

GUÍA PARA EL DESARROLLO DE BUENAS PRÁCTICAS DE PRL EN OBRAS DE INGENIERÍA CIVIL. TRABAJOS FERROVIARIOS.



Guía para el desarrollo de
buenas prácticas de PRL
en obras de ingeniería civil.
Trabajos ferroviarios.

Los contenidos de este manual han sido desarrollados en el marco del Proyecto AS-0021/2014 "Guía para el desarrollo de buenas prácticas de PRL en obras de ingeniería civil. Trabajos ferroviarios", con la financiación de la Fundación para la Prevención de Riesgos Laborales. (Convocatoria de asignación de recursos del ejercicio 2014).

Fundación Laboral de la Construcción:

- David Sáez Chicharro;
- Alfredo Martín Moreno;
- Miguel Ángel Molero Martínez;
- Antonio Santander Íñigo;

Agradecemos la inestimable colaboración en el desarrollo del proyecto a:

- Comsa Corporación;
- TELICE;
- VÍAS;
- TECSA;
- Daniel Sánchez Polo;

y el resto de entidades que han cedido el material para la publicación de este manual sin cuya ayuda hubiera sido imposible la realización de la presente guía.

Presentación

La Fundación Laboral de la Construcción (FLC) es una entidad sin ánimo de lucro constituida por las entidades más representativas del sector –Confederación Nacional de la Construcción (CNC), Metal, Construcción y Afines de la Unión General de Trabajadores. Federación de Industria (MCA-UGT) y por la Federación de CC.OO. de Construcción y Servicios. Su finalidad primordial es crear un marco de relaciones laborales estables y justas y prestar servicios a empresas y trabajadores.

Tal y como constan en sus Estatutos, sus principales objetivos son el fomento de la formación profesional, la investigación, el desarrollo y la promoción de actuaciones tendentes a la mejora de la salud laboral y la seguridad en el trabajo, así como la promoción de actuaciones dirigidas a la mejora del empleo.

La necesidad de seguir incrementando la formación e información en materia de prevención de riesgos laborales en el sector de la construcción, impulsa a la Fundación Laboral de la Construcción a crear nuevas herramientas que faciliten, al conjunto de empresas y trabajadores, mejorar la puesta en práctica de aquellos métodos y sistemas que permitan optimizar las condiciones de trabajo en dicho sector.

Dentro de esas nuevas herramientas, se ha elaborado la presente “Guía para el desarrollo de buenas prácticas de PRL en obras de ingeniería civil. Trabajos ferroviarios”, financiada por la Fundación para la Prevención de Riesgos Laborales, entidad que ha colaborado desde hace varios años en el desarrollo de proyectos con la Fundación Laboral de la Construcción.



01 | INTRODUCCIÓN. TRABAJOS FERROVIARIOS

01. INTRODUCCIÓN. TRABAJOS FERROVIARIOS..... 12



02 | ACTIVIDADES FERROVIARIAS POR TIPOLOGÍA DE LA INFRAESTRUCTURA

2. ACTIVIDADES FERROVIARIAS POR TIPOLOGÍA DE LA INFRAESTRUCTURA.....	14
2.1 Montaje de vía sobre balasto	14
a. Acopios de materiales.....	15
b. Extendido, retirada y descarga de balasto	16
c. Colocación de traviesas y carril	23
d. Perfilado de la vía	35
e. Bateo y alineación de la vía.....	36
f. Estabilizado de vía.....	37
g. Colocación y sustitución de desvíos.....	38
h. Soldadura aluminotérmica y liberación de tensiones.....	39
2.2 Montaje de vía en placa.....	41
a. Tipos de estructuras de vía en placa	42
b. Trabajos de montaje	43
2.3 Montaje de instalaciones.....	45
a. Trabajos de electrificación.....	45
b. Instalaciones de Seguridad y Comunicaciones.....	51
2.4 Trabajos en el interior de túneles	52
2.5 Trabajos nocturnos.....	57





03 | CONDICIONANTES EN LOS TRABAJOS FERROVIARIOS. RIESGOS MÁS FRECUENTES Y MEDIDAS PREVENTIVAS

3. CONDICIONANTES EN LOS TRABAJOS FERROVIARIOS. RIESGOS MÁS FRECUENTES Y MEDIDAS PREVENTIVAS	62
3.1 Riesgos generales en las actividades ferroviarias	62
3.2 Riesgos específicos del sector ferroviario y medidas preventivas	63
a. Caída de personas a distinto nivel	63
b. Caída de personas al mismo nivel	68
c. Caída de objetos en manipulación	71
d. Pisadas sobre objetos	73
e. Golpes y cortes por objetos o herramientas.....	73
f. Proyección de fragmentos y partículas.....	74
g. Atrapamiento por y entre objetos.....	77
h. Atrapamiento por vuelco de máquinas o vehículos.....	81
i. Arrollamiento/ Atropellos o golpes con vehículos	85
j. Riesgos eléctricos.....	89
k. Sobreesfuerzos.....	90
l. Exposición a condiciones climatológicas adversas	91
m. Contactos térmicos.....	94
n. Contacto de sustancias causticas o corrosivas.....	97
o. Incendios	97
p. Vibraciones.....	99
q. Exposición al ruido.....	101
r. Exposición de sustancias nocivas y toxicas.....	102
s. Deficiente nivel de iluminación.....	104





04 | PROCEDIMIENTOS DE INTERRUPCIÓN DE LA CIRCULACIÓN Y DE LA TENSIÓN EN ADIF

4. PROCEDIMIENTOS DE INTERRUPCIÓN DE LA CIRCULACIÓN Y DE LA TENSIÓN EN ADIF ..	108
4.1 Agentes de circulación adif. Tipos y funciones	108
4.2 Otras figuras de circulación	110
4.3 Agentes de circulación de adif.	
Consideraciones prácticas	111
a. Encargado de trabajos	111
b. Piloto de seguridad	113
4.4 Zonas de seguridad de la vía adif	115
a. Vía única	118
b. Vía doble	118
4.5 Métodos de interrupción de la circulación en vía. Procedimiento	121
a. Medidas generales	121
b. Régimen de interrupción de la circulación con entrega de vía bloqueada (EVB)	124
c. Régimen de liberación por tiempo	125
d. Trabajos en estaciones	127
e. Resumen tipología corte por tipología de trabajo a realizar	128
4.6 Requerimientos específicos de otros operadores en los trabajos ferroviarios	129
a. Trabajos en líneas de alta velocidad de vía ancho internacional	129
b. Adif RAM	129
c. FGV	130
d. FGC	132



05 | RIESGO DE ARROLLAMIENTO

5. RIESGO DE ARROLLAMIENTO	134
5.1 Atropello por circulaciones externas.....	136
a. Consideraciones generales.....	136
b. Medidas organizativas: protocolos de obra para reducir el riesgos de atropello por circulaciones externas.....	141
5.2 Atropello por la maquinaria de obra	144
a. Consideraciones generales.....	144
b. Medidas organizativas: actuaciones de la contrata: protocolo de obra para evitar el riesgos de atropello por movimiento de maquinaria pesada de la obra.....	145
5.3 Medidas preventivas para evitar el riesgo de arrollamiento	152
a. Medidas preventivas generales.....	152
b. Coordinación con otras empresas contratistas en obra	154
c. Colocación de calces.....	154
d. Medidas preventivas en los desplazamientos por la vía.....	155
e. Interferencias con carreteras.....	157
f. Otras medidas	158
5.4 Medios de protección colectiva	158
a. Barandillas y vallas de balizamiento.....	158
b. Sistema de Alarma por Aproximación de Trenes (SAAT)	160
5.5 Equipos de protección individual.....	162
a. Uso de Epis en trabajos ferroviarios.....	163
b. Ropa de alta visibilidad y ropa de trabajo.....	164
5.6 Señalización	164
a. Señales indicadoras.....	165
b. Limitadoras de velocidad.....	165
c. Señales portátiles.....	167
5.7 Recomendaciones generales de seguridad en caso de atropello. Conclusiones	168





06 | RIESGO DE ELECTROCUCIÓN

6. RIESGO DE ELECTROCUCIÓN	172
6.1 Nociones básicas	173
6.2 Definiciones.....	173
6.3 tipos de contactos eléctricos	177
a. Contactos directos.....	178
b. Contactos indirectos.....	179
6.4 factores que influyen en el paso de la corriente eléctrica por el cuerpo humano.....	180
a. Tiempo de contacto e intensidad de corriente:	181
b. Influencia de la tensión eléctrica: Resistencia del cuerpo	182
c. Recorrido de la corriente por el cuerpo.....	182
6.5 Riesgo eléctrico en instalaciones ferroviarias.....	182
a. Introducción	182
b. Las 5 reglas de oro.....	185
c. Actividades simultáneas o sucesivas	189
6.6 Protocolos de actuación en trabajos eléctricos	192
a. Introducción	192
b. Objeto.....	192
c. Trabajos que requieren corte de tensión.....	192
d. Delimitación de zona neutra	194
e. Procedimientos de trabajo	195
f. Corte de tensión	196
g. Medidas de protección a adoptar.....	206
h. Reposición de la tensión.....	206
6.7 Riesgo eléctrico en otros elementos del entorno ferroviario	208
a. Zonas de trabajo	208
b. Trabajos en las proximidades de líneas eléctricas aéreas.....	209
6.8 Símbolos utilizados en los esquemas eléctricos	215

01

INTRODUCCIÓN. TRABAJOS FERROVIARIOS





01. INTRODUCCIÓN. TRABAJOS FERROVIARIOS

La Fundación Laboral de la Construcción, en su afán por la reducción de la siniestralidad en el sector de la construcción, ha querido llevar a cabo la elaboración de esta “Guía de buenas prácticas para trabajadores del sector ferroviario (I)”, donde se exponen, de manera general, cuales son los principales riesgos generales asociados a cada una de las actividades que en este subsector se llevan a cabo, así como las medidas preventivas específicas a tener en cuenta para evitarlos o, de no ser posible minimizar los efectos adversos que pudieran generarse.

Las actividades realizadas en obras ferroviarias que se analizan en esta guía se refieren, tanto a labores de montaje de vía nueva como de renovación o mantenimiento de vías en servicio.

Así mismo se realiza un análisis de las máquinas, tanto pesadas como ligeras, que se emplean en la ejecución de este tipo de trabajos.

En esta guía, además de realizar un análisis general de los riesgos a los que están expuestos los trabajadores, se aborda el análisis de dos de los riesgos, que por su enorme trascendencia y graves consecuencias para la salud de los trabajadores, precisan de un estudio más extenso, como son el riesgo de arrollamiento y el riesgo por contacto eléctrico.

Es necesario, de igual modo, analizar las posibles interferencias entre actividades que concurren de manera habitual durante la ejecución de las obras ferroviarias y que pueden dar lugar a la aparición de nuevos riesgos o al agravamiento de los ya existentes.

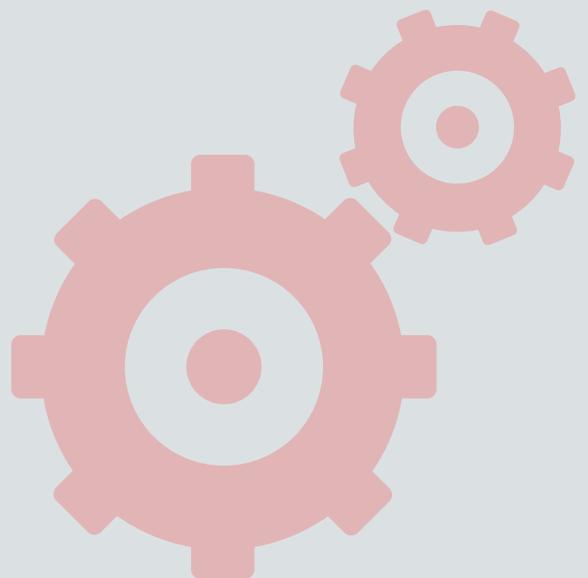
Tras todo lo anterior es necesario analizar, no solo las circunstancias y los equipos propios de la actividad, sino también la planificación de las tareas desde un punto de vista preventivo en función del lugar de trabajo así como su entorno.

Los trabajos que van a ser tenidos en cuenta para la presente guía como ferroviarios (establecimiento de una superestructura ferroviaria), se inician a partir de un terreno que ya ha sido preparado para la recepción de los elementos que formaran la vía, y comenzaría con las actividades de transporte y descarga de materiales, así como de montaje y colocación de elementos (balasto, traviesas, carril, catenaria, subestaciones, señalizaciones, dispositivos de seguridad), que conformaran de forma definitiva, la construcción de la línea férrea.

En apartados posteriores se analizarán las medidas preventivas, de tipo colectivo, individual, organizativas, de coordinación y de vigilancia, a adoptar para eliminar, minimizar o controlar los riesgos asociados a los trabajos ferroviarios.

02

ACTIVIDADES FERROVIARIAS POR TIPOLOGÍA DE LA INFRAESTRUCTURA



02. ACTIVIDADES FERROVIARIAS POR TIPOLOGÍA DE LA INFRAESTRUCTURA

En este apartado se pretende describir las principales actividades realizadas en obras de tipo ferroviario, tanto en la construcción de vía nueva como en las labores de mantenimiento o renovación de las mismas.

En una primera parte se desarrollan aspectos constructivos, para acabar el apartado describiendo particularidades de este tipo de trabajos.

2.1 Montaje de vía sobre balasto

En este apartado, examinaremos uno de los modos más habituales de montaje de vía nueva, que es el que se realiza sobre balasto, una vez han finalizado las labores de topografía de precisión, trabajos de movimiento de tierras y explanado del terreno.

El balasto es un tipo de piedra machacada que se usa en la plataforma ferroviaria, colocada sobre la explanación de la línea, cuya misión es sostener el tendido de carriles y traviesas, recibir las cargas que desde estos elementos se le transmiten, y drenar el agua de lluvia.

Su espesor es variable y suele ir colocada sobre una capa de menor grosor de piedra fina, conocida como subbalasto. En su construcción se utilizan materiales graníticos o basálticos; de formas paralelepípedicas, con caras lisas y aristas cortantes para mejorar la trabazón.

A diferencia de la construcción de una vía nueva, existen otras actividades que si bien guardan similitud, el objeto de las mismas no es otro que la renovación de alguno de los elementos que conforman la vía, y casi siempre motivado por el desgaste del material que lo conforma (balasto, traviesas, carril, etc.), o bien por el mal funcionamiento presente o futuro, que pudiera comprometer el buen funcionamiento del sistema y de las instalaciones de seguridad.

Intrínsecamente ligada a la actividad de renovación tenemos aquellas actividades previas a esta, consistentes en el mantenimiento de los elementos que forman la vía, mediante una labor de comprobación periódica de todos ellos, lo que en ciertos casos conduce a la necesidad de una renovación total o parcial de estos, o bien en la reparación de aquellos que no funcionen adecuadamente.



a. Acopios de materiales

Las zonas para el acopio y el almacenamiento de materiales se establecerán en lugares donde interfieran lo menos posible con el desarrollo normal de los trabajos.

Estas zonas:

- Estarán adecuadamente delimitadas, ordenadas y limpias.
- Tendrán un suelo regular que facilite el acopio e impida el encharcamiento.
- Contarán con la suficiente estabilidad y rigidez.

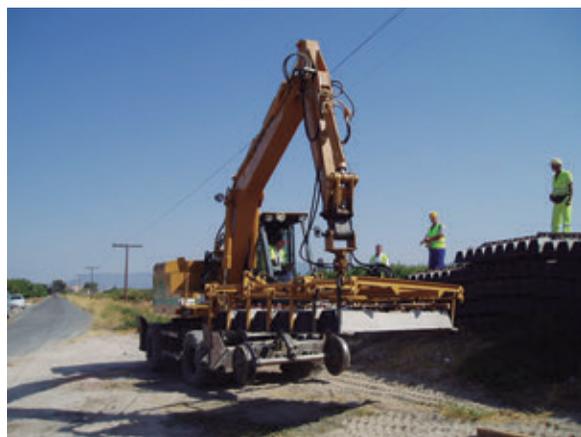


Imagen 2.1. Descarga de materiales.
Fuente: VIAS

En caso necesario, se dispondrán durmientes de madera entre las distintas hiladas de carriles y traviesas. Dichos elementos de apoyo estarán alineados en sentido vertical con el fin de repartir las cargas de manera uniforme y evitar así que se generen sobrecargas de las hiladas superiores en las inferiores.

Estos acopios deberán planificarse adecuadamente y tomar las siguientes medidas preventivas:

- El lugar elegido no debe tener líneas eléctricas aéreas en su entorno, sobretodo en el caso de los acopios de balasto, ya que es posible un contacto eléctrico en el proceso de carga y descarga con la pala cargadora o con los camiones en el proceso de descarga.

- En el caso de los acopios de balasto y traviesas se deberá establecer una ruta de entrada y salida de los camiones para evitar accidentes de tráfico, con una señalización muy clara que permita la circulación adecuada de los mismos. También se tomará en cuenta el balizamiento de la zona de trabajo, sobre todo si en las inmediaciones es necesario el tráfico de peatones.
- En todo el proceso de carga y descarga ningún operario saldrá de la cabina del camión, debido a la circulación existente y al riesgo de caída de objetos, sobretodo en el proceso de carga del camión con balasto. En caso de ser imprescindible, se hará en zonas delimitadas y siempre utilizando casco y chaleco reflectante.
- En el caso de acopio de traviesas, éstas se limitarán a una altura máxima, para evitar que los trabajadores que tengan que eslingar la carga tengan un riesgo de caída desde altura. Se recomienda no superar los dos metros de altura y proceder a la carga y descarga con elementos mecánicos, como por ejemplo el uso de bandejas hidráulicas para la carga de traviesas, muy utilizado en las retroexcavadoras biviales.

b. Extendido, retirada y descarga de balasto.

El transporte de balasto hasta los puntos de descarga y extendido en obra se realiza inicialmente, para la conformación del lecho o primera capa de balasto mediante camiones y posteriormente mediante el tren de tolvas de balasto.

El extendido del lecho o primera capa de balasto (sobre el subbalasto) para el tendido posterior de las traviesas y carriles, se realiza, generalmente, mediante máquina extendedora de balasto. Se que se trata de una máquina que incorpora los necesarios cambios en los sistemas de reparto de los áridos (balasto en trabajo de vía) y que está adaptada en dimensiones de trabajo al objeto de posibilitar el extendido completo de éste.

Puede ser necesario en determinados lugares o condiciones, que el extendido se realice mediante el empleo de motoniveladora, procediéndose de esta forma a la descarga del balasto de manera directa sobre la traza.



*Imagen 2.2. Aporte de balasto sobre extendedora.
Fuente: VIAS*

El balasto es cargado en los camiones en los puntos de acopio mediante pala cargadora. Posteriormente se dirigen a la zona de extendido, donde se aproximan marcha atrás y lentamente, a la extendedora.

En este punto el camión se dejara en punto muerto, siendo empujado por la extendedora. Poco a poco el balasto se descarga mientras avanzan en conjunto. Una vez vaciado el camión, éste bajará gradualmente la carga y se marchará, dejando el puesto al siguiente camión.

El trabajo seguro con la extendedora pasa por acceder a la máquina en parado y frontalmente empleando las escaleras definidas, no forzar la máquina por encima de su capacidad, y mantener orden y limpieza en el puesto de mando.



Imagen 2.3. *Extendedora de balasto.* Fuente: TECSA

La secuencia de descarga y extendido de balasto se puede volver a repetir cuando una vez montada la vía (colocadas traviesas y carriles) se procede al extendido de una segunda capa que finalizara definitivamente los trabajos de montaje.

En este caso no se realizara a partir de la extendedora sino a partir de tolvas de balasto.

Esta máquina se utiliza, asimismo, de forma general en las renovaciones de vía, como se explicará posteriormente.

Los trabajos de retirada del balasto son realizados mediante el método del desguarnecido, que es el primer proceso que se lleva a cabo cuando se pretende renovar la vía, mediante el empleo de una desguarnecedora y sin la necesidad de tener que retirar traviesas y carril.

Este proceso se lleva a cabo cuando el balasto de la banqueta no tiene el tamaño adecuado o haya perdido sus características originales por asimilación de finos debidos a su propia molturación o por contaminación de la plataforma.

Con esta operación se consigue que la plataforma éste formada solamente por balasto de unas características determinadas (granulometría, angulosidad, forma, etc.) para que se comporte de la forma exigida (asientos, movimiento, etc.).



Imagen 2.4. Desguarnecido de la vía sobre la banqueta.
Fuente: VIAS

Para poder ejecutar estas operaciones, la desguarnecedora ira dotada de unos brazos que se insertan bajo la "Superestructura" (carriles y traviesas) a través de los cuales circula una cadena con dientes que excava y se lleva la piedra que hay por debajo de las traviesas. El material retirado se dirige hacia unas cribas que serán las encargadas de la separación del balasto que sea aprovechable.

Este balasto aprovechable se vuelve a incorporar a la vía. La parte de balasto que no cumple con el tamaño requerido se elimina a través de una cinta transportadora: bien se vierte en los laterales de la banqueta de la vía o bien se vierte en tolvas de balasto a las que la desguarnecedora está acoplada.



Imagen 2.5. Desguarnecedora.
Fuente: TECSA

02 ACTIVIDADES FERROVIARIAS POR TIPOLOGÍA DE LA INFRAESTRUCTURA

Cuando el material extraído de la banqueta de balasto está especialmente erosionado (fuera de medida o contaminada), se realiza un desguarnecido total sin reutilización.

Las cribas se pueden cambiar según la exigencia que se le quiera dar, o si se cree conveniente se puede hacer que no se vierta nada si la persona encargada considera la piedra está muy contaminada por arcillas o limos, recogiendo todo el material agarrado por la cadena en las tolvas del tren.

De esta forma se lleva la piedra a través de las cintas y se llenan de la tolva progresivamente. Una vez llenas, se para el desguarnecido, se separa el tren y se lleva a vaciar hasta un vertedero cercano. Estos depósitos se vacían lateralmente abriendo unas compuertas que disponen por la parte inferior.

Es necesario destacar el ruido provocado en los trabajos de desguarnecido, por lo que se tiene que planificar la rotación de los trabajos, sobre todo el personal que transita al lado de la cadena de desguarnecido. Este ruido puede agravar el riesgo de arrollamiento en el caso de renovaciones en vía doble con circulación de trenes en la vía paralela. En este caso se debe planificar la actividad para avisar a dichos trabajadores de la llegada del tren, ya que al llevar protectores auditivos no oirán el aviso del piloto.

El número de personas que trabajan en los tajos suele ser cercano a la decena, contando con el maquinista de la desguarnecedora, unas tres o cuatro personas para la colocación de la cadena (o teja) y vigilando que la cadena de desguarnecido funcione bien, dos o tres personas controlando el llenado de las tolvas y un maquinista de la locomotora final que se lleva las tolvas para descargar en el vertedero.



Imagen 2.6. Tolva de balasto.
Fuente: COMSA



Otro riesgo que aparece en este tipo de trabajos es el de caída de material de las tolvas. Será fundamental el uso de casco protector del personal en la realización de dichas actividades.

Existen diversos problemas a considerar de cara a la planificación de los trabajos. Por ejemplo el galibo lateral de la máquina, (que indica la distancia mínima de paso que deben permitir los túneles, puentes y demás estructuras), que puede provocar que la altura de la cadena este muy cerca de postes, semáforos, señales y resto de objetos contiguos a la vía.

Esto puede generar problemas en zonas estrechas como en túneles, zonas en trinchera o estaciones, hasta el punto que la máquina no puede trabajar en esas zonas y debe plantearse otro tipo de desguarnecido específico para el caso, como un desguarnecido manual con pala o con pala excavadora.

Otro problema aparece cuando al recoger con la cadena el balasto de la infraestructura se genera gran cantidad de polvo. En este caso se deben tomar medidas para que no afecte a la salud de los trabajadores, entre las que se encuentran el riego del balasto, el uso de mascarillas, etc. En el caso de desguarnecidos en el interior de túneles, estas medidas preventivas serán fundamentales.

Como se ha comentado anteriormente, ya sea en labores de montaje de vía nueva o renovaciones, el transporte del balasto, directamente de la cantera o de acopio intermedio, o desde la vía de apartado donde se ha dejado el tren, a los puntos donde se precisa su aporte, se realiza mediante el tren de tolvas. Dicho tren se encuentra formado por una máquina tractora al frente (una locomotora), unos vagones tolva, donde se transportará el material y unos repartidores, a través de los cuales se depositará este en el lugar preciso.

Los vagones de balasto están dotados de tres salidas para el material, una para descargar en el centro y dos para descargar por los laterales de la vía, dejando los carriles libres. La apertura y cierre de las mismas se regulan mediante compuertas accionadas por husillos u otros sistemas.

Al igual que en la desguarnecedora, es necesario que los trabajadores usen casco protector, protectores auditivos y mascarilla. Es conveniente regar el balasto antes de su descarga, para evitar la generación de polvo, fundamental en zonas urbanas o en túneles.

En el caso de la descarga, a veces los trabajadores se suben a las tolvas para “desatascar” el balasto con una barra de uñas. En estos casos, se recomienda el uso de arnés de seguridad amarrado a un punto fijo para evitar la caída dentro de la tolva.

02 ACTIVIDADES FERROVIARIAS POR TIPOLOGÍA DE LA INFRAESTRUCTURA

Además, para la renovación de estaciones es habitual el uso de palas cargadoras que, o bien retiran el balasto o bien lo vierten directamente sobre la zona a renovar. En estos casos será fundamental la planificación de los trabajos, de manera que la pala no supere un cierto galibo que pueda significar el contacto con catenaria, feeder y otras líneas eléctricas.

Además, en este tipo de renovaciones es fundamental la planificación de los trabajos para que ningún trabajador trabaje en el radio de acción de la máquina. Para ello será fundamental el uso de señalizador acústico y luminoso de marcha atrás y perfecta iluminación en caso de trabajos nocturnos.

En aquellas operaciones de extendido de balasto, donde se realizan labores manuales, es frecuente el empleo de dúmper. En este caso, se precisa tener en cuenta una serie de consideraciones y definir como circular y/o maniobrar sobre taludes, verificar la ausencia de trabajadores en el radio de acción del dúmper, etc.



Imagen 2.7. Dumper sobre diplorys. Fuente: TECSA

En el caso de trabajar con maquinaria sobre la vía (cualquiera que sea la máquina bivial), ésta se utilizará con diplorys, situando el conjunto sobre los carriles. Una vez colocada la máquina, activar el freno de mano y posicionar la velocidad en punto neutro o muerto.

Una vez retirado el balasto viejo, se irán vertiendo balasto a medida que se retiran los tacos de madera, bateando posteriormente con bateadoras ligeras de vibración (manual o grupos de bateo en retroexcavadoras biviales) en toda la longitud renovada, o bien con bateadoras si la longitud de la zona bateada es significativa.

c. Colocación de traviesas y carril.

