres vivos		X			X				X			- Conocer la presencia en la zona de animales peligrosos y de los riesgos de su ataque. - Evitar en lo posible el ataque y llevar guantes, ropa, calzado o máscaras que impidan posibles picaduras o mordeduras. - Llevar cremas protectoras y antídotos más usuales o específicos (si los conocemos), sobre todo si se es alérgico a alguno de ellos.

## TRABAJO EN OBRA

RIESGOS IDENTIFICADOS	PROBABILIDAD			CONSECUENCIAS			MAGNITUD DEL RIESGO					MEDIDAS PREVENTIVAS	
	B	M	A	LD	D	ED	T	TO	MO	I	IN		
Caídas al mismo nivel por tropiezos, al salvar obstáculos o por deslizamiento del terreno		X			X					X			<ul style="list-style-type: none"> <li>- Conocimiento y reconocimiento previo del terreno.</li> <li>- Buscar accesos y recorridos más adecuados y libres de obstáculos.</li> <li>- No transitar zonas con peligro de desprendimientos o corrimientos de terreno y señalar su existencia.</li> <li>- Proteger los posibles corrimientos en zonas blandas con entibados, redes u otros medios de contención.</li> </ul>
Caídas a distinto nivel al salvar obstáculos, descender a zanjas o pozos o por deslizamientos del terreno		X			X					X			<ul style="list-style-type: none"> <li>- Señalizar los lugares con desnivel y proteger mediante vallado o protección equivalente los desniveles de obra.</li> <li>- Colocar rampas o escaleras para el acceso a zonas con desnivel.</li> <li>- Tapar pozos y arquetas.</li> <li>- Prever vías o medios de acceso y escape seguros en pozos y zanjas para casos de desprendimientos, corrimientos inundaciones, etc.</li> </ul>
Golpes y cortes durante la colocación de estacas y varillas	X			X				X					<ul style="list-style-type: none"> <li>- Utilizar herramienta con protección de manos en las tareas de clavado.</li> <li>- Utilizar guantes de protección.</li> </ul>
Exposición al ruido en trabajos junto a maquinaria		X			X					X			<ul style="list-style-type: none"> <li>- Evitar los trabajos junto a la maquinaria.</li> <li>- Llevar tapones y otra protección equivalente para utilizarla en esas ocasiones.</li> </ul>
Proyección de fragmentos durante el clavado de estacas o causados por el trabajo de maquinaria cerca	X				X			X					<ul style="list-style-type: none"> <li>- Durante el clavado en terrenos duros o con piedras sueltas, llevar gafas de protección.</li> <li>- Utilizar casco de seguridad.</li> </ul>
Inhalación de polvo		X		X				X					<ul style="list-style-type: none"> <li>- Evitar el trabajo en ambientes pulvígenos y llevar mascarillas de filtro mecánico para esas ocasiones.</li> </ul>
Inhalación de gases	X					X				X			<ul style="list-style-type: none"> <li>- Llevar detector de gases o medidor de oxígeno en trabajos donde se sospeche la presencia de contaminantes o la ausencia de oxígeno. En caso de comprobar la presencia de contaminantes, identificarlos mediante tubos colorimétricos y utilizar mascarillas con filtro específico o utilizar equipo autónomo de respiración. En caso de falta de oxígeno, introducirlo de forma forzada.</li> <li>- En trabajos en pozos, elaborar y seguir procedimiento para trabajo en espacios confinados.</li> </ul>

## TRABAJO EN OBRA (continuación)

RIESGOS IDENTIFICADOS	PROBABILIDAD			CONSECUENCIAS			MAGNITUD DEL RIESGO					MEDIDAS PREVENTIVAS	
	B	M	A	LD	D	ED	T	TO	MO	I	IN		
Descarga eléctrica por contacto con líneas eléctricas enterradas	X					X			X				<ul style="list-style-type: none"> <li>- Estudiar la posible presencia de líneas eléctricas enterradas y señalar su presencia y peligro.</li> <li>- En su presencia, utilizar guantes de protección y material dieléctrico.</li> </ul>
Golpes y aplastamientos por caída de materiales sueltos, desprendimientos o deslizamientos de terreno	X					X			X				<ul style="list-style-type: none"> <li>- Conocimiento y reconocimiento previo del terreno. Proteger los posibles corrimientos o desprendimientos en zonas blandas con entibaciones, redes u otros medios de contención.</li> <li>- Seleccionar lugares de trabajo y recorridos más adecuados y libres de obstáculos.</li> <li>- Llevar casco de seguridad.</li> <li>- No transitar por zonas con peligro de desprendimientos o corrimientos de terreno.</li> <li>- Localizar un lugar estable y seguro para colocar la estación de medición.</li> </ul>
Atropellos por presencia de vehículos de obra			X			X						X	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Señalizar y delimitar/aislar el campo de trabajo de las máquinas y no invadirlo durante las mediciones.</li> <li>- No trabajar en el radio de acción de la maquinaria de obra sin la presencia de una persona que coordine ambos trabajos.</li> <li>- Llevar ropa de alta visibilidad para facilitar la localización.</li> </ul>

## II. DESBROCE

### DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD

- Consiste en extraer y retirar de las zonas designadas todos los árboles, tocones, plantas, maleza, broza, maderas caídas, escombros, basura o cualquier otro material indeseable según el Proyecto o a juicio del Director de obra.



## ▼ TRABAJOS HABITUALES

## TRABAJO DE EXCAVACIÓN

RIESGOS IDENTIFICADOS	PROBABILIDAD			CONSECUENCIAS			MAGNITUD DEL RIESGO					MEDIDAS PREVENTIVAS
	B	M	A	LD	D	ED	T	TO	MO	I	IN	
Atropello por máquina o camión		X			X				X			- No permanecer en el radio de acción de las máquinas de obra.
Vuelco de máquina o camión		X			X				X			- Realizar una plataforma de trabajo horizontal para conseguir que la retroexcavadora y los camiones de obra circulen de una forma segura por la zona de trabajo.
Contacto con líneas eléctricas aéreas o enterradas	X					X			X			- Disponer de información y señalización precisa para la presencia de líneas eléctricas. - Colocar pregálibos para controlar la altura de los vehículos de obra antes de transitar por el área de influencia de la línea eléctrica aérea.
Proyección de objetos durante el trabajo		X				X				X		- Mantener los operarios fuera del radio de acción de la máquina. - Emplear ropa de alta visibilidad.
Caídas de personas desde la máquina	X				X			X				- Utilizar los peldaños y asideros para subir y bajar de la máquina, manteniéndolos limpios de barro así como el calzado. - Nunca saltar de la maquinaria subir y bajar por los peldaños.
Caídas de personas desde el borde de la excavación		X			X				X			- Balizar y proteger mediante cinta de balizamiento el borde de la excavación. - Evitar aproximarse al borde del río colocando un caballón de tierras a modo de tope de seguridad.
Golpes por o entre objetos		X			X				X			- Subir y bajar utilizando los asideros y los peldaños de la máquina, manteniéndolos limpios de barro. - Nunca saltar desde la máquina, subir y bajar utilizando los peldaños y asideros.
Derivados de trabajos en condiciones meteorológicas extremas		X			X				X			- Disponer de información precisa en el caso en que se produzca una situación de esas características.
Choques contra otros vehículos		X				X				X		- Mantener la distancia de seguridad entre la retroexcavadora y los vehículos de obra.
Derivados de ambientes pulverulentos		X			X				X			- Mantener las vías de paso regadas para mantener la visibilidad adecuada de las máquinas.
Ruido		X			X				X			- Es preciso trabajar con las puertas y las ventanas de la máquina cerradas. - Si esto no es posible sería necesario utilizar cascos de protección auditiva.

## TRANSPORTE A VERTEDERO

RIESGOS IDENTIFICADOS	PROBABILIDAD			CONSECUENCIAS			MAGNITUD DEL RIESGO					MEDIDAS PREVENTIVAS
	B	M	A	LD	D	ED	T	TO	MO	I	IN	
Caídas a distinto nivel		X			X				X			<ul style="list-style-type: none"> <li>- Utilizar los peldaños y asideros para subir y bajar de la máquina, mantenerlos limpios de barro así como el calzado.</li> <li>- Nunca saltar de la maquinaria subir y bajar por los peldaños.</li> </ul>
Atrapamiento		X			X				X			<ul style="list-style-type: none"> <li>- Se prohíbe situar a los operarios detrás de los camiones de obra durante las maniobras.</li> <li>- Utilizar ropa de alta visibilidad.</li> </ul>
Corrimientos de tierras		X			X				X			<ul style="list-style-type: none"> <li>- Se prohíbe acercarse al camión de obra al borde de la excavación, evitando aproximarse al borde del río.</li> <li>- Colocar un caballón de tierras en el borde de la ataguía a modo de tope de seguridad.</li> </ul>
Contacto con líneas eléctricas aéreas o enterradas	X					X			X			<ul style="list-style-type: none"> <li>- Disponer de información y señalización precisa para la presencia de líneas eléctricas.</li> <li>- Colocar pregálibos para controlar la altura de los vehículos de obra antes de transitar por el área de influencia de la línea eléctrica aérea.</li> </ul>
Choques con otros vehículos		X				X				X		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Realizar un mantenimiento adecuado de la señalización de obra en los lugares en los que se interfiere con vías de circulación.</li> <li>- Respetar los límites de velocidad en la zona en obras.</li> </ul>
Atropello por máquina o camión		X				X				X		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Se prohíbe acercarse al camión al borde de la excavación, evitando aproximarse al borde del vial dispuesto para el tránsito de vehículos de obra.</li> <li>- Respetar los límites de velocidad.</li> <li>- Mantener la zona libre de polvo regando la zona cuando la visibilidad lo haga necesaria.</li> </ul>
Vuelco de máquina o camión		X				X				X		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Es preciso mantener unas zonas de tránsito de los vehículos de obra limpias y libres de obstáculos para evitar choques y vuelcos de vehículos de obra.</li> </ul>

### III. CONSTRUCCIÓN DE PENÍNSULA O ATAGUÍA

#### DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD

- Estructura o plataforma que se utiliza para crear un espacio temporal seco que desvía las aguas de un río posibilitando la construcción de los pilares de un puente.
- La envergadura de las estructuras son diversas en magnitud y coste económico dependiendo del tipo, características, complejidad de la obra y su entorno, especialmente en la construcción de presas.
- Una vez terminada la construcción del puente o presa se destruye la ataguía o península para que el cauce del río vuelva a su estado inicial o al indicado en el proyecto de la obra.



#### MAQUINAS A UTILIZAR

- Bulldozer.



- Retroexcavadora de cadenas.



- Camiones de obra.



#### MATERIALES DE TRABAJO

- Piedra de escollera



- Material de relleno



- Cinta de balizamiento.



**▼ TRABAJOS HABITUALES**

RIESGOS IDENTIFICADOS	PROBABILIDAD			CONSECUENCIAS			MAGNITUD DEL RIESGO					MEDIDAS PREVENTIVAS
	B	M	A	LD	D	ED	T	TO	MO	I	IN	
Atropello por máquina o camión		X			X				X			<ul style="list-style-type: none"> <li>- No permanecer en el radio de acción de las máquinas de obra.</li> <li>- Utilizar ropa de alta visibilidad.</li> <li>- Restringir el paso de operarios de obra a la zona y prohibir el tránsito de personas ajenas a la obra.</li> </ul>
Vuelco de máquina o camión al río		X			X				X			<ul style="list-style-type: none"> <li>- Realizar una plataforma de trabajo con un perímetro a base de un caballón de piedras de escollera para garantizar los trabajos dentro de la plataforma.</li> <li>- Mantener una plataforma de trabajo llana para evitar posibles vuelcos.</li> </ul>
Contacto con líneas eléctricas aéreas o enterradas		X			X				X			<ul style="list-style-type: none"> <li>- Disponer de información y señalización precisa para la presencia de líneas eléctricas.</li> <li>- Colocar pregálibos para controlar la altura de los vehículos de obra antes de transitar por el área de influencia de la línea eléctrica aérea.</li> </ul>
Atrapamiento por corrimiento de tierra		X			X				X			<ul style="list-style-type: none"> <li>- Terraplenar el material a base de tongadas uniformes empezando desde la orilla, empujando mediante el bulldozer pisando continuamente el material.</li> <li>- Prohibir que los camiones de obra se acerquen al borde de la plataforma del río para verter el material.</li> <li>- Mantener una comunicación entre los vehículos de obra de la zona para conocer el transcurso de las maniobras de aproximación al borde de la explanada.</li> <li>- Utilizar un caballón de material en el borde de la explanada para que sirva como tope de seguridad.</li> </ul>
Proyección de objetos durante el trabajo		X			X				X			<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mantener los operarios fuera del radio de acción de las máquinas.</li> <li>- Emplear ropa de alta visibilidad.</li> <li>- Restringir el paso de operarios de obra a la zona y prohibir el tránsito de personas ajenas a la obra.</li> </ul>
Caídas de personas desde la máquina		X			X				X			<ul style="list-style-type: none"> <li>- Utilizar los peldaños y asideros para subir y bajar de la máquina.</li> <li>- Nunca saltar desde arriba, emplear los peldaños para subir y bajar.</li> </ul>
Caídas de personas desde el borde de la excavación		X			X				X			<ul style="list-style-type: none"> <li>- Balizar y proteger mediante caballón de material el borde de la plataforma.</li> <li>- Restringir el paso de operarios de obra a la zona y prohibir el tránsito de personas ajenas a la obra.</li> </ul>
Golpes por o entre objetos		X			X				X			<ul style="list-style-type: none"> <li>- Subir y bajar utilizando los asideros y los peldaños de la máquina.</li> <li>- Nunca saltar desde arriba, emplear los peldaños para subir y bajar.</li> </ul>
Derivados de trabajos en condiciones meteorológicas extremas		X			X				X			<ul style="list-style-type: none"> <li>- Disponer de información precisa en el caso en que se produzca una situación de esas características.</li> </ul>
Choques contra otros vehículos		X			X				X			<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mantener la distancia de seguridad entre la retroexcavadora y los vehículos de obra.</li> <li>- Disponer de un equipo de maquinaria de obra suficiente para desarrollar el trabajo sin saturar la zona de vehículos de obra.</li> </ul>
Derivados de ambientes pulverulentos		X			X				X			<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mantener las vías de paso regadas para mantener la visibilidad adecuada de las máquinas.</li> </ul>
Inundación		X			X				X			<ul style="list-style-type: none"> <li>- Es preciso disponer de información de las posibles sueltas de agua de los pantanos de regulación que se encuentran en la parte superior de la cuenca hidrográfica.</li> </ul>
Ruido		X			X				X			<ul style="list-style-type: none"> <li>- Es preciso trabajar con las puertas y las ventanas de la máquina cerrada. Si esto no es posible sería necesario utilizar cascos de protección auditiva.</li> </ul>

## Tareas de construcción

### 1. PILOTAJE EN LA PENÍNSULA O ATAGUÍA

#### 1.1. Excavación de pozos

- En ocasiones, cuando comenzamos a realizar la excavación para la ejecución de una obra, podemos encontrarnos diversas dificultades para encontrar el estrato resistente o firme donde queremos cimentar. O simplemente se nos presenta la necesidad de apoyar una carga aislada sobre un terreno sin firme, o difícilmente accesible por métodos habituales.
- En estos casos se recurre a la solución de cimentación profunda, que se constituye por medio de muros verticales profundos, los muros pantalla o bien a base de pilares hincados o perforados en el terreno, denominados pilotes.
- Sistema presentado en este trabajo:
  - 1) Perforación mediante trépano.
  - 3) Colocación de armadura.
  - 4) Hormigonado.

#### Fases de realización:

1. Barrenado de pilotes.
2. Colocación de armaduras en pilotes.
3. Vertido de hormigón en pilotes.
4. Excavación y perfilado de encepados.
5. Descabezado de pilotes.
6. Colocación de armaduras en encepados.
7. Encofrado del encepado.
8. Vertido de hormigón en encepados.

## MAQUINARIA NECESARIA

Maquinaria especial de pilotaje.



## TREPANAR = PERFORAR

### ■ Trépano

El trépano es la herramienta que realiza el trabajo de rotura, disgregación y trituración de la roca y puede ser de diferentes formas dependiendo del terreno a perforar. La perforación a rotación se realiza mediante el giro del trépano que es impulsado por una varilla o mandril.



## 1.1. EXCAVACIÓN DE POZOS

RIESGOS IDENTIFICADOS	PROBABILIDAD			CONSECUENCIAS			MAGNITUD DEL RIESGO					MEDIDAS PREVENTIVAS
	B	M	A	LD	D	ED	T	TO	MO	I	IN	
Golpes de los útiles de la máquina durante las maniobras de aproximación		X			X				X			- No permanecer en el radio de acción de la pilotadora, en caso de ser necesario permanecer en zona de visibilidad del conductor de la máquina.
Atrapamiento de miembros durante la colocación de camisas en el interior		X			X				X			- Mantener la superficie de trabajo limpia de restos de materiales de excavación. Permanecer fuera del radio de acción de la máquina.
Golpes por penduleo de cargas suspendidas		X			X				X			- Estacionar la máquina de forma segura, realizando las operaciones de aproximación al punto de estacionamiento respetando la velocidad y la distancia de seguridad con las máquinas que intervienen en el proceso.
Atoramiento del camión (barros, terrenos irregulares)		X				X				X		- Mantener la explanada libre de barros y elementos que puedan provocar problemas de vuelcos o atascos de los vehículos de obra.
Vuelco de la máquina (velocidad alta, terrenos irregulares)	X					X			X			- Antes de posicionar la máquina es preciso preparar una plataforma lisa y sin elementos que puedan hacer peligrar el equilibrio de la pilotadora. El manejo de la pilotadora se realizará de forma segura y sin realizar maniobras bruscas para evitar un posible vuelco.
Atrapamiento en labores de limpieza y ajuste		X			X				X			- Realizar las tareas de forma segura según el procedimiento de trabajo.
Desprendimiento del trépano, roturas de cables o mordazas	X					X			X			- Mantenerse fuera del radio de acción de la maquinaria.
Golpes por penduleo del trépano	X				X			X				- Mantenerse fuera del radio de acción de la maquinaria.
Caídas al mismo nivel		X			X				X			- Mantener la superficie de trabajo libre de materiales de excavación y de útiles de trabajo.
Caída al interior del pozo		X				X				X		- Evitar trabajar y transitar por el borde del pozo. Para evitar caídas al interior del pozo la entibación deberá sobresalir un metro sobre el nivel del suelo.
Proyección de partículas		X			X				X			- Los operarios deberán alejarse del trépano cuando la pilotadora realice labores de limpieza del trépano mediante giro de este en sentido inverso a cierta velocidad.
Ruido ambiental		X			X				X			- Utilizar protectores auditivos cuando la confluencia de varias máquinas lo hagan necesario.
Golpes por la máquina		X				X				X		- Suba y baje de la máquina por los asideros que esta dispone, manteniendo los estribos limpios de barro.
Polvo ambiental		X			X				X			- Emplear mascarillas antipolvo cuando la situación lo requiera y regar la zona cuando la superficie se encuentre muy seca y polvorienta.
Aplastamiento por objetos		X				X				X		- Se prohíbe almacenar camisas en varias alturas para evitar que puedan rodar y atrapar a operarios.

## 1.2. Colocación de armaduras en el pozo

- Una vez terminada la operación de excavación del pozo se introduce la armadura.
- La armadura es una estructura metálica de forma de cilindro que se fundirá con el hormigón una vez rellenado el pozo.
- La armadura se construye y prepara en la proximidad al pozo.
- En función de la profundidad del pozo así será la longitud de la estructura teniendo que incorporar proceso de soldadura.



## 1.2. COLOCACIÓN DE ARMADURAS EN EL POZO

RIESGOS IDENTIFICADOS	PROBABILIDAD			CONSECUENCIAS			MAGNITUD DEL RIESGO					MEDIDAS PREVENTIVAS
	B	M	A	LD	D	ED	T	TO	MO	I	IN	
Desprendimiento de armaduras		X			X				X			- No permanecer en el radio de acción de la pilotadora, en caso de ser necesario permanecer en zona de visibilidad del conductor de la máquina.
Cortes y erosiones en miembros superiores		X			X				X			- Mantener la superficie de trabajo limpia de restos de materiales de excavación.
Atrapamientos		X			X				X			- Estacionar la máquina de forma segura, realizando las operaciones de aproximación al punto de estacionamiento respetando la velocidad y la distancia de seguridad con las máquinas que intervienen en el proceso.
Golpes en las extremidades superiores		X			X				X			- Una vez atada la armadura, esta será guiada mediante un operario que indique al maquinista el lugar exacto al que es necesario dirigir la armadura. El operario se mantendrá fuera del radio de acción de la armadura y únicamente indicará al conductor mediante señales gestuales o dialogando por medio de walkies.
Vuelco de la armadura en las maniobras de suspensión y colocación de las mismas		X			X				X			- Las maniobras de aproximación de la armadura y su posterior colocación se realizarán manteniendo al personal fuera del radio de acción de la máquina.
Electrocuciones por manejo de máquinas eléctricas		X			X				X			- Revisar elementos eléctricos y conexiones antes de comenzar el trabajo. - Colocar derivación a tierra para eliminar tensiones.
Quemaduras e incendios por manejo de equipos de soldadura		X			X				X			- Emplear prendas de protección adecuadas, calzado de seguridad, guantes de cuero, prendas ignífugas, peto de cuero y pantalla de soldador.
Dermatitis por contacto con el acero		X			X				X			- Es preciso utilizar guantes apropiados en la manipulación de las piezas metálicas.
Proyección de partículas		X			X				X			- Protección de la cara y ojos mediante gafas o pantalla de soldadura.
Radiaciones		X			X				X			- Emplear guantes, manguitos, peto de cuero, polainas y pantalla de soldador.
Inhalación de vapores y gases		X			X				X			- Realizar la tarea de soldadura en lugares abiertos con buena exposición al viento, empleando protección individual (botas, mandil, careta de soldador, polainas y guantes).
Explosiones de gases		X			X				X			- En el caso de que la exposición a humos y gases lo requiera, emplear mascarillas adecuadas o equipos autónomos de aire. - Mantener las botellas de gases en buenas condiciones de conservación así como las mangueras, manteniéndolas en un carro debidamente sujetas mediante cadenas.

### 1.3. Hormigonado del pilote

- Una vez introducida la armadura en el pozo hay que proceder a verter el hormigón contenido en la cuba del camión hormigonera. Para ello se utilizará un embudo de longitud acorde con la profundidad del pozo.
- El embudo sujeto por el mástil de la pilotadora será movido verticalmente facilitando así la salida de aire del pozo.



## 1.3. HORMIGONADO DEL PILOTE

RIESGOS IDENTIFICADOS	PROBABILIDAD			CONSECUENCIAS			MAGNITUD DEL RIESGO					MEDIDAS PREVENTIVAS
	B	M	A	LD	D	ED	T	TO	MO	I	IN	
Atropello por máquina o camión		X			X				X			- No permanecer en el radio de acción de la pilotadora, en caso de ser necesario permanecer en zona de visibilidad del conductor de la máquina.
Atrapamiento de extremidades superiores e inferiores		X			X				X			- Mantener la superficie de trabajo limpia de restos de materiales de excavación.
Golpes por objetos		X			X				X			- Estacionar la máquina de forma segura, realizando las operaciones de aproximación al punto de estacionamiento respetando la velocidad y la distancia de seguridad con las máquinas que intervienen en el proceso.
Quemaduras por partes calientes del motor	X				X			X				- No está permitido manipular las carcasas que protegen partes calientes de la máquina.
Daños producidos por ambientes pulvógenos		X			X				X			- Emplear mascarillas antipolvo cuando la situación lo requiera y regar la zona cuando la superficie se encuentre muy seca y polvorienta.
Ruido propio y ambiental producido por otras máquinas en su cercanía			X		X					X		- Utilizar protectores auditivos cuando la confluencia de varias máquinas lo hagan necesario.
Sobreesfuerzos		X			X				X			- Es necesario utilizar la máquina para realizar las operaciones de movimiento de piezas, evitando en todo momento realizar manipulaciones manuales y así evitar posibles lesiones dorsolumbares. - Manipular las piezas pesadas entre dos personas.
Contacto con líneas eléctricas aéreas o enterradas	X					X			X			- Disponer de información y señalización precisa para la presencia de líneas eléctricas.
Golpes por o entre objetos		X			X				X			- Las camisas de hormigonado se dirigirán desde abajo por medio de silgas amarradas al balancín de la pilotadora. - Se dirigirán por medio de unas cuerdas por un mínimo de dos personas y nunca directamente con las manos.
Proyección de objetos durante el trabajo		X				X				X		- Mantener los operarios fuera del radio de acción de la pilotadora, utilizando gafas de seguridad en esta operación.
Caídas de personas desde la máquina		X			X				X			- Utilizar los peldaños y asideros para subir y bajar de la máquina, manteniendo estos libres de barro.
Caídas de personas desde el borde de la excavación		X				X				X		- Balizar y proteger mediante barandillas el borde de la excavación.
Golpes por o entre objetos		X			X				X			- Subir y bajar utilizando los asideros y los peldaños de la máquina, manteniendo estos libres de barro.

**HORMIGONADO DEL PILOTE (continuación)**

RIESGOS IDENTIFICADOS	PROBABILIDAD			CONSECUENCIAS			MAGNITUD DEL RIESGO					MEDIDAS PREVENTIVAS
	B	M	A	LD	D	ED	T	TO	MO	I	IN	
Derivados de trabajos en condiciones meteorológicas extremas		X			X				X			- Disponer de información precisa en el caso en que se produzca una situación de esas características.
Choques contra otros vehículos		X				X				X		- Mantener la distancia de seguridad entre la pilotadora y los vehículos de obra.
Derivados de ambientes pulverulentos		X			X				X			- Mantener las vías de paso regadas para mantener la visibilidad adecuada de las máquinas.
Inundación		X			X				X			- Es preciso disponer de información precisa de las predicciones meteorológicas y de la información de los pantanos de la cuenca hidrográfica, para evitar así inundaciones de la ataguía.
Ruido		X			X				X			- Es preciso trabajar con las puertas y las ventanas de la máquina cerrada. - Los empleados que estén en el entorno de la máquina deben utilizar los medios necesarios para evitar riesgos de este tipo.

## 2. DESCABEZADO DE PILOTES

- Es una operación sencilla que consiste en quitar, por medios neumáticos, el hormigón de la parte superior del pilote (aproximadamente un metro) para dejar libre la armadura posibilitando así la colocación y el atado del hierro del encepado.
- Los extremos superiores de los pilotes se cortarán a escuadra y a nivel establecido en el proyecto. La cabeza de los pilotes serán cortadas para ajustarlas al plano de la parte inferior de la estructura que se apoye en ella.



RIESGOS IDENTIFICADOS	PROBABILIDAD			CONSECUENCIAS			MAGNITUD DEL RIESGO					MEDIDAS PREVENTIVAS	
	B	M	A	LD	D	ED	T	TO	MO	I	IN		
Ruido		X				X					X		- Es preciso disponer de protectores auditivos durante la ejecución de la tarea.
Pisadas sobre objetos		X			X					X			- Utilizar botas con puntera reforzada y plantilla antiperforaciones, mantener el entorno de trabajo con buen orden y limpieza.
Vibraciones		X			X					X			- Realizar mantenimiento adecuado del martillo neumático. - Emplear guantes de protección para reducir en cierto modo las vibraciones
Proyección de fragmentos o partículas		X			X					X			- Emplear gafas de protección durante la manipulación con el martillo neumático.
Atropello por máquina o camión		X				X					X		- Se prohíbe acercarse a los pilotes a las máquinas en general cuando se estén realizando los trabajos de descabezado de los pilotes. - Balizar la zona de trabajo.
Caídas al mismo nivel		X			X					X			- Mantener en la medida de lo posible, limpio el entorno de trabajo para evitar posibles caídas por materiales. - Procurar evitar la formación de barro en la zona de trabajo.
Golpes y aplastamiento por caídas de materiales sueltos		X		X				X					- Utilizar calzado de seguridad con puntera reforzada para evitar lesiones en la zona de los pies. - Realizar las uniones por medio de medios auxiliares adecuados, retirándose los operarios del radio de acción de la máquina en las operaciones de movimiento de materiales.
Electrocuciones por manejo de máquinas eléctricas		X				X					X		- Colocar la toma a tierra de forma correcta para eliminar derivaciones de tensiones, los conductores estarán en perfecto estado de conservación revisándolos periódicamente.
Quemaduras e incendios por manejo de equipos de soldadura		X			X					X			- Emplear prendas de protección adecuadas, calzado de seguridad, guantes de cuero, prendas ignífugas, peto de cuero y pantalla de soldador.
Dermatitis por contacto con el acero	X				X					X			- Es preciso utilizar guantes apropiados en la manipulación de las piezas metálicas.
Proyección de partículas		X			X						X		- Protección de la cara y ojos mediante gafas o pantalla de soldadura.
Radiaciones		X				X					X		- Emplear guantes, manguitos, peto de cuero, polainas y pantalla de soldador.
Inhalación de vapores y gases	X				X					X			- Realizar la tarea de soldadura en lugares abiertos con buena exposición al viento empleando protección individual en el caso en el que la exposición se desarrolle en lugares que por sus características lo requieran.
Explosiones de gases		X				X					X		- Mantener las botellas de gases en buenas condiciones de conservación así como las mangueras. Manteniéndolas en un carro debidamente sujetas mediante cadenas.

### 3. COLOCACIÓN DEL HIERRO EN EL ENCEPADO

- La estructura de hierro que formará el encepado se realiza en la zona próxima al lugar donde se debe colocar. Esta estructura se trasladará por medio de grúa móvil en el lugar para proceder al encofrado.
- **Definimos en encepado** como una pieza prismática que une las cabezas de un grupo de pilotes que trabajan conjuntamente.
- Pueden existir encepados de un solo pilote. El encepado sirve de base al soporte que descansa sobre el, de forma análoga a lo que sería una zapata aislada.



RIESGOS IDENTIFICADOS	PROBABILIDAD			CONSECUENCIAS			MAGNITUD DEL RIESGO					MEDIDAS PREVENTIVAS
	B	M	A	LD	D	ED	T	TO	MO	I	IN	
Pisadas sobre objetos		X			X				X			- Utilizar botas con puntera reforzada y plantilla antiperforaciones, mantener el entorno de trabajo con buen orden y limpieza.
Atropello por máquina o camión		X				X				X		- Permanecer fuera del alcance del camión grúa. - Emplear ropa de alta visibilidad en estas tareas.
Caídas al mismo nivel		X			X				X			- Mantener un buen estado de orden y limpieza en el área de trabajo. - Evitar la formación de barro, limpiando estas zonas de restos de excavación.
Caídas a distinto nivel		X			X				X			- Es preciso utilizar accesos y escaleras adecuados a la zona de trabajo. - Mantener el entorno de trabajo libre de restos de barro, emplear rampas y pasarelas adecuadas.
Dermatitis por contacto de manos desnudas con el acero		X			X				X			- Es preciso utilizar guantes de protección cuando se realice la tarea de atado y colocación de hierro.
Electrocuciones por manejo de máquinas eléctricas		X			X				X			- Utilizar máquinas con las conexiones adecuadas y disponiendo de toma a tierra para eliminar las tensiones eléctricas. - Revisar los elementos eléctricos y conexiones antes de comenzar el trabajo.
Atrapamiento por o entre objetos		X			X				X			- Mantener el entorno de trabajo en buen estado de orden y limpieza. - Limpiar la zona de barro y elementos de excavación.
Posturas forzadas		X			X				X			- Durante la colocación y el atado de redondos de hierro es necesario adoptar posturas con la columna lo más recta posible para evitar lumbalgias. - Procurar intercalar posturas para mejorar de esta forma las posturas forzadas de la tarea.
Sobreesfuerzos en el manejo del hierro		X			X				X			- Manejar y manipular piezas pesadas entre dos personas, manipulándolas con la espalda recta. - No cargar con más de 25 Kgs o solicitar ayuda de otras personas si el peso es mayor, no se deben de adoptar posturas forzadas durante el levantamiento, se pueden utilizar ayudas mecánicas. - Agarrar adecuadamente la carga según forma y tamaño y elevarla flexionando las rodillas, y no la espalda. - Separar los pies para proporcionar una postura estable y equilibrada para el levantamiento, colocando un pie más adelantado que el otro en la dirección del movimiento. - No girar el tronco ni adoptar posturas forzadas, girar completamente el cuerpo. - Si el levantamiento es desde el suelo hasta una altura importante, apoyar la carga a medio camino para poder cambiar el agarre, depositando primero la carga y después ajustarla si fuera necesario. - Realizar los levantamientos de forma espaciada.
Caídas y atrapamientos en las extremidades por caminar sobre la ferralla		X			X				X			- Es necesario colocar un pasillo de tableros de madera para evitar caídas desde la ferralla al suelo y al interior del mismo.
Aplastamiento por rotura de cables		X				X				X		- Los operarios deberán mantenerse alejados de las piezas durante el traslado de las mismas hasta el lugar definitivo. - Evitar trasladar piezas por encima de operarios.
Pisadas sobre objetos		X			X				X			- Utilizar botas con plantilla antiperforaciones, mantener el entorno de trabajo con buen orden y limpieza.

RIESGOS IDENTIFICADOS	PROBABILIDAD			CONSECUENCIAS			MAGNITUD DEL RIESGO					MEDIDAS PREVENTIVAS	
	B	M	A	LD	D	ED	T	TO	MO	I	IN		
Vuelco de grúa		X				X					X		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mantener la zona de trabajo libre de restos de materiales y con compactación adecuada.</li> <li>- Los operarios se mantendrán alejados de la zona de maniobras hasta que se acabe de estacionar la grúa definitivamente.</li> </ul>
Atropello por máquina o grúa		X				X					X		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Se prohíbe acercarse a la grúa a todo tipo de maquinaria de obra.</li> <li>- Balizar la zona de trabajo y evitar el acceso de los operarios de obra al radio de acción de la grúa.</li> </ul>
Caída de objetos por desplome		X				X					X		<ul style="list-style-type: none"> <li>- No se podrá efectuar el transporte de cargas sobre operarios ni se permitirá circular o estacionarse debajo de las mismas.</li> <li>- La estructura metálica se podrá guiar mediante sogas a cierta distancia y nunca colocándose en el radio de acción de la misma.</li> </ul>
Caída de objetos por manipulación		X				X					X		<ul style="list-style-type: none"> <li>- No se podrá efectuar el transporte de cargas sobre operarios ni se permitirá circular o estacionarse debajo de las mismas, salvo en los casos necesarios para la ejecución del trabajo.</li> </ul>
Golpes por objetos y herramientas		X			X				X				<ul style="list-style-type: none"> <li>- Las piezas de ferralla se acopiarán lo más cerca posible del punto de montaje, teniendo presente la necesidad de efectuar trabajos (manejo de escaleras,..) y su correcta estabilidad (comprobación que realizará el jefe de equipo).</li> </ul>
Atrapamientos por o entre objetos		X			X				X				<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mantener el entorno de trabajo en buen estado de orden y limpieza.</li> <li>- Las operaciones serán realizadas por cuadrillas bien compenetradas para manipular y atar de forma coordinada los redondos de hierro.</li> </ul>
Sobreesfuerzos		X				X					X		<ul style="list-style-type: none"> <li>- La maniobra de descarga se realizará mediante cuadrillas compuestas por dos trabajadores y un capataz o jefe de equipo que irán indicando el lugar exacto donde se colocará la armadura.</li> </ul>

## 4. ENCOFRADO DEL ENCEPADO

- Consiste en colocar tableros metálicos tipo PERI en el perímetro de la armadura utilizando puntales y codales según el plan de montaje.



RIESGOS IDENTIFICADOS	PROBABILIDAD			CONSECUENCIAS			MAGNITUD DEL RIESGO					MEDIDAS PREVENTIVAS
	B	M	A	LD	D	ED	T	TO	MO	I	IN	
Contacto con sustancias cáusticas o corrosivas		X			X				X			- Utilizar ropa y calzado adecuado utilizando siempre guantes y gafas protectoras para evitar un posible contacto con partes del cuerpo.
Pisadas sobre objetos		X			X				X			- Utilizar botas con plantilla antiperforaciones, mantener el entorno de trabajo con buen orden y limpieza evitando la formación de barro en la zona de trabajo.
Proyección de fragmentos o partículas		X			X				X			- Emplear gafas de protección durante las tareas de unión de las placas metálicas de encofrado tipo "Peri".
Atropello por máquina o camión		X				X				X		- Se prohíbe acercarse al camión hormigonera al borde la zanja. - Es preciso colocar topes de seguridad en el borde de la zanja.
Fallo del encofrado		X			X				X			- Utilizar codales y puntales adecuados asegurándose que están bien sujetos una vez se acabe con la tarea de encofrado.
Caídas al mismo nivel		X			X				X			- Mantener un buen estado de orden y limpieza el entorno de la cimentación. - Retirar restos de excavación de la zona evitando la formación de barro en las zonas de acceso al encepado.
Caídas a distinto nivel		X				X				X		- Es preciso utilizar accesos y escaleras adecuados a la zona de trabajo. - Emplear rampas y pasarelas de acceso al interior del encepado.
Golpes y cortes durante la colocación de los peris metálicos		X				X				X		- Emplear herramientas adecuadas, utilizando guantes de protección. - Es preciso mantenerse alejado de la pieza durante la manipulación, indicando al conductor del camión grúa desde una distancia de seguridad adecuada.
Golpes y aplastamiento por caídas de materiales sueltos, desplazamientos o deslizamiento del terreno		X			X				X			- Acopiar y manipular los tableros metálicos de encofrado lejos del borde del talud, emplear durmientes adecuados para garantizar la estabilidad del acopio. - Utilizar cascos de protección durante la tarea de colocación y unión de los tableros metálicos.
Vuelco de encofrados tipo peri		X				X				X		- Arristrar y calzar los alzados de forma correcta y según las instrucciones de montaje, evitando el montaje en momentos de vientos muy fuertes. - Respetar en todo momento el procedimiento de montaje en condiciones meteorológicas adversas.
Vuelco de la grúa		X			X				X			- Se prohíbe acercarse al camión al borde la excavación. - Se colocarán topes de seguridad en el borde y se situará en un lugar estable.
Aplastamiento por rotura de cables		X				X				X		- Los operarios deben mantenerse alejados de las piezas durante la operación de traslado al lugar definitivo evitando siempre permanecer bajo materiales en manipulación. - Emplear las sirgas y cadenas que indique el plan de montaje utilizando los elementos de unión en perfectas condiciones.

## 5. HORMIGONADO DEL ENCEPADO

- Consiste en verter y vibrar el hormigón contenido en la cuba del camión hormigonera en toda la superficie encofrada.



RIESGOS IDENTIFICADOS	PROBABILIDAD			CONSECUENCIAS			MAGNITUD DEL RIESGO					MEDIDAS PREVENTIVAS	
	B	M	A	LD	D	ED	T	TO	MO	I	IN		
Contacto con sustancias caústicas o corrosivas		X		X				X					- Utilizar ropa y calzado adecuado utilizando siempre guantes y gafas protectoras para evitar un posible contacto con partes del cuerpo.
Pisadas sobre objetos		X			X					X			- Utilizar botas con plantilla antiperforaciones, mantener el entorno de trabajo con buen orden y limpieza. - Evitar la formación de barro en el entorno del tajo, limpiándolo periódicamente.
Proyección de fragmentos o partículas		X			X					X			- Emplear gafas de protección durante el vertido de hormigón y su vibrado.
Atropello por máquina o camión		X				X					X		- Se prohíbe acercarse al camión hormigonera al borde del encepado. - Es preciso colocar topes de seguridad en el borde del encepado.
Fallo del encofrado		X			X					X			- Utilizar codales y puntales adecuados asegurándose que están bien sujetos antes de hormigonar.
Caídas al mismo nivel		X			X					X			- Mantener un buen estado de orden y limpieza. - Mantener el entorno de trabajo libre de restos de materiales de excavación, barro y restos de materiales de obra.
Caídas a distinto nivel		X			X					X			- Es preciso utilizar accesos, rampas y escaleras adecuados para poder llegar al encepado de una forma segura.

## 6. EJECUCIÓN DE LA VIGA CARGADERO

1. Aplicación de hormigón de limpieza.  
(Colocación previa a la de la estructura de hierro evitando así su contacto con el terreno).
2. Encofrado de viga cargadero.
3. Colocación de hierro en la viga cargadero.
4. Hormigonado de la viga cargadero.
5. Desencofrado.



### 6.1. Excavación de la viga cargadero

- Hacer hueco entre la cabeza del talud y el terraplén para poder construir el conjunto "viga cargadero".



## 6.1. EXCAVACIÓN DE LA VIGA CARGADERO

RIESGOS IDENTIFICADOS	PROBABILIDAD			CONSECUENCIAS			MAGNITUD DEL RIESGO					MEDIDAS PREVENTIVAS
	B	M	A	LD	D	ED	T	TO	MO	I	IN	
Atropello por máquina o camión		X			X				X			<ul style="list-style-type: none"> <li>- No permanecer en el radio de acción de las máquinas de obra.</li> <li>- Prohibido permanecer en la parte posterior de la maquinaria de obra.</li> <li>- Balizar la zona de trabajo diferenciando el acceso de los peatones y sobre todo limitando el acceso de personas ajenas a la obra.</li> </ul>
Vuelco de máquina o camión		X				X					X	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Realizar una plataforma de trabajo llana para conseguir una operación segura.</li> <li>- Respetar los límites de velocidad permitidos.</li> <li>- Colocar un caballón de tierras alrededor de la zona de trabajo que sirva como tope de seguridad de la zona de trabajo.</li> </ul>
Contacto con líneas eléctricas aéreas o enterradas		X				X					X	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Disponer de información y señalización precisa para la presencia de líneas eléctricas.</li> <li>- Colocar pregálibos cerca de la presencia de líneas eléctricas.</li> </ul>
Atrapamiento por corrimiento de tierra		X				X					X	<ul style="list-style-type: none"> <li>- El material de excavación o bien se llevará a vertedero o se depositará lejos de la excavación.</li> </ul>
Proyección de objetos durante el trabajo		X				X					X	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mantener los operarios fuera del radio de acción de las máquinas.</li> <li>- Siempre dispondrán de ropa de alta visibilidad y nunca permanecerán en la zona posterior de las máquinas.</li> </ul>
Caídas de personas desde la máquina	X				X			X				<ul style="list-style-type: none"> <li>- Utilizar los peldaños y asideros para subir y bajar de la máquina, manteniendo los peldaños y el calzado limpios de barro.</li> </ul>
Caídas de personas desde el borde de la excavación		X			X				X			<ul style="list-style-type: none"> <li>- Balizar y proteger mediante barandillas el borde de la excavación.</li> </ul>
Golpes por o entre objetos		X			X				X			<ul style="list-style-type: none"> <li>- Subir y bajar utilizando los asideros y los peldaños de la máquina, manteniendo los peldaños limpios de barro.</li> </ul>
Choques contra otros vehículos		X				X					X	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mantener la distancia de seguridad entre la retroexcavadora y los vehículos de obra.</li> <li>- En caso de trabajar en situaciones de escasa visibilidad (trabajos nocturnos), reforzar la iluminación mediante baterías de focos.</li> </ul>
Derivados de ambientes pulverulentos		X			X				X			<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mantener las vías de paso regadas para mantener la visibilidad adecuada de las máquinas.</li> </ul>
Ruido		X			X				X			<ul style="list-style-type: none"> <li>- Es preciso trabajar con las puertas y las ventanas de la máquina cerrada.</li> <li>- Si esto no es posible sería necesario utilizar cascos de protección auditiva.</li> </ul>

## 6.2. APLICACIÓN DE HORMIGÓN DE LIMPIEZA

RIESGOS IDENTIFICADOS	PROBABILIDAD			CONSECUENCIAS			MAGNITUD DEL RIESGO					MEDIDAS PREVENTIVAS
	B	M	A	LD	D	ED	T	TO	MO	I	IN	
Contacto con sustancias cáusticas o corrosivas		X			X				X			- Utilizar ropa y calzado adecuado utilizando siempre guantes y gafas protectoras para evitar un posible contacto con partes del cuerpo.
Pisadas sobre objetos		X			X				X			- Utilizar botas con plantilla antiperforaciones, mantener el entorno de trabajo con buen orden y limpieza. - Mantener el entorno de trabajo libre de restos de recortes de hierro.
Proyección de fragmentos o partículas		X			X				X			- Emplear gafas de protección durante el vertido de hormigón y su vibrado.
Atropello por máquina o camión		X				X				X		- Se prohíbe acercarse al camión hormigonera al borde del talud. - Es preciso colocar topes de seguridad en la cabeza del talud así como señalización a base de malla.
Fallo del encofrado		X			X				X			- Utilizar codales y puntales adecuados asegurándose que están bien sujetos antes de hormigonar.
Caídas al mismo nivel		X			X				X			- Mantener un buen estado de orden y limpieza de la zona de trabajo. - Retirar restos de material de excavación y restos de materiales de obra. - Realizar los acopios en zonas diferenciadas de las zonas de tránsito.
Caídas a distinto nivel		X			X				X			- Es preciso utilizar accesos, rampas y escaleras adecuados para poder llegar a la zona de trabajo de forma segura.

## 6.3. ENCOFRADO DE VIGA CARGADERO

RIESGOS IDENTIFICADOS	PROBABILIDAD			CONSECUENCIAS			MAGNITUD DEL RIESGO					MEDIDAS PREVENTIVAS
	B	M	A	LD	D	ED	T	TO	MO	I	IN	
Pisadas sobre objetos		X			X				X			- Utilizar botas con plantilla antiperforaciones, mantener el entorno de trabajo con buen orden y limpieza.
Proyección de fragmentos o partículas		X				X			X			- Emplear gafas de protección durante la colocación y unión de las piezas prefabricadas metálicas.
Atropello por máquina o camión		X			X					X		- Se prohíbe acercarse al camión pluma al borde del talud. - Es preciso colocar topes de seguridad en el borde del talud.
Fallo del encofrado		X			X				X			- Utilizar codales y puntales adecuados asegurándose que están bien sujetos antes de hormigonar.
Caídas al mismo nivel		X			X				X			- Mantener un buen estado de orden y limpieza en el entorno de trabajo.
Caídas a distinto nivel		X			X				X			- Es preciso utilizar accesos, rampas y escaleras adecuadas para ascender al encofrado.
Golpes y cortes durante la colocación de los peris metálicos		X			X				X			- Emplear herramientas adecuadas, utilizando guantes de protección. - Es preciso mantenerse alejado de la pieza durante la manipulación, indicando al conductor del camión grúa desde una distancia de seguridad adecuada.
Golpes y aplastamiento por caídas de materiales sueltos, desplazamientos o deslizamiento del terreno		X			X				X			- Acopiar y manipular los tableros metálicos de encofrado lejos del borde del talud, emplear durmientes adecuados para garantizar la estabilidad del acopio. - Utilizar cascos de protección durante la tarea de colocación y unión de los tableros metálicos.
Vuelco de encofrados tipo peri		X				X				X		- Arristrar y calzar los alzados de forma correcta y según las instrucciones de montaje, evitando el montaje en momentos de vientos muy fuertes. - Respetar en todo momento el procedimiento de montaje en condiciones meteorológicas adversas.
Vuelco de la grúa		X			X				X			- Se prohíbe acercarse al camión al borde de la excavación. - Se colocarán topes de seguridad en el borde y se situará en un lugar estable.
Aplastamiento por rotura de cables		X				X				X		- Los operarios deben mantenerse alejados de las piezas durante la operación de traslado al lugar definitivo evitando siempre permanecer bajo materiales en manipulación. - Emplear las sirgas y cadenas que indique el plan de montaje utilizando los elementos de unión en perfectas condiciones.

## 6.4. COLOCACIÓN DE HIERRO EN LA VIGA CARGADERO

RIESGOS IDENTIFICADOS	PROBABILIDAD			CONSECUENCIAS			MAGNITUD DEL RIESGO					MEDIDAS PREVENTIVAS
	B	M	A	LD	D	ED	T	TO	MO	I	IN	
Pisadas sobre objetos		X			X				X			- Utilizar botas con plantilla antiperforaciones, mantener el entorno de trabajo con buen orden y limpieza.
Proyección de fragmentos o partículas		X			X				X			- Emplear gafas de protección durante las tareas de cortado de redondos metálicos.
Atropello por máquina o camión		X				X				X		- Se prohíbe acercarse al camión grúa al borde del talud. - Es preciso colocar topes de seguridad en el borde del talud.
Caídas al mismo nivel		X			X				X			- Mantener un buen estado de orden y limpieza en el área de trabajo. - Eliminar los restos de materiales de excavación y los restos de hierro. - Acopiar los materiales de obra en lugares próximos al tajo y diferenciados de la zona de tránsito.
Caídas a distinto nivel		X			X				X			- Es preciso utilizar accesos, rampas y escaleras adecuadas.
Dermatitis por contacto de manos desnudas con el acero		X			X				X			- Es preciso utilizar guantes de protección cuando se realicen las tareas de colocación y atado de hierro.
Electrocuciones por manejo de máquinas eléctricas		X			X				X			- Utilizar máquinas con las conexiones adecuadas y disponiendo de toma a tierra para eliminar tensiones eléctricas. - Revisar elementos eléctricos y conexiones antes de comenzar el trabajo.
Atrapamiento por o entre objetos		X			X				X			- Mantener el entorno de trabajo en buen estado de orden y limpieza. - Eliminar los restos de materiales de excavación y los restos de hierro. - Acopiar los materiales de obra en lugares próximos al tajo y diferenciados de la zona de tránsito.
Posturas forzadas		X			X				X			- Durante la colocación y el atado de redondos de hierro es necesario adoptar posturas con la columna lo más recta posible para evitar lumbalgias. - Alternar posturas de trabajo en las labores de atado para reducir de esta forma los riesgos de lumbalgias.
Sobreesfuerzos en el manejo del hierro		X			X				X			- Manejar y manipular piezas pesadas entre dos personas, manipulándolas con la espalda recta. - No cargar con más de 25 Kgs o solicitar ayuda de otras personas si el peso es mayor, no se deben de adoptar posturas forzadas durante el levantamiento, utilizar ayudas mecánicas. - Agarrar adecuadamente la carga según forma y tamaño y elevarla flexionando las rodillas, y no la espalda. - Separar los pies para proporcionar una postura estable y equilibrada para el levantamiento, colocando un pie más adelantado que el otro en la dirección del movimiento. - No girar el tronco ni adoptar posturas forzadas, girar completamente el cuerpo. - Si el levantamiento es desde el suelo hasta una altura importante, apoyar la carga a medio camino para poder cambiar el agarre, depositando primero la carga y después ajustarla si fuera necesario. - Realizar los levantamientos de forma espaciada.
Caídas y atrapamientos en las extremidades por caminar sobre la ferralla		X			X				X			- Es necesario colocar un pasillo de tableros de madera para evitar caídas desde la armadura al suelo o al interior del entramado de hierro.

## 6.5. HORMIGONADO DE ZAPATA Y VIGA CARGADERO

RIESGOS IDENTIFICADOS	PROBABILIDAD			CONSECUENCIAS			MAGNITUD DEL RIESGO					MEDIDAS PREVENTIVAS
	B	M	A	LD	D	ED	T	TO	MO	I	IN	
Contacto con sustancias cáusticas o corrosivas		X			X				X			- Utilizar ropa y calzado adecuado utilizando siempre guantes y gafas protectoras para evitar un posible contacto con partes del cuerpo.
Pisadas sobre objetos		X			X				X			- Utilizar botas con plantilla antiperforaciones, mantener el entorno de trabajo con buen orden y limpieza.
Proyección de fragmentos o partículas		X			X				X			- Emplear gafas de protección durante el vertido de hormigón y su vibrado.
Atropello por máquina o camión		X			X				X			- Se prohíbe acercarse al camión hormigonera al borde del talud. - Es preciso colocar topes de seguridad en el borde del talud y balizar la zona de trabajo.
Fallo del encofrado		X			X				X			- Utilizar codales y puntales adecuados asegurándose que están bien sujetos antes de verter el hormigón.
Caídas al mismo nivel		X			X				X			- Mantener un buen estado de orden y limpieza en el entorno de trabajo. - Utilizar accesos, rampas y escaleras adecuadas al interior del encofrado.
Caídas a distinto nivel		X			X				X			- Es preciso utilizar accesos y escaleras adecuados a la zona de vertido de hormigón.

## 6.6. DESENCOFRADO

RIESGOS IDENTIFICADOS	PROBABILIDAD			CONSECUENCIAS			MAGNITUD DEL RIESGO					MEDIDAS PREVENTIVAS	
	B	M	A	LD	D	ED	T	TO	MO	I	IN		
Contacto con sustancias cáusticas o corrosivas		X		X				X					- Utilizar ropa y calzado adecuado utilizando siempre guantes y gafas protectoras para evitar un posible contacto con partes del cuerpo.
Pisadas sobre objetos		X			X					X			- Utilizar botas con plantilla antiperforaciones, mantener el entorno de trabajo con buen orden y limpieza.
Atropello por máquina o camión		X				X					X		- Se prohíbe acercarse al camión pluma al borde del talud. - Es preciso colocar topes de seguridad en el borde del talud. - Balizar la zona de acceso de vehículos de obra restringiendo su acceso a la zona donde se desencofre.
Fallo del encofrado		X			X					X			- Utilizar codales y puntales adecuados asegurándose que cumplen las condiciones de seguridad para ser manipulados de una forma segura tanto en el encofrado como en el desencofrado.
Caídas al mismo nivel		X			X					X			- Mantener un buen estado de orden y limpieza el entorno de trabajo. - Acopiar los puntales y los tableros de encofrar metálicos en zonas habilitadas para ello.
Caídas a distinto nivel		X				X					X		- Es preciso utilizar accesos, rampas y escaleras adecuados a la zona de trabajo.