La traviesa consiste en un elemento transversal al eje de la vía que sirve para mantener unidos y a la vez a una distancia fija, los dos carriles que conforman la vía, así como mantenerlos fijos al balasto. Se fabrican de diversos materiales, entre ellos madera y hormigón, siendo este último el más empleado en la actualidad en la construcción de vía nueva.



Imagen 2.8. Acopio de traviesas.
Fuente: COMSA



Imagen 2.9. Traviesas de madera.
Fuente: Daniel Sánchez Polo

El transporte de traviesas hasta los puntos de uso en obra se realiza mediante camiones o mediante un tren travesero. Su descarga y acopio se realiza a lo largo de la traza a los lados de la plataforma. Debido al peso de cada una de estas traviesas, que en el caso de las fabricadas en hormigón alcanzan los 300 kg cada una de ellas se descargarán mediante la utilización de medios mecánicos, y el empleo de útiles previstos al efecto.



Imagen 2.10. Descarga de traviesas. Fuente: COMSA

El tren travesero se carga en las estaciones o plataformas de carga mediante camiones grúa, retroexcavadoras con aparejos especiales, etc. Se tendrán en consideración todas las medidas preventivas para la carga y descarga de materiales pesados, en especial las posibles interferencias con líneas eléctricas aéreas.

Desde el lugar donde hayan sido descargadas las traviesas, hasta su posicionamiento definitivo sobre el balasto, será preciso emplear una retroexcavadora bivial. Ésta es una máquina multiuso que, dependiendo de los útiles hidráulicos que se le acople, puede actuar como grúa para la descarga, apilado y/o colocación de traviesas, aparatos de vía u otros elementos necesarios, para el levantamiento de parejas de vía vieja y así proceder a su renovación, o para actuar en labores de limpieza de cunetas desde la vía u otros trabajos complementarios.



En el montaje de vía nueva es habitual la descarga de traviesas en el lateral de la traza, antes de la descarga del balasto mediante camiones y retroexcavadora con bandejas especiales que permiten la carga y descarga simultanea de varias traviesas a la vez.

Una vez extendido el balasto, se procede a la colocación de las traviesas en su posición definitiva, antes de la colocación del carril sobre ellas.



Imagen 2.11. Montaje de traviesas. Fuente: VIAS

Una vez realizados los trabajos de colocación de traviesas sobre el balasto, puntualmente puede ser necesario el movimiento de éstas para el correcto distanciamiento de las mismas, operación que se realiza de forma manual con la participación de dos operarios, quienes ayudados de barras de uña, corregirán las pequeñas desviaciones originadas en su posicionamiento inicial.

En el caso de sustitución de traviesas, por operaciones de mantenimiento o renovación, el proceso a realizar puede ser realizado de forma manual, vaciando la caja de balasto mediante rastilla o pala y desplazándola mediante pinzas específicas o bien empleando una retroexcavadora bivial denominada “escudo” equipada con unas pantallas como útil de trabajo para el vaciado de la caja y con unas pinzas para el movimiento de las traviesas.



Imagen 2.12. *Sustitución de traviesas con retroexcavadora bivial. Fuente: COMSA*

En la ejecución de estos trabajos, los operarios no se deben acercar ni trabajar en el entorno de la máquina si está se encuentra en movimiento, ya sea en el momento de desclavar las traviesas antiguas como clavar las nuevas.

Habitualmente, en los trabajos ferroviarios, es necesario el tendido de una vía auxiliar (formada por una serie de “parejas” de carriles y traviesas embridadas entre sí) como medio para la realización de operaciones complementarias tales como cambios de vía, acceso a cargaderos de balasto, etc. Esto permite asimismo, el desplazamiento de la maquinaria durante la colocación de los primeros elementos de la futura vía.

Las primeras parejas, hasta el momento en el que pueda entrar la maquinaria ferroviaria y se puedan transportar en plataformas, son transportadas en camión o en plataforma ferroviaria y colocadas, en todos los casos, con una “vaiacar” (retroexcavadora especial preparada para moverse indistintamente por la vía o por la explanación - retrogrua bivial). Los desvíos, de pequeño radio, se montarán por tramos cortos de la misma manera.

Su retirada se realiza, de igual forma, con la posibilidad de utilizar “diplorys” para su transporte hasta el siguiente punto de trabajo, limitándose la altura de acopio de las parejas, al objeto de asegurar la estabilidad del conjunto.

En este proceso será necesario el embridado y desembridado de las parejas, empleándose piezas metálicas, diseñadas a tal efecto, unidas por unos tornillos convenientemente apretados mediante clavadora. Si fuese necesario el taladrado del carril se realizará empleando la taladradora de carril.

Respecto a las medidas preventivas cabe destacar, como novedad respecto a las medidas de carga y descarga habituales, que se deben evitar los acopios de parejas de más de 2 m de altura, y en caso de realizarlos se debe evitar que el personal se suba a dichos acopios para su eslingado, ya que son zonas de trabajo muy incómodas. Se recomienda la descarga con sistemas que eviten la subida del personal.

Para la renovación de vía, también es habitual el uso de **pórticos** para la retirada y colocación de dichas parejas por el carril, incluso por el carril descargado en el balasto previamente.

Los riesgos específicos en el trabajo en el entorno de los pórticos, a parte del arrollamiento es el de atrapamiento. Se debe planificar el protocolo de movimiento y aviso del pórtico para evitar accidentes, además de aumentar la iluminación artificial en caso de trabajos nocturnos.

En algunos casos el conductor del pórtico debe extremar las precauciones en cuanto a su puesto de trabajo, disponiendo siempre de cinturón de seguridad y tomando las medidas preventivas adecuadas.



Imagen 2.13. Pórtico
descarga de traviesas.
Fuente: COMSA

Parte esencial en la construcción de la vía es sin lugar a dudas la colocación del carril. El carril se puede definir así como la barra de acero laminado que, montado como dos líneas paralelas, sustenta y guía las locomotoras, vagones y coches que ruedan sobre ellas.

El transporte de carril hasta el punto de descarga para su tendido en obra se realiza habitualmente mediante un tren carrilero. La carga del tren se realiza generalmente mediante puentes grúa que desplazan los carriles (de 288 m de longitud) desde el acopio hasta el tren.

Una vez que el tren carrilero ha llegado con los carriles al punto de colocación, se descargarán los mismos según alguna de las siguientes opciones:

- **Mediante los pórticos de descarga:** tirando de ellas desde el final del citado tren. Para facilitar este proceso de descarga el carril descansa sobre unos rodillos. En este caso el carril queda colocado directamente sobre las traviesas, ya descargadas en su posición definitiva. El pórtico de descarga de carril empleado en el montaje de vía nueva, consiste en una estructura porticada sobre orugas donde se anclan dos pinzas para arrastrar los carriles. La función del pórtico consiste en atrapar, levantar, desplazar, posicionar, bajar y soltar carriles que proceden del tren carrilero hasta su posición correcta en el alojamiento de cada traviesa para su posterior clavado o embridado.



Imagen 2.14. Pórtico de descarga de carril.
Fuente: TECSA

En este sistema la descarga del carril se apoya por una serie de rodillos sobre la plataforma de balasto con una máquina que salva por encima de las traviesas colocadas antes, de manera que no sea necesaria la instalación de una vía auxiliar para el montaje de vía nueva.



Imagen 2.15. Rodillo de carril.

Fuente: COMSA

Se deberá planificar la colocación y retirada de dichos rodillos de manera mecánica.

- **Mediante la caída** o tirando del carril con una máquina pesada desde la parte trasera del tren en desplazamiento. En este caso el carril se encuentra fijado en su parte inicial, quedando colocado en paralelo a la vía existente. Este método es empleado fundamentalmente en la renovación de vía. Una vez descargado el carril, se procederá al levantamiento del mismo mediante la posicionadora para dejarlas colocadas en su posición definitiva.



Imagen 2.16. Tren
carrilero.
Fuente: VIAS

En estos casos, a veces es necesario el montaje de vía auxiliar por parejas, proceso explicado anteriormente.

La descarga del carril desde el tren carrilero también podría realizarse empleando unos dispositivos diseñados con el fin de evitar deformaciones o desperfectos en los carriles en la maniobra, tanto para la descarga en vía paralela como desde una vía directora.

Cuando concluye la descarga de un carril y éste se ha de unir con otro es necesario parar el tren carrilero. Una vez parado el tren carrilero, y nunca antes, se subirán los trabajadores a dicha plataforma para realizar el proceso de unión entre un carril y otro utilizándose para ello bridas certificadas.



Imagen 2.17.
Embrido de carril.
Fuentes: COMSA

Por lo general, la descarga de carriles desde la plataforma del tren carrilero se realiza tirando del carril situado sobre la plataforma del tren con una máquina para depositarlo sobre la vía o desde una vía auxiliar paralela por la que transita un tren carrilero que puede disponer de unas "ventanas" que permiten el guiado del carril y su colocación en la vía nueva que se está ejecutando.

Durante la manipulación (apoyo en la vía y descarga) del carril no deberá haber presencia de trabajadores en proximidad al mismo, dado su posible movimiento incontrolado consecuencia de posibles tensiones residuales.

En todos los trabajos de construcción y renovación de vías férreas son necesarios los trabajos de manipulación de carriles, mediante el empleo herramientas de mano tales como barras de uña, barras de voltear carril, tenazas de carril y de traviesas, palas, picos, bates, martillos, mazas, horcas y otras herramientas manuales, como tenazas, llaves manuales, etc.



Imagen 2.18. Manipulación manual de tramo de carril. Fuente: VIAS

Una vez que se ha colocado en carril sobre el balasto, es necesario el uso de la posicionadora, máquina que coloca el carril sobre la sujeción de la traviesa de hormigón. A continuación, será imprescindible el uso de la motoclavadora, que permitirá fijar el carril a la traviesa atornillado unos tirafondos existentes en la sujeción.



Imagen 2.19. Posicionadora de carril. Fuente: VIAS



Imagen 2.20. Motoclavadora de carril. Fuente: TECSA

En este apartado es preciso hacer mención a otro de los métodos empleado en la fase de renovación de vía, y que consiste en el empleo de un tren de renovación rápida (TRR), en el que mientras el tren avanza, levanta, retira el carril y las traviesas viejas que se posicionan en los laterales de la vía (carril).

Simultáneamente, a estas acciones la maquina posiciona las traviesas y carril nuevos. Previamente, el carril nuevo debe haberse descargado en los laterales exteriores de las vías a renovar. Para ello debe asegurarse el suministro continuo de traviesas nuevas en la máquina que las descarga y posiciona.

Los TRR están compuestos de un vagón de manutención de traviesas cuya función es la de suministrar traviesas nuevas al grupo de trabajo, recibir de éste las traviesas viejas y desplazar los carriles viejos hacia la banqueta. En esta parte está dispuesto el guiado de extracción de los carriles viejos, el trineo con orugas que avanza sobre las traviesas viejas y una plataforma con doble nivel por la cual circulan en el nivel superior las traviesas nuevas y en el nivel inferior las traviesas viejas. El traslado de las traviesas se realiza gracias a un pórtico instalado en su plataforma.

El procedimiento de cambio de carril y traviesa se inicia con el desclave de tirafondos, que se va realizando a medida que avanza el tren. Así que previamente a la llegada de la máquina de renovación al tajo se deberá quitar las sujeciones de allá donde empezará el tren a funcionar.

02 ACTIVIDADES FERROVIARIAS POR TIPOLOGÍA DE LA INFRAESTRUCTURA

El vagón tractor tiene la función de movilizar el conjunto formado por el propio TRR y las plataformas que se encargan del transporte de traviesas, controlar la colocación automática de las traviesas nuevas y colocar y alinear correctamente los carriles nuevos mediante un sistema de guiado que dispone.

Conjuntamente habrá un grupo de trabajo encargado de levantar las traviesas viejas, de nivelar la superficie de balasto y descargar en ella las traviesas nuevas, colocándolas en su correcta posición.

Respecto a la colocación de traviesas, el grupo de trabajo se encarga de descargar y posicionar las traviesas nuevas, disponiendo de un dispositivo de centrado de las mismas a su llegada del vagón de manutención, del transporte a través de unas cadenas-oruga y de un grupo de entrega y salida de traviesas, formado por palas retráctiles y por 2 brazos hidráulicos.

Posteriormente a todo esto se procede a los trabajos de nivelación de la bateadora y los ajustes de la banqueta de la perfiladora, dejando la vía para la circulación a 70 kilómetros por hora, hasta que se realice la segunda nivelación.



Imagen 2.23. Tren de renovación rápida (TRR).
Fuente: COMSA

Se deben extremar las precauciones en los trabajos de retirada de las sujeciones, mientras se desplaza el convoy lentamente para lo cual se debe conservar la fijación cada 10 ó 15 traviesas para evitar el descarrilamiento durante el avance.

Además, los trabajadores deberán tener especial cuidado con el movimiento del pórtico en la fase de carga y descarga de las traviesas, ya que puede provocar arrollamiento tanto a las personas que están sobre las plataformas como a los trabajadores que circulan por la vía y que no deben apoyar su mano sobre la plataforma debido a que puede producirse un atrapamiento por el pórtico. Es necesario prestar especial atención al movimiento del pórtico. El conductor avisará a los trabajadores cuando se aproxime.

Es fundamental el uso del cinturón de seguridad en los puestos del manejo del pórtico y de la sustitución del carril.

d. Perfilado de la vía.

Este proceso de trabajo consistente en el posicionado y distribución de manera homogénea del balasto vertido de forma irregular a lo largo de la banqueta de la vía, una vez se ha conseguido la alineación y nivelación definitiva de la vía, con el objetivo de dar la forma adecuada a la misma. Este trabajo se realiza empleando una perfiladora dotada, al menos, de un arado frontal con dos hojas independientes, dos arados laterales de doble hoja simétricos y un cepillo independiente, todos ellos abatibles sobre la propia máquina para facilitar sus desplazamientos. Es la encargada de la distribución del balasto vertido por las tolvas, en la banqueta de la vía, facilitando así el posterior trabajo de la bateadora.



*Imagen 2.12. Perfiladora.
Fuente: COMSA*

Asimismo, la máquina va dotada de una tolva de regulación que le permite la recogida del balasto excedente en algunas zonas de la vía mediante cintas transportadoras y un dispositivo de barrido. Generalmente, la perfiladora recoge el balasto vertido por el tren de tolvas que posteriormente compactará la bateadora.

En este tipo de trabajos existe en mayor grado, el riesgo de arrollamiento para el ayudante que va indicando la situación final de los pies de la banqueta de balasto. Para estimar este riesgo se deben establecer medidas de coordinación entre el maquinista y el operario.

e. Bateo y alineación de la vía.

Este proceso consiste en proporcionar a la vía las adecuadas condiciones topográficas (altura, ángulo de peralte,...) distribuyendo y compactando bajo las traviesas mediante movimientos de vibración, el balasto necesario. El proceso se realiza mediante sucesivos levantes de la vía y aporte de balasto, generalmente mediante trenes de tolvas, y su posterior bateado de balasto hasta llegar a la cota correspondiente.

Uno de los métodos más comunes para realizar esta fase constructiva es mediante el empleo de maquinaria pesada, como es la bateadora de línea, cuya función principal consiste en introducir el balasto debajo de las traviesas y compactarlo mediante el golpeo y vibración del mismo por medio de unos elementos denominados "bates", con el objeto de afianzar el asiento de la vía.

En la actualidad este tipo de máquinas realizan, simultáneamente al bateo, la nivelación y alineación de la vía, así como la compactación del balasto entre traviesas.



Imagen 2.23. Bateadora.
Fuente: TECSA



A partir de las bateadoras de línea que trabajan sobre dos carriles paralelos bateando traviesas, siempre perpendiculares a los mismos, se han desarrollado las bateadoras de desvíos que trabajan con traviesas más largas y pesadas, no siempre paralelas entre sí y sobre las que están anclados más de dos carriles, debiendo ser capaces de batear las zonas del cruce, las agujas y los contracarriles. En estas máquinas los dos grupos de bateo (uno para el hilo derecho y otro para el izquierdo) están montados en un bastidor independiente.

Como riesgo específico de este tipo de trabajos es la generación de gran cantidad de ruido.

f. Estabilizado de vía.

Para llevar a cabo este proceso de trabajo, se emplea un estabilizador dinámico cuya finalidad es provocar asentamientos de vía rápidos, precisos y controlados después de los trabajos ejecutados con la máquina bateadora, mejorando el anclaje del carril en el balasto, en base a generar una disposición ordenada, homogénea y compacta de todo el material del lecho.

La vía se hace vibrar (en oscilaciones horizontales) por medio del estabilizador dinámico, con el objetivo de provocar asentamientos de vía, tanto en conservación como en el montaje de una vía nueva, dejando ésta debidamente compactada de forma que no se produzcan apenas asientos en la vía con el paso de las primeras circulaciones y ofreciendo una mayor seguridad de servicio.



Imagen 2.24. Estabilizadora.
Fuente: COMSA

En la parte central de la máquina, bajo el bastidor, están montados dos grupos de estabilización que provocan el vibrado de la vía. Durante la vibración, los rodillos de pestaña interior se aprietan contra la cara activa del carril y los rodillos de deslizamiento horizontal se aprietan desde fuera contra las cabezas de carril.

Paralelamente se aplica, por medio de cilindros hidráulicos, una carga vertical que genera el descenso de la vía ajustándose al lecho de balasto, disponiéndose en su posición geométrica correcta o dentro de las tolerancias permisibles.

g. Colocación y sustitución de desvíos.

Los desvíos son elementos específicos de la vía que permiten separar el tráfico en dos direcciones, existiendo carril y traviesas específicos para cada desvío.

Los desvíos y el resto de aparatos de vía se premontan en la obra y a continuación se colocan por partes hasta que se unen con el carril de la vía ya existente mediante la soldadura del mismo.



Imagen 2.25. Pórtico de cambio de desvíos.
Fuente: COMSA

Habitualmente, para la colocación de desvíos se pueden utilizar varios tipos de máquinas. Pórtico de montaje de cambios: el modo de trabajar consiste en cortar las parejas objeto de cambio y retirarlas, así como trasladar el desvío que, previamente, ha sido preparado en un lugar adyacente al punto de colocación e introducirlo en la banqueta de la vía. Dispone de orugas que permiten el movimiento longitudinal y transversal respecto al eje de la vía.

Para el montaje de desvíos de alta velocidad también se pueden emplear grúas autopropulsadas para la colocación definitiva de sus elementos.

Cuando el desvío es de menor tamaño, se puede hacer uso de retroexcavadoras biviales.

El riesgo de atrapamiento y golpes contra objetos en movimiento es típico en la ejecución de estos trabajos, especialmente durante el enganche de las traviesas de la pareja. Se tiene que evitar la presencia de trabajadores en su proximidad. Además, no se debe trabajar en el entorno de la máquina si esta está en movimiento

h. Soldadura aluminotérmica y liberación de tensiones.

El proceso de soldadura aluminotérmica empleado para la unión de las barras de carril se fundamenta en que la alta temperatura que se requiere para lograr la fusión de los carriles que se van a unir se obtiene de la reacción generada por la reducción del óxido de hierro por el aluminio en el interior de un molde-crisol de grafito. El metal resultante de dicha reacción aluminotérmica, en estado de fusión, fluye sobre el carril que se va a unir, fundiéndolo y formando una masa compacta y homogénea, dándole continuidad

Posteriormente se procederá a la liberación de las tensiones existentes en las mismas. Ambas operaciones están íntimamente ligadas y se realizan de manera sucesiva sobre la vía ya montada.



*Imagen 2.26. Soldadura Aluminotérmica.
Fuente: TECSA*

02 ACTIVIDADES FERROVIARIAS POR TIPOLOGÍA DE LA INFRAESTRUCTURA

En esta actividad se deben mantener las mismas condiciones de seguridad que en una soldadura habitual: protección ocular, mandiles, polainas, etc.

Otro sistema empleado, aunque en menor medida que el anterior, para llevar a cabo la soldadura del carril, es mediante la utilización de un equipo de soldadura eléctrica por chisporroteo, cuya función consiste en soldar mediante la circulación de corriente de alta intensidad entre los extremos del carril, que genera un chisporroteo y un calentamiento del mismo el cual se une cuando se ha alcanzado la temperatura idónea para la soldadura.

El cabezal de soldadura dispone de mordazas refrigeradas con agua que sujetan los extremos del carril, los alinea y transmite la corriente eléctrica y, mediante un desbarbador mecánico, eliminan la rebaba del cordón de soldadura. Esta máquina puede ser autopropulsada, bivial o montarse sobre vagón.



Imagen 2.27. Tren Soldadura Carril. Fuente: VIAS

Como complemento al proceso de soldadura y dependiendo de la necesidad de liberar tensiones del carril para ajustar el comportamiento de este, a las operaciones de servicio de la vía, puede ser necesario llevar a cabo la liberación de tensiones para evitar daños en ésta, a causa de la dilatación o contracción del carril.



El proceso se ajusta a la siguiente secuencia: aflojado de los tirafondos que sujetan las dos barras a soldar por parte de los operarios, colocación de los gatos de liberación de tensiones, corte del carril necesario mediante radial, colocación del molde y el crisol, vertido del material de soldadura y de la bengala.

Una vez realizada la soldadura se retirará el crisol y el molde, se procederá al apriete de los tirafondos y se soltarán los gatos, para finalmente esmerilar la soldadura.



Imagen 2.18.
Liberación Tensiones.
Fuente: VIAS

2.2 Montaje de vía en placa

El sistema de ejecución de vía en placa consiste, básicamente, en traviesas de hormigón armado que quedan embebidas, en una losa de hormigón armado que sirve de losa portante que transmite a la plataforma tensiones uniformemente distribuidas y de menor valor que con balasto. La sujeción suele tener un elastómero que da flexibilidad al conjunto y absorbe las vibraciones de la maquinaria.

Los criterios para su construcción son mucho más exigentes que los de la vía convencional en lo que se refiere a nivelación, alineación y ancho de vía, ya que una vez instalada, la corrección de posibles errores es muy costosa.

En este sentido, resulta de especial importancia prever un drenaje eficaz, con el fin de eliminar futuros problemas de mantenimiento. En la vía tradicional es el balasto el que lo garantiza.

La vía en placa ofrece importantes ventajas a la hora de garantizar la posición correcta de cada uno de los elementos que la conforman, es decir, los carriles y traviesas, manteniendo inalterables los parámetros geométricos a lo largo del tiempo.

Otro de los aspectos positivos es la mayor seguridad y fiabilidad de su comportamiento y reparación ante descarrilamientos, que en un principio son menos probables, ya que la vía en placa presenta dos defensas: una activa, que reduce la formación de defectos transversales, lo que se traduce en una mayor estabilidad del tren; y una pasiva, basada en su robustez, lo que hace que sea más sólida desde el punto de vista estructural.

Además de las plataformas en tranvías, en general la vía en placa se instalan en el interior de los túneles.

La placa principal es la pieza que soporta los carriles, aunque en ocasiones se mantienen las traviesas, que en combinación con el elastómero, sustituyen las funciones del balasto y de las traviesas.

a. Tipos de estructuras de vía en placa

Es preciso destacar los diferentes tipos de estructuras de placa, existentes:

1. Vía de balasto con traviesas a tope. Se comporta como si fuera en placa, colocando una traviesa a continuación de otra, consiguiendo mayor contacto traviesa-balasto, menor tensión transmitida y mejor conservación de la geometría.
2. Vía en placa de elementos prefabricados, compuesta por losas prefabricadas colocadas una junto a la otra de tal manera que facilite la alineación. Se consigue la elasticidad con sujeción elástica, con elastómero entre carril y losa, o apoyando esta elásticamente sobre la infraestructura.
3. Vía en placa continúa de hormigón armado o pretensado, apoyando el carril sobre esta con un elastómero o con placas de asiento, y con una sujeción elástica. En el caso del pretensado, se obtienen menores espesores y se evitan las fisuras, pero a mayor coste.
4. Vía en placa mixta, consistente en que sobre la placa principal de hormigón armado construida *in situ* se colocan unos elementos prefabricados, cuya misión principal es proporcionar a la

sujeción elástica del carril un medio de anclaje adecuado. Permite que la parte construida *in situ* no exija tolerancias geométricas estrictas, pues la nivelación y alineación las da el elemento prefabricado y, además, las fisuras que se puedan producir en la placa no afectan al anclaje de la sujeción. Los bloques o traviesas, pueden estar unidos a la placa rígidamente o elásticamente (hormigonar la placa con la traviesa o con el elemento elástico).



Imagen 2.29. Vía en Placa.
Fuente: FLC

Las condiciones que debe cumplir el cemento son bastante parecidas a las obras de hormigón usuales. En todo caso, el cemento debe ser de buena calidad y mantener un estricto grado de uniformidad a lo largo de la construcción, por lo cual se debe prohibir el empleo simultáneo de cemento procedente de distintas fábricas.

Este método constructivo de montaje de vía más habitual, es llevado a cabo en muchas ocasiones al aire libre, si bien donde se emplea con mayor frecuencia es en trabajos en interior de túneles, aportando una singularidad diferente al montaje convencional de vía sobre balasto.

b. Trabajos de montaje.

Antes del comienzo de la ejecución de los trabajos, es preciso acometer determinadas tareas que afectarán a los elementos de la infraestructura, mediante la preparación del terreno que recibirá la vía, con la construcción de la base de la losa de hormigón (prelosa), sobre la que se colocara la

armadura de acero, que normalmente ya viene premontada para terminar de enlazarla *in situ*, y a la que se le colocaran unos separadores, entre el suelo y la propia armadura, con el fin de respetar un recubrimiento mínimo de 5 cm, de hormigón cuando se realicen las labores de vertido.

Concluida la prelosa de hormigón, y dependiendo del tipo de traviesa a utilizar, se instalaran éstas, para la colocación definitiva del carril sobre ellas.

Las traviesas que se van a colocar deben ser distribuidas a lo largo del recorrido, y en el caso de las estaciones suelen colocarse normalmente en los andenes.

El trabajo de reparto y posicionado de traviesas consiste en coger varias traviesas con una máquina giratoria y situarlas en la prelosa en la posición marcada por topografía. A veces este reparto de traviesas se realiza mediante la utilización de pórticos.

Además de la maquinaria, generalmente son necesarios 2 operarios de apoyo y el maquinista. Uno de los operarios se encuentra subido al andén y tiene la función de anclar los ganchos del útil de la máquina a las traviesas. El segundo operario se encuentra en el suelo y su función es desenganchar los ganchos del útil cuando las traviesas ya están apoyadas en el suelo.

El posicionado de carril consiste en la colocación de barras de carril sobre las traviesas previamente distribuidas.

El carril generalmente se acopia en una de las bocas del túnel y desde allí se traslada a su posición con un tren carrilero.