## 7. COLOCACIÓN DE PILAS PREFABRICADAS

- Colocación de pilares prefabricados mediante grúas móviles.
- Los pilares son las columnas sobre los que debe colocarse las vigas del puente. Normalmente se colocan directamente sin almacenamiento previo.



RIESGOS IDENTIFICADOS	PROBABILIDAD			CONSECUENCIAS			MAGNITUD DEL RIESGO					MEDIDAS PREVENTIVAS	
	B	M	A	LD	D	ED	T	TO	MO	I	IN		
Aplastamiento por rotura de cables		X				X					X		- Los operarios deberán mantenerse alejados de las piezas durante el traslado de las mismas hasta el lugar definitivo. - Nunca se trasladarán piezas prefabricadas por encima de operarios.
Pisadas sobre objetos		X			X					X			- Utilizar botas con plantilla antiperforaciones, mantener el entorno de trabajo con buen orden y limpieza.
Vuelco de grúa		X			X					X			- Mantener la zona de trabajo libre de restos de materiales y con una compactación adecuada. - La grúa deberá utilizar las placas de apoyo para realizar cualquier tipo de de manipulación.
Atropello por máquina o grúa		X				X					X		- Se prohíbe acercarse a la grúa a todo tipo de maquinaria de obra. - Balizando si es necesario la zona de trabajo, ejecutar un caballón de tierras en el perímetro de la península.
Vuelco de pilas prefabricadas		X				X					X		- Colocar las pilas según las instrucciones de montaje, evitando el montaje en momentos de fuertes vientos.o condiciones climáticas adversas. - Utilizar puntales o elementos de arriostamiento según el plan de montaje para conseguir que la pila permanezca vertical.
Caídas al mismo nivel		X			X					X			- Mantener la zona de trabajo limpia de materiales de obra. - Limpiar la zona de trabajo de restos de materiales de excavación y restos de materiales de construcción, disponiendo la grúa de espacio suficiente para realizar las maniobras de forma segura.
Caídas a distinto nivel		X				X					X		- Subir y bajar utilizando los asideros y peldaños de la grúa manteniendo estos y el calzado limpios de barro.
Caída de objetos pos desplome y manipulación		X				X					X		- No se podrá efectuar el transporte de cargas por encima de operarios ni se permitirá circular o estacionarse debajo de las mismas. - Para la manipulación de los prefabricados se emplearán las silgas o cadenas adecuadas para el tipo de prefabricado que se manipule.
Golpes por objetos y herramientas		X			X						X		- Las pilas se acopiarán lo más cerca posible del punto de montaje, teniendo presente la necesidad de efectuar trabajos (manejo de escaleras,..) y su correcta estabilidad (comprobación que realizará el jefe de equipo).
Atrapamientos por o entre objetos		X			X					X			- Mantener el entorno de trabajo en buen estado de orden y limpieza. - Realizar las operaciones e manipulación de elementos prefabricados por un equipo formado y siguiendo las indicaciones del plan de montaje.
Sobreesfuerzos		X			X					X			- La maniobra de descarga se realizará mediante cuadrillas compuestas por dos trabajadores y un capataz o jefe de equipo (en caso de que el camionero les preste ayuda, ésta será siempre bajo la supervisión del jefe de equipo).

## 8. COLOCACIÓN DE DINTELES PREFABRICADOS

- Los dinteles son elementos que se unen a los fustes para proporcionar la superficie que se necesita para la disposición de las vigas del tablero.

Características: Los dinteles trapeciales son elementos lineales que se apoyan sobre varias pilas. Y los dinteles en *pi* se disponen sobre fuste único de sección rectangular maciza o hueca.

Los dinteles prefabricados se pueden unir también a fustes ejecutados *"in situ"*.

- Sección y longitud variable para ajustarse a las dimensiones requeridas por la tipología del apoyo de las vigas o del ancho del tablero.



RIESGOS IDENTIFICADOS	PROBABILIDAD			CONSECUENCIAS			MAGNITUD DEL RIESGO					MEDIDAS PREVENTIVAS	
	B	M	A	LD	D	ED	T	TO	MO	I	IN		
Caídas a distinto nivel		X				X					X		- Es preciso mantener el entorno de trabajo nivelado y limpio de materiales de obra para que la grúa pueda posicionarse de forma segura, realizando las operaciones con plenas garantías de éxito. La plataforma elevadora deberá posicionarse de forma perpendicular al dintel, teniendo muy en cuenta que la zona de tránsito de la misma esté plano y libre de objetos de obra.
Caídas al mismo nivel		X			X					X			- En el caso del hormigonado del dintel es imprescindible la utilización de línea de vida, siendo esta instalada previamente, antes de la colocación de la pieza prefabricada. - Es preciso mantener el entorno de trabajo limpio de materiales de obra para que la grúa pueda posicionarse de forma segura, realizando las operaciones con plenas garantías de éxito.
Atropello por máquina o camión		X				X					X		- Se prohíbe a los trabajadores acercarse al radio de acción de las grúas y de la plataforma elevadora.
Pisadas sobre objetos		X			X					X			- Utilizar botas con plantilla antiperforaciones, y puntera reforzada, mantener el entorno de trabajo con buen orden y limpieza. - Se comprobará el correcto estado de la zona de recepción, verificando la existencia de restos de materiales de obra.
Aplastamiento por rotura de cables		X			X					X			- Los operarios deberán mantenerse alejados de las piezas durante el traslado de las mismas hasta el lugar definitivo. - Se emplearán silgas o cadenas adecuadas al tipo de elemento prefabricado que se manipule.
Caídas de objetos por desplome		X				X					X		- Será obligatorio efectuar el izado y posterior transporte de dinteles para su colocación mediante el correcto anclaje del útil facilitado por la empresa montadora. - El jefe de equipo comprobará la correcta fijación del grillete a los ganchos de elevación. - Revisión de la pieza antes del izado. - Acotar la zona de trabajo.
Caída de objetos por manipulación		X				X					X		- La maniobra de descarga se realizará mediante cuadrillas compuestas por dos trabajadores y un jefe de equipo. - Nivelación y compactación adecuada de la ataguía antes de iniciar las operaciones de elevación.
Caída de objetos desprendidos		X				X					X		- No se podrá realizar el transporte de dinteles sobre operarios ni se permitirá circular o estacionarse bajo los mismos, salvo en los casos necesarios para la ejecución del trabajo (encaje, alineación..) y durante el menor tiempo posible.
Caída de objetos por derrumbamiento		X				X					X		- Manejo de la grúa por personas especializadas. - Evitar el recorrido de la grúa por el borde de la ataguía. - Ejecutar un caballón de tierras en el perímetro de la ataguía que sirva como tope de seguridad.
Atrapamiento o aplastamiento por o entre objetos	X				X			X					- No manipular el cable en el momento de la puesta en tensión. - Realizar las operaciones según el plan de montaje.
Atrapamiento y aplastamiento por vuelco de máquinas o vehículos	X				X			X					- Verificar el estado de compactación del suelo. - Evitar el recorrido cercano a zanjas, terraplenes y al borde de la ataguía.
Sobreesfuerzos, posturas inadecuadas		X			X				X				- Uso de herramientas y útiles adecuados según lo describa el plan de montaje del fabricante de las piezas prefabricadas.

## 9. REPLANTEO DE MESETA DE HORMIGÓN AUTONIVELANTE

- Esta construcción tiene por finalidad establecer un asiento que facilite la incorporación del neopreno

1. Replanteo.
2. Hormigonado. Es una pequeña capa de masa que se vierte a un pequeño encofrado sobre el dintel.



## 9.1. REPLANTEO DE MESETAS DE HORMIGÓN AUTONIVELANTE

RIESGOS IDENTIFICADOS	PROBABILIDAD			CONSECUENCIAS			MAGNITUD DEL RIESGO					MEDIDAS PREVENTIVAS
	B	M	A	LD	D	ED	T	TO	MO	I	IN	
Proyección de fragmentos o partículas		X			X				X			- Emplear gafas de protección durante las operaciones de replanteo de la meseta.
Atropello por máquina o camión		X				X				X		- Balizar la zona de trabajo si es necesario para evitar la confluencia de máquinas de obra en la zona. - Es preciso colocar topes de seguridad en el borde de la ataguía.
Caídas al mismo nivel		X			X				X			- Mantener un buen estado de orden y limpieza sobre el dintel utilizando en todo momento línea de vida.
Caídas a distinto nivel		X				X				X		- Es preciso utilizar plataformas elevadoras para realizar estas operaciones de forma segura. - Estacionar la plataforma elevadora en un lugar bien nivelado y compactado, situándola perpendicular a la zona de trabajo.

## 9.2. HORMIGONADO DEL DINTEL

RIESGOS IDENTIFICADOS	PROBABILIDAD			CONSECUENCIAS			MAGNITUD DEL RIESGO					MEDIDAS PREVENTIVAS	
	B	M	A	LD	D	ED	T	TO	MO	I	IN		
Contacto con sustancias cáusticas o corrosivas		X		X				X					- Utilizar ropa y calzado adecuado utilizando siempre guantes y gafas protectoras para evitar un posible contacto con partes del cuerpo.
Proyección de fragmentos o partículas		X			X				X				- Emplear gafas de protección durante el vertido de hormigón y su manipulación.
Pisadas sobre objetos		X			X				X				- Utilizar botas con puntera reforzada y plantilla antiperforaciones, mantener el entorno de trabajo con buen orden y limpieza.
Proyección de fragmentos o partículas		X			X				X				- Emplear gafas de protección durante el vertido de hormigón y su vibrado.
Atropello por máquina o plataforma elevadora		X				X				X			- Se prohíbe trabajar en el radio de acción de las máquinas.
Electrocuciones	X				X			X					- Mantener las conexiones eléctricas en buenas condiciones de utilización. Utilizar toma a tierra cuando se realice la operación de amasado con hormigonera eléctrica.
Caídas al mismo nivel		X			X				X				- Mantener un buen estado de orden y limpieza en el entorno de trabajo. - Mantener la zona de trabajo libre de máquinas o herramientas de obra.
Caídas a distinto nivel		X				X				X			- Es preciso utilizar plataformas de trabajo con cestas. - En el proceso de hormigonado será imprescindible el uso de línea de vida.

## 10. COLOCACIÓN DEL NEOPRENO

Es un material elástico sometido a diversos factores de trabajo tales como: carga, temperatura, tracción, etc.

Su composición y montaje dependen de la aplicación final. En el caso de los asientos apoyos de las vigas de un puente se coloca sobre una meseta de hormigón autonivelante. Su utilización asegura la continuidad de la capa de rodamiento del puente, para dar mayor confort a los usuarios. Deben ser impermeables y contribuir a evitar ruidos, impactos y vibraciones.

Las placas de neopreno para apoyos de puentes tienen tres ventajas importantes, son económicas, efectivas y no requieren de mantenimiento mayor.

Los apoyos de neopreno no tienen partes móviles, constan simplemente de una placa o más de neopreno de 2. cm aproximadamente de espesor colocada entre la viga cargadero y la viga tipo artesa.

Una ventaja muy importante del apoyo de neopreno es su efectividad como medio para la transferencia de la carga. Cuando soporta cargas de compresión la placa de neopreno, absorbe las irregularidades de la superficie y de esa manera las imperfecciones salientes como las hundidas que tiene la superficie de concreto todas soportan la carga.



RIESGOS IDENTIFICADOS	PROBABILIDAD			CONSECUENCIAS			MAGNITUD DEL RIESGO					MEDIDAS PREVENTIVAS
	B	M	A	LD	D	ED	T	TO	MO	I	IN	
Caídas a distinto nivel		X				X		X		X		- Es necesario emplear elementos de seguridad tales como cesta de seguridad en plataforma elevadora u otro elemento como línea de vida.
Caídas al mismo nivel		X			X				X			- Es preciso utilizar línea de vida cuando se realicen las labores de colocación de los asientos.
Vuelco de la plataforma elevadora		X				X				X		- La plataforma de trabajo estará perfectamente nivelada y compactada para evitar fallos o desniveles del terreno. El operario manejará la plataforma colocando los ejes motrices paralelos al dintel, evitando de esta forma vuelcos de la máquina.
Caída de objetos desprendidos		X				X				X		- Es necesario amarrar de forma adecuada los neoprenos a la grúa para evitar posibles caídas de la carga.
Golpes y cortes por objetos y herramientas		X			X				X			- Se tendrán en cuenta las condiciones meteorológicas en el momento de la ejecución. - Es necesario seguir el plan de montaje.
Atrapamiento por o entre objetos		X			X				X			- No permanecer bajo la carga del neopreno indicando al gruísta el transporte de la misma hasta el lugar definitivo.
Aplastamiento por rotura de los cables		X				X				X		- Mantenerse fuera del radio de acción de la manipulación del asiento de neopreno. - Emplear cables o eslingas apropiadas para transportar el asiento de forma segura.
Cortes en las manos		X			X				X			- Empleo de guantes de seguridad durante la manipulación de las eslingas y resto de materiales.
Sobreesfuerzos		X			X				X			- Nunca se debe manipular manualmente el asiento, es preciso indicar al gruísta la ubicación definitiva del mismo. - Evitar la manipulación manual de la carga empleando los medios mecánicos para esta tarea.

## 11. LANZADO Y COLOCACIÓN DE VIGAS

La viga tipo artesa, es una pieza que se usa normalmente como autoportante para la formación de tableros de puentes isostáticos.

Su tamaño y forma las convierten en elementos más atractivos y diferentes que las convencionales vigas en doble T, por lo que se ha extendido su uso, sobre todo en la construcción de pasos superiores y otras estructuras en las que las vigas, al quedar vistas, ofrecen un mejor efecto estéticos.

El lanzado y colocación consisten en una serie de operaciones que finalizan con la colocación de la viga sobre los asientos de neopreno.

Para su realización es necesario el empleo de camiones de transporte y grúas móviles de gran tonelaje para su alzado y colocación en el lugar definitivo.



RIESGOS IDENTIFICADOS	PROBABILIDAD			CONSECUENCIAS			MAGNITUD DEL RIESGO					MEDIDAS PREVENTIVAS
	B	M	A	LD	D	ED	T	TO	MO	I	IN	
Pisadas sobre objetos		X			X				X			- Utilizar botas con puntera reforzada y plantilla antiperforaciones, mantener el entorno de trabajo con buen orden y limpieza.
Vuelco de la grúa		X			X				X			- Mantener una buena plataforma de trabajo firme y allanada para evitar vuelcos.
Aplastamiento por rotura de cables o vigas	X					X			X			- Evitar colocarse en el radio de acción de la grúa móvil y del camión de transporte de las vigas.
Atropello por grúa móvil o camión		X				X				X		- Se prohíbe acercarse al personal de la obra al entorno de la grúa y del camión de transporte.
Caídas a distinto nivel		X				X				X		- Los montadores de vigas realizarán las indicaciones al gruista desde la zona de los estribos protegidos mediante línea de vida u otro elemento de protección, generalmente apoyándose en la utilización de plataforma elevadora.
Caídas de objetos por desplome		X				X				X		- No se podrán suspender vigas sobre trabajadores ni se permitirá circular o detenerse bajo las mismas, salvo en los casos necesarios para la ejecución del trabajo (alineación, aplomo..) y durante el menor tiempo posible.
Caída de objetos por manipulación		X				X				X		- No se podrán suspender vigas sobre trabajadores ni se permitirá circular o detenerse bajo las mismas, salvo en los casos necesarios para la ejecución del trabajo (alineación, aplomo..) y durante el menor tiempo posible.
Caída de objetos desprendidos		X				X				X		- No se podrán suspender vigas sobre trabajadores ni se permitirá circular o detenerse bajo las mismas, salvo en los casos necesarios para la ejecución del trabajo (alineación, aplomo..) y durante el menor tiempo posible.
Caída de trabajadores al mismo nivel		X			X				X			- En las labores de indicación y colocación de la viga los operarios que se encuentren dirigiendo las maniobras en los extremos de las vigas dispondrán de plataforma elevadora y línea de vida.
Sobreesfuerzos	X				X				X			- No es necesario manipular ningún elemento pesado en este tipo de operaciones. - Es preciso mantener posturas adecuadas para evitar posturas forzadas en las tareas de dirigir la colocación de las vigas, disponiendo en todo momento de línea de vida.

## 12. COLOCACIÓN DE PRELOSAS DE HORMIGÓN DE ENCOFRADO PERDIDO

Estas placas de hormigón prefabricado, son tableros armados con capacidad portante suficiente para soportar el peso del conjunto armadura-hormigón.

Para este tipo de vigas se emplean placas de hormigón con la anchura definitiva de la losa del puente.

La colocación de las placas se realiza mediante grúa móvil desde el lugar de acopio hasta la viga artesa. Para su colocación es necesario que varios operarios se encuentren sobre la viga del puente para dirigir las operaciones del conductor de la grúa.



RIESGOS IDENTIFICADOS	PROBABILIDAD			CONSECUENCIAS			MAGNITUD DEL RIESGO					MEDIDAS PREVENTIVAS
	B	M	A	LD	D	ED	T	TO	MO	I	IN	
Pisadas sobre objetos		X			X				X			- Utilizar botas con puntera reforzada y plantilla antiperforaciones, mantener el entorno de trabajo con buen orden y limpieza.
Atropello por máquina o camión		X				X				X		- Se prohíbe acercarse a la grúa al borde de la ataguía. - Es preciso colocar topes de seguridad en el borde de la ataguía, o ejecutar un caballón de tierras en todo su perímetro.
Aplastamiento por rotura de cables o vigas		X				X				X		- Evitar colocarse en el radio de acción de la grúa móvil y de las placas
Golpes o cortes por herramientas o materiales		X			X				X			- Emplear guantes de protección en las tareas de atado de las piezas así como en las de su posterior colocación en el lugar definitivo.
Vuelco de la grúa		X				X				X		- Las maniobras de carga o descarga estarán siempre guiadas por un especialista, en previsión de los riesgos por maniobras incorrectas. - Conseguir una plataforma de trabajo con la suficiente compactación para soportar la presión de los gatos hidráulicos. - Se comprobará el correcto estado de los gatos estabilizadores antes de entrar en servicio la grúa.
Pisadas sobre objetos		X			X				X			- Utilizar botas con puntera reforzada y plantilla antiperforaciones, mantener el entorno de trabajo con buen orden y limpieza.
Vuelco de la grúa		X			X					X		- Mantener una buena plataforma de trabajo firme y perfectamente allanada para evitar vuelcos.
Aplastamiento por rotura de cables o vigas	X					X			X			- Evitar colocarse en el radio de acción de la grúa móvil y de las placas prefabricadas.
Atropello por grúa móvil o camión		X				X				X		- Se prohíbe acercarse al personal de la obra al entorno de la grúa y del camión.
Caídas a distinto nivel		X				X				X		- Los montadores de prelosas realizarán las indicaciones al gruista desde la última prelosa colocada protegidos mediante línea de vida u otro elemento de protección, generalmente apoyándonos en la utilización de plataforma elevadora.
Caídas de objetos por desplome		X				X				X		- No se podrán suspender prelosas sobre trabajadores ni se permitirá circular o detenerse bajo las mismas, salvo en los casos necesarios para la ejecución del trabajo (alineación, aplomo..) y durante el menor tiempo posible.
Caída de objetos por manipulación		X				X				X		- No se podrán suspender prelosas sobre trabajadores ni se permitirá circular o detenerse bajo las mismas, salvo en los casos necesarios para la ejecución del trabajo (alineación, aplomo..) y durante el menor tiempo posible.
Caída de objetos desprendidos		X				X				X		- No se podrán suspender prelosas sobre trabajadores ni se permitirá circular o detenerse bajo las mismas, salvo en los casos necesarios para la ejecución del trabajo (alineación, aplomo..) y durante el menor tiempo posible.
Caída de trabajadores al mismo nivel		X			X				X			- En las labores de indicación y colocación de la viga los operarios que se encuentren dirigiendo las maniobras en los extremos de las prelosas dispondrán de plataforma elevadora y línea de vida.
Sobreesfuerzos		X			X				X			- En el caso de realizar esfuerzos a lo largo de las tareas de colocación de las prelosas se tendrán en cuenta mantener la espalda recta, doblar rodillas y hacer fuerza con útiles adecuados. - Se realizarán las indicaciones necesarias al conductor de la grúa para que no sea necesario realizar ningún tipo de manipulación manual de cargas.

### 13. COLOCACIÓN Y ATADO DEL HIERRO DE LOSA DEL PUENTE

Los redondos de hierro corrugado se almacenan en la zona de la losa de transición del puente.

Los citados redondos se van colocando y atando según el plano de despiece de la armadura de la losa del puente.

El atado se realiza de forma manual empleando tenacillas y alambre para unir las diferentes piezas de hierro que formarán la armadura del puente.



RIESGOS IDENTIFICADOS	PROBABILIDAD			CONSECUENCIAS			MAGNITUD DEL RIESGO					MEDIDAS PREVENTIVAS
	B	M	A	LD	D	ED	T	TO	MO	I	IN	
Pisadas sobre objetos		X			X				X			- Utilizar botas con puntera reforzada y plantilla antiperforaciones, mantener el entorno de trabajo con buen orden y limpieza. - Realizar una limpieza y retirada de restos de hierro periódica evitando la presencia de redondos corrugados en punta, o con caras cortantes.
Caídas al mismo nivel		X			X				X			- Mantener un pasillo a base de tableros de madera para evitar este tipo de caídas.
Caídas a distinto nivel		X				X				X		- Proteger todo el perímetro de la losa, así como la zona de las aletas mediante barandillas perimetrales.
Proyección de fragmentos o partículas		X			X				X			- Emplear gafas de protección durante las operaciones de corte que se pudieran realizar.
Atropello por máquina o camión		X				X				X		- Se prohíbe acercarse a los vehículos de obra a la zona próxima al puesto de trabajo.
Caídas al mismo nivel		X			X				X			- Mantener el área de trabajo con accesos adecuados para evitar posibles tropiezos con la ferralla. - Disponer de rampas o de pasarelas de acceso a la losa del puente.
Caídas a distinto nivel		X				X				X		- Es preciso utilizar accesos, rampas y escaleras adecuadas.
Dermatitis por contacto de manos desnudas con el acero		X			X				X			- Es necesario utilizar guantes de protección cuando se realicen manipulaciones con el hierro.
Electrocuciones por manejo de máquinas eléctricas		X			X				X			- Utilizar máquinas con las conexiones adecuadas y disponiendo de toma a tierra para eliminar tensiones. - Revisar elementos eléctricos y conexiones antes de comenzar el trabajo.
Atrapamiento por o entre objetos		X			X				X			- Mantener el entorno de trabajo en buen estado de orden y limpieza. - Es necesario colocar un pasillo de tableros de madera para evitar caídas desde la ferralla al suelo
Posturas forzadas		X			X				X			- Durante la colocación y el atado de redondos de hierro es necesario adoptar posturas con la columna lo más recta posible, procurando cambiar de posturas.
Sobreesfuerzos en el manejo del hierro		X			X				X			- Manejar y manipular piezas pesadas entre dos personas, manipulándolas con la espalda recta. - No cargar con más de 25 Kgs o solicitar ayuda de otras personas si el peso es mayor, no se deben de adoptar posturas forzadas durante el levantamiento, utilizar ayudas mecánicas. - Agarrar adecuadamente la carga según forma y tamaño y elevarla flexionando las rodillas, y no la espalda. - Separar los pies para proporcionar una postura estable y equilibrada para el levantamiento, colocando un pie más adelantado que el otro en la dirección del movimiento. - No girar el tronco ni adoptar posturas forzadas, girar completamente el cuerpo. - Si el levantamiento es desde el suelo hasta una altura importante, apoyar la carga a medio camino para poder cambiar el agarre, depositando primero la carga y después ajustarla si fuera necesario. - Realizar los levantamientos de forma espaciada.
Caídas y atrapamientos en las extremidades por caminar sobre la ferralla		X			X				X			- Es necesario colocar un pasillo de tableros de madera para evitar caídas desde la ferralla al suelo.

## 14. HORMIGONADO DE LA LOSA DEL PUENTE

Esta operación consiste en verter hormigón sobre la prelosa mediante bomba de hormigón y vibrarlo posteriormente mediante vibro.



RIESGOS IDENTIFICADOS	PROBABILIDAD			CONSECUENCIAS			MAGNITUD DEL RIESGO					MEDIDAS PREVENTIVAS	
	B	M	A	LD	D	ED	T	TO	MO	I	IN		
Contacto con sustancias cáusticas o corrosivas		X		X				X					- Utilizar ropa y calzado adecuado utilizando siempre guantes y gafas protectoras para evitar un posible contacto con partes del cuerpo.
Pisadas sobre objetos		X			X				X				- Utilizar botas con puntera reforzada y plantilla antiperforaciones, mantener el entorno de trabajo libre de salientes de redondos de hierro.
Proyección de fragmentos o partículas		X			X				X				- Emplear gafas de protección durante el vertido de hormigón y su vibrado.
Atropello por máquina o camión		X				X				X			- Se prohíbe acercarse al camión hormigonera y a la bomba de hormigón al borde de la ataguía. - Es preciso colocar topes de seguridad en el borde de la ataguía o un caballón de tierras en todo su perímetro.
Caídas al mismo nivel		X			X				X				- Mantener la superficie a hormigonar libre de salientes de redondos, manteniendo un pasillo a base de tableros de madera.
Caídas a distinto nivel		X				X				X			- Es preciso mantener las escaleras y las botas limpias de hormigón y barro para obtener un acceso seguro.
Golpes por objetos vibratorios		X			X				X				- Manipular la trompa de la bomba de hormigón entre dos personas para evitar golpes en diferentes partes del cuerpo.
Vuelco por proximidad a taludes		X				X				X			- Estacionar tanto los camiones hormigonera como la bomba de hormigón en zonas bien asentadas dentro de la plataforma y nunca próximas a las cabezas de talud.
Proyección de objetos por reventones de la cañería		X				X				X			- Realizar comprobaciones periódicas del estado de la tubería sustituyendo las piezas tal y como marque el manual de manejo de la máquina. - Realizar comprobaciones del desgaste interior de las tuberías determinando de esta forma la necesidad o no de sustituir los tramos deteriorados.
Atrapamientos en trabajos de mantenimiento		X			X				X				- Los trabajos de mantenimiento se realizarán cuando la máquina esté parada o con los elementos móviles desactivados.
Contactos con la corriente eléctrica	X				X			X					- Mantener las mangueras en buen estado de conservación, empleando toma a tierra para eliminar las derivaciones eléctricas. - Revisar los elementos eléctricos y conexiones antes de comenzar el trabajo.
Rotura de la manguera		X				X				X			- Si se ha de bombear a gran distancia, antes de suministrar hormigón, probar los conductos bajo presión de seguridad. - Comprobar y cambiar cada 1000 m <sup>3</sup> bombeados, las uniones, juntas y los codos.
Caída de personas desde la máquina		X			X				X				- Durante las maniobras de las máquinas los operarios no estarán subidos en las mismas. - Las escalerillas de acceso se mantendrán limpias de restos de hormigón y de barro.
Atrapamientos de personas entre la tolva y la hormigonera		X				X				X			- Durante la operación de hormigonado no se realizarán labores de limpieza ni manipulación de elementos móviles de la hormigonera.
Sobreesfuerzos		X			X				X				- Manipular la piezas pesadas entre varios operarios, mantener la espalda recta, doblando la rodillas para adoptar posturas correctas.

## 15. COLOCACIÓN DE BARRERA TIPO NEW JERSEY

La barrera o pretil de puente es una barrera longitudinal cuyo objetivo es impedir la eventual caída de un vehículo desde los bordes de un puente o una alcantarilla. Estas barreras normalmente están constituidas por postes de metal u hormigón, un perfil de seguridad de hormigón o una combinación de metal y hormigón.

La mayoría de las barreras de puentes difieren del resto de las barreras laterales en que éstas, generalmente, son parte integral de la estructura (están físicamente conectadas) y usualmente son diseñadas para no tener una deflexión importante cuando son impactadas por un vehículo fuera de control.



RIESGOS IDENTIFICADOS	PROBABILIDAD			CONSECUENCIAS			MAGNITUD DEL RIESGO					MEDIDAS PREVENTIVAS
	B	M	A	LD	D	ED	T	TO	MO	I	IN	
Caídas al mismo nivel	X					X			X			<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mantener la zona limpia de restos de materiales de obra.</li> <li>- Realizar limpieza continua de restos de obra en toda la zona de maniobra y acceso de los vehículos y personas a la losa.</li> <li>- La losa deberá estar libre de restos de materiales sobrantes de obra.</li> </ul>
Caídas a distinto nivel		X				X				X		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Emplear plataformas elevadoras con cesta, para poder colocar las piezas prefabricadas sobre la losa.</li> <li>- Durante la colocación de las piezas desde la losa será necesario emplear un sistema de protección como la línea de vida.</li> </ul>
Atrapamiento por o entre objetos		X				X				X		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Se prohíbe a los operarios circular en el entorno de las máquinas ( camión, grúa móvil.).</li> <li>- Utilizar ropa de alta visibilidad.</li> </ul>
Golpes y aplastamiento por caídas de materiales sueltos			X		X					X		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Las piezas prefabricadas se colocarán según el plan de montaje del fabricante.</li> <li>- Se tendrán en cuenta las condiciones meteorológicas tales como vientos fuertes antes de comenzar a realizar el montaje y rejunteado de las piezas.</li> </ul>
Corrimientos de tierras		X			X				X			<ul style="list-style-type: none"> <li>- Se prohíbe acercarse tanto al camión como a la grúa móvil al borde de la losa donde estén trabajando en ese momento.</li> </ul>
Atropello por máquina o camión		X				X				X		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Se prohíbe acercarse a los vehículos de obra a los operarios durante los trabajos de descarga y colocación de piezas prefabricadas.</li> </ul>

## 16. EJECUCIÓN DE LA LOSA DE TRANSICIÓN DEL PUNTE

La zona de transición entre una obra de paso y sus terraplenes de acceso debe ser parte integrante de la propia obra transición, que apoya en uno de sus extremos sobre el estribo, en tanto que el otro acompaña el asentamiento del terraplén.

Hay dos tipos de losas de transición, según sea el pavimento de la calzada en los accesos a la obra de paso.

Para pavimentos bituminosos la losa es inclinada. Su cara superior, en el extremo del lado del terraplén, se situará a la profundidad de la explanada, para variar paulatinamente su rigidez en el seno del firme.

Para pavimentos de hormigón vibrado la losa de transición es superficial, y se distinguirán dos casos:

- Si el pavimento del tablero es de hormigón vibrado, la losa de transición también formará parte del pavimento.
- Si el pavimento del tablero es bituminoso, la losa de transición llevará el mismo pavimento, y entre ella y el pavimento de hormigón vibrado de los accesos se dispondrá una losa intermedia no armada, de las mismas dimensiones que ésta y provista del mismo pavimento.



## 16.1. APLICACIÓN DE HORMIGÓN DE LIMPIEZA DE LA LOSA DE TRANSICIÓN

RIESGOS IDENTIFICADOS	PROBABILIDAD			CONSECUENCIAS			MAGNITUD DEL RIESGO					MEDIDAS PREVENTIVAS	
	B	M	A	LD	D	ED	T	TO	MO	I	IN		
Contacto con sustancias cáusticas o corrosivas		X		X				X					- Utilizar ropa y calzado adecuado utilizando siempre guantes y gafas protectoras para evitar un posible contacto con partes del cuerpo.
Pisadas sobre objetos		X			X				X				- Utilizar botas con puntera reforzada y plantilla antiperforaciones, mantener el entorno de trabajo con buen orden y limpieza.
Proyección de fragmentos o partículas		X			X				X				- Emplear gafas de protección durante el vertido de hormigón y su vibrado.
Atropello por máquina o camión		X				X				X			- Se prohíbe acercarse al camión hormigonera al borde la losa. - Es preciso colocar topes de seguridad en el borde de la zanja.
Caídas al mismo nivel		X			X				X				- Mantener un buen estado de orden y limpieza. - Retirar los restos de materiales sobrantes de obra tales como recortes de madera, envases, etc.
Caídas a distinto nivel		X				X				X			- Es preciso utilizar accesos, rampas y escaleras adecuados manteniendo la zona de las aletas protegida perimetralmente.

## 16.2. COLOCACIÓN DE LA ARMADURA EN LA LOSA DE TRANSICIÓN

RIESGOS IDENTIFICADOS	PROBABILIDAD			CONSECUENCIAS			MAGNITUD DEL RIESGO					MEDIDAS PREVENTIVAS	
	B	M	A	LD	D	ED	T	TO	MO	I	IN		
Caídas al mismo nivel	X					X			X				- Mantener la zona limpia de restos de materiales de obra.
Caídas a distinto nivel		X			X				X				- Mantener el perímetro de la zanja con barandillas adecuadas para evitar posibles caídas en altura. - Utilizar rampas y accesos adecuados.
Atrapamiento por o entre objetos		X			X				X				- Se prohíbe a los operarios circular en el entorno de las máquinas (camión, grúa móvil). - Utilizar ropa de alta visibilidad.
Golpes y aplastamiento por caídas de materiales sueltos			X		X					X			- Manipular las barras metálicas entre dos personas para evitar golpes y cortes.
Corrimientos de tierras		X			X				X				- Se prohíbe acercarse tanto al camión como a la grúa móvil al borde de la cabeza del talud.
Atropello por máquina o camión		X				X				X			- Se prohíbe acercarse al camión y a la grúa móvil al borde la cabeza del talud. - Colocación de topes de seguridad en el borde de la cabeza del talud.

## 17. HORMIGONADO DE LA LOSA DE TRANSICIÓN

RIESGOS IDENTIFICADOS	PROBABILIDAD			CONSECUENCIAS			MAGNITUD DEL RIESGO					MEDIDAS PREVENTIVAS
	B	M	A	LD	D	ED	T	TO	MO	I	IN	
Contacto con sustancias caústicas o corrosivas		X			X				X			- Utilizar ropa y calzado adecuado utilizando siempre guantes y gafas protectoras para evitar un posible contacto con partes del cuerpo.
Pisadas sobre objetos		X			X				X			- Utilizar botas con puntera reforzada y plantilla antiperforaciones, mantener el entorno de trabajo con buen orden y limpieza.
Proyección de fragmentos o partículas		X			X				X			- Emplear gafas de protección durante el vertido de hormigón y su vibrado.
Atropello por máquina o camión		X			X				X			- Se prohíbe acercarse al camión hormigonera al borde la losa. - Es preciso colocar topes de seguridad en el borde de la cabeza del talud.
Caídas al mismo nivel		X			X				X			- Mantener un buen estado de orden y limpieza.
Caídas a distinto nivel		X			X				X			- Es preciso utilizar accesos y escaleras adecuados manteniendo la zona de las aletas protegida perimetralmente.

## RIESGOS DE TRABAJOS AL AIRE LIBRE

### Trabajo en campo

RIESGOS IDENTIFICADOS	PROBABILIDAD			CONSECUENCIAS			MAGNITUD DEL RIESGO					MEDIDAS PREVENTIVAS	
	B	M	A	LD	D	ED	T	TO	MO	I	IN		
Riesgos por causas naturales: vientos, tormentas, incendios...	X					X			X				<ul style="list-style-type: none"> <li>- Informarse sobre la meteorología en la zona de trabajo.</li> <li>- Mantener contacto continuo en desplazamientos a zonas deshabitadas o de difícil acceso o en previsión de temporal.</li> <li>- Llevar elementos de localización y comunicación (mapas detallados, GPS, teléfono móvil, radio, etc.).</li> </ul>
Ataques seres vivos		X		X			X						<ul style="list-style-type: none"> <li>- Conocer la presencia en la zona de animales peligrosos y de los riesgos de su ataque.</li> <li>- Evitar en lo posible el ataque y llevar guantes, ropa, calzado o máscaras que impidan posibles picaduras o mordeduras.</li> <li>- Llevar cremas protectoras y antídotos más usuales o específicos (si los conocemos), sobre todo si se es alérgico a alguno de ellos.</li> </ul>
Exposición al ruido en trabajos junto a maquinaria		X		X				X					<ul style="list-style-type: none"> <li>- Evitar los trabajos junto a la maquinaria.</li> <li>- Llevar tapones y otra protección equivalente para utilizarla en esas ocasiones.</li> </ul>
Proyección de fragmentos durante el clavado de estacas o causados por el trabajo de maquinaria cerca	X				X			X					<ul style="list-style-type: none"> <li>- Durante el clavado en terrenos duros o con piedras sueltas, llevar gafas de protección.</li> <li>- Utilizar casco de seguridad.</li> </ul>
Inhalación de polvo		X		X				X					<ul style="list-style-type: none"> <li>- Evitar el trabajo en ambientes pulvúgenos y llevar mascarillas de filtro mecánico para esas ocasiones.</li> </ul>
Inhalación de gases	X					X			X				<ul style="list-style-type: none"> <li>- Llevar detector de gases o medidor de oxígeno en trabajos donde se sospeche la presencia de contaminantes o la ausencia de oxígeno. En caso de comprobar la presencia de contaminantes, identificarlos mediante tubos colorimétricos y utilizar mascarillas con filtro específico o utilizar equipo autónomo de respiración. En caso de falta de oxígeno, introducirlo de forma forzada.</li> <li>- En trabajos en pozos, elaborar y seguir procedimiento para trabajo en espacios confinados.</li> </ul>

## Trabajo en condiciones climáticas adversas

RIESGOS IDENTIFICADOS	PROBABILIDAD			CONSECUENCIAS			MAGNITUD DEL RIESGO					MEDIDAS PREVENTIVAS	
	B	M	A	LD	D	ED	T	TO	MO	I	IN		
<b>Derivadas del calor:</b> - Insolación y quemaduras por el sol. - Alteraciones en la piel de tipo cancerígeno. - Deshidratación. - Golpe de calor.	X	X		X	X			X			X		- Realizar una aclimatación previa y llevar ropas de algodón o tejidos que permitan la transpiración y evacuen el sudor, logrando que el cuerpo se mantenga seco. - Proteger la cabeza y las partes más sensibles del cuerpo de la acción directa del sol. - Establecer periodos de descanso en zonas sombreadas y ventiladas. - Evitar en lo posible las exposiciones en las horas de centrales del día. - Aplicar cremas protectoras adecuadas a las características de nuestra piel. - Hidratarse continuamente con bebidas que contengan sales y minerales, sin esperar a sentir sed. No beber alcohol ni bebidas excitantes que aumentan la excreción con la consiguiente pérdida de líquido. - Permanecer alejados de los focos de emisión de calor o facilitar ventilación forzada.
<b>Derivadas del frío:</b> - Resfriado, pulmonía. - Dolores musculares y reumáticos. - Hipotermia. - Síntomas de congelación.	X	X		X	X			X		X			- Realizar una aclimatación previa y llevar ropa interior cálida que permita la transpiración (tejidos naturales como algodón y lana) y ropa de abrigo e impermeable que nos aisle y proteja de las bajas temperaturas, la humedad e impida la pérdida de calor. - Proteger la cabeza, manos y pies para impedir la pérdida de calor por contacto con el frío exterior. - Ingerir alimentos ricos en calorías e hidratarnos continuamente con bebidas calientes. - Hacer pausas frecuentes en lugares cálidos que nos permitan recuperar calor. - Evitar las corrientes de aire frío y los lugares húmedos, alejando o apantallando los equipos que puedan provocar frío o corrientes de aire.
<b>Golpe de frío o calor por cambio brusco de temperatura</b>	X				X			X					- Evitar siempre los cambios muy bruscos de temperatura, procediendo siempre a la aclimatación previa antes de comenzar cualquier trabajo. - Acomodar nuestro ritmo de trabajo a la temperatura ambiente, disminuyéndolo cuando hace mucho calor y aumentándolo cuando hace mucho frío. - Tener siempre a mano ropa para poder reaccionar ante un cambio brusco de temperatura.
<b>Caída de un rayo por tormenta eléctrica</b>	X					X			X				- Evitar el trabajo en presencia de tormentas eléctricas o finalizarlo inmediatamente si aparecen. - En el caso de ser sorprendidos por una tormenta eléctrica, buscar un lugar resguardado y evitar los árboles o postes y elementos metálicos o el contacto con agua o lugares húmedos.

## TRABAJO EN EQUIPO

### Trabajo individual

RIESGOS IDENTIFICADOS	PROBABILIDAD			CONSECUENCIAS			MAGNITUD DEL RIESGO					MEDIDAS PREVENTIVAS	
	B	M	A	LD	D	ED	T	TO	MO	I	IN		
Exceso de confianza en las aptitudes y valía profesional			X		X						X		<ul style="list-style-type: none"> <li>- No confiarse ante ningún trabajo y tener siempre presentes y aplicar las normas de seguridad correspondientes a cada tipo y lugar de trabajo.</li> <li>- Respetar las normas de seguridad en el empleo de maquinaria y herramienta.</li> <li>- Utilizar correctamente los equipos de protección individual y atender y respetar la señalización de seguridad.</li> </ul>
Exceso de confianza en el dominio de los riesgos naturales			X			X						X	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Reconocer el terreno antes de iniciar cualquier trabajo y actuar siempre con reflexión y precaución ante los trabajos que dependen fuertemente de la naturaleza, la climatología y el terreno.</li> <li>- Tener información actualizada de los riesgos del lugar y del entorno de trabajo y tenerla en cuenta al realizar la tarea requerida.</li> </ul>

### Trabajo en equipo

RIESGOS IDENTIFICADOS	PROBABILIDAD			CONSECUENCIAS			MAGNITUD DEL RIESGO					MEDIDAS PREVENTIVAS	
	B	M	A	LD	D	ED	T	TO	MO	I	IN		
Falta de coordinación durante los trabajos		X			X						X		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Todos los trabajadores deben conocer bien el trabajo a realizar y las tareas que corresponden a cada uno en cada momento y dentro del equipo.</li> <li>- Para trabajos delicados o en los que requieren coordinación, es necesario establecer un código de comunicación verbal, de gestos o señales, que sea sencillo y claro y que todos conozcan y sepan interpretar.</li> </ul>
Comunicación inadecuada con el ayudante		X		X				X					<ul style="list-style-type: none"> <li>- Posibilitar un medio de comunicación eficaz a cada situación de trabajo o proporcionar intercomunicadores si hace falta.</li> </ul>
Lenguaje o actitudes inadecuadas	X			X			X						<ul style="list-style-type: none"> <li>- Evitar lenguajes o conductas que pongan en peligro el buen entendimiento entre trabajadores, empleando un lenguaje moderado y corrigiendo conductas si hace falta.</li> <li>- Evitar actitudes y conductas violentas con los compañeros de trabajo.</li> </ul>



# CAPÍTULO IV: TÚNELES



## 1. Introducción

### Definiciones:

"Paso subterráneo abierto artificialmente para establecer una comunicación a través de un monte, por debajo de un río u otro obstáculo"



### En Ingeniería civil:

"Un túnel es una perforación en el terreno aproximadamente horizontal, en la que domina la longitud sobre las demás dimensiones. Normalmente es artificial"

"Es una obra de ingeniería que para su construcción requiere de técnicas, productos, equipos especiales y análisis geológicos, geotécnicos e hidráulicos. Estos son realizados por especialistas en el ramo, una vez que se ha definido el proyecto de ejecución de un túnel"

## 2. El túnel como alternativa de construcción

La construcción de un túnel se presenta como una importante alternativa a otras de cielo abierto para solventar los problemas que presenta una accidentada orografía del terreno.

Generalmente la construcción de un puente es una inversión rentable a medio y largo plazo y una fuerte contribución al desarrollo de tráfico y comunicación entre los pueblos.

### Entre las diversas utilizaciones se indican las más frecuentes:

- Tráfico de vehículos a motor, tráfico ferroviario, y en particular, muchos sistemas de transporte metropolitano están constituidos por redes de túneles ferroviarios.
- Transporte de trenes para servicios urbanos.
- Para transportar agua, y entrelazar cuencas hidrográficas.
- Explotación de minas subterráneas.
- Conducir otros servicios como cables de comunicaciones, tuberías, etc.
- Otras utilizaciones.



### 3. Introducción a obras subterráneas

**La naturaleza** ha sido la primera en realizar obras subterráneas contribuyendo al desarrollo de la vida y equilibrio de los ecosistemas.



**La actividad del hombre**, desde sus orígenes, ha estado ligada a la construcción de cuevas y galerías subterráneas utilizándolas como hábitat, refugio y protección. Más tarde comenzó a utilizar el túnel como medio de salvar obstáculos, como sistema defensivo o para satisfacer necesidades de supuestos religiosos o funerarios. Todas las civilizaciones han realizado construcciones subterráneas con fines funerarios.



**Hace tres mil años**, en Asiria, Persia y Mesopotamia se construían túneles para transportar agua protegiéndola de la evaporación que acabaría con ella si la conducción estuviera expuesta a los intensos rayos solares de éstas áreas. En el suroeste de China, a lo largo de la Ruta de la Seda, se han encontrado construcciones de este tipo.



**En el siglo XIX** se produjeron cambios revolucionarios que modificaron diversos órdenes de la vida siendo el transporte uno de los fenómenos más importantes con la invención de la máquina de vapor y la aparición del ferrocarril. La construcción de túneles para el ferrocarril fue práctica habitual en la red.



**En el siglo XX**, con la aparición del automóvil se inicia la construcción de túneles. El primer túnel que se construyó para vehículos de motor fue el túnel de Holland en Nueva York de 2600 m de longitud que entró en funcionamiento en el año 1927. La evolución y desarrollo de las infraestructuras de carreteras ha estado en consonancia con la evolución del automóvil. Si bien los primeros túneles de carreteras se utilizaban para atravesar pequeñas colinas y carreteras costeras eliminando fuertes pendientes.



#### Situación actual

La construcción de instalaciones subterráneas para el tráfico, la energía hidráulica, los propósitos militares, finalidades científicas y de otro género, han impulsado a las obras subterráneas de tal manera que son pocos los obstáculos naturales que no se puedan eliminar. Este avance es consecuencia el desarrollo de los métodos técnicos que han permitido obtener mayor rentabilidad y seguridad y a los nuevos conocimientos sobre la mecánica de rocas que, en general, estudia el equilibrio y las deformaciones de los terrenos bajo la influencia de fuerzas internas o externas.



Como ilustración podemos señalar el túnel de Enasan en la autopista de Tokio-Nagora en Japón que tiene de longitud 8450 m. Fue construido en la misma época que el de Mont Blanc (1965) cuya longitud es de 12650 m.



## 4. Factores funcionales de cada túnel

- La ubicación del túnel. Puede ser construidos a través de montañas, subacuático o urbano.
- El terreno. Desde un limo blando hasta una roca dura. La elección que se haga del terreno implicará cambios en la geometría, en la forma de la estructura y en el método de construcción.
- Las dimensiones del túnel de acabado (anchura, altura y longitud), así como los parámetros que definan la planta (curvas circulares, de transmisión) y el alzado (pendientes máximas)
- La forma estructural. Podrá ser un círculo, rectangular, de herradura; dependiendo, en parte, del tipo de terreno.
- El sistema de construcción. Son diversos los sistemas a utilizar. Desde la excavación por explosivos hasta las máquinas tuneladoras a sección completa, pasando por los procedimientos de corte del terreno y posterior relleno para los túneles más superficiales. Las condiciones del terreno y los medios económicos disponibles son elementos decisivos para elegir el sistema de construcción.
- El equipamiento del túnel ya terminado, las calzadas o las vías de ferrocarril, la iluminación, los sistemas de control, los acabados decorativos en su caso.

**NOTA:** Quedan sin validez las páginas de la 108 a la 129, (Capítulo IV, punto 5), al haberse anulado, por SENTENCIA del Tribunal Supremo de 20 de enero de 2005, la Orden Ministerial de 19 de noviembre 1998 por la que se aprueba la Instrucción para el Proyecto, Construcción y Explotación de las obras subterráneas para el transporte terrestre (IOS 98).

## 5. Instrucción para el proyecto, construcción y explotación de obras subterráneas para el transporte terrestre (IOS 98)

**ORDEN** de 19 noviembre 1998 por la que se aprueba la instrucción para el proyecto, construcción y explotación de obras subterráneas para el transporte terrestre (IOS-98)

Las obras subterráneas que constituyen o forman parte de proyectos de infraestructuras del transporte terrestre (carreteras y ferrocarriles), son construcciones que precisan atención específica por parte de los poderes públicos, debido a su especial incidencia en la seguridad de las personas y los bienes, tanto en su fase de ejecución como en la de explotación.

Pero existen también otros factores de diversa índole funcional que afectan a estas obras subterráneas y que condicionan los criterios que inspiran su realización.

Por ello dichas obras han de proyectarse, construirse y explotación de manera que, sin olvidarse de los criterios de economicidad, se cumplan los requisitos esenciales que les afectan directamente: Resistencia mecánica y estabilidad; seguridad en caso de incendio o vertido de materiales tóxicos o inflamables, y seguridad de utilización.

En consecuencia, resulta necesario establecer criterios básicos de carácter obligatorio que den respuesta a tales exigencias.

La instrucción para el proyecto, construcción y explotación de obras subterráneas para el transporte terrestre (IOS-98), que se aprueba por esta Orden, se configura como la reglamentación técnica específica que establece los mencionados criterios básicos.

En la tramitación de esta disposición han sido consultadas las corporaciones profesionales directamente afectadas y el Consejo de Consumidores y Usuarios dándose así cumplimiento a lo establecido en el artículo 24 de la Ley 50/1997, de 27 de noviembre, del Gobierno, y en el artículo 22 de la Ley 26/1984, de 19 de julio, General para la Defensa de los Consumidores y Usuarios, respectivamente.

En su virtud, al amparo de la Ley de Obras Públicas, de 13 de abril de 1877; la Ley 25/1988, de 29 de julio, de Carreteras, y su Reglamento General, aprobado por el Real Decreto 1812/1994, de 2 de septiembre, así como la Ley 13/1995, de 18 de mayo, de Contratos de las Administraciones Públicas, dispongo:

### **Artículo único**

Se aprueba la Instrucción para el proyecto, construcción y explotación de obras subterráneas para el transporte terrestre (IOS-98), que figura como anexo a esta Orden.

### **Disposición transitoria única**

A los proyectos ya aprobados o para los que hubiese sido emitida orden de estudio antes de la entrada en vigor de esta Orden, únicamente les serán de aplicación las prescripciones de la IOS-98 relativas a las atribuciones para las aprobaciones técnicas y administrativas e inspecciones que hayan de realizarse.

### **Disposición derogativa única**

Quedan derogadas cuantas disposiciones de igual o inferior rango se opongan a lo dispuesto en esta Orden.

### **Disposición final única**

Esta Orden entrará en vigor el día siguiente al de su publicación en el "Boletín Oficial de Estado".

Madrid, 19 de noviembre de 1998.

ARIAS-SALGADO MONTALVO

*Exmo. Sr. Secretario de Estado de Infraestructuras y Transportes*

## ANEXO

Instrucción para el proyecto, construcción y explotación de obras subterráneas para el transporte terrestre (IOS 98)

### TÍTULO I. CONSIDERACIONES GENERALES

#### I.1. Objeto

La presente Instrucción tiene por objeto establecer criterios básicos para el proyecto, construcción y explotación que deben observarse en las obras subterráneas que constituyan proyectos de infraestructuras del transporte (de carreteras o ferroviarias), o formen parte de los mismos.

#### I.2. Requisitos esenciales y ámbito de aplicación

Las obras subterráneas objeto de esta Instrucción deberán cumplir, al menos, los siguientes requisitos esenciales:

- a) Resistencia mecánica y estabilidad.
- b) Seguridad en caso de incendio o de vertido de materiales tóxicos o inflamables.
- c) Seguridad de utilización.

La presente Instrucción establece criterios básicos para el cumplimiento de los requisitos anteriormente citados.

Su ámbito de aplicación abarca a las obras subterráneas que se clasifican en el apartado I.3 y que, constituyendo un proyecto independiente o formando parte de otro principal de infraestructuras para el transporte terrestre, sean promovidas, directamente o en régimen de concesión, por la Administración General del Estado, sus organismos autónomos y entidades vinculadas o dependientes de aquélla.

El Proyectista y la Dirección facultativa de las obras podrán, en el ejercicio de sus atribuciones profesionales, adoptar decisiones diferentes a las establecidas en esta instrucción, siempre que justifiquen expresamente, en el

proyecto o en documentos de órdenes de las obras, respectivamente, que dichas decisiones no suponen una disminución de los niveles de seguridad y funcionamiento que proporciona la IOS-98.

#### I.3. Clasificación de las obras subterráneas

A los efectos de esta instrucción, las obras subterráneas se clasifican:

- a) Según su función:
  - Carreteras (a las que se asimilan las vías urbanas).
  - Ferroviarias.
- b) Según su geometría:
  - Líneales (túneles , galerías o pozos).
  - Cavernas.
- c) Según el tipo de terreno:
  - Roca, con uso de explosivos.
  - Roca, con maquinaria.
  - Suelos.
- d) Según el método de construcción:
  - Con excavación manual.
  - Con excavación convencional (voladuras y máquinas excavadoras).
  - Con máquinas integrales (rozaduras y máquinas con cabeza en sección completa).
  - Falsos túneles.

## TÍTULO II. OBLIGACIONES FUNCIONALES

### II.1. El titular de la obra subterránea

A los efectos de esta Instrucción, se considerará titular de la obra subterránea, tanto si ésta tiene entidad individual como si forma parte de otra obra principal.

Al órgano de la Administración Pública contratante, en el caso de una obra pública de promoción directa, cualesquiera que sea el sistema de adjudicación.

Al concesionario, en el caso de una obra pública promovida en régimen de concesión.

Al organismo autónomo o ente público, según sea promovida la obra por uno u otro de ellos.

### II.2. Obligaciones del titular

El titular deberá disponer de un proyecto completo de la obra subterránea con anterioridad al inicio de la fase de construcción, tanto si dicha obra subterránea forma parte de otra obra principal como si tiene entidad independiente. Deberá ser autor del proyecto un profesional, al menos, con la titulación necesaria para ello, de acuerdo con la legislación vigente.

Dicho proyecto requerirá la aprobación técnico-administrativa, que deberá realizar, con carácter exclusivo, el órgano de la Administración Pública contratante, concedente o de adscripción, según se trate, respectivamente, de obras de promoción directa, en régimen de concesión o promovidas por un organismo autónomo o ente público.

El titular nombrará al Director facultativo de las obras para encargarse de la dirección de los trabajos durante la construcción y cuya titulación le capacite para el ejercicio de tal actividad. En el caso de concesiones administrativas tal nombramiento deberá ser refrendado por la Administración Pública concedente.

El contratista, antes del inicio de los trabajos, deberá presentar una Memoria de construcción con especificación de los contenidos previstos en el apartado IV.2, para aprobación por la Dirección facultativa de las obras.

El titular nombrará un Director de explotación con la titulación necesaria para ello, de acuerdo con la legislación vigente, que será responsable del correcto funcionamiento y uso de la obra subterránea, desde su puesta en servicio. En el caso de concesiones administrativas tal nombramiento deberá ser refrendado por la Administración Pública concedente.

### II.3. Situaciones de emergencia

En situaciones de emergencia, la Dirección facultativa de las obras o la de explotación, según corresponda por la fase en que se encuentre la obra, coordinará las actuaciones necesarias conjuntas con las autoridades sanitarias, laborales y de protección civil, de acuerdo con la legislación vigente.

### II.4. De la aprobación de los proyectos e inspección de las obras subterráneas

La aprobación técnico-administrativa de los proyectos de las obras subterráneas, así como la inspección técnica de la ejecución de las mismas, corresponde:

- Al órgano de la Administración Pública contratante, en el caso de una obra pública de promoción directa, cualesquiera que sea el sistema de adjudicación.
- Al órgano de la Administración Pública concedente, en el caso de una obra pública promovida en régimen de concesión.
- Al órgano de la Administración Pública considerado como de adscripción de un organismo autónomo o ente público, en el caso de obras promovidas por estos últimos.

La inspección en materia de seguridad y salud laboral, durante la realización de las obras, se regirá por la establecido en la Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales y en el Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y de salud en las obras de construcción.

## TÍTULO III. CRITERIOS EN LA FASE DE PROYECTO

### III.1. Condiciones generales de seguridad y estabilidad

**III.1.1. Generalidades.** El proyecto incluirá la justificación de la estabilidad y suficiente seguridad de todas y cada una de las zonas de la obra: Accesos, instalaciones de obra, emboquilles y tramos subterráneos. Con tal fin contendrá las soluciones adecuadas para dar cumplimiento a las diferentes exigencias indicadas en los apartados III.2 a III.6, ambos inclusive.

Se proyectarán también las instalaciones definitivas (a las que se refiere el apartado III.8), y las escombreras que fueren precisas para recibir los materiales sobrantes de la excavación (conforme indica el apartado III.9).

Asimismo, se establecerán los requisitos de seguridad y salud, relativos a las fases de proyecto, construcción y explotación, y se atenderán los aspectos medioambientales sobre los que pueda influir la obra subterránea (de acuerdo con los apartados III.10 y III.11).

**III.1.2. Acciones a considerar.** Para conseguir la seguridad y estabilidad de todas y cada una de las zonas de la obra se efectuará un estudio específico, amplio y detallado, y se tendrán en cuenta, al menos, las siguientes acciones:

- a) La gravedad.
- b) Las tensiones naturales existentes en el terreno.
- c) El agua en alguno de los siguientes aspectos:
  - Niveles freáticos estáticos.
  - Corrientes de agua naturales o inducidas por la existencia, construcción o explotación de la obra.
  - Lluvias.
- d) El efecto sísmico en los tramos subterráneos de aquellas obras cuya destrucción puede interrumpir un servicio imprescindible, o aumentar los daños del terreno, y situadas en zonas en las que, según la Norma de Construcción Sismorresistente (NCSE-94), puede preverse la incidencia de una "aceleración sísmica básica" probable mayor de  $150 \text{ cm/s}^2$ .

En los tramos de acceso a la obra subterránea se tendrá en cuenta la acción del terremoto, de acuerdo con la "peligrosidad sísmica" definida e indicada en la citada Norma.

Asimismo, en el caso de túneles paralelos, se deberá analizar la incidencia de las vibraciones (causadas por voladuras, etcétera), inducidas sobre cada uno durante la construcción del otro.

### III.2. Trazado

**III.2.1. Túneles urbanos o en zonas industriales.** En el caso de túneles, cualquiera que fuese su tipo, situados en zonas urbanas o industriales, además de los estudios de autoestabilidad, se justificarán:

- a) Las subsidencias o, en general, los movimientos inducidos en los contornos por el trazado y morfología del túnel elegidos.
- b) Su influencia, riesgo y posibles daños, en las edificaciones, servicios o instalaciones próximas.
- c) La ausencia de anomalías en aquéllas, tales como inclinaciones, fisuras o roturas.

**III.2.2. Túneles de carretera.** Independientemente de las condicionantes procedentes del trazado general de la carretera, de las características geológico-geotécnicas del terreno, o de otras causas como las recomendaciones medioambientales, el trazado de los túneles deberá respetar la normativa vigente de trazado de carreteras y, salvo expresa justificación en contrario, los máximos valores de rampas y pendientes serán el 3 y el 5 por 100, respectivamente.

Se estudiarán las medidas conducentes a eliminar o paliar el posible efecto del deslumbramiento del conductor del vehículo, a la salida del túnel, en especial cuando la alineación de la obra en esta zona es poco diferente de la orientación de los rayos solares en algunas horas del día.

Cuando se trate de autovías o autopistas y se proyecte la construcción de túneles separados para cada dirección, se estudiará la separación entre ambos, en función de las características del terreno, métodos y secuencias constructivas de ambas perforaciones de manera que se eviten interferen-

cias que pudieran producir inestabilidades o disminución significativa de la seguridad en el sostenimiento o revestimiento. Esta circunstancia será especialmente atendida en las zonas próximas a los emboquilles, o en zonas de eventuales subsidencias que eventualmente pudieran afectar a edificios o instalaciones próximas.

Salvo justificación en contrario, en túneles paralelos de longitud mayor de 1 kilómetro se construirán conexiones entre ambos, a distancias y dimensiones adaptadas a las necesidades del tráfico o a otros objetivos de ventilación y seguridad.

**III.2.3. Túneles de ferrocarril.** El trazado, en planta y alzado, de los túneles de ferrocarril, se efectuará en su caso, de acuerdo con las especificaciones técnicas establecidas por el Ministerio de Fomento y, en su defecto, por la Red Nacional de los Ferrocarriles Españoles (RENFE) o el Ente Público Gestor de Infraestructuras Ferroviarias (GIF), según sea pertinente.

Además de los condicionantes procedentes del trazado general del ferrocarril, de las características geológico-geotécnicas del terreno, o de las otras causas como las recomendaciones medioambientales, el trazado de los túneles deberá tener en cuenta los condicionantes derivados de la construcción y explotación (drenaje, renovación del aire, etc.).

Así pues, y salvo expresa justificación en contrario, los valores máximos y mínimos de rampas y pendientes serán los siguientes:

- Pendiente mínima: 0,5 por 100.
- Pendiente máxima para tráfico mixto (viajeros y mercancías): 1,25 por 100.
- Pendiente máxima para tráfico exclusivo de viajeros: 3 por 100.

En túneles paralelos se estudiará la posible conexión entre ambos. La distancia entre conexiones y sus dimensiones se adaptarán a las necesidades del tráfico o a otros objetivos de ventilación y seguridad.

### III.3. Estudios geológicos y geotécnicos

**III.3.1. Generalidades.** Se realizarán los reconocimientos y estudios geológicos y geotécnicos adecuados para obtener un conocimiento suficiente de los terrenos que serán afectados directa o indirectamente por la construcción y explotación de la obra subterránea y de sus zonas de acceso y emboquille.

La planificación de los reconocimientos será lo suficientemente flexible para acomodarlos en cada momento, en su secuencia, tipo y alcance, a una mejor determinación de la morfología y características generales del terreno, y de sus singularidades, en especial a la cota del túnel.

Los reconocimientos en la superficie que sea accesible, complementados, si fuera preciso, con zanjas, calicatas, sondeos cortos, o estaciones geomecánicas, se extenderán a uno y otro lado de la traza en planta del túnel, hasta una distancia tal que los datos obtenidos puedan servir, en su extrapolación hacia el interior del terreno, a un posible mejor conocimiento del mismo a la cota del túnel, o correspondan a zonas posiblemente afectadas por la existencia de la obra, o por su construcción, siquiera sea temporalmente.

Si el terreno involucrado es un medio rocoso, se prestará especial atención a la eventual presencia de fallas o discontinuidades importantes, de ámbito regional o local, que pudieran ser cortadas por la perforación del túnel.

Se destacará, asimismo, la presencia de otras anomalías o singularidades estructurales del terreno o medio rocoso, como zonas cársticas, y corrimientos o paleodeslizamientos que alcanzasen la alineación del túnel u obra subterránea.

Los estudios se concentrarán también las posibles áreas de emboquille, con objeto de examinar y conocer con mayor precisión el terreno en tales zonas, plausiblemente más débiles bajo el punto de vista geotécnico, y poder fijar mejor el punto de arranque de la obra subterránea.

El acusado influjo del agua en los diferentes aspectos del diseño, construcción y explotación de la obra subterránea, exige un adecuado estudio de las condiciones hidrogeológicas del entorno del túnel. Más adelante se

especificarán las diferentes circunstancias que deben ser examinadas a este respecto.

La gran variedad de métodos de prospección y ensayo para determinar la también amplia gama de morfologías, disposiciones estratigráficas y propiedades geotécnicas del terreno, exige una adecuación y una profundización de las actuaciones, acorde con las características, profundidad e importancia de la obra. Galerías y pozos de reconocimiento, sondeos mecánicos o penetrométricos, zanjas, calicatas, métodos geofísicos, diagráfias, toma de muestras y ensayos de campo o laboratorio, deben ser seleccionados para obtener una suficiente base para el diseño del túnel.

Los objetivos a conseguir con los reconocimientos y ensayos pueden concretarse en los siguientes puntos:

a) Determinación del perfil geológico del túnel, con definición litológica y tectónica de todos los terrenos y accidentes atravesados por aquél, en especial:

- Fallas y contactos mecánicos.
- Zonas tectónicas.
- Zonas alteradas.
- Corrimientos.
- Zonas carstificadas o milonitizadas.
- Rocas alterables, solubles o expansivas.

Se debe prestar especial atención a las fallas activas en zonas con riesgo sísmico, analizando las posibles soluciones (cambio de trazado, dispositivos de absorción de desplazamientos, etc.).

b) Caracterización geotécnica cuantitativa de los terrenos, que sirva de base para la utilización de las "clasificaciones geomecánicas" adecuadas y posterior selectorización del túnel. Debe comprender, al menos, la determinación de los parámetros correspondientes a:

- Resistencia y deformabilidad.
- Permeabilidad.

- Alterabilidad.
- Expansibilidad.
- Erosionabilidad.
- Comportamiento geológico.
- Susceptibilidad a la licuefacción por efecto sísmico.

c) Recomendaciones sobre tipos de sostenimiento a adoptar par los distintos sectores establecidos.

d) Recomendaciones orientadas a definir los sistemas de ejecución, las cuales deben comprender:

- Análisis de la perforabilidad mecánica.
- Métodos de sostenimiento recomendados.
- Métodos de revestimiento recomendados.
- Problemática previsible de la excavación (estabilidad, avenidas de agua, presencia de líquidos o gases, etc.).

e) Determinación de otros parámetros que, indirectamente, pueden servir de base también para el proyecto de la sección tipo.

f) Cálculo de subsidencias o movimientos del terreno, inducidos por el túnel, en el caso de entornos susceptibles a las deformaciones de aquél.

g) Análisis específico de las áreas de emboquille y posibles estructuras especiales, que comprenda los siguientes aspectos:

- Estudio de estabilización de taludes en zonas de acceso al túnel.
- Recomendaciones sobre la zona de emboquille.
- Revestimientos en zonas de emboquille.
- Estudios complementarios para estructuras especiales.

**III.3.2. Estudios hidrogeológicos.** Se efectuarán los estudios hidrogeológicos necesarios para conseguir conocer de una manera suficiente, para las etapas de construcción o explotación, las siguientes facetas:

- a) Establecimiento del o de los niveles freáticos, y su eventual variación estacional.
- b) Existencia de fuentes, manantiales, captaciones de agua, etc., que pueden influir en el túnel, o ser influidos por éste.
- c) Permeabilidad o transmisividad de los diferentes terrenos que pudieran ejercer su influjo en los aportes de agua al túnel durante la vida de la obra.
- d) Factores que influyen en la elección del drenaje o impermeabilización del túnel.
- e) Inlujo del eventual drenaje del túnel en la posible variación de las condiciones hidráulicas de los niveles freáticos afloramientos o aprovechamientos indicados en a) y b).
- f) Posibilidad de que en túnel supongan una barrera total o parcial a las corrientes subálveas naturales, y la correspondiente variación de las circunstancias indicadas en a) y b).

Los estudios hidrogeológicos deberán llenar los objetivos señalados para establecer las bases del restablecimiento de las condiciones iniciales, o aceptación de las modificaciones que fueran admisibles.

#### III.4. Sección transversal

En base a los gálibos requeridos por la funcionalidad de cada tipo de obra, de la estructura geológico-geotécnica del terreno, de los imperativos de la instalaciones propias y de los contornos externos, se definirán y justificarán cuantas secciones tipo sean precisas para cumplir las condiciones mínimas de estabilidad y seguridad que las circunstancias indicadas exigen.

En el caso de túneles de carreteras se cumplirá lo prescrito en la normativa vigente de trazado de carreteras.

Si se trata de túneles ferroviarios, su gálibo se adaptará, en su caso, a las especificaciones técnicas establecidas por el Ministerio de Fomento y, en su

defecto, por la Red Nacional de los Ferrocarriles Españoles (RENFE) o en Ente Público Gestor de Infraestructuras Ferroviarias (GIF), según sea pertinente y en función del tipo y condiciones de circulación de los trenes.

La resistencia al avance de los trenes provocada por el efecto pistón debe ser reducida al máximo, con el fin de aumentar la velocidad del tren, reducir los gastos de energía y el calentamiento de la estructura, y limitar la amplitud de las sobrepresiones y depresiones soportadas por el usuario. Se tendrán en cuenta estos efectos a la hora de diseñar la configuración transversal y longitudinal del túnel.

Deberá tenderse a la normalización de secciones tipo para usos equivalente contribuyendo así al mejor aprovechamiento del parque de máquinas existente en el país.

El en proyecto, se establecerán las tolerancias y las superficies del gálibo mínimo para la construcción del sostenimiento o revestimiento.

#### III.5. Métodos constructivos

Se presentará especial atención al estudio de los factores que influyen en la elección del método de construcción más adecuado. La excavación mediante máquinas tuneladoras, rozadoras, palas, o explosivos; la protección y estabilidad de las excavaciones mediante escudos a presión atmosférica o presurizados, precortes, cerchas, bulones, hormigón proyectado, armadura con mallazos o fibras metálicas, micropilotes, "jet-grouting", inyecciones, etcétera, serán convenientemente analizadas.

Se realizará una descripción de los aspectos fundamentales de la secuencia operativa del método de construcción elegido.

Se definirá el sostenimiento y el revestimiento de la obra subterránea (conforme al apartado III.6), entendiendo por sostenimiento el conjunto de dispositivos precisos para mantener la estabilidad de la excavación provisionalmente hasta la ejecución de revestimiento, o definitivamente. Se justificarán y proyectarán las condiciones de drenaje o impermeabilización de los entornos de la excavación durante la construcción y explotación.

En el caso de que las deformaciones sean prioritarias por la proximidad de edificaciones o instalaciones importantes, los métodos constructivos y los sostenimientos se dirigirán especialmente hacia una admisibilidad de los movimientos originados por la obra, fijándose en el proyecto las construcciones de admisibilidad.

### III.6. Sostenimiento y revestimiento

De acuerdo con el tipo y requerimiento de la obra, con las características del terreno y con los métodos de construcción elegidos, se justificará la seguridad del túnel u obra subterránea durante la construcción y explotación, frente a los diferentes modos de posible inestabilidad que puedan presentarse.

Se definirán una o varias secciones tipo, longitudinales y transversales, de la obra, de sus sostenimiento, y, si es el caso, de su revestimiento, que respondan a las diversas circunstancias previsibles del terreno y de la profundidad o situación de la obra. Se prestará especial atención a las zonas de emboquille.

Si la consecución del sostenimiento o revestimiento finales tiene lugar según diferentes etapas (desfases entre excavación y dispositivos del sostenimiento, galerías u otro tipo de excavaciones en avance, destroza, etcétera).

También se contemplará la seguridad frente a eventuales desprendimientos de bloques.

La metodología para juzgar la seguridad de la obra, según su importancia y salvo justificación razonada, tomará como base el criterio más adecuado de entre los siguientes:

- Una comparación con el comportamiento de obras semejantes en circunstancias análogas a las objeto del proyecto. En tal caso se deberá demostrar la similitud de los aspectos fundamentales que incluyen en la estabilidad.
- Utilización de métodos empíricos o semiempíricos, suficientemente contrastados en la práctica, basados en determinadas características geotécnicas de reconocida solvencia o en algunas clasificaciones geomecánicas del terreno.

- Cálculo tenso-deformacional del conjunto obra-terreno, sustentado en unas acciones, estado inicial y propiedades geotécnicas del terreno, obtenidas por medio de determinaciones directas, o indirectas mediante comparaciones o métodos empíricos.

- Se determinará la seguridad de cada uno de los elementos que configuran la obra, su sostenimiento y revestimiento, y el del conjunto obra-terreno. En el caso de utilizar el cálculo tenso-deformabilidad, se justificará la admisibilidad de las tensiones de trabajo y el coeficiente de seguridad a la rotura permisible, según las circunstancias de la obra, el modo de inestabilidad analizado, el método de diseño utilizado y la fiabilidad de los datos que han servido de base para los cálculos de estabilidad.

- En el caso de que existan edificaciones o instalaciones industriales próximas, será preceptivo un cálculo deformacional que demuestre la inocuidad en aquéllas de los movimientos originados por la obra.

- En el caso en que, por aplicación de la legislación vigente o por que así lo agrieta el pliego de prescripciones técnicas particulares del contrato, fuera necesaria la elaboración de un proyecto específico de sostenimiento, ya fuera independiente o incorporado al proyecto de la obra principal, la aprobación técnico-administrativa del mismo recaerá, exclusivamente, en el correspondiente órgano de la Administración Pública, de acuerdo con el apartado II.4.

### III.7. Auscultación y reconocimientos durante la construcción

En el proyecto se incluirá una definición, o se justificará su ausencia, de los dispositivos e instrumentación precisa para conocer el comportamiento del terreno y de la obra (movimientos, presiones, filtraciones, gases, emisión acústica, radiación infrarroja, etc.).

En particular, será obligado el proyecto de auscultación siempre que concurra, al menos, una de las siguientes circunstancias:

- a) Cuando el método de construcción elegido requiera la obtención de parámetros a medida que progresa la excavación, con objeto de adaptar localmente el diseño del sostenimiento o revestimiento.

- b) Cuando los movimientos estáticos o dinámicos inducidos por la excavación o por la presencia de la obra, puedan afectar a edificaciones, instalaciones industriales, o de cualquier otro tipo.
- c) Cuando se prevea una modificación sustancial, o un influjo decisivo, en las condiciones hidrológicas del contorno.
- d) Cuando las circunstancias previsibles influyan en la seguridad de los operarios, personal de mantenimiento, o usuarios.

No obstante, y en cualquier caso, se deberá llevar a cabo un control mínimo de convergencias.

Asimismo se especificarán en el proyecto los reconocimientos y estudios complementaciones que deberán ser llevados a cabo durante la construcción (ensayos de características geotécnicas, sondeos en avance, tensiones internas, etc.), que no hayan sido viables, por razones de accesibilidad o motivos técnicos o económicos, para el proyecto, o que se requieran para una mayor precisión en las circunstancias señaladas en los párrafos anteriores.

El proyecto de auscultación analizará la conveniencia o no que la auscultación se mantenga operativa para la fase de explotación.

### III.8. Instalaciones definitivas

En el proyecto general de la obra se incluirán, o se acompañarán al mismo, los proyectos complementarios de las instalaciones definitivas que sean preceptivas o previstas en cada caso, referentes a:

- Suministro de energía.
- Alumbrado.
- Ventilación.
- Señalización..
- Comunicaciones.
- Sistemas de control.
- Auscultación.
- Incendio.
- Otras instalaciones.

En el título V de esta Instrucción se indican los condicionantes a cumplir por tales instalaciones.

### III.9. Escombreras

En el proyecto se planificará el destino de los materiales procedentes de la excavación del túnel. los que no vayan a ser utilizados en la construcción de terraplenes, rellenos, obras anejas, u otros fines específicos, serán depositados en escombreras, cuya situación deberá ser indicada en el proyecto.

En el caso de que se trate de vertederos o escombreras de nueva implantación, se justificará debidamente los rellenos a efectuar, en las siguientes vertientes:

- a) Morfología del relleno, su disposición topográfica, y suficiencia volumétrica para recibir los sobrantes de las excavaciones.
- b) Secuencia temporal y espacial de las operaciones, y condiciones de vertido o colocación.
- c) Estabilidad de la propia escombrera, de su cimentación y de su entorno. Con tal fin se llevarán a cabo los pertinentes reconocimientos geológico-geotécnicos que permitan establecer las condiciones para su permanencia con el adecuado margen de seguridad.
- d) Eventual influjo de los rellenos en las condiciones hidrológicas, superficiales o subálveas, que existen en el terreno antes de construir el relleno. Diseño, en su caso, de los dispositivos de drenaje o impermeabilización.
- e) Impacto ambiental, y si fuera preciso, tratamiento final de la superficie de la escombrera, una vez finalizados los aportes del terreno.

En los casos que se considere necesario, el proyecto preverá unidades de abono de las operaciones efectuadas en las escombreras.

### III.10. Prevención de riesgos laborales

El proyecto y la propia fase de elaboración del mismo, deberán dar cumplimiento a lo establecido en la Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales y en el Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen las condiciones mínimas de seguridad y de salud en las obras de construcción.

Se destacarán las medidas referentes a las fases de proyecto, construcción y explotación, que puedan afectar especialmente a la seguridad y salud de los trabajadores, tales como vibraciones, voladuras, iluminación, comunicaciones, etc.

### III.11. Impacto mediambiental

El proyecto deberá dar cumplimiento a las disposiciones vigentes en materia de medio ambiente que afecten al mismo y a la construcción y explotación de la obra subterránea.

En particular el proyecto deberá examinar, y justificar en su caso, las posibles incidencias que puedan afectar al entorno o a la propia obra, relacionadas con:

- a) Ruidos, vibraciones, efectos dinámicos o térmicos, originados por la construcción o explotación de la obra.
- b) Contaminación de gases en el interior o exterior de la obra.
- c) Contaminación de aguas subterráneas y superficiales.
- d) Eliminación de los residuos y efluentes propios.
- e) Modificación de acuíferos.
- f) Interferencias con posibles restos arqueológicos o con dependencias amparadas por la legislación vigente sobre el Patrimonio Nacional.
- g) Escombreras para los residuos de la excavación.
- h) Modificación del paisaje e influjo sobre la fauna y vegetación en las zonas de acceso y emboquille, y su adaptación a los contornos de la obra.
- i) Efectos psicológicos en los conductores de los vehículos en el caso de túneles de gran longitud en carreteras.

### III.12. Documentos del proyecto

En el caso de que la obra subterránea forma parte de un proyecto que incluya otras obras, los documentos de éste deberán contener los apartados y artículos específicos de aquélla, análogos a los que requiere un proyecto independiente

En la Memoria y en sus anejos se describirán y justificarán las obras de acuerdo con las prescripciones contenidas en la presente Instrucción. En particular se incluirá un anejo que estudie los costes de explotación.

En el documento Planos se incluirá la definición longitudinal y transversal de los accesos, emboquilles, tramos subterráneos. Se establecerán cuantas secciones tipo sean precisas para cubrir las circunstancias previsibles en la obra.

En el documento Presupuesto se incluirán el cuadro de precios, las mediciones y el presupuesto parcial de la obra subterránea.

Lo establecido en este apartado se entenderá sin perjuicio de lo dispuesto en la legislación de Contratos de las Administraciones Públicas.

## TÍTULO IV. CRITERIOS BÁSICOS EN LA FASE DE CONSTRUCCIÓN

### IV.1. Del terreno y los materiales de construcción

Las condiciones previstas en el proyecto se irán adaptando a lo largo del proceso de ejecución, de acuerdo con la información disponible y aplicando las técnicas especializadas correspondientes.

### IV.2. Memoria de construcción

En la memoria de construcción se deberán contemplar todas las disposiciones necesarias para el desarrollo adecuado del proceso constructivo previsto. En particular se incluirán:

- La descripción detallada del proceso constructivo, fases de construcción, esquema de tiro, si procede, y justificación de todas las instalaciones provisionales necesarias que se especifican más adelante.

- Los planos de todas las instalaciones auxiliares, accesos, pozos, etc.
- El plan de seguridad y salud en el trabajo.
- El plan de aseguramiento de calidad.
- El programa de ejecución.
- Un plan de tratamiento medioambiental, en que se indiquen las cuestiones relacionadas con el medio ambiente (levantamiento de caminos, de instalaciones, formas de tratamiento de préstamos y vertederos, etc.)
- Cualquier otro documento que complete la descripción de todas las disposiciones que definen el proceso constructivo.

### IV.3. Instalaciones para la construcción

Según las circunstancias de cada caso, se dispondrán los siguientes tipos de instalaciones: Redes de ventilación; sistema de iluminación; redes eléctricas; redes de aire comprimido, agua y desagüe; etc.

### IV.4. Instrumentación

Se revisará de acuerdo con la evolución de los trabajos el sistema de sensorización e instrumentación que se considere más adecuado, tanto para el seguimiento de las subsidencias que el proceso constructivo produzca en superficie, como para el seguimiento de los parámetros necesarios que midan el comportamiento del terreno para realizar el ajuste que proceda del diseño de los sostenimientos y revestimientos definitivos.

### IV.5. Maquinaria

En relación con la maquinaria a emplear, ésta cumplirá con los requisitos reglamentarios, y especialmente se tendrá en cuenta que:

- El funcionamiento de los sistemas hidráulicos, eléctricos y mecánicos debe garantizar la seguridad de los operarios durante el desarrollo de su trabajo.
- Deben adoptarse las medidas de seguridad, que en cada caso procedan, durante la conservación de la maquinaria: Paradas, frenos, calzos, etc., especialmente cuando la conservación se haga fuera del taller.
- Deben protegerse las partes móviles de máquinas estáticas.

- Las máquinas de combustión interna (diesel) deben llevar dispositivos de depuración en el escape y se comprobará periódicamente su correcto funcionamiento.
- Las máquinas deben ir provistas de medios auxiliares que indiquen su presencia y maniobrabilidad, tales como sistemas acústicos o luminosos.
- Debe establecerse un programa para la conservación y mantenimiento de maquinaria, instalaciones y redes.

### IV.6. Explosivos

La utilización de explosivos se realizará, en su caso, de acuerdo con la reglamentación vigente de carácter general sobre la materia. Además, se actuará, específicamente, de acuerdo con lo siguiente:

- Se fijarán criterios para el almacenamiento, transporte y manipulación de explosivos dentro de la propia obra, así como en relación con la carga de las voladuras y medidas particulares a adoptar.
- Se dispondrá de personal responsable y autorizado para el manejo de los explosivos.
- Los materiales que se empleen cumplirán con los requisitos reglamentarios.
- Los medios empleados para la comprobación o práctica de la voladura tendrán la capacidad suficiente y cumplirán con los requisitos reglamentarios.
- No se podrá simultanear la carga de explosivos y perforación, a no ser que se adopten medidas especiales.
- La recuperación de las voladuras fallidas se hará bajo la dirección de un responsable cualificado.
- Deberá disponerse en obra de un detector de tormentas.
- Durante la carga de explosivos se deben prever golpes del brazo de jumbo, desprendimientos de roca; se debe separar perforación y carga; se deben utilizar plataformas de trabajo, etc.

## V.7. Proceso constructivo

**IV.7.1. Saneo.** Se saneará el frente y el avance correspondiente a cada voladura.

Debe mantenerse una estabilidad temporal de la bóveda y hastiales hasta el sostenimiento definitivo mediante la vigilancia y saneo periódicos de las zonas excavadas.

**IV.7.2. Perforación.** Debe procederse al saneo del frente previamente al comienzo de la perforación.

La perforación debe realizarse con aportación de agua.

No deben utilizarse fondos de barrenos de la voladura anterior para emboquilles de la nueva perforación.

En el uso de jumbos prever golpes, aplastamientos, caídas de roca, polvo y ruido; señalar áreas peligrosas, utilizar perforación por vía húmeda, protección antirruído y luces intermitentes en vehículos, etc.

En la perforación manual deben preverse los resbalones y caídas, el polvo y la proyección de piedras; se debe asegurar buena protección de ojos y oídos.

**IV.7.3. Excavación.** Para la ejecución de la excavación se pueden emplear. Los métodos convencionales basados en la utilización de explosivos; los que de arranque mecánico con máquinas puntuales o de plena sección, o cualquier otro sancionado por la práctica.

Desde el punto de vista de la seguridad se tendrán en cuenta las situaciones peligrosas siguientes:

- Voladura (prever proyección de rocas, humos tóxicos; ruido y onda expansiva; cuidar distancia de seguridad y protección, ventilación inmediata, protectores de oídos, etcétera).
- Arranque con excavadora (prever atropellos y arrastres; delimitar zonas de trabajo de riesgo).
- Arranque con rozadura (prever atropellos y arrastres, desprendimien-

tos de roca; delimitar zonas de trabajo de riesgo; instalar interruptores visibles para parda de emergencia).

- Máquinas integrales (prever caídas, desprendimientos de roca, entibaciones provisionales, equipo personal de seguridad, etc).

**IV.7.4. Carga, transporte, vertido y acopio.** Las máquinas utilizadas en la carga de escombros en el frente irán dotadas de dispositivos acústicos y luminosos que permitan identificar sus movimientos durante el trabajo.

En la zona de trabajo solamente permanecerá el personal imprescindible para la ejecución de los trabajos y siempre fuera del alcance de las máquinas.

Los medios de transporte se cargarán correctamente y nunca con exceso, evitando la caída de escombros durante el transporte.

Los vehículos de transporte se visualizarán fácilmente mediante dispositivos acústicos y luminosos.

Se evitará la circulación inmediatamente por detrás de los vehículos cargados y se tomarán precauciones durante el cruce.

En el caso de transporte por cinta se preverán los posibles aplastamientos por el escombros, los atrapamientos por la máquina sin protección; se protegerán las máquinas; se dispondrán interruptores de emergencia.

En los pozos se preverán las caídas por el cazo o almeja, las caídas de materia; las áreas de carga estará protegidas durante la carga; estarán controlados los movimientos de la almeja, etc.

Durante la elevación en pozos se cuidarán las oscilaciones o caídas de la carga y se dispondrá áreas protegidas de las caídas.

Los vertederos estarán bien explotados y organizados y debidamente iluminados en caso de trabajo nocturno.

Se cuidará el tratamiento ambiental de los vertederos y escombreras de acuerdo con lo definido en el estudio de impacto ambiental, en el proyecto de construcción y en el plan de tratamiento medioambiental incluido en la Memoria de construcción.

**IV.7.5. Sostenimiento.** Teniendo en cuenta la operatividad que se espera del sostenimiento, éste podrá ser provisional o definitivo.

Se deberá controlar el comportamiento del sostenimiento, tanto visualmente, como mediante el auxilio de la auscultación, para poder actuar ante circunstancias indeseadas (pérdidas de gálibo, reducciones de la capacidad resistente, etc.)

Para la colocación del sostenimiento se emplearán equipos y medios adecuados que eviten el riesgo de los operarios, especialmente en el caso de que tengan que trabajar inicialmente desprotegidos.

El manejo de los materiales se hará con maquinaria adecuada o adaptada a tal fin, evitando la utilización de equipos específicos para otros trabajos. Si se emplean medios fijos tales como andamios, se tomarán precauciones frente a posibles desprendimientos.

Salvo justificación en contrario se emplearán brazos o equipos mecánicos para gunitar, con el objeto de reducir los riesgos y mejorar la calidad de obra determinada. Los riesgos y mejorar la calidad de obra terminada. Los andamios para trabajos en altura deberán ser amplios y estar previstos, al menos, de barandilla y rodapié.

En el proceso de ejecución del sostenimiento se tendrán en cuenta, entre otras, las precauciones siguientes desde el punto de vista de la seguridad:

- En el saneo mecánico: Los desprendimientos de rocas; las caídas, etc.
- En el saneo manual: Los desprendimientos de roca, las caídas; se procurará trabajar desde zonas protegidas, usar plataformas de trabajo y definir las zonas de trabajo de riesgo.
- En el uso de mallazos: Las caídas; las heridas por bordes cortantes; se utilizarán plataforma de trabajo; guantes; se definirán las zonas de trabajo de riesgo.
- En el uso de cerchas metálicas: Los golpes fuertes; caídas; se emplearán plataformas de trabajo; etc.
- En el uso de bulones de anclaje: Las caídas; se emplearán plataforma de trabajo.
- En la aplicación de hormigones proyectados se tendrán en cuenta:

En la aplicación de hormigones proyectados se tendrán en cuenta:

- En general (caídas; polvo; material de rebote; empleo de plataformas de trabajo; iluminación adecuada; empleo de robots de proyección; uso obligado de máscaras de protección).
- Robots de proyección (caídas o aplastamiento; material de rebotes; zonas de trabajo de riesgo; máscara de protección).
- Proyección manual (daños en la piel, ojos y sistema respiratorio; silicosis; equipo a prueba de polvo; aditivos en forma líquida; gafas y máscaras protectoras; guantes y traje adecuado).

En el uso de gunitadoras se tendrán en cuenta:

- Mantenimiento (arranque accidental de la máquina; desconexión de la alimentación de la máquina, tanto eléctrica como neumática).
- Supresión de atascos en las tuberías (golpes de las mangueras o proyección de materia; zonas de proyección de riesgo; contacto visual del operador).

**IV.7.6. Revestimiento.** El movimiento de encofrados metálicos para revestimientos de hormigón debe ser lento y seguro, para evitar atrapamientos por los grandes pesos y volúmenes.

Los encofrados deben disponer de barandillas que permitan el acceso fácil y seguro a los distintos puntos de la sección.

La elevación del hormigón por las hastiales del encofrado deberá ser homogénea (llenado simultáneo por ambos lados); las ventanas deberán estar suficientemente próximas y adecuadamente distribuidas, de forma que permitan seguir la elevación del hormigón.

Asimismo, se deberá controlar la aparición de fisuras en los módulos del revestimiento. A tales efectos se fijará previamente la fisuración máxima admisible.

Deberá tenerse en cuenta que el desencofrado prematuro de los módulos puede llegar a producir el desprendimiento de las bóvedas. Por tal circunstancia deberá determinarse, previamente, el tiempo mínimo de espera para

desencofrar cada unidad hormigonada, en función de su importancia estructural y de las características del hormigón utilizado.

**IV.7.7. Construcción con máquinas integrales.** La máquina y equipos deben disponer de elementos adecuadamente dispuestos que permitan el acceso seguro a las diferentes partes de la máquina, tanto cuando está operando como para su conservación.

Las partes móviles de la máquina deberán estar protegidas para evitar atrapamientos cuando estén operando.

Se avisará mediante sistemas acústicos y/o luminosos la puesta en marcha de elementos móviles de la máquina, disponiendo de tiempo suficiente para que los operarios puedan protegerse del riesgo que estos elementos móviles pueden producir.

Debe vigilarse el comportamiento del terreno y definir y colocar la entibación adecuada en las máquinas integrales para evitar desprendimientos de bóveda y hastiales, tanto al quedar libre el terreno por el paso de la coraza o espadines, como a lo largo del túnel excavado.

Los operarios no implicados directamente en la actividad de colocación del sostenimiento provisional o revestimiento con dovelas, deben permanecer fuera del alcance de los elementos o sistemas de colocación para evitar golpes.

Las zonas de trabajo deben estar iluminadas.

La ventilación de protección personal son especialmente obligatorios para evitar efectos de golpes, cortes o atrapamientos.

Los elementos de protección personal son especialmente obligatorios para evitar efectos de golpes, cortes o atrapamientos.

En la colocación de dovelas prefabricadas se evitarán los golpes fuertes y los aplastamientos.

## IV. Prevención de riesgos laborales

Las especificaciones de este apartado se entenderán sin perjuicio de lo dispuesto en la Le 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales, y en el Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y de salud en las obras de construcción.

Debe establecerse una buena organización, limpieza y orden en los tajos, para eliminar riesgos.

Los tajos deben estar bien iluminados y señalizados, especialmente cuando los trabajos sean peligrosos o sea frecuente el paso de maquinaria. El régimen interno de cada obra fijará las zonas y medidas a aplicar en cada caso.

Se deben emplear equipos (máquinas y medios) insonorizados, de forma que se mantenga el nivel de ruido admisible, tanto en interior como exterior de los túneles muy especialmente en zonas urbanas o trabajos nocturnos. Se debe realizar una comprobación periódica.

Es conveniente la selección y formación de personal que permita dotarles de carné de especialista después de un examen realizado por un organismo oficial u oficialmente acreditado.

Se establecerá una comunicación del frente de trabajo o tajos especialmente peligrosos con algún centro situado en el exterior que permita la actuación inmediata frente a accidentes. Se dispondrá de equipos de comunicación normal y de emergencia.

Se debe preparar y actualizar periódicamente un plan de actuación frente a situaciones de emergencia producidas por accidentes: Definiendo la persona responsable, los equipos de salvamento, las normas de primeros auxilios, el teléfono de centro de asistencia, etc.

Se adoptarán, además, las siguientes medidas:

#### IV.8.1. Accesos y transporte (exterior e interior de la obra subterránea).

- Conservación de caminos de acceso a las bocas.
- Señalización de tráfico interior: Semáforos, indicadores, etc.
- Diferenciación entre zonas de circulación de máquinas y personal si la sección lo permite.
- Utilización de pasillos peatonales señalizados sobre la propia solera o con pasarelas montadas expresamente sobre el nivel del suelo con sus respectivas barandillas.
- Disposición de refugios señalizados en túneles de pequeña sección.
- Utilización de ropas o distintivos luminosos que permitan identificar a los peatones.
- El Plan de seguridad y salud en el trabajo debe definir las disposiciones particulares para circulación de personas y máquinas.

#### IV.8.2. Transporte de personal.

En el transporte sobre neumáticos:

- Prevención de arrollamiento por vehículos en movimientos; camino especial para personal; nichos de refugio; ropas visibles y reflectantes; sistema adecuado de señales, etc.

En el transporte sobre vía:

- Prevención de arrollamiento por vehículos en movimiento; pasarelas de peatones; locomotoras en cabeza con luces frontales y claxon; vagones de transporte de personal; doble vía, si es posible, etc.

En el transporte por pozos:

- Caídas de objetos o materiales; caídas de cestas; escaleras protegidas con plataformas intermedias; cables antigiratorios; guías fijas para las cestas; elevador de cangilones u otros, etc.

## TÍTULO V. CRITERIOS BÁSICOS PARA LAS INSTALACIONES DEFINITIVAS Y LA EXPLOTACIÓN

### V.1. Consideraciones generales

La explotación de un túnel de carretera exige la implantación de un serie de instalaciones que aseguren el adecuado nivel de servicio y seguridad, tanto en régimen normal como en circunstancias excepcionales (accidentes, incendio).

Para asegurar un buen servicio será preciso considerar las circunstancias específicas de este tipo de obras:

- Espacio limitado a la sección transversal.
- Mayor incidencia que a cielo abierto, de cualquier accidente, incendio o avería.
- Efectos psicológicos que puedan derivarse sobre el conductor: Claustrofobia, adormecimiento, etc.
- Reacciones mal conocidas del usuario en caso de incidencias graves.
- Cambio de condiciones ambientales y físicas a las entradas y salidas del túnel (sección, luz, efecto pared, aire...)

El Proyectista deberá tener en cuenta dichas circunstancias desde el inicio de los estudios previos, con objeto de proceder a su mejor resolución a lo largo de las distintas etapas del proyecto.

En un túnel ferroviario los efectos psicológicos sobre el conductor quedan eliminados y los cambios de condiciones ambientales y físicas a la entrada y salida del túnel afectan mínimamente a la seguridad. En contraposición el efecto pisón y un anormal calentamiento de las estructuras pueden alterar el nivel de seguridad y confort del pasajero.

### V.2. Túneles de carretera

La explotación de un túnel de carretera exige unos niveles de operatividad o servicio y de seguridad para el usuario del mismo rango, al menos, que el existente para el resto del trazado.

Al discurrir el tráfico por un espacio cerrado y de reducidas dimensiones, con el riesgo que ello lleva implícito para el conductor (o eventualmente el peatón), se hace necesario habilitar el túnel con una serie de instalaciones fijas que permitan reducir el riesgo de accidente o incendio, a niveles aceptables o aceptados por la sociedad.

Este riesgo por otro lado debe ser equivalente para cualquier túnel, independientemente de su tráfico, dimensiones o trazado.

Las siguientes especificaciones tienen por objeto fijar las condiciones mínimas que deben tener las instalaciones fijas de un túnel de carretera para que el nivel de seguridad y riesgo que se va a asumir esté en consonancia con los criterios adoptados para el resto del trazado.

**V.2.1. Sistemas de explotación. Criterios de clasificación.** Existen diversos sistemas de explotación que dependen, fundamentalmente, de los siguientes factores:

- Tráfico (frecuencia y tipo).
- Longitud.
- Trazado.
- Sección tipo (uni o bidireccional).
- Ubicación (urbano, semiurbano, bajo agua...).
- Condiciones medioambientales.
- Revestimiento.
- Tipo de propiedad (concesión administrativa, Administración).
- Condiciones legales.

El análisis e integración de todos estos parámetros en el proyecto proporcionará el tipo o sistema de explotación.

Estos sistemas se pueden clasificar en tres niveles:

Nivel III: Túneles cortos y de poco tráfico que no requieren de ningún tipo de instalaciones específicas.

Nivel II: Túneles que van a exigir un cierto tipo de instalaciones y de vigilancia particular con respecto al resto de trazado donde están inscritos (túneles de montaña de mediana longitud).

Nivel I: Túneles en los que por sus especiales condiciones, se va a necesitar una organización específica permanente para el control y vigilancia de sus instalaciones (túneles de autopista, urbanos, etc.). Estos túneles dispondrán de una sala de control donde se recogerá y tratará toda la información proveniente de las diversas instalaciones del túnel.

Para los túneles de nivel I y II será preceptiva la redacción de un Manual de Explotación.

**V.2.2. Instalaciones fijas.** El proyecto de las instalaciones de un túnel se puede descomponer en los siguientes apartados:

1. Suministro de energía.
2. Sistemas de control.
3. Ventilación.
4. Alumbrado.
5. Salidas de emergencia. Refugios.
6. Incendios. Detección. Sistemas de extinción.
7. Control de tráfico y circulación.
8. Comunicaciones.
9. Señalización y balizamiento.
10. Obra civil.
11. Manual de Explotación.

**V.2.2.1. Suministro de energía.** El suministro de energía para el funcionamiento de las instalaciones deberá ser adecuado a su nivel.

En túneles de nivel I habrá que prever el doble abastecimiento y la instalación de generadores de emergencia, así como un sistema de alimentación

ininterrumpida (SAI) que cuba el servicio hasta el funcionamiento de los generadores.

**V.2.2.2. Sistema de control.** Los túneles de nivel I dispondrán de un centro de control que recogerá toda la información procedente de las instalaciones fijas. Deberá preverse un sistema que garantice las funciones vitales de ventilación, extinción de incendios y energía de emergencia en el caso de que fallara el sistema de control.

El sistema de control deberá ser permanente con mando automático y/o manual, según los casos.

**V.2.2.3. Ventilación.** El estudio de la ventilación en un túnel de carretera tendrá como fin reducir a límites aceptables la concentración de gases tóxicos y humos expulsados por los vehículos que circulen por el interior del túnel, teniendo en cuenta los parámetros de óxidos de carbono y los humos provenientes de los motores diesel que afectan a la visibilidad dentro del túnel.

La cantidad y composición de estos gases y humos varían sensiblemente en función de diversos parámetros, que habrá que tener en cuenta en el momento de diseñar el túnel. Entre otros:

- Pendiente (en el túnel y en las accesos).
- Altura o nivel sobre el mar.
- Composición del tráfico.
- Fluidez del tráfico.

Serán las condiciones del túnel y del tráfico a soportar las que determinen el sistema de ventilación artificial más adecuado para cada caso, siendo conveniente que se le dote del correspondiente sistema de automatismo.

Otros criterios para la elección del sistema van a ser el entorno y/o afección del medio ambiente y el coste, de instalación y explotación, del sistema.

La necesidad de ventilación de un túnel a partir de una determinada longitud quedará fijada de acuerdo con el cuadro adjunto.

Modo	Tráfico	Longitud / Metros
Unidireccional	Alto	> 300
	Medio	> 500
	Bajo	> 1.500
Bidireccional	Alto	> 100
	Medio	> 200
	Bajo	> 300

En túneles ferroviarios con elevado tráfico de viajeros (por ejemplo en líneas de cercanías), se deberá justificar la necesidad o no de instalación de ventilación, siendo convenientemente, en su caso, que vaya dotada de un sistema de automatismo arranque-parada.

El estudio de la ventilación del túnel tendrá en cuenta la posibilidad de actuación en caso de incendios en el interior.

**V.2.2.4. Alumbrado.** El alumbrado de un túnel se justifica fundamentalmente por razones de seguridad. El conductor debe verse mínimamente afectado al pasar de un espacio abierto, iluminado (aire libre) a otro oscuro (túnel) y viceversa.

Estos cambios bruscos de luminosidad afectan negativamente a la retina del ojo y deben ser evitados o al menos reducidos a límites tolerables. La transición debe ser gradual, para lo que se fijan habitualmente unas zonas de transición a las entradas y salidas del túnel de diferente graduación lumínica, con objeto de conseguir una mejor adaptación del ojo del conductor.

El proyecto debe fijar los niveles mínimos de iluminación en la parte central del túnel y en las zonas de transición.

El siguiente cuadro recoge la necesidad de alumbrado de un túnel en determinadas condiciones de tráfico (unidireccional o bidireccional), intensidad (alto, medio y bajo), y longitud que se tendrá en cuenta salvo justificación razonada.

Modo	Tráfico	Longitud / Metros
Unidireccional	Alto	> 100
	Medio	> 500
	Bajo	No
Bidireccional	Alto	> 50
	Medio	> 200
	Bajo	> 1.000

**V.2.2.5. Salidas de emergencia. Refugios.** Un túnel carretero a partir de los 2.000 metros debe disponer de salidas de emergencia para utilizar en caso de accidente grave, incendio o vertido de materias peligrosas.

En túneles de montaña esta salida será la propia galería de servicios que en muchas ocasiones ha sido necesario construir con el túnel por razones de reconocimiento del terreno, constructivas y/o de ayuda a la explotación.

En túneles urbanos con baja cobertura, se estudiará la convenientemente y con salida directa a la vía pública.

Una alternativa a la galería de servicios podrá ser la habilitación de refugios adosados a los hastiales del túnel, con suficiente capacidad y dotados de los medios de sobrevivencia necesarios (agua, aire, luz, telecomunicación...).

En el diseño de las salidas de emergencia habrá que tener en cuenta muy especialmente los efectos psicológicos que se derivan en la persona por el hecho de haber sufrido un accidente o ser víctima de un incendio en el interior de un túnel. Los esquemas de señalización y comunicación deberán ser muy claros y su aparellaje suficientemente resistente al choque o fuego.

**V.2.2.6. Incendio. Detección y extinción.** El túnel deberá estar equipado con los sistemas de detección y extinción de incendios que mejor se adapten a sus características.

El proyecto deberá recoger esta eventualidad y analizarla con todo detalle para incorporar en el diseño de las instalaciones, especialmente en el de la ventilación, los medios necesarios para evitar o al menos reducir al máximo los efectos que pueda producir el incendio.

El Manual de Explotación recogerá de forma pormenorizada las sucesivas actuaciones que será necesario acometer en el caso de incendio y las medidas permanentes de mantenimiento y conservación para que el sistema en su conjunto (ventiladores, detectores de fuego, tuberías, sistemas de comunicación, etc.), esté siempre en condiciones de servicio.

**V.2.2.7. Control de tráfico y circulación.** Los túneles en los que, por razones de su longitud, intensidad de tráfico o alguna otra razón que lo justifique, fuera necesario conocer en cada instante el tráfico que circula por su interior y sus accesos, habrán de equiparse adecuadamente para este fin, estudiándose y eligiéndose los diversos tipos de equipamiento que aislados o combinados pueden servir a estos efectos:

- Circuito cerrado de televisión (CCTV) conectado al centro de control.
- Equipos de señalización (semáforos, barreras, paneles alfanuméricos, etc., accionables a control remoto), para regular el tráfico en caso de accidente, y equipamientos fijos para evitar la entrada de vehículos no deseados en razón de su gálibo, tipo de carga, etc.
- Sistemas para la ordenación del tráfico después de un accidente o incendio, en coordinación con los planes de emergencia.

Otros aspectos a tener en cuenta a la hora de controlar y regular la circulación dentro del túnel son:

- Aforadores de tráfico, por bucle magnético.
- Nichos o refugios para la protección de peatones o personas de mantenimiento.
- Anchurones dentro del túnel para paradas en vehículos, zona de maniobras...
- Galerías transversales conectando los túneles, en caso de separación de tráfico.

**V.2.2.8. Comunicaciones.** Tanto en régimen normal como en el caso de accidente o incidente grave es importante disponer de un sistema de comunicación entre el usuario del túnel y el centro de control, entre este último y el titular de la obra, y de éste con los servicios exteriores (bomberos, policía de tráfico...).

Existen diversos sistemas:

- Radiotransmisión y recepción.
- Altavoces.
- Intercomunicación.
- Teléfono (línea directa).

Habrà de incluir en el proyecto los mäs adecuados para cada caso, incorporando su utilización, manejo y conservación al Manual de Explotación.

**V.2.2.9. Señalización y balizamiento.** Aparte de la señalización específica en caso de incidencias, ya definida en el apartado V.2.2.7, el túnel deberá disponer de una señalización en su interior y en los accesos, que informe adecuadamente y en cada momento al usuario que circula por el túnel, de los aspectos que éste debe conocer para garantizar la máxima seguridad en la circulación.

Asimismo y según los casos, se dispondrà de sistemas de balizamiento, fijos o móviles, para regular la circulación, cuando las condiciones del tráfico lo requiriesen.

Todas estas instalaciones deberán justificarse en el proyecto y su funcionamiento vendrà recogido en el Manual de Explotación.

**V.2.2.10. Obra civil y auscultación.**

- Estructuras de hormigón:

El fuego, en caso de incendio, y el agua de infiltración son los dos agentes que más pueden afectar a la durabilidad de una obra subterránea de hormigón (revestimiento, falsos techos...). El proyecto deberá analizar estos aspectos y prever en su caso las medidas protectoras más adecuadas. En fase de explotación se procederá a inspecciones permanentes para actuar preventivamente en caso de necesidad,

- Revestimiento de hormigón proyectado:

Si el túnel no dispone de un revestimiento rígido, deberán instalarse secciones de auscultación permanente en algunas zonas del túnel. En este caso, el Manual de Explotación definirá el tipo y frecuencia de las medidas a realizar.

- Hastiales y pavimentos:

Su conservación y mantenimiento se regirá de acuerdo con los criterios generales aplicables a este tipo de obra. El Manual de Explotación recogerá la frecuencia de lavado y limpieza de estas unidades de obra especialmente en aquellos casos en que se grado de luminosidad afecte a la visibilidad dentro del túnel.

**V.2.3. Manual de Explotación.** Los túneles que por razón de su importancia (niveles I y II) van a disponer de una serie de instalaciones fijas para su buen funcionamiento y máxima garantía de seguridad, deberán disponer de unos equipos y medios para su correcta explotación. La estructura de estos medios debe ser analizada y valorada en la fase de proyecto y su coste debe integrarse en el presupuesto general de la obra.

Las funciones principales son:

- Control de la circulación.
- Mantenimiento de las instalaciones y de la obra civil.
- Actuación en caso de emergencia.

Parte de estas tareas son permanentes (control de la circulación y mantenimiento de las instalaciones fijas). El resto serán periódicas o puntuales.

Tanto unas como otras se regirán por el Manual de Explotación, cuyos términos de referencia estarán recogidos en el proyecto y serán los que sirvan de base para el diseño de la estructura organizativa: Personal, locales y medios materiales con su correspondientes valorización a lo largo del tiempo.

El Manual de Explotación contemplará las limitaciones a imponer, en caso, al tráfico de mercancías peligrosas en general, sin perjuicio de lo establecido en la legislación vigentes sobre la materia.