Para afianzar su posición una vez colocado, el carril debe clavarse por medio de clips y tirafondos a las traviesas.

Una vez colocados todos los elementos se procede al hormigonado de la losa mediante la entrada de un tren de plataformas con cubas de hormigón y con bombas de hormigón que repartirán el hormigón.

Los riesgos de montaje de la vía en placa son los habituales de carga y descarga de materiales, ferrallado y hormigonado.

La realización de estas actividades en los interiores de túneles, como veremos posteriormente, conlleva la instalación de ventilación forzada para evitar la acumulación de polvo o gases derivados de la maquinaria pesada.



Una buena medida es instalar catalizadores a toda la maquinaria pesada de vía para reducir la emisión de gases, así como otros tipos de medidas organizativas.

Además, debe planificarse la instalación de iluminación suficiente, para poder realizar los trabajos con seguridad, e intentar minimizar el ruido que se produzca ya que en el interior de los túneles los efectos del ruido son muy dañinos.

2.3 Montaje de instalaciones

Otra de las actividades esenciales en la construcción de vías férreas, tienen que ver con la instalación de aquellos elementos necesarios para dar servicio y funcionamiento a los trenes que próximamente habrán de circular por la vía.

Podemos distinguir dos grandes grupos en este apartado.

Por un lado está, el montaje de los elementos que proporcionarán la energía eléctrica de abastecimiento (electrificación) para el funcionamiento de los trenes (postes, ménsulas y catenarias).

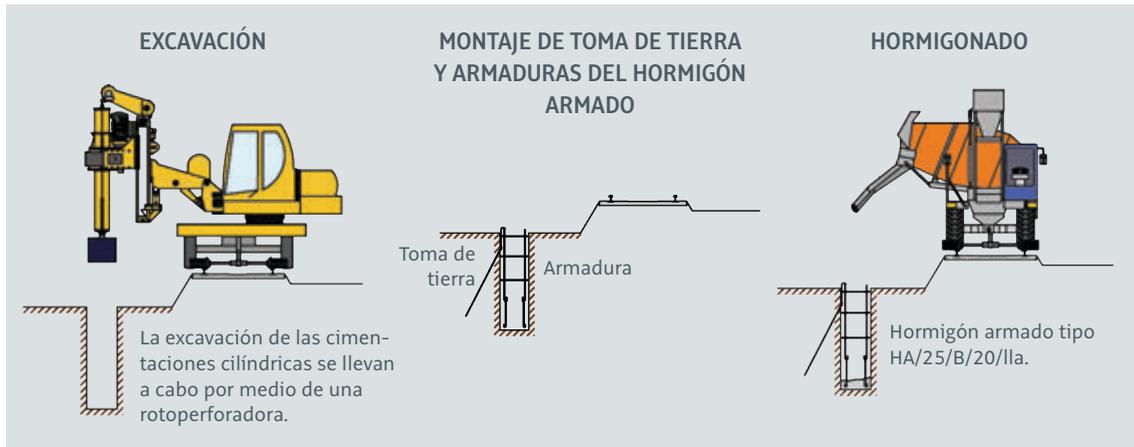
Por otro lado, los elementos de seguridad y comunicaciones, que permitirán transmitir la información entre el maquinista y los distintos centros de mando, así como todo los medios de señalización, que van dirigidos a las personas que manejan la maquinaria que se desplazara por la vía, para un adecuado proceder en las diferentes maniobras que han de ejecutar en su labor de manejo de la maquinaria.

a. Trabajos de electrificación.

Los trabajos de electrificación ferroviaria comprenden de manera general, una gran cantidad de operaciones a realizar, hasta su total puesta en funcionamiento contemplándose, entre ellas, las siguientes:

- **Replanteo del trazado de los postes de catenaria**
Los postes y pórticos serán transportados mediante plataforma de vía hasta el punto en el cual se instalarán, montándose, según proceda, antes de su izado, el cual se realizará empleando un equipo de elevación, así como medios de eslingado.
- **Cimentación de los postes de catenaria**
Para la colocación de los postes de la catenaria en vía sobre balasto es necesario realizar la perforación del terreno mediante el empleo de rotoperforadora para posteriormente, llevar a

cabo la colocación de una base de hierro armado y hormigón, que servirá para dar la resistencia necesaria en la colocación del poste. Normalmente se realiza a través de arranques de acero roscado con sujeción de dobles tuercas.



Fuente: Telice

• Izado, aplomado y montaje de los postes

Los postes son pilares verticales que levantan desde la altura del terreno hasta la altura adecuada para soportar la línea aérea de contacto. Existen infinidad de tipos, siendo los más comunes los metálicos y los de hormigón armado. Una vez quedan finalizadas las labores de armado y hormigonado de la cimentación encargada de recibir el poste de la catenaria, llega el momento de su montaje, para lo que será preciso contar con medios de elevación, que permitan el izado, aplomado y posterior sujeción, siendo el sistema más habitual el empleo de pernos de anclaje.



Fuente: Telice



Imagen 2.30. Colocación de poste de catenaria. Fuente: TELICE

- **Montaje de pórticos y tirantes de anclaje**

Otras estructuras de soporte pueden ser los pórticos, que pueden dividirse en flexibles y rígidos.

Los pórticos flexibles se componen de dos postes a ambos lados de las vías y uno o más cables que cruzan sobre estas transversalmente, amarrándose a los postes. Las catenarias cuelgan de estos cables, paralelas al trazado de las vías.

Los pórticos rígidos se componen igualmente de dos postes y en este caso de un dintel rígido entre ambos postes, que será el encargado de soportar las catenarias.

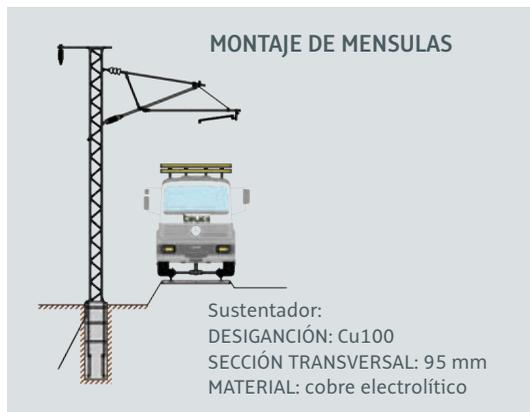


Imagen 2.31. Montaje pórtico de catenaria. Fuente: COMSA

- **Montaje de ménsulas**

Las ménsulas es un conjunto de elementos en los que se apoya o suspende la catenaria. Normalmente está sujeta a los postes si bien en situaciones especiales es posible que se apoye sobre paredes, hastiales o columnas.

En sistemas clásicos de corriente continua la catenaria se encuentra separada de las ménsulas por medio de aisladores, mientras que en los nuevos modelos de catenaria y en las de corriente alterna las ménsulas se encuentran en tensión y el apoyo en los postes se hace sobre aisladores.



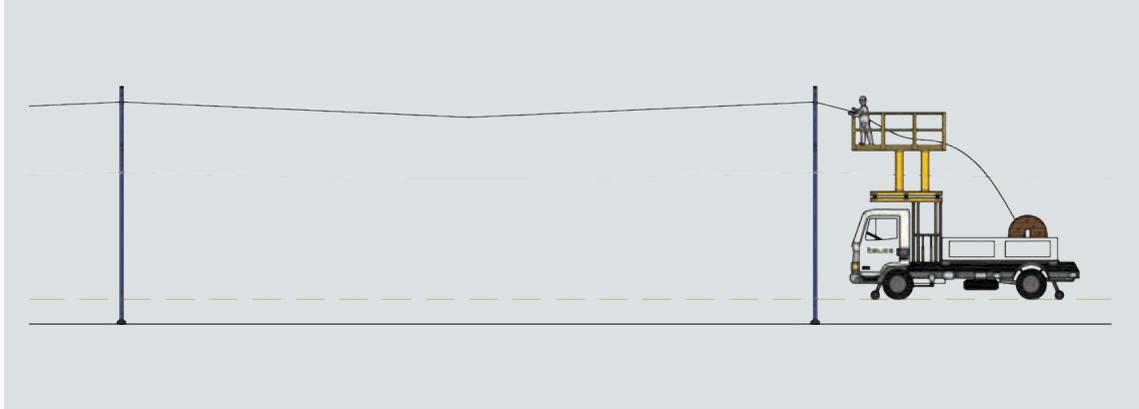
Fuente: Telice

- **Tendido y tensado de conductores**

Recoge las tareas de instalación de silletas y elementos de suspensión en la cabeza del poste para la ubicación del conjunto aislador y el tendido del feeder (suspendido en aisladores de vidrio de las silletas o apoyado sobre aisladores de porcelana en cambios de dirección o dinteles), cable de retorno, hilo de contacto y cables de acero. El tendido se llevará a cabo mediante cable piloto tirando con un cabestrante o mediante carro portabobinas (dresina y plataforma con carro portabobinas). Previamente al tendido del cable se inmobilizarán las ménsulas.

- **Tendido, tesado y montaje de cable de tierra de la catenaria**

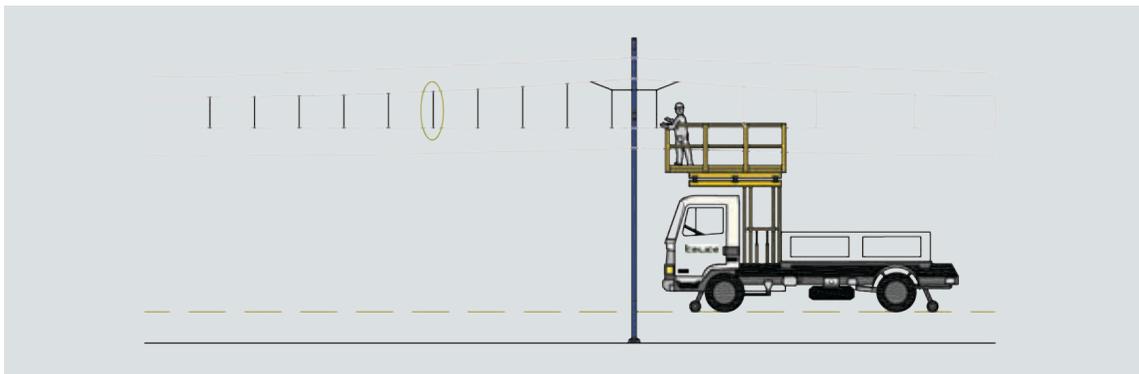
Se realiza empleando una dresina o un ferrocamión, recoge las tareas de tendido de cable de tierra, hincado de electrodos, colocación de picas de tierra hasta el pozo de tierra, conexionado entre conductores, electrodos y negativos, mecanizado y corte de pletinas o cables y montaje de conductores de tierras o masas y su conexión a equipos. Una vez tendido el cable de tierra se bajará hasta el pozo de tierra.



Fuente: Telice

- **Atirantado y pendolado de la maquinaria**

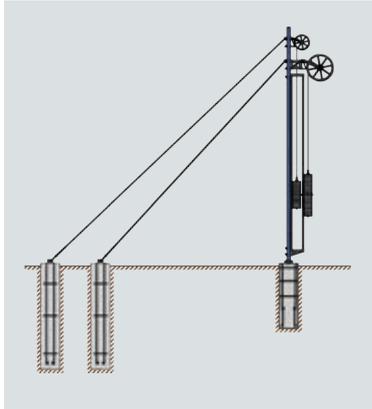
El atirantado y pendolado de la maquinaria recoge las tareas de regulación de equipos de compensación mecánica, montaje de péndolas, centrado de ménsulas, montaje de aisladores de sección, montaje de seccionadores, puesta a tierra y montaje de alimentaciones y conexiones eléctricas.



Fuente: Telice

- **Montaje de seccionamientos de compensación**

En este proceso, se montan los sistemas de compensación y tendido de cable de retorno y posterior tendido del feeder mediante equipos de electrificación o camiones-grúa con castillete sobre diplorsys.



Fuente: Telice

- **Colocación de seccionadores**

Se trata de un dispositivo interruptor utilizado en instalaciones eléctricas de alta tensión; que está compuesto por un bastidor metálico sobre el que van los aisladores de apoyo de los contactos y la cuchilla o elemento móvil que sirve para abrir o cerrar el circuito.

En la catenaria se utilizan dos tipos de seccionadores: de apertura en vacío y de apertura en carga. Éstos últimos difieren de los primeros en que tienen un par de antenas que disipan el posible arco que se pueda producir en el momento de abrir el seccionador. Ambos tipos de seccionadores pueden tener o no toma a tierra.

- **Montaje de aislamientos**

Se trata de elementos de la instalación de la línea aérea de contacto no asociado a la transmisión de la corriente, sino que ejercen funciones de protección de la instalación frente a eventuales problemas como pueden ser: cortocircuitos, derivaciones, sobretensiones.

- **Alimentación y ajustes de los elementos del sistema de catenaria**

En los trabajos de electrificación se trabajará como norma general sin tensión, siendo necesaria la presencia de un piloto de seguridad en el caso de posible invasión de la "zona de seguridad". En trabajos con corte de tensión, se instalarán puestas a tierra en la catenaria, feeder y demás puntos donde podría llegar la tensión, aislando, señalizándose y delimitando la zona de trabajo.

Los trabajos en altura se realizarán desde dresinas o vehículos autopropulsados dotados de plataforma telescópica protegida mediante barandilla en todo su perímetro.

Los riesgos más importantes en este tipo de trabajo son, además del riesgo de arrollamiento, el contacto eléctrico en el caso de renovaciones de catenaria y los derivados de la manipulación mecánica de cargas en la colocación de los elementos de la catenaria. También es digno de reseña los riesgos derivados del uso de plataformas elevadoras de personal en la realización de dichos trabajos.

b. Instalaciones de Seguridad y Comunicaciones.

Las instalaciones de seguridad y comunicaciones están constituidas por un conjunto de equipos montados en vía y conectados por medio de cables de fibra óptica y eléctricos a computadoras instaladas en las estaciones, cuya función principal es recibir información del tren (lugar por el que circula, velocidad, etc.) o enviarla al tren (a través de sistemas como el LZB, el ASFA), al maquinista (por medio de señales bajas, altas,...) o a la vía (cambio de agujas, pasos a nivel,...).

Estas instalaciones se ejecutan en la fase final de obra, simultáneamente a la instalación de la catenaria, procediéndose primero al montaje de los equipos tanto en la vía como en sala técnica de la estación. Una vez ejecutada la canaleta o la zanja, se procede al tendido de cables y colocación de equipos, para su conexionado, y puesta en servicio. En muchas ocasiones en la instalación de una vía nueva, la canaleta ya está ejecutada cuando se comienza a montar la superestructura de vía, es decir, cuando se planifica el extendido de balasto en la vía.



*Imagen 2.32. Revisión instalaciones de seguridad.
Fuente: TELICE*

Debe tenerse en cuenta que los trabajos descritos, se hacen en la fase final de una obra nueva, pero durante la fase de explotación, la revisión de los equipos en funcionamiento y la sustitución de equipos defectuosos, averiados o tecnológicamente obsoletos, es una tarea habitual y por lo tanto lo expuesto en este manual lo podemos aplicar tanto durante la construcción como durante la explotación de la línea de ferrocarril.

Analizando de forma pormenorizada los trabajos necesarios para la instalación de los sistemas de seguridad y de comunicaciones, los trabajadores encargados de ello se encuentran expuestos a diferentes riesgos, al contemplar actividades relacionadas con obra civil (construcciones de canaleta), como de instalación de equipos, con el condicionante en muchas situaciones, de ejecutarse en la proximidad a la vía.

2.4 Trabajos en el interior de tuneles

Cuando hacemos referencia a trabajos en el interior de túneles tenemos que tener presente que la ejecución de obra civil se encuentra finalizada, dando paso a la construcción de los elementos que conformaran la vía y sus instalaciones.

Previo al comienzo de los trabajos en el interior de los túneles es necesario conocer las características del túnel, identificar las salidas de emergencia y las zonas de refugio (que se mantendrán libres de materiales o maquinaria), debiendo preverse la iluminación artificial que se va a usar en las zonas de trabajo, definir la estrategia de medición de gases en el interior del túnel y equipar a las máquinas con filtros catalíticos en los tubos de escape.

Durante el desarrollo de los trabajos, y dadas las características geométricas y constructivas de los túneles ferroviarios y las actividades que se desarrollen, es muy probable que el nivel de ruido sea elevado, resultando necesario que los trabajadores dispongan de protectores auditivos.

La ejecución de trabajos en túneles se ve afectada por condiciones diferentes a los trabajos al aire libre, como un espacio de trabajo acotado que dificulta el movimiento de materiales, maquinaria y trabajadores, lo que obliga a una planificación exhaustiva por parte de los responsables de ejecución así como por el personal de seguridad laboral, para poder desarrollar de manera eficiente y segura, las actividades de montaje de la vía.

Al finalizar los trabajos es muy importante que el túnel quede limpio de cualquier tipo de residuo, escombros, medio auxiliar o máquina con el fin de que no entorpezcan el tráfico ferroviario y no se generen posteriores accidentes.



Como ya hemos indicado, es preciso contemplar la necesidad de la aportación de equipos de iluminación que permitan trabajar con un nivel adecuado.



Imagen 2.33.
Montaje de vía
auxiliar en entrada
a túnel.
Fuente: COMSA

El problema visual en el interior de un túnel es el de la adaptación del ojo humano desde las elevadas luminancias exteriores durante el día, a las bajas luminancias (prácticamente nulas) que existen en el interior del túnel, teniendo en cuenta, además, que puede darse el denominado "efecto agujero negro" que impide, durante el día, que los trabajadores vean el interior del túnel cuando se encuentran a una cierta distancia de la boca del mismo, y que puede provocar que no se detecte un objeto.

Todo ello considerando que en la mayoría de los túneles, la luz natural diurna solamente penetra unos metros. Por ello, las condiciones luminosas existentes son insuficientes en la mayoría de los casos para asegurar la visibilidad de eventuales obstáculos, o para la adecuada ejecución de los trabajos, sobre todo en la proximidad a la entrada o salida del túnel.



Imagen 2.34. Cambio de traviesas en interior de túnel.
Fuente: COMSA

A la hora de abordar la problemática de la falta de iluminación, como uno de los riesgos presentes en cualquier trabajo en el interior de túneles, es importante destacar la necesidad de un adecuado análisis de los trabajos a desarrollar, con anterioridad suficiente al comienzo de estos, para así poder prever la dotación necesaria.

Por un lado, hay que indicar la necesidad de disponer de un sistema de iluminación a lo largo de túnel que será, preferentemente, cruzado con el fin de mejorar la distribución y disminuir las sombras.

Las zonas de paso de la obra estarán permanentemente iluminadas evitando rincones oscuros, donde los trabajadores puedan no ver con claridad, pudiendo generarse un riesgo añadido.

Al realizar el diseño del sistema de iluminación, no debemos de olvidar que se incluya un sistema de alumbrado de emergencia, no solo en aquellas zonas habilitadas como salidas de evacuación del túnel, sino contemplando el posible fallo del sistema principal, evitando así que los trabajadores puedan quedar a oscuras durante la realización de los trabajos.

En el caso de equipos de iluminación portátiles, (torres de iluminación, "girafas", etc.) deberán de disponer de sistemas de fuentes de energía que permitan, en caso de fallo del sistema de alimentación principal, poder seguir dando luz durante el tiempo necesario hasta la restitución del sistema.



Imagen 2.35. Trabajos en interior de túnel.
Fuente: TECSA

Como sistema complementario a la instalación de iluminación en el interior del túnel, tendremos los sistemas de iluminación instalados en cada uno de los vehículos y de la maquinaria pesada con la que se efectúan los trabajos, no debiendo de ser estos sistemas los únicos encargados de aportar iluminación a las zonas de trabajo.

Aparte de los sistemas de iluminación que sean necesarios para ejecutar los trabajos con seguridad, los trabajadores que desarrollen sus trabajos en el interior de un túnel habrán de estar equipados con ropa de alta visibilidad, para que conjuntamente con una iluminación adecuada, se alcance el mayor nivel de seguridad posible durante la ejecución de los trabajos.

Es necesario tener en cuenta que en estas condiciones de confinamiento es preciso atender a dos grandes problemas que afectan directamente a los trabajadores como son el ruido, producido por las maquinas así como por la distintas actividades de movimiento y transporte de material (traviesas, carril,) y la posible falta de ventilación por la existencia de polvo, y aire viciado.

Al tratarse de un espacio cerrado, la afectación de a consecuencia del ruido durante el desarrollo de los trabajos es mucho mayor que en los trabajos ferroviarios al aire libre, incidiendo significativamente en la salud de los trabajadores, sobre todo en aquellos en los que la permanencia junto al foco emisor se prolonga durante demasiado tiempo.

Los niveles de ruido se van a ver incrementados por la confluencia de diferentes focos, como pueden ser la existencia de varias máquinas grandes trabajando simultáneamente en proximidad (extendedora de balasto, bateadora, etc.), o bien cuando sea necesario el empleo de ciertas máquinas portátiles tales como bateadoras manuales, tronzadoras de carril, motobarrenadoras, motoclavadoras, etc. que hacen que el trabajador este en permanente contacto con este riesgo durante la utilización del equipo.

Dado que resulta de escasa o nula viabilidad técnica y económica tanto combatir el riesgo en el origen (fuente generadora del ruido) como disponer un apantallamiento que evite su propagación hasta los trabajadores, el uso de protectores auditivos, unido a la reducción del tiempo de exposición, resultan las medidas preventivas posibles a tener en cuenta en la mayoría de situaciones.

Aunque si bien es cada vez es menos frecuente la realización de trabajos con traviesas de madera, salvo en casos de sustitución de las mismas por traviesas de hormigón, será imprescindible el uso de equipos de protección respiratoria adecuados en el caso de realizar trabajos con traviesas de este material, ya que se pueden producir concentraciones de vapores que emite la creosota y que pueden ser perjudiciales para la salud.

Asimismo, se deberá planificar la disponibilidad de ventilación suficiente, debido a la generación de gases de la maquinaria y polvo del material pétreo retirado, vertido o bateado, particularmente en aquellos túneles en los que no se emplea el sistema constructivo de vía en placa, sino el de extendido de balasto, independientemente de que se trate de vía nueva o renovación de vía.

En trabajos de renovación, desguarnecido, nivelación mecanizada, perfilado y descarga de balasto, se recomienda regar con agua tanto el tramo de vía a desguarnecer, como el balasto en tolva antes de la descarga, con el objeto de minimizar al máximo la cantidad de polvo en el ambiente donde se encuentran los trabajadores.

Es conveniente controlar el nivel de oxígeno y de CO en el interior de los túneles. Para ello, se utiliza un detector múltiple de gases. El mismo dispone de señal sonora y lumínica programable que avisa cuando se alcanzan los límites que no se deben superar.

De ese modo es factible, cuando el detector de la alarma se active, evacuar la zona de trabajo. Para evitar situaciones en las que el nivel de CO supere el límite establecido, es conveniente que los motores dispongan de catalizadores que reduzcan la emisión de este gas o, si es necesario, instalar un sistema de ventilación forzada, que básicamente consiste en la disposición de un mecanismo local que permite provocar una mayor renovación del aire a través de un sistema de



tubos unidos a un compresor situado en el exterior del túnel, que según las necesidades aportara aire limpio o bien succionara aquel que este viciado y que se encuentre dentro del túnel.

Por todo ello, la ventilación forzada permite:

- Diluir los gases nocivos, emitidos por los motores de combustión interna y voladuras, hasta unas concentraciones dentro de los límites permitidos.
- Eliminación del polvo que pudiera producirse en la aplicación de los diferentes tareas desarrolladas (Por ejemplo, aportación de balasto).
- Aporte del aire limpio necesario para la respiración óptima de los trabajadores.
- Mantener la temperatura del aire por debajo de ciertos límites.

La ejecución de los trabajos de vía en placa en interior de túneles, precisara de un análisis de actividades a realizar, para una coordinación que impida la posible interferencia entre ellas, y que puedan afectar a los trabajadores.

2.5 Trabajos nocturnos

En algunas actividades es necesario establecer turnos de trabajo con horarios de trabajo que están fuera de los que sería aconsejable, ya sea por necesidades del propio servicio o por necesidades productivas o del proceso.

El sector de la construcción se ve afectado de manera significativa, por estas necesidades, y por ende, los trabajos ferroviarios se ven afectados de igual modo por estas circunstancias, no solo durante las labores de construcción de vía nueva, sino también y especialmente, durante los trabajos de renovación de vía donde se agudiza el problema de realizar gran cantidad de estos trabajos durante diferentes turnos incluidos los trabajos de noche, aprovechando la escasa circulación de trenes.

Se ha constatado en diferentes estudios que las personas que trabajan a turnos demuestran una menor satisfacción con el horario y con el trabajo en general, que las personas que prestan sus servicios en jornada laboral diurna, incidiendo esta variable entre otras muchas, en el incremento del número de accidentes, que estos trabajadores sufren en comparación de aquellos otros que realizan su actividad laboral en jornadas diurnas o vespertinas.

Por ello, es importante tener en consideración las repercusiones que el trabajo nocturno tiene sobre la salud de los trabajadores, a fin de organizar los turnos convenientemente y de prevenir unas condiciones de trabajo adecuadas.

Estas repercusiones pueden ser trastornos del sueño, trastornos nerviosos y gastrointestinales, perturbación del apetito y conflictos sociales y familiares, etc..

El trabajo a turnos, especialmente el trabajo nocturno, fuerza a la persona a invertir su ciclo normal de actividad descanso, obligándole a ajustar sus funciones al período de actividad nocturna. Ello acarrea un cambio en las funciones corporales, que aumenta con el número de noches trabajadas, pero que no llega nunca a ser completo.

Las alteraciones son debidas a la estabilidad de estos ritmos y a su dificultad para adaptarse a modificaciones externas.



Imagen 2.36. Trabajos nocturnos. Fuente: TECSA

La baja actividad del organismo durante la noche y la posibilidad de que los trabajadores acumulen fatiga por un sueño deficiente hace que se den una serie de repercusiones negativas sobre la realización del trabajo: acumulación de errores, dificultad de mantener la atención, de percibir correctamente la información o de actuar con rapidez.

Puede ocurrir también que, durante el cambio de turno, las indicaciones de servicio no se transmitan de forma suficientemente precisa, originando así errores o incidentes, que puedan llegar a materializarse en un accidente.

Para eliminar o mitigar las consecuencias de estos riesgos, por parte de los trabajadores que desarrollan su trabajo en la construcción y mantenimiento de vías férreas, las medidas preventivas más importantes pasan por una adecuada organización del trabajo debiendo tener en cuenta las siguientes indicaciones:

- Se respetará el ciclo del sueño en el diseño de los turnos, evitando que el turno de mañana empiece a una hora demasiado temprana.
- Los turnos de noche serán de similar duración que los de tarde y mañana y si puede ser, más cortos.
- Físicamente es recomendable cambiar de turno cada dos o tres días, pero social y familiarmente son preferibles ciclos más largos, por lo tanto es recomendable que la organización de los turnos sea discutida con los trabajadores, teniendo en cuenta sus necesidades individuales.
- Aumentar el número de períodos en los que se puede dormir de noche.
- Facilitar comida caliente y equilibrada, habilitar zonas cómodas para descanso y comedor.
- Reducir el volumen de trabajos con elevados requerimientos físicos y psíquicos en el turno de noche.
- Informar a los trabajadores con suficiente antelación del calendario previsto de trabajos.
- Conformar los equipos de trabajo de acuerdo con los trabajadores.
- Mantener los mismos miembros de un grupo de manera que se faciliten las relaciones estables.
- Establecer una vigilancia de la salud que detecte la falta de adaptación y pueda prevenir situaciones irreversibles.



Imagen 2.37. Operarios trabajando en turo de noche.
Fuente: FLC

02 ACTIVIDADES FERROVIARIAS POR TIPOLOGÍA DE LA INFRAESTRUCTURA

Se tendrá en cuenta lo expuesto sobre trabajos con iluminación deficiente intentando en todo caso disponer de iluminación fija compuesta por focos sobre torres, en lugar de iluminación con linternas o con los faros de máquinas y otros vehículos.

Resulta conveniente recordar que en los trabajos ferroviarios, dentro de la zona de seguridad o de peligro en horario nocturno se trabajará aplicando las mismas medidas ya expuestas que para los trabajos diurnos.

Además de las consecuencias físicas o psicológicas, el hecho de trabajar por la noche, y muchas veces a la intemperie, con exposición de los trabajadores a las temperaturas ambientales extremas y otras condiciones meteorológicas adversas, pueden incidir notablemente en la salud de los trabajadores.

Además, normalmente son obras lineales, donde es muy difícil disponer de instalaciones de personal para los trabajadores a lo largo de la traza, por lo que se deberá planificar con antelación medidas para paliar esta circunstancia en la medida de lo posible.

CONDICIONANTES EN LOS TRABAJOS FERROVIARIOS. RIESGOS MÁS FRECUENTES Y MEDIDAS PREVENTIVAS



03. CONDICIONANTES EN LOS TRABAJOS FERROVIARIOS. RIESGOS MÁS FRECUENTES Y MEDIDAS PREVENTIVAS

En este apartado se analizan los riesgos propios de los trabajos que se realizan en el entorno ferroviario, incidiendo, fundamentalmente, en aquellos que alcanzan una mayor importancia debido a las graves consecuencias que provocan una vez llegan a materializarse, como son el arrollamiento por maquinaria ferroviaria y el riesgo por contacto eléctrico, que serán tratados en apartados independientes.

Analizaremos, en primer lugar, aquellos riesgos que se dan de manera generalizada en todas las actividades ferroviarias, para realizar posteriormente un análisis de las medidas preventivas a ejecutar para evitar que llegue a producirse el accidente.

3.1 Riesgos generales en las actividades ferroviarias

Las obras ferroviarias se diferencian del resto de las obras de construcción en el tipo de maquinaria empleada así como en la especialización de los trabajos que se desarrollan durante la ejecución y, en su caso, ampliación, renovación o modificación de la superestructura de las vías férreas.

Tras la construcción de la plataforma y del resto de infraestructuras necesarias (drenaje, obras de fábrica, puentes, túneles, etc.), se inician los trabajos ferroviarios propiamente dichos. Si bien los procesos están cada vez más mecanizados, los trabajadores que intervienen en este tipo de obras pueden estar expuestos a numerosos riesgos, tales como: caída desde altura al subir o bajar de las máquinas, vagones y demás plataformas de trabajo en altura, atropello al aproximarse a la zona de tránsito u operación de la maquinaria móvil empleada en los trabajos e, incluso, arrollamiento al invadir la vía por la que circula un convoy o una locomotora, etc.

En aquellos trabajos ferroviarios menos mecanizados, donde la actividad física del trabajador es mayor, es fundamental realizar una correcta manipulación de cargas que evite accidentes por sobreesfuerzo, que sigue siendo uno de los riesgos más comunes, y con mayor índice de accidentabilidad.

En los trabajos ferroviarios pueden considerarse algunos riesgos comunes a todas las actividades que se desarrollan, independientemente de que se ejecuten en fase de construcción o de explotación, tales como el riesgo de arrollamiento, el riesgo por contacto eléctrico, directo o indirecto, los riesgos derivados por deficientes niveles de iluminación (en trabajos nocturnos o



en túneles) y los riesgos climatológicos por ejecución de trabajos a la intemperie, así como las pautas a aplicar durante el desarrollo de los trabajos, ya sea para controlar el acceso a las mismas, ya sea para los desplazamientos por la vía, la señalización de las obras y la influencia en la salud de los trabajadores.

Como punto de partida, es conveniente indicar que, en las operaciones donde exista vía sobre balasto, que actualmente es uno de los sistemas constructivos más habituales en el sector ferroviario, nos encontraremos con una superficie irregular que incrementará uno de los riesgos de mayor probabilidad de materializarse en accidente, como es la caída a nivel que habitualmente deriva en torceduras y esguinces.

Respecto a la realización de trabajos de oxicorte y de soldadura aluminotérmica, oxiacetilénica o eléctrica, los trabajadores pueden estar expuestos a las altas temperaturas que se alcanzan en estos procesos y a la posibilidad de contacto con los elementos incandescentes que se generan, llegando a sufrir quemaduras de diferente consideración si no se han tomado las medidas organizativas y de protección adecuadas.

Asimismo, merece una atención especial el riesgo de contacto eléctrico que está presente en los trabajos que se llevan a cabo en la proximidad de la catenaria de una vía electrificada.

También hay que resaltar la exposición de los trabajadores a las temperaturas ambientales extremas y otras condiciones meteorológicas adversas, dado que la mayoría de las actividades ferroviarias se desarrollan a la intemperie, durante toda la jornada, incidiendo notablemente en la salud de los trabajadores.

En cuanto al uso de la diversa maquinaria y de los demás equipos de trabajo utilizados en las obras ferroviarias, cabe diferenciar los riesgos en función de si se trata de maquinaria pesada o equipos de trabajo ligeros. Analizaremos de forma más detallada aquellos riesgos que derivan del manejo de estos dos tipos de equipos.

3.2 Riesgos específicos del sector ferroviario y medidas preventivas

a. Caída de personas a distinto nivel

Podemos definir el riesgo de caída a distinto nivel como aquel accidente en el que el trabajador se precipita al vacío desde cierta altura.

Generalmente, las lesiones producidas por este tipo de accidentes son de excepcional gravedad, incluso de tipo mortal en una gran cantidad de ocasiones. Por ello, es imprescindible impedir a



toda costa situaciones que impliquen riesgo de caída a distinto nivel. La altura de caída es un factor que influye de manera decisiva en la gravedad de la lesión, pero no es el único factor a tener en cuenta. La postura del accidentado en el momento del impacto y la naturaleza de la superficie contra la que se golpea son también determinantes de las consecuencias finales.

En el sector ferroviario existen algunas actividades donde este riesgo puede manifestarse de una manera más explícita, como son los trabajos de montaje y mantenimiento de catenaria con el empleo de plataformas elevadoras, y los trabajos desarrollados con maquinaria pesada durante el acceso o en los descensos de las mismas.

Otra de las situaciones donde podemos encontrar la manifestación de este riesgo, de forma más llamativa, es en los trabajos situados en los pasos elevados o puentes por donde transcurre la vía, y donde, en caso de no disponer la infraestructura de las protecciones colectivas adecuadas (redes o barandillas), el trabajador estará expuesto de forma permanente. En estos casos se necesita la utilización de equipos de protección individual.

Entre los factores que incrementan la posibilidad de llegar a producir un accidente por caída desde altura, podemos indicar los siguientes:

- Subir y bajar de la maquinaria ferroviaria de manera inadecuada (de espaldas a la misma y sin emplear los peldaños y asideros dispuestos al efecto en la máquina o con ésta en movimiento) o con las manos o calzados impregnados de grasa o barro.
- Presencia en las máquinas de personal no "autorizado", cuyas funciones no requieren de su presencia en ésta.
- Inadecuado orden y limpieza (derrames de aceite o combustible) en la máquina, que comprometen su estabilidad.
- Trabajo en altura fuera de las plataformas protegidas sin el empleo del arnés de seguridad sujeto a un punto fijo.
- Inexistencia de protecciones colectivas o análogas, en los pasos superiores o puentes por donde circula la vía.

Todas estas situaciones anteriormente contempladas, requiere del establecimiento de medidas preventivas que impidan que el trabajador, pueda sufrir un accidente de imprevisibles consecuencias.

En el caso de trabajadores que desarrollan su actividad mediante el empleo de plataformas elevadoras (ya sea tipo castillete e integradas en camión con equipación de diplorays), conviene indicar que se trata de equipos que se emplean habitualmente en labores de montaje y



mantenimiento de los elementos de la catenaria, donde se precisa que los trabajadores accedan a zonas elevadas, y en ocasiones de difícil acceso.

Las plataformas elevadoras donde accederán los trabajadores disponen de protecciones colectivas integradas como son las barandillas perimetrales. En este caso es obligatorio, el empleo de arnés de seguridad en el interior de la misma siempre que así lo aconseje el fabricante, volviéndose norma obligatoria su uso en todo los casos en los que se precise realizar trabajos fuera de dicha plataforma, o cuando se vea comprometida la estabilidad corporal del trabajador al tener parte del cuerpo fuera de ésta.

El arnés de seguridad deberá de disponer de doble cabo, para que el trabajador en todo momento se encuentre sujeto por al menos un punto.

Cuando el acceso a la parte superior de un poste, se realice sin el empleo de la cesta sino de forma manual, por parte de los operarios, aun siendo de manera puntual.

Este riesgo alcanza una mayor relevancia, y por consiguiente una mayor necesidad en la toma de medidas preventivas, en todas aquellas maquinas donde es preciso el acceso de los operarios a zonas con altura, y con escaso margen de movimientos en las plataformas de trabajo, como, por ejemplo, en el acceso puntual al interior de la tolva para evitar atascos en la descarga de balasto. En estos trabajos también es aconsejable el uso de arnés. Para ello, también se debe haber planificado esta posibilidad y debe disponer cada tolva de su correspondiente punto de anclaje.

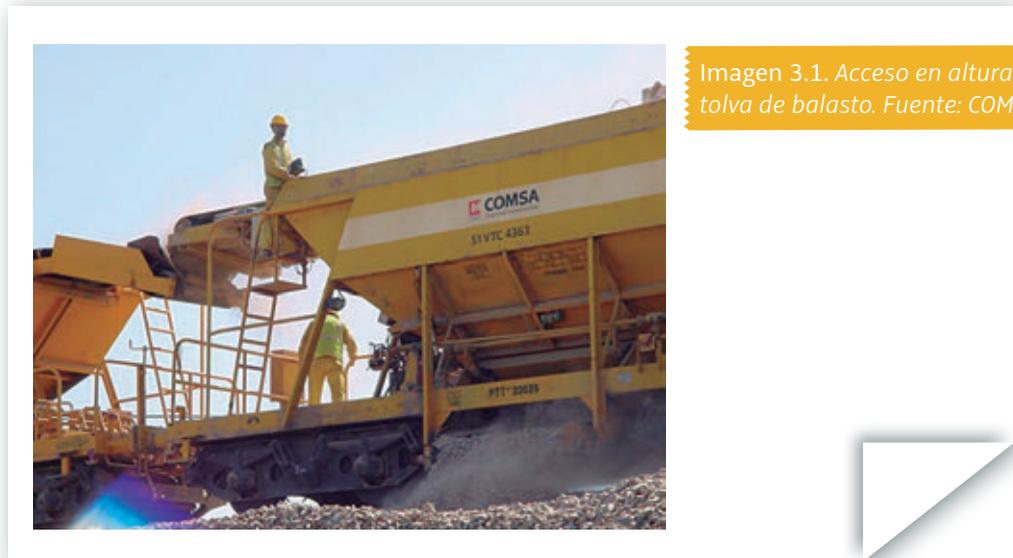


Imagen 3.1. Acceso en altura a tolva de balasto. Fuente: COMSA



El acceso al interior de esta maquinaria se encuentra definido, por la existencia de escaleras fijas integradas en la máquina, al igual que ocurre para aquellas zonas exteriores de acceso, debiendo acceder a la locomotora del tren de tolvas y a las tolvas en parado o a “velocidad de hombre”.

En ocasiones estas escaleras llegan a dar acceso a las zonas superiores de las maquinas (techos), no estando permitido su utilización cuando la maquina se encuentre en funcionamiento.

De igual forma, tampoco les estará permitido a los trabajadores realizar ninguna tarea, en la parte superior de las maquinas, cuando ésta se encuentre en movimiento, salvo que puedan existir protecciones colectivas (barandillas), que puedan evitar la caída, debiendo hacerse en parado, y en una zona alejada del posible contacto con la catenaria.

Estas escaleras, deberán de ser rígidas y resistentes en todos sus elementos (asideros y peldaños), y deberán de mantenerse limpias de sustancias tales como grasas, agua, y barro, que puedan provocar en los trabajadores que las utilicen, puedan resbalar o no agarrarse con la firmeza necesaria.

Es necesario realizar un adecuado uso de estas escaleras, tanto en las operaciones de ascenso como de descenso, no estando permitido saltar desde los peldaños o desde la cabina de la maquina hasta el suelo, ni descender por las escaleras de espaldas a la misma, debiendo hacerse siempre y en todos los casos, de frente.

El riesgo de caída en altura, también puede manifestarse en aquellos trabajos que tienen que ver con la descarga de determinados materiales ferroviarios, que por su volumetría y forma de almacenamiento, pueden sobrepasar los 2 metros, obligando a los trabajadores a situarse a alturas superiores.

Uno de los ejemplos más identificativos sobre este supuesto lo podemos encontrar en las zonas de acopio de material, como ocurre con las traviesas, parejas y carriles, donde se han descargado un gran número de piezas, ordenadas de forma horizontal, pero que alcanzan una altura que precisa del establecimiento de medidas preventivas.

Además, el problema se incrementa cuando estos acopios son traviesas bloque o parejas, ya que la zona para que el trabajador puede pisar para acceder para amarrar la carga es muy pequeña.

La realización de las tareas de apilamiento de traviesas y carriles en las zonas de acopio son las más proclives a provocar situaciones peligrosas, donde por escasez de sitio o una mala organización en la distribución del material, se deberán de tener en cuenta las siguientes recomendaciones:

- Se emplearán en la medida de lo posible sistemas que permitan la carga de las traviesas o parejas de forma que no tenga que acceder ningún trabajador para enganchar las cargas, ya sea usando bandejas hidráulicas de carga por parte de las retroexcavadoras o pinzas diseñadas a tal efecto.
- No acopiar material a más de 2 m de altura, siendo la altura máxima de apilamiento tal, que el desenganche y el enganche de las cargas se puedan efectuar en condiciones seguras.
- A tal efecto, se dispondrá de los medios de acceso adecuados como, por ejemplo, escaleras de mano, y se seguirá un procedimiento de trabajo seguro para evitar la caída desde altura.
- Asimismo, se mantendrá un espacio libre entre la coronación de las pilas y el alcance máximo de los ganchos o accesorios de elevación de los puentes grúas y demás aparatos elevadores que se empleen, con el fin de llevar a cabo las operaciones de enganche o desenganche de la carga de una manera correcta y segura, evitando que el trabajador realice movimientos que comprometan su estabilidad.



Imagen 3.2. Acopio en altura.

Fuente: COMSA

Por último, indicar que en los trabajos en interior de túneles se producen situaciones en las que los trabajadores se encuentran expuestos al riesgo de caída a distinto nivel. Por ejemplo, aquellos que se ejecutan en las proximidades a los andenes de las estaciones, que habitualmente son utilizados como plataforma de almacenaje de material.



Además, en el interior de los túneles, existen pozos y salidas de emergencia, que si no se encuentran protegidas por medio de protecciones colectivas, pueden ocasionar un accidente por caída a distinto nivel.

b. Caída de personas al mismo nivel

En los trabajos desarrollados durante la construcción de vía así como en los de renovación de esta, el riesgo de caída de trabajadores al mismo nivel, se constituye en uno de los accidentes más frecuentes, si bien la gravedad de estos, respecto del riesgo de caída a distinto nivel, es normalmente, mucho menor.

Los factores de riesgo más comunes relacionados con la caída de trabajadores al mismo nivel, que se pueden encontrar en el sector ferroviario, son:

- **Tránsito de operarios por el balasto, terraplenes, accesos a la vía, etc.**

En los trabajos que se desarrollan en el entorno de la vía los trabajadores, de manera continuada, se ven en muchas ocasiones obligados a trasladarse a pie por un terreno irregular que dificulta el tránsito y las distintas labores a realizar, provocando caídas que producen, en la mayoría de casos esguinces y torceduras, así como golpes y pequeños cortes asociados a la caída.



Imagen 3.3. *Desplazamiento a pie por la vía. Fuente: VIAS*

Se recomienda andar por dentro de la caja de la vía, a no ser que sea impracticable andar por dicho paseo.

En ningún caso se correrá por la misma. Los operarios usaran un calzado de seguridad apropiado.



Los operarios deberán estar informados y formados sobre los riesgos correspondientes a la circulación por las superficies de las vías ferroviarias y zonas anexas.

Se deberán de instalar plataformas de paso (pasarelas, emparrillados de tramex, etc.) en aquellas zonas de pasos elevados o zonas de traviesas que han sido desguarnecidas, para facilitar el tránsito de los operarios por la vía.

- **Tropiezo contra un carril, traviesa, instalaciones, etc.**

Una vez han sido instaladas las traviesas y carriles, se han añadido elementos que pueden provocar, la caída de los operarios, por tropiezos con alguno de estos. Por ello, deberá existir un adecuado nivel de orden y limpieza no debiendo haber obstáculos, junto a estos elementos.

Durante la permanencia de los operarios en el entorno de la vía, y particularmente en operaciones de mantenimiento o renovación de la misma, se deben de extremar las precauciones en aquellos lugares donde nos encontremos con elementos de desvíos de carril, que bien podrían atrapar de manera fortuita los miembros inferiores de los operarios, y con mayor probabilidad, el operario podría introducir el pie entre ambas partes del carril y perder la verticalidad, cayendo sobre el propio carril, debiendo evitar. De esta forma se debe evitar pisar por encima o dentro de estos desvíos.

- **Resbalones derivados de la existencia de zonas húmedas al caminar sobre la superficie del carril, etc.**

Existen circunstancias que incrementan la posibilidad de provocar la aparición del accidente cuando, las traviesas y carriles se encuentran mojados o con restos de aceite, arrojados por alguna máquina.

No está permitido que los trabajadores caminen por encima de los carriles.

Deberán señalizarse y balizarse aquellas zonas por donde el tránsito por las misma, pueda comprometer la estabilidad de los trabajadores.



- **Realización de trabajos con iluminación deficiente**

La falta de una adecuada iluminación es uno de los motivos que más destacan en la aparición de este riesgo en las labores ferroviarias, no solo por los trabajos realizados en horario nocturno, sino también en trabajos en el interior de túneles.



Imagen 3.4. *Trabajos con deficiente nivel de iluminación. Fuente: COMSA*

En este entorno desfavorable para la ejecución de los trabajos, las medidas preventivas fundamentales, tienen que ver con la instalación de sistemas de iluminación general adecuada durante los trabajos nocturnos, con el empleo de instalaciones fijas donde la infraestructura lo permita (interior de túneles), o bien mediante equipos de iluminación provisionales como torres de iluminación portátiles, siempre que ofrezca plenas garantías de un óptimo nivel de iluminación.

A todo esto, siempre que se emplee maquinaria pesada en las proximidades, deberá de estar provista de su propio sistema de iluminación, con el que complementará, los anteriormente citados, no solo para evitar el riesgo de arrollamiento que será tratado más adelante, sino para permitir que los operarios que trabajan en su proximidad puedan visualizar correctamente la superficie de trabajo.

En las obras nocturnas, será imprescindible además disponer de iluminación personal, no solo para utilizarla en el tajo sino también en los desplazamientos por la vía.

c. Caída de objetos en manipulación

Los riesgos de caída de objetos se producirán, fundamentalmente, en las actividades de carga y descarga de materiales: balasto, traviesas, carril, etc.

En este apartado no solo hay que referirse al desprendimiento de material, con utilización de medios mecánicos sino también a determinadas acciones llevadas a cabo mediante medios manuales.

Se puede destacar entre estas últimas, el movimiento de traviesas, donde estos elementos tan pesados, que son movidos por varios operarios, pueden caer sobre los miembros inferiores de éstos sino se realiza con los medios necesarios (pinza), y siguiendo una adecuada coordinación de movimientos.



Imagen 3.5. Colocación manual de bloque de traviesa. Fuente: FLC

Para el movimiento de determinados materiales, y debido al volumen y peso que tienen, se emplean medios mecánicos (grúas, retroexcavadora bivial, pórticos de traviesas, camión autocargante, etc.), que mediante la utilización de utensilios adecuados a cada caso (como pueden ser plataformas traveseras, pulpos, cadenas, eslingas) permitirán su transporte y movimiento hasta el lugar definitivo donde se deseen posicionar.



Entre las actividades en las que se puede dar este riesgo, podemos destacar, entre otras la colocación de desvíos, la carga y descarga de traviesas desde el tren travesero hasta la banqueta de la vía, y la descarga de carril, la colocación del poste de catenaria y otros elementos de la misma, la colocación de canaleta de hormigón en la ejecución de instalaciones de comunicaciones ferroviarias, etc.

Como medidas preventivas a tener en cuenta en estas labores de movimiento e izado de materiales, habremos de tener en cuenta las siguientes:

- No se permanecerá nunca bajo cargas suspendidas.
- Se deberá hacer una adecuada elección de los elementos de izado, (eslinga, cables, cadenas, ganchos) teniendo siempre presente el tipo de carga a levantar así como su peso máximo, comprobando las indicaciones reflejadas por los fabricantes en las etiquetas identificativas, para no sobrepasar los límites de seguridad establecidos.
- Los tramos de parejas de vía o carriles, se izarán suspendidos por dos puntos, distanciados entre sí, de forma que la carga sea estable. El ángulo superior que formen las eslingas será menor de 90 grados.
- Los ganchos de las máquinas y las eslingas deberán de disponer de pestillo de seguridad. También se revisarán el estado de los elementos auxiliares, tales como pasadores, trinquetes, bridas, etc.
- Se deberán de revisar los aparejos, cables, eslingas, cuerdas a emplear durante la fase de movimiento de materiales, sustituyendo de manera inmediata aquellas en las que se observe de forma visual algún tipo de deficiencia o desgaste del material que las conforman.
- El maquinista no iniciará ningún movimiento del brazo de la máquina hasta que el trabajador no se haya retirado del radio de acción del brazo, tanto al enganchar la pinza como al soltarla.
- Se precisará de guiado mediante cuerdas de las cargas de gran volumen para evitar que el trabajador pueda verse afectado por el radio de acción de la carga, ante un movimiento imprevisto de la misma.
- El gruista o maquinista llevará ayudantes para guiar las cargas.
- No trabajar en el entorno de la máquina si ésta está en movimiento
- Se coordinarán los trabajos para que puedan acceder al entorno de la carga una vez que se haya terminado la operación de movimiento de la carga.
- Todos los trabajadores durante las operaciones a realizar deberán llevar ropa de trabajo, casco, guantes de protección para manipulación de materiales, botas de seguridad y chaleco reflectante.



d. Pisadas sobre objetos

En los trabajos ferroviarios, los operarios se encuentran trabajando habitualmente en zonas próximas a la vía donde se pueden encontrar elementos cortantes o punzantes, como clavos o puntas existentes, sobre todo en vías donde existan traviesas de madera. Estos clavos o puntas deben de extraerse o ser remachadas, para evitar que puedan ser pisados de forma fortuita por los trabajadores.

Una de las medidas preventivas principales tiene que ver con la eliminación de todos los elementos sobrantes mediante un barrido y apilado en lugar conocido para su posterior retirada.

Otra medida preventiva es el orden y limpieza de la obra y la retirada de puntas en el proceso de desencofrado de cimentaciones de postes de catenaria o bien en ejecución de vía en placa.

Como medidas de protección individual, los trabajadores deberán disponer de calzado de seguridad, provisto de suela antiperforante.

e. Golpes y cortes por objetos o herramientas

Cuando hablamos del riesgo de golpes y cortes por objetos, es preciso dimensionar en su justa medida la gravedad, debiendo darse gran importancia en algunos supuestos que se pueden encontrar en la actividad ferroviaria. Este es el caso de golpes producidos, a consecuencia de una de las operaciones más habituales como es la colocación del carril.

Una de las situaciones más comprometidas para la seguridad del operario, en los trabajos ferroviarios es el empleo del tren carrilero, en el momento en el que se produce el tiro del primer carril, puesto que la fuerza que se utiliza desde la máquina para moverlo, en el caso de un fallo en la sujeción puede hacer que la punta del carril golpee violentamente a quien se encuentre en su radio de acción, produciendo por ejemplo, aplastamiento de los pies).

Por tanto, durante la operación de colocación y descarga del carril, todo el personal debe permanecer fuera del alcance del carril, de las cuerdas o de los cables. Esta premisa será importante, particularmente, en el tiro del primer carril.

En la descarga de los carriles, nadie, salvo el jefe de equipo con la botonera, debe estar situado en la plataforma de descarga del carrilero. El jefe de equipo se sitúa en la plataforma para controlar dichas operaciones y la descarga en caso de alguna incidencia.

El resto de los trabajadores deben caminar junto con el tren, siempre del lado de la seguridad, donde no esté situada la máquina.



Cuando se termina la descarga de un carril, y se debe unir con otro, se debe parar la plataforma. Una vez parado el tren carrilero (y nunca antes) se subirán al él los trabajadores que realizarán el proceso de unión entre un carril y otro, empleando bridas homologadas CE en la unión de los carriles.



Imagen 3.6. Brida de carril. Fuente: COMSA

Entre otras medidas a tener en cuenta es preciso que, durante la operación de embrizado, nadie esté situado en las proximidades de las plataformas cuando se accionen los gatos, para evitar que pueda soltarse cuando se ejerza fuerza desde el tren carrilero.

Nadie se situará en el entorno del pórtico del carrilero, permitiéndose estar en la plataforma en caso de descarga sobre vía paralela.

Se deberán extremar las precauciones ante las posibles tensiones remanentes en la descarga de los últimos carriles.

Será fundamental el uso de guantes para todas las actividades ferroviarias, y más aún en el caso de manipulación de materiales y herramientas.

f. Proyección de fragmentos y partículas.