### V.3. Túneles ferroviarios

La explotación de un túnel ferroviario para uso civil exige unos niveles de servicio y de seguridad para el usuario del mismo rango al menos de los que existen en el resto del trazado.

Al discurrir el tráfico por un espacio cerrado y de reducidas dimensiones con el riesgo que ello lleva implícito para los pasajeros, conductor y eventualmente el peatón, se hace necesario habilitar el túnel con una serie de instalaciones fijas que permitan reducir el riesgo de accidentes o incendios a niveles aceptables.

Las siguientes especificaciones tienen por objeto fijar las condiciones mínimas que deben tener las instalaciones fijas de un túnel ferroviario para que el nivel de seguridad y riesgo que se va a sumir esté en consonancia con los criterios adoptados en el resto del trazado.

**V.3.1. Sistemas de explotación. Criterios de selección.** Existen diversos sistemas de explotación que dependen, entre otros, de las siguientes factores: Tipo y frecuencia del tráfico, características geométricas del túnel, sección tipo (uni o bidireccional), condiciones medioambientales y tipo de administración.

El análisis e integración de todos estos parámetros en el proyecto, conducirá el tipo o sistema de explotación.

Estos sistemas se clasifican en tres niveles:

**Nivel III:** Túneles cortos y de poco tráfico, que no requieren de ningún tipo de instalación específica.

**Nivel II:** Túneles que van a exigir un cierto tipo de instalaciones y de vigilancia particular con respecto al resto del trazado donde están inscritos.

**Nivel I:** Túneles en los que por sus especiales condiciones van a necesitar una organización específica permanente para el control y vigilancia de sus instalaciones. Estos túneles dispondrán de una sala de control donde se recogerá y explotará toda la información proveniente de las diversas instalaciones del túnel.

Los túneles de los niveles I y II deberán tener el correspondiente Manual de Explotación.

**V.3.2. Instalaciones fijas.** El proyecto de las instalaciones de un túnel ferroviario debe abarcar los siguientes conceptos:

1. Suministro de energía.
2. Sistema de control.
3. Ventilación.
4. Alumbrado.
5. Salidas de emergencia.
6. Incendio. Detección y extinción.
7. Efecto pistón y calentamiento.
8. Equipamientos: Vía, señalización, comunicaciones, tracción eléctrica, puesta a tierra, drenaje.
9. Seguridad. Medidas preventivas.
10. Manual de Explotación.

**V.3.2.1. Suministro de energía.** El suministro de energía para el funcionamiento de las instalaciones debe garantizar su fiabilidad. Se estudiará la conveniencia de recurrir a un doble abastecimiento en el túnel de nivel I y a un sistema de emergencia a través de generadores.

**V.3.2.2. Sistemas de control.** En los túneles de nivel I con sala de control, se habilitará un sistema especial que permite garantizar las funciones vitales que deben seguir actuando aunque falle el sistema básico. Estas funciones son:

- Ventilación.
- Extinción de incendios.
- Energía de emergencia.

**V.3.2.3. Ventilación.** La ventilación de un túnel ferroviario tiene como objetivos básicos:

- a) Mantener la atmósfera del túnel en las adecuadas condiciones de temperatura e higrometría para los pasajeros del tren y para el personal de explotación.
- b) Evacuar los humos procedentes de un incendio en el menor tiempo posible.

En el proyecto se estudiará la necesidad del sistema de ventilación según sea la longitud del túnel y las condiciones de tráfico ferroviario.

En su caso, el proyecto incluirá, asimismo, los medidores de estos parámetros y el sistema de transmisión de información.

**V.3.2.4. Alumbrado.** Cuando la importancia del túnel lo requiera, se diseñará un sistema de alumbrado, con una disposición de puntos luz que garantice:

- Un nivel mínimo de iluminación.
- Un adecuado grado de uniformidad tanto longitudinal como transversal.

El Manual de Explotación recogerá su conservación y mantenimiento. Sólo en túneles de nivel I, se proyectará un sistema de alumbrado de emergencia, servido por baterías independientes.

**V.3.2.5. Salidas de emergencia y refugios.** Un túnel ferroviario, de nivel I, deberá disponer de salidas de emergencia para utilizar por los usuarios en caso de accidentes graves o incendio.

En túneles de montaña o subacuáticos, esta salida será la propia galería de servicio que en muchas ocasiones ha sido preciso construir con el túnel por razones de reconocimiento del terreno, constructivas y/o ayuda a la explotación.

Una alternativa a la galería de servicios será la habilitación de refugios adosados a los hastiales del túnel con suficiente capacidad y dotados de los medios de supervivencia necesarios (agua, aire, luz, telecomunicación...).

En túneles urbanos o de baja cobertura deberán habilitarse pozos de servicio distanciados convenientemente y con salida directa al aire libre.

En cualquiera de los casos, en el diseño de estas salidas de emergencia, habrá que tener muy en cuenta las reacciones un tanto imprevisibles de las personas que acaban de sufrir el accidente por lo que los sistemas de señalización y comunicación deben ser muy claros e inmunes al fuego o el impacto.

**V.3.2.6. Incendio.** El túnel deberá estar equipado con los sistemas de detección y extinción que mejor se adapten a sus características.

El proyecto deberá recoger esta eventualidad y analizarla con todo detalle para incorporar en el proyecto de las instalaciones, especialmente en el de ventilación, los medios necesarios para evitar o al menos reducir al máximo los efectos que pueda producir el incendio (por ejemplo: Incombustibilidad de los materiales).

El Manual de Explotación recogerá de forma pormenorizada las sucesivas actuaciones que será necesario acometer en caso de incendio y las medidas permanentes de mantenimiento y conservación para que el sistema en su conjunto (ventilación detectores de fuego, sistemas de comunicación, etc.), esté siempre en condiciones de servicio.

**V.3.2.7. Calentamiento.** La mayor parte de la energía de tracción de los trenes que circulan por el túnel se disipa en forma de calor. Habrá que circular los niveles máximos de temperatura en cada caso, para determinar si se hace necesario el diseño e instalación de algún sistema de enfriamiento artificial en el túnel.

**V.3.2.8. Equipamiento.** Dentro de este apartado se incluyen entre otros los siguientes equipamientos:

- Vía.
- Señalización y balizamiento.
- Telecomunicaciones.
- Instalación de tracción eléctrica.

- Telemandos y telecontroles.
- Drenaje.
- Puesta a tierra.
- Conductos de recogida de vertidos tóxicos o inflamables.

Todos estos conceptos serán objeto de estudio y se incluirán en el proyecto de instalaciones en un nivel proporcional al de la categoría del túnel.

El Manual de Explotación recogerá el uso, conservación y mantenimiento de cada uno de estos equipamientos del túnel.

**V.3.2.9. Seguridad. Medidas preventivas.** Para asegurar la máxima seguridad de los viajeros en caso de incidencia grave (accidente, incendio...), hay que actuar desde el proyecto, incluyendo en dicho concepto aspectos relacionados directamente con la explotación.

El sistema operativo durante la explotación, estar reflejado en el correspondiente documento del proyecto e incorporado en su momento al Manual de Explotación.

**V.3.2.10. Obra civil.** Será de aplicación el contenido del apartado V.2.2.10 relativo a túneles de carretera.

**V.3.2.11. Manual de Explotación.** Los túneles que por razón de su importancia (niveles I y II) van a disponer de una serie de instalaciones fijas para su buen funcionamiento y máxima garantía de seguridad, deberán contar con equipos y medios para su correcta explotación. La estructura y composición de estos medios debe ser analizada y valorada en fase de proyecto y su coste debe integrarse en el presupuesto general de la obra.

Las funciones principales son:

- Control del tráfico ferroviario.
- Mantenimiento de las instalaciones y de la obra civil.
- Actuación en caso de accidente ferroviario.

Parte de estas tareas son permanentes: Control de tráfico y mantenimiento de las instalaciones. El resto serán periódicas o puntuales.

Tanto unas como otras se registrarán por el Manual de Explotación, cuyos términos de referencia estarán recogidos en el proyecto y servirán para el diseño de la estructura organizativa: Personal, locales y medios materiales con su correspondiente valorización a lo largo del tiempo.

## 6. Factores funcionales de cada túnel

### 6.1. Estudios previos a la construcción

Sea cualquier fuere el tipo de túnel a construir es indispensable realizar una detallada y extensa investigación antes de iniciar el proyecto con el fin de elegir el mejor trazado y diseño.

Los estudios preliminares a realizar son:

- **Estudio geológico**

- Información geológica contenida en mapas e informes publicados.
- Corrientes subterráneas de aguas.
- Bolsas de agua subterráneas.
- Tipos de roca que podremos encontrar en la excavación.
- Fallas y otros accidentes geológicos.
- Obtener datos de posibles perforaciones anteriores u otras actuaciones: cimentaciones profundas, pozos, túneles, canteras, minas, inspección de acantilados, manantiales y cualquier otro tipo de excavación.



Todos estos datos que son de carácter general pueden ser insuficientes para actuar en determinadas zonas, por lo que se deben completar con sondeos o galerías de reconocimiento.

**Observaciones:**

- ✓ La investigación debe ser continua y mientras dure la construcción del túnel.
- ✓ Las condiciones previstas en el proyecto se irán adaptando a lo largo del proceso de ejecución, de acuerdo con la información disponible y aplicando las técnicas especializadas correspondientes.

- **Sondeos** para conocer la naturaleza de las distintas capas, su consistencia y su grado de humedad. Puede realizarse por medio de perforaciones con barrenos o la construcción de pozos.
- **Túneles de reconocimiento.** Es el método de exploración que da más información. Se pueden excavar partiendo de las bocas del túnel o del fondo de los pozos de sondeo. En los terrenos permeables tienen el inconveniente de servir de drenaje pudiendo ocurrir que en el tiempo sus características se modifiquen por saturación de los terrenos. En terrenos rocosos son muy útiles para determinar el método de arranque más rentable según la dureza de la roca, prever la velocidad de avance y el comportamiento de la roca.

### 6.2. Factores importantes en la explotación del túnel

La explotación de un túnel de carretera exige la implantación de una serie de instalaciones que aseguren el adecuado nivel de servicio y seguridad, tanto en régimen normal como en circunstancias excepcionales (accidentes, incendio...).

Para asegurar un buen servicio será preciso considerar las circunstancias específicas de este tipo de obras:

- Espacio limitado a la sección transversal.
- Mayor incidencia que a cielo abierto, de cualquier accidente, incendio o avería.
- Efectos psicológicos que pueden derivarse sobre el conductor: Claustrofobia, adormecimiento, etc.
- Reacciones mal conocidas del usuario en caso de incidencias graves.
- Cambio de condiciones ambientales y físicas a las entradas y salidas del túnel (sección, luz, efecto pared, aire...).

→ **El Proyectista deberá tener en cuenta dichas circunstancias desde el inicio de los estudios previos, con objeto de proceder a su mejor resolución a lo largo de las distintas etapas del proyecto.**

## 7. Construcción

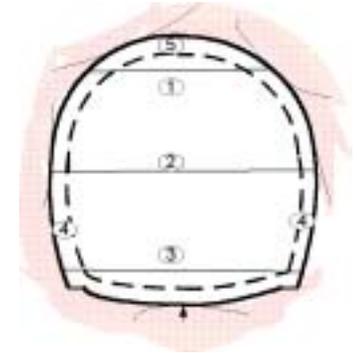
### 7.1. Fases elementales de construcción

- 1º Realizar un estudio previo, que permita recomendar una solución ( a veces varias) y el tiempo óptimo de su puesta en servicio.
- 2º Redacción de anteproyecto de la solución o soluciones recomendadas.
- 3º Redacción del proyecto de la obra completa.
- 4º Indicar las fases que se deben considerar al construir un túnel:
  - El objetivo de la obra subterránea
  - La geometría del Proyecto: trazado y sección tipo
  - La geología y geotécnica del macizo
  - El sistema Constructivo
  - La estructura resistente: el Cálculo
  - Las instalaciones para la explotación

### 7.2. Métodos clásicos empleados en la perforación de túneles

La excavación del terreno del túnel se puede realizar con una sección más o menos grande dependiendo de la naturaleza del terreno. La roca dura permitirá el ataque a sección completa. Los terrenos sueltos (arenas, gravas) sólo permitirán avanzar en pequeñas secciones y provistos de blindaje. Entre estos extremos existen otros tipos de terrenos permitiendo utilizar distintos métodos de perforación.

**Método inglés:** recibe su nombre por haber sido aplicado en túneles a través del tipo de terreno que usualmente se localiza en Inglaterra, como son las arenas y areniscas. Su principal característica es proceder el avance de la perforación a sección completa del túnel, en una sola operación.

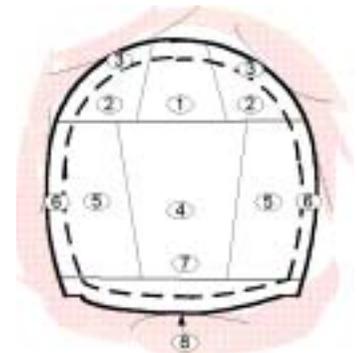


En el esquema se numeran las etapas por orden de ejecución y se redondea con un círculo la fase de sostenimiento.

**Método de la galería en clave o método belga:** es uno de los métodos más utilizados. Se basa en los principios que permitieron la construcción, en 1828, del túnel del Charleroi en el canal que enlaza Bruselas y Charleroi.

Proceso:

1º Se ejecuta la excavación de la bóveda (es lo que se llama avance en bóveda o calota), incluido el sostenimiento que descansa directamente sobre el terreno. De esta manera se protege la obra por encima.



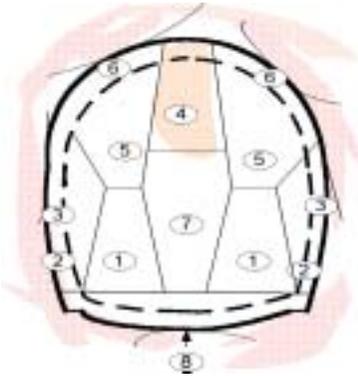
2º Se realiza la excavación de la parte inferior llamada destroza, comenzando por la zona central y siguiendo, en cortos tramos alternativos, por los hastiales, que una vez

excavados se revisten. De esta manera no se compromete la seguridad de la bóveda que descansa siempre sobre la destroza no excavada o sobre los pilares ya construidos.

3º Se termina por la construcción de la solera cuando es necesaria.

**Método de las tres galerías método alemán:** se caracteriza por la conservación de la destroza hasta la finalización del sostenimiento de la bóveda y los hastiales. Se utiliza en secciones superiores a los 50 m<sup>2</sup>. Se excavan dos galerías en la base y a la derecha e izquierda del eje; se ensanchan y se construyen los hastiales. Más atrás se ataca la galería de coronación que a continuación se ensancha hasta construir la bóveda que descansará sobre los hastiales. Por último se excava la destroza, y si es necesario se excava y se reviste de solera.

Este método es costoso por sus tres galerías, pero seguro en mal terreno.

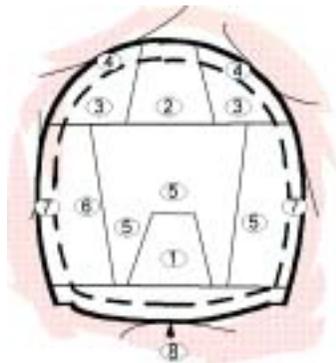


**Método de las dos galerías o método austriaco:** los austriacos desarrollaron un plan de trabajo basado en la utilización de puntales de madera formando un sistema de entibación.

Este método se caracteriza por el empleo de una galería de avance en el eje y base del túnel, donde se instala una vía de evacuación que se utiliza durante toda la obra,

Cuando la galería ha avanzado cierta longitud se perfora un pozo hacia arriba y se excava en los dos sentidos una segunda galería. Una vez perforada la galería superior se sigue como en el método belga.

Tiene la ventaja de que el trasvase de escombros a la galería inferior se hace por los pozos y sin modificaciones desde su situación original.



### 7.3. Procedimientos utilizados en el avance del túnel.

a) **Excavación con explosivos:** durante muchos años ha sido el método más empleado para excavar túneles en roca de dureza media o alta, hasta el punto de que se conoció también como Método Convencional de Excavación de Avance de Túneles. La excavación se hace en base a explosivos, su uso adecuado, en cuanto a calidad, cantidad y manejo es muy importante para el éxito de la explosión y seguridad del personal, generalmente se usa dinamita. La excavación mediante explosivo se compone de las siguientes operaciones:

- Perforación
- Carga de explosivo
- Disparo de la carga
- Evacuación de humos y ventilación
- Saneo de los hastiales y bóveda
- Carga y transporte de escombros
- Replanteo de la nueva explosión

b) **Excavaciones mecánicas con Máquina:** se consideran en este grupo las excavaciones que se avanzan con máquinas rozadoras; con excavadoras, generalmente hidráulica - brazo con martillo pesado o con cuchara, sea de tipo frontal o retro-; con tractores y cargadoras (destrozadoras) e, incluso, con herramientas de mano, generalmente hidráulicas o eléctricas.

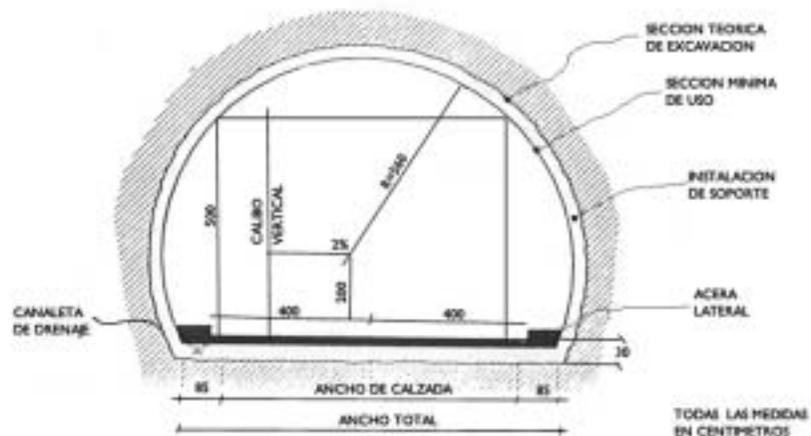
c) **Excavación mecánica con máquinas integrales no presurizadas:** esta excavación se realiza a sección completa empleando las máquinas integrales de primera generación o no presurizadas. Otro rasgo común es que, en general, la sección de excavación es circular.

d) **Excavación mecánica con máquinas integrales presurizadas:** la baja competencia del terreno suele asociarse a casos de alta inestabilidad y presencia de niveles freáticos a cota superior a la del túnel la primera solución aplicada a los escudos mecanizados abiertos para trabajar en estas condiciones fue la presurización total del Túnel.

## 8. Ilustración de la sección transversal

- Calzada bidireccional con pistas de 4m c/u.
- Veredas peatonales de 0,85 m. a cada lado.
- Canaletas de drenaje de filtraciones y derrame de líquidos.
- Canaletas para ductos.
- Gálibo útil vertical mínimo de 5 m, en todas las pistas de circulación vehicular.
- Pendiente longitudinal mínima, la que permita un adecuado drenaje.
- Zonas de aparcamiento en túneles de más de 1.000 m.

La figura muestra un esquema de la sección transversal de un túnel





**CAPÍTULO V:**  
**PROCESO DE EJECUCIÓN DE UN TÚNEL**



## A. Características del túnel de carreteras, objeto del presente trabajo



### a) Terreno:

Rocoso con grandes tramos de limos y arcillas descompuestas.

### b) Sistema constructivo:

La roca debe ser el propio elemento resistente, para lo cual hay que alterarla lo menos posible, y su capacidad debe ser mejorada mediante la utilización de elementos de sostenimiento con aplicaciones sucesivas en función de las deformaciones que se vayan observando durante la construcción.

Se utilizarán bulones. Estos bulones trabajan unido al gunitado, a la cercha o a ambos, como elementos de una estructura resistente añadida al anillo rocoso, para cerrarle o aumentarle una capacidad de autosostenimiento en función de una deformación controlada.

Se utilizará una galería de avance en el eje y base del túnel, donde se instala una vía de evacuación que se utiliza durante toda la obra.

Debido a la presencia de limos y arcillas se construirá una contrabóveda en la parte inferior del túnel.

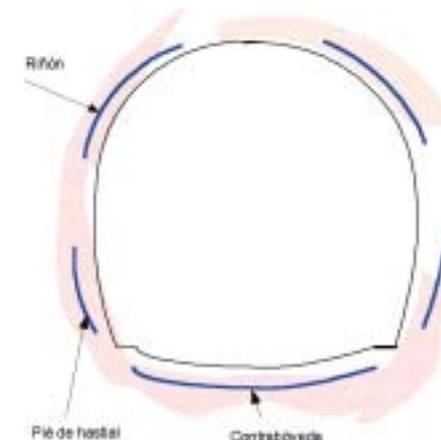
### c) Sistema de perforación:

Se utilizará *jumbo* perforador para realizar tanto las perforaciones de voladura como para la colocación de los bulones de sostenimiento.

### d) Sistema de sostenimiento:

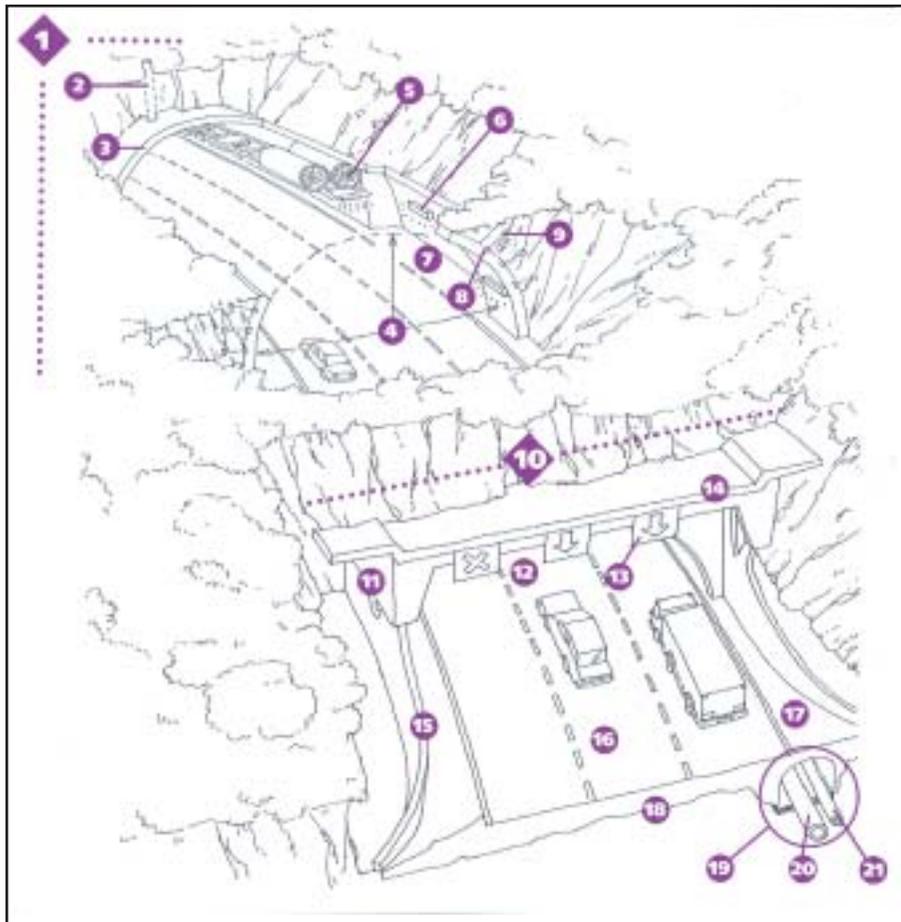
Mediante cerchas, bulones y placas desplegadas (método Bernold) acorde con el tipo de terreno y su posterior *gunitado*.

### e) Hormigonado de la bóveda por medio de carro de encofrado.



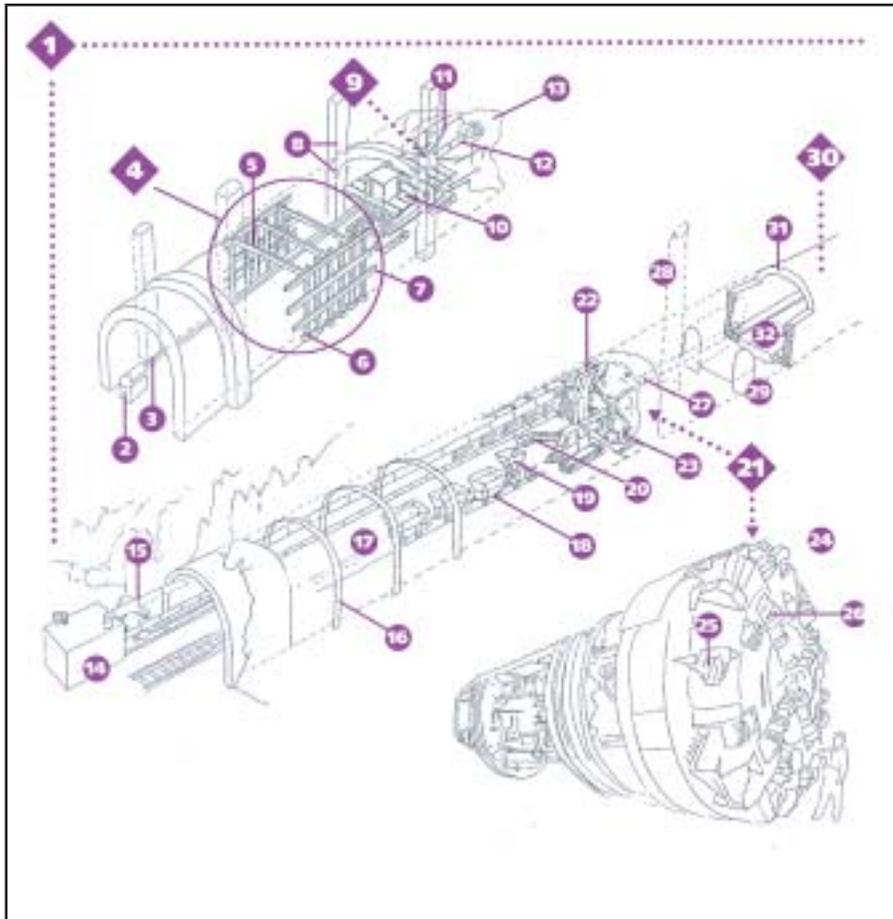
## B. Partes que componen un túnel y esquema de perforación

*Diccionario de la Generalitat*



1. Túnel
2. Pozo de ventilación, chimenea de ventilación
3. Revestimiento
4. Gálibo
5. Turboventilador
6. Punto de luz
7. Apartadero
8. Placa
9. Bulón
10. Embocadura, boca, boquilla
11. Hastial
12. Umbral
13. Semáforo de carril
14. Voladizo
15. Aleta
16. Carril reversible
17. Acera
18. Solera
19. Galería de servicios
21. Conducciones

## Esquema de perforación con tuneladora



1. Excavación del túnel
2. Compresor
3. Tubo de aire comprimido
4. Entibación
5. Travesaño, cabecero, peinazo
6. Puntal
7. Tabla de revestimiento
8. Batache
9. Jumbo
10. Plataforma
11. Martillo neumático
12. Perforadora
13. Frente de ataque
14. Estación de ventilación
15. Tubo de ventilación
16. Cimbra
17. Vía
18. Vagoneta
19. Tolva
20. Cinta transportadora
21. Escudo
22. Espolón
23. Gato de empuje
24. Placa rotaria
25. Cangilón
26. Cuchilla
27. Cale
28. Pozo de sondeo
29. Galería
30. Revestimiento
31. Bóveda
32. Hastial

## C. Máquinas más emblemáticas a utilizar

- Camión basculante



- Camión hormigonera



- Equipo compresor



- Robot de gunitado



- Retroexcavadora de cadenas



- Jumbo



- Pala Cargadora

- Bomba de hormigonado



- Plataforma elevadora



- Camión grúa

### MATERIALES

- Bulones
- Gunita
- Morteros
- Láminas de PVC
- Láminas de Polietileno
- Manta geotextil
- Cerchas metálicas
- Placas bernold
- Mallazo
- Áridos
- Tubería de PVC
- Herramienta manual
- Chapas bernold
- Hormigón
- Material de relleno
- Señales de peligro y balizamiento
- Tubería de impulsión de aire

## D. Identificación, medidas preventivas y evaluación de riesgos laborales en el proceso constructivo de túneles

### 1. EJECUCIÓN DE LA BOQUILLA

- 1.1. Replanteo de la boquilla.
- 1.2. Perforación de un anillo de sostenimiento.
- 1.3. Colocar bulones en el anillo de sostenimiento.
- 1.4. Colocación de mallazo en el frente.
- 1.5. Gunitado del perímetro de la boquilla.
- 1.6. Perforación del frente.
- 1.7. Voladura del frente.
- 1.8. Retirada de material.
- 1.9. Sostenimiento de la bóveda.
- 1.10. Gunitado de la bóveda.



### 2. AVANCE *(proceso que se repite por tramos hasta terminar la perforación)*

- 2.1. Perforación del frente de la bóveda.
- 2.2. Voladura del frente.
- 2.3. Retirada del material de voladura.
- 2.4. Sostenimiento de la bóveda.
- 2.5. Gunitado de la bóveda.



### 3. DESTROZA

- 3.1. Perforación del suelo de la bóveda.
- 3.2. voladura del suelo.
- 3.3. Retirada del material de voladura.
- 3.4. Sostenimiento de los hastiales.
- 3.5. Gunitado de los hastiales.

### 4. CONSTRUCCIÓN DE LA CONTRABÓVEDA

- 4.1. Excavación de la contrabóveda y transporte de material.
- 4.2. Colocación de armadura en la contrabóveda.
- 4.3. Hormigonado.
- 4.4. Relleno con zahorras.



### 5. IMPERMEABILIZACIÓN DE LA BÓVEDA

- 5.1. Traslado a obra y desplazamientos interiores.
- 5.2. Traslado de materiales hasta el lugar de trabajo.
- 5.3. Montaje de andamios y plataformas de trabajo.
- 5.4. Impermeabilización de túneles
- 5.5. Impermeabilización de falsos túneles.



### 6. HORMIGONADO DE LA BÓVEDA MEDIANTE CARRO DE ENCOFRADO

- 6.1. Montaje de carro de encofrado.
- 6.2. Colocación del carro en la puesta.
- 6.3. Hormigonado de la puesta.
- 6.4. Desencofrado y limpieza del carro.



### 7. COLOCACIÓN DE INSTALACIONES

- (tubería de incendios, tubería de saneamiento).*

# 1. EJECUCIÓN DE LA BOQUILLA



## 1.1. Replanteo

### DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD

- Marcar y trazar en la superficie frontal (pared) el arco que será la boca del túnel.

Para ello es necesario efectuar unos taladros en el frente de la excavación para colocar posteriormente las vainas donde se alojarán los bulones.

Los bulones son barras de acero que tienen la misión de unir los estratos alrededor de la sección excavada para formar una bóveda natural. Los bulones quedan anclados por adherencia al mortero o resina que se introduce en el fondo y a lo largo del taladro. El extremo en el exterior del taladro dispone de rosca para tuerca y arandela plana que se ajusta contra la superficie de la roca.

*Evaluación de riesgos laborales que a continuación se indican:*

**A) Trabajo en campo y B) Trabajo en obra**

Vainas para alojar bulones

Trazado del arco de la boquilla



## TRABAJO EN CAMPO

RIESGOS IDENTIFICADOS	PROBABILIDAD			CONSECUENCIAS			MAGNITUD DEL RIESGO					MEDIDAS PREVENTIVAS
	B	M	A	LD	D	ED	T	TO	MO	I	IN	
Caídas al mismo nivel por tropiezos, al salvar obstáculos o por deslizamiento del terreno		X			X				X			<ul style="list-style-type: none"> <li>- Conocimiento y reconocimiento previo del terreno.</li> <li>- Buscar los accesos y recorridos más adecuados y libres de obstáculos.</li> <li>- No transitar por zonas con peligro de desprendimientos o corrimientos de terreno.</li> <li>- Proteger los posibles corrimientos en zonas blandas con entibaciones, redes u otros medios de contención.</li> </ul>
Caídas a distinto nivel al ascender con la plataforma elevadora		X		X					X			<ul style="list-style-type: none"> <li>- Conocer y reconocer el terreno antes de acceder al él.</li> <li>- Mantener la superficie de trabajo limpia de restos de materiales de obra y bien allanada para evitar caídas por vuelco de la plataforma elevadora.</li> </ul>
Sepultamiento, aplastamiento o golpes con materiales desprendidos	X					X			X			<ul style="list-style-type: none"> <li>- No transitar por zonas con peligro de desprendimiento o corrimientos de terreno.</li> <li>- Llevar casco de seguridad.</li> <li>- Localizar un lugar estable y seguro para colocar la estación de medición.</li> </ul>
Riesgos por causas naturales: vientos, tormentas, incendios...	X					X			X			<ul style="list-style-type: none"> <li>- Informarse sobre la meteorología en la zona de trabajo.</li> <li>- Mantener contacto continuo en desplazamientos a zonas deshabitadas o de difícil acceso o en previsión de temporal.</li> <li>- Llevar elementos de localización y comunicación (mapas detallados, GPS, teléfono móvil, radio, etc.).</li> </ul>
Ataques seres vivos		X			X		X					<ul style="list-style-type: none"> <li>- Conocer la presencia en la zona de animales peligrosos y de los riesgos de su ataque.</li> <li>- Evitar en lo posible el ataque y llevar guantes, ropa, calzado o máscaras que impidan posibles picaduras o mordeduras.</li> <li>- Llevar cremas protectoras y antídotos más usuales o específicos (si los conocemos), sobre todo si se es alérgico a alguno de ellos.</li> </ul>

## TRABAJO EN OBRA

RIESGOS IDENTIFICADOS	PROBABILIDAD			CONSECUENCIAS			MAGNITUD DEL RIESGO					MEDIDAS PREVENTIVAS
	B	M	A	LD	D	ED	T	TO	MO	I	IN	
Caídas al mismo nivel por tropiezos, al salvar obstáculos o por deslizamiento del terreno		X			X				X			<ul style="list-style-type: none"> <li>- Conocimiento y reconocimiento previo del terreno.</li> <li>- Buscar accesos y recorridos más adecuados y libres de obstáculos.</li> <li>- No transitar zonas con peligro de desprendimientos o corrimientos de terreno y señalar su existencia.</li> <li>- Proteger los posibles corrimientos en zonas blandas con entibados, redes u otros medios de contención.</li> </ul>
Caídas a distinto nivel al salvar obstáculos, descender a zanjas o pozos o por deslizamientos del terreno		X			X				X			<ul style="list-style-type: none"> <li>- Señalizar los lugares con desnivel y proteger mediante vallado o protección equivalente los desniveles de obra.</li> <li>- Colocar rampas o escaleras para el acceso a zonas con desnivel.</li> <li>- Tapar pozos y arquetas.</li> <li>- Prever vías o medios de acceso y escape seguros en pozos y zanjas para casos de desprendimientos, corrimientos inundaciones, etc.</li> </ul>
Golpes y cortes durante la colocación de estacas y varillas		X		X				X				<ul style="list-style-type: none"> <li>- Utilizar herramienta con protección de manos en las tareas de clavado.</li> <li>- Utilizar guantes de protección.</li> </ul>
Exposición al ruido en trabajos junto a maquinaria		X		X				X				<ul style="list-style-type: none"> <li>- Evitar los trabajos junto a la maquinaria.</li> <li>- Llevar tapones y otra protección equivalente para utilizarla en esas ocasiones.</li> </ul>
Proyección de fragmentos durante el clavado de clavos en el frente de la boquilla	X				X			X				<ul style="list-style-type: none"> <li>- Durante el clavado en terrenos duros o con piedras sueltas, llevar gafas de protección.</li> <li>- Utilizar casco de seguridad y guantes protectores.</li> </ul>
Inhalación de polvo		X		X				X				<ul style="list-style-type: none"> <li>- Evitar el trabajo en ambientes pulvígenos y llevar mascarillas de filtro mecánico para esas ocasiones.</li> </ul>
Inhalación de gases	X					X			X			<ul style="list-style-type: none"> <li>- Llevar detector de gases o medidor de oxígeno en trabajos donde se sospeche la presencia de contaminantes o la ausencia de oxígeno.</li> <li>- En caso de comprobar la presencia de contaminantes, identificarlos mediante tubos colorimétricos y utilizar mascarillas con filtro específico o utilizar equipo autónomo de respiración. En caso de falta de oxígeno, introducirlo de forma forzada.</li> <li>- En trabajos en pozos, elaborar y seguir procedimiento para trabajo en espacios confinados.</li> </ul>

## TRABAJO EN OBRA (continuación)

RIESGOS IDENTIFICADOS	PROBABILIDAD			CONSECUENCIAS			MAGNITUD DEL RIESGO					MEDIDAS PREVENTIVAS	
	B	M	A	LD	D	ED	T	TO	MO	I	IN		
Descarga eléctrica por contacto con líneas eléctricas enterradas	X					X			X				<ul style="list-style-type: none"> <li>- Estudiar la posible presencia de líneas eléctricas enterradas y señalar su presencia y peligro.</li> <li>- En su presencia, utilizar guantes de protección y material dieléctrico.</li> </ul>
Golpes y aplastamientos por caída de materiales sueltos, desprendimientos o deslizamientos de terreno	X					X			X				<ul style="list-style-type: none"> <li>- Conocimiento y reconocimiento previo del terreno. Proteger los posibles corrimientos o desprendimientos en zonas blandas con entibaciones, redes u otros medios de contención.</li> <li>- Seleccionar lugares de trabajo y recorridos más adecuados y libres de obstáculos.</li> <li>- Llevar casco de seguridad.</li> <li>- No transitar por zonas con peligro de desprendimientos o corrimientos de terreno.</li> <li>- Localizar un lugar estable y seguro para colocar la estación de medición.</li> </ul>
Atropellos por presencia de vehículos de obra			X			X						X	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Señalizar y delimitar/aislar el campo de trabajo de las máquinas y no invadirlo durante las mediciones.</li> <li>- No trabajar en el radio de acción de la maquinaria de obra sin la presencia de una persona que coordine ambos trabajos.</li> <li>- Llevar ropa de alta visibilidad para facilitar la localización.</li> </ul>

## Ejecución de la boquilla

### DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD

Consiste en perforar y reforzar el frente del túnel denominado boquilla, mediante bulones de sostenimiento y su posterior atado a base de mallazo y gunitado.

#### Fases contempladas:

- Perforación de un anillo de sostenimiento.
- Colocación de bulones del anillo de sostenimiento.
- Colocación de mallazo en el frente.
- Gunitado u hormigón proyectado del frente:

La gunita se define como *"un mortero u hormigón transportado a través de manguera y proyectado neumáticamente sobre un soporte"*.

En la actualidad existen tres procesos diferentes de proyección, que son:

- Sistema de proyección por Vía Seca
- Sistema de proyección por Vía Semihúmeda
- Sistema de proyección por Vía Húmedo

#### Operaciones auxiliares:

- Limpieza previa al gunitado.
- Retirada de residuos.

*La evaluación de riesgos laborales que a continuación se indica corresponde a las siguientes fases:*

- 1.2 Perforación de un anillo de sostenimiento
- 1.3 Colocar bulones en el anillo de sostenimiento
- 1.4. Colocación de mallazo en el frente
- 1.5. Gunitado del frente
- 1.6. Perforación del frente
- 1.7. Voladura del frente.
- 1.8. Retirada del material
- 1.9. Sostenimiento de la bóveda
- 1.10. Gunitado de la bóveda



## 1.2. PERFORACIÓN DE UN ANILLO DE SOSTENIMIENTO

RIESGOS IDENTIFICADOS	PROBABILIDAD			CONSECUENCIAS			MAGNITUD DEL RIESGO					MEDIDAS PREVENTIVAS
	B	M	A	LD	D	ED	T	TO	MO	I	IN	
Atrapamiento de manos y o pies		X			X				X			- Utilizar la taladradora entre dos personas. Respetar en todo momento el procedimiento de trabajo.
Riesgos de caída desde la barquilla		X				X				X		- Emplear barandillas a un metro de altura, así como barra intermedia y rodapiés. - Estacionar la plataforma en una zona libre de restos de material de obra.
Absorción de polvo y de residuos de la perforación		X			X				X			- En las tareas de taladrado, y en las que se formen nubes de polvo es necesario emplear mascarilla antipolvo para evitar inhalación de partículas en suspensión.
Vibraciones transmitidas al operario de la perforadora		X			X				X			- Realizar un mantenimiento continuo de la máquina, utilizar guantes durante la manipulación.
Atrapamiento por deslizamiento de los materiales a estabilizar		X				X				X		- Mantenerse alejado de la zona con riesgo de caída de materiales hasta que la zona se limpie de restos de elementos de excavación.
Alcance a terceras personas por el equipo de proyectado		X			X				X			- El robot de gunitado será utilizado por una persona, que dirigirá la proyección según el procedimiento de trabajo, el resto de trabajadores permanecerán fuera del radio de acción de la máquina.
Caída de personas a distinto nivel		X				X				X		- Utilizar los asideros para subir y bajar de la máquina sin sufrir caídas. - Las guindolas dispondrán de barra intermedia y barandilla superior, además dispondrán de rodapiés. - Se estacionará la plataforma de forma adecuada teniendo en cuenta las irregularidades del terreno y perpendicular al frente de trabajo.
Caída de personas al mismo nivel		X			X				X			- Mantener el entorno de trabajo limpio de restos de material de obra. - Reforzar la zona de iluminación artificial si la tarea lo requiere.
Caída de objetos por desplome o derrumbamiento		X				X				X		- Evitar la presencia de operarios bajo las zonas de trabajo cuando se estén realizando labores con riesgo de caída de materiales o cuando el material no esté totalmente estabilizado.
Caída de objetos por manipulación		X			X				X			- Las tareas de barrenado se realizarán entre dos personas para manipular los barrenos y el resto de elementos con seguridad y con garantías de seguridad.
Caída de objetos desprendidos		X				X				X		- Durante los trabajos de sostenimiento los operarios se mantendrán alejados de la zona de actuación a excepción de las personas que manejen el jumbo.
Pisadas sobre objetos		X			X			X				- Mantener el entorno de trabajo libre de materiales de obra retirando los materiales de excavación una vez que se hayan realizado las labores de saneo de hastiales y de la bóveda.

**PERFORACIÓN DE UN ANILLO DE SOSTENIMIENTO** (continuación)

RIESGOS IDENTIFICADOS	PROBABILIDAD			CONSECUENCIAS			MAGNITUD DEL RIESGO					MEDIDAS PREVENTIVAS	
	B	M	A	LD	D	ED	T	TO	MO	I	IN		
Golpes contra objetos inmóviles	X				X			X					- Garantizar una iluminación adecuada en el área de trabajo.
Golpes con objetos o herramientas	X				X			X					- Emplear las herramientas adecuadas en cada tarea teniendo en cuenta el procedimiento de trabajo.
Proyección de fragmentos o partículas		X			X				X				- Es preciso emplear gafas protectoras en las tareas con riesgo de proyección de partículas.
Atrapamiento por o entre objetos		X				X					X		- Utilizar la taladradora entre dos personas. Respetar en todo momento el procedimiento de trabajo.
Sobreesfuerzos		X			X					X			- No cargar con más de 25 Kgs o solicitar ayuda de otras personas si el peso es mayor, no se deben de adoptar posturas forzadas durante el levantamiento, utilizar ayudas mecánicas. - Agarrar adecuadamente la carga según forma y tamaño y elevarla flexionando las rodillas, y no la espalda. - Separar los pies para proporcionar una postura estable y equilibrada para el levantamiento, colocando un pie más adelantado que el otro en la dirección del movimiento. - No girar el tronco ni adoptar posturas forzadas, girar completamente el cuerpo. - Si el levantamiento es desde el suelo hasta una altura importante, apoyar la carga a medio camino para poder cambiar el agarre, depositando primero la carga y después ajustarla si fuera necesario. - Realizar los levantamientos de forma espaciada.
Contactos térmicos	X				X			X					- Mantener las partes calientes de las máquinas protegidas mediante carcasas fijadas mediante tornillos.
Exposición a contactos eléctricos	X				X			X					- Es preciso que la instalación eléctrica se encuentre en un buen estado de utilización para evitar contactos eléctricos directos e indirectos.
Atropellos, golpes, y choques con vehículos		X				X					X		- Mantenerse alejados del radio de acción de las máquinas, desplazarse por zonas con un buen nivel de iluminación.
Accidentes de tránsito	X					X			X				- Todas las máquinas dispondrán de señalización de marcha atrás y señal acústica de marcha atrás. - Los operarios no circularán en el entorno de las máquinas cuando estas se encuentren en funcionamiento.
Agentes químicos (polvo, gas, vapor, humo, niebla)		X			X				X				- En situaciones de polvo originado por el taladrado o la gunita será necesario utilizar mascarillas protectoras adecuadas.

### 1.3. COLOCAR BULONES EN EL ANILLO DE SOSTENIMIENTO

RIESGOS IDENTIFICADOS	PROBABILIDAD			CONSECUENCIAS			MAGNITUD DEL RIESGO					MEDIDAS PREVENTIVAS
	B	M	A	LD	D	ED	T	TO	MO	I	IN	
Atrapamiento de manos y o pies		X			X				X			- Utilizar la taladradora entre dos personas. Respetar en todo momento el procedimiento de trabajo.
Riesgos de caída desde la barquilla	X				X			X				- Emplear barandillas a un metro de altura, así como barra intermedia y rodapiés. - Estacionar la plataforma en una zona libre de restos de material de obra.
Absorción de polvo y de residuos de la excavación		X			X				X			- En las tareas de taladrado, y en las que se formen nubes de polvo es necesario emplear mascarilla antipolvo para evitar inhalación de partículas en suspensión.
Vibraciones transmitidas al operario de la perforadora		X			X				X			- Realizar un mantenimiento continuo de la máquina, utilizar guantes durante la manipulación.
Atrapamiento por deslizamiento de los materiales a estabilizar		X				X				X		- Mantenerse alejado de la zona con riesgo de caída de materiales hasta que la zona se limpie de restos de elementos de excavación.
Caída de personas a distinto nivel		X			X				X			- Utilizar los asideros para subir y bajar de la máquina sin sufrir caídas. - Las guindolas dispondrán de barra intermedia y barandilla superior, además dispondrán de rodapiés.
Caída de personas al mismo nivel		X			X				X			- Mantener el entorno de trabajo limpio de restos de material de obra. Reforzar la zona de iluminación artificial si la tarea lo requiere.
Caída de objetos por desplome o derrumbamiento	X					X			X			- Evitar la presencia de operarios bajo las zonas de trabajo cuando se estén realizando labores con riesgo de caída de materiales o cuando el material no esté totalmente estabilizado.
Caída de objetos por manipulación		X		X				X				- Las tareas de colocación de barras se realizarán entre dos personas para manipular los barrenos y el resto de elementos con seguridad y con garantías de seguridad.
Caída de objetos desprendidos		X			X				X			- Durante los trabajos de sostenimiento los operarios se mantendrán alejados de la zona de actuación a excepción de las personas que manejen el jumbo.
Pisadas sobre objetos		X		X				X				- Mantener el entorno de trabajo libre de materiales de obra retirando los materiales de excavación una vez que se hayan realizado las labores de saneo de hastiales y de la bóveda.
Golpes contra objetos inmóviles	X				X			X				- Garantizar una iluminación adecuada en el área de trabajo.

**COLOCAR BULONES EN EL ANILLO DE SOSTENIMIENTO** (continuación)

RIESGOS IDENTIFICADOS	PROBABILIDAD			CONSECUENCIAS			MAGNITUD DEL RIESGO					MEDIDAS PREVENTIVAS
	B	M	A	LD	D	ED	T	TO	MO	I	IN	
Golpes contra objetos inmóviles		X			X				X			- Respetar los procedimientos de trabajo, evitar el tránsito de operarios en el entorno de las máquinas.
Golpes con objetos o herramientas	X				X			X				- Emplear las herramientas adecuadas en cada tarea teniendo en cuenta el procedimiento de trabajo.
Proyección de fragmentos o partículas	X				X			X				- Es preciso emplear gafas protectoras en las tareas con riesgo de proyección de partículas.
Atrapamiento por o entre objetos		X				X				X		- Utilizar la taladradora entre dos personas. Respetar en todo momento el procedimiento de trabajo.
Sobreesfuerzos		X			X				X			- No cargar con más de 25 Kgs o solicitar ayuda de otras personas si el peso es mayor, no se deben de adoptar posturas forzadas durante el levantamiento, utilizar ayudas mecánicas. - Agarrar adecuadamente la carga según forma y tamaño y elevarla flexionando las rodillas, y no la espalda. - Separar los pies para proporcionar una postura estable y equilibrada para el levantamiento, colocando un pie más adelantado que el otro en la dirección del movimiento. - No girar el tronco ni adoptar posturas forzadas, girar completamente el cuerpo. - Si el levantamiento es desde el suelo hasta una altura importante, apoyar la carga a medio camino para poder cambiar el agarre, depositando primero la carga y después ajustarla si fuera necesario. - Realizar los levantamientos de forma espaciada.
Contactos térmicos	X				X			X				- Mantener las partes calientes de las máquinas protegidas mediante carcasas fijadas mediante tornillos.
Exposición a contactos eléctricos	X				X			X				- Es preciso que la instalación eléctrica se encuentre en un buen estado de utilización, disponer de toma a tierra para eliminar tensiones. - Revisar los elementos eléctricos y conexiones antes de comenzar el trabajo.
Contacto con sustancias cáusticas y corrosivas		X			X				X			- Disponer de ropa de trabajo, gafas protectoras y otros elementos que eviten el contacto con la lechada de cemento.
Atropellos, golpes, y choques con vehículos	X					X			X			- Mantenerse alejados del radio de acción de las máquinas, desplazarse por zonas donde se observe buena visibilidad. - Disponer de viales diferenciados para peatones y para vehículos de obra. - Mantener iluminación adecuada en la zona evitando deslumbramientos y sombras.
Accidentes de tránsito	X					X			X			- Todas las máquinas dispondrán de señalización de marcha atrás y señal acústica de marcha atrás. - Los operarios no circularán en el entorno de las máquinas cuando estas se encuentren en funcionamiento. - Las máquinas de obra respetarán los límites de velocidad en el recorrido del túnel. - Será obligatorio disponer de ropa de alta visibilidad en todo momento. - Se dispondrá de viales diferenciados para máquina de obra y operarios de la obra.
Agentes físicos (ruido, vibraciones)		X			X				X			- Emplear protectores auditivos en las tareas en las que el nivel sonoro, así como cuando la confluencia de vehículos lo haga necesario.

## 1.4. COLOCACIÓN DE MALLAZO EN EL FRENTE

RIESGOS IDENTIFICADOS	PROBABILIDAD			CONSECUENCIAS			MAGNITUD DEL RIESGO					MEDIDAS PREVENTIVAS
	B	M	A	LD	D	ED	T	TO	MO	I	IN	
Atrapamiento de manos y o pies		X			X				X			- Utilizar la taladradora entre dos personas. - Respetar en todo momento el procedimiento de trabajo.
Dermatitis por contacto con redondos de hierro		X			X				X			- Disponer de ropa de trabajo, guantes protectores y otros elementos que eviten el contacto con el mallazo.
Riesgos de caída desde la barquilla	X					X			X			- Emplear barandillas a un metro de altura, así como barra intermedia y rodapiés. - Estacionar la plataforma en una zona libre de restos de material de obra.
Cortes por o entre objetos		X			X				X			- Es necesario emplear guantes para la manipulación del mallazo y su colocación definitiva en las placas roscadas.
Ruido ambiental		X			X				X			- Utilizar protectores auditivos durante las tareas en las que se produzcan elevados niveles de ruido.
Atrapamiento por deslizamiento de los materiales a estabilizar		X				X				X		- Mantenerse alejado de la zona con riesgo de caída de materiales hasta que la zona se limpie de restos de elementos de excavación.
Caída de personas a distinto nivel		X				X				X		- Utilizar los asideros para subir y bajar de la máquina sin sufrir caídas. - Las guindolas dispondrán de barra intermedia y barandilla superior, además dispondrán de rodapiés.
Caída de personas al mismo nivel		X			X				X			- Mantener el entorno de trabajo limpio de restos de material de obra. - Reforzar la zona de iluminación artificial si la tarea lo requiere.
Caída de objetos por desplome o derrumbamiento	X					X			X			- Evitar la presencia de operarios bajo las zonas de trabajo cuando se estén realizando labores con riesgo de caída de materiales o cuando el material no esté totalmente estabilizado.
Caída de objetos por manipulación		X			X				X			- Las tareas de barrenado se realizarán entre dos personas para manipular los barrenos y el resto de elementos con seguridad y con garantías de seguridad.
Caída de objetos desprendidos		X			X	X			X			- Durante los trabajos de sostenimiento los operarios se mantendrán alejados de la zona de actuación a excepción de las personas que manejen la manipuladora telecópica.
Pisadas sobre objetos		X		X				X				- Mantener el entorno de trabajo libre de materiales de obra retirando los materiales de excavación una vez que se hayan realizado las labores de saneo del frente.
Golpes contra objetos inmóviles	X				X			X				- Garantizar una iluminación adecuada en el área de trabajo. - Balizar las máquinas y la zona de trabajo para evitar el acceso de personas ajenas al tajo.