El riesgo de proyección de partículas en las actividades ferroviarias se manifiesta en diferentes supuestos, tanto por el manejo de herramientas portátiles (radial, tronadora), como en acciones que se encuentran en la proximidad a la vía donde a causa del paso de la maquinaria pesada pueden proyectarse partículas de origen diverso provenientes de la vía, así como en las operaciones de manipulación del balasto.



Este riesgo también se manifiesta cuando los trabajadores que se encuentran trabajando en la vía, o sus proximidades pueden recibir el impacto de algún elemento tal como partículas de balasto, al pasar determinada maquinaria a cierta velocidad junto a ellos, debiendo de guardarse determinados márgenes de seguridad, así como el empleo de casco de seguridad.

Otra de las situaciones en la que podemos encontrar la materialización de este riesgo, es en los trabajos de desguarnecido, durante la extracción del material y su posterior transporte a través de las cintas transportadoras que se encargan de llevarlo hasta el interior de las tolvas.



Imagen 3.7. Desalojo de material con desguarnecedora.
Fuente: COMSA

Debido a la velocidad de recogida del material, es posible que alguno de los trozos de balasto salga despedido de forma incontrolada, pudiendo alcanzar a los operarios que acompañan a la máquina, para lo que es necesaria la utilización de casco y gafas de seguridad.

En los casos de manipulación de balasto, la medida preventiva más efectiva es separarse del lugar de descarga del material y situarse a favor del viento hasta que haya terminado la operación. Opcionalmente, se podrán utilizar gafas de protección.

Uno de los trabajos, en los que mayor probabilidad se puede producir este riesgo es durante la eliminación de los restos sobrantes de la soldadura de carril y el adecuado perfilado del mismo, mediante el empleo de radiales portátiles.



Durante la ejecución de esta operación es preciso establecer medidas preventivas que eviten que las partículas que salen proyectadas, puedan llegar a afectar a los trabajadores.

Para ello, se hace preciso que los trabajadores que hagan uso de esta herramienta, dispongan de la formación necesaria para su manejo y que el equipo que empleen, este provisto de carcasa de protección.

Relacionado con el uso de cierta maquinaria ligera, es preciso indicar el trabajo de aquellos operarios que están encargados de utilizar la motoclavadora, ya que pueden sufrir un accidente por la proyección de partículas provenientes de la rotura de la broca de apriete. Por ello, estos operarios deberán realizar comprobaciones periódicas acerca del estado de la broca, así como del pasador que sujeta esta con el fin de evitar que pueda salirse y ser proyectada violentamente afectándole a sí mismo o a operarios que se encuentren en su alrededor.

En el uso de radiales o tronadoras, el trabajador habrá de hacer uso efectivo de gafas de seguridad o pantalla antiproyección, que ofrezca suficientes garantías de protección ocular.



Imagen 3.8. Corte con tronadora.
Fuente: COMSA

Tema aparte, pero no carente de importancia, es la utilización de chaleco de alta visibilidad durante estas labores de soldadura o uso de radial o tronzadora, ya que producen chispas en su utilización, puesto que la gran mayoría de estos equipos de protección, están fabricados con material de rápida ignición, lo que en caso de recibir el impacto directo de partículas incandescentes, podría provocar quemaduras de importancia en el trabajador. La solución, en el caso de ser necesaria su utilización, es disponer de ropa reflectante resistente.

Por último, cabe contemplar en este análisis del riesgo de proyección de partículas, el que a menudo puede ocurrir durante las operaciones de soldadura aluminotérmica por la proyección de material incandescente, durante el vertido del material de soldadura y la ignición de la bengala. En este caso los operarios deberán de alejarse a una distancia suficiente, para no ser alcanzados, y estar provistos de los equipos de protección necesarios, como son gafas antiproyección y protectoras ante radiaciones, manguitos y guantes de cuero y mascarillas autofiltrantes. Además de todo esto, no se ha de arrojar agua para enfriar el molde donde se ha efectuado la mezcla, para evitar que se pueda producir una reacción que provoque mayor proyección de escoria de la propia soldadura.



Imagen 3.9. Soldadura aluminotérmica.
Fuente: COMSA

g. Atrapamiento por y entre objetos

Los atrapamientos se producen cuando una parte de nuestro cuerpo queda enganchada o apresada por algún componente de una máquina, o entre diversos materiales o entre objetos.

Cabe destacar que en las actividades ferroviarias, la aparición de este riesgo se hace patente en determinadas labores que no solo tienen que ver con el manejo manual de cargas (barristas), sino



también cuando se hace uso de maquinaria de elevación, y concretamente durante las labores de estrobadado y de sujeción mediante eslingas, cadenas, etc, y en las actividades de enganche de vagones, momento en el cual se debe extremar las precauciones para evitar que se produzcan atrapamientos entre la carga o los medios de amarre, y cualquiera de las partes del cuerpo que entren en contacto habitualmente (dedos).

Antes del inicio de los trabajos se deberá comprobar la idoneidad de los medios de elevación utilizados, sus elementos auxiliares, etc., así como el estado de conservación y mantenimiento de los mismos.

Es por ello que las actividades en que sea necesaria la utilización de equipos de trabajo para la elevación de cargas, se deberán realizar con los operarios estrictamente necesarios, evitando en cualquier caso, la presencia de otros operarios en la zona de carga y descarga.

Sera preciso emplear cuerda guía para dirigir las cargas con seguridad y evitar que en caso de rotura de alguno de los elementos de amarre o por cualquier movimiento imprevisto de esta, afecte a los operarios que se encuentren en el radio de acción tanto de la maquina como de la carga.

Asímismo, se exige que para el manejo de esta maquinaria de elevación y para las labores de estrobadado se requiera disponer de la formación necesaria para el conocimiento de los riesgos y la forma de ejecutar este trabajo de una manera segura.



Imagen 3.10. Elementos de elevación. Fuente: COMSA



Para la sujeción de la carga a elevar, se escogerán los puntos de fijación que no permitan el deslizamiento de las eslingas, teniendo cuidado que estos puntos se encuentren dispuestos de una forma adecuada en relación con el centro de gravedad de la carga.

Se observarán, detalladamente, las medidas preventivas siguientes:

- Cuando sea preciso mover una eslinga, se aflojará tanto como sea necesario para desplazarla con facilidad, y no se elevarán las cargas de forma brusca, ya que incrementa así la probabilidad de un atrapamiento, por un descuido del operario que no ha advertido con tiempo el comienzo de la operación de izado.
- Los equipos de trabajo para la elevación de cargas deberán estar instalados firmemente cuando se trate de equipos fijos, o disponer de los elementos o condiciones de seguridad necesarias en los casos restantes, para garantizar su solidez y estabilidad durante el empleo, teniendo en cuenta, en particular, las cargas que deben levantarse y las tensiones inducidas en los puntos de suspensión o de fijación a las estructuras
- Los accesorios de elevación deberán estar marcados de tal forma que se puedan identificar las características esenciales para un uso seguro.
- Si el equipo de trabajo no está destinado a la elevación de trabajadores, y existe posibilidad de confusión, deberá fijarse una señalización adecuada de manera visible.
- Los equipos de trabajo permanentes deberán instalarse de modo que se reduzca el riesgo de que la carga caiga en picado, se suelte o se desvíe involuntariamente de forma peligrosa o, por cualquier otro motivo, y golpee a los trabajadores, pudiendo quedar estos atrapados bajo las cargas.
- Los accesorios de elevación deberán seleccionarse en función de las cargas que se manipulen, de los puntos de presión, del dispositivo del enganche y de las condiciones atmosféricas, y teniendo en cuenta la modalidad y la configuración del amarre.
- Los ensamblajes de accesorios de elevación deberán estar claramente marcados para permitir que el usuario conozca sus características, si no se desmontan tras el empleo, debiendo almacenarse de forma que no se estropeen o deterioren.
- En el caso de los trabajadores que llevan a cabo trabajos que requieran el izado de elementos tales como traviesas o carriles, se recomienda que utilicen guantes y una vestimenta que no permita engancharse (por su excesiva amplitud), a alguna de las partes que componen el conjunto que se va a izar.

Otra situación donde los operarios pueden sufrir accidentes por atrapamiento se produce principalmente cuando se realiza el enganche y desenganche de los vagones que portan el balasto (en los trenes de tolvas), o cuando se procede al cambio de la locomotora del convoy, ya sea en acción de empuje o de tiro.



Es aquí donde los trabajadores deberán, antes de aproximarse e intervenir, dejar que las partes de contacto y enganche de los vagones o de la locomotora, queden lo más pegado posible entre ellas, y esperar a que el conjunto del convoy se encuentre completamente detenido. Es en este momento cuando puede efectuarse la labor de suelta de los ganchos de unión y su posterior enganche, con plenas garantías de no sufrir un accidente.

Los operarios encargados de realizar estas labores deberán de extremar las precauciones, estando atentos de cualquier movimiento que pudiera producirse de alguno de los vagones o de la locomotora y que pudiera de forma imprevista atrapar o golpear, de manera fortuita al trabajador.

Es imprescindible realizar estas operaciones por personal debidamente formado, con los útiles necesarios para efectuar el desenganche y posterior enganche, tratando de permanecer el menor tiempo posible entre estos elementos y los topes de los vagones.

En otro orden de cosas, el riesgo de atrapamiento puede llegar a producirse también en actividades donde no interviene maquinaria alguna, como es el caso de los barristas, quienes de forma manual mediante el empleo de pinzas o uñas, se encargan del colocar el carril hasta su posición definitiva a lo largo de las traviesas, o cuando mediante la utilización de gatos hidráulicos, proceden al levantamiento de parte del carril.



Imagen 3.11. Barristas.
Fuente: VIAS



La manipulación de los carriles mediante barras manuales se realizará una vez se haya depositado el carril sobre el balasto. Durante el guiado ningún otro trabajador, aparte de los barristas que realizan la operación, se colocará en las inmediaciones del carril para evitar atrapamientos de los pies en caso de volteo del citado carril. Siempre habrá un número suficiente de barristas, siendo conveniente la rotación del personal que realiza estos trabajos a labores con menos carga física durante el turno completo. Siempre se debe empujar el carril con una barra, nunca tirar de él.

Esta operación de colocación deberá llevarse a cabo con la ayuda de varios operarios, evitando movimientos bruscos, que puedan descontrolar las barras, llegando a atrapar el pie o la mano de alguno de ellos.

Es conveniente no olvidar que en los trabajos con tren de tolvas, con aportación de balasto a la banqueta de la vía desde las tolvas, en ciertas ocasiones puede producirse algún atranco por las bocas de salida que precisan de la intervención de algún operario, para que retire la obstrucción y poder continuar con la aportación de material, debiendo este subirse a la parte superior de la tolva con algún utensilio (barra de hierro), con el que provocar que el balasto vuelva a caer de forma normal.

Es en este momento de efectuar la maniobra de desatranco, cuando de manera imprevista el operario pueda verse sorprendido por la reanudación de caída de material, quedando atrapado por el efecto de succión, entre el balasto y la boca de salida al reanudarse de nuevo la caída de material.

Como medida preventiva para evitar esta situación, se suele indicar la conveniencia de regar con agua el balasto, con la finalidad de eliminar la mayor cantidad posible de polvo, lo que permite que fluya por la tolva hacia la boca exterior, no siendo necesario que ningún operario tenga que introducirse en el interior de las tolvas, o bien incluyendo algún sistema de amarre del operario si no hubiese otra solución.

h. Atrapamiento por vuelco de máquinas o vehículos

Como hemos venido comentando para la realización de diversas actividades constructivas ferroviarias, tanto en vía nueva como en renovación, se precisa del empleo de maquinaria capaz de poder transportar o mover material pesado, y que en el caso de ser sobrecargada en sus capacidades de maniobrabilidad como de volumen de transporte, puede llegar a producir el vuelco de la misma, con el consiguiente riesgo de atrapamiento del operario que conduce la máquina, así como de aquellos que puedan estar en su proximidad.



No siempre es preciso que exista una sobrecarga de las capacidades de la maquinaria para que llegue a producirse el vuelco, puesto que en ocasiones, el motivo principal de la materialización de este riesgo se encuentra en un inadecuado posicionamiento o ubicación de las cargas que se mueven o transportan.

El vuelco de la maquina es una consecuencia presente en aquellas situaciones donde se ha producido el descarrilamiento de la máquina que circulan por la vía y, particularmente, aquella maquinaria que emplea el sistema de diplorys, por lo que es necesario comprobar siempre que esta maquinaria adaptada está perfectamente encarrilada durante los desplazamientos, debiendo así mismo revisarse que todos sus elementos se encuentran en perfecto estado.

Otro factor a tener en cuenta durante las operaciones de desplazamiento de algunas máquinas tiene que ver con el estado del terreno por el que se mueven (inclinación, irregularidad, humedad, etc.), teniendo en cuenta la cantidad de material que puedan estar transportando y que puede motivar la inestabilidad de la máquina y su vuelco definitivo.

Durante las labores de izado de cargas desde maquinas adaptadas con diplorys es preciso seleccionar el equipo de elevación de cargas para cada circunstancia en función del tipo y peso de la carga a levantar, los elementos de apoyo y estabilización necesarios, y no sobrepasar los límites máximos permitidos por la maquina las características técnicas de la máquina, etc.

Sirva como ejemplo de maquinaria susceptible de sufrir un vuelco durante su desplazamiento por la vía, el empleo de **dumper**, para la carga de material y su posterior traslado a lo largo de la vía.

Se trata de un vehículo de gran versatilidad para los trabajos de aportación de material tanto en vía nueva como en trabajos de renovación de vía. Durante las labores de aportación de material es cuando se deberán de extremar las precauciones para evitar así un vuelco imprevisto de la maquina, debiendo en todo momento circular a una velocidad no superior a 20 km/h, así como no transportar personas más allá del operario encargado de su manejo.

Se deberán de señalizar luminosa y acústicamente las maniobras, que se vayan a realizar, sobre todo en trabajos en interior de túneles o en trabajos nocturnos.

En las operaciones de carga, el conductor debe estar retirado del puesto de conducción.



Imagen 3.12. Dumper.
Fuente: TECSA

En todos los casos el dúmper debe tener pórtico antivuelco, y el conductor debe tener puesto el cinturón de seguridad.

El operario deberá manejar la máquina desde la cabina antivuelco asegurándose de una perfecta visibilidad, no bajando nunca en marcha.

Deberá evitar la sobrecarga del dúmper y el sobrellenado de la tolva que pueda comprometer así la estabilidad del conjunto cuando éste se encuentre en movimiento.

Se deberá calzar el dúmper al estacionar la máquina en pendiente y abandonar el dúmper si la carga de su tolva se realiza con medios mecánicos. Una vez finalizado el trabajo se deberá retirar la llave de contacto, situar los mandos en punto muerto y el freno de inmovilización.

Para proceder a salir de la vía, se detiene el vehículo, se activa el freno de mano y se posiciona la velocidad en punto neutro o muerto, se levanta primero el diptory trasero y se verifica que todo está en orden para circular por la vía.

En los trabajos con diptorys en vía de ancho métrico, se tendrá especial cuidado al cargar la máquina, ya que el centro de gravedad sube y ya no se cumple el diagrama de cargas establecido por el fabricante.



En todos los casos se establecerá un protocolo de subida y bajada de diplotrys.

La retroexcavadora bivial dispone de múltiples accesorios, por lo que será fundamental conocerse el libro de instrucciones y saber las limitaciones de uso en cada caso.

Al igual que con otras máquinas, es preciso establecer determinadas medidas preventivas entre las cuales destacan las siguientes:

- Disponer de un correcto mantenimiento de la misma, quedando prohibido elevar y transportar personas, y usarla como medio de remolque.
- Antes de efectuar el traslado autónomo del cargador sobre carriles para largos recorridos es obligatorio bloquear la rotación de la torre giratoria.
- Durante el trabajo en elevación ferroviaria es aconsejable limitar la altura de subida del brazo a 4,5 m.



Imagen 3.13. Vaiacar.
Fuente: COMSA

- No abandonar nunca el puesto con la carga suspendida ni el cargador con el motor encendido o con las llaves puestas en el panel
- En presencia de líneas eléctricas aéreas es obligatorio limitar la altura de subida del brazo de la máquina.

- Extremar la precaución cuando haya que descargar en un terreno en pendiente debiendo de disponerse de calces al estacionar la máquina.
- En ningún caso debe verse afectada la visión del conductor por la carga.
- Las cargas voluminosas no deben sobresalir lateralmente en exceso, ya que podrían desequilibrar la máquina o golpear a un trabajador.
- Asimismo no realizar giros bruscos ni cambios de sentido en pendiente.
- El conductor debe tener puesto el cinturón de seguridad en todo momento.
- Realizar siempre las maniobras de carga y descarga a velocidad muy lenta y nunca bruscamente, sobretodo en ancho métrico.

i. Arrollamiento/ Atropellos o golpes con vehículos

En este manual se diferencia el arrollamiento cuando se produce por una circulación ferroviaria y atropello cuando se produce por una maquina de ruedas. Debido a la importancia de este riesgo, que provoca accidentes muy graves o mortales, se explicará de manera pormenorizada en un apartado posterior.

En los trabajos constructivos de vía nueva, así como en los de renovación de la misma, existe gran cantidad de movimientos de vehículos en las proximidades de los trabajadores, ya sea para aportar material, o bien para el propio traslado del personal, que provoca la existencia y afectación de este riesgo, en gran parte de estas actividades.



*Imagen 3.14. Trabajos con riesgo de arrollamiento.
Fuente: TECSA*



Una de las posibles situaciones que desencadenan atropellos o golpes con vehículos, tienen que ver con la circunstancia que ya se ha comentado en otros apartados, de la condición de maquinaria bivial, es decir con la posibilidad de poder circular tanto por la vía mediante el empleo de diplorlys, así como circular por las inmediaciones de esta o por el interior de la traza, como un vehículo o maquinaria normal provista de ruedas, y que en el caso de no respetar las normas de seguridad, desencadenan un gran número de accidentes. Existen muchas situaciones donde se pueden producir atropellos con vehículos, particularmente cuando existen interferencia de actividades (operaciones de carga y descarga de material, traslados de personal por el interior de la obra), y no se ha llevado a cabo una adecuada planificación de los trabajos.



Imagen 3.15. *Dumper con diplorlys.* Fuente: COMSA

De esta forma, es preciso asegurarnos que los trabajadores que puedan verse afectados por el paso de vehículos o por alguna maniobra de estos, realicen su actividad en aquellas zonas señalizadas y balizadas, respetando una distancia adecuada de separación entre la zona de circulación de los vehículos y las zonas de trabajo o de paso de los operarios.

Una de las operaciones más peligrosas, relacionadas con este riesgo de atropello de vehículo, tienen que ver cuando estos realizan maniobras de marcha atrás estando algún trabajador en la proximidad, y con cierta dificultad en cuanto a la visibilidad de los mismos, por lo que será



imprescindible que los vehículos tengan instalados ,y en perfecto estado de funcionamiento, un sistema de avisador acústico de marcha atrás.

Dependiendo de la dificultad de ciertas maniobras, en las que se vea comprometida la visión del conductor, puede ser necesario la utilización de un señalista, como medida preventiva.

En todos los casos se hace preciso comprobar la ausencia de trabajadores en proximidad durante el funcionamiento del vehículo (debiendo establecerse medidas de coordinación de los trabajos cuando no se pueda evitar la presencia de otras operaciones en proximidad), y asegurarse de una adecuada visibilidad por parte del conductor.

Los trabajadores que se encuentren en zonas de confluencia con vehículos deberán de disponer de ropa de alta visibilidad que permita su inmediata localización a los conductores, para así poder detener la maniobra o la marcha del vehículo.

Elemento importante en todo ello es respetar de la velocidad máxima permitida durante la circulación de los vehículos a lo largo de toda la obra, conforme a lo determinado en el Plan de Seguridad.

Señalizar acústicamente el inicio del movimiento y comprobar la innecesaria presencia en proximidad a la máquina de trabajadores que no sean los de apoyo definidos, operar la máquina desde el puesto de mando a una velocidad baja y constante.

Se debe respetar en todo momento las indicaciones del Piloto de Seguridad, limitar la velocidad de la circulación, respetar las Zonas de Seguridad, Peligro y Riesgo para los trabajadores, determinar zonas o refugios donde retirarse ante cualquier aviso de circulación, cruzar las vías o caminar dentro de la zona de peligro sólo cuando se está totalmente seguro de la situación de las posibles circulaciones. No subir o bajar de la máquina por la entrevía, verificar si hay tráfico en la vía paralela, colocar rótulos de "silbar obreros" no circular nunca por pendientes o inclinaciones sin la velocidad de marcha adecuada y utilizar los frenos totales únicamente en caso de emergencia.

Es reseñable que mucha de la maquinaria pesada de vía dispone de pulsadores de emergencia. Se debe formar a los trabajadores para que conozcan su uso.



Imagen 3.16. Maquinaria con pulsador exterior de parada de emergencia. Fuente: COMSA

A continuación se establecen aquellas medidas preventivas a tener en cuenta cuando se trabaje con determinadas máquinas pesadas, que por sus características hacen que el riesgo de atropello sea mayor.

- **Desguarnecedora/Perfiladora/Bateadora/Estabilizador:** se debe extremar la comprobación de la ausencia de trabajadores en proximidad durante su funcionamiento (debiendo establecerse medidas de coordinación de los trabajos cuando no se pueda evitar la presencia de otras operaciones en proximidad), asegurarse de una perfecta visibilidad frontal, ya que esta maquinaria suele trabajar en una determinada zona y debe hacer varias pasadas para lograr un adecuado nivel de calidad, lo que puede provocar un arrollamiento. En especial, se hace mención de la perfiladora y bateadora. En el primer caso porque suele disponer de un personal de apoyo que le indica el replanteo de la banqueta y ayuda al reparto del balasto con una rastrilla y en el segundo porque suele ser habitual que algún ocupante de la máquina revise desde el exterior el funcionamiento de los bates.
Se debe permitir el cambio de lugar de conducción únicamente con el freno totalmente apretado y con la palanca de cambios en la posición neutral, Una vez finalizado el trabajo se deberá apagar el motor, sacar las llaves y cerrar la cabina.
- **Tren carrilero/Tren travesero/Tren de tolvas:** debe asegurarse una perfecta visibilidad frontal, respetar las indicaciones del Piloto de Seguridad, limitar la velocidad de la circulación, respetar las Zonas de Seguridad, Peligro y Riesgo para los trabajadores, determinar zonas o refugios donde retirarse ante cualquier aviso de circulación, cruzar las vías o caminar dentro de la zona

de peligro sólo cuando se está totalmente seguro de la situación de las posibles circulaciones, no subir o bajar de la máquina por la entrevía, verificar si hay tráfico en la vía paralela, colocar rótulos de "silbar obreros". Una vez que la composición en la que van integrados los vagones ha parado, apretar el freno de estacionamiento e inmovilizarla mediante calces.

En el caso de trenes empujados, donde la locomotora empuja al resto de vagones o plataformas, se deben extremar las precauciones, de manera que se debe situar a un trabajador en cola del mismo, con la señalización de cola adecuada, y en contacto permanente con el jefe de la locomotora. En estas maniobras debe circular siempre a velocidad "paso de hombre". Si el operario situado en cola detectase alguna circunstancia reseñable, se lo comunicará al jefe de la locomotora para incluso pedir el freno del tren si fuese necesario.

j. Riesgos eléctricos

En las obras en el entono ferroviario, el riesgo eléctrico puede derivarse de contactos directos de la maquinaria o de algún material con la catenaria o el feeder o con cualquier línea eléctrica aérea de las inmediaciones. También pueden existir riesgos eléctricos al trabajar en el entono de las instalaciones de seguridad y comunicación, en el empleo de maquinaria portátil, grupos electrógenos, cuadros eléctricos en trabajos en estaciones, etc.

Al igual que el riesgo de arrollamiento, debido a su importancia y a las graves consecuencias que tiene este riesgo será estudiado de manera pormenorizada en un apartado específico en este documento. Como veremos posteriormente, será fundamental en que el trabajo se puede realizar sin corte de catenaria y cuáles no.



Imagen 3.17. Trabajos con riesgo eléctrico. Fuente: COMSA

k. Sobreesfuerzos

Por lo general, para la ejecución de las obras ferroviarias, aparte de la utilización de maquinaria ligera y pesada, se realizan de forma habitual gran cantidad de trabajos manuales por parte de los operarios, relacionados en la mayoría de casos con el traslado de material, así como en la colocación de piezas esenciales para la construcción definitiva de la vía (Traviesas, carril, etc...), incidiendo significativamente todo ello, en el aumento de bajas laborales relacionadas con este riesgo.

Para la realización de la carga, el transporte y la descarga de materiales en este tipo de obra se emplean diversas máquinas pesadas que están concebidas para operar sobre la vía, lo cual no es óbice para la realización por parte de los operarios de acciones, que si se realizan de manera inadecuada o sin los elementos necesarios, puedan desembocar en una dolencia más o menos importante, que dependen de diversos factores (repetitividad e intensidad de los movimientos, tipo de carga, peso, empleo de útiles, etc.).

Para evitar en la medida de lo posible la aparición de situaciones de riesgo relacionadas con los sobreesfuerzos de los operarios ferroviarios, es necesario que se establezcan determinadas medidas preventivas como las que a continuación se relacionan:

- Planificación de los trabajos previa y elección de la maquinaria más adecuada y de los recursos humanos más adecuados.
- Utilización de herramientas adecuada en cada trabajo
- Las herramientas serán revisadas periódicamente, con el fin de detectar posibles anomalías.
- Se vigilará el estado de las bocas y la limpieza de llaves y tenazas
- Los trabajos con herramientas se realizarán con las muñecas rígidas
- Siempre se debe empujar el carril con una barra, nunca tirar de él.
- Las llaves deben ajustar perfectamente a la cabeza de perno y estar limpias de barro, grasa o aceite.
- La manipulación manual de cargas que requieran un elevado esfuerzo físico de forma continuada será llevada a cabo por medios mecánicos, autopropulsados y adaptados, y empleando medios de izado y eslingado de capacidad conocida y suficiente.
- Cuando los trabajos a desarrollar se realicen de manera manual, se recomienda que sean llevadas a cabo con la ayuda de uno o varios operarios, repartiendo el peso de tal forma que, no se transporten de forma individual objetos de peso superior a 25 kg.
- Es recomendable la realización de ejercicios de calentamiento muscular previamente al inicio de los trabajos, en especial en la zona lumbar y articulaciones de las extremidades inferiores.



Imagen 3.18. Trabajos con riesgo de sobreesfuerzo.
Fuente: FLC

Asimismo la planificación de los trabajos debe realizarse de forma que se contemple la realización de rotaciones para trabajos con mayor esfuerzo físico para los trabajadores.

Utilizar bandejas de transporte de material como medio de transporte auxiliar para desplazar las cargas a la zona de trabajos.