**COLOCACIÓN DE MALLAZO EN EL FRENTE** (continuación)

RIESGOS IDENTIFICADOS	PROBABILIDAD			CONSECUENCIAS			MAGNITUD DEL RIESGO					MEDIDAS PREVENTIVAS
	B	M	A	LD	D	ED	T	TO	MO	I	IN	
Golpes contra objetos inmóviles		X			X				X			<ul style="list-style-type: none"> <li>- Respetar los procedimientos de trabajo, evitar el tránsito de operarios en el entorno de las máquinas.</li> <li>- Balizar la zona de trabajo para evitar el acceso de operarios ajenos al tajo.</li> </ul>
Golpes con objetos o herramientas	X				X			X				<ul style="list-style-type: none"> <li>- Emplear las herramientas adecuadas en cada tarea teniendo en cuenta el procedimiento de trabajo.</li> <li>- Utilizar los equipos de protección individual adecuados para la tarea.</li> </ul>
Proyección de fragmentos o partículas		X			X				X			<ul style="list-style-type: none"> <li>- Es preciso emplear gafas protectoras en las tareas con riesgo de proyección de partículas.</li> </ul>
Atrapamiento por o entre objetos		X				X				X		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Utilizar la taladradora entre dos personas.</li> <li>- Respetar en todo momento el procedimiento de trabajo.</li> </ul>
Sobreesfuerzos		X			X				X			<ul style="list-style-type: none"> <li>- No cargar con más de 25 Kgs o solicitar ayuda de otras personas si el peso es mayor, no se deben de adoptar posturas forzadas durante el levantamiento, utilizar ayudas mecánicas.</li> <li>- Agarrar adecuadamente la carga según forma y tamaño y elevarla flexionando las rodillas, y no la espalda.</li> <li>- Separar los pies para proporcionar una postura estable y equilibrada para el levantamiento, colocando un pie más adelantado que el otro en la dirección del movimiento.</li> <li>- No girar el tronco ni adoptar posturas forzadas, girar completamente el cuerpo.</li> <li>- Si el levantamiento es desde el suelo hasta una altura importante, apoyar la carga a medio camino para poder cambiar el agarre, depositando primero la carga y después ajustarla si fuera necesario.</li> <li>- Realizar los levantamientos de forma espaciada.</li> </ul>
Contactos térmicos	X				X			X				<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mantener las partes calientes de las máquinas protegidas mediante carcasas fijadas mediante tornillos.</li> </ul>
Exposición a contactos eléctricos	X				X			X				<ul style="list-style-type: none"> <li>- Es preciso que la instalación eléctrica se encuentre en un buen estado, colocar derivación a tierra para eliminar tensiones eléctricas.</li> <li>- Revisar elementos eléctricos y conexiones antes de comenzar el trabajo.</li> </ul>
Atropellos, golpes, y choques con vehículos	X					X			X			<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mantenerse alejados del radio de acción de las máquinas, desplazarse por zonas donde se observe buena visibilidad.</li> </ul>
Incendios		X			X				X			<ul style="list-style-type: none"> <li>- Posibilidad de generar incendios en la vegetación del propio talud como consecuencia de las chispas generadas por las máquina cortadoras de mallazo y trozos de bulones.</li> </ul>
Accidentes de tránsito	X					X			X			<ul style="list-style-type: none"> <li>- Todas las máquinas dispondrán de señalización de marcha atrás y señal acústica de marcha atrás.</li> <li>- Los operarios no circularán en el entorno de las máquinas cuando estas se encuentren en funcionamiento.</li> <li>- Utilizar ropa de alta visibilidad.</li> <li>- Diferenciar los accesos de los peatones con las vías utilizadas por los vehículos de obra.</li> </ul>
Agentes físicos (ruido, vibraciones, radiaciones ionizantes)		X				X			X			<ul style="list-style-type: none"> <li>- Emplear protectores auditivos en las tareas de cortado de mallazo y de trozos de bulones sobrantes, así como cuando la confluencia de vehículos lo haga necesario.</li> </ul>

## 1.5. GUNITADO DEL PERIMETRO DE LA BOQUILLA

RIESGOS IDENTIFICADOS	PROBABILIDAD			CONSECUENCIAS			MAGNITUD DEL RIESGO					MEDIDAS PREVENTIVAS
	B	M	A	LD	D	ED	T	TO	MO	I	IN	
Atrapamiento de manos y o pies		X			X				X			- Utilizar el robot de gunitado por una persona respetando en todo momento el procedimiento de trabajo.
Dermatitis por contacto con cemento		X			X				X			- Disponer de ropa de trabajo adecuada, gafas protectoras y otros elementos que eviten el contacto con el cemento.
Ruido ambiental		X			X				X			- Utilizar protectores auditivos durante las tareas en las que se produzcan elevados niveles de ruido.
Atrapamiento por deslizamiento de los materiales a estabilizar		X				X				X		- Mantenerse alejado de la zona con riesgo de caída de materiales hasta que la zona se limpie de restos de elementos de excavación.
Absorción de polvo de cemento		X			X				X			- En las tareas de gunitado es necesario emplear mascarilla antipolvo para evitar inhalar partículas de polvo en suspensión.
Alcance a terceras personas por el equipo de proyectado		X			X				X			- El robot de gunitado será empleado por una persona cualificada, que dirigirá la proyección según el procedimiento de trabajo, el resto de trabajadores permanecerán fuera del radio de acción del robot.
Caída de personas a distinto nivel		X				X				X		- Utilizar los asideros para subir y bajar de la máquina sin sufrir caídas. - Las guindolas dispondrán de barra intermedia y barandilla superior, además dispondrán de rodapiés.
Caída de personas al mismo nivel	X				X			X				- Mantener el entorno de trabajo limpio de restos de material de obra. - Reforzar la zona de iluminación artificial si la tarea lo requiere.
Caída de objetos por desplome o derrumbe	X					X			X			- Evitar la presencia de operarios bajo las zonas de trabajo cuando se estén realizando labores con riesgo de caída de materiales o cuando el material no esté totalmente estabilizado.
Pisadas sobre objetos		X		X				X				- Mantener el entorno de trabajo libre de materiales de obra retirando los materiales de excavación una vez que se hayan realizado las labores de saneo del frente.
Golpes contra objetos inmóviles	X			X			X					- Garantizar una iluminación adecuada en el área de trabajo. - Balizar la zona de trabajo. - Utilizar ropa de alta visibilidad.

**GUNITADO DEL PERIMETRO DE LA BOQUILLA (continuación)**

RIESGOS IDENTIFICADOS	PROBABILIDAD			CONSECUENCIAS			MAGNITUD DEL RIESGO					MEDIDAS PREVENTIVAS
	B	M	A	LD	D	ED	T	TO	MO	I	IN	
Golpes contra objetos inmóviles		X			X				X			- Respetar los procedimientos de trabajo, evitar el tránsito de operarios en el entorno de las máquinas.
Golpes con objetos o herramientas	X				X			X				- Emplear las herramientas adecuadas en cada tarea teniendo en cuenta el procedimiento de trabajo.
Proyección de fragmentos o partículas		X			X				X			- Es preciso emplear gafas protectoras en las tareas con riesgo de proyección de partículas.
Contactos térmicos	X				X			X				- Mantener las partes calientes de las máquinas protegidas mediante carcasas fijadas mediante tornillos.
Exposición a contactos eléctricos	X					X			X			- Es preciso que la instalación eléctrica se encuentre en buen estado de utilización. - Revisar elementos eléctricos y conexiones antes de comenzar el trabajo. - Colocar derivaciones a tierra para evitar tensiones.
Contacto con sustancias cáusticas y corrosivas		X			X				X			- Disponer de ropa de trabajo, gafas protectoras y otros elementos que eviten el contacto con el cemento.
Atropellos, golpes, y choques con vehículos	X					X			X			- Mantenerse alejados del radio de acción de las máquinas, desplazarse por zonas donde se observe buena visibilidad. - Emplear ropa de alta visibilidad. - Respetar los límites de velocidad. - Balizar la zona de trabajo. - Diferenciar la zona de tránsito de vehículos y la zona de acceso de operarios de la obra.
Accidentes de tránsito	X					X			X			- Todas las máquinas dispondrán de señalización de marcha atrás y señal acústica de marcha atrás. Los operarios no circularán en el entorno de las máquinas cuando estas se encuentren en funcionamiento.
Agentes químicos (polvo, gas, vapor, humo, niebla)		X				X				X		- Los operarios del robot de gunitado utilizarán mascarillas de protección para evitar la inhalación de polvo procedente de la operación de proyectado del hormigón.
Agentes físicos (ruido, vibraciones)		X				X				X		- El operario que utiliza el robot de gunitado empleará protectores auditivos durante la operación de proyectado. - Los operarios que trabajen con el resto de máquinas permanecerán con la cabina cerrada para evitar la exposición a ruido ambiental.

## 1.6. PERFORACIÓN DEL FRENTE

RIESGOS IDENTIFICADOS	PROBABILIDAD			CONSECUENCIAS			MAGNITUD DEL RIESGO					MEDIDAS PREVENTIVAS
	B	M	A	LD	D	ED	T	TO	MO	I	IN	
Atrapamiento de manos y o pies		X			X				X			<ul style="list-style-type: none"> <li>- Utilizar la taladradora entre dos personas.</li> <li>- Respetar en todo momento el procedimiento de trabajo.</li> </ul>
Riesgos de caída desde la barquilla	X					X			X			<ul style="list-style-type: none"> <li>- Emplear barandillas a un metro de altura, así como barra intermedia y rodapiés.</li> <li>- Estacionar la plataforma en una zona libre de restos de material de obra.</li> <li>- Mantener un nivel adecuado de iluminación en la zona evitando sombras y deslumbramientos.</li> </ul>
Absorción de polvo y de residuos de la perforación		X			X				X			<ul style="list-style-type: none"> <li>- En las tareas de taladrado, y en las que se formen nubes de polvo es necesario emplear mascarilla antipolvo para evitar inhalación de partículas en suspensión.</li> <li>- Mantener un nivel de renovación de aire adecuado en el frente de trabajo en función de la tarea a desarrollar.</li> </ul>
Vibraciones transmitidas al operario de perforadora		X			X				X			<ul style="list-style-type: none"> <li>- Realizar un mantenimiento periódico de la máquina, utilizar guantes durante la manipulación.</li> </ul>
Atrapamiento por deslizamiento de los materiales a estabilizar		X				X				X		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mantenerse alejado de la zona con riesgo de caída de materiales hasta que la zona se limpie de restos de elementos de excavación.</li> </ul>
Caída de personas a distinto nivel		X				X				X		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Utilizar los asideros para subir y bajar de la máquina sin sufrir caídas, manteniendo tanto el calzado como los asideros libres de barro</li> <li>- Las guindolas dispondrán de barra intermedia y barandilla superior, además dispondrán de rodapiés.</li> <li>- Se estacionará la plataforma de forma adecuada teniendo en cuenta las irregularidades del terreno y perpendicular al frente de trabajo.</li> <li>- Mantener un nivel adecuado de iluminación en la zona.</li> <li>- La zona de trabajo permanecerá limpia de material de excavación y de restos de material de obra.</li> </ul>
Caída de personas al mismo nivel		X			X				X			<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mantener el entorno de trabajo limpio de restos de material de obra.</li> <li>- Reforzar y mantener la zona con iluminación artificial adecuada evitando deslumbramientos y sombras.</li> </ul>
Caída de objetos por desplome o derrumbe	X					X			X			<ul style="list-style-type: none"> <li>- Evitar la presencia de operarios bajo las zonas de trabajo cuando se estén realizando labores con riesgo de caída de materiales o cuando el material no esté totalmente estabilizado.</li> <li>- Balizar la zona de trabajo.</li> </ul>
Caída de objetos por manipulación		X			X				X			<ul style="list-style-type: none"> <li>- Las tareas de barrenado se realizarán entre dos personas para manipular los barrenos y el resto de elementos con garantías de seguridad.</li> </ul>
Caída de objetos desprendidos		X			X				X			<ul style="list-style-type: none"> <li>- Durante los trabajos de sostenimiento los operarios se mantendrán alejados de la zona de actuación a excepción de las personas que manejen el jumbo.</li> <li>- Balizar la zona de trabajo.</li> <li>- Garantizar un nivel de iluminación adecuado en la zona de trabajo evitando sombras y deslumbramientos.</li> </ul>
Pisadas sobre objetos		X		X				X				<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mantener el entorno de trabajo libre de materiales de obra retirando los materiales de excavación una vez que se hayan realizado las labores de saneo del frente de la bóveda.</li> <li>- Mantener un nivel de iluminación adecuado en la zona de trabajo.</li> </ul>

**PERFORACIÓN DEL FRENTE** (continuación)

RIESGOS IDENTIFICADOS	PROBABILIDAD			CONSECUENCIAS			MAGNITUD DEL RIESGO					MEDIDAS PREVENTIVAS
	B	M	A	LD	D	ED	T	TO	MO	I	IN	
Golpes contra objetos inmóviles		X			X				X			<ul style="list-style-type: none"> <li>- Garantizar una iluminación adecuada en el área de trabajo evitando sombras y deslumbramientos.</li> <li>- Balizar la zona de trabajo.</li> <li>- Respetar los procedimientos de trabajo, evitar el tránsito de operarios en el entorno de las máquinas.</li> </ul>
Golpes contra objetos móviles		X			X				X			<ul style="list-style-type: none"> <li>- Iluminación adecuada del área de trabajo, evitando sombras y deslumbramientos.</li> <li>- Diferenciar las zonas de tránsito de vehículos de obra y las de los operarios balizando la zona convenientemente.</li> <li>- Emplear ropa de trabajo de alta visibilidad.</li> </ul>
Golpes con objetos o herramientas		X			X				X			<ul style="list-style-type: none"> <li>- Emplear las herramientas adecuadas en cada tarea teniendo en cuenta el procedimiento de trabajo.</li> </ul>
Proyección de fragmentos o partículas		X				X				X		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Es preciso emplear gafas protectoras en las tareas con riesgo de proyección de partículas.</li> <li>- Balizar la zona de trabajo.</li> </ul>
Atrapamiento por o entre objetos		X			X				X			<ul style="list-style-type: none"> <li>- Utilizar la taladradora entre dos personas.</li> <li>- Respetar en todo momento el procedimiento de trabajo.</li> </ul>
Sobreesfuerzos		X			X				X			<ul style="list-style-type: none"> <li>- No cargar con más de 25 Kgs o solicitar ayuda de otras personas si el peso es mayor, no se deben de adoptar posturas forzadas durante el levantamiento, utilizar ayudas mecánicas.</li> <li>- Agarrar adecuadamente la carga según forma y tamaño y elevarla flexionando las rodillas, y no la espalda.</li> <li>- Separar los pies para proporcionar una postura estable y equilibrada para el levantamiento, colocando un pie más adelantado que el otro en la dirección del movimiento.</li> <li>- No girar el tronco ni adoptar posturas forzadas, girar completamente el cuerpo.</li> <li>- Si el levantamiento es desde el suelo hasta una altura importante, apoyar la carga a medio camino para poder cambiar el agarre, depositando primero la carga y después ajustarla si fuera necesario.</li> <li>- Realizar los levantamientos de forma espaciada.</li> </ul>
Contactos térmicos	X				X			X				<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mantener las partes calientes de las máquinas protegidas mediante carcasas fijadas mediante tornillos.</li> </ul>
Exposición a contactos eléctricos		X			X				X			<ul style="list-style-type: none"> <li>- Es preciso que la instalación eléctrica se encuentre en un buen estado de utilización.</li> <li>- Revisar elementos eléctricos y conexiones antes de comenzar el trabajo.</li> <li>- Colocar derivación a tierra para eliminar tensiones.</li> </ul>
Atropellos, golpes, y choques con vehículos		X				X				X		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mantenerse alejados del radio de acción de las máquinas, desplazarse por zonas donde se observe buena visibilidad.</li> <li>- Disponer de un nivel de iluminación adecuada en la zona evitando deslumbramientos y sombras.</li> </ul>
Accidentes de tránsito		X				X				X		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Todas las máquinas dispondrán de señalización de marcha atrás y señal acústica de marcha atrás.</li> <li>- Los operarios no circularán en el entorno de las máquinas cuando estas se encuentren en funcionamiento.</li> <li>- Disponer de un nivel de iluminación adecuada en la zona evitando deslumbramientos y sombras.</li> <li>- Utilizar ropa de trabajo de alta visibilidad.</li> </ul>
Agentes químicos (polvo, gas, vapor, humo, niebla)		X				X				X		<ul style="list-style-type: none"> <li>- En situaciones de polvo originado por el taladrado será necesario utilizar mascarillas protectoras adecuadas.</li> <li>- Será imprescindible mantener un nivel de renovación de aire adecuado a la tarea a realizar.</li> </ul>

## 1.7. VOLADURA DEL FRENTE

RIESGOS IDENTIFICADOS	PROBABILIDAD			CONSECUENCIAS			MAGNITUD DEL RIESGO					MEDIDAS PREVENTIVAS	
	B	M	A	LD	D	ED	T	TO	MO	I	IN		
Caída de personas a distinto nivel en saneo de bloques		X				X					X		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Las áreas de trabajo en las que el avance de la excavación determine riesgo de caída de altura, se acotarán debidamente con barandilla de 90 cm de altura siempre que se prevea circulación de personas o vehículos en las inmediaciones.</li> </ul>
Explosión fuera de control		X				X					X		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Los detonadores eléctricos se almacenarán en lugar seguro.</li> <li>- Se utilizarán por orden de antigüedad respecto a la fecha de fabricación.</li> <li>- Asegurarse de una eficaz puesta a tierra del vehículo utilizado para el transporte, la electricidad estática puede hacerlos explotar.</li> <li>- Transportarlos en el interior de los envases de origen o en las cartucheras especiales.</li> <li>- Llevarlos siempre cortocircuitados.</li> <li>- No aproximar los detonadores al frente hasta finalizar la perforación.</li> <li>- Utilizar un explosor de potencia adecuada, no utilice baterías o líneas de corriente.</li> <li>- No utilizar detonadores de fabricantes distintos en un mismo circuito de pega.</li> <li>- En caso de fallo esperar un mínimo de 5 minutos antes de recoger la zona.</li> <li>- Guardar la llave de explosión en su bolsillo.</li> </ul>
Barrenos fallidos		X				X					X		<ul style="list-style-type: none"> <li>- No cebar, no descargar un barreno fallido.</li> <li>- Señalizar bien los barrenos fallidos.</li> <li>- Si es posible técnicamente volver a disparar los barrenos fallidos redoblando las precauciones.</li> <li>- Se eliminarán barrenos fallidos mediante barrenos en paralelo a 20 cm.</li> <li>- Dirigido por un técnico experto, extraer del barreno el explosivo mediante agua y aire a presión, prohibiéndose el uso en la operación de útiles metálicos.</li> <li>- Los barrenos descabezados se explotarán mediante otro cartucho cebado a una distancia máxima de 15 cm cubierto con arcilla.</li> <li>- No continuar la perforación en un barreno fallido.</li> <li>- No desmontar los detonadores.</li> <li>- No almacenar detonadores junto al explosivo.</li> <li>- Efectuar en el cartucho el cebado adecuado antes de introducir el detonador, utilizar el punzón.</li> <li>- Se utilizarán en cada voladura detonadores de idéntica potencia y marca.</li> </ul>
Derrumbamientos inesperados		X				X					X		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Los frentes de trabajo se sanearán siempre que existan bloques sueltos o zonas inestables. Las áreas de trabajo en las que el avance de la excavación determine riesgo de caída de altura se acotarán, con barandilla de 90 cm de altura siempre que se prevea circulación de personas o vehículos en las inmediaciones.</li> </ul>
Proyección de piedras o rocas			X			X						X	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Se evitará que en la zona en la cual se va a proceder a la voladura existan personas no autorizadas.</li> <li>- Se respetará en todo momento las distancias de seguridad marcadas en el plan de voladuras.</li> </ul>
Explosión por almacenamiento incorrecto previo a la carga en las perforaciones	X					X				X			<ul style="list-style-type: none"> <li>- Se almacenarán en lugar seguro. Se utilizarán por orden de antigüedad respecto a la fecha de fabricación.</li> <li>- Asegurarse de una eficaz toma a tierra del vehículo utilizado para el transporte.</li> <li>- La electricidad estática puede hacerlos explotar.</li> </ul>
Explosión por transporte incorrecto	X					X				X			<ul style="list-style-type: none"> <li>- Transportarlos en el interior de los envases de origen o en las cartucheras especiales para ellos.</li> <li>- Llevarlos siempre cortocircuitados.</li> </ul>

**VOLADURA DEL FRENTE** (continuación)

RIESGOS IDENTIFICADOS	PROBABILIDAD			CONSECUENCIAS			MAGNITUD DEL RIESGO					MEDIDAS PREVENTIVAS	
	B	M	A	LD	D	ED	T	TO	MO	I	IN		
<b>Daños a terceros por irrumpir en tajos, por ondas aéreas y vibraciones</b>			X			X						X	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Se evitará que en la zona que se va a realizar la voladura existan personas no autorizadas.</li> <li>- Se contará con la presencia de miembros del Cuerpo de la Guardia Civil, para el control del explosivo y de la presencia de personas ajenas a la obra.</li> <li>- Una vez cortado el tráfico de las inmediaciones y situado el personal a una distancia de seguridad y la comprobación de la no existencia de personas ajenas a la obra se procederá a la detonación de la carga explosiva.</li> </ul>
<b>Desplazamientos y desprendimientos del terreno</b>		X				X					X		<ul style="list-style-type: none"> <li>- En todo momento se mantendrán las zonas de trabajo limpias y ordenadas.</li> <li>- A nivel del suelo se acotarán las áreas de trabajo siempre que se prevea la circulación de personas o vehículos y se colocarán las señales: riesgo de caídas a distinto nivel y maquinaria pesada en movimiento.</li> </ul>
<b>Atropellos y golpes de máquina</b>		X				X					X		<ul style="list-style-type: none"> <li>- A nivel del suelo se acotarán las áreas de trabajo siempre que se prevea la circulación de personas o vehículos y se colocarán las señales: riesgo de caídas a distinto nivel y maquinaria pesada en movimiento.</li> <li>- Los caminos de acceso de vehículos al área de trabajo, serán independientes de los accesos de peatones.</li> <li>- Cuando necesariamente los accesos hayan de ser comunes se delimitarán los de peatones por medio de vallas, aceras o medios equivalentes.</li> </ul>
<b>Vuelco o falsas maniobras de maquinaria móvil</b>	X					X			X				<ul style="list-style-type: none"> <li>- El movimiento de vehículos de excavación y transportes se regirá por un plan preestablecido, procurando que estos desplazamientos mantengan sentidos constantes.</li> <li>- En todo momento se mantendrán las zonas de trabajo limpias y ordenadas manteniendo un buen nivel de iluminación.</li> </ul>
<b>Caída de personas</b>		X			X				X				<ul style="list-style-type: none"> <li>- Se mantendrán las zonas de trabajo y de paso limpias y ordenadas, con un buen nivel de iluminación.</li> <li>- Los caminos de acceso de vehículos al área de trabajo, serán independientes de los accesos de peatones.</li> </ul>
<b>Rotura de canalizaciones</b>		X			X				X				<ul style="list-style-type: none"> <li>- Cuando se utilice el martillo neumático, el operario usará guantes, botas de seguridad, protectores auditivos y, en caso preciso, gafas y mascarilla.</li> </ul>
<b>Intoxicación por gases procedentes de la explosión</b>		X				X					X		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Se evitará que en la zona en la cual se va a proceder a la voladura existan personas no autorizadas.</li> <li>- Se garantizará el aporte de aire al frente de la excavación y así mantener unos niveles adecuados de calidad del aire respirado.</li> <li>- Una vez realizada la voladura, sólo se aproximarán al frente las personas que por su cualificación y medios adecuados estén autorizadas para realizarlo.</li> </ul>
<b>Riesgos de caída desde la barquilla</b>	X				X			X					<ul style="list-style-type: none"> <li>- Emplear barandillas a un metro de altura, así como barra intermedia y rodapiés.</li> <li>- Estacionar la plataforma en una zona libre de restos de material de obra.</li> <li>- Se estacionará la plataforma de forma adecuada teniendo en cuenta las irregularidades del terreno y perpendicular al frente de trabajo.</li> <li>- Mantener una iluminación adecuada en la zona.</li> </ul>
<b>Atrapamiento por deslizamiento de los materiales a estabilizar</b>		X				X					X		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mantenerse alejado de la zona con riesgo de caída de materiales hasta que la zona se limpie de restos de elementos de excavación.</li> </ul>
<b>Caída de personas a distinto nivel</b>		X			X				X				<ul style="list-style-type: none"> <li>- Utilizar los asideros para subir y bajar de la máquina sin sufrir caídas.</li> <li>- Las guindolas dispondrán de barra intermedia y barandilla superior, además dispondrán de rodapiés.</li> <li>- Se estacionará la plataforma de forma adecuada teniendo en cuenta las irregularidades del terreno y perpendicular al frente de trabajo.</li> </ul>

## VOLADURA DEL FRENTE (continuación)

RIESGOS IDENTIFICADOS	PROBABILIDAD			CONSECUENCIAS			MAGNITUD DEL RIESGO					MEDIDAS PREVENTIVAS
	B	M	A	LD	D	ED	T	TO	MO	I	IN	
Caída de objetos por desplome o derrumbamiento	X					X			X			- Evitar la presencia de operarios bajo las zonas de trabajo cuando se estén realizando labores con riesgo de caída de materiales o cuando el material no esté totalmente estabilizado.
Caída de objetos por manipulación		X		X				X				- Las tareas de colocación de las cargas se realizarán entre dos personas para manipular todos los elementos con garantías de seguridad.
Caída de objetos desprendidos		X			X				X			- Durante los trabajos de preparación de la voladura los operarios se mantendrán alejados de la zona de actuación a excepción de las personas que realicen esta operación.
Pisadas sobre objetos		X		X				X				- Mantener el entono de trabajo libre de materiales de obra retirando los materiales de excavación una vez que se hayan realizado las labores de saneo de hastiales y de la bóveda.
Golpes contra objetos inmóviles	X				X			X				- Garantizar una iluminación adecuada en el área de trabajo evitando deslumbramientos y zonas con sombras.
Golpes contra objetos móviles		X			X				X			- Respetar los procedimientos de trabajo, evitar el tránsito de operarios en el entorno de las máquinas.
Golpes con objetos o herramientas	X				X			X				- Emplear las herramientas adecuadas en cada tarea teniendo en cuenta el procedimiento de trabajo.
Exposición a contactos eléctricos	X				X			X				- Es preciso que la instalación eléctrica se encuentre en un buen estado de utilización. - Revisar elementos eléctricos y conexiones antes de comenzar el trabajo. - Colocar derivación a tierra para eliminar tensiones.
Atropellos, golpes, y choques con vehículos		X				X				X		- Mantenerse alejados del radio de acción de las máquinas, desplazarse por zonas donde se observe buena visibilidad. - Diferenciar claramente las zonas de paso de los trabajadores y de los vehículos de obra. - Emplear ropa de alta visibilidad. - Mantener una iluminación adecuada de la zona de trabajo.
Accidentes de tránsito		X				X				X		- Todas las máquinas dispondrán de señalización de marcha atrás y señal acústica de marcha atrás. - Los operarios no circularán en el entorno de las máquinas cuando estas se encuentren en funcionamiento. - Mantenerse alejados del radio de acción de las máquinas, desplazarse por zonas donde se observe buena visibilidad. - Diferenciar claramente las zonas de paso de los trabajadores y de los vehículos de obra. - Emplear ropa de alta visibilidad. - Mantener una iluminación adecuada de la zona de trabajo. - Las máquinas deberán respetar los límites de velocidad.

## 1.8. RETIRADA DEL MATERIAL DE VOLADURA

RIESGOS IDENTIFICADOS	PROBABILIDAD			CONSECUENCIAS			MAGNITUD DEL RIESGO					MEDIDAS PREVENTIVAS	
	B	M	A	LD	D	ED	T	TO	MO	I	IN		
Atrapamiento por deslizamiento de los materiales a estabilizar		X				X					X		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mantenerse alejado de la zona con riesgo de caída de materiales hasta que la zona se limpie de restos de elementos de excavación.</li> <li>- Balizar la zona de trabajo.</li> </ul>
Caída de personas a distinto nivel		X			X					X			<ul style="list-style-type: none"> <li>- Utilizar los asideros para subir y bajar de la máquina sin sufrir caídas.</li> <li>- Mantener los asideros y el calzado libres de barro.</li> <li>- Nunca saltar desde la cabina, utilizar los asideros para subir y bajar de forma segura.</li> </ul>
Caída de personas al mismo nivel		X			X					X			<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mantener el entorno de trabajo limpio de restos de material de obra.</li> <li>- Reforzar la zona de iluminación artificial si la tarea lo requiere, evitando deslumbramientos o zonas con sombras.</li> </ul>
Caída de objetos por desplome o derrumbamiento	X					X				X			<ul style="list-style-type: none"> <li>- Evitar la presencia de operarios bajo las zonas de trabajo cuando se estén realizando labores con riesgo de caída de materiales o cuando el material no esté totalmente estabilizado.</li> </ul>
Caída de objetos desprendidos		X			X					X			<ul style="list-style-type: none"> <li>- Durante los trabajos de retirada del material los operarios se mantendrán alejados de la zona de actuación a excepción de las personas que manejen los vehículos de obra.</li> </ul>
Pisadas sobre objetos		X			X					X			<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mantener el entorno de trabajo libre de materiales de obra retirando los materiales de excavación una vez que se hayan realizado las labores de saneo de hastiales y de la bóveda.</li> </ul>
Golpes contra objetos inmóviles	X				X		X	X					<ul style="list-style-type: none"> <li>- Garantizar una iluminación adecuada en el área de trabajo evitando sombras y deslumbramientos.</li> </ul>
Golpes contra objetos móviles		X				X					X		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Respetar los procedimientos de trabajo, evitar el tránsito de operarios en el entorno de las máquinas.</li> <li>- Utilizar ropa de alta visibilidad.</li> <li>- Respetar los límites de velocidad en el recinto de la obra.</li> <li>- Habilitar zonas de paso par operarios y para vehículos de obra perfectamente delimitados y señalizados.</li> </ul>
Golpes con objetos o herramientas	X				X			X					<ul style="list-style-type: none"> <li>- Emplear las herramientas adecuadas en cada tarea teniendo en cuenta el procedimiento de trabajo.</li> </ul>
Contactos térmicos	X			X			X						<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mantener las partes calientes de las máquinas protegidas mediante carcasas fijadas mediante tornillos.</li> </ul>
Atropellos, golpes, y choques con vehículos		X			X					X			<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mantenerse alejados del radio de acción de las máquinas, desplazarse por zonas donde se observe buena visibilidad. Todas las máquinas dispondrán de señalización de marcha atrás y señal acústica de marcha atrás.</li> <li>- Los operarios no circularán en el entorno de las máquinas cuando estas se encuentren en funcionamiento.</li> <li>- Todos los operarios utilizarán ropa de alta visibilidad.</li> <li>- Diferenciar las zonas de paso de los operarios y las zonas de tránsito de vehículos de obra.</li> <li>- Respetar los límites de velocidad en todo el recinto de la obra.</li> </ul>

RETIRADA DEL MATERIAL DE VOLADURA (continuación)

RIESGOS IDENTIFICADOS	PROBABILIDAD			CONSECUENCIAS			MAGNITUD DEL RIESGO					MEDIDAS PREVENTIVAS	
	B	M	A	LD	D	ED	T	TO	MO	I	IN		
Accidentes de tránsito		X				X					X		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Todas las máquinas dispondrán de señalización de marcha atrás y señal acústica de marcha atrás.</li> <li>- Los operarios no circularán en el entorno de las máquinas cuando estas se encuentren en funcionamiento.</li> <li>- Todos los operarios utilizarán ropa de alta visibilidad.</li> <li>- Diferenciar las zonas de paso de los operarios y las zonas de tránsito de vehículos de obra.</li> <li>- Respetar los límites de velocidad en todo el recinto de la obra.</li> </ul>
Agentes químicos (polvo, gas, vapor, humo, niebla)		X				X					X		<ul style="list-style-type: none"> <li>- En situaciones de polvo originado por la carga del material de voladura será necesario utilizar mascarillas protectoras adecuadas.</li> <li>- Garantizar la existencia de aire limpio, manteniendo una renovación adecuada de aire desde el exterior.</li> <li>- Llevar mascarillas de filtro mecánico para las ocasiones en que se observe la presencia de polvo en suspensión.</li> <li>- Para disminuir la producción de polvo, utilizaremos sistemas húmedos de trabajo humedeciendo la zona de tránsito de vehículos y la zona de material que se va a cargar.</li> </ul>



## 1.9. SOSTENIMIENTO DE LA BÓVEDA

RIESGOS IDENTIFICADOS	PROBABILIDAD			CONSECUENCIAS			MAGNITUD DEL RIESGO					MEDIDAS PREVENTIVAS	
	B	M	A	LD	D	ED	T	TO	MO	I	IN		
Atropellos de terceros por vehículos de obra		X				X					X		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mantenerse alejados del radio de acción de las máquinas, desplazarse por las zonas habilitadas para los peatones.</li> <li>- Garantizar una buena visibilidad de la zona de trabajo sin sombras ni deslumbramientos.</li> <li>- Utilizar ropa de alta visibilidad.</li> <li>- Respetar los límites de velocidad en el recinto de la obra.</li> </ul>
Atropellos por vehículos ajenos a obra		X				X					X		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mantenerse alejados del radio de acción de las máquinas, desplazarse por las zonas habilitadas para los peatones.</li> <li>- Garantizar una buena visibilidad de la zona de trabajo sin sombras ni deslumbramientos.</li> <li>- Utilizar ropa de alta visibilidad.</li> <li>- Respetar los límites de velocidad en el recinto de la obra.</li> </ul>
Caídas de personas al mismo y a distinto nivel		X			X					X			<ul style="list-style-type: none"> <li>- Utilizar los asideros para subir y bajar de la máquina sin sufrir caídas, manteniendo tanto el calzado como los asideros libres de barro.</li> <li>- La zona de trabajo deber de mantenerse limpia de restos de materiales y materiales de trabajo.</li> <li>- Garantizar una buena visibilidad</li> </ul>
Caídas de materiales		X				X					X		<ul style="list-style-type: none"> <li>- La descarga del material se realizará con un estroboado correcto de la misma sujetando las diferentes piezas o elementos mediante dos puntos de amarre.</li> <li>- Los elementos de izado de cargas, tales como estrobos, bandas textiles, ganchos, etc, estarán en perfecto estado y deberán de desecharse aquellos que presenten deficiencias, tales como cocas, hilos sueltos, etc.</li> <li>- No se deben transportar cargas suspendidas por encima de personas.</li> </ul>
Golpes contra objetos		X			X					X			<ul style="list-style-type: none"> <li>- El acopio de material hasta su traslado a la zona de trabajos se realizará a nivel, calzándolo mediante cuñas si fuera necesario.</li> </ul>
Cortes por el manejo de objetos y herramientas manuales		X			X					X			<ul style="list-style-type: none"> <li>- Todos los trabajadores al comenzar sus labores, deberán disponer de todos los equipos de protección individual en el tajo.</li> <li>- Los operarios que utilicen estos medios dispondrán de conocimientos suficientes para manipular las herramientas con seguridad.</li> </ul>
Proyección de partículas en los ojos		X			X					X			<ul style="list-style-type: none"> <li>- Todos los trabajadores al comenzar sus labores , deberán disponer de todos los equipos de protección individual en el tajo.</li> <li>- Mantener un nivel de iluminación adecuado, sin sombras ni deslumbramientos.</li> </ul>
Cortes por utilización de máquinas y/o herramientas		X			X					X			<ul style="list-style-type: none"> <li>- Todos los trabajadores al comenzar sus labores , deberán disponer de todos los equipos de protección individual en el tajo.</li> <li>- Mantener un nivel de iluminación adecuado, sin sombras ni deslumbramientos.</li> </ul>
Atrapamiento de manos y o pies		X			X					X			<ul style="list-style-type: none"> <li>- Utilizar la taladradora entre dos personas teniendo presente la posibilidad de golpearse las muñecas si no se compenetran de forma adecuada.</li> <li>- Respetar en todo momento el procedimiento de trabajo.</li> <li>- La manipulación y unión de las cerchas se realizará mediante varias personas empleando la manipuladora telescópica para su colocación definitiva y plataforma elevadora.</li> </ul>

## SOSTENIMIENTO DE LA BÓVEDA (continuación)

RIESGOS IDENTIFICADOS	PROBABILIDAD			CONSECUENCIAS			MAGNITUD DEL RIESGO					MEDIDAS PREVENTIVAS
	B	M	A	LD	D	ED	T	TO	MO	I	IN	
Absorción de polvo y de residuos de la perforación		X				X			X			<ul style="list-style-type: none"> <li>- En las tareas de taladrado, y en las que se formen nubes de polvo es necesario emplear mascarilla antipolvo para evitar inhalación de partículas en suspensión.</li> <li>- Mantener un nivel de renovación de aire adecuado a la tarea que se esté desarrollando.</li> </ul>
Vibraciones transmitidas al operario de la perforadora		X			X				X			<ul style="list-style-type: none"> <li>- Realizar un mantenimiento continuo de la máquina, utilizar guantes durante la manipulación.</li> <li>- La operación se realizará rotando varios operarios o empleándola simultáneamente en función del tipo de terreno.</li> </ul>
Atrapamiento por deslizamiento de los materiales a estabilizar		X				X				X		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mantenerse alejado de la zona con riesgo de caída de materiales hasta que la zona se limpie de restos de elementos de excavación.</li> <li>- Disponer de iluminación adecuada en la zona de trabajo evitando sombras y deslumbramientos.</li> <li>- Balizar la zona de trabajo.</li> </ul>
Caída de personas a distinto nivel		X			X				X			<ul style="list-style-type: none"> <li>- Utilizar los asideros para subir y bajar de la máquina sin sufrir caídas, mantener limpios los asideros y el calzado.</li> <li>- Las guindolas dispondrán de barra intermedia y barandilla superior, además dispondrán de rodapiés.</li> <li>- Se estacionará la plataforma de forma adecuada teniendo en cuenta las irregularidades del terreno y perpendicular al frente de trabajo.</li> </ul>
Caída de personas al mismo nivel		X			X				X			<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mantener el entorno de trabajo limpio de restos de material de obra.</li> <li>- Reforzar la zona de iluminación artificial si la tarea lo requiere.</li> </ul>
Caída de objetos por desplome o derrumbamiento	X					X			X			<ul style="list-style-type: none"> <li>- Evitar la presencia de operarios bajo las zonas de trabajo cuando se estén realizando labores con riesgo de caída de materiales o cuando el material no esté totalmente estabilizado.</li> <li>- Mantener una iluminación adecuada del terreno.</li> </ul>
Caída de objetos por manipulación		X			X				X			<ul style="list-style-type: none"> <li>- Las tareas de barrenado se realizarán entre dos personas para manipular los barrenos y el resto de elementos con garantías de seguridad.</li> <li>- Durante la realización de esta tarea ningún operario permanecerá por debajo de la zona a estabilizar.</li> </ul>
Caída de objetos desprendidos		X			X				X			<ul style="list-style-type: none"> <li>- Durante los trabajos de sostenimiento los operarios se mantendrán alejados de la zona de actuación a excepción de las personas que manejen el jumbo.</li> <li>- Mantener iluminación adecuada de la zona evitando sombras y deslumbramientos.</li> <li>- Balizar la zona de trabajo.</li> </ul>
Pisadas sobre objetos		X		X				X				<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mantener el entorno de trabajo libre de materiales de obra retirando los materiales de excavación una vez que se hayan realizado las labores de saneo de hastiales y de la bóveda.</li> <li>- Mantener iluminación adecuada de la zona.</li> </ul>
Golpes contra objetos inmóviles		X			X				X			<ul style="list-style-type: none"> <li>- Garantizar una iluminación adecuada en el área de trabajo.</li> <li>- Balizar el área de trabajo.</li> </ul>
Golpes contra objetos móviles		X			X				X			<ul style="list-style-type: none"> <li>- Respetar los procedimientos de trabajo, evitar el tránsito de operarios en el entorno de las máquinas.</li> </ul>
Golpes con objetos o herramientas					X				X			<ul style="list-style-type: none"> <li>- Emplear las herramientas adecuadas en cada tarea teniendo en cuenta el procedimiento de trabajo.</li> </ul>

**SOSTENIMIENTO DE LA BÓVEDA (continuación)**

RIESGOS IDENTIFICADOS	PROBABILIDAD			CONSECUENCIAS			MAGNITUD DEL RIESGO					MEDIDAS PREVENTIVAS	
	B	M	A	LD	D	ED	T	TO	MO	I	IN		
Proyección de fragmentos o partículas		X				X					X		- Es preciso emplear gafas protectoras en las tareas de taladrado, colocación de bulones e inyección de la lechada de hormigón.
Atrapamiento por o entre objetos		X				X					X		- Agarrar adecuadamente la carga según forma y tamaño y elevarla flexionando las rodillas, y no la espalda. - No girar el tronco ni adoptar posturas forzadas, girar completamente el cuerpo. - Si el levantamiento es desde el suelo hasta una altura importante, apoyar la carga a medio camino para poder cambiar el agarre, depositando primero la carga y después ajustarla si fuera necesario. - Realizar los levantamientos de forma espaciada. - Manejar los barrenos y piezas voluminosas entre dos personas. - Realizar esta tarea entre personas compenetradas y preparadas para esta tarea.
Sobreesfuerzos		X			X					X			- No cargar con más de 25 Kgs o solicitar ayuda de otras personas si el peso es mayor, no se deben de adoptar posturas forzadas durante el levantamiento, se pueden utilizar ayudas mecánicas. - Agarrar adecuadamente la carga según forma y tamaño y elevarla flexionando las rodillas, y no la espalda. - Separar los pies para proporcionar una postura estable y equilibrada para el levantamiento, colocando un pie más adelantado que el otro en la dirección del movimiento. - No girar el tronco ni adoptar posturas forzadas, girar completamente el cuerpo. - Si el levantamiento es desde el suelo hasta una altura importante, apoyar la carga a medio camino para poder cambiar el agarre, depositando primero la carga y después ajustarla si fuera necesario. - Realizar los levantamientos de forma espaciada. - Manejar los barrenos y otras piezas voluminosas entre dos personas.
Contactos térmicos	X				X			X					- Mantener las partes calientes de las máquinas protegidas mediante carcasas fijadas mediante tornillos.
Exposición a contactos eléctricos	X				X			X					- Es preciso que la instalación eléctrica se encuentre en un buen estado de utilización. - Revisar elementos eléctricos y conexiones antes de comenzar el trabajo. - Colocar derivación a tierra para eliminar tensiones
Atropellos, golpes, y choques con vehículos		X				X					X		- Mantenerse alejados del radio de acción de las máquinas, desplazarse por zonas donde se observe buena visibilidad. - Conseguir un nivel de iluminación adecuado en la zona de trabajo. - Diferenciar y señalizar las zonas de tránsito de vehículos con las zonas de paso de los operarios de obra. - Respetar los límites de velocidad.
Accidentes de tránsito		X				X					X		- Todas las máquinas dispondrán de señalización de marcha atrás y señal acústica de marcha atrás. - Los operarios no circularán en el entorno de las máquinas cuando estas se encuentren en funcionamiento. - Todos los operarios utilizarán ropa de alta visibilidad. - Diferenciar las zonas de paso de los operarios y las zonas de tránsito de vehículos de obra. - Respetar los límites de velocidad en todo el recinto de la obra.

## SOSTENIMIENTO DE LA BÓVEDA (continuación)

RIESGOS IDENTIFICADOS	PROBABILIDAD			CONSECUENCIAS			MAGNITUD DEL RIESGO					MEDIDAS PREVENTIVAS	
	B	M	A	LD	D	ED	T	TO	MO	I	IN		
Agentes químicos (polvo, gas, vapor, humo, niebla)		X				X					X		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Garantizar la existencia de aire limpio, si fuera necesario, regando la zona anterior al área de trabajo.</li> <li>- Llevar mascarillas de filtro mecánico para las ocasiones en que haya mucho polvo en suspensión.</li> <li>- Para disminuir la producción de polvo, utilizaremos sistemas húmedos de trabajo.</li> <li>- En situaciones de polvo originado por el taladrado será necesario utilizar mascarillas protectoras adecuadas.</li> </ul>
Dermatitis por contacto con cemento		X			X				X				<ul style="list-style-type: none"> <li>- Disponer de ropa de trabajo adecuada, gafas protectoras y otros elementos que eviten el contacto con el cemento u otros elementos.</li> </ul>

## 1.10. GUNITADO DE LA BÓVEDA

RIESGOS IDENTIFICADOS	PROBABILIDAD			CONSECUENCIAS			MAGNITUD DEL RIESGO					MEDIDAS PREVENTIVAS
	B	M	A	LD	D	ED	T	TO	MO	I	IN	
Atrapamiento de manos y o pies		X			X				X			- Utilizar el robot de gunitado por una persona respetando en todo momento el procedimiento de trabajo.
Dermatitis por contacto con cemento		X			X				X			- Disponer de ropa de trabajo adecuada, gafas protectoras y otros elementos que eviten el contacto con el cemento.
Atrapamiento por deslizamiento de los materiales a estabilizar		X				X				X		- Mantenerse alejado de la zona con riesgo de caída de materiales hasta que la zona se limpie de restos de elementos de excavación.
Absorción de polvo de cemento		X			X				X			- En las tareas de gunitado es necesario emplear mascarilla antipolvo para evitar inhalar partículas de polvo en suspensión. - Mantener un nivel de renovación de aire adecuado.
Alcance a terceras personas por el equipo de proyectado		X			X				X			- El robot de gunitado será empleado por una persona cualificada, que dirigirá la proyección según el procedimiento de trabajo, el resto de trabajadores permanecerán fuera del radio de acción de la máquina. - Mantener un nivel de iluminación adecuado en la zona.
Caída de personas a distinto nivel		X			X				X			- Utilizar los asideros para subir y bajar de la máquina sin sufrir caídas, mantener los asideros y el calzado limpios de barro. - Las guindolas dispondrán de barra intermedia y barandilla superior, además dispondrán de rodapiés. - Mantener un nivel de iluminación adecuado en la zona.
Caída de personas al mismo nivel		X			X				X			- Mantener el entorno de trabajo limpio de restos de material de obra. - Reforzar la zona de iluminación artificial si la tarea lo requiere.
Caída de objetos por desplome o derrumbamiento	X					X				X		- Evitar la presencia de operarios bajo las zonas de trabajo cuando se estén realizando labores con riesgo de caída de materiales o cuando el material no esté totalmente estabilizado.
Pisadas sobre objetos		X			X				X			- Mantener el entorno de trabajo libre de materiales de obra retirando los materiales de excavación una vez que se hayan realizado las labores de saneo de hastiales y de la bóveda.
Golpes contra objetos inmóviles	X				X			X				- Garantizar una iluminación adecuada en el área de trabajo.
Golpes contra objetos móviles		X			X				X			- Respetar los procedimientos de trabajo, evitar el tránsito de operarios en el entorno de las máquinas.
Golpes con objetos o herramientas	X				X			X				- Emplear las herramientas adecuadas en cada tarea teniendo en cuenta el procedimiento de trabajo.

## GUNITADO DE LA BÓVEDA (continuación)

RIESGOS IDENTIFICADOS	PROBABILIDAD			CONSECUENCIAS			MAGNITUD DEL RIESGO					MEDIDAS PREVENTIVAS
	B	M	A	LD	D	ED	T	TO	MO	I	IN	
Proyección de fragmentos o partículas		X			X				X			<ul style="list-style-type: none"> <li>- Es preciso emplear gafas protectoras en las tareas con riesgo de proyección de partículas.</li> <li>- Balizar la zona de trabajo.</li> <li>- Evitar el acceso de personal ajenos al tajo sin disponer de los medios de protección adecuados.</li> </ul>
Contactos térmicos		X			X				X			<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mantener las partes calientes de las máquinas protegidas mediante carcasas fijadas mediante tornillos.</li> </ul>
Exposición a contactos eléctricos		X			X				X			<ul style="list-style-type: none"> <li>- Es preciso que la instalación eléctrica se encuentre en buen estado de utilización para evitar contactos directos e indirectos.</li> </ul>
Contacto con sustancias cáusticas y corrosivas		X			X				X			<ul style="list-style-type: none"> <li>- Disponer de ropa de trabajo, gafas protectoras y otros elementos que eviten el contacto con el cemento.</li> <li>- Restringir el paso de operarios ajenos a la tarea que se esté desarrollando.</li> </ul>
Atropellos, golpes, y choques con vehículos	X					X			X			<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mantenerse alejados del radio de acción de las máquinas, desplazarse por zonas donde se observe buena visibilidad.</li> </ul>
Accidentes de tránsito		X				X				X		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Todas las máquinas dispondrán de señalización de marcha atrás y señal acústica de marcha atrás.</li> <li>- Los operarios no circularán en el entorno de las máquinas cuando estas se encuentren en funcionamiento.</li> <li>- Los operarios transitarán por las zonas habilitadas para ello diferenciadas de las zonas de paso de maquinaria de obras.</li> <li>- Utilización de ropa de alta visibilidad.</li> <li>- Respetar los límites de velocidad en el recinto de la obra.</li> </ul>
Agentes químicos (polvo, gas, vapor, humo, niebla)			X			X				X		<ul style="list-style-type: none"> <li>- En situaciones de gunitado y de generación de gases de combustión por la confluencia de máquinas en el frente del túnel.</li> <li>- Mantener un buen nivel de renovación de aire exterior en esta fase.</li> <li>- Utilizar mascarilla apropiada cuando se realicen este tipo de tareas.</li> <li>- Garantizar la existencia de aire limpio, si fuera necesario, regando la zona anterior al área de trabajo.</li> <li>- Llevar mascarillas de filtro mecánico para las ocasiones en que haya mucho polvo en suspensión.</li> <li>- Para disminuir la producción de polvo, utilizaremos sistemas húmedos de trabajo.</li> </ul>
Agentes físicos (ruido, vibraciones)			X			X				X		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Utilizar protectores auditivos durante las tareas en las que se produzcan elevados niveles de ruido (operario del robot de gunitado).</li> <li>- Trabajar con la cabina cerrada para evitar la exposición a ruido ambiental.</li> </ul>

## 2. AVANCE

### DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD

- El avance consiste en la ejecución simultánea de cuatro operaciones cíclicas básicas:
  - El inicio
  - La carga
  - El transporte
  - El sostenimiento

El inicio se realiza actualmente con explosivos.