Existen diferentes técnicas de levantamiento que pueden ayudar a realizar las tareas de levantamiento de cargas de forma más segura para evitar lesiones musculo esqueléticas, incidiendo fundamentalmente en la colocación del peso cerca del cuerpo, y manteniendo la espalda recta, sobre todo cuando se proceda al levantamiento del peso. Es importante usar los músculos más fuertes, que son fundamentalmente los de los brazos, piernas y muslos (sobre todo estos últimos), para así evitar hacerlo con la musculatura de la espalda que es la que más carga soporta y por ende la más propensa a sufrir lesiones musculares y discales.

I. Exposición a condiciones climatológicas adversas

Los factores climáticos adquieren una gran importancia en el sector de la construcción, en lo que a prevención de riesgos laborales se refiere, ya que los trabajos se ejecutan al aire libre, en la mayor parte de los casos, al igual que ocurre en los trabajos de construcción y mantenimiento de vías férreas. Estos factores pueden ser de diferente índole, destacando fundamentalmente los que tienen que ver con la exposición al sol, exposición al frío y los de exposición a condiciones climatológicas adversas.



El trabajo en vía se desarrolla en su mayor parte a la intemperie, lo cual hace que las condiciones climatológicas influyan en algunos casos de manera radical sobre la seguridad de los trabajadores, ya sea por exposición a temperaturas extremas, tanto de calor como de frío.

La exposición al sol, puede suponer un grave riesgo, sobre todo en ciertas épocas del año. Las temperaturas extremas asociadas a una elevada humedad relativa, a una actividad física intensa, al desarrollo de tareas que desprenden calor (hormigonado, soldadura, etc.) o al empleo de un vestuario que no permita o dificulte la transpiración, provocan un aumento de la temperatura interna del cuerpo.

El efecto más grave de la exposición a situaciones de calor intenso es el llamado “golpe de calor”, que se caracteriza por una elevación incontrolada de la temperatura corporal.

Cuando se produce un golpe de calor la piel se calienta, se seca, cesa la sudoración, aparecen contracciones de los músculos, aumenta el ritmo respiratorio y cardíaco, la temperatura corporal sube y se presentan alteraciones de la conciencia.

Por ello, es recomendable que para los trabajos que se ejecuten durante el verano se apliquen las siguientes medidas preventivas:

- Someterse a un reconocimiento médico periódico con objeto de detectar sensibilidades especiales del trabajador ante elevadas temperaturas.
- En las horas centrales del día se recomienda que no se realicen trabajos que requieran esfuerzo físico a la intemperie, siendo preferible aprovechar las horas nocturnas y las primeras horas de la mañana para desarrollar este tipo de trabajos.
- Uso de ropa ligera, siempre de alta visibilidad.
- Hidratación permanente. Es necesario que exista permanentemente en el tajo a disposición de los trabajadores abundante agua potable.
- Queda terminantemente prohibido el consumo de alcohol en estas circunstancias.
- Se recomienda que las comidas sean livianas, bajas en grasas, preferiblemente pescados, hortalizas, hidratos de carbono y/o frutas.
- Siempre que no sea necesario el uso de casco, e incluso si se puede simultanear, protegerse la cabeza del sol con gorras o sombrero de paja.
- Utilizar cremas protectoras para la piel para evitar quemaduras por el sol.
- Los lugares de descanso deben ser frescos y sombreados.

Por contra y tratándose de trabajos a la intemperie, al igual que existen periodos de mucho calor, también hay periodos de trabajo que son desarrollados a bajas temperaturas y en condiciones de humedad y viento fuerte, o una combinación de todos estos factores, que pueden ocasionar un enfriamiento corporal.

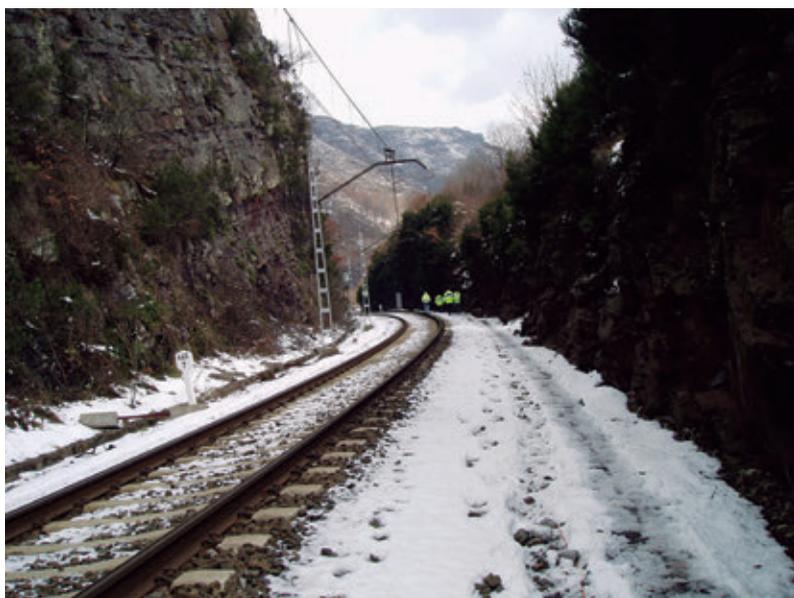


Imagen 3.19.
*Desplazamiento
por la vía con nieve.*
Fuente: TECSA

Los signos y síntomas más característicos de la hipotermia comienzan con una sensación de frío, confusión mental, desorientación, pulso irregular, etc. pudiendo llegar en casos extremos a la congelación.

En el caso de darse estas circunstancias es recomendable que, para los trabajos que se ejecuten durante el invierno, se apliquen las siguientes medidas preventivas:

- Someterse a un reconocimiento médico periódico con objeto de detectar sensibilidades especiales del trabajador ante bajas temperaturas.
- Uso de ropa de abrigo, de alta visibilidad.
- Tomar comidas calientes con una aportación suficiente de calorías, bebidas templadas y no ingerir bebidas alcohólicas.



- Los trabajos en zonas de sombra o umbría es recomendable que se hagan en las horas centrales del día, realizando los trabajos en zonas soleadas al comienzo de la jornada.
- Los lugares de descanso estarán secos y serán calientes.
- Siempre que no sea necesario el uso de casco, e incluso si se puede simultanear, se recomienda proteger la cabeza del frío con pasamontañas.



Imagen 3.20. *Condición adversa por niebla. Fuente: COMSA*

Las lluvias intensas, los vientos fuertes, las abundantes nevadas, las tormentas severas o las nieblas densas condicionan el desarrollo normal de los trabajos que habitualmente se ejecutan en los trabajos de construcción y mantenimiento de vías férreas.

m. Contactos térmicos

El riesgo por contacto térmico suele manifestarse, entre otras situaciones, en aquellas tareas que tienen que ver con la soldadura, independientemente la modalidad elegida (aluminotérmica, eléctrica, oxiacetilénica).

En el caso de la soldadura aluminotérmica es donde los operarios encargados de estos trabajos, por la particularidad de la misma, se encuentran a una distancia en ocasiones demasiado corta, pudiendo ser afectados por quemaduras en la ejecución del precalentamiento de los carriles, durante la ejecución de la colada del metal de aportación o durante el desmoldado de la soldadura, si aún guarda suficiente temperatura.



Entre las medidas preventivas a tener en cuenta durante las labores de soldadura aluminotérmica se encuentran las siguientes:

- Se comprobará el estado del molde y del crisol.
- Se utilizarán pantalla facial, guantes de manguito largo, botas con polainas, etc.
- Alejarse a una distancia de seguridad suficiente en el momento de la reacción.
- La retirada del crisol y los moldes se realizará una vez transcurrido el tiempo necesario de enfriamiento.
- Evitar que la escoria y restos de soldadura entren en contacto con agua, ya que puede provocar explosiones.
- Se dispondrá en el tajo de un extintor.
- Comprobar la caducidad del kit de soldadura.
- Utilizar un kit de soldadura nuevo para cada trabajo.
- No reutilizar los sobrantes de anteriores actuaciones.

En trabajos de soldadura oxiacetilénica, las medidas preventivas a tener en cuenta, son:

- Las botellas estarán en posición vertical (carros portabotellas), se vigilará el estado de mangueras y manómetros, válvulas anti-retroceso. Queda prohibido la utilización de las botellas de acetileno tumbadas o inclinadas, ya que la acetona pierde su capacidad de estabilizar el acetileno, al perder espesor la capa que lo protege del exterior. La capacidad de explosión es muy grande.
- Las botellas de gases licuados se acopiarán separadas (oxígeno, acetileno, butano, propano), con distinción expresa de lugares de almacenamiento para las agotadas y las llenas.
- Almacenar lejos de materiales inflamables y bengalas (fuera zonas calor).
- El tajo estará convenientemente iluminado.
- Los residuos procedentes de la soldadura se depositarán en lugares adecuados donde no puedan provocar un incendio.
- Se dispondrá de ropa de trabajo, gafas o pantalla de protección de cristal inactínico, guantes de cuero manga larga, mandil de cuero, polainas, calzado de seguridad con puntera y suela reforzada.
- No dejar nunca el soplete encendido, (y menos colgado de las botellas).
- No realice trabajos de soldadura o corte próximos a sustancias inflamables o explosivas.
- Queda prohibido fumar cuando se corte o suelde, así como cuando se manipule mecheros y botellas.
- No se permitirán fuegos en el entorno de las botellas.
- Disposición de extintor en el tajo.



Imagen 3.21. Botellas de acetileno para soldadura. Fuente: COMSA

En los trabajos con soldadura eléctrica, las medidas preventivas a tener en cuenta son:

- Aislamiento de cables y estado de terminales e interruptores correctos.
- El cable de masa se conectará sobre la pieza a soldar (o la más cerca posible), usando grapas adecuadas.
- Usar pantalla facial para protección de radiaciones y proyecciones (gafas especiales con filtro en el caso de los ayudantes), guantes de cuero de manga larga, mandil, polainas, calzado de seguridad con puntera metálica, cortinas o mamparas de protección.
- No realizar trabajos de soldadura lloviendo, o en lugares encharcados.



Imagen 3.22. Soldadura aluminotérmica. Fuente: COMSA

n. Contacto de sustancias causticas o corrosivas

El riesgo por contacto de sustancias causticas o corrosivas se manifiesta de manera particular en trabajos de renovación de vía donde se procede a la sustitución o renovación de traviesas de madera, que para su conservación han sido tratadas en su momento con creosota que es un líquido aceitoso, de color negro a marrón, escasamente soluble en agua y de olor característico que recuerda al humo, a la gasolina y al aceite, que es sumamente irritante para la piel. La creosota es un compuesto que contiene hidrocarburos aromáticos policíclicos como el benzopireno, clasificado como cancerígeno, mutagénico y toxico para la reproducción, por lo que para su manipulación por parte de los operarios se hace imprescindible utilizar guantes, como medida preventiva.

Otra actividad en la que los operarios pueden entrar en contacto con sustancias causticas o corrosivas es durante los trabajos de desencofrado donde se realizará con ayuda de uñas metálicas y los productos desencofrantes. En este caso, se aplicarán siempre con las manos protegidas por guantes. Una vez concluido un determinado tajo, se limpiará eliminando todo el material sobrante, que se apilará, en un lugar definido expresamente para ello.

o. Incendios

El riesgo de incendio, puede manifestarse en diferentes situaciones y motivado por diferentes condicionantes, si bien las más comunes suelen ser por la existencia de una manipulación incorrecta de productos combustibles, falta de limpieza en zonas exteriores cubiertas de



vegetación, y en los trabajos donde se realicen labores de soldadura , independientemente del tipo de la misma.

En el caso de incendios producidos en el entorno de la vía por la existencia de exceso de vegetación, hay que indicar que la probabilidad de que este riesgo pueda manifestarse, se incrementa fundamentalmente durante las épocas de verano, por lo que es recomendable realizar labores de limpieza de cunetas y de las zonas junto a la vía, incidiendo en aquellas zonas de trabajo donde se vayan a realizar labores de corte con radial, o de soldadura.



Imagen 3.23. Soldadura
oxiacetilénica.
Fuente: TECSA

En el caso de emplear radiales, para el corte de carril, es necesario, aparte de tener limpia la zona de vegetación o de cualquier otro material combustible, algún elemento que impida que las chispas provenientes del disco puedan saltar hasta alguna zona cercana que pueda provocar el incendio. Como posible medida preventiva se puede utilizar una chapa metálica de dimensiones adecuadas que haga de parapeto y proteja la zona de salida de las chispas.

Otras medidas preventivas a tener en cuenta para evitar los incendios son:

- Limpieza de posibles derrames de combustible de las máquinas de obra.
- Repostajes de combustible de la maquinaria siempre con el equipo parado

- Existencia de extintores en los tajos donde se emplean radiales o equipos de soldadura
- Los productos peligrosos y combustibles han de estar perfectamente identificados, etiquetados y en recipientes apropiados para su empleo.



Imagen 3.24. *Productos inflamables. Fuente: COMSA*

p. Vibraciones.

En los trabajos desarrollados en el montaje de vía nueva, así como de renovación de vía, es necesario indicar la existencia de vibraciones de cuerpo entero como las que sufren los operarios encargados de la conducción de maquinaria ferroviaria pesada, así como vibraciones mano – brazo que son sufridas por los trabajadores que, habitualmente emplean maquinaria portátil, y que afectaran a los trabajadores en mayor o menor medida en función de tiempo de exposición, tipo de maquinaria, etc.

Las vibraciones de cuerpo entero pueden producir trastornos respiratorios, músculo-esqueléticos, sensoriales, cardiovasculares, efectos sobre el sistema nervioso, sobre el sistema circulatorio o sobre el sistema digestivo, debiendo tomarse como medidas preventivas para evitar los efectos negativos de estas, o reducirlos al máximo, el empleo de asientos ergonómicos y antivibratorios.

Las vibraciones mano-brazo pueden causar trastornos vasculares, nerviosos, musculares, de los huesos y de las articulaciones de las extremidades superiores.

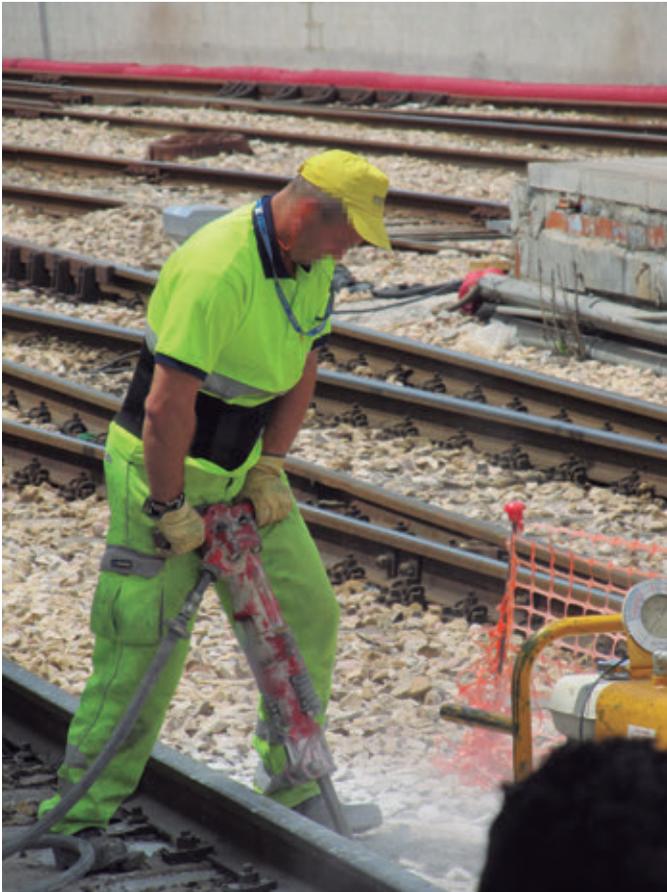


Imagen 3.25. Trabajo con martillo neumático. Fuente: FLC

Las vibraciones de mano afectan a los operarios que utilizan herramientas manuales como clavadoras, tronadoras, martillos neumáticos, etc. Si los trabajadores utilizan durante mucha parte de su jornada laboral esta maquinaria se recomienda realizar rotaciones en los puestos de trabajo y uso de muñequeras antivibratoras, debiendo leer el libro de instrucciones de cada máquina, para observar las recomendaciones de su uso, y así poder evitar una mala utilización que incremente la cantidad de vibraciones soportadas.

Respecto al uso de bateadoras manuales, se deben restringir su uso debido a las vibraciones que tiene que soportar el trabajador, no recomendándose su uso más de una hora al día.

q. Exposición al ruido

Los trabajos ferroviarios, sobre todo los propios de vía: desguarnecido, colocación de carriles, traviesas, bateo, etc. pueden generar altos niveles de ruido, cuya exposición para los trabajadores puede resultar un riesgo nada desdeñable.



Imagen 3.26. *Uso de protectores auditivos.* Fuente: COMSA

La presencia de ruido disminuye la capacidad de alerta del individuo frente a otro tipo de riesgos tales como el arrollamiento, la caída a distinto nivel o el corte con máquinas, los cuales pueden materializarse en accidentes de trabajo.

Teniendo en cuenta los principios de la acción preventiva debemos eliminar el riesgo en primer lugar, en la fuente.

Sin embargo, la naturaleza de las máquinas y los materiales utilizados en los trabajos, rígidos, de alta densidad y preparados para luchar contra el desgaste, y de los propios trabajos, que obligan al choque entre ellos hace imposible intervenir en el proceso para disminuir los niveles de ruido. Por lo tanto, se puede luchar contra este riesgo con dos medios, la organización de los trabajos y la protección del trabajador expuesto.

Además, en trabajos de renovación con circulación, es necesario estar atentos al paso de circulaciones externas y, si disponemos de protectores auditivos, es posible no oír el aviso de retirada del piloto. Existen empresas que han desarrollado un sistema de aviso por medio de un dispositivo que se une al brazo y emite una vibración que avisa del inminente paso del convoy ferroviario.

Organización del Trabajo: Es una medida mediante la cual se pretende minimizar el nivel de ruido al que está expuesto el trabajador diariamente basada en la rotación de puestos, de forma que los puestos con mayor exposición los puedan realizar varios trabajadores durante la jornada laboral.

Para ello, es necesario contar con trabajadores capacitados para desempeñar los distintos trabajos.

Protección: De modo complementario a la organización del trabajo, se debe facilitar a los trabajadores protectores auditivos individuales cuando puedan estar expuestos a un nivel de ruido igual o superior a 80 dB(A) –nivel de exposición diario equivalente– o a 135 dB(C) –nivel de pico–. La utilización de dichos equipos de protección individual será obligatoria siempre que el nivel de ruido sea igual o superior a 85 dB(A) o a 137 dB(C).

En este caso, se pueden utilizar cascos de protección que atenúan el ruido y que, sin embargo permiten escuchar las conversaciones, ya que la frecuencia de la voz humana no está limitada.

Para reducir la exposición al ruido también se pueden realizar con unas sencillas medidas preventivas:

- En el caso de trabajar dentro de una máquina, no hacerlos con la cabina de la máquina abierta.
- Realizar un adecuado mantenimiento preventivo de la maquinaria.

r. Exposición de sustancias nocivas y tóxicas.

Este riesgo resulta de suma importancia tenerlo en cuenta especialmente en los trabajos que se realicen en el interior de túneles y con maquinaria de gasoil, pues debido a la combustión de los motores, que consumen oxígeno y producen monóxido de carbono, y a la deficiente ventilación de los túneles ferroviarios, que a diferencia de los carreteros carecen de sistemas de evacuación de gases en su diseño, puede generar una atmósfera dañina para los trabajadores.

En el caso de gases es conveniente controlar el nivel de oxígeno y de monóxido de carbono en el interior de los túneles. Para ello se utiliza un detector múltiple de gases. Éste dispone de señal

sonora y lumínica programable para que avise cuando se alcanzan los límites que no deseamos que se superen, de ese modo podemos evacuar la zona de trabajo. Para evitar situaciones en las que el nivel de CO supere el límite establecido es conveniente que los motores dispongan de catalizadores que reduzcan la emisión de este gas. Asimismo es posible instalar un sistema de ventilación forzada.

Cabe la posibilidad de planificar los trabajos de modo que el número de máquinas trabajando simultáneamente dentro del túnel sea tal, que los gases que emitan no resulten nocivos para los trabajadores.

En última instancia podría equiparse a los trabajadores con protectores respiratorios, pero eso sólo debe hacerse en casos puntuales y para trabajos de corta duración.

También se debe analizar la existencia de hidrocarburos aromáticos existentes en su composición como el benceno, presentes en la creosota de traviesas de madera. En el caso de sustitución de traviesas en el interior de túneles, por ejemplo, se controlarán los gases existentes.



Imagen 3.27. Polvo por vertido de balasto.
Fuente: TECSA



En el caso de trabajar con polvo debido tanto a la actividad de vertido de balasto como a una circulación intensa de vehículos y maquinaria, se podrán disponer de las siguientes medidas preventivas:

- Se regará el acopio de balasto para evitar generación de polvo.
- Renovación de aire periódica en túneles. En caso de presencia de maquinaria ferroviaria en interior de túneles o zonas con baja ventilación será necesario disponer de ventiladores o extractores de aire para mejorar la calidad de la atmósfera en la zona de trabajo.
- Los trabajos de manipulación de balasto han de realizarse utilizando el correspondiente equipo de protección respiratoria adecuado. Uso de mascarilla en caso de producirse polvo en la descarga del balasto y en las proximidades de la cadena de la desgarnecedora.

s. Deficiente nivel de iluminación

En los trabajos ferroviarios pueden encontrarse, fundamentalmente, dos situaciones en las que la iluminación puede ser deficiente: en los trabajos nocturnos (muy comunes, pues se aprovecha esta franja horaria en que disminuyen las circulaciones para actuar sobre la vía, especialmente en labores de mantenimiento) y los trabajos en el interior de túneles.

La única referencia que podemos encontrar en la normativa española de prevención sobre niveles mínimos de iluminación en el trabajo en obras de construcción está incluida en el "R.D. 1627/1997 sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud en obras de construcción", donde se dan unas recomendaciones preventivas muy someras, sin establecer límites numéricos concretos.

Así pues, para encontrar alguna referencia normativa donde se definan los niveles de iluminación hemos de recurrir a las normas "UNE 72163:84. Niveles de iluminación. Asignación a tareas visuales" y la norma "UNE 72112:85. Tareas Visuales. Clasificación". La iluminación de los lugares de trabajo ha de ser tal que los trabajadores puedan desarrollar su actividad en unas condiciones de visibilidad adecuadas para su seguridad y su salud.



Imagen 3.28.
*Iluminación artificial
en trabajos en túnel.*
Fuente: COMSA

Las consecuencias de una inadecuada iluminación de la zona de trabajos pueden resumirse en:

- El incremento de los errores en la ejecución del trabajo, lo que genera un aumento de la probabilidad de que se materialicen accidentes de trabajo.
- El aumento de la fatiga visual de los operarios y, por lo tanto, el incremento de la probabilidad de que se produzcan accidentes, especialmente en trabajos de precisión.
- Riesgo para el operario de ser golpeado, atropellado o arrollado por máquinas por no ser vistos por el maquinista.

Para eliminar los riesgos que genera una inadecuada iluminación debe, por una parte, aumentarse el nivel de iluminación y, por otra, equipar a los operarios con ropa de alta visibilidad.

Se complementará la iluminación que dispone la máquina por defecto, para permitir la visión a los trabajadores que operan cerca de ella, como por ejemplo la retroexcavadora bival, la maquinaria pesada de vía, las motoclavadoras, etc.

En los trabajos puntuales o delimitados, se acompañarán los trabajos con la disposición de torres de iluminación. La colocación de los focos será tal que no provoque deslumbramientos en los operarios y maquinistas que trabajan en el tajo.



Imagen 3.29. Torre de iluminación. Fuente: VIAS

Debe tenerse en cuenta que en trabajos de excavación no es suficiente con la iluminación de la máquina que la realiza, especialmente si el maquinista está auxiliado por operarios que le dan indicaciones desde el suelo, puesto que los diversos vaivenes de la máquina provocan deslumbramiento en los trabajadores, cuando no zonas de sombra y oscuridad, lo cual puede desencadenar un accidente por atropello o por caída de los operarios.

En trabajos nocturnos es conveniente que los operarios, además, dispongan de linternas personales, sobretodo frontales unidos al casco para liberar las manos y poder trabajar a la vez que se ilumina la zona de trabajo. Esto permite iluminación en los momentos de acceso al tajo y en la realización de tareas de precisión como soldaduras de carril, trabajos con tronzadoras, aparatos de señalización, cambios de aguja, etc.

En el lugar de trabajo se debe actuar de forma que se pueda ver y ser visto en todo momento.

Si la visibilidad en el tajo no es suficiente, debe mejorarse o suspenderse el trabajo, ya que de lo contrario aumenta el riesgo de que se produzca un accidente.

PROCEDIMIENTOS DE INTERRUPCIÓN DE LA CIRCULACIÓN Y DE LA TENSIÓN EN ADIF





04. PROCEDIMIENTOS DE INTERRUPCIÓN DE LA CIRCULACIÓN Y DE LA TENSIÓN EN ADIF

A continuación se examinarán los diferentes procedimientos de interrupción de la circulación con objeto de evitar el riesgo de arrollamiento, así como de la tensión de la catenaria, durante el desarrollo de los trabajos en los que el trabajador entre o pueda entrar en la zona de peligro eléctrico del sistema línea aérea de contacto (catenaria), bien sea con una parte de su cuerpo, o con las herramientas, dispositivos o materiales que manipula.

Es preciso indicar que recientemente se publicó el RD 664/2015, de 17 de julio que aprueba el Reglamento de Circulación Ferroviaria, cuyo objeto principal es disponer de una normativa única que permita una circulación ferroviaria segura y eficiente en la Red Ferroviaria de Interés General (REFIG), adaptando la regulación al desarrollo del sector ferroviario y de la tecnología en los últimos años, e incorporando la normativa europea reciente. Está prevista su entrada en vigor el 1 de enero de 2017, momento en que dejarán de aplicarse el Reglamento General de Circulación, las Normas Específicas de Circulación (NEC) de la línea Madrid-Sevilla, y las prescripciones técnicas y operativas de Circulación y Seguridad (PTO) correspondientes al tramo Madrid-Zaragoza-Lleida de la línea de alta velocidad Madrid-Barcelona-Figueras, Versión 2, así como el Reglamento de Circulación de Trenes de FEVE, considerándose este periodo como transitorio, siendo aplicables durante el mismo, los mencionados documentos.

Por todo ello, los procedimientos de trabajo así como las funciones de los diferentes agentes de circulación, se verán modificados a partir de 2017, con la entrada en vigor, de la totalidad del RD 664/2015.

4.1 Agentes de circulación adif. Tipos y funciones

Existen distintos agentes encargados de diversas funciones a la hora de poder trabajar en una vía con circulación de trenes.