La excavación utilizando la perforación y los explosivos produce inevitablemente una operación cíclica que consta de los siguientes pasos:

- Plan de voladura para el avance
- Perforación del frente
- Carga del explosivo
- Disparo del explosivo (pega)
- Evacuación de humos y gases

*La evaluación de riesgos laborales que a continuación se indica corresponde a las siguientes fases:*

- 2.1. Perforación del frente de la bóveda*
- 2.2. Voladura del frente*
- 2.3. Retirada del material de voladura*
- 2.4. Sostenimiento de la bóveda*
- 2.5. Gunitado de la bóveda*



## 2.1. PERFORACIÓN DEL FRENTE DE LA BÓVEDA

RIESGOS IDENTIFICADOS	PROBABILIDAD			CONSECUENCIAS			MAGNITUD DEL RIESGO					MEDIDAS PREVENTIVAS
	B	M	A	LD	D	ED	T	TO	MO	I	IN	
Atrapamiento de manos y o pies		X			X				X			<ul style="list-style-type: none"> <li>- Utilizar la taladradora entre dos personas.</li> <li>- Respetar en todo momento el procedimiento de trabajo.</li> </ul>
Riesgos de caída desde la barquilla	X					X			X			<ul style="list-style-type: none"> <li>- Emplear barandillas a un metro de altura, así como barra intermedia y rodapiés.</li> <li>- Estacionar la plataforma en una zona libre de restos de material de obra.</li> <li>- Mantener un nivel adecuado de iluminación en la zona evitando sombras y deslumbramientos.</li> </ul>
Absorción de polvo y de residuos de la perforación		X			X				X			<ul style="list-style-type: none"> <li>- En las tareas de taladrado, y en las que se formen nubes de polvo es necesario emplear mascarilla antipolvo para evitar inhalación de partículas en suspensión.</li> <li>- Mantener un nivel de renovación de aire adecuado en el frente de trabajo en función de la tarea a desarrollar.</li> </ul>
Vibraciones transmitidas al operario de perforadora		X			X				X			<ul style="list-style-type: none"> <li>- Realizar un mantenimiento periódico de la máquina, utilizar guantes durante la manipulación.</li> </ul>
Atrapamiento por deslizamiento de los materiales a estabilizar		X				X				X		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mantenerse alejado de la zona con riesgo de caída de materiales hasta que la zona se limpie de restos de elementos de excavación.</li> </ul>
Caída de personas a distinto nivel		X				X				X		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Utilizar los asideros para subir y bajar de la máquina sin sufrir caídas, manteniendo tanto el calzado como los asideros libres de barro</li> <li>- Las guindolas dispondrán de barra intermedia y barandilla superior, además dispondrán de rodapiés.</li> <li>- Se estacionará la plataforma de forma adecuada teniendo en cuenta las irregularidades del terreno y perpendicular al frente de trabajo.</li> <li>- Mantener un nivel adecuado de iluminación en la zona.</li> <li>- La zona de trabajo permanecerá limpia de material de excavación y de restos de material de obra.</li> </ul>
Caída de personas al mismo nivel		X			X				X			<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mantener el entorno de trabajo limpio de restos de material de obra.</li> <li>- Reforzar y mantener la zona con iluminación artificial adecuada evitando deslumbramientos y sombras.</li> </ul>
Caída de objetos por desplome o derrumbe	X					X			X			<ul style="list-style-type: none"> <li>- Evitar la presencia de operarios bajo las zonas de trabajo cuando se estén realizando labores con riesgo de caída de materiales o cuando el material no esté totalmente estabilizado.</li> <li>- Balizar la zona de trabajo.</li> </ul>
Caída de objetos por manipulación		X			X				X			<ul style="list-style-type: none"> <li>- Las tareas de barrenado se realizarán entre dos personas para manipular los barrenos y el resto de elementos con garantías de seguridad.</li> </ul>
Caída de objetos desprendidos		X			X				X			<ul style="list-style-type: none"> <li>- Durante los trabajos de sostenimiento los operarios se mantendrán alejados de la zona de actuación a excepción de las personas que manejen el jumbo.</li> <li>- Balizar la zona de trabajo.</li> <li>- Garantizar un nivel de iluminación adecuado en la zona de trabajo evitando sombras y deslumbramientos.</li> </ul>
Pisadas sobre objetos		X		X				X				<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mantener el entorno de trabajo libre de materiales de obra retirando los materiales de excavación una vez que se hayan realizado las labores de saneo del frente de la bóveda.</li> <li>- Mantener un nivel de iluminación adecuado en la zona de trabajo.</li> </ul>

**PERFORACIÓN DEL FRENTE DE LA BÓVEDA (continuación)**

RIESGOS IDENTIFICADOS	PROBABILIDAD			CONSECUENCIAS			MAGNITUD DEL RIESGO					MEDIDAS PREVENTIVAS
	B	M	A	LD	D	ED	T	TO	MO	I	IN	
Golpes contra objetos inmóviles		X			X				X			<ul style="list-style-type: none"> <li>- Garantizar una iluminación adecuada en el área de trabajo evitando sombras y deslumbramientos.</li> <li>- Balizar la zona de trabajo.</li> </ul>
Golpes contra objetos móviles		X			X				X			<ul style="list-style-type: none"> <li>- Respetar los procedimientos de trabajo, evitar el tránsito de operarios en el entorno de las máquinas.</li> <li>- Iluminación adecuada del área de trabajo, evitando sombras y deslumbramientos.</li> <li>- Diferenciar las zonas de tránsito de vehículos de obra y las de los operarios balizando la zona convenientemente.</li> <li>- Emplear ropa de trabajo de alta visibilidad.</li> </ul>
Golpes con objetos o herramientas		X			X				X			<ul style="list-style-type: none"> <li>- Emplear las herramientas adecuadas en cada tarea teniendo en cuenta el procedimiento de trabajo.</li> </ul>
Proyección de fragmentos o partículas		X				X				X		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Es preciso emplear gafas protectoras en las tareas con riesgo de proyección de partículas.</li> <li>- Balizar la zona de trabajo.</li> </ul>
Atrapamiento por o entre objetos		X			X				X			<ul style="list-style-type: none"> <li>- Utilizar la taladradora entre dos personas.</li> <li>- Respetar en todo momento el procedimiento de trabajo.</li> </ul>
Sobreesfuerzos		X			X				X			<ul style="list-style-type: none"> <li>- No cargar con más de 25 Kgs o solicitar ayuda de otras personas si el peso es mayor, no se deben de adoptar posturas forzadas durante el levantamiento, se pueden utilizar ayudas mecánicas.</li> <li>- Agarrar adecuadamente la carga según forma y tamaño y elevarla flexionando las rodillas, y no la espalda.</li> <li>- Separar los pies para proporcionar una postura estable y equilibrada para el levantamiento, colocando un pie más adelantado que el otro en la dirección del movimiento.</li> <li>- No girar el tronco ni adoptar posturas forzadas, girar completamente el cuerpo.</li> <li>- Si el levantamiento es desde el suelo hasta una altura importante, apoyar la carga a medio camino para poder cambiar el agarre, depositando primero la carga y después ajustarla si fuera necesario.</li> <li>- Realizar los levantamientos de forma espaciada.</li> </ul>
Contactos térmicos	X				X			X				<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mantener las partes calientes de las máquinas protegidas mediante carcasas fijadas mediante tornillos.</li> </ul>
Exposición a contactos eléctricos		X			X				X			<ul style="list-style-type: none"> <li>- Es preciso que la instalación eléctrica se encuentre en un buen estado de utilización.</li> <li>- Revisar elementos eléctricos y conexiones antes de comenzar el trabajo.</li> <li>- Colocar derivación a tierra para eliminar tensiones.</li> </ul>
Atropellos, golpes, y choques con vehículos		X				X				X		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mantenerse alejados del radio de acción de las máquinas, desplazarse por zonas donde se observe buena visibilidad.</li> <li>- Disponer de un nivel de iluminación adecuada en la zona evitando deslumbramientos y sombras.</li> </ul>
Accidentes de tránsito		X				X				X		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Todas las máquinas dispondrán de señalización de marcha atrás y señal acústica de marcha atrás.</li> <li>- Los operarios no circularán en el entorno de las máquinas cuando estas se encuentren en funcionamiento.</li> <li>- Disponer de un nivel de iluminación adecuada en la zona evitando deslumbramientos y sombras.</li> <li>- Utilizar ropa de trabajo de alta visibilidad.</li> </ul>
Agentes químicos (polvo, gas, vapor, humo, niebla)		X				X				X		<ul style="list-style-type: none"> <li>- En situaciones de polvo originado por el taladrado será necesario utilizar mascarillas protectoras adecuadas.</li> <li>- Será imprescindible mantener un nivel de renovación de aire adecuado a la tarea a realizar.</li> </ul>

## 2.2. VOLADURA DEL FRENTE

RIESGOS IDENTIFICADOS	PROBABILIDAD			CONSECUENCIAS			MAGNITUD DEL RIESGO					MEDIDAS PREVENTIVAS	
	B	M	A	LD	D	ED	T	TO	MO	I	IN		
Caída de personas a distinto nivel en saneo de bloques		X				X					X		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Las áreas de trabajo en las que el avance de la excavación determine riesgo de caída de altura, se acotarán debidamente con barandilla de 90 cm de altura siempre que se prevea circulación de personas o vehículos en las inmediaciones.</li> </ul>
Explosión fuera de control		X				X					X		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Los detonadores eléctricos se almacenarán en lugar seguro.</li> <li>- Se utilizarán por orden de antigüedad respecto a la fecha de fabricación.</li> <li>- Asegurarse de una eficaz puesta a tierra del vehículo utilizado para el transporte, la electricidad estática puede hacerlos explotar.</li> <li>- Transportarlos en el interior de los envases de origen o en las cartucheras especiales.</li> <li>- Llevarlos siempre cortocircuitados.</li> <li>- No aproximar los detonadores al frente hasta finalizar la perforación.</li> <li>- Utilizar un explosor de potencia adecuada, no utilice baterías o líneas de corriente.</li> <li>- No utilizar detonadores de fabricantes distintos en un mismo circuito de pega.</li> <li>- En caso de fallo esperas un mínimo de 5 minutos antes de recoger la zona.</li> <li>- Guardar la llave de explosionar en su bolsillo.</li> </ul>
Barrenos fallidos		X				X					X		<ul style="list-style-type: none"> <li>- No cebar, no descargar un barreno fallido.</li> <li>- Señalizar bien los barrenos fallidos.</li> <li>- Si es posible técnicamente volver a disparar los barrenos fallidos redoblando las precauciones.</li> <li>- Se eliminarán barrenos fallidos mediante barrenos en paralelo a 20 cm.</li> <li>- Dirigido por un técnico experto, extraer del barreno el explosivo mediante agua y aire a presión, prohibiéndose el uso en la operación de útiles metálicos.</li> <li>- Los barrenos descabezados se explotarán mediante otro cartucho cebado a una distancia máxima de 15 cm cubierto con arcilla.</li> <li>- No continuar la perforación en un barreno fallido.</li> <li>- No desmontar los detonadores.</li> <li>- No almacenar detonadores junto al explosivo.</li> <li>- Efectuar en el cartucho el cebado adecuado antes de introducir el detonador, utilizar el punzón.</li> <li>- Se utilizarán en cada voladura detonadores de idéntica potencia y marca.</li> </ul>
Derrumbamientos inesperados		X				X					X		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Los frentes de trabajo se sanearán siempre que existan bloques sueltos o zonas inestables. Las áreas de trabajo en las que el avance de la excavación determine riesgo de caída de altura se acotarán, con barandilla de 90 cm de altura siempre que se prevea circulación de personas o vehículos en las inmediaciones.</li> </ul>
Proyección de piedras o rocas			X			X						X	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Se evitará que en la zona en la cual se va a proceder a la voladura existan personas no autorizadas.</li> <li>- Se respetará en todo momento las distancias de seguridad marcadas en el plan de voladuras.</li> </ul>
Explosión por almacenamiento incorrecto previo a la carga en las perforaciones	X					X			X				<ul style="list-style-type: none"> <li>- Se almacenarán en lugar seguro. Se utilizarán por orden de antigüedad respecto a la fecha de fabricación.</li> <li>- Asegurarse de una eficaz toma a tierra del vehículo utilizado para el transporte. La electricidad estática puede hacerlos explotar.</li> </ul>

**VOLADURA DEL FRENTE** (continuación)

RIESGOS IDENTIFICADOS	PROBABILIDAD			CONSECUENCIAS			MAGNITUD DEL RIESGO					MEDIDAS PREVENTIVAS
	B	M	A	LD	D	ED	T	TO	MO	I	IN	
Explosión por transporte incorrecto	X					X			X			<ul style="list-style-type: none"> <li>- Transportarlos en el interior de los envases de origen o en las cartucheras especiales para ellos.</li> <li>- Llevarlos siempre cortocircuitados.</li> </ul>
Daños a terceros por irrumpir en tajos, por ondas aéreas y vibraciones			X			X						<ul style="list-style-type: none"> <li>- Se evitará que en la zona que se va a realizar la voladura existan personas no autorizadas.</li> <li>- Se contará con la presencia de miembros del Cuerpo de la Guardia Civil, para el control del explosivo y de la presencia de personas ajenas a la obra.</li> <li>- Una vez cortado el tráfico de las inmediaciones y situado el personal a una distancia de seguridad y la comprobación de la no existencia de personas ajenas a la obra se procederá a la detonación de la carga explosiva.</li> </ul>
Desplazamientos y desprendimientos del terreno		X				X				X		<ul style="list-style-type: none"> <li>- En todo momento se mantendrán las zonas de trabajo limpias y ordenadas.</li> <li>- A nivel del suelo se acotarán las áreas de trabajo siempre que se prevea la circulación de personas o vehículos y se colocarán las señales: riesgo de caídas a distinto nivel y maquinaria pesada en movimiento.</li> </ul>
Atropellos y golpes de máquina		X				X				X		<ul style="list-style-type: none"> <li>- A nivel del suelo se acotarán las áreas de trabajo siempre que se prevea la circulación de personas o vehículos y se colocarán las señales: riesgo de caídas a distinto nivel y maquinaria pesada en movimiento.</li> <li>- Los caminos de acceso de vehículos al área de trabajo, serán independientes de los accesos de peatones.</li> <li>- Cuando necesariamente los accesos hayan de ser comunes se delimitarán los de peatones por medio de vallas, aceras o medios equivalentes.</li> </ul>
Vuelco o falsas maniobras de maquinaria móvil	X					X			X			<ul style="list-style-type: none"> <li>- El movimiento de vehículos de excavación y transportes se regirá por un plan preestablecido, procurando que estos desplazamientos mantengan sentidos constantes.</li> <li>- En todo momento se mantendrán las zonas de trabajo limpias y ordenadas manteniendo un buen nivel de iluminación.</li> </ul>
Caída de personas		X			X				X			<ul style="list-style-type: none"> <li>- Se mantendrán las zonas de trabajo y de paso limpias y ordenadas, con un buen nivel de iluminación. Los caminos de acceso de vehículos al área de trabajo, serán independientes de los accesos de peatones.</li> </ul>
Rotura de canalizaciones		X			X				X			<ul style="list-style-type: none"> <li>- Cuando se utilice el martillo neumático, el operario usará guantes, botas de seguridad, protectores auditivos y, en caso preciso, gafas y mascarilla.</li> </ul>
Intoxicación por gases procedentes de la explosión		X			X				X			<ul style="list-style-type: none"> <li>- Se evitará que en la zona en la cual se va a proceder a la voladura existan personas no autorizadas.</li> <li>- Se garantizará el aporte de aire al frente de la excavación y así mantener unos niveles adecuados de calidad del aire respirado.</li> <li>- Una vez realizada la voladura, sólo se aproximarán al frente las personas que por su cualificación y medios adecuados estén autorizadas para realizarlo.</li> </ul>
Riesgos de caída desde la barquilla	X				X			X				<ul style="list-style-type: none"> <li>- Emplear barandillas a un metro de altura, así como barra intermedia y rodapiés.</li> <li>- Estacionar la plataforma en una zona libre de restos de material de obra.</li> <li>- Se estacionará la plataforma de forma adecuada teniendo en cuenta las irregularidades del terreno y perpendicular al frente de trabajo.</li> <li>- Mantener una iluminación adecuada en la zona.</li> </ul>

## VOLADURA DEL FRENTE (continuación)

RIESGOS IDENTIFICADOS	PROBABILIDAD			CONSECUENCIAS			MAGNITUD DEL RIESGO					MEDIDAS PREVENTIVAS	
	B	M	A	LD	D	ED	T	TO	MO	I	IN		
Explosión por transporte incorrecto		X				X					X		- Mantenerse alejado de la zona con riesgo de caída de materiales hasta que la zona se limpie de restos de elementos de excavación.
Caída de personas a distinto nivel		X			X					X			- Utilizar los asideros para subir y bajar de la máquina sin sufrir caídas. - Las guindolas dispondrán de barra intermedia y barandilla superior, además dispondrán de rodapiés. - Se estacionará la plataforma de forma adecuada teniendo en cuenta las irregularidades del terreno y perpendicular al frente de trabajo.
Caída de objetos por desplome o derrumbamiento	X					X				X			- Evitar la presencia de operarios bajo las zonas de trabajo cuando se estén realizando labores con riesgo de caída de materiales o cuando el material no esté totalmente estabilizado.
Caída de objetos por manipulación		X		X				X					- Las tareas de colocación de las cargas se realizarán entre dos personas para manipular todos los elementos con garantías de seguridad.
Caída de objetos desprendidos		X			X				X				- Durante los trabajos de preparación de la voladura los operarios se mantendrán alejados de la zona de actuación a excepción de las personas que realicen esta operación.
Pisadas sobre objetos		X		X				X					- Mantener el entono de trabajo libre de materiales de obra retirando los materiales de excavación una vez que se hayan realizado las labores de saneo de hastiales y de la bóveda.
Golpes contra objetos inmóviles	X				X			X					- Garantizar una iluminación adecuada en el área de trabajo evitando deslumbramientos y zonas con sombras.
Golpes contra objetos móviles		X			X				X				- Respetar los procedimientos de trabajo, evitar el tránsito de operarios en el entorno de las máquinas.
Golpes con objetos o herramientas	X				X			X					- Emplear las herramientas adecuadas en cada tarea teniendo en cuenta el procedimiento de trabajo.
Exposición a contactos eléctricos	X				X			X					- Es preciso que la instalación eléctrica se encuentre en un buen estado de utilización. - Revisar elementos eléctricos y conexiones antes de comenzar el trabajo. - Colocar derivación a tierra para eliminar tensiones.
Atropellos, golpes, y choques con vehículos		X				X					X		- Mantenerse alejados del radio de acción de las máquinas, desplazarse por zonas donde se observe buena visibilidad. - Diferenciar claramente las zonas de paso de los trabajadores y de los vehículos de obra. - Emplear ropa de alta visibilidad. - Mantener una iluminación adecuada de la zona de trabajo.
Accidentes de tránsito		X				X					X		- Todas las máquinas dispondrán de señalización de marcha atrás y señal acústica de marcha atrás. - Los operarios no circularán en el entorno de las máquinas cuando estas se encuentren en funcionamiento. - Mantenerse alejados del radio de acción de las máquinas, desplazarse por zonas donde se observe buena visibilidad. - Diferenciar claramente las zonas de paso de los trabajadores y de los vehículos de obra. - Emplear ropa de alta visibilidad. - Mantener una iluminación adecuada de la zona de trabajo. - Las máquinas deberán respetar los límites de velocidad.

## 2.3. RETIRADA DEL MATERIAL DE VOLADURA

RIESGOS IDENTIFICADOS	PROBABILIDAD			CONSECUENCIAS			MAGNITUD DEL RIESGO					MEDIDAS PREVENTIVAS	
	B	M	A	LD	D	ED	T	TO	MO	I	IN		
Atrapamiento por deslizamiento de los materiales a estabilizar		X				X					X		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mantenerse alejado de la zona con riesgo de caída de materiales hasta que la zona se limpie de restos de elementos de excavación.</li> <li>- Balizar la zona de trabajo.</li> </ul>
Caída de personas a distinto nivel		X			X					X			<ul style="list-style-type: none"> <li>- Utilizar los asideros para subir y bajar de la máquina sin sufrir caídas.</li> <li>- Mantener los asideros y el calzado libres de barro.</li> <li>- Nunca saltar desde la cabina, utilizar los asideros para subir y bajar de forma segura.</li> </ul>
Caída de personas al mismo nivel		X			X					X			<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mantener el entorno de trabajo limpio de restos de material de obra.</li> <li>- Reforzar la zona de iluminación artificial si la tarea lo requiere, evitando deslumbramientos o zonas con sombras.</li> </ul>
Caída de objetos por desplome o derrumbamiento	X					X				X			<ul style="list-style-type: none"> <li>- Evitar la presencia de operarios bajo las zonas de trabajo cuando se estén realizando labores con riesgo de caída de materiales o cuando el material no esté totalmente estabilizado.</li> </ul>
Caída de objetos desprendidos		X			X					X			<ul style="list-style-type: none"> <li>- Durante los trabajos de retirada del material los operarios se mantendrán alejados de la zona de actuación a excepción de las personas que manejen los vehículos de obra.</li> </ul>
Pisadas sobre objetos		X			X					X			<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mantener el entorno de trabajo libre de materiales de obra retirando los materiales de excavación una vez que se hayan realizado las labores de saneo de hastiales y de la bóveda.</li> </ul>
Golpes contra objetos inmóviles	X				X		X	X					<ul style="list-style-type: none"> <li>- Garantizar una iluminación adecuada en el área de trabajo evitando sombras y deslumbramientos.</li> </ul>
Golpes contra objetos móviles		X				X					X		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Respetar los procedimientos de trabajo, evitar el tránsito de operarios en el entorno de las máquinas.</li> <li>- Utilizar ropa de alta visibilidad.</li> <li>- Respetar los límites de velocidad en el recinto de la obra.</li> <li>- Habilitar zonas de paso par operarios y para vehículos de obra perfectamente delimitados y señalizados.</li> </ul>
Golpes con objetos o herramientas	X				X			X					<ul style="list-style-type: none"> <li>- Emplear las herramientas adecuadas en cada tarea teniendo en cuenta el procedimiento de trabajo.</li> </ul>
Contactos térmicos	X			X			X						<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mantener las partes calientes de las máquinas protegidas mediante carcasas fijadas mediante tornillos.</li> </ul>

## RETIRADA DEL MATERIAL DE VOLADURA (continuación)

RIESGOS IDENTIFICADOS	PROBABILIDAD			CONSECUENCIAS			MAGNITUD DEL RIESGO					MEDIDAS PREVENTIVAS
	B	M	A	LD	D	ED	T	TO	MO	I	IN	
Atropellos, golpes, y choques con vehículos		X			X				X			<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mantenerse alejados del radio de acción de las máquinas, desplazarse por zonas donde se observe buena visibilidad. Todas las máquinas dispondrán de señalización de marcha atrás y señal acústica de marcha atrás.</li> <li>- Los operarios no circularán en el entorno de las máquinas cuando estas se encuentren en funcionamiento.</li> <li>- Todos los operarios utilizarán ropa de alta visibilidad.</li> <li>- Diferenciar las zonas de paso de los operarios y las zonas de tránsito de vehículos de obra.</li> <li>- Respetar los límites de velocidad en todo el recinto de la obra.</li> </ul>
Accidentes de tránsito		X				X					X	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Todas las máquinas dispondrán de señalización de marcha atrás y señal acústica de marcha atrás.</li> <li>- Los operarios no circularán en el entorno de las máquinas cuando estas se encuentren en funcionamiento.</li> <li>- Todos los operarios utilizarán ropa de alta visibilidad.</li> <li>- Diferenciar las zonas de paso de los operarios y las zonas de tránsito de vehículos de obra.</li> <li>- Respetar los límites de velocidad en todo el recinto de la obra.</li> </ul>
Agentes químicos (polvo, gas, vapor, humo, niebla)		X				X					X	<ul style="list-style-type: none"> <li>- En situaciones de polvo originado por la carga del material de voladura será necesario utilizar mascarillas protectoras adecuadas.</li> <li>- Garantizar la existencia de aire limpio, manteniendo una renovación adecuada de aire desde el exterior.</li> <li>- Llevar mascarillas de filtro mecánico para las ocasiones en que se observe la presencia de polvo en suspensión.</li> <li>- Para disminuir la producción de polvo, utilizaremos sistemas húmedos de trabajo humedeciendo la zona de tránsito de vehículos y la zona de material que se va a cargar.</li> </ul>

## 2.4. SOSTENIMIENTO DE LA BÓVEDA

RIESGOS IDENTIFICADOS	PROBABILIDAD			CONSECUENCIAS			MAGNITUD DEL RIESGO					MEDIDAS PREVENTIVAS	
	B	M	A	LD	D	ED	T	TO	MO	I	IN		
Atropellos de terceros por vehículos de obra		X				X					X		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mantenerse alejados del radio de acción de las máquinas, desplazarse por las zonas habilitadas para los peatones.</li> <li>- Garantizar una buena visibilidad de la zona de trabajo sin sombras ni deslumbramientos.</li> <li>- Utilizar ropa de alta visibilidad.</li> <li>- Respetar los límites de velocidad en el recinto de la obra.</li> </ul>
Atropellos por vehículos ajenos a obra		X				X					X		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mantenerse alejados del radio de acción de las máquinas, desplazarse por las zonas habilitadas para los peatones.</li> <li>- Garantizar una buena visibilidad de la zona de trabajo sin sombras ni deslumbramientos.</li> <li>- Utilizar ropa de alta visibilidad.</li> <li>- Respetar los límites de velocidad en el recinto de la obra.</li> </ul>
Caídas de personas al mismo y a distinto nivel		X			X					X			<ul style="list-style-type: none"> <li>- Utilizar los asideros para subir y bajar de la máquina sin sufrir caídas, manteniendo tanto el calzado como los asideros libres de barro.</li> <li>- La zona de trabajo deber de mantenerse limpia de restos de materiales y materiales de trabajo.</li> <li>- Garantizar una buena visibilidad</li> </ul>
Caídas de materiales		X				X					X		<ul style="list-style-type: none"> <li>- La descarga del material se realizará con un estroboado correcto de la misma sujetando las diferentes piezas o elementos mediante dos puntos de amarre.</li> <li>- Los elementos de izado de cargas, tales como estrobos, bandas textiles, ganchos, etc, estarán en perfecto estado y deberán de desecharse aquellos que presenten deficiencias, tales como cocas, hilos sueltos, etc.</li> <li>- No se deben transportar cargas suspendidas por encima de personas.</li> </ul>
Golpes contra objetos		X			X					X			<ul style="list-style-type: none"> <li>- El acopio de material hasta su traslado a la zona de trabajos se realizará a nivel, calzándolo mediante cuñas si fuera necesario.</li> </ul>
Cortes por el manejo de objetos y herramientas manuales		X			X					X			<ul style="list-style-type: none"> <li>- Todos los trabajadores al comenzar sus labores, deberán disponer de todos los equipos de protección individual en el tajo.</li> <li>- Los operarios que utilicen estos medios dispondrán de conocimientos suficientes para manipular las herramientas con seguridad.</li> </ul>
Proyección de partículas en los ojos		X			X					X			<ul style="list-style-type: none"> <li>- Todos los trabajadores al comenzar sus labores , deberán disponer de todos los equipos de protección individual en el tajo.</li> <li>- Mantener un nivel de iluminación adecuado, sin sombras ni deslumbramientos.</li> </ul>
Cortes por utilización de máquinas y/o herramientas		X			X					X			<ul style="list-style-type: none"> <li>- Todos los trabajadores al comenzar sus labores , deberán disponer de todos los equipos de protección individual en el tajo.</li> <li>- Mantener un nivel de iluminación adecuado, sin sombras ni deslumbramientos.</li> </ul>
Atrapamiento de manos y o pies		X			X					X			<ul style="list-style-type: none"> <li>- Utilizar la taladradora entre dos personas teniendo presente la posibilidad de golpearse las muñecas si no se compenentran de forma adecuada.</li> <li>- Respetar en todo momento el procedimiento de trabajo.</li> <li>- La manipulación y unión de las cerchas se realizará mediante varias personas empleando la manipuladora telescópica para su colocación definitiva y plataforma elevadora.</li> </ul>

## SOSTENIMIENTO DE LA BÓVEDA (continuación)

RIESGOS IDENTIFICADOS	PROBABILIDAD			CONSECUENCIAS			MAGNITUD DEL RIESGO					MEDIDAS PREVENTIVAS
	B	M	A	LD	D	ED	T	TO	MO	I	IN	
Absorción de polvo y de residuos de la perforación		X			X				X			<ul style="list-style-type: none"> <li>- En las tareas de taladrado, y en las que se formen nubes de polvo es necesario emplear mascarilla antipolvo para evitar inhalación de partículas en suspensión.</li> <li>- Mantener un nivel de renovación de aire adecuado a la tarea que se esté desarrollando.</li> </ul>
Vibraciones transmitidas al operario de la perforadora		X			X				X			<ul style="list-style-type: none"> <li>- Realizar un mantenimiento continuo de la máquina, utilizar guantes durante la manipulación.</li> <li>- La operación se realizará rotando varios operarios o empleándola simultáneamente en función del tipo de terreno.</li> </ul>
Atrapamiento por deslizamiento de los materiales a estabilizar		X				X				X		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mantenerse alejado de la zona con riesgo de caída de materiales hasta que la zona se limpie de restos de elementos de excavación.</li> <li>- Disponer de iluminación adecuada en la zona de trabajo evitando sombras y deslumbramientos.</li> <li>- Balizar la zona de trabajo.</li> </ul>
Caída de personas a distinto nivel		X			X				X			<ul style="list-style-type: none"> <li>- Utilizar los asideros para subir y bajar de la máquina sin sufrir caídas, mantener limpios los asideros y el calzado.</li> <li>- Las guindolas dispondrán de barra intermedia y barandilla superior, además dispondrán de rodapiés.</li> <li>- Se estacionará la plataforma de forma adecuada teniendo en cuenta las irregularidades del terreno y perpendicular al frente de trabajo.</li> </ul>
Caída de personas al mismo nivel		X			X				X			<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mantener el entorno de trabajo limpio de restos de material de obra.</li> <li>- Reforzar la zona de iluminación artificial si la tarea lo requiere.</li> </ul>
Caída de objetos por desplome o derrumbamiento	X					X			X			<ul style="list-style-type: none"> <li>- Evitar la presencia de operarios bajo las zonas de trabajo cuando se estén realizando labores con riesgo de caída de materiales o cuando el material no esté totalmente estabilizado.</li> <li>- Mantener una iluminación adecuada del terreno.</li> </ul>
Caída de objetos por manipulación		X			X				X			<ul style="list-style-type: none"> <li>- Las tareas de barrenado se realizarán entre dos personas para manipular los barrenos y el resto de elementos con seguridad y con garantías de seguridad.</li> <li>- Durante la realización de esta tarea ningún operario permanecerá por debajo de la zona a estabilizar.</li> </ul>
Caída de objetos desprendidos		X			X				X			<ul style="list-style-type: none"> <li>- Durante los trabajos de sostenimiento los operarios se mantendrán alejados de la zona de actuación a excepción de las personas que manejen el jumbo.</li> <li>- Mantener iluminación adecuada de la zona evitando sombras y deslumbramientos.</li> <li>- Balizar la zona de trabajo.</li> </ul>
Pisadas sobre objetos		X		X				X				<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mantener el entorno de trabajo libre de materiales de obra retirando los materiales de excavación una vez que se hayan realizado las labores de saneo de hastiales y de la bóveda.</li> <li>- Mantener iluminación adecuada de la zona.</li> </ul>
Golpes contra objetos inmóviles		X			X				X			<ul style="list-style-type: none"> <li>- Garantizar una iluminación adecuada en el área de trabajo.</li> <li>- Balizar el área de trabajo.</li> </ul>
Golpes contra objetos móviles		X			X				X			<ul style="list-style-type: none"> <li>- Respetar los procedimientos de trabajo, evitar el tránsito de operarios en el entorno de las máquinas.</li> </ul>
Golpes con objetos o herramientas					X				X			<ul style="list-style-type: none"> <li>- Emplear las herramientas adecuadas en cada tarea teniendo en cuenta el procedimiento de trabajo.</li> </ul>

**SOSTENIMIENTO DE LA BÓVEDA (continuación)**

RIESGOS IDENTIFICADOS	PROBABILIDAD			CONSECUENCIAS			MAGNITUD DEL RIESGO					MEDIDAS PREVENTIVAS	
	B	M	A	LD	D	ED	T	TO	MO	I	IN		
Proyección de fragmentos o partículas		X				X					X		- Es preciso emplear gafas protectoras en las tareas de taladrado, colocación de bulones e inyección de la lechada de hormigón.
Atrapamiento por o entre objetos		X				X					X		- Agarrar adecuadamente la carga según forma y tamaño y elevarla flexionando las rodillas, y no la espalda. - No girar el tronco ni adoptar posturas forzadas, girar completamente el cuerpo. - Si el levantamiento es desde el suelo hasta una altura importante, apoyar la carga a medio camino para poder cambiar el agarre, depositando primero la carga y después ajustarla si fuera necesario. - Realizar los levantamientos de forma espaciada. - Manejar los barrenos y piezas voluminosas entre dos personas. - Realizar esta tarea entre personas compenetradas y preparadas para esta tarea.
Sobreesfuerzos		X				X					X		- No cargar con más de 25 Kgs o solicitar ayuda de otras personas si el peso es mayor, no se deben de adoptar posturas forzadas durante el levantamiento, se pueden utilizar ayudas mecánicas. - Agarrar adecuadamente la carga según forma y tamaño y elevarla flexionando las rodillas, y no la espalda. - Separar los pies para proporcionar una postura estable y equilibrada para el levantamiento, colocando un pie más adelantado que el otro en la dirección del movimiento. - No girar el tronco ni adoptar posturas forzadas, girar completamente el cuerpo. - Si el levantamiento es desde el suelo hasta una altura importante, apoyar la carga a medio camino para poder cambiar el agarre, depositando primero la carga y después ajustarla si fuera necesario. - Realizar los levantamientos de forma espaciada. - Manejar los barrenos y otras piezas voluminosas entre dos personas.
Contactos térmicos	X				X			X					- Mantener las partes calientes de las máquinas protegidas mediante carcasas fijadas mediante tornillos.
Exposición a contactos eléctricos	X					X		X					- Es preciso que la instalación eléctrica se encuentre en un buen estado de utilización. - Revisar elementos eléctricos y conexiones antes de comenzar el trabajo. - Colocar derivación a tierra para eliminar tensiones
Atropellos, golpes, y choques con vehículos		X				X					X		- Mantenerse alejados del radio de acción de las máquinas, desplazarse por zonas donde se observe buena visibilidad. - Conseguir un nivel de iluminación adecuado en la zona de trabajo. - Diferenciar y señalizar las zonas de tránsito de vehículos con las zonas de paso de los operarios de obra.
Accidentes de tránsito		X				X					X		- Respetar los límites de velocidad. - Todas las máquinas dispondrán de señalización de marcha atrás y señal acústica de marcha atrás. - Los operarios no circularán en el entorno de las máquinas cuando estas se encuentren en funcionamiento. - Todos los operarios utilizarán ropa de alta visibilidad. - Diferenciar las zonas de paso de los operarios y las zonas de tránsito de vehículos de obra. - Respetar los límites de velocidad en todo el recinto de la obra.

## SOSTENIMIENTO DE LA BÓVEDA (continuación)

RIESGOS IDENTIFICADOS	PROBABILIDAD			CONSECUENCIAS			MAGNITUD DEL RIESGO					MEDIDAS PREVENTIVAS	
	B	M	A	LD	D	ED	T	TO	MO	I	IN		
Agentes químicos (polvo, gas, vapor, humo, niebla)		X				X					X		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Garantizar la existencia de aire limpio, si fuera necesario, regando la zona anterior al área de trabajo.</li> <li>- Llevar mascarillas de filtro mecánico para las ocasiones en que haya mucho polvo en suspensión.</li> <li>- Para disminuir la producción de polvo, utilizaremos sistemas húmedos de trabajo.</li> <li>- En situaciones de polvo originado por el taladrado será necesario utilizar mascarillas protectoras adecuadas.</li> </ul>
Dermatitis por contacto con cemento		X			X				X				<ul style="list-style-type: none"> <li>- Disponer de ropa de trabajo adecuada, gafas protectoras y otros elementos que eviten el contacto con el cemento u otros elementos.</li> </ul>

## 2.5. GUNITADO DE LA BÓVEDA

RIESGOS IDENTIFICADOS	PROBABILIDAD			CONSECUENCIAS			MAGNITUD DEL RIESGO					MEDIDAS PREVENTIVAS
	B	M	A	LD	D	ED	T	TO	MO	I	IN	
Atrapamiento de manos y o pies		X			X				X			- Utilizar el robot de gunitado por una persona respetando en todo momento el procedimiento de trabajo.
Dermatitis por contacto con cemento		X			X				X			- Disponer de ropa de trabajo adecuada, gafas protectoras y otros elementos que eviten el contacto con el cemento.
Atrapamiento por deslizamiento de los materiales a estabilizar		X				X				X		- Mantenerse alejado de la zona con riesgo de caída de materiales hasta que la zona se limpie de restos de elementos de excavación.
Absorción de polvo de cemento		X			X				X			- En las tareas de gunitado es necesario emplear mascarilla antipolvo para evitar inhalar partículas de polvo en suspensión. - Mantener un nivel de renovación de aire adecuado.
Alcance a terceras personas por el equipo de proyectado		X			X				X			- El robot de gunitado será empleado por una persona cualificada, que dirigirá la proyección según el procedimiento de trabajo, el resto de trabajadores permanecerán fuera del radio de acción de la máquina. - Mantener un nivel de iluminación adecuado en la zona.
Caída de personas a distinto nivel		X			X				X			- Utilizar los asideros para subir y bajar de la máquina sin sufrir caídas, mantener los asideros y el calzado limpios de barro. - Las guindolas dispondrán de barra intermedia y barandilla superior, además dispondrán de rodapiés. - Mantener un nivel de iluminación adecuado en la zona.
Caída de personas al mismo nivel		X			X				X			- Mantener el entorno de trabajo limpio de restos de material de obra. - Reforzar la zona de iluminación artificial si la tarea lo requiere.
Caída de objetos por desplome o derrumbamiento	X					X				X		- Evitar la presencia de operarios bajo las zonas de trabajo cuando se estén realizando labores con riesgo de caída de materiales o cuando el material no esté totalmente estabilizado.
Pisadas sobre objetos		X			X				X			- Mantener el entorno de trabajo libre de materiales de obra retirando los materiales de excavación una vez que se hayan realizado las labores de saneo de hastiales y de la bóveda.
Golpes contra objetos inmóviles	X				X			X				- Garantizar una iluminación adecuada en el área de trabajo.
Golpes contra objetos móviles		X			X				X			- Respetar los procedimientos de trabajo, evitar el tránsito de operarios en el entorno de las máquinas.
Golpes con objetos o herramientas	X				X			X				- Emplear las herramientas adecuadas en cada tarea teniendo en cuenta el procedimiento de trabajo.

## GUNITADO DE LA BÓVEDA (continuación)

RIESGOS IDENTIFICADOS	PROBABILIDAD			CONSECUENCIAS			MAGNITUD DEL RIESGO					MEDIDAS PREVENTIVAS
	B	M	A	LD	D	ED	T	TO	MO	I	IN	
Proyección de fragmentos o partículas		X			X				X			<ul style="list-style-type: none"> <li>- Es preciso emplear gafas protectoras en las tareas con riesgo de proyección de partículas.</li> <li>- Balizar la zona de trabajo.</li> <li>- Evitar el acceso de personas ajenas al tajo sin disponer de los medios de protección adecuados.</li> </ul>
Contactos térmicos		X			X				X			<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mantener las partes calientes de las máquinas protegidas mediante carcasas fijadas mediante tornillos.</li> </ul>
Exposición a contactos eléctricos		X			X				X			<ul style="list-style-type: none"> <li>- Es preciso que la instalación eléctrica se encuentre en buen estado de utilización para evitar contactos directos e indirectos.</li> </ul>
Contacto con sustancias cáusticas y corrosivas		X			X				X			<ul style="list-style-type: none"> <li>- Disponer de ropa de trabajo, gafas protectoras y otros elementos que eviten el contacto con el cemento.</li> <li>- Restringir el paso de operarios ajenos a la tarea que se esté desarrollando.</li> </ul>
Atropellos, golpes, y choques con vehículos	X					X			X			<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mantenerse alejados del radio de acción de las máquinas, desplazarse por zonas donde se observe buena visibilidad.</li> </ul>
Accidentes de tránsito		X				X				X		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Todas las máquinas dispondrán de señalización de marcha atrás y señal acústica de marcha atrás.</li> <li>- Los operarios no circularán en el entorno de las máquinas cuando estas se encuentren en funcionamiento.</li> <li>- Los operarios transitarán por las zonas habilitadas para ello diferenciadas de las zonas de paso de maquinaria de obras.</li> <li>- Utilización de ropa de alta visibilidad.</li> <li>- Respetar los límites de velocidad en el recinto de la obra.</li> </ul>
Agentes químicos (polvo, gas, vapor, humo, niebla)			X			X				X		<ul style="list-style-type: none"> <li>- En situaciones de gunitado y la generación de gases de combustión por la confluencia de máquinas en el frente del túnel.</li> <li>- Mantener un buen nivel de renovación de aire exterior en esta fase.</li> <li>- Utilizar mascarilla apropiada cuando se realicen este tipo de tareas.</li> <li>- Garantizar la existencia de aire limpio, si fuera necesario, regando la zona anterior al área de trabajo.</li> <li>- Llevar mascarillas de filtro mecánico para las ocasiones en que haya mucho polvo en suspensión.</li> <li>- Para disminuir la producción de polvo, utilizaremos sistemas húmedos de trabajo.</li> </ul>
Agentes físicos (ruido, vibraciones)			X			X				X		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Utilizar protectores auditivos durante las tareas en las que se produzcan elevados niveles de ruido (operario del robot de gunitado).</li> <li>- Trabajar con la cabina cerrada para evitar la exposición a ruido ambiental.</li> </ul>

## 3. DESTROZA

### DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD

#### • La fase de destroza del túnel

El avance del túnel se realiza básicamente en dos fases:

- a) La semisección superior, también llamada *avance en bóveda o carlota*.
  - b) Semisección inferior o *destroza*.
- El proceso consiste en ejecutar la parte inferior de la bóveda por medio de voladura y sostenimiento de los hastiales. Esta operación se realiza empleando jumbo de perforación, manipuladora telescópica y robot de gunitado
  - En este caso el jumbo se emplea para realizar las perforaciones donde se colocarán las pegas y para perforar los bulones de sostenimiento de los hastiales. Será necesario el empleo de manipuladora telescópica para el transporte y la colocación de cerchas en los hastiales, la retirada del material se realizará mediante camión de obra y pala cargadora, siendo el gunitado la última fase del proceso empleando cubas de hormigón y robot de gunitado.

*La evaluación de riesgos laborales que a continuación se indica corresponde a las siguientes fases:*

*3.1. Perforación del suelo de la bóveda*

*3.2. Voladura del suelo*

*3.3. Retirada del material de voladura*

*3.4. Sostenimiento de los hastiales*

*3.5. Gunitado de los hastiales*



### 3.1. PERFORACIÓN DEL SUELO DE LA BÓVEDA

RIESGOS IDENTIFICADOS	PROBABILIDAD			CONSECUENCIAS			MAGNITUD DEL RIESGO					MEDIDAS PREVENTIVAS
	B	M	A	LD	D	ED	T	TO	MO	I	IN	
Atrapamiento de manos y o pies		X			X				X			<ul style="list-style-type: none"> <li>- Utilizar la taladradora entre dos personas.</li> <li>- Respetar en todo momento el procedimiento de trabajo.</li> </ul>
Absorción de polvo y de residuos de la perforación		X			X				X			<ul style="list-style-type: none"> <li>- En las tareas de taladrado, y en las que se formen nubes de polvo es necesario emplear mascarilla antipolvo para evitar inhalación de partículas en suspensión.</li> <li>- Mantener una renovación de aire adecuada en la zona de trabajo.</li> <li>- Humedecer las zonas de tránsito de los vehículos de obra para reducir la formación de polvo por esta actividad.</li> </ul>
Vibraciones transmitidas al operario de la perforadora		X			X				X			<ul style="list-style-type: none"> <li>- Realizar un mantenimiento continuo de la máquina, utilizando guantes durante la manipulación.</li> <li>- Manipular la taladradora entre dos personas.</li> </ul>
Atrapamiento por deslizamiento de los materiales a estabilizar		X				X				X		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mantenerse alejado de la zona con riesgo de caída de materiales hasta que la zona se limpie de restos de elementos de excavación</li> <li>- Iluminar la zona de forma adecuada.</li> </ul>
Caída de personas a distinto nivel		X			X				X			<ul style="list-style-type: none"> <li>- Utilizar los asideros para subir y bajar de la máquina sin sufrir caídas, manteniendo las botas y los peldaños limpios de barro.</li> <li>- Se estacionará la maquinaria de forma adecuada teniendo en cuenta las irregularidades del terreno y perpendicular al frente de trabajo.</li> </ul>
Caída de personas al mismo nivel		X			X				X			<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mantener el entorno de trabajo limpio de restos de material de obra.</li> <li>- Reforzar la zona de iluminación artificial si la tarea lo requiere.</li> </ul>
Caída de objetos por desplome o derrumbamiento		X				X				X		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Evitar la presencia de operarios bajo las zonas de trabajo cuando se estén realizando labores con riesgo de caída de materiales o cuando el material no esté totalmente estabilizado.</li> </ul>
Caída de objetos por manipulación		X		X				X				<ul style="list-style-type: none"> <li>- Las tareas de barrenado se realizarán entre dos personas para manipular los barrenos y el resto de elementos con seguridad y con garantías de seguridad.</li> </ul>
Caída de objetos desprendidos		X			X				X			<ul style="list-style-type: none"> <li>- Durante los trabajos de perforación los operarios se mantendrán alejados de la zona de actuación a excepción de las personas que manejen el jumbo.</li> <li>- Balizar la zona de trabajo.</li> <li>- Mantener un nivel de iluminación adecuado en la zona.</li> </ul>
Pisadas sobre objetos		X		X				X				<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mantener el entorno de trabajo libre de materiales de obra retirando los materiales de excavación una vez que se hayan realizado las labores de saneo de hastiales y de la bóveda.</li> </ul>
Golpes contra objetos inmóviles	X				X				X			<ul style="list-style-type: none"> <li>- Garantizar una iluminación adecuada en el área de trabajo evitando sombras y deslumbramientos.</li> </ul>
Golpes contra objetos móviles		X			X				X			<ul style="list-style-type: none"> <li>- Respetar los procedimientos de trabajo, evitar el tránsito de operarios en el entorno de las máquinas.</li> <li>- Utilizar ropa de alta visibilidad.</li> <li>- Mantener un nivel de iluminación adecuado.</li> </ul>
Golpes con objetos o herramientas	X				X			X				<ul style="list-style-type: none"> <li>- Emplear las herramientas adecuadas en cada tarea teniendo en cuenta el procedimiento de trabajo.</li> </ul>

**PERFORACIÓN DEL SUELO DE LA BÓVEDA (continuación)**

RIESGOS IDENTIFICADOS	PROBABILIDAD			CONSECUENCIAS			MAGNITUD DEL RIESGO					MEDIDAS PREVENTIVAS	
	B	M	A	LD	D	ED	T	TO	MO	I	IN		
Proyección de fragmentos o partículas	X				X			X					- Es preciso emplear gafas protectoras en las tareas con riesgo de proyección de partículas.
Atrapamiento por o entre objetos		X				X					X		- Utilizar la taladradora entre dos personas. - Respetar en todo momento el procedimiento de trabajo. - Agarrar adecuadamente la carga según forma y tamaño y elevarla flexionando las rodillas, y no la espalda. - Separar los pies para proporcionar una postura estable y equilibrada para el levantamiento, colocando un pie más adelantado que el otro en la dirección del movimiento
Sobreesfuerzos	X				X			X					- No cargar con más de 25 Kgs o solicitar ayuda de otras personas si el peso es mayor, no se deben de adoptar posturas forzadas durante el levantamiento, se pueden utilizar ayudas mecánicas. - Agarrar adecuadamente la carga según forma y tamaño y elevarla flexionando las rodillas, y no la espalda. - Separar los pies para proporcionar una postura estable y equilibrada para el levantamiento, colocando un pie más adelantado que el otro en la dirección del movimiento. - No girar el tronco ni adoptar posturas forzadas, girar completamente el cuerpo. - Si el levantamiento es desde el suelo hasta una altura importante, apoyar la carga a medio camino para poder cambiar el agarre, depositando primero la carga y después ajustarla si fuera necesario. - Realizar los levantamientos de forma espaciada.
Contactos térmicos	X			X			X						- Mantener las partes calientes de las máquinas protegidas mediante carcasas fijadas mediante tornillos.
Exposición a contactos eléctricos	X				X			X					- Es preciso que la instalación eléctrica se encuentre en un buen estado de utilización. - Revisar elementos eléctricos y conexiones antes de comenzar el trabajo. - Colocar derivación a tierra para eliminar tensiones
Atropellos, golpes, y choques con vehículos	X					X				X			- Todas las máquinas dispondrán de señalización de marcha atrás y señal acústica de marcha atrás. - Los operarios no circularán en el entorno de las máquinas cuando estas se encuentren en funcionamiento. - Mantenerse alejados del radio de acción de las máquinas, desplazarse por zonas donde se observe buena visibilidad. - Conseguir un nivel de iluminación adecuado en la zona de trabajo. - Diferenciar y señalizar las zonas de tránsito de vehículos con las zonas de paso de los operarios de obra. - Respetar los límites de velocidad
Accidentes de tránsito	X					X				X			- Todas las máquinas dispondrán de señalización de marcha atrás y señal acústica de marcha atrás. - Los operarios no circularán en el entorno de las máquinas cuando estas se encuentren en funcionamiento. - Mantenerse alejados del radio de acción de las máquinas, desplazarse por zonas donde se observe buena visibilidad. - Conseguir un nivel de iluminación adecuado en la zona de trabajo. - Diferenciar y señalizar las zonas de tránsito de vehículos con las zonas de paso de los operarios de obra. - Respetar los límites de velocidad.
Agentes químicos (polvo, gas, vapor, humo, niebla)			X			X					X		- Garantizar la existencia de aire limpio, si fuera necesario, regando la zona anterior al área de trabajo. - Llevar mascarillas de filtro mecánico para las ocasiones en que haya mucho polvo en suspensión. - Para disminuir la producción de polvo, utilizaremos sistemas húmedos de trabajo y/o aspiración localizada (que incorporan algunas máquinas cuyo trabajo es generador de polvo, como el caso de los carros perforadores).

## 3.2. VOLADURA DEL SUELO

RIESGOS IDENTIFICADOS	PROBABILIDAD			CONSECUENCIAS			MAGNITUD DEL RIESGO					MEDIDAS PREVENTIVAS
	B	M	A	LD	D	ED	T	TO	MO	I	IN	
Caída de personas a distinto nivel		X			X				X			<ul style="list-style-type: none"> <li>- Las áreas de trabajo en las que el avance de la excavación determine riesgo de caída de altura, se acotarán debidamente con barandilla de 90 cm de altura siempre que se prevea circulación de personas o vehículos en las inmediaciones.</li> <li>- Mantener nivel de iluminación adecuado evitando sombras y deslumbramientos.</li> <li>- Balizar la zona de trabajo.</li> </ul>
Explosión fuera de control		X			X				X			<ul style="list-style-type: none"> <li>- Los detonadores eléctricos se almacenarán en lugar seguro.</li> <li>- Se utilizarán por orden de antigüedad respecto a la fecha de fabricación.</li> <li>- Asegurarse de una eficaz puesta a tierra del vehículo utilizado para el transporte, la electricidad estática puede hacerlos explotar.</li> <li>- Transportarlos en el interior de los envases de origen o en las cartucheras especiales.</li> <li>- Llevarlos siempre cortocircuitados.</li> <li>- No aproximar los detonadores al frente hasta finalizar la perforación.</li> <li>- Utilizar un explosor de potencia adecuada, no utilice baterías o líneas de corriente.</li> <li>- No utilizar detonadores de fabricantes distintos en un mismo circuito de pega.</li> <li>- En caso de fallo esperas un mínimo de 5 minutos antes de recoger la zona.</li> <li>- Guardar la llave de explosionar en su bolsillo.</li> </ul>
Barrenos fallidos		X			X				X			<ul style="list-style-type: none"> <li>- No cebar, no descargar un barreno fallido.</li> <li>- Señalizar bien los barrenos fallidos.</li> <li>- Si es posible técnicamente volver a disparar los barrenos fallidos redoblando las precauciones.</li> <li>- Se eliminarán barrenos fallidos mediante barrenos en paralelo a 20 cm.</li> <li>- Dirigido por un técnico experto, extraer del barreno el explosivo mediante agua y aire a presión, prohibiéndose el uso en la operación de útiles metálicos.</li> <li>- Los barrenos descabezados se explosionarán mediante otro cartucho cebado a una distancia máxima de 15 cm cubierto con arcilla.</li> <li>- No continuar la perforación en un barreno fallido.</li> <li>- No desmontar los detonadores.</li> <li>- No almacenar detonadores junto al explosivo.</li> <li>- Efectuar en el cartucho el cebado adecuado antes de introducir el detonador, utilizar el punzón.</li> <li>- Se utilizarán en cada voladura detonadores de idéntica potencia y marca.</li> </ul>
Derrumbamientos inesperados		X			X				X			<ul style="list-style-type: none"> <li>- Los frentes de trabajo se sanearán siempre que existan bloques sueltos o zonas inestables.</li> <li>- Las áreas de trabajo en las que el avance de la excavación determine riesgo de caída de altura se acotarán, con barandilla de 90 centímetros de altura siempre que se prevea circulación de personas o vehículos en las inmediaciones.</li> </ul>
Proyección de piedras o rocas		X			X				X			<ul style="list-style-type: none"> <li>- Se evitará que en la zona en la cual se va a proceder a la voladura existan personas no autorizadas.</li> <li>- Se respetará en todo momento las distancias de seguridad marcadas en el plan de voladuras.</li> </ul>
Explosión por almacenamiento incorrecto previo a la carga en las perforaciones		X			X				X			<ul style="list-style-type: none"> <li>- Se almacenarán en lugar seguro.</li> <li>- Se utilizarán por orden de antigüedad respecto a la fecha de fabricación. Asegurarse de una eficaz toma a tierra del vehículo utilizado para el transporte.</li> <li>- La electricidad estática puede hacerlos explotar.</li> </ul>

**VOLADURA DEL SUELO** (continuación)

RIESGOS IDENTIFICADOS	PROBABILIDAD			CONSECUENCIAS			MAGNITUD DEL RIESGO					MEDIDAS PREVENTIVAS	
	B	M	A	LD	D	ED	T	TO	MO	I	IN		
Explosión por transporte incorrecto		X				X					X		- Transportarlos en el interior de los envases de origen o en las cartucheras especiales para ellos. Llevarlos siempre cortocircuitados.
Daños a terceros por irrumpir en tajos, por ondas aéreas y vibraciones		X				X					X		- Se evitará que en la zona que se va a realizar la voladura existan personas no autorizadas. - Se contará con la presencia de miembros del Cuerpo de la Guardia Civil, para el control del explosivo y de la presencia de personas ajenas a la obra. - Una vez cortado el tráfico de las inmediaciones y situado el personal a una distancia de seguridad y la comprobación de la no existencia de personas ajenas a la obra se procederá a la detonación de la carga explosiva.
Desplazamientos y desprendimientos del terreno		X				X					X		- En todo momento se mantendrán las zonas de trabajo limpias y ordenadas. - A nivel del suelo se acotarán las áreas de trabajo siempre que se prevea la circulación de personas o vehículos y se colocarán las señales: riesgo de caídas a distinto nivel y maquinaria pesada en movimiento.
Atropellos y golpes de máquina		X				X					X		- A nivel del suelo se acotarán las áreas de trabajo siempre que se prevea la circulación de personas o vehículos y se colocarán las señales: riesgo de caídas a distinto nivel y maquinaria pesada en movimiento. - Los caminos de acceso de vehículos al área de trabajo, serán independientes de los accesos de peatones. - Cuando necesariamente los accesos hayan de ser comunes se delimitarán los de peatones por medio de vallas, aceras o medios equivalentes.
Vuelco o falsas maniobras de maquinaria móvil	X					X				X			- El movimiento de vehículos de excavación y transportes se regirá por un plan preestablecido, procurando que estos desplazamientos mantengan sentidos constantes. - En todo momento se mantendrán las zonas de trabajo limpias y ordenadas manteniendo un buen nivel de iluminación.
Caída de personas		X			X					X			- Se mantendrán las zonas de trabajo y de paso limpias y ordenadas, con un buen nivel de iluminación. - Los caminos de acceso de vehículos al área de trabajo , serán independientes de los accesos de peatones.
Rotura de canalizaciones		X			X						X		- Cuando se utilice el martillo neumático, el operario usará guantes, botas de seguridad, protectores auditivos y, en caso preciso, gafas y mascarilla.
Intoxicación por gases procedentes de la explosión		X				X					X		- Se evitará que en la zona en la cual se va a proceder a la voladura existan personas no autorizadas. Se garantizará el aporte de aire al frente de la excavación y así mantener unos niveles adecuados de calidad del aire respirado. - Una vez realizada la voladura, sólo se aproximarán al frente las personas que por su cualificación y medios adecuados estén autorizadas para realizarlo.
Riesgos de caída desde la barquilla	X				X			X					- Emplear barandillas a un metro de altura, así como barra intermedia y rodapiés. - Estacionar la plataforma en una zona libre de restos de material de obra. - Mantener un nivel de iluminación adecuado.
Atrapamiento por deslizamiento de los materiales a estabilizar		X				X					X		- Mantenerse alejado de la zona con riesgo de caída de materiales hasta que la zona se limpie de restos de elementos de excavación. - Balizar la zona de trabajo. - Mantener un nivel de iluminación adecuado evitando sombras y deslumbramientos.

## VOLADURA DEL SUELO (continuación)

RIESGOS IDENTIFICADOS	PROBABILIDAD			CONSECUENCIAS			MAGNITUD DEL RIESGO					MEDIDAS PREVENTIVAS
	B	M	A	LD	D	ED	T	TO	MO	I	IN	
Caída de objetos desprendidos		X			X				X			- Durante los trabajos de colocación de las pegas los operarios se mantendrán alejados de la zona de actuación a excepción de las personas que realicen las labores propias de la voladura.
Caída de personas a distinto nivel		X			X				X			- Utilizar los asideros para subir y bajar de la máquina sin sufrir caídas. - Se estacionará la máquina de forma adecuada teniendo en cuenta las irregularidades del terreno y perpendicular al frente de trabajo.
Caída de objetos por desplome o derrumbamiento		X				X				X		- Evitar la presencia de operarios bajo las zonas de trabajo cuando se estén realizando labores con riesgo de caída de materiales o cuando el material no esté totalmente estabilizado.
Caída de objetos por manipulación		X		X				X				- Las tareas de barrenado se realizarán entre dos personas para manipular los barrenos y el resto de elementos con garantías de seguridad.
Pisadas sobre objetos		X		X				X				- Mantener el entono de trabajo libre de materiales de obra retirando los materiales de excavación una vez que se hayan realizado las labores de saneo de hastiales y de la bóveda. - Mantener un nivel de iluminación adecuado en la zona evitando deslumbramientos y sombras.
Golpes contra objetos inmóviles		X			X				X			- Garantizar una iluminación adecuada en el área de trabajo. - Es necesario diferenciar adecuadamente el acceso de los vehículos de obra de los operarios. - Balizar la zona de trabajo.
Golpes contra objetos móviles		X			X				X			- Respetar los procedimientos de trabajo, evitar el tránsito de operarios en el entorno de las máquinas. - Mantener un nivel de iluminación adecuado en cada tajo de la obra evitando deslumbramientos y sombras.
Golpes con objetos o herramientas	X				X			X				- Emplear las herramientas adecuadas en cada tarea teniendo en cuenta el procedimiento de trabajo.
Atrapamiento por o entre objetos		X				X				X		- Respetar en todo momento el procedimiento de trabajo. - Agarrar adecuadamente la carga según forma y tamaño y elevarla flexionando las rodillas, y no la espalda. - Separar los pies para proporcionar una postura estable y equilibrada para el levantamiento, colocando un pie más adelantado que el otro en la dirección del movimiento
Sobreesfuerzos		X			X				X			- No cargar con más de 25 Kgs o solicitar ayuda de otras personas si el peso es mayor, no se deben de adoptar posturas forzadas durante el levantamiento, se pueden utilizar ayudas mecánicas. - Agarrar adecuadamente la carga según forma y tamaño y elevarla flexionando las rodillas, y no la espalda. - Separar los pies para proporcionar una postura estable y equilibrada para el levantamiento, colocando un pie más adelantado que el otro en la dirección del movimiento. - No girar el tronco ni adoptar posturas forzadas, girar completamente el cuerpo. - Si el levantamiento es desde el suelo hasta una altura importante, apoyar la carga a medio camino para poder cambiar el agarre, depositando primero la carga y después ajustarla si fuera necesario. - Realizar los levantamientos de forma espaciada.

**VOLADURA DEL SUELO** (continuación)

RIESGOS IDENTIFICADOS	PROBABILIDAD			CONSECUENCIAS			MAGNITUD DEL RIESGO					MEDIDAS PREVENTIVAS	
	B	M	A	LD	D	ED	T	TO	MO	I	IN		
Exposición a contactos eléctricos	X				X			X					<ul style="list-style-type: none"> <li>- Es preciso que la instalación eléctrica se encuentre en un buen estado de utilización para evitar contactos eléctricos directos e indirectos.</li> <li>- Revisar elementos eléctricos y conexiones antes de comenzar el trabajo.</li> <li>- Colocar derivados a tierra para derivar tensiones.</li> </ul>
Inhalación de polvo		X			X					X			<ul style="list-style-type: none"> <li>- Garantizar la existencia de aire limpio, si fuera necesario, regando la zona anterior al área de trabajo.</li> <li>- Llevar mascarillas de filtro mecánico para las ocasiones en que se observe la presencia de polvo en suspensión.</li> </ul>
Atropellos, golpes, y choques con vehículos	X					X				X			<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mantenerse alejados del radio de acción de las máquinas, desplazarse por zonas donde se observe buena visibilidad.</li> <li>- Todas las máquinas dispondrán de señalización de marcha atrás y señal acústica de marcha atrás.</li> <li>- Los operarios no circularán en el entorno de las máquinas cuando estas se encuentren en funcionamiento.</li> <li>- Mantenerse alejados del radio de acción de las máquinas, desplazarse por zonas donde se observe buena visibilidad.</li> <li>- Conseguir un nivel de iluminación adecuado en la zona de trabajo.</li> <li>- Diferenciar y señalizar las zonas de tránsito de vehículos con las zonas de paso de los operarios de obra.</li> <li>- Respetar los límites de velocidad</li> </ul>
Accidentes de tránsito	X					X				X			<ul style="list-style-type: none"> <li>- Todas las máquinas dispondrán de señalización de marcha atrás y señal acústica de marcha atrás.</li> <li>- Los operarios no circularán en el entorno de las máquinas cuando estas se encuentren en funcionamiento.</li> <li>- Mantenerse alejados del radio de acción de las máquinas, desplazarse por zonas donde se observe buena visibilidad.</li> <li>- Conseguir un nivel de iluminación adecuado en la zona de trabajo.</li> <li>- Diferenciar y señalizar las zonas de tránsito de vehículos con las zonas de paso de los operarios de obra.</li> <li>- Respetar los límites de velocidad.</li> </ul>

### 3.3. RETIRADA DEL MATERIAL DE VOLADURA

RIESGOS IDENTIFICADOS	PROBABILIDAD			CONSECUENCIAS			MAGNITUD DEL RIESGO					MEDIDAS PREVENTIVAS	
	B	M	A	LD	D	ED	T	TO	MO	I	IN		
Atrapamiento por deslizamiento de los materiales a estabilizar		X				X					X		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mantenerse alejado de la zona con riesgo de caída de materiales hasta que la zona se limpie de restos de elementos de excavación.</li> <li>- Balizar la zona de trabajo.</li> <li>- Mantener un nivel de iluminación adecuado evitando sombras y deslumbramientos.</li> </ul>
Caída de personas a distinto nivel		X				X					X		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Utilizar los asideros para subir y bajar de la máquina sin sufrir caídas, manteniendo el calzado y los peldaños limpios de barro.</li> <li>- Mantener un nivel adecuado de iluminación en la zona.</li> <li>- Los peldaños de la máquina se encontrarán limpios de barro o de tierras.</li> </ul>
Caída de personas al mismo nivel		X			X				X				<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mantener el entorno de trabajo limpio de restos de material de obra.</li> <li>- Reforzar la zona de iluminación artificial si la tarea lo requiere.</li> </ul>
Caída de objetos por despome o derrumbamiento		X				X					X		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Evitar la presencia de operarios bajo las zonas de trabajo cuando se estén realizando labores con riesgo de caída de materiales o cuando el material no esté totalmente estabilizado.</li> <li>- Balizar la zona.</li> <li>- Mantener un nivel de iluminación adecuado.</li> </ul>
Caída de objetos por manipulación		X		X				X					<ul style="list-style-type: none"> <li>- Evitar la presencia de operarios en el entorno de las máquinas y bajo la zona que va a ser limpiada.</li> <li>- Mantener un nivel de iluminación adecuado.</li> </ul>
Caída de objetos desprendidos		X			X				X				<ul style="list-style-type: none"> <li>- Durante los trabajos de limpieza del frente y de los hastiales los operarios se mantendrán alejados de la zona de actuación.</li> <li>- Balizar la zona de trabajo.</li> <li>- Mantener un nivel de iluminación adecuado en la zona.</li> </ul>
Golpes con objetos o herramientas	X				X			X					<ul style="list-style-type: none"> <li>- Emplear las herramientas adecuadas en cada tarea teniendo en cuenta el procedimiento de trabajo.</li> </ul>
Contactos térmicos	X			X			X						<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mantener las partes calientes de las máquinas protegidas mediante carcasas fijadas mediante tornillos.</li> </ul>
Atropellos, golpes, y choques con vehículos	X					X			X				<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mantenerse alejados del radio de acción de las máquinas, desplazarse por zonas donde se observe buena iluminación.</li> <li>- Transitar por las zonas delimitadas para que el personal se desplace a lo largo del túnel.</li> <li>- Respetar los límites de velocidad.</li> <li>- Mantener un buen nivel de iluminación.</li> </ul>
Accidentes de tránsito	X					X			X				<ul style="list-style-type: none"> <li>- Todas las máquinas dispondrán de señalización de marcha atrás y señal acústica de marcha atrás.</li> <li>- Los operarios no circularán en el entorno de las máquinas cuando estas se encuentren en funcionamiento.</li> <li>- Transitar por las zonas delimitadas para que el personal se desplace a lo largo del túnel.</li> <li>- Respetar los límites de velocidad.</li> <li>- Mantener un buen nivel de iluminación.</li> </ul>
Agentes químicos (polvo, gas, vapor, humo, niebla)			X			X				X			<ul style="list-style-type: none"> <li>- Garantizar la existencia de aire limpio, si fuera necesario, regando la zona anterior al área de trabajo.</li> <li>- Llevar mascarillas de filtro mecánico para las ocasiones en que la presencia de polvo en suspensión lo haga necesario.</li> <li>- Para disminuir la producción de polvo, utilizaremos sistemas húmedos de trabajo y además humedeciendo las zonas de tránsito de los vehículos de obra.</li> </ul>

### 3.4. SOSTENIMIENTO DE LOS HASTIALES

RIESGOS IDENTIFICADOS	PROBABILIDAD			CONSECUENCIAS			MAGNITUD DEL RIESGO					MEDIDAS PREVENTIVAS	
	B	M	A	LD	D	ED	T	TO	MO	I	IN		
Atropellos de terceros por vehículos de obra		X				X					X		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mantenerse alejados del radio de acción de las máquinas, desplazarse por las zonas habilitadas para los peatones.</li> <li>- Garantizar una buena visibilidad de la zona de trabajo sin sombras ni deslumbramientos.</li> <li>- Utilizar ropa de alta visibilidad.</li> <li>- Respetar los límites de velocidad en el recinto de la obra.</li> </ul>
Atropellos por vehículos ajenos a obra		X				X					X		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mantenerse alejados del radio de acción de las máquinas, desplazarse por las zonas habilitadas para los peatones.</li> <li>- Garantizar una buena visibilidad de la zona de trabajo sin sombras ni deslumbramientos.</li> <li>- Utilizar ropa de alta visibilidad.</li> <li>- Respetar los límites de velocidad en el recinto de la obra.</li> </ul>
Caídas de personas al mismo y a distinto nivel		X			X					X			<ul style="list-style-type: none"> <li>- Utilizar los asideros para subir y bajar de la máquina sin sufrir caídas, manteniendo tanto el calzado como los asideros libres de barro.</li> <li>- La zona de trabajo deber de mantenerse limpia de restos de materiales y materiales de trabajo.</li> <li>- Garantizar una buena visibilidad</li> </ul>
Caídas de materiales		X				X					X		<ul style="list-style-type: none"> <li>- La descarga del material se realizará con un estrobo correcto de la misma sujetando las diferentes piezas o elementos mediante dos puntos de amarre.</li> <li>- Los elementos de izado de cargas, tales como estrobos, bandas textiles, ganchos, etc, estarán en perfecto estado y deberán de desecharse aquellos que presenten deficiencias, tales como cocas, hilos sueltos, etc.</li> <li>- No se deben transportar cargas suspendidas por encima de personas.</li> </ul>
Golpes contra objetos		X			X					X			<ul style="list-style-type: none"> <li>- El acopio de material hasta su traslado a la zona de trabajos se realizará a nivel, calzándolo mediante cuñas si fuera necesario.</li> <li>- Mantener un nivel de iluminación adecuado en cada tajo de la obra evitando deslumbramientos y sombras.</li> <li>- Utilizar ropa de trabajo de alta visibilidad.</li> </ul>
Cortes por el manejo de objetos y herramientas manuales		X			X					X			<ul style="list-style-type: none"> <li>- Todos los trabajadores al comenzar sus labores, deberán disponer de todos los equipos de protección individual en el tajo.</li> <li>- Los operarios que utilicen estos medios dispondrán de conocimientos suficientes para manipular las herramientas con seguridad.</li> </ul>
Proyección de partículas en los ojos		X			X					X			<ul style="list-style-type: none"> <li>- Todos los trabajadores al comenzar sus labores , deberán disponer de todos los equipos de protección individual en el tajo.</li> <li>- Mantener un nivel de iluminación adecuado, sin sombras ni deslumbramientos.</li> </ul>
Cortes por utilización de máquinas y/o herramientas		X			X					X			<ul style="list-style-type: none"> <li>- Todos los trabajadores al comenzar sus labores , deberán disponer de todos los equipos de protección individual en el tajo.</li> <li>- Mantener un nivel de iluminación adecuado, sin sombras ni deslumbramientos.</li> </ul>
Atrapamiento de manos y o pies		X			X					X			<ul style="list-style-type: none"> <li>- Utilizar la taladradora entre dos personas teniendo presente la posibilidad de golpearse las muñecas si no se compenetran de forma adecuada.</li> <li>- Respetar en todo momento el procedimiento de trabajo.</li> <li>- La manipulación y unión de las cerchas se realizará mediante varias personas empleando la manipuladora telescópica para su colocación definitiva y plataforma elevadora.</li> </ul>
Absorción de polvo y de residuos de la perforación		X			X					X			<ul style="list-style-type: none"> <li>- En las tareas de taladrado, y en las que se formen nubes de polvo es necesario emplear mascarilla antipolvo para evitar inhalación de partículas en suspensión.</li> <li>- Mantener un nivel de renovación de aire adecuado a la tarea que se esté desarrollando.</li> </ul>

## SOSTENIMIENTO DE LOS HASTIALES (continuación)

RIESGOS IDENTIFICADOS	PROBABILIDAD			CONSECUENCIAS			MAGNITUD DEL RIESGO					MEDIDAS PREVENTIVAS
	B	M	A	LD	D	ED	T	TO	MO	I	IN	
Vibraciones transmitidas al operario de la perforadora		X			X				X			- Realizar un mantenimiento continuo de la máquina, utilizar guantes durante la manipulación. - La operación se realizará rotando varios operarios simultáneamente en función del tipo de terrenos.
Atrapamiento por deslizamiento de los materiales a estabilizar		X				X					X	- Mantenerse alejado de la zona con riesgo de caída de materiales hasta que la zona se limpie de restos de elementos de excavación. - Disponer de iluminación adecuada en la zona de trabajo evitando sombras y deslumbramientos. - Balizar la zona de trabajo.
Caída de personas a distinto nivel		X			X				X			- Utilizar los asideros para subir y bajar de la máquina sin sufrir caídas, mantener limpios los asideros y el calzado. - Las guindolas dispondrán de barra intermedia y barandilla superior, además dispondrá de rodapiés. - Se estacionará la plataforma de forma adecuada teniendo en cuenta las irregularidades del terreno y perpendicular al frente de trabajo.
Caída de personas al mismo nivel		X			X				X			- Mantener el entorno de trabajo limpio de restos de material de obra. - Reforzar la zona de iluminación artificial si la tarea lo requiere.
Caída de objetos por desplome o derrumbamiento	X					X			X			- Evitar la presencia de operarios bajo las zonas de trabajo cuando se estén realizando labores con riesgo de caída de materiales o cuando el material no esté totalmente estabilizado. - Mantener una iluminación adecuada del terreno.
Caída de objetos por manipulación		X			X				X			- Las tareas de barrenado se realizarán entre dos personas para manipular los barrenos y el resto de elementos con seguridad y con garantías de seguridad. - Durante la realización de ésta tarea ningún operario permanecerá por debajo de la zona a estabilizar.
Caída de objetos desprendidos		X		X				X				- Durante los trabajos de sostenimiento los operarios se mantendrán alejados de la zona de actuación a excepción de las personas que manejen el jumbo. - Mantener la iluminación adecuada de la zona evitando sombras y deslumbramientos. - Balizar la zona de trabajo.
Pisadas sobre objetos		X		X				X				- Mantener el entorno de trabajo libre de materiales de obra retirando los materiales de excavación una vez que se hayan realizado las labores de saneo de hastiales y de la bóveda. - Mantener iluminación adecuada de la zona.
Golpes contra objetos inmóviles		X			X				X			- Garantizar una iluminación adecuada en el área de trabajo. - Balizar el área de trabajo.
Golpes contra objetos móviles		X			X				X			- Respetar los procedimientos de trabajo, evitar el tránsito de operarios en el entorno de las máquinas. - Mantener un nivel de iluminación adecuado en cada tajo de la obra evitando deslumbramientos y sombras. - Utilizar ropa de trabajo de alta visibilidad.
Golpes con objetos y herramientas					X				X			- Emplear las herramientas adecuadas en cada tarea teniendo en cuenta el procedimiento de trabajo.

**SOSTENIMIENTO DE LOS HASTIALES** (continuación)

RIESGOS IDENTIFICADOS	PROBABILIDAD			CONSECUENCIAS			MAGNITUD DEL RIESGO					MEDIDAS PREVENTIVAS	
	B	M	A	LD	D	ED	T	TO	MO	I	IN		
Proyección de fragmentos o partículas		X				X					X		- Es preciso emplear gafas protectoras en las tareas de taladrado, colocación de bulones e inyección de la lechada de hormigón.
Atropamiento por o entre objetos		X				X					X		- Agarrar adecuadamente la carga según forma y tamaño y elevarla flexionando las rodillas, y no la espalda. - No girar el tronco ni adoptar posturas forzadas, girar completamente el cuerpo. - Si el levantamiento es desde el suelo hasta una altura importante, apoyar la carga a medio camino para poder cambiar el agarre, depositando primero la carga y después ajustarla si fuera necesario. - Realizar los levantamientos de forma espaciada. - Manejar los barrenos y piezas voluminosas entre dos personas. - Realizar esta tarea entre personas compenetradas y preparadas para ejecutar la misma.
Sobreesfuerzos		X			X					X			- No cargar con más de 25 Kgs o solicitar ayuda de otras personas si el peso es mayor, no se deben de adoptar posturas forzadas durante el levantamiento, se pueden utilizar ayudas mecánicas. - Agarrar adecuadamente la carga según forma y tamaño y elevarla flexionando las rodillas, y no la espalda. - Separar los pies para proporcionar una postura estable y equilibrada para el levantamiento, colocando un pie más adelantado que el otro en la dirección del movimiento. - No girar el tronco ni adoptar posturas forzadas, girar completamente el cuerpo. - Si el levantamiento es desde el suelo hasta una altura importante, apoyar la carga a medio camino para poder cambiar el agarre, depositando primero la carga y después ajustarla si fuera necesario. - Realizar los levantamientos de forma espaciada.
Contactos térmicos	X				X			X					- Mantener las partes calientes de las máquinas protegidas mediante carcasas fijadas mediante tornillos.
Exposición a contactos eléctricos	X				X			X					- Es preciso que la instalación eléctrica se encuentre en un buen estado de utilización. - Revisar elementos eléctricos y conexiones antes de comenzar el trabajo. - Colocar derivación a tierra para eliminar tensiones.
Atropellos, golpes y choques choques con vehículos		X				X				X			- Mantenerse alejados del radio de acción de las máquinas, desplazarse por zonas donde se observe buena visibilidad. - Conseguir un nivel de iluminación adecuado en la zona de trabajo. - Diferenciar y señalar las zonas de tránsito de vehículos con las zonas de paso de los operarios de obra. - Respetar los límites de velocidad.
Accidentes de tránsito		X				X				X			- Todas las máquinas dispondrán de señalización de marcha atrás y señal acústica de marcha atrás. - Los operarios no circularán en el entorno de las máquinas cuando estas se encuentren en funcionamiento. - Todos los operarios utilizarán ropa de alta visibilidad. - Diferenciar y señalar las zonas de tránsito de vehículos con las zonas de paso de los operarios de obra. - Respetar los límites de velocidad en todo el recinto de la obra.
Agentes químicos (polvo, gas, vapor, humo y niebla)		X				X				X			- Garantizar la existencia de aire limpio, si fuera necesario, regando la zona anterior al área de trabajo. - Llevar mascarillas de filtro mecánico para las ocasiones en que haya mucho polvo en suspensión. - Para disminuir la producción de polvo, utilizaremos sistemas húmedos de trabajo y/o aspiración localizada (que incorporan algunas máquinas cuyo trabajo es generador de polvo, como el caso de los carros perforadores).
Dermatitis por contacto con cemento		X			X			X					- Disponer de ropa de trabajo adecuada, gafas protectoras y otros elementos que eviten el contacto con el cemento u otros elementos.

## 3.5. GUNITADO DE LOS HASTIALES

RIESGOS IDENTIFICADOS	PROBABILIDAD			CONSECUENCIAS			MAGNITUD DEL RIESGO					MEDIDAS PREVENTIVAS
	B	M	A	LD	D	ED	T	TO	MO	I	IN	
Atrapamiento de manos y o pies		X			X				X			- Utilizar el robot de gunitado por una persona respetando en todo momento el procedimiento de trabajo.
Dermatitis por contacto con cemento		X			X				X			- Disponer de ropa de trabajo adecuada, gafas protectoras y otros elementos que eviten el contacto con el cemento.
Atrapamiento por deslizamiento de los materiales a estabilizar		X				X				X		- Mantenerse alejado de la zona con riesgo de caída de materiales hasta que la zona se limpie de restos de elementos de excavación.
Absorción de polvo de cemento		X			X				X			- En las tareas de gunitado es necesario emplear mascarilla antipolvo para evitar inhalar partículas de polvo en suspensión. - Mantener un nivel de renovación de aire adecuado.
Alcance a terceras personas por el equipo de proyectado		X			X				X			- El robot de gunitado será empleado por una persona cualificada, que dirigirá la proyección según el procedimiento de trabajo, el resto de trabajadores permanecerán fuera del radio de acción de la máquina. - Mantener un nivel de iluminación adecuado en la zona.
Caída de personas a distinto nivel		X			X				X			- Utilizar los asideros para subir y bajar de la máquina sin sufrir caídas, mantener los asideros y el calzado limpios de barro. - Las guindolas dispondrán de barra intermedia y barandilla superior, además dispondrán de rodapiés. - Mantener un nivel de iluminación adecuado en la zona.
Caída de personas al mismo nivel		X			X				X			- Mantener el entorno de trabajo limpio de restos de material de obra. - Reforzar la zona de iluminación artificial si la tarea lo requiere.
Caída de objetos por desplome o derrumbamiento	X					X				X		- Evitar la presencia de operarios bajo las zonas de trabajo cuando se estén realizando labores con riesgo de caída de materiales o cuando el material no esté totalmente estabilizado.
Pisadas sobre objetos		X			X				X			- Mantener el entorno de trabajo libre de materiales de obra retirando los materiales de excavación una vez que se hayan realizado las labores de saneo de hastiales y de la bóveda.
Golpes contra objetos inmóviles	X				X			X				- Garantizar una iluminación adecuada en el área de trabajo.
Golpes contra objetos móviles		X			X				X			- Respetar los procedimientos de trabajo, evitar el tránsito de operarios en el entorno de las máquinas. - Mantener un nivel de iluminación adecuado en cada tajo de la obra evitando deslumbramientos y sombras. - Utilizar ropa de trabajo de alta visibilidad.
Golpes con objetos o herramientas	X				X			X				- Emplear las herramientas adecuadas en cada tarea teniendo en cuenta el procedimiento de trabajo.

**GUNITADO DE LOS HASTIALES** (continuación)

RIESGOS IDENTIFICADOS	PROBABILIDAD			CONSECUENCIAS			MAGNITUD DEL RIESGO					MEDIDAS PREVENTIVAS
	B	M	A	LD	D	ED	T	TO	MO	I	IN	
Proyección de fragmentos o partículas		X			X				X			<ul style="list-style-type: none"> <li>- Es preciso emplear gafas protectoras en las tareas con riesgo de proyección de partículas.</li> <li>- Balizar la zona de trabajo.</li> <li>- Evitar el acceso de personal ajenas al tajo sin disponer de los medios de protección adecuados.</li> </ul>
Contactos térmicos		X			X				X			<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mantener las partes calientes de las máquinas protegidas mediante carcasas fijadas mediante tornillos.</li> </ul>
Exposición a contactos eléctricos		X			X				X			<ul style="list-style-type: none"> <li>- Es preciso que la instalación eléctrica se encuentre en buen estado de utilización para evitar contactos directos e indirectos.</li> </ul>
Contacto con sustancias cáusticas y corrosivas		X			X				X			<ul style="list-style-type: none"> <li>- Disponer de ropa de trabajo, gafas protectoras y otros elementos que eviten el contacto con el cemento.</li> <li>- Restringir el paso de operarios ajenos a la tarea que se esté desarrollando.</li> </ul>
Atropellos, golpes, y choques con vehículos		X			X				X			<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mantenerse alejados del radio de acción de las máquinas, desplazarse por zonas donde se observe buena visibilidad.</li> </ul>
Accidentes de tránsito		X			X				X			<ul style="list-style-type: none"> <li>- Todas las máquinas dispondrán de señalización de marcha atrás y señal acústica de marcha atrás.</li> <li>- Los operarios no circularán en el entorno de las máquinas cuando estas se encuentren en funcionamiento.</li> <li>- Los operarios transitarán por las zonas habilitadas para ello diferenciadas de las zonas de paso de maquinaria de obras.</li> <li>- Utilización de ropa de alta visibilidad.</li> <li>- Respetar los límites de velocidad en el recinto de la obra.</li> </ul>
Agentes químicos (polvo, gas, vapor, humo, niebla)		X			X				X			<ul style="list-style-type: none"> <li>- En situaciones de gunitado y la generación de gases de combustión por la confluencia de máquinas en el frente del túnel.</li> <li>- Mantener un buen nivel de renovación de aire exterior en esta fase.</li> <li>- Utilizar mascarilla apropiada cuando se realicen este tipo de tareas.</li> <li>- Garantizar la existencia de aire limpio, si fuera necesario, regando la zona anterior al área de trabajo.</li> <li>- Llevar mascarillas de filtro mecánico para las ocasiones en que haya mucho polvo en suspensión.</li> <li>- Para disminuir la producción de polvo, utilizaremos sistemas húmedos de trabajo.</li> </ul>
Agentes físicos (ruido, vibraciones,)		X			X				X			<ul style="list-style-type: none"> <li>- Utilizar protectores auditivos durante las tareas en las que se produzcan elevados niveles de ruido (operario del robot de gunitado).</li> <li>- Trabajar con la cabina cerrada para evitar la exposición a ruido ambiental.</li> </ul>

## 4. CONSTRUCCIÓN DE LA CONTRABÓVEDA

### DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD

#### • Fase de ejecución de la contrabóveda.

Esta fase de obra se realiza cuando las condiciones geológicas del terreno hacen necesario un refuerzo de la sección del túnel en la zona contraria a la bóveda. Las secciones varían de unos proyectos a otros pueden ser soleras hormigonadas de cierto grosor y planas, para llegar a secciones ovoidales de la contrabóveda.

- El proceso consiste en ejecutar la parte inferior de la bóveda por medios mecánicos. La operación se realiza empleando retroexcavadora de cadenas, camiones de obra, manipuladora telescópica, motoniveladora, rodillo compactador y cuba de riego.
- Para la ejecución de esta fase de obra será necesario excavar el suelo de la bóveda llamado contrabóveda, según la sección de proyecto, colocación de armadura en la base, hormigonado de la misma para obtener una losa armada y su posterior relleno con zahorra natural hasta la cota de coronación de zahorras.

Sistema presentado en este trabajo:

- Excavación.
- Colocación de armadura.
- Hormigonado.
- Relleno con suelo seleccionado.

*La evaluación de riesgos laborales que a continuación se indica corresponde a las siguientes fases:*

- 4.1. Excavación de la contrabóveda y retirada de material*
- 4.2. Colocación de hierro en la contrabóveda*
- 4.3. Hormigonado de la contrabóveda*
- 4.4. Relleno de la contrabóveda con zahorra natural*



## 4.1. EXCAVACIÓN DE LA CONTRABÓVEDA

RIESGOS IDENTIFICADOS	PROBABILIDAD			CONSECUENCIAS			MAGNITUD DEL RIESGO					MEDIDAS PREVENTIVAS	
	B	M	A	LD	D	ED	T	TO	MO	I	IN		
Atrapamiento por deslizamiento de los materiales a estabilizar		X				X					X		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mantenerse alejado de la zona con riesgo de caída de materiales hasta que la zona se limpie de restos de elementos de excavación.</li> <li>- Mantener iluminación adecuada en la zona.</li> <li>- Utilizar ropa de alta visibilidad.</li> </ul>
Caída de personas a distinto nivel		X			X					X			<ul style="list-style-type: none"> <li>- Utilizar los asideros para subir y bajar de la máquina sin sufrir caídas, manteniendo los peldaños y las botas limpias de barro.</li> <li>- Mantener iluminación adecuada en la zona evitando deslumbramientos y sombras.</li> </ul>
Caída de personas al mismo nivel		X			X					X			<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mantener el entorno de trabajo limpio de restos de material de obra.</li> <li>- Reforzar la zona de iluminación artificial si la tarea lo requiere.</li> </ul>
Caída de objetos por desplome o derrumbamiento	X					X				X			<ul style="list-style-type: none"> <li>- Evitar la presencia de operarios bajo las zonas de trabajo cuando se estén realizando labores con riesgo de caída de materiales.</li> <li>- Mantenerse fuera del radio de acción de las máquinas de obra.</li> <li>- Conseguir un nivel de iluminación adecuado en la zona de trabajo.</li> <li>- Utilizar ropa de alta visibilidad.</li> </ul>
Pisadas sobre objetos		X		X				X					<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mantener el entorno de trabajo libre de materiales de obra retirando los materiales de excavación una vez que se hayan realizado las labores de saneo de hastiales y de la bóveda.</li> <li>- Conseguir un buen nivel de iluminación en la zona evitando sombras y deslumbramientos.</li> </ul>
Golpes contra objetos inmóviles	X			X			X						<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mantener una iluminación adecuada en el área de trabajo evitando deslumbramientos y sombras en el área de trabajo.</li> <li>- Balizar la zona de trabajo.</li> </ul>
Golpes contra objetos móviles		X			X					X			<ul style="list-style-type: none"> <li>- Respetar los procedimientos de trabajo, evitar el tránsito de operarios en el entorno de las máquinas.</li> <li>- Mantener un nivel de iluminación adecuado en cada tajo de la obra evitando deslumbramientos y sombras.</li> <li>- Utilizar ropa de trabajo de alta visibilidad.</li> </ul>
Contactos térmicos	X			X			X						<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mantener las partes calientes de las máquinas protegidas mediante carcasas fijadas mediante tornillos.</li> </ul>
Atropellos, golpes, y choques con vehículos		X				X					X		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mantenerse alejados del radio de acción de las máquinas, desplazarse por zonas donde se observe buena visibilidad.</li> <li>- Todas las máquinas dispondrán de señalización de marcha atrás y señal acústica de marcha atrás.</li> <li>- Los operarios no circularán en el entorno de las máquinas cuando estas se encuentren en funcionamiento.</li> <li>- Los operarios transitarán por las zonas habilitadas para ello diferenciadas de las zonas de paso de maquinaria de obras.</li> <li>- Utilización de ropa de alta visibilidad.</li> <li>- Respetar los límites de velocidad en el recinto de la obra.</li> </ul>

## EXCAVACIÓN DE LA CONTRABÓVEDA (continuación)

RIESGOS IDENTIFICADOS	PROBABILIDAD			CONSECUENCIAS			MAGNITUD DEL RIESGO					MEDIDAS PREVENTIVAS	
	B	M	A	LD	D	ED	T	TO	MO	I	IN		
Accidentes de tránsito		X				X					X		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Todas las máquinas dispondrán de señalización de marcha atrás y señal acústica de marcha atrás.</li> <li>- Los operarios no circularán en el entorno de las máquinas cuando estas se encuentren en funcionamiento.</li> <li>- Todas las máquinas dispondrán de señalización de marcha atrás y señal acústica de marcha atrás.</li> <li>- Los operarios no circularán en el entorno de las máquinas cuando estas se encuentren en funcionamiento.</li> <li>- Los operarios transitarán por las zonas habilitadas para ello diferenciadas de las zonas de paso de maquinaria de obras.</li> <li>- Utilización de ropa de alta visibilidad.</li> <li>- Respetar los límites de velocidad en el recinto de la obra.</li> </ul>
Agentes químicos (polvo, gas, vapor, humo, niebla)			X			X					X		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Garantizar la existencia de aire limpio, si fuera necesario, regando la zona anterior al área de trabajo.</li> <li>- Utilizar mascarillas de filtro mecánico para las ocasiones en que se presente polvo en suspensión.</li> <li>- Para disminuir la producción de polvo, utilizaremos sistemas húmedos de trabajo.</li> </ul>
Vuelco de máquina o camión		X			X				X				<ul style="list-style-type: none"> <li>- Realizar una plataforma de trabajo horizontal para conseguir una operación segura de excavación y de maniobras de los camiones de obra.</li> <li>- Mantener iluminación adecuada en la zona.</li> </ul>
Contacto con líneas eléctricas aéreas o enterradas	X					X			X				<ul style="list-style-type: none"> <li>- Disponer de información y señalización precisa para la presencia de líneas eléctricas.</li> <li>- Mantener iluminación adecuada en la zona de trabajo.</li> </ul>
Proyección de objetos durante el trabajo		X				X				X			<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mantener los operarios fuera del radio de acción de las máquinas.</li> <li>- Balizar la zona de trabajo.</li> <li>- Mantener un buen nivel de iluminación en la zona.</li> </ul>
Caídas de personas desde el borde de la excavación		X			X				X				<ul style="list-style-type: none"> <li>- Balizar y proteger mediante cinta de balizamiento el borde de la excavación.</li> <li>- Evitar aproximarse al borde del tajo excavado.</li> <li>- Mantener buen nivel de iluminación en la zona evitando deslumbramientos y sombras.</li> </ul>
Choques contra otros vehículos		X				X				X			<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mantener la distancia de seguridad entre la retroexcavadora, el camión de obra y el resto de los vehículos de obra.</li> <li>- Balizar la zona de trabajo de forma adecuada.</li> <li>- Mantener un buen nivel de iluminación evitando sombras y deslumbramientos.</li> <li>- Respetar los límites de velocidad y las distancias de seguridad de los vehículos de obra.</li> </ul>
Ruido		X			X				X				<ul style="list-style-type: none"> <li>- Es preciso trabajar con las puertas y las ventanas de la máquina cerrada.</li> <li>- Si esto no fuera posible sería necesario utilizar cascos de protección auditiva.</li> </ul>

## RETIRADA Y TRANSPORTE DE RESIDUOS

RIESGOS IDENTIFICADOS	PROBABILIDAD			CONSECUENCIAS			MAGNITUD DEL RIESGO					MEDIDAS PREVENTIVAS
	B	M	A	LD	D	ED	T	TO	MO	I	IN	
Caídas a distinto nivel		X			X				X			<ul style="list-style-type: none"> <li>- Utilizar los peldaños y asideros para subir y bajar de la máquina, manteniendo los peldaños y el calzado libres de barro.</li> <li>- Nunca saltar desde la cabina hasta el suelo, emplear asideros y escaleras para realizar un acceso seguro.</li> </ul>
Atrapamiento		X			X				X			<ul style="list-style-type: none"> <li>- Se prohíbe situar a los operarios detrás de los camiones de obra durante esta tarea y cualquier tipo de maniobra.</li> <li>- Utilizar ropa de altísima visibilidad.</li> </ul>
Corrimientos de tierras		X			X				X			<ul style="list-style-type: none"> <li>- Se prohíbe acercarse al camión de obra al borde de la excavación.</li> <li>- Realizar un buen balizamiento del tajo.</li> <li>- Mantener una buena iluminación en la zona de trabajo.</li> </ul>
Contacto con líneas eléctricas aéreas o enterradas	X					X				X		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Disponer de información y señalización precisa para la presencia de líneas eléctricas.</li> <li>- En caso de ser aéreas colocar un pregálibo antes de llegar a la zona de influencia de la línea eléctrica.</li> </ul>
Choques con otros vehículos		X				X				X		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Realizar un mantenimiento adecuado de la señalización de obra en los lugares en los que se interfiere con vías de circulación.</li> <li>- Diferenciar de forma adecuada las vías de tránsito de los vehículos de obra y los peatones.</li> <li>- Mantener un nivel de iluminación adecuado de las zonas de paso evitando deslumbramientos y sombras.</li> <li>- Respetar los límites de velocidad a la hora de transitar por el interior del túnel y en los exteriores.</li> </ul>
Atropello por máquina o camión		X				X				X		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Se prohíbe acercarse al camión al borde de la excavación., evitando aproximarse al borde de la zona de paso.</li> <li>- La zona de trabajo dispondrá de un nivel de iluminación adecuado sin provocar deslumbramientos y sombras, manteniendo las zonas de paso iluminadas.</li> </ul>
Vuelco de máquina o camión		X				X				X		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Es preciso mantener unas zonas de tránsito de los vehículos de obra iluminadas, limpias y libres de obstáculos para evitar choques y vuelcos de vehículos de obra.</li> <li>- Respetar los límites de velocidad en el recinto de la obra tanto en el exterior como en el interior del túnel.</li> <li>- Realizar unas vías de tránsito libres de materiales de obra y planas.</li> </ul>

## 4.2. COLOCACIÓN DE HIERRO EN LA CONTRABÓVEDA

RIESGOS IDENTIFICADOS	PROBABILIDAD			CONSECUENCIAS			MAGNITUD DEL RIESGO					MEDIDAS PREVENTIVAS
	B	M	A	LD	D	ED	T	TO	MO	I	IN	
Pisadas sobre objetos		X			X				X			<ul style="list-style-type: none"> <li>- Utilizar botas con puntera reforzada y plantilla antiperforaciones.</li> <li>- Mantener el entorno de trabajo con buen orden y limpieza.</li> </ul>
Atropello por máquina o camión		X				X					X	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Permanecer fuera del alcance del camión grúa.</li> <li>- Utilizar ropa de alta visibilidad.</li> <li>- Mantener un buen nivel de iluminación en la zona evitando crear sombras o zonas con deslumbramientos.</li> <li>- No permanecer nunca en la parte traseras de la máquina durante labores de descarga y colocación de hierro.</li> </ul>
Caídas al mismo nivel		X			X				X			<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mantener un buen estado de orden y limpieza en el área de trabajo.</li> <li>- Colocar un pasillo a base de tableros de encofrado de madera.</li> </ul>
Caídas a distinto nivel		X			X				X			<ul style="list-style-type: none"> <li>- Es preciso utilizar accesos, rampas y escaleras adecuados a la zona de trabajo.</li> <li>- Mantener un nivel de iluminación adecuado en la zona evitando tanto deslumbramientos como sombras en el área de trabajo.</li> <li>- Evitar el tránsito por la zona donde se realice la colocación de hierro, o colocar un pasillo a base de tableros de madera.</li> </ul>
Dermatitis por contacto de manos desnudas con el acero		X			X				X			<ul style="list-style-type: none"> <li>- Es preciso utilizar guantes de protección cuando se realice la tarea de atado y colocación de hierro.</li> </ul>
Electrocuciones por manejo de máquinas eléctricas		X			X				X			<ul style="list-style-type: none"> <li>- Utilizar máquinas con las conexiones adecuadas y disponiendo de toma a tierra.</li> <li>- Revisar elementos eléctricos y conexiones antes de comenzar el trabajo.</li> <li>- Colocar derivación a tierra para eliminar tensiones.</li> </ul>
Atrapamiento por o entre objetos		X			X				X			<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mantener el entorno de trabajo en buen estado de orden y limpieza.</li> <li>- Emplear pasillos en la zona a base de materiales antideslizantes, como tableros de madera para desplazarse de forma segura por el tajo.</li> </ul>
Posturas forzadas		X			X				X			<ul style="list-style-type: none"> <li>- Durante la colocación y el atado de redondos de hierro es necesario adoptar posturas con la columna lo más recta posible para evitar lumbalgias.</li> <li>- No girar el tronco ni adoptar posturas forzadas, girar completamente el cuerpo</li> </ul>
Sobreesfuerzos en el manejo del hierro		X			X				X			<ul style="list-style-type: none"> <li>- No cargar con más de 25 Kgs o solicitar ayuda de otras personas si el peso es mayor, no se deben de adoptar posturas forzadas durante el levantamiento, se pueden utilizar ayudas mecánicas.</li> <li>- Agarrar adecuadamente la carga según forma y tamaño y elevarla flexionando las rodillas, y no la espalda.</li> <li>- Separar los pies para proporcionar una postura estable y equilibrada para el levantamiento, colocando un pie más adelantado que el otro en la dirección del movimiento.</li> <li>- No girar el tronco ni adoptar posturas forzadas, girar completamente el cuerpo.</li> <li>- Si el levantamiento es desde el suelo hasta una altura importante, apoyar la carga a medio camino para poder cambiar el agarre, depositando primero la carga y después ajustarla si fuera necesario.</li> <li>- Realizar los levantamientos de forma espaciada.</li> </ul>

**COLOCACIÓN DE HIERRO EN LA CONTRABÓVEDA** (continuación)

RIESGOS IDENTIFICADOS	PROBABILIDAD			CONSECUENCIAS			MAGNITUD DEL RIESGO					MEDIDAS PREVENTIVAS
	B	M	A	LD	D	ED	T	TO	MO	I	IN	
Caídas y atrapamientos en las extremidades por caminar sobre la ferralla		X			X				X			- Es necesario colocar un pasillo de tableros de madera para evitar caídas desde la ferralla al suelo y al interior del mismo entramado de redondos.
Aplastamiento por rotura de cables		X				X				X		- Los operarios deberán mantenerse alejados de las piezas durante el traslado de las mismas hasta el lugar de acopio y distribución. - Utilizar ropa de alta visibilidad.
Pisadas sobre objetos		X			X				X			- Utilizar botas con puntera reforzada y plantilla antiperforaciones, mantener el entorno de trabajo con buen orden y limpieza.
Vuelco de grúa		X				X				X		- Mantener la zona de trabajo libre de restos de materiales y con compactación adecuada. Deberá utilizar los calzos de seguridad
Atropello por máquina o grúa		X				X				X		- Se prohíbe acercarse a la grúa a todo tipo de maquinaria de obra. - Balizar si es necesario la zona de trabajo mediante cinta de balizamiento u otro elemento señalizador.
Caída de objetos por desplome.		X				X				X		- No se podrá efectuar el transporte de cargas sobre operarios ni se permitirá circular o estacionarse debajo de las mismas. - La estructura metálica se podrá guiar mediante sogas a cierta distancia y nunca colocándose en el radio de acción de la misma. - Mantener un buen nivel de iluminación en la zona. - Utilizar ropa de alta visibilidad.
Caída de objetos por manipulación	X				X			X				- No se podrá efectuar el transporte de cargas sobre operarios ni se permitirá circular o estacionarse debajo de las mismas, salvo en los casos necesarios para la ejecución del trabajo. - Mantener el entorno de trabajo en buen estado de orden y limpieza.
Atrapamientos por o entre objetos		X			X				X			- Las operaciones serán realizadas por cuadrillas bien compenetradas para manipular y atar de forma coordinada los redondos de hierro.

### 4.3. HORMIGONADO DE LA CONTRABÓVEDA

Consiste en verter y vibrar el hormigón contenido en la cuba del camión hormigonera en toda la superficie de la contrabóveda.

Para realizar esta tarea se emplearán camión hormigonera, retroexcavadora para verter el hormigón en zonas concretas y vibro para realizar un vibrado de la losa.



### 4.3. HORMIGONADO DE LA CONTRABÓVEDA

RIESGOS IDENTIFICADOS	PROBABILIDAD			CONSECUENCIAS			MAGNITUD DEL RIESGO					MEDIDAS PREVENTIVAS	
	B	M	A	LD	D	ED	T	TO	MO	I	IN		
Contacto con sustancias cáusticas o corrosivas		X		X				X					- Utilizar ropa y calzado adecuado utilizando siempre guantes y gafas protectoras para evitar un posible contacto con partes del cuerpo.
Pisadas sobre objetos		X			X					X			- Utilizar botas con puntera reforzada y plantilla antiperforaciones, mantener el entorno de trabajo con buen orden y limpieza. - Evitar colocar salientes de hierro en el entramado de la losa armada. - Atar de una forma ordenada todas y cada una de las barras de hierro para evitar de esta forma puntos vulnerables de posibles caídas. - Mantener un buen nivel de iluminación.
Proyección de fragmentos o partículas		X			X					X			- Emplear gafas de protección durante toda la fase de vertido de hormigón y su vibrado.
Atropello por máquina o camión		X				X					X		- Se prohíbe acercarse al camión hormigonera al borde de la losa armada, colocando topes de seguridad en las proximidades de la losa. - Mantener un nivel de iluminación adecuado de la zona, evitando deslumbramientos y sombras en la zona. - Los operarios no permanecerán en el radio de acción de las máquinas transitando por las zonas habilitadas para ello, diferenciando la zona de tránsito de vehículos de obra y las zonas de maniobra de los mismos.
Fallo del encofrado		X			X					X			- Utilizar codales y puntales adecuados asegurándose que están bien sujetos antes de hormigonar.
Caídas al mismo nivel		X			X					X			- Transitar por la armadura de la contrabóveda con extremo cuidado teniendo en cuenta que la superficie de la misma no es plana. - Es necesario mantener un nivel de iluminación adecuado de la zona evitando deslumbramientos y zonas con sombras.
Posturas forzadas		X			X					X			- No cargar con más de 25 Kgs o solicitar ayuda de otras personas si el peso es mayor, no se deben de adoptar posturas forzadas durante el levantamiento, se pueden utilizar ayudas mecánicas. - Agarrar adecuadamente la carga según forma y tamaño y elevarla flexionando las rodillas, y no la espalda. - Separar los pies para proporcionar una postura estable y equilibrada para el levantamiento, colocando un pie más adelantado que el otro en la dirección del movimiento. - No girar el tronco ni adoptar posturas forzadas, girar completamente el cuerpo. - Si el levantamiento es desde el suelo hasta una altura importante, apoyar la carga a medio camino para poder cambiar el agarre, depositando primero la carga y después ajustarla si fuera necesario. - Realizar los levantamientos de forma espaciada.
Inhalación de polvo		X			X					X			- Garantizar la existencia de aire limpio, si fuera necesario, regando la zona anterior al área de trabajo. - Llevar mascarillas de filtro mecánico para las ocasiones en que haya mucho polvo en suspensión. - Para disminuir la producción de polvo, utilizaremos sistemas húmedos de trabajo y/o aspiración localizada (que incorporan algunas máquinas cuyo trabajo es generador de polvo, como el caso de los carros perforadores).
Caídas a distinto nivel		X			X					X			- Es preciso utilizar accesos , escaleras y rampas a la zona de trabajo provistas de barandillas. - Mantener un nivel de iluminación adecuado en la zona evitando tanto deslumbramientos como sombras en el área de trabajo.

## 4.4. RELLENO DE LA CONTRABÓVEDA CON ZAHORRA NATURAL

Es un hueco de forma semicircular, que una vez hormigonado hay rellenar mediante zahorra natural hasta la cota de coronación de terraplén.

Esta fase se ejecutará transportando suelo seleccionado desde un préstamo en el exterior del túnel hasta la zona a rellenar donde se extenderá y compactará.

Para la realización de esta tarea se utilizarán camiones de obra, motoniveladora, cuba de riego y rodillo compactador.

*La evaluación de riesgos laborales que a continuación se indica corresponde a las siguientes fases:*

*4.4.1. Transporte a la traza*

*4.4.2. Extendido del material*

*4.4.3. Regado y compactado*



4.4.1. TRANSPORTE A LA TRAZA

RIESGOS IDENTIFICADOS	PROBABILIDAD			CONSECUENCIAS			MAGNITUD DEL RIESGO					MEDIDAS PREVENTIVAS
	B	M	A	LD	D	ED	T	TO	MO	I	IN	
Caídas a distinto nivel		X			X				X			<ul style="list-style-type: none"> <li>- Utilizar los peldaños y asideros para subir y bajar de la máquina, manteniendo el calzado y estos limpios de barro.</li> <li>- Nunca saltar desde la cabina al suelo, utilizar los asideros y los peldaños.</li> </ul>
Atrapamiento		X			X				X			<ul style="list-style-type: none"> <li>- Se prohíbe situar a los operarios detrás de los camiones de obra durante las maniobras.</li> <li>- Mantener un buen nivel de iluminación en la zona.</li> <li>- Balizar la zona de trabajo.</li> </ul>
Corrimientos de tierras		X			X				X			<ul style="list-style-type: none"> <li>- Se prohíbe acercarse al camión de obra al borde de excavaciones.</li> </ul>
Caída del material excavado sobre la máquina		X				X				X		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Utilizar vehículos de obra con cabina reforzada para vuelcos y caídas de objetos. Durante la carga del camión el conductor no abandonará la cabina.</li> <li>- Respetar los límites de velocidad.</li> <li>- Utilizar los viales establecidos para los vehículos de obra.</li> </ul>
Contacto con líneas eléctricas aéreas	X					X			X			<ul style="list-style-type: none"> <li>- Disponer de información y señalización precisa para la presencia de líneas eléctricas.</li> <li>- En el caso de líneas eléctricas aéreas colocar pregálibos con anterioridad a la zona de influencia de las líneas eléctricas.</li> </ul>
Choques con otros vehículos		X			X				X			<ul style="list-style-type: none"> <li>- Realizar un mantenimiento adecuado de la señalización de obra en los lugares en los que se interfiere con vías de circulación.</li> <li>- Respetar los límites de velocidad en todo el recinto de la obra.</li> <li>- Establecer vías de circulación de peatones separados de las vías de circulación de vehículos.</li> <li>- Utilizar ropa de alta visibilidad.</li> <li>- Mantener un nivel adecuado de iluminación en toda la zona de tránsito del túnel.</li> </ul>
Atropello por máquina o camión		X				X				X		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Se respetará la velocidad permitida en el recorrido de la obra.</li> <li>- Este recorrido estará señalizado y diferenciado de los accesos peatonales, manteniendo un nivel de iluminación adecuado evitando deslumbramientos y zonas de sombras.</li> </ul>
Vuelco de máquina o camión		X				X				X		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Es preciso mantener unas zonas de tránsito de los vehículos de obra limpias y con pendientes inferiores al 15% y libres de obstáculos para evitar choques y vuelcos de vehículos de obra.</li> <li>- Es necesario respetar los límites de velocidad en todo el recinto de la obra.</li> <li>- Mantener un nivel adecuado de iluminación evitando deslumbramientos y zonas de sombras.</li> </ul>
Vuelco o caída por trabajos en altura		X				X				X		<ul style="list-style-type: none"> <li>- En grandes desniveles o zonas de difícil acceso es preciso mantener accesos adecuados y tener en cuenta las condiciones del terreno, así como las condiciones climáticas.</li> </ul>

## 4.4.2. EXTENDIDO DEL MATERIAL

RIESGOS IDENTIFICADOS	PROBABILIDAD			CONSECUENCIAS			MAGNITUD DEL RIESGO					MEDIDAS PREVENTIVAS
	B	M	A	LD	D	ED	T	TO	MO	I	IN	
Caídas a distinto nivel		X			X				X			<ul style="list-style-type: none"> <li>- Utilizar los peldaños y asideros para subir y bajar de la máquina mantener el calzado y estos libres de barro.</li> <li>- Nunca saltar desde la máquina al suelo, emplear los peldaños y asideros para subir y bajar de una forma segura.</li> </ul>
Atrapamiento		X			X				X			<ul style="list-style-type: none"> <li>- Se prohíbe situar al ayudante de la motoniveladora en las zonas de poca visibilidad de la máquina y nunca en la parte posterior de la misma.</li> <li>- Se dispondrá de buena iluminación en la zona evitando sombras y deslumbramientos.</li> <li>- El ayudante dispondrá de ropa de trabajo de alta visibilidad para ser visto con facilidad por el resto de los vehículos de obra.</li> </ul>
Contacto con líneas eléctricas aérea	X					X			X			<ul style="list-style-type: none"> <li>- Disponer de información y señalización precisa para la presencia de líneas eléctricas.</li> <li>- En el caso de líneas eléctricas aéreas colocar pregálibos con anterioridad a la zona de influencia de la línea eléctrica.</li> </ul>
Choques con otros vehículos		X			X				X			<ul style="list-style-type: none"> <li>- Realizar un mantenimiento adecuado de la señalización de obra en los lugares en los que se interfiere con vías de circulación.</li> </ul>
Atropello por máquina o camión		X				X				X		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Se prohíbe acercarse al ayudante de la motoniveladora a los vehículos de obra.</li> <li>- Utilizar ropa de alta visibilidad.</li> <li>- Mantener un nivel de iluminación adecuado en la zona evitando deslumbramientos y sombras.</li> </ul>
Vuelco de máquina o camión		X				X				X		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Es preciso mantener unas zonas de tránsito de los vehículos de obra limpias y con pendientes inferiores al 15% y libres de obstáculos para evitar choques y vuelcos de vehículos de obra.</li> <li>- En grandes desniveles o zonas de difícil acceso es preciso mantener entradas al tajo adecuadas y tener en cuenta las condiciones del terreno evitando que la motoniveladora circule en el borde de los taludes.</li> <li>- Utilizar el cinturón de seguridad cuanto se utilicen las máquinas de obra.</li> </ul>

### 4.4.3. REGADO Y COMPACTADO

RIESGOS IDENTIFICADOS	PROBABILIDAD			CONSECUENCIAS			MAGNITUD DEL RIESGO					MEDIDAS PREVENTIVAS
	B	M	A	LD	D	ED	T	TO	MO	I	IN	
Caídas a distinto nivel		X			X				X			<ul style="list-style-type: none"> <li>- Utilizar los peldaños y asideros para subir y bajar del tractor y del rodillo compactador manteniendo limpios de barro los peldaños.</li> <li>- Nunca saltar desde la máquina al suelo.</li> </ul>
Atrapamiento		X			X				X			<ul style="list-style-type: none"> <li>- Se prohíbe bajar y subir de la máquina cuando varias máquinas trabajen en la zona.</li> <li>- Nunca bajar desde la cabina saltando.</li> </ul>
Contacto con líneas eléctricas aéreas	X					X			X			<ul style="list-style-type: none"> <li>- Disponer de información y señalización precisa para la presencia de líneas eléctricas.</li> <li>- Colocar pregálibo antes de zonas de influencia de líneas aéreas.</li> </ul>
Choques con otros vehículos		X			X				X			<ul style="list-style-type: none"> <li>- Realizar un mantenimiento adecuado de la señalización de obra en los lugares en los que se interfiere con vías de circulación.</li> <li>- Respetar el orden de circulación propio de las máquinas de obra.</li> <li>- Respetar los límites de velocidad en el recorrido de la obra.</li> </ul>
Atropello por máquina o camión		X				X				X		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Se prohíbe acercarse al entorno de las máquinas de obra.</li> <li>- Los conductores de vehículos de obra dispondrán de ropa de alta visibilidad para que en caso de bajar de la misma sean divisados por el resto de maquinaria de obra.</li> <li>- Mantener un nivel de iluminación adecuado de la zona evitando sombras y deslumbramientos.</li> </ul>
Vuelco de máquina o camión		X				X				X		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Es preciso mantener unas zonas de tránsito de los vehículos de obra limpias y con pendientes inferiores al 15% y libres de obstáculos para evitar choques y vuelcos de vehículos de obra.</li> </ul>

## 5. IMPERMEABILIZACIÓN DE LA BÓVEDA

### DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD

#### • La impermeabilización de la bóveda.

El proceso se realiza en los siguientes pasos:

- Traslado a obra.
- Traslado del material al lugar de trabajo.
- Montaje de andamios y plataformas de trabajo.
- Impermeabilización de túneles.
- Impermeabilización de falsos túneles.