Los agentes autorizados deben estar homologados según lo establecido por la Orden FOM/2872/2010 del 5 de noviembre, mediante la superación de cursos realizados por entidades formativas homologadas, que regula las funciones relacionadas con la seguridad en la circulación, como son:

- Personal de circulación.
- Personal de infraestructura.



- Personal de operaciones del tren.
- Personal de conducción.
- Personal responsable de control del mantenimiento de material rodante.

Existen distintos tipos de habilitaciones que afectan al proceso de interrupción de la circulación de la vía:

Para el **personal de circulación** se establecen, en función del tipo de actividad que vaya a realizar, las habilitaciones siguientes:

- **De responsable de circulación.** La habilitación de responsable de circulación faculta a su titular para dirigir la circulación de trenes y maniobras en una estación, o en un conjunto de estaciones, en las que esté operativo un sistema de control de tráfico centralizado, así como para ejercer todas aquellas funciones que la normativa ferroviaria vigente en materia de seguridad en la circulación asigne al mismo y, además, para realizar todas las tareas para las que faculta la habilitación de auxiliar de circulación.
- **De auxiliar de circulación.** La habilitación de auxiliar de circulación faculta a su titular para, conforme a las órdenes del responsable de circulación, llevar a cabo determinadas tareas en las terminales y estaciones ferroviarias, tales como el accionamiento de agujas y de las barreras de los pasos a nivel, la realización de maniobras y demás tareas complementarias.

Para el **personal de infraestructura** se establecen, en función del tipo de actividad que se vaya a realizar, las siguientes habilitaciones:

- **De encargado de trabajos.** La habilitación de encargado de trabajos faculta a su titular para realizar las funciones correspondientes a actuaciones en vía bloqueada según se establece en la normativa ferroviaria vigente en materia de seguridad en la circulación, controlar y, en su caso dirigir, los trabajos que se lleven a cabo en la infraestructura ferroviaria o en sus proximidades, controlando a los pilotos de seguridad en la circulación en sus funciones de vigilancia de la infraestructura y protección de los trabajos sobre la misma en relación con la seguridad en la circulación. En cada caso, la habilitación especificará las funciones correspondientes a las actuaciones o especialidades de que se trate, **que podrán ser de infraestructura y vía; electrificación; señalización; o telecomunicaciones;** o cualquier otra que pudiera establecer la Dirección General de Infraestructuras Ferroviarias a propuesta del Administrador de Infraestructuras Ferroviarias
- **De piloto de seguridad en la circulación.** La habilitación de piloto de seguridad en la circulación faculta a su titular para realizar las funciones de vigilancia de la infraestructura y protección de los trabajos sobre la misma en relación con la seguridad en la circulación ferroviaria, así como la vigilancia de los pasos a nivel.



- **De operador de maquinaria de infraestructura.** La habilitación de operador de maquinaria de infraestructura faculta a su titular para el desplazamiento, manejo y guiado del material rodante auxiliar específicamente habilitado para realizar trabajos en la infraestructura ferroviaria, incluyéndose, entre otros, la maquinaria de vía, los vehículos de socorro y los vehículos automóviles adaptados para circular por las vías.

Para el **personal de operaciones** del tren se establecen, en función del tipo de actividad que vaya a realizar, las siguientes habilitaciones:

- **De auxiliar de operaciones del tren.** La habilitación de auxiliar de operaciones del tren faculta a su titular para realizar, entre otras, las labores de enganche, desenganche y acoplamiento de vehículos ferroviarios, colaborar en la realización de pruebas de frenado y efectuar la colocación y retirada de las señales de cola de los trenes. También podrá realizar, a las órdenes del responsable de circulación, y cuando disponga de la formación requerida y así conste en su habilitación, todas las operaciones que conlleva la realización de maniobras, excepto el manejo de los vehículos de maniobras.
- **De cargador.** La habilitación de cargador faculta a su titular para dirigir y, en su caso, además realizar, las operaciones de carga y descarga de las mercancías transportadas por ferrocarril, entre las que se incluyen el acondicionamiento de la carga y su sujeción al material remolcado.
- **De operador de vehículos de maniobras.** La habilitación de operador de vehículos de maniobras faculta a su titular para realizar –dentro del límite de la denominada zona de maniobras de las terminales de mercancías y estaciones integrantes de la Red Ferroviaria de Interés General, que establece la normativa ferroviaria vigente en materia de seguridad en la circulación–, el desplazamiento y manejo de vehículos ferroviarios por sus vías, en operaciones asociadas a las actividades de maniobras, de clasificación, y de retirada o suministro de material rodante a derivaciones particulares, centros de tratamiento técnico o centros de mantenimiento de material ferroviario. En todo caso, cuando en el manejo de los correspondientes vehículos sea necesario salir a vías de circulación, el titular de esta habilitación deberá estar en posesión de la licencia de conducción.

4.2 Otras figuras de circulación

Reguladas en el RGC y últimamente, en el Real Decreto 664/2015, de 17 de julio, por el que se aprueba el Reglamento de Circulación Ferroviaria, se destacan las siguientes figuras importantes a la hora de solicitar interrupción de la circulación para la realización de los trabajos en vía, como se verá posteriormente.



Puesto de Mando es el lugar desde el que se coordina toda la circulación de trenes. Al PM (como le llamaremos a partir de ahora) le llega la información de qué trenes tienen que circular y en qué horario, sus paradas, su composición, su peso, su longitud, su número de circulación, cómo es el tren, qué lleva, si lleva mercancías peligrosas, si es un tren regular, si es uno especial... En fin, toda la información relevante para que pueda circular.

El **jefe de circulación o el CTC** es el agente que dirige la circulación en una estación o en el CTC. Ejerce el mando del personal de movimiento y del personal de los trenes que se encuentren en la estación, o estaciones de CTC, en todo lo relativo a la circulación. Suele haber uno en cada estación.

Agente de circulación: El agente que, a las órdenes directas del Jefe de circulación o del CTC, asegura el servicio de circulación mediante la aplicación de las normas reglamentarias.

Agente de maniobras: El agente que, a las órdenes directas del Jefe de circulación, del CTC o del Agente de circulación, está encargado del accionamiento de las agujas, la realización de las maniobras y del cumplimiento de otras normas reglamentarias que le correspondan.

4.3 Agentes de circulación de ADIF. Consideraciones prácticas

Es importante reseñar que la misión de los agentes de circulación no es velar por seguridad laboral, sino por asegurar que las circulaciones ferroviarias se realizan adecuadamente.

a. Encargado de trabajos

Es el agente autorizado para intervenir en el régimen de bloqueo por ocupación y dirigir trabajos en las proximidades de la vía. Asimismo, intervendrá cuando sea necesario en el régimen de liberación por tiempo.

La habilitación de encargado de trabajos faculta a su titular para realizar las funciones correspondientes a actuaciones en vía bloqueada según se establece en la normativa ferroviaria vigente en materia de seguridad en la circulación, controlar y, en su caso dirigir, los trabajos que se lleven a cabo en la infraestructura ferroviaria o en sus proximidades, controlando a los pilotos de seguridad en la circulación en sus funciones de vigilancia de la infraestructura y protección de los trabajos sobre la misma en relación con la seguridad en la circulación.

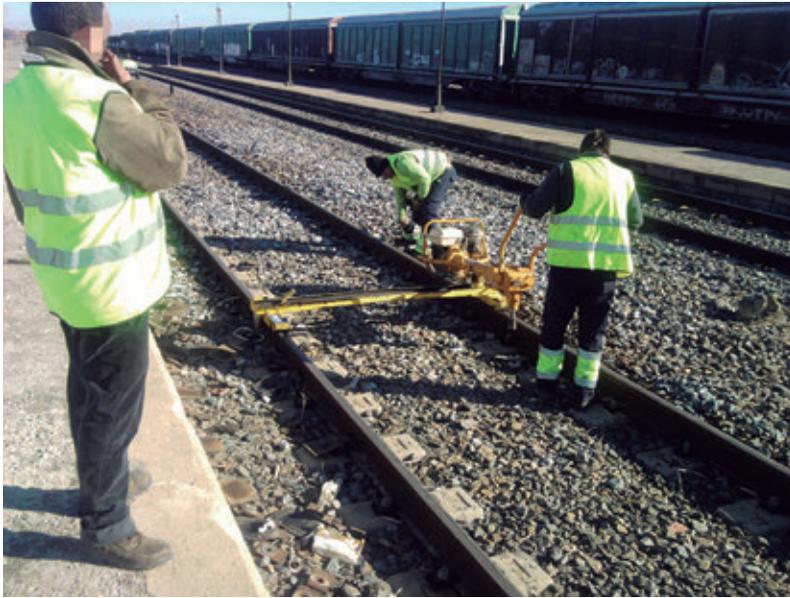


Imagen 4.1.
Encargado de
trabajos. Fuente VIAS

Al finalizar los trabajos de cada jornada asegurará que la vía e instalaciones estén libres de obstáculos y que se encuentran dispuestas en las condiciones de seguridad para el paso de los trenes en el momento de su entrega a la circulación.

Deberá, en todos los casos, ejercer la vigilancia del cumplimiento de las Normas en vigor y contar con la experiencia, capacitación y formación adecuada, acreditada con la correspondiente designación.

En toda obra habrá al menos un encargado de trabajos que solicite la interrupción de la circulación para la realización de los trabajos en vía (y de la tensión si es necesario) en contacto con el puesto de mando o similar, y que permitirá el acceso a la vía de máquinas y trabajadores una vez confirmado que no hay circulaciones.

Los pilotos estarán al servicio del encargado de los trabajos.

Comprobará que se ha instalado la señalización de limitación de velocidad según lo establecido en la consigna de la interrupción de la circulación para la realización de los trabajos en vía concedida.



En caso de trabajos en vía doble avisará con suficiente antelación a trabajadores y maquinaria para que el paso de circulaciones externas por vía paralela a donde se realicen los trabajos no afecte a la circulación del convoy.

En caso de interrupción de la tensión para la realización de los trabajos en vía se comprobará que se han colocado las pértigas de puesta a tierra.

Deberá avisar con tiempo a la empresa contratista para que retire a los trabajadores y la maquinaria. La homologación de ET y sus funciones las recoge la orden FOM. los reglamentos definen la figura. Existen diversos tipos de homologaciones y funciones de los encargados de trabajos, según queda recogido en la Orden FOM/2872/2010, de 5 de noviembre, por la que se determinan las condiciones para la obtención de los títulos habilitantes que permiten el ejercicio de las funciones del personal ferroviario relacionadas con la seguridad en la circulación, recogándose la definición de la figura en los diferentes reglamentos existentes tales como el Reglamento General de Circulación (RGC) en el caso de línea convencional, NEC para la línea de alta velocidad Madrid Sevilla y PTO para el resto de líneas de alta velocidad.

En ADIF ancho ibérico actualmente suelen ser los encargados de trabajos pertenecientes a ADIF. Sin embargo, en las líneas de alta velocidad es más común que pertenezcan a las empresas contratistas.

b. Piloto de seguridad

El piloto de seguridad se debe designar en todos los trabajos que indiquen el Reglamento General de Circulación o la normativa que sea de aplicación.

Conviene aclarar que, con independencia de las obligaciones que tenga en el cumplimiento de sus funciones, el piloto de seguridad no es responsable de velar por la seguridad y salud de los trabajadores de las empresas participantes en las obras.

Como antes se ha comentado, y al igual que en el caso de encargado de los trabajos y otras figuras antes reseñadas, la "habilitación" del piloto de seguridad corresponde al administrador ferroviario de la infraestructura, que es quien define las condiciones psicofísicas y los conocimientos que debe aportar para ello.

La habilitación de piloto de seguridad en la circulación faculta a su titular para realizar las funciones de vigilancia de la infraestructura y protección de los trabajos sobre la misma en relación con la seguridad en la circulación ferroviaria, así como la vigilancia de los pasos a nivel.



El piloto es el encargado de supervisar los tajos con maquinaria pesada y que puedan afectar a las circulaciones ferroviarias externas.

Esta figura puede ser aportada por el propio administrador de la infraestructura, por la empresa contratista o por una subcontratista, si bien el visto bueno en estos últimos casos lo debe dar el citado administrador.

Deben estar en contacto permanente con el encargado de los trabajos, estando a sus órdenes.

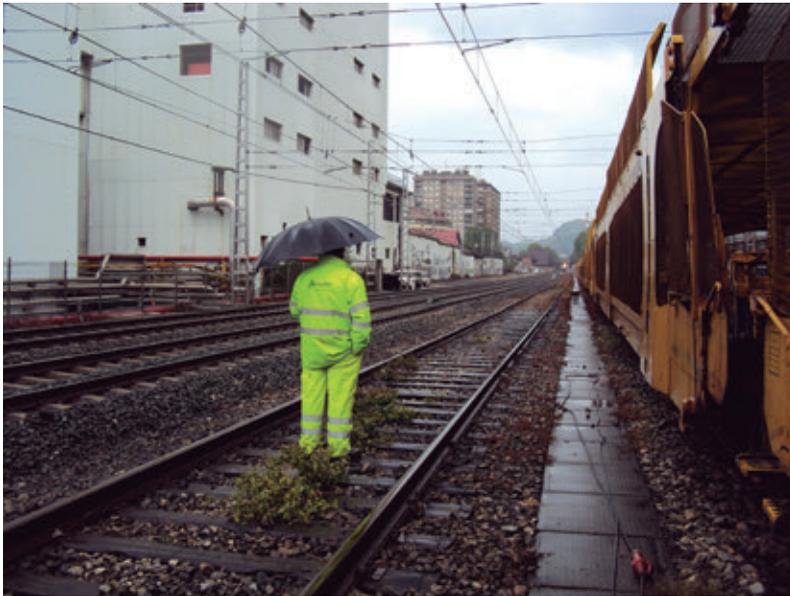


Imagen 4.2. *Piloto de seguridad.* Fuente: TECSA

El piloto de seguridad, al igual que el resto de los trabajadores, debe llevar ropa de color amarillo con bandas reflectantes de alta visibilidad. Puesto que es necesario que controle los intervalos de tiempo en los que se puede o no trabajar, es indispensable que esté provisto de un reloj. Además, como tiene que estar permanentemente en contacto con el puesto de mando, es preciso que disponga de teléfono; por ello, deberá colocarse en el lugar desde el que divise todo el tajo y, además, tenga cobertura para poder establecer o recibir las comunicaciones necesarias.



En el caso de que el piloto de seguridad pierda el contacto con el puesto de mando o con el CTC, independientemente de las circulaciones previstas, deberá paralizar inmediatamente los trabajos y ordenar la evacuación de la vía.

Tendrá que disponer también de un elemento de iluminación y de un elemento emisor de señales acústicas para el aviso de la llegada de las circulaciones.

El piloto de seguridad tiene prohibido abandonar su puesto. Asimismo, para asegurarse de que su tarea la desempeña correctamente, no ejercerá simultáneamente ninguna otra.

El Piloto se debe designar en todos los trabajos que indique el Reglamento General de Circulación, o la normativa que sea de aplicación, así como cuando lo entienda necesario el Director de los Trabajos, en concreto en el apartado 5.1.1 se indican algunas de las situaciones para las que es necesaria la designación de un Piloto de Seguridad.

Con independencia de las obligaciones que tenga en el cumplimiento de sus funciones, no es responsabilidad del Piloto la seguridad de los trabajadores de las empresas participantes en las obras.

Por lo tanto para estas funciones, como se indica en el apartado anterior, es necesario que la empresa contratista disponga de un procedimiento propio para cumplir con las obligaciones en materia preventiva que le impone la Ley y asignar así los recursos que se estimen necesarios.

En el caso de interrupción de la tensión en la catenaria en alta velocidad, es necesario disponer de un agente de interrupción de tensión en líneas de 25 kv (catenaria) con la que el trabajador estará capacitado y autorizado para realizar el proceso de interrupción de la tensión en catenaria con arreglo a la normativa y procedimientos de actuación vigentes. Y de agentes habilitados para la interrupción y restablecimiento de tensión en subestaciones ss/ee, en el caso de realizar trabajos de mantenimiento en SS/EE con arreglo a la normativa y procedimientos de actuación vigentes.

4.4 Zonas de seguridad de la vía ADIF

Como se ha determinado anteriormente, será necesaria la presencia de encargado de trabajos o similar siempre y cuando las obras puedan afectar a la seguridad de la circulación ferroviaria. Se establecerá, según el tipo de vía, la velocidad de las circulaciones, trabajos a desarrollar y distancia de los mismos con respecto a la vía.



Aunque cada administración ferroviaria debe establecer un sistema de seguridad de circulación, el Real Decreto 664/2015, de 17 de julio, por el que se aprueba el Reglamento de Circulación Ferroviaria, pretende disponer de una normativa única que permita una circulación ferroviaria segura sobre la Red Ferroviaria de Interés General, unificando el RGC, NEC, PTO y Adif RAM en un solo modelo, debiéndose tener en cuenta los cambios, que a partir de enero de 2017 se llevaran cabo, particularmente, en lo relacionado al concepto de seguridad en la circulación, y preocupándose esta vez de la seguridad en los trabajos.

Como antes se ha comentado, muchas de las administraciones ferroviarias toman como referencia la normativa de ADIF para la especificación de los trabajos en los que debe exigirse la presencia o no del encargado de trabajos/ piloto de seguridad y cómo se debe proceder a solicitar la autorización de trabajos a la administración ferroviaria.

En este caso, el Reglamento General de Circulación (RGC) determina el modo en el que el organismo ferroviario permitirá los trabajos de vía y exigirá, según la proximidad a la vía, la presencia de un encargado de trabajos/ piloto de seguridad para que regule la seguridad de las circulaciones. Este agente estará en contacto con el puesto de mando, que, a su vez, autorizará y avisará al encargado de trabajos/ piloto de seguridad cuándo se pueden iniciar los trabajos de construcción o mantenimiento que se han de realizar para que puedan entrar en la vía de manera que no afecten a ninguna circulación programada.

Por la tipología de los trabajos que se han de ejecutar, además de la interrupción de la circulación para la realización de los trabajos en vía, puede ser necesario también la interrupción de la tensión de la catenaria.

Para ello, algunas administraciones, actualmente, disponen de un encargado de trabajos de catenaria, que se encarga de certificar, comprobar y cortar la alimentación eléctrica a la zona de afección y asegurarse de que se toman las medidas necesarias para evitar su retroalimentación y que según su homologación interviene el bloqueo por ocupación o dirige los trabajos, cuando así se determine.

Sin embargo en Adif éste se denomina Responsable de la interrupción de la tensión y en RAM (FEVE) Piloto de Seguridad de Electrificación.

Otra cosa es que las dos funciones, tanto de encargado de trabajo y responsable de la interrupción de la tensión, recaigan en el mismo trabajador.



Según la tipología de la línea férrea, la frecuencia de paso de los trenes convencionales, el número de vías, los trabajos que se han de realizar, etc., se requerirá, bien trabajar en horario con interrupción de la circulación para la realización de los trabajos en vía (que no circulen trenes convencionales en la vía donde se vayan a realizar los trabajos) o de tensión (en caso de que dichos trabajos impliquen maquinaria que pueda interferir con la línea eléctrica), o bien realizar trabajos por intervalos entre el paso de dos circulaciones (generalmente en caso de trabajos manuales que no requieran la intervención de maquinaria pesada de vía).

Cuando se ha de trabajar en una vía cortada se tienen que realizar dos comprobaciones fundamentales:

- Colocación en caso de interrupción de la circulación, cuando sea necesario, de la barra de shuntado o cortocircuito que une ambos carriles, de manera que a niveles de señalización y semaforización la vía de trabajo aparezca cortada. Al final del trabajo el piloto retirará dicha barra.
- Comprobación de la ausencia de tensión y colocación de pértigas de seguridad de puesta a tierra en ambos sentidos en todas las catenarias y *feeders* que afecten al tramo cortado, en el caso de interrupción de la tensión de la catenaria. Se retirará al final de la ejecución de los trabajos.



Imagen 4.3. Barra de shuntado,
Fuente: Daniel Sánchez Polo



Dada la peligrosidad de las obras que se ejecutan en las proximidades de una vía en servicio, en las figuras siguientes se muestran las distintas zonas (vías de ancho ibérico supervisadas por ADIF) en las que se divide la vía en función de la proximidad a la misma y de los consiguientes riesgos de atropello o de colisión derivados de la circulación de trenes.

a. Vía única

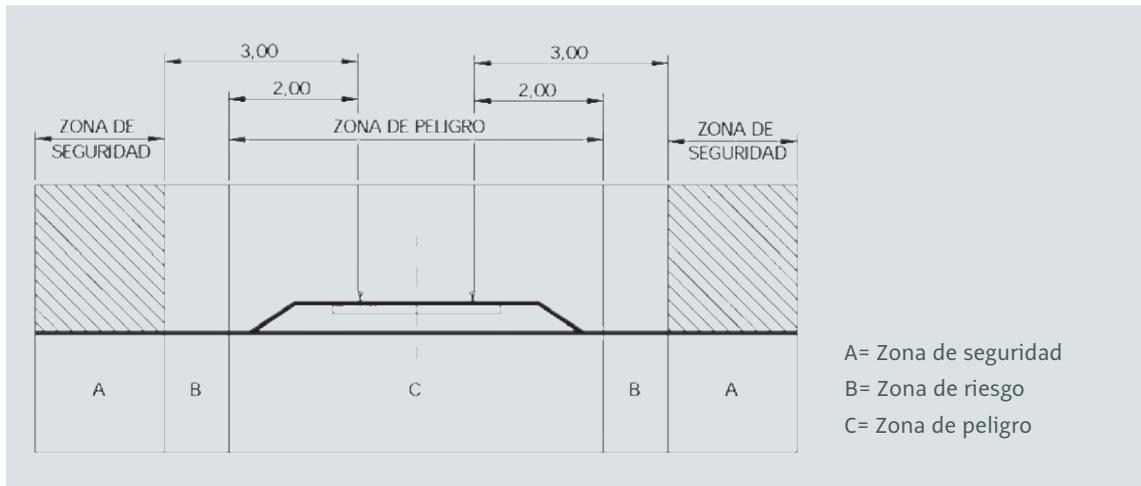


Figura 1. Zonificación de vía única

b. Vía doble

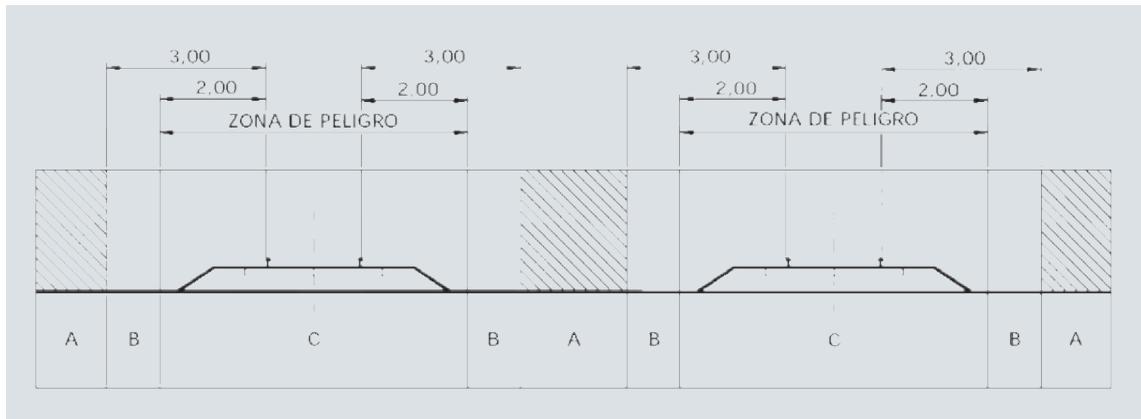


Figura 2. Zonificación de vía doble o múltiple



- **Zona de seguridad para los trabajadores (A):** se entiende como tal la zona situada a partir de una línea paralela a más de 3 m de distancia, medida desde el borde exterior de la cabeza del carril, a ambos lados de la vía.
- **Zona de riesgo para los trabajadores (B):** es la zona comprendida entre la zona de peligro y la zona de seguridad.
- **Zona de peligro para los trabajadores (C):** es la zona en la cual el personal, las herramientas o el material que se manipula puede ser arrollado por una circulación ferroviaria o ser puestos en peligro por el efecto de absorción. Dicha zona comprende la caja de la vía y los espacios situados entre la cabeza de carril y una línea paralela trazada a 2 m de distancia situada a ambos lados de la vía. Dependiendo de la zona donde se necesite trabajar, obligatoriamente se deben adoptar unas determinadas medidas preventivas, como se recogen en la NAV 7010, tales como:

ZONA	OBSERVACIONES	MEDIDAS PREVENTIVAS
A	Vía única con circulación normal de trenes	<ul style="list-style-type: none"> • No se necesita piloto de seguridad, salvo que lo exija el director de obra o el encargado de los trabajos. • Advertir a todos los trabajadores sobre la prohibición de rebasar la zona de peligro o riesgo, instalándose la señalización o protección correspondiente.
	Vía doble o múltiple con circulación normal de trenes	<ul style="list-style-type: none"> • Si los trabajos se efectúan en la zona más externa del conjunto de vías o en la zona interna existiendo entre ambas una separación mayor de 6 m, no se necesita piloto de seguridad, salvo que lo exija el director de obra o el encargado de los trabajos. • Si los trabajos se efectúan en la zona interior del conjunto de vías, existiendo entre ambas menos de 6 m, se aplicará lo previsto para las zonas B o C, según la distancia existente entre ambas.

ZONA	OBSERVACIONES	MEDIDAS PREVENTIVAS
B	Vía única con circulación normal de trenes	<ul style="list-style-type: none"> • Para $V > 160$ km/h o cuando lo exija el director de obra o el encargado de los trabajos, será obligatoria la existencia de piloto de seguridad, salvo en los trabajos de colocación de señales de limitación de velocidad y de mantenimiento y reparación en los postes de electrificación y de señales. • Para $V \leq 160$ km/h no es necesario piloto de seguridad salvo que lo exija el director de obra o el encargado de los trabajos.
	Vía doble o múltiple con circulación normal de trenes	<ul style="list-style-type: none"> • Si los trabajos se efectúan en la zona externa al conjunto de las vías, o en la zona interna, existiendo entre ambas una separación mayor de 4 m, se aplicará lo indicado en el apartado anterior para $V > 160$ km/h.

ZONA	OBSERVACIONES	MEDIDAS PREVENTIVAS
C	Vía única	<ul style="list-style-type: none"> • Se aplicará el Reglamento General de Circulación. • En régimen de interrupción de la circulación no será necesario piloto de seguridad. • Con circulación normal de trenes será obligatoria la existencia de piloto de seguridad, salvo en los trabajos de colocación de señales de limitación de velocidad y de mantenimiento o reparación en los postes de electrificación y de señales.
	Vía doble o múltiple	<p>Las mismas que para el caso anterior y además:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Previamente al inicio de las obras el encargado determinará cuáles son los refugios o zonas donde se retirarán los trabajadores al ser avisados de la llegada de circulaciones.
	<p>Caso particular:</p> <p>En vía doble o múltiple: la vía de trabajo con interrupción de la circulación; el resto de vías, con circulación normal</p>	<p>Las mismas que para el caso anterior y además:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Será obligatoria la presencia de piloto de seguridad, que avisará con antelación de las llegadas de circulaciones. • Está prohibida la circulación de personas entre la vía cortada y las vías con circulación normal de trenes.