La tarea consiste en la colocación de manta geotextil sobre toda la superficie de la bóveda y posteriormente la colocación de láminas plásticas soldadas mediante calor y sujetas a la bóveda mediante elementos de unión. Este proceso se repite de forma cíclica.

*La evaluación de riesgos laborales que a continuación se indica corresponde a las siguientes fases:*

*5.1. Traslado a obra y desplazamientos dentro de la obra*

*5.2. Traslado de materiales hasta el lugar de trabajo*

*5.3. Montaje de andamios y plataformas de trabajo*

*5.4. Impermeabilización de túneles*

*5.5. Impermeabilización de elementos prefabricados-falsos túneles*



## 5.1. TRASLADO A OBRA Y DESPLAZAMIENTOS DENTRO DE LA OBRA

RIESGOS IDENTIFICADOS	PROBABILIDAD			CONSECUENCIAS			MAGNITUD DEL RIESGO					MEDIDAS PREVENTIVAS
	B	M	A	LD	D	ED	T	TO	MO	I	IN	
Salidas de calzada y choque con otros vehículos	X					X			X			<ul style="list-style-type: none"> <li>- Realizar el mantenimiento adecuado según características, estado y antigüedad del vehículo.</li> <li>- Mantener adecuadamente los sistemas de seguridad pasiva del vehículo.</li> <li>- Respetar la señalización de tráfico y la señalización provisional de obra.</li> <li>- No consumir medicamentos, bebidas alcohólicas u otras sustancias que disminuyan nuestra atención o nuestra capacidad de reacción.</li> </ul>
Atropellos		X				X				X		<ul style="list-style-type: none"> <li>- En los túneles y tramos con poca iluminación, disminuir la velocidad al máximo y avisar de nuestra presencia.</li> <li>- En los traslados a pie, llevar siempre la ropa de alta visibilidad, y en el caso de túneles, llevar una luz que anuncie nuestra presencia, circular siempre por la zona lateral hormigonada, dando siempre prioridad a los vehículos.</li> </ul>
Caída de la carga	X			X			X					<ul style="list-style-type: none"> <li>- Cargar adecuadamente el vehículo según el peso y tamaño de la carga y sujetarla adecuadamente.</li> <li>- Utilizar ayudas mecánicas en la carga y descarga de materiales.</li> </ul>

## 5.2. TRASLADO DE MATERIALES HASTA EL LUGAR DE TRABAJO

RIESGOS IDENTIFICADOS	PROBABILIDAD			CONSECUENCIAS			MAGNITUD DEL RIESGO					MEDIDAS PREVENTIVAS	
	B	M	A	LD	D	ED	T	TO	MO	I	IN		
Sobreesfuerzos			X	X						X			<ul style="list-style-type: none"> <li>- No cargar con más de 25 Kgs o solicitar ayuda de otras personas si el peso es mayor, no se deben de adoptar posturas forzadas durante el levantamiento, se pueden utilizar ayudas mecánicas.</li> <li>- Agarrar adecuadamente la carga según forma y tamaño y elevarla flexionando las rodillas, y no la espalda.</li> <li>- Separar los pies para proporcionar una postura estable y equilibrada para el levantamiento, colocando un pie más adelantado que el otro en la dirección del movimiento.</li> <li>- No girar el tronco ni adoptar posturas forzadas, girar completamente el cuerpo.</li> <li>- Si el levantamiento es desde el suelo hasta una altura importante, apoyar la carga a medio camino para poder cambiar el agarre, depositando primero la carga y después ajustarla si fuera necesario.</li> <li>- Realizar los levantamientos de forma espaciada.</li> </ul>
Caída de materiales		X			X					X			<ul style="list-style-type: none"> <li>- Seguir las indicaciones que aparezcan en el embalaje acerca de las características y riesgos de la carga.</li> <li>- Asegurar el embalaje de la carga mediante flejes u otro sistema de atado que impida que se suelte la carga durante el traslado o izado de la misma.</li> <li>- No trasladar más de un bulto en cada maniobra y asegurar un agarre cómodo y seguro, según su forma y tamaño.</li> <li>- El acopio de los materiales se realizará de forma que no impida la circulación de vehículos y trabajadores ni suponga riesgos de golpes o desplome.</li> <li>- En el caso de estar trabajando en zonas elevadas, se asegurará la estabilidad de los materiales y nunca se trabajará debajo de la zona donde se esté impermeabilizando.</li> <li>- La subida y bajada de materiales se realizará con medios mecánicos y útiles adecuados al peso, tamaño y forma de los materiales. Estos útiles estarán homologados y no serán de fabricación casera.</li> </ul>
Golpes y cortes		X		X				X					<ul style="list-style-type: none"> <li>- Sujetar firmemente la carga empleando ambas manos y llevarla pegada al cuerpo.</li> <li>- Llevar guantes de tipo anticorte para no cortarnos con aristas o rebabas de las cargas.</li> </ul>
Atrapamientos o aplastamientos		X			X					X			<ul style="list-style-type: none"> <li>- No realizar movimientos bruscos y coordinar los movimientos cuando llevemos las cargas entre dos o más personas.</li> <li>- Colocar bases apropiadas que faciliten el izado, traslado y depósito de las cargas.</li> </ul>
Caídas al mismo nivel durante el traslado		X			X					X			<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tener prevista la ruta de transporte hasta el punto de destino de la carga, retirando los materiales que entorpezcan el paso.</li> <li>- Llevar calzado adecuado a la superficie de trabajo para evitar deslizamientos y caídas.</li> <li>- Prestar especial atención en suelos irregulares o lugares con escasa iluminación.</li> </ul>

### 5.3. MONTAJE DE ANDAMIOS Y PLATAFORMAS DE TRABAJO

RIESGOS IDENTIFICADOS	PROBABILIDAD			CONSECUENCIAS			MAGNITUD DEL RIESGO					MEDIDAS PREVENTIVAS	
	B	M	A	LD	D	ED	T	TO	MO	I	IN		
Caída de altura durante el montaje			X			X						X	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Durante el montaje de andamios u otro medio auxiliar o de trabajo, se utilizará arnés de seguridad sujeto a un elemento resistente.</li> <li>- Para subir a la plataforma de trabajo, colocar escaleras interiores seguras y protegidas perimetralmente.</li> </ul>
Desplome de la estructura de trabajo			X			X						X	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Los andamios se construirán con materiales normalizados y queda expresamente prohibido el uso de tableros u otros elementos no resistentes, o la combinación de elementos de diferentes modelos.</li> <li>- Se conocerá la resistencia de la estructura de trabajo y el peso de los materiales con los que se va a trabajar, para no exceder nunca el peso máximo recomendado por el fabricante.</li> <li>- Los andamios se montarán sobre superficies resistentes y niveladas.</li> <li>- Cuando haya más de dos alturas, el andamio estará arriostrado a un paramento resistente mediante elemento rígido y resistente. Si se compone de más de un cuerpo, se arriostrará también cada dos cuerpos horizontalmente.</li> <li>- El andamio estará arriostrado interiormente en todos sus lados y niveles.</li> <li>- Cuando se trate de un andamio sobre ruedas, la altura de trabajo no superará en más de tres veces la anchura mínima del andamio.</li> <li>- Cuando no exista iluminación suficiente y haya tránsito de vehículos cerca de la estructura, ésta se señalará con material retrorreflectante o iluminación intermitente si es preciso, para advertir de su existencia.</li> </ul>
Caída de trabajadores durante los trabajos	X					X			X				<ul style="list-style-type: none"> <li>- La superficie de trabajo será de material antideslizante y siempre estará en plano horizontal.</li> <li>- Toda la superficie de trabajo estará cuajada con plataformas de trabajo, y estará protegida perimetralmente por rodapiés y barandilla rígida intermedia y superior, impidiendo así la caída de personas o materiales.</li> <li>- La superficie mínima de trabajo será de 60 cm.</li> <li>- No se montarán ni utilizarán otros medios auxiliares encima de la plataforma de trabajo.</li> <li>- En el caso de plataformas sobre ruedas, se frenarán las cuatro ruedas antes de comenzar los trabajos y no se desplazarán las mismas cuando haya trabajadores subidos a ellas.</li> <li>- Los accesos a la plataforma de trabajo serán mediante escaleras interiores seguras y protegidas perimetralmente.</li> </ul>
Caída de materiales			X			X						X	<ul style="list-style-type: none"> <li>- La subida y bajada de materiales se realizará con medios mecánicos y con los útiles homologados y adecuados al peso, tamaño y forma de los materiales.</li> <li>- El andamio contará con rodapiés de 15 cm, para evitar la caída de materiales o herramientas.</li> <li>- En el caso de que exista peligro de caída de materiales sobre otros trabajadores, se colocará red de seguridad que rodee la estructura y se facilitará un paso inferior protegido de la posible caída de materiales.</li> <li>- No se acumularán materiales que sobresalgan de la estructura de trabajo, ni se desplazarán las plataformas cargadas de materiales.</li> <li>- Se prohíbe el vertido de materiales o escombros directamente desde la plataforma de trabajo.</li> </ul>
Electrocución por contacto con líneas eléctricas		X				X			X				<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mantener la distancia de seguridad con las líneas eléctricas, según la tensión de las mismas.</li> <li>- En el caso de tener que trabajar cerca de ellas, proceder a su desconexión o desvío.</li> </ul>

## 5.4. IMPERMEABILIZACIÓN DE TÚNELES

RIESGOS IDENTIFICADOS	PROBABILIDAD			CONSECUENCIAS			MAGNITUD DEL RIESGO					MEDIDAS PREVENTIVAS
	B	M	A	LD	D	ED	T	TO	MO	I	IN	
Caídas al mismo nivel por tropiezos		X			X				X			<ul style="list-style-type: none"> <li>- Llevar iluminación suficiente y adecuada.</li> <li>- Caminar por las zonas habilitadas y limitarse a transitar por las zonas listas para los trabajos de impermeabilización.</li> <li>- No transitar por zonas con peligro de desprendimientos o corrimientos del carro en fase de fraguado del hormigón.</li> </ul>
Caída de altura al subir a los andamios o durante los trabajos en los mismos		X			X				X			<ul style="list-style-type: none"> <li>- La superficie de trabajo será de material antideslizante y siempre estará en plano horizontal.</li> <li>- Toda la superficie de trabajo estará cuajada con plataformas de trabajo, y estará protegida perimetralmente por rodapiés y barandilla rígida intermedia y superior, impidiendo así la caída de personas o materiales.</li> <li>- La anchura mínima de trabajo será de 60 cm.</li> <li>- No se montarán ni utilizarán otros medios auxiliares encima de la plataforma de trabajo.</li> <li>- En el caso de plataformas sobre ruedas, se frenarán las cuatro ruedas antes de comenzar los trabajos y no se desplazarán las mismas cuando haya trabajadores subidos a ellas.</li> <li>- Los accesos a la plataforma de trabajo serán mediante escaleras interiores seguras y protegidas perimetralmente.</li> </ul>
Desplome de la estructura de trabajo por choque de la maquinaria		X				X				X		<ul style="list-style-type: none"> <li>- No colocar las bases de la estructura de trabajo fuera de la zona a hormigonar.</li> <li>- Señalizar de forma visible la localización de la estructura de trabajo, dotándola de luces y elementos de señalización en el perímetro de la estructura.</li> <li>- Dotar a la estructura de la suficiente altura para que no impida el paso de los vehículos por debajo, colocando un control de gálibo a la entrada del túnel si fuera necesario.</li> </ul>
Golpes con materiales desprendidos	X				X			X				<ul style="list-style-type: none"> <li>- Llevar casco de seguridad en todo momento, en previsión de pequeños desprendimientos.</li> <li>- En el caso de encontrar alguna zona mal asentada o con riesgo de desprendimiento, avisar a la dirección de obra para que se proceda a su aseguramiento.</li> </ul>
Quemaduras con el soldador de aire			X		X					X		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Llevar protección en manos y brazos para evitar las quemaduras por salida de aire o contacto directo con la parte caliente del soldador.</li> <li>- Apagar el soldador cuando no se vaya a usar y dejarlo en un lugar donde no pueda quemar a personas o materiales mientras se mantenga caliente.</li> </ul>
Golpes durante la colocación de tacos		X		X				X				<ul style="list-style-type: none"> <li>- Utilizar guantes de protección.</li> </ul>
Proyección de fragmentos durante la colocación de tacos	X				X			X				<ul style="list-style-type: none"> <li>- Durante el clavado en zonas por encima de la cabeza o durante el atirantado de los tensores de los hastiales, utilizar gafas de protección.</li> <li>- Utilizar casco de seguridad.</li> </ul>
Exposición al ruido en trabajos junto a maquinaria		X		X				X				<ul style="list-style-type: none"> <li>- Evitar en lo posible los trabajos junto a la maquinaria de bombeo y de tránsito por el túnel.</li> </ul>

**IMPERMEABILIZACIÓN DE TÚNELES** (continuación)

RIESGOS IDENTIFICADOS	PROBABILIDAD			CONSECUENCIAS			MAGNITUD DEL RIESGO					MEDIDAS PREVENTIVAS	
	B	M	A	LD	D	ED	T	TO	MO	I	IN		
Inhalación de polvo		X		X				X					<ul style="list-style-type: none"> <li>- Garantizar la existencia de aire limpio, si fuera necesario, regando la zona anterior al área de trabajo.</li> <li>- Llevar mascarillas de filtro mecánico para las ocasiones en que haya mucho polvo en suspensión.</li> <li>- Para disminuir la producción de polvo, utilizaremos sistemas húmedos de trabajo y/o aspiración localizada (que incorporan algunas máquinas cuyo trabajo es generador de polvo, como el caso de los carros perforadores).</li> </ul>
Inhalación de gases	X					X			X				<ul style="list-style-type: none"> <li>- No aportar demasiado calor a las láminas de polietileno o PVC, pues los gases producidos en la combustión son altamente tóxicos.</li> <li>- En espacios reducidos o mal ventilados, garantizar la extracción de los gases y la renovación constante de aire, o proporcionar máscaras faciales con filtros polivalentes.</li> <li>- No utilizar maquinaria con motores de combustión mientras no se garantice el suficiente aire respirable.</li> </ul>
Atropellos por presencia de vehículos de obra			X			X						X	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Durante el montaje de la estructura o el acarreo de los materiales, NO invadir nunca el radio de acción de los vehículos y la maquinaria de obra.</li> <li>- Llevar ropa de alta visibilidad para facilitar la localización e iluminación auxiliar para permitir nuestra localización en todo momento.</li> </ul>

## 5.5. IMPERMEABILIZACIÓN DE ELEMENTOS PREFABRICADOS - FALSOS TÚNELES

RIESGOS IDENTIFICADOS	PROBABILIDAD			CONSECUENCIAS			MAGNITUD DEL RIESGO					MEDIDAS PREVENTIVAS
	B	M	A	LD	D	ED	T	TO	MO	I	IN	
Caídas de altura		X			X				X			<ul style="list-style-type: none"> <li>- Colocar barandillas de protección sujetas a los elementos prefabricados.</li> <li>- Si no es posible colocar este tipo de protecciones, colocar una línea de vida y sujetarse a ella mediante arnés de seguridad.</li> <li>- La subida a los prefabricados o la bajada a las zanjas se hará mediante escaleras o rampas.</li> <li>- Las estructuras de trabajo tendrán acceso interior seguro y barandillas perimetrales de protección.</li> <li>- En el caso de utilizar maquinaria elevadora, garantizar un apoyo horizontal y estable de la misma, trabajar sujeto con arnés de seguridad, No sobrecargarla y no utilizarla cuando haya viento fuerte.</li> <li>- Para los desplazamientos, descender la plataforma y prestar especial atención a los baches o blandones que puedan causar su desplome.</li> </ul>
Golpes por caída de materiales desprendidos		X			X				X			<ul style="list-style-type: none"> <li>- En el caso de lugares elevados, se asegurará la estabilidad de los materiales y nunca se permitirá trabajar debajo de los lugares donde se esté impermeabilizando.</li> <li>- En el caso de impermeabilización de muros, NO se realizarán simultáneamente trabajos en el borde de la zanja y se llevará siempre casco.</li> <li>- La subida y bajada de materiales se realizará con medios mecánicos y con los útiles homologados y adecuados al peso, tamaño y forma de los materiales.</li> <li>- No se acumularán los materiales de la excavación o de trabajo cerca del borde del talud.</li> </ul>
Sepultamiento por desprendimientos o deslizamientos de terreno	X					X			X			<ul style="list-style-type: none"> <li>- En el caso de zanjas o impermeabilización de muros, hacer el talud natural que corresponda al terreno.</li> <li>- Proteger los posibles desprendimientos en zonas blandas con entibaciones, redes u otros medios de contención.</li> <li>- Colocar escaleras o rampas que permitan la subida y bajada, así como la evacuación rápida y segura en caso de desprendimientos.</li> <li>- Llevar casco de seguridad para evitar los golpes con materiales desprendidos.</li> </ul>
Desplome de la estructura de trabajo		X				X				X		<ul style="list-style-type: none"> <li>- En el caso de montar estructuras para impermeabilizar muros o estructuras grandes como falsos túneles, colocar las bases de la estructura de trabajo dentro de la zona hormigonada o garantizar la estabilidad y nivelación del terreno donde se apoye la misma.</li> <li>- Arriostrar la estructura al prefabricado, cada dos alturas y cada dos cuerpos en horizontal, dotándola de accesos interiores seguros y barandillas de protección.</li> <li>- En el caso de no poder colocar una estructura de trabajo, colocar líneas de vida y trabajar sujeto a ellas con arnés de seguridad.</li> <li>- En el caso de utilizar maquinaria elevadora, garantizar un apoyo horizontal y estable de la misma, trabajar sujeto con arnés de seguridad, No sobrecargarla y no utilizarla cuando haya viento fuerte.</li> <li>- Para los desplazamientos, descender la plataforma y prestar especial atención a los baches o blandones que puedan causar su desplome.</li> </ul>
Exposición al ruido en trabajos junto a maquinaria		X		X				X				<ul style="list-style-type: none"> <li>- Evitar los trabajos junto a la maquinaria.</li> <li>- Llevar tapones y otra protección equivalente para utilizarla en esas ocasiones.</li> </ul>

**IMPERMEABILIZACIÓN DE ELEMENTOS PREFABRICADOS - FALSOS TÚNELES** (continuación)

RIESGOS IDENTIFICADOS	PROBABILIDAD			CONSECUENCIAS			MAGNITUD DEL RIESGO					MEDIDAS PREVENTIVAS	
	B	M	A	LD	D	ED	T	TO	MO	I	IN		
Quemaduras con el soldador de láminas			X		X						X		- Utilizar protección en manos, brazos y piernas para evitar las quemaduras por llama o contacto directo con la parte caliente del soldador. - Apagar el soldador cuando no se vaya a usar y dejarlo en un lugar donde no pueda quemar a personas o materiales mientras se mantenga caliente.
Inhalación de polvo		X		X				X					- Emplear mascarillas de filtro mecánico para las ocasiones en que haya polvo en suspensión.
Inhalación de gases	X					X				X			- No aportar demasiado calor a las láminas de tela asfáltica o PVC, pues los gases producidos en la combustión son altamente tóxicos. - En espacios reducidos, garantizar la extracción de los gases y la renovación constante de aire.

## 6. HORMIGONADO DE LA BÓVEDA

### DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD

#### • Hormigonado de la bóveda del túnel mediante carro.

El proceso consiste en los siguientes pasos:

- Montaje del carro
- Colocación del carro en la puesta
- Hormigonado de la puesta
- Desencofrado del carro

Esta fase se realiza de una forma cíclica colocando un carro de encofrado metálico en la bóveda del túnel, en su interior se inyecta hormigón por medio de una bomba de impulsión, una vez fraguado este, se realiza el desencofrado del carro y su posterior limpieza para en cada puesta y hormigonando cada una de ellas mediante hormigón inyectado en dicho molde.

*La evaluación de riesgos laborales que a continuación se indica corresponde a las siguientes fases:*

- 6.1. Montaje del carro de encofrado*
- 6.2. Colocación del carro en la puesta*
- 6.3. Hormigonado de la puesta*
- 6.4. Desencofrado y limpieza del carro de encofrado*



## 6.1. MONTAJE DEL CARRO DE ENCOFRADO

RIESGOS IDENTIFICADOS	PROBABILIDAD			CONSECUENCIAS			MAGNITUD DEL RIESGO					MEDIDAS PREVENTIVAS	
	B	M	A	LD	D	ED	T	TO	MO	I	IN		
Caída a distinto nivel		X			X						X		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Utilizar líneas de vida en las acciones de sujetar las piezas en el camión por medio de las cadenas o eslingas.</li> <li>- Emplear una escalera de acceso al camión adecuada y bien anclada al mismo.</li> <li>- Utilizar plataformas elevadoras para unir las diferentes piezas.</li> <li>- Amarrarse los operarios a la barandilla de la plataforma en las operaciones de montaje.</li> <li>- Verificar la compactación del suelo sobre el que se asienta la plataforma.</li> <li>- Protección individual en altura, cinturones, cascos, guantes.</li> </ul>
Caídas al mismo nivel		X		X				X					<ul style="list-style-type: none"> <li>- Disponer de una explanada próxima a la boca del túnel llana y libre de materiales de obra.</li> </ul>
Cáida de objetos por derrumbamientos	X					X					X		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Manejar la grúa personas especializadas.</li> <li>- Evitar manejar la grúa cerca de la boca del túnel coincidiendo con la vía de tránsito de los vehículos.</li> <li>- Los ganchos dispondrán de pestillos de seguridad.</li> <li>- Revisión de las cadenas , marcado CE de accesorios y elementos (cables, eslingas, ganchos).</li> <li>- Realizar una tensión previa de los cables antes de enganchar la carga.</li> <li>- Elevar la carga lo suficiente para evitar obstáculos, realizando le recorrido a velocidad moderada.</li> <li>- Dirigir la carga mediante cables o cuerdas hasta el punto definitivo.</li> <li>- No situarse ningún operario debajo de la carga .</li> <li>- Se seguirá el manual de montaje del fabricante.</li> <li>- Señalización y balizamiento de las zonas de trabajo en altura.</li> <li>- Acotar los niveles de la zona de trabajo.</li> <li>- Colocación de elementos provisionales como cables, puntales, etc,...para garantizar la estabilidad en el montaje.</li> <li>- Marcado CE de los equipos y accesorios de trabajo.</li> <li>- La grúa será manejada por personal con carnet de gruista y con experiencia.</li> </ul>
Caída de objetos desprendidos		X				X					X		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Revisión de la conexión de la pieza antes de ser izada.</li> <li>- Señalización, balizado y acotado de los niveles inferiores de las zonas de trabajo</li> <li>- Sujeción de las herramientas a la plataforma.</li> <li>- Utilización de cinturones portaherramientas.</li> <li>- Acotar la zona en la que se manipulen piezas con la grúa.</li> <li>- Amarrar las herramientas a la barquilla de la plataforma.</li> </ul>
Atrapamiento o aplastamiento por o entre objetos		X				X					X		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Orden y limpieza de restos y materiales sobre el suelo.</li> <li>- No manipular el cable en el momento de la puesta en tensión.</li> <li>- Retener y dirigir la carga mediante cables o cuerdas.</li> </ul>
Atrapamiento y aplastamiento por vuelco Atropellos o golpes por vehículos		X				X					X		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Verificar el estado de compactación del suelo.</li> <li>- Evitar el recorrido cercano a zanjas, pozos, terraplenes, taludes, fosos o blandones.</li> <li>- Señalizar las zonas con riesgo de caídas.</li> <li>- Señalizar y balizar la zona de trabajo.la zona de trabajo.</li> </ul>

## MONTAJE DEL CARRO DE ENCOFRADO (continuación)

RIESGOS IDENTIFICADOS	PROBABILIDAD			CONSECUENCIAS			MAGNITUD DEL RIESGO					MEDIDAS PREVENTIVAS
	B	M	A	LD	D	ED	T	TO	MO	I	IN	
Choques y golpes contra objetos inmóviles	X				X				X			<ul style="list-style-type: none"> <li>- Utilizar un operario que dirija las operaciones de manejo de la grúa.</li> <li>- Realizar estas operaciones en zonas que no están cercanas al acceso al túnel.</li> <li>- Trabajar con niveles de iluminación adecuada, si fuera necesario reforzar la iluminación con focos en la zona de trabajo.</li> </ul>
Golpes y cortes por objetos o herramientas		X			X				X			<ul style="list-style-type: none"> <li>- Utilizar equipos de protección adecuados a la tarea a desarrollar, empleando las herramientas adecuadas a la tarea a desarrollar.</li> </ul>
Atrapamiento y aplastamiento entre objetos		X				X				X		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Durante la colocación de las piezas metálicas es necesario utilizar grúas y elementos mecánicos para sostener las piezas, además de emplear plataformas de trabajo en las que los operarios puedan realizar sus labores de montaje de forma segura.</li> </ul>
Sobreesfuerzos, posturas inadecuadas			X	X					X			<ul style="list-style-type: none"> <li>- Uso de maquinaria adecuada como atornilladora eléctrica.</li> </ul>
Contactos eléctricos	X				X			X				<ul style="list-style-type: none"> <li>- Revisión de cables, conexiones y protecciones.</li> <li>- Interrumpir los trabajos si la distancia a la línea de alta tensión es inferior a 6 metros.</li> </ul>
Caída de altura durante el montaje			X			X					X	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Durante el montaje del carro u otro medio auxiliar o de trabajo, se utilizará arnés de seguridad sujeto a un elemento resistente.</li> <li>- Será necesario montar las escaleras interiores a la vez y en algunos casos antes de finalizar el montaje.</li> <li>- Para subir a la plataforma de trabajo, colocar escaleras interiores seguras y protegidas perimetralmente.</li> </ul>
Desplome de la estructura de trabajo			X			X					X	<ul style="list-style-type: none"> <li>- El carro de encofrado se construirá con materiales normalizados y queda expresamente prohibido el uso de tableros u otros elementos no resistentes, o la combinación de elementos de diferentes modelos.</li> <li>- Se conocerá la resistencia de la estructura de trabajo y el peso del hormigón que formará parte de los hastiales del túnel, para no exceder nunca el peso máximo recomendado por el fabricante.</li> <li>- El carro se montará siempre sobre una cimentación de anclaje para el mismo en el que se introducen unos cilindros metálicos del propio carro para de esta forma garantizar que la estructura metálica se ancle con garantías y no se abra nunca el encofrado.</li> <li>- Según los planos de trabajo la superficie se encontrará cuajada de tableros de madera o material antideslizante capaz de soportar el tránsito de las personas, se encontrarán arriostros a un paramento resistente mediante elemento rígido y resistente. Si se compone de más de un cuerpo, se arriostará también cada dos cuerpos horizontalmente.</li> <li>- La plataforma de trabajo estará arriostada interiormente en todos sus lados y niveles.</li> <li>- Cuando se trate de escaleras que comuniquen dos niveles de trabajo, estas dispondrán de aros perimetrales que eviten las caídas en las acciones de subir o bajar por las mismas.</li> <li>- Cuando no exista iluminación suficiente y haya tránsito de vehículos cerca de la estructura, ésta se señalará con material reflectante o iluminación intermitente si es preciso, para advertir de su existencia. Si todo esto no fuera suficiente se reforzará la señalización con cintas de balizamiento colgadas u otros elementos señalizadores o incluso pregálibos.</li> </ul>

**MONTAJE DEL CARRO DE ENCOFRADO** (continuación)

RIESGOS IDENTIFICADOS	PROBABILIDAD			CONSECUENCIAS			MAGNITUD DEL RIESGO					MEDIDAS PREVENTIVAS
	B	M	A	LD	D	ED	T	TO	MO	I	IN	
Caída de trabajadores durante los trabajos	X					X			X			<ul style="list-style-type: none"> <li>- La superficie de trabajo será de material antideslizante y siempre estará en plano horizontal.</li> <li>- Toda la superficie de trabajo estará cuajada con plataformas de trabajo, y estará protegida perimetralmente por rodapiés y barandilla rígida intermedia y superior, impidiendo así la caída de personas o materiales.</li> <li>- La superficie mínima de trabajo será de 60 cm.</li> <li>- No se montarán ni utilizarán otros medios auxiliares encima de la plataforma de trabajo.</li> <li>- Los accesos a la plataforma de trabajo serán mediante escaleras interiores seguras y protegidas perimetralmente.</li> </ul>
Caída de materiales			X			X					X	<ul style="list-style-type: none"> <li>- La subida y bajada de materiales se realizará con medios mecánicos y con los útiles homologados y adecuados al peso, tamaño y forma de los materiales.</li> <li>- El perímetro de las plataformas de trabajo contará con rodapiés de 15 cm, para evitar la caída de materiales o herramientas.</li> <li>- En el caso de que exista peligro de caída de materiales sobre otros trabajadores, se colocará red de seguridad que rodee la estructura y se facilitará un paso inferior protegido de la posible caída de materiales.</li> <li>- No se acumularán materiales que sobresalgan de la estructura de trabajo, ni se desplazarán las plataformas cargadas de materiales.</li> <li>- Se prohíbe el vertido de materiales o escombros directamente desde la plataforma de trabajo.</li> </ul>
Electrocución por contacto con líneas eléctricas	X					X			X			<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mantener la distancia de seguridad con las líneas eléctricas, según la tensión de las mismas.</li> <li>- En el caso de tener que trabajar cerca de ellas, proceder a su desconexión o desvío.</li> </ul>

## 6.2. COLOCACIÓN DEL CARRO EN LA PUESTA

RIESGOS IDENTIFICADOS	PROBABILIDAD			CONSECUENCIAS			MAGNITUD DEL RIESGO					MEDIDAS PREVENTIVAS	
	B	M	A	LD	D	ED	T	TO	MO	I	IN		
Caída de altura durante el montaje			X			X						X	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Durante el montaje del carro u otro medio auxiliar o de trabajo, se utilizará arnés de seguridad sujeto a un elemento resistente.</li> <li>- Será necesario montar las escaleras interiores a la vez y en algunos casos antes de finalizar el montaje.</li> <li>- Para subir a la plataforma de trabajo, colocar escaleras interiores seguras y protegidas perimetralmente.</li> </ul>
Desplome de la estructura de trabajo			X			X						X	<ul style="list-style-type: none"> <li>- El carro de encofrado se construirá con materiales normalizados y queda expresamente prohibido el uso de tableros u otros elementos no resistentes, o la combinación de elementos de diferentes modelos.</li> <li>- Se conocerá la resistencia de la estructura de trabajo y el peso del hormigón que formará parte de los hastiales del túnel, para no exceder nunca el peso máximo recomendado por el fabricante.</li> <li>- El carro se montará siempre sobre una cimentación de anclaje para el mismo en el que se introducen unos cilindros metálicos del propio carro para de esta forma garantizar que la estructura metálica se ancle con garantías y no se abra nunca el encofrado.</li> <li>- Según los planos de trabajo la superficie se encontrará cuajada de tableros de madera o material antideslizante capaz de soportar el tránsito de las personas, se encontrarán arriostros a un paramento resistente mediante elemento rígido y resistente. Si se compone de más de un cuerpo, se arriostará también cada dos cuerpos horizontalmente.</li> <li>- La plataforma de trabajo estará arriostada interiormente en todos sus lados y niveles.</li> <li>- Cuando se trate de escaleras que comuniquen dos niveles de trabajo, estas dispondrán de aros perimetrales que eviten las caídas en las acciones de subir o bajar por las mismas.</li> <li>- Cuando no exista iluminación suficiente y haya tránsito de vehículos cerca de la estructura, ésta se señalará con material retrorreflectante o iluminación intermitente si es preciso, para advertir de su existencia. Si todo esto no fuera suficiente se reforzará la señalización con cintas de balizamiento colgadas u otros elementos señalizadores o incluso pregálidos.</li> </ul>
Caída de trabajadores durante los trabajos	X					X			X				<ul style="list-style-type: none"> <li>- La superficie de trabajo será de material antideslizante y siempre estará en plano horizontal.</li> <li>- Toda la superficie de trabajo estará cuajada con plataformas de trabajo, y estará protegida perimetralmente por rodapiés y barandilla rígida intermedia y superior, impidiendo así la caída de personas o materiales.</li> <li>- La superficie mínima de trabajo será de 60 cm.</li> <li>- No se montarán ni utilizarán otros medios auxiliares encima de la plataforma de trabajo.</li> <li>- Los accesos a la plataforma de trabajo serán mediante escaleras interiores seguras y protegidas perimetralmente.</li> </ul>
Caída de materiales			X			X						X	<ul style="list-style-type: none"> <li>- La subida y bajada de materiales se realizará con medios mecánicos y con los útiles homologados y adecuados al peso, tamaño y forma de los materiales.</li> <li>- El perímetro de las plataformas de trabajo contará con rodapiés de 15 cm, para evitar la caída de materiales o herramientas.</li> <li>- En el caso de que exista peligro de caída de materiales sobre otros trabajadores, se colocará red de seguridad que rodee la estructura y se facilitará un paso inferior protegido de la posible caída de materiales.</li> <li>- No se acumularán materiales que sobresalgan de la estructura de trabajo, ni se desplazarán las plataformas cargadas de materiales.</li> <li>- Se prohíbe el vertido de materiales o escombros directamente desde la plataforma de trabajo.</li> </ul>
Electrocución por contacto con líneas eléctricas	X					X			X				<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mantener la distancia de seguridad con las líneas eléctricas, según la tensión de las mismas.</li> <li>- En el caso de tener que trabajar cerca de ellas, proceder a su desconexión o desvío.</li> </ul>

### 6.3. HORMIGONADO DE LA BÓVEDA

RIESGOS IDENTIFICADOS	PROBABILIDAD			CONSECUENCIAS			MAGNITUD DEL RIESGO					MEDIDAS PREVENTIVAS	
	B	M	A	LD	D	ED	T	TO	MO	I	IN		
Caídas de altura		X			X						X		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Colocar barandillas de protección en los diferentes niveles sujetas al carro de encofrado.</li> <li>- Si no es posible colocar este tipo de protecciones, colocar una línea de vida y sujetarse a ella mediante arnés de seguridad.</li> <li>- La subida al carro de hormigonado se hará mediante escaleras o rampas.</li> <li>- Las estructuras de trabajo tendrán acceso interior seguro y barandillas perimetrales de protección.</li> <li>- En el caso de utilizar maquinaria elevadora, garantizar un apoyo horizontal y estable de la misma, trabajar sujeto con arnés de seguridad.</li> <li>- Para los desplazamientos, descender la plataforma y prestar especial atención a los baches o blandones que pueda causar su desplome.</li> </ul>
Golpes por caída de materiales desprendidos		X			X						X		<ul style="list-style-type: none"> <li>- En el caso de lugares elevados, se asegurará la estabilidad de los materiales y nunca se permitirá trabajar debajo de los lugares donde se estén manejando cargas suspendidas.</li> <li>- La subida y bajada de materiales se realizará con medios mecánicos y con los útiles homologados y adecuados al peso, tamaño y forma de los materiales.</li> <li>- No se acumularán las herramientas manuales de trabajo tales como la media luna, cerca del borde de las plataformas de trabajo.</li> </ul>
Sobreesfuerzos		X			X						X		<ul style="list-style-type: none"> <li>- No cargar con más de 25 Kgs o solicitar ayuda de otras personas si el peso es mayor, no se deben de adoptar posturas forzadas durante el levantamiento, se pueden utilizar ayudas mecánicas.</li> <li>- Agarrar adecuadamente la carga según forma y tamaño y elevarla flexionando las rodillas, y no la espalda.</li> <li>- Separar los pies para proporcionar una postura estable y equilibrada para el levantamiento, colocando un pie más adelantado que el otro en la dirección del movimiento.</li> <li>- No girar el tronco ni adoptar posturas forzadas, girar completamente el cuerpo.</li> <li>- Si el levantamiento es desde el suelo hasta una altura importante, apoyar la carga a medio camino para poder cambiar el agarre, depositando primero la carga y después ajustarla si fuera necesario.</li> <li>- Realizar los levantamientos de forma espaciada.</li> </ul>
Desplome de la estructura de trabajo		X				X						X	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Arriostrar la estructura al prefabricado, cada dos alturas y cada dos cuerpos en horizontal, dotándola de accesos interiores seguros y barandillas de protección.</li> <li>- En el caso de no poder colocar una estructura de trabajo, colocar líneas de vida y trabajar sujeto a ellas con arnés de seguridad.</li> <li>- En el caso de utilizar maquinaria elevadora, garantizar un apoyo horizontal y estable de la misma, trabajar sujeto con arnés de seguridad,</li> <li>- Para los desplazamientos, descender la plataforma y prestar especial atención a los baches o blandones que puedan causar su desplome.</li> </ul>
Exposición al ruido en trabajos junto a maquinaria		X		X				X					<ul style="list-style-type: none"> <li>- Evitar los trabajos junto a la maquinaria de obra.</li> <li>- Utilizar tapones y otra protección equivalente para utilizarla en esas ocasiones.</li> </ul>
Inhalación de polvo		X		X				X					<ul style="list-style-type: none"> <li>- Utilizar mascarillas de filtro mecánico para las ocasiones en que se genere polvo en suspensión por el tránsito de vehículos y por efecto del viento.</li> </ul>

### 6.4. DESENCOFRADO Y LIMPIEZA DEL CARRO DE ENCOFRADO

RIESGOS IDENTIFICADOS	PROBABILIDAD			CONSECUENCIAS			MAGNITUD DEL RIESGO					MEDIDAS PREVENTIVAS
	B	M	A	LD	D	ED	T	TO	MO	I	IN	
Caídas de altura		X			X				X			<ul style="list-style-type: none"> <li>- Colocar barandillas de protección en los diferentes niveles sujetas al carro de encofrado.</li> <li>- Si no es posible colocar este tipo de protecciones, colocar una línea de vida y sujetarse a ella mediante arnés de seguridad.</li> <li>- La subida al carro de hormigonado se hará mediante escaleras o rampas.</li> <li>- Las estructuras de trabajo tendrán acceso interior seguro y barandillas perimetrales de protección.</li> <li>- En el caso de utilizar maquinaria elevadora, garantizar un apoyo horizontal y estable de la misma, trabajar sujeto con arnés de seguridad.</li> <li>- Para los desplazamientos, descender la plataforma y prestar especial atención a los baches o blandones que pueda causar su desplome.</li> <li>- A la hora de realizar la limpieza del interior y aplicación de desencofrante del carro, es necesario utilizar escaleras de mano con la suficiente estabilidad para evitar caídas desde puntos altos, utilizando si fuera necesario línea de vida según el lugar de trabajo.</li> </ul>
Golpes por caída de materiales desprendidos		X			X				X			<ul style="list-style-type: none"> <li>- En el caso de lugares elevados, se asegurará la estabilidad de los materiales y nunca se permitirá trabajar debajo de los lugares donde se estén manejando cargas suspendidas.</li> <li>- La subida y bajada de materiales se realizará con medios mecánicos y con los útiles homologados y adecuados al peso, tamaño y forma de los materiales.</li> <li>- No se acumularán las herramientas manuales de trabajo tales como la media luna, cerca del borde de las plataformas de trabajo.</li> </ul>
Sobreesfuerzos		X			X				X			<ul style="list-style-type: none"> <li>- No cargar con más de 25 Kgs o solicitar ayuda de otras personas si el peso es mayor, no se deben de adoptar posturas forzadas durante el levantamiento, se pueden utilizar ayudas mecánicas.</li> <li>- Agarrar adecuadamente la carga según forma y tamaño y elevarla flexionando las rodillas, y no la espalda.</li> <li>- Separar los pies para proporcionar una postura estable y equilibrada para el levantamiento, colocando un pie más adelantado que el otro en la dirección del movimiento.</li> <li>- No girar el tronco ni adoptar posturas forzadas, girar completamente el cuerpo.</li> <li>- Si el levantamiento es desde el suelo hasta una altura importante, apoyar la carga a medio camino para poder cambiar el agarre, depositando primero la carga y después ajustarla si fuera necesario.</li> <li>- Realizar los levantamientos de forma espaciada.</li> <li>- Utilizan en todo momento los gatos hidráulicos para bajar la estructura metálica manipulando únicamente las herramientas manuales.</li> </ul>
Desplome de la estructura de trabajo		X			X				X			<ul style="list-style-type: none"> <li>- Arriostrar la estructura al prefabricado, cada dos alturas y cada dos cuerpos en horizontal, dotándola de accesos interiores seguros y barandillas de protección.</li> <li>- En el caso de no poder colocar una estructura de trabajo, colocar líneas de vida y trabajar sujeto a ellas con arnés de seguridad.</li> <li>- En el caso de utilizar maquinaria elevadora, garantizar un apoyo horizontal y estable de la misma, trabajar sujeto con arnés de seguridad,</li> <li>- Para los desplazamientos, descender la plataforma y prestar especial atención a los baches o blandones que puedan causar su desplome.</li> </ul>



**DESENCOFRADO Y LIMPIEZA DEL CARRO DE ENCOFRADO** (continuación)

RIESGOS IDENTIFICADOS	PROBABILIDAD			CONSECUENCIAS			MAGNITUD DEL RIESGO					MEDIDAS PREVENTIVAS
	B	M	A	LD	D	ED	T	TO	MO	I	IN	
Exposición al ruido en trabajos junto a maquinaria		X			X				X			- Evitar los trabajos junto a la maquinaria de obra. - Utilizar tapones y otra protección equivalente para utilizarla en esas ocasiones.
Contacto con sustancias químicas		X			X				X			- Utilizar guantes en la tarea de limpieza interior del carro de encofrado.
Inhalación de polvo		X		X				X				- Utilizar mascarillas de filtro mecánico para las ocasiones en que se genere polvo en suspensión por el tránsito de vehículos y por efecto del viento. - Mantener la zona de paso con humedad suficiente para evitar que se genere polvo por el tránsito de vehículos en la zona.

## RIESGOS DE TRABAJOS AL AIRE LIBRE

### Trabajo en campo

RIESGOS IDENTIFICADOS	PROBABILIDAD			CONSECUENCIAS			MAGNITUD DEL RIESGO					MEDIDAS PREVENTIVAS	
	B	M	A	LD	D	ED	T	TO	MO	I	IN		
Riesgos por causas naturales: vientos, tormentas, incendios...	X					X			X				<ul style="list-style-type: none"> <li>- Informarse sobre la meteorología en la zona de trabajo.</li> <li>- Mantener contacto continuo en desplazamientos a zonas deshabitadas o de difícil acceso o en previsión de temporal.</li> <li>- Llevar elementos de localización y comunicación (mapas detallados, GPS, teléfono móvil, radio, etc.).</li> </ul>
Ataques seres vivos		X		X			X						<ul style="list-style-type: none"> <li>- Conocer la presencia en la zona de animales peligrosos y de los riesgos de su ataque.</li> <li>- Evitar en lo posible el ataque y llevar guantes, ropa, calzado o máscaras que impidan posibles picaduras o mordeduras.</li> <li>- Llevar cremas protectoras y antídotos más usuales o específicos (si los conocemos), sobre todo si se es alérgico a alguno de ellos.</li> </ul>
Exposición al ruido en trabajos junto a maquinaria		X		X				X					<ul style="list-style-type: none"> <li>- Evitar los trabajos junto a la maquinaria.</li> <li>- Llevar tapones y otra protección equivalente para utilizarla en esas ocasiones.</li> </ul>
Proyección de fragmentos durante el clavado de estacas o causados por el trabajo de maquinaria cerca	X				X			X					<ul style="list-style-type: none"> <li>- Durante el clavado en terrenos duros o con piedras sueltas, llevar gafas de protección.</li> <li>- Utilizar casco de seguridad.</li> </ul>
Inhalación de polvo		X		X				X					<ul style="list-style-type: none"> <li>- Evitar el trabajo en ambientes pulvígenos y llevar mascarillas de filtro mecánico para esas ocasiones.</li> </ul>
Inhalación de gases	X					X			X				<ul style="list-style-type: none"> <li>- Llevar detector de gases o medidor de oxígeno en trabajos donde se sospeche la presencia de contaminantes o la ausencia de oxígeno. En caso de comprobar la presencia de contaminantes, identificarlos mediante tubos colorimétricos y utilizar mascarillas con filtro específico o utilizar equipo autónomo de respiración. En caso de falta de oxígeno, introducirlo de forma forzada.</li> <li>- En trabajos en pozos, elaborar y seguir procedimiento para trabajo en espacios confinados.</li> </ul>

## Trabajo en condiciones climáticas adversas

RIESGOS IDENTIFICADOS	PROBABILIDAD			CONSECUENCIAS			MAGNITUD DEL RIESGO					MEDIDAS PREVENTIVAS	
	B	M	A	LD	D	ED	T	TO	MO	I	IN		
<b>Derivadas del calor:</b> - Insolación y quemaduras por el sol. - Alteraciones en la piel de tipo cancerígeno. - Deshidratación. - Golpe de calor.	X	X		X	X			X			X		- Realizar una aclimatación previa y llevar ropas de algodón o tejidos que permitan la transpiración y evacuen el sudor, logrando que el cuerpo se mantenga seco. - Proteger la cabeza y las partes más sensibles del cuerpo de la acción directa del sol. - Establecer periodos de descanso en zonas sombreadas y ventiladas. - Evitar en lo posible las exposiciones en las horas de centrales del día. - Aplicar cremas protectoras adecuadas a las características de nuestra piel. - Hidratarse continuamente con bebidas que contengan sales y minerales, sin esperar a sentir sed. No beber alcohol ni bebidas excitantes que aumentan la excreción con la consiguiente pérdida de líquido. - Permanecer alejados de los focos de emisión de calor o facilitar ventilación forzada.
<b>Derivadas del frío:</b> - Resfriado, pulmonía. - Dolores musculares y reumáticos. - Hipotermia. - Síntomas de congelación.	X	X		X	X			X		X			- Realizar una aclimatación previa y llevar ropa interior cálida que permita la transpiración (tejidos naturales como algodón y lana) y ropa de abrigo e impermeable que nos aisle y proteja de las bajas temperaturas, la humedad e impida la pérdida de calor. - Proteger la cabeza, manos y pies para impedir la pérdida de calor por contacto con el frío exterior. - Ingerir alimentos ricos en calorías e hidratarnos continuamente con bebidas calientes. - Hacer pausas frecuentes en lugares cálidos que nos permitan recuperar calor. - Evitar las corrientes de aire frío y los lugares húmedos, alejando o apantallando los equipos que puedan provocar frío o corrientes de aire.
<b>Golpe de frío o calor por cambio brusco de temperatura</b>	X				X			X					- Evitar siempre los cambios muy bruscos de temperatura, procediendo siempre a la aclimatación previa antes de comenzar cualquier trabajo. - Acomodar nuestro ritmo de trabajo a la temperatura ambiente, disminuyéndolo cuando hace mucho calor y aumentándolo cuando hace mucho frío. - Tener siempre a mano ropa para poder reaccionar ante un cambio brusco de temperatura.
<b>Caída de un rayo por tormenta eléctrica</b>	X					X			X				- Evitar el trabajo en presencia de tormentas eléctricas o finalizarlo inmediatamente si aparecen. - En el caso de ser sorprendidos por una tormenta eléctrica, buscar un lugar resguardado y evitar los árboles o postes y elementos metálicos o el contacto con agua o lugares húmedos.

## TRABAJO EN EQUIPO

### Trabajo individual

RIESGOS IDENTIFICADOS	PROBABILIDAD			CONSECUENCIAS			MAGNITUD DEL RIESGO					MEDIDAS PREVENTIVAS	
	B	M	A	LD	D	ED	T	TO	MO	I	IN		
Exceso de confianza en las aptitudes y valía profesional			X		X						X		<ul style="list-style-type: none"> <li>- No confiarse ante ningún trabajo y tener siempre presentes y aplicar las normas de seguridad correspondientes a cada tipo y lugar de trabajo.</li> <li>- Respetar las normas de seguridad en el empleo de maquinaria y herramienta.</li> <li>- Utilizar correctamente los equipos de protección individual y atender y respetar la señalización de seguridad.</li> </ul>
Exceso de confianza en el dominio de los riesgos naturales			X			X						X	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Reconocer el terreno antes de iniciar cualquier trabajo y actuar siempre con reflexión y precaución ante los trabajos que dependen fuertemente de la naturaleza, la climatología y el terreno.</li> <li>- Tener información actualizada de los riesgos del lugar y del entorno de trabajo y tenerla en cuenta al realizar la tarea requerida.</li> </ul>

### Trabajo en equipo

RIESGOS IDENTIFICADOS	PROBABILIDAD			CONSECUENCIAS			MAGNITUD DEL RIESGO					MEDIDAS PREVENTIVAS	
	B	M	A	LD	D	ED	T	TO	MO	I	IN		
Falta de coordinación durante los trabajos		X			X						X		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Todos los trabajadores deben conocer bien el trabajo a realizar y las tareas que corresponden a cada uno en cada momento y dentro del equipo.</li> <li>- Para trabajos delicados o en los que requieren coordinación, es necesario establecer un código de comunicación verbal, de gestos o señales, que sea sencillo y claro y que todos conozcan y sepan interpretar.</li> </ul>
Comunicación inadecuada con el ayudante		X		X				X					<ul style="list-style-type: none"> <li>- Posibilitar un medio de comunicación eficaz a cada situación de trabajo o proporcionar intercomunicadores si hace falta.</li> </ul>
Lenguaje o actitudes inadecuadas	X			X			X						<ul style="list-style-type: none"> <li>- Evitar lenguajes o conductas que pongan en peligro el buen entendimiento entre trabajadores, empleando un lenguaje moderado y corrigiendo conductas si hace falta.</li> <li>- Evitar actitudes y conductas violentas con los compañeros de trabajo.</li> </ul>

---

**Instituto Navarro de Salud Laboral**

Polígono de Landaben, calle E/F - 31012 Pamplona  
Tel. 848 423 771 (Biblioteca) - Fax 848 423 730  
[www.cfnavarra.es/insl](http://www.cfnavarra.es/insl)

ISBN 978 84-235-2968-1



9 788423 529681