4.5 Métodos de interrupción de la circulación en vía. Procedimiento

A continuación se expone el modo general en el que debe gestionarse la interrupción de circulación en vía.

Generalmente la empresa contratista debe haber planificado los trabajos a realizar, la localización, la duración de los mismos, la maquinaria a utilizar por parte de la empresa constructora o mantenedora, etc. Esta planificación se transmitirá al organismo de circulación ferroviario que indicará con suficiente antelación (una semana, por ejemplo el tipo de interrupción, etc.), la autorización de los trabajos a realizar, el horario, la vía y los P.k. donde puedo realizar las actividades programadas, generalmente emitiendo el acta semanal de trabajos.

El organismo de circulación debe priorizar los trabajos según su urgencia o disponibilidad entre todas las empresas contratistas que hayan solicitado actuar en la misma línea ferroviaria. En todas las interrupciones de circulación, la ausencia de circulaciones, y consecuentemente del riesgo de arrollamiento, sólo está garantizada en la vía afectada por los trabajos y no en las vías adyacentes.

En dicha solicitud se deberá haber planificado la disponibilidad de encargado de trabajos y los pilotos necesarios para la realización de los trabajos. Será de aplicación la señalización de limitación ferroviaria establecida en el proyecto, en la propia acta semanal o en consignas.

a. Medidas generales

Todos los trabajos en la infraestructura, superestructura y en las instalaciones de seguridad, que se realicen en la «Zona de peligro para los trabajos» o en la «Zona de peligro eléctrico», que no sean compatibles con la circulación de trenes de forma simultánea y los que aun realizándose fuera de estas zonas, pudieran invadirlas incluso de manera puntual con algún elemento móvil o durante la realización de movimientos, están afectados y deberán contactar con el administrador ferroviario para solicitarles autorización para la realización de trabajos. También se especificará si en algún momento los trabajos pudieran afectar al gálibo de la vía contigua o a su electrificación. Para el desarrollo de trabajos en las denominadas «Zona de peligro para los trabajos», «Zona de riesgo para los trabajos» y «Zona de seguridad para los trabajos», que sean compatibles con la circulación de trenes y no tengan afección a las instalaciones de seguridad, el Administrador establecerá las reglas internas y los procedimientos que garanticen la protección de los mismos durante su ejecución y la circulación de trenes de forma segura.



Imagen 4.4. Señalización riesgo eléctrico. Fuente TECSA

En líneas de vía doble o múltiple, los trabajos que se realicen en una vía, serán compatibles con la circulación normal de los trenes por las vías contiguas, siempre que no afecten a su gálibo o electrificación. En la vía no afectada por los trabajos la velocidad máxima será de 160 km/h, reduciéndose a 120 km/h cuando los trabajos se realicen en túneles y viaductos. En caso necesario, se podrá establecer una velocidad inferior.

Al Maquinista se le notificarán estas limitaciones y el motivo, como si se tratara de una limitación temporal de velocidad máxima no señalizada, salvo que en el sistema embarcado de protección del tren se haya recogido dicha limitación.

Todos los trabajos necesitan la autorización previa del Responsable de Circulación de la estación o del CTC, a solicitud del Encargado de trabajos o, en los casos que proceda, del Piloto de seguridad habilitado para concertar trabajos. Para la correcta identificación de la vía o vías objeto de los trabajos, se estará a lo dispuesto en la Consigna del AI que describe las instalaciones de seguridad. Los trabajos autorizados por el Responsable de Circulación de la estación deberán haber sido autorizados previamente por el Responsable de Circulación de la Banda de Regulación del PM.



El movimiento de máquinas aptas para ser encarriladas en plena vía se iniciará, preferentemente, desde una de las estaciones colaterales del trayecto en el que han de operar, de acuerdo a las prescripciones establecidas. Cuando sea necesario su acceso o retirada en un punto kilométrico de plena vía, en la programación de los trabajos se recogerá esta circunstancia y será incluido en los telefonemas de establecimiento y restablecimiento.

En los trabajos programados deberá venir definido el sistema de realización de los mismos. En los trabajos no programados (por averías, accidentes, etc.), el Encargado de trabajos o Piloto de seguridad habilitado para concertar trabajos, informará al Responsable de Circulación del sistema de trabajos a emplear, dentro de los previstos en este Capítulo, en función de su complejidad, importancia u otras circunstancias.

Si, por la importancia de los trabajos o por cualquier otra causa, no fuese posible aplicar las prescripciones de este Capítulo se regulará por Consigna la forma de proceder.

Los telefonemas serán registrados por el Responsable de Circulación en el Libro de telefonemas correspondiente y por el Encargado de trabajos o Piloto de seguridad habilitado para concertar trabajos, en su Libro general de telefonemas.

Generalmente la supresión del tráfico en la vía se consigue por dos métodos: el régimen de interrupción de la circulación o el régimen de liberación por tiempos. Además en las estaciones se puede trabajar en vías secundarias con otro tipo de interrupción. A continuación se expone en qué consiste cada uno de ellos:

Tipos de Regímenes de trabajo:

- Régimen de interrupción de la circulación.(IC)
- Régimen de liberación por tiempo (LT)
- Trabajos en estaciones

Para cada tipo de interrupción de la circulación de la vía se establece un protocolo de establecimiento, donde el encargado de los trabajos solicita autorización al responsable de circulación, según un modelo de telefonema. Una vez concedido, se procederá a la instalaciones de sistemas de protección (barras de cortocircuito, señalización), añadiendo a lo que se establezca en proyecto o por parte de la dirección de obra o en otras consignas; posteriormente, se restablecerá la circulación mediante nuevas comunicaciones según unos telefonemas determinados, habiendo retirado las barras de cortocircuito y la señalización.



b. Régimen de interrupción de la circulación con entrega de vía bloqueada (EVB).

Es el sistema utilizado para realizar trabajos en la «Zona de peligro para los trabajos» o en la «Zona de peligro eléctrico» con herramientas, maquinaria o trenes de trabajos que por su naturaleza no pueden retirarse de la misma en tiempo oportuno por la persona que las maneja, lo que obliga a interrumpir la circulación de trenes por la vía afectada. También es usado para la circulación de trenes de pruebas.

Los trabajos se realizan sobre una vía libre de circulaciones, que su Responsable de Circulación pone temporalmente a cargo del Encargado de trabajos o de pruebas hasta su devolución.

Para realizar los trabajos se suspende la circulación por la vía o vías afectadas. La interrupción de la circulación se establece por:

- Intervalo de horario, determinado en el horario de los trenes. En vía doble y en vía doble banalizada se establecen, normalmente, dos intervalos distintos, uno para cada vía.
- Intervalo programado, determinado en un programa de trabajos. Si éstos revisten importancia, se regula además por Consigna C.
- Anormalidad, determinada de forma accidental por existir un peligro para la circulación.

Es el sistema más habitual en caso de trabajar en la vía con maquinaria pesada que se traslade sobre el carril. Permite trabajar durante un cierto horario en una determinada vía. En caso de vía doble, se permite la circulación de trenes en la paralela a la vía de trabajo.

• Prescripciones de circulación

A partir de la concesión de la EVB, el Encargado de trabajos o pruebas tendrá el trayecto o trayectos a su cargo.

Los Jefes de Circulación o el Jefe del CTC de las estaciones afectadas procederán al cierre de las señales de salida desactivando, en su caso, el bloqueo, los sistemas de formación automática de itinerarios y los de apertura automática de señales. Se dispondrán protocolos de aviso de salida de la maquinaria desde la zona de apartado a la zona de trabajos. En las estaciones, mantendrá cerradas las señales de entrada y salida hacia y desde las vías afectadas.

Cuando sea necesario establecer un itinerario en el tramo de vía concedido para los trabajos, la apertura de las señales de entrada o salida de las estaciones se realizará exclusivamente con la indicación de Rebase Autorizado y, si ello no es posible, se autorizará su rebase.



Cuando las necesidades de los trabajos obliguen a rebasar reiteradamente una señal preavanzada o avanzada no dotada de letra «P», el Responsable de Circulación podrá autorizar al Maquinista su rebase tantas veces como lo considere necesario durante la EVB.

El Encargado de trabajos o de pruebas, durante la aplicación de la EVB coordinará con el Responsable de Circulación la expedición de los trenes hacia o desde el trayecto afectado y su eventual apartado, será el responsable de dar instrucciones al Maquinista en cuanto a las operaciones a realizar, paradas, movimientos de avance o retroceso y condiciones de circulación en la EVB y coordinará las operaciones de cierre de los PN servidos, a pie de paso.

El encargado de los trabajos, una vez autorizado para realizar el trabajo en la vía o vías, y antes de iniciar el mismo, instalará la barra o útil de cortocircuito hasta la hora en la que tenga que retirarse. En todo caso ha de recibir la confirmación por parte del Jefe de Circulación o del Jefe del CTC de la ocupación de la vía.

Una vez finalizado el período de tiempo máximo de ocupación establecido en el telefonema de concesión, y tras haberse retirado el personal y las herramientas de la vía, el encargado de los trabajos retirará la barra o útil de cortocircuito de la misma y comunicará verbalmente dicho extremo al Jefe de Circulación o del CTC.

c. Régimen de liberación por tiempo

Será el régimen utilizado cuando los trabajos son compatibles con la circulación de la vía o vías afectadas, por lo que los trabajos no dispondrán de maquinaria pesada. Están protegidos por la información sobre la situación de los trenes que recibe el encargado de los trabajos del Jefe de Circulación o del Control de Tráfico Centralizado (CTC).

En cualquier caso, es necesario solicitar la interrupción de circulación o la información correspondiente sobre los horarios en los que no habrá circulación.

Hay que advertir que la interrupción de circulación por liberación por tiempos se efectúan en la vía afectada por los trabajos y no en la vía adyacente.

En liberación por tiempos se suelen trabajar pequeños mantenimientos o trabajos con maquinas que no circulan por la vía, donde rápidamente se puede retirar la maquinaria y el material de la vía para que no afecte a las circulaciones ferroviarias.

Será fundamental la comunicación permanente del encargado de trabajos con las estaciones colaterales o CTC.



Los Responsables de Circulación de las estaciones afectadas:

- a) Cerrarán las señales de salida.
- b) Desactivarán, en su caso, los sistemas de: bloqueo, formación automática de itinerarios, y los de apertura automática de señales, si existen.
- c) Activarán, en su caso, los sistemas que impidan el establecimiento del bloqueo a su colateral.

Deberán aprovechar al máximo las instalaciones y, si lo permiten, podrán establecer ML o maniobra centralizada por la banda de la estación que da acceso al trayecto donde estén concedidos los trabajos. En las estaciones carentes de señal de salida, asegurarán la parada de los trenes en la señal de entrada antes de autorizar su acceso a la estación.

En trayectos dotados de circuitos de vía y siempre que los trabajos sean compatibles con el uso de útiles de cortocircuito, el Encargado de trabajos o Piloto de seguridad habilitado para concertar trabajos, una vez autorizado para realizarlos, y antes de su inicio, colocará la barra o útil de cortocircuito. A continuación, deberá verificar la ocupación artificial efectiva del circuito de vía mediante la confirmación del Responsable de Circulación o, cuando no sea posible, por observación directa de que la señal que protege el cantón ocupado está en indicación de parada.

En trayectos carentes de circuitos de vía o cuando los trabajos no resulten compatibles con el uso de útiles de cortocircuito, el Encargado de trabajos o Piloto de seguridad habilitado para concertar trabajos, una vez autorizado para realizarlos, y antes de su inicio, instalará señales portátiles de parada a una distancia mínima de 500 metros del tajo, por la cabecera desde donde se reciban los trenes en sentido normal, o por ambas cabeceras del tajo en caso de vías banalizadas.

Asimismo, previamente al inicio de los trabajos se instalarán cartelones de «Silbar Obreros», en la vía o vías contiguas que pudieran resultar afectadas por aquellos, y en ambos sentidos de circulación.



Imagen 4.5. Señalización de "Silbar obreros".
Fuente: VIAS

d. Trabajos en estaciones

Se consideran trabajos en estación los que se realizan entre las señales de entrada de la misma y, por tanto, pueden ser protegidos por los dispositivos locales.

El Encargado de trabajos deberá disponer de autorización previa de su Responsable de Circulación. Adicionalmente, cuando los trabajos afecten a las vías de circulación, requerirán la conformidad del Responsable de Circulación de la Banda de Regulación del Puesto de Mando.

El Responsable de Circulación utilizará el mando del enclavamiento para proteger la vía objeto de los trabajos de la invasión intempestiva de cualquier circulación aplicando medidas tales como cierre de señales, inmovilización de las agujas en la posición que impida el acceso a la vía afectada, bloqueo de señales, bloqueo de destino, etc. Cuando lo anterior no sea posible, se colocarán carteles de aviso en los dispositivos de mando y maniobra.

El Encargado de trabajos, en vías dotadas de circuitos de vía y siempre que los trabajos sean compatibles con el uso de útiles de cortocircuito, el Encargado de trabajos, una vez autorizado para realizarlos, y antes de su inicio, colocará la barra o útil de cortocircuito. A continuación, deberá verificar la ocupación artificial efectiva del circuito de vía mediante la confirmación del Responsable de Circulación o, cuando no sea posible, por observación directa de que la señal que protege la vía ocupada está en indicación de parada. En vías carentes de circuitos de vía o



cuando los trabajos no resulten compatibles con el uso de útiles de cortocircuito, el Encargado de trabajos, una vez autorizado para realizarlos, y antes de su inicio, instalará señales portátiles de parada en el eje de la vía y por ambos lados, incluso cuando sea posible orientar las agujas en la posición adecuada.

e. Resumen de las distintas tipologías de la interrupción de la vía

ESPECIALIDAD	TRABAJOS EN VÍA	RÉGIMEN DE TRABAJO
INFRAESTRUCTURA	Reparación y acondicionamiento de túneles	IC
	Reparación y acondicionamiento de vallas en puentes	LT
	Acondicionamiento de taludes y trincheras	LT
	Despejes y desbroces	LT
VÍA	Descarga de materiales	IC
	Desguarnecido, bateo, perfilado y nivelado mecánico	IC
	Depuración y bateo manual de balasto	LT
	Sustitución de traviesas, carril, desvíos.	IC
	Cortes de carril, soldaduras, esmerilado y liberación t.	IC
	Revisión desvío y engrase	LT
ELECTRIFICACIÓN	Reparación y acondicionamiento postes, trabajos postes	IC
	Instalación de postes, ménsulas, péndolas, hilo contacto	IC
SEÑALIZACIÓN Y TELECOMUNICACIONES	Trabajos en zanjas	Según dist.
	Montaje de equipos electrónicos en vía	LT



4.5 Requerimientos específicos de otros operadores en los trabajos ferroviarios

En el punto anterior se ha desarrollado cómo se establece el corte de vía en general. Pero cada administrador ferroviario (tren, tranvía, metro, etc.) dispone de sus propias normas específicas de funcionamiento, así como de su propia definición de las zonas de trabajo (seguridad, peligro, etc.) que incluyen otras zonas de seguridad y procedimientos de actuación de agentes de otros operadores ferroviarios en algún caso.

a. Trabajos en líneas de alta velocidad de vía ancho internacional

En las obras en líneas de alta velocidad de ADIF cambia ligeramente el modo de solicitar la interrupción de la circulación y los nombres de las zonas de seguridad, aunque el modus operandi es similar al de la vía convencional. Como dichas vías están valladas, para acceder a la zona se necesita autorización de ADIF. En estos casos, el encargado de los trabajos puede ser de la empresa contratista. Es necesario recordar que en el caso anterior, en Adif convencional, actualmente el encargado de los trabajos generalmente siempre pertenece a ADIF.

b. Adif RAM

En el caso de FEVE (Ferrocarriles Españoles de Vía Estrecha) o Adif RAM, la Consigna Serie C N.º 5-DG-2001 establece las funciones del piloto de seguridad, los sistemas de interrupción de la circulación y la zona de seguridad situada a 2,50 m del borde del carril.

FIGURA	PRINCIPALES MISIONES
ENCARGADO DE TRABAJO	<ul style="list-style-type: none"> • Comunicación PM o Jefe Circulación. • Control ocupación cantón o trayecto vía. • Coordinación y cumplimiento de las normas de seguridad.
PILOTO DE SEGURIDAD	<ul style="list-style-type: none"> • Vigilancia y protección trabajos en circulación.



En esta administración, los encargados de los trabajos que efectúan la interrupción de la circulación pueden ser de la contrata, al igual que en Adif AVE.

CONDICIONES DE CIRCULACIÓN	FIGURAS QUE INTERVIENEN
TRABAJOS COMPATIBLES CON LA CIRCULACIÓN	<ul style="list-style-type: none">• En intervalos sin circulación, garantizándose el paso de las circulaciones por el tajo.• Los trabajos realizados más allá de 2,5m (gálibo) de la vía en circulación.
TRABAJOS INCOMPATIBLES CON LA CIRCULACIÓN	<ul style="list-style-type: none">• Se realizan interrumpiendo el servicio regular de circulación o en horas en que ha finalizado el mismo.

c. FGV

Ferrocarrils de la Generalitat Valenciana (FGV) establece 3 m de zona de seguridad.

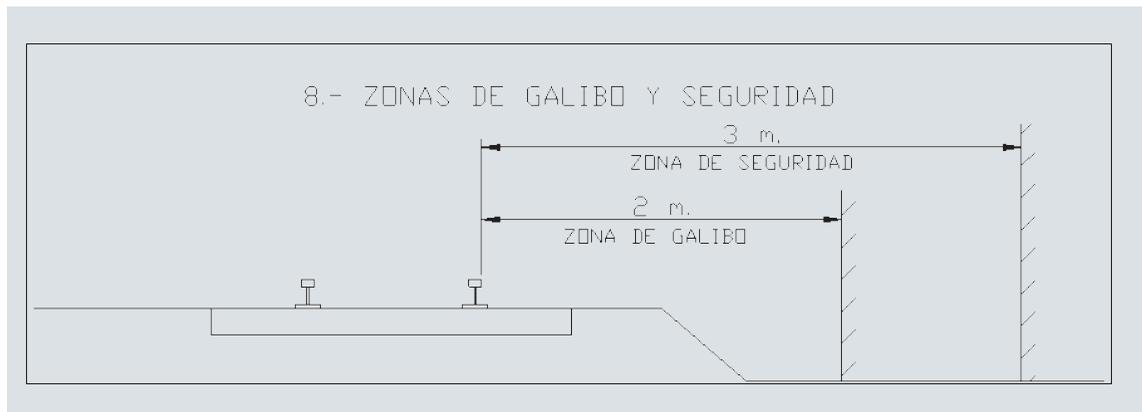


Figura 3. Zona de galibo FGV



FIGURA	PRINCIPALES MISIONES
ENCARGADO DE TRABAJO	<ul style="list-style-type: none"> • Velar por la seguridad de las personas al paso de los trenes. • Coordinación con el Puesto de Mando
PILOTO DE SEGURIDAD	<ul style="list-style-type: none"> • Coordinación con el Puesto de Mando.

CONDICIONES DE CIRCULACIÓN	FIGURAS QUE INTERVIENEN	COMPATIBILIDADES
TRABAJOS COMPATIBLES CON LA CIRCULACIÓN	<ul style="list-style-type: none"> • Piloto. • Jefe de tajo. 	<ul style="list-style-type: none"> • Son compatibles con la circulación de trenes de viajeros JEFE DE TAJO.
TRABAJOS INCOMPATIBLES CON LA CIRCULACIÓN	<ul style="list-style-type: none"> • Encargado de ocupación. • Jefe de tajo. 	<ul style="list-style-type: none"> • Son incompatibles con la circulación de trenes de viajeros. • Son incompatibles con la circulación de trenes de trabajo.
TRABAJOS EN INTERVALO NO COMERCIAL	<ul style="list-style-type: none"> • Piloto (opcional). • Jefe de tajo. 	<ul style="list-style-type: none"> • Son incompatibles con la circulación de trenes de viajeros. • Son compatibles con la circulación de trenes de trabajos y de pruebas.



d. FGC

En el caso de Ferrocarrils de la Generalitat de Catalunya (FGC), la distancia de seguridad se reduce a 2 m.

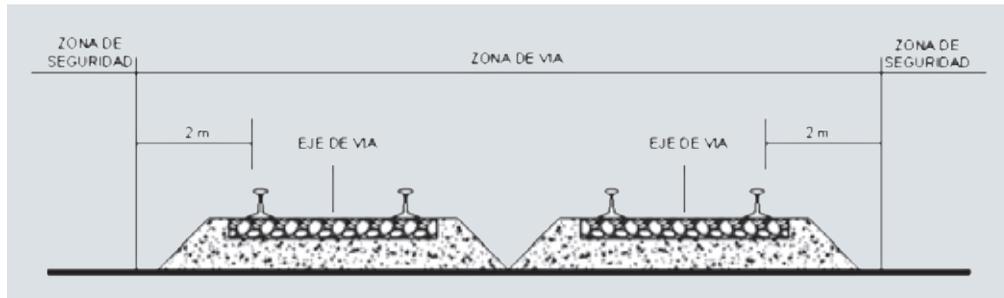


Figura 4. Distancia mínima de seguridad en vía doble FGV

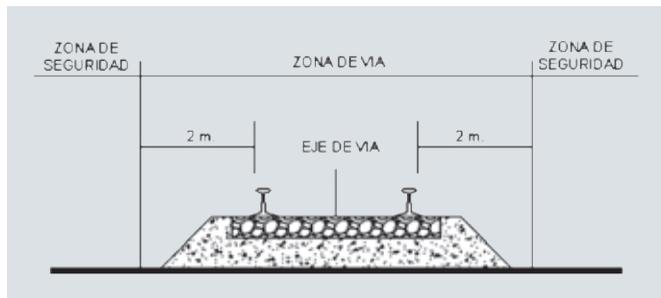


Figura 5. Distancia mínima de seguridad en vía única FGV

FIGURA	PRINCIPALES MISIONES
RESPONSABLE BRIGADA	<ul style="list-style-type: none">• Agente designado para dirigir un grupo de personal que realice trabajos.• Relación Centro Mando.• Autorizado FGC.
AGENTE DE PROTECCIÓN	<ul style="list-style-type: none">• DA las ordenes Responsable Brigada.• Vigilancia acercamiento de los trenes zona trabajos.
PROTECTOR	<ul style="list-style-type: none">• Liberar zona de vía al paso de circulaciones.

05

RIESGO DE ARROLLAMIENTO



05. RIESGO DE ARROLLAMIENTO

Según la RAE:

Atropellar: Pasar precipitadamente por encima de alguien. Dicho de un vehículo: Alcanzar violentamente a personas o animales, chocando con ellos y ocasionándoles, por lo general, daños.

Arrollar: Dicho de un vehículo: Atropellar a una persona, un animal o una cosa.

Por lo tanto al mismo acto lo definiremos de uno u otro sentido.

El riesgo de arrollamiento es el riesgo más común cuando se utiliza maquinaria pesada o se trabaja en el entorno ferroviario con circulación de trenes.

Si ya en los trabajos en los que se utilizan máquinas uno de los riesgos más importantes es el de atropello de los trabajadores por parte de la propia maquinaria de obra, en el caso de las obras ferroviarias a este riesgo hay que añadir el arrollamiento generado por las máquinas o convoys que circulan por la vía.

Para familiarizarse con el entorno en el que se desarrollan los trabajos ferroviarios en primer lugar se describe cada una de las partes que conforman una vía. A tal fin, nada mejor que observar la fotografía siguiente donde se identifica cada una de ellas:

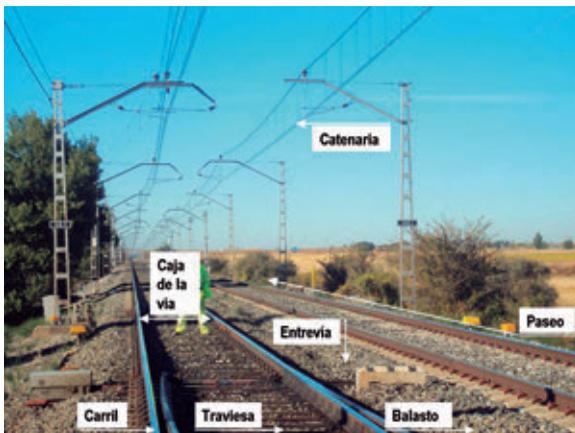


Imagen 5.1. Elementos de una vía ferroviaria. Fuente: VIAS

05 RIESGO DE ARROLLAMIENTO



En la siguiente tabla se identifica los distintos tipos de ancho de vías en España:

DENOMINACIÓN	ANCHO DE VÍA	REDES FERROVIARIAS
Ancho ibérico antiguo	1.672mm	Línea 1 metro Barcelona
Ancho ibérico o renfe	1.668mm	Líneas convencionales ADIF
Ancho internacional	1.435mm	AVE Otras líneas: fgc, metro ligero madrid, metro sevilla, etc.
Ancho métrico	1.000mm	FEVE, FGC (línea Llobregat), SFM Mallorca, Euskotren y L9 Comunidad Madrid
Ancho madrileño	1.445mm	METRO Madrid
Ancho del alto llobregat	600mm	Ferrocarril turístico alto Llobregat
Ancho soller	914mm (Yarda inglesa)	Ferrocarril de Soller

El principal riesgo que se presenta en las obras es el de atropello, como se ha mencionado anteriormente, sea por la maquinaria propia de la obra o por parte de las circulaciones controladas por las administraciones ferroviarias.



Imagen 5.2. Interferencias de actividades y concurrencia de maquinaria. Fuente: TECSA



Todos los organismos ferroviarios deben regular los trabajos que se realicen en la vía. A tal fin, cada uno de ellos desarrolla la normativa específica de circulación de vehículos aplicable en la infraestructura de su competencia, de manera que el personal ferroviario y los maquinistas conozcan esta normativa.

Según lo establecido en el Real Decreto 664/2015, de 17 de julio, por el que se aprueba el Reglamento de Circulación Ferroviaria, se pretende establecer una normativa única que permita una circulación ferroviaria segura sobre la Red Ferroviaria de Interés General. El real decreto incluye también un anexo informativo en el que se recogen criterios para la elaboración de los Sistemas de Gestión de Seguridad, cuyo objeto es facilitar a los administradores de infraestructura ferroviaria y a las empresas ferroviarias existentes o futuras, unos criterios complementarios conformes con la seguridad. En el anexo I capítulo 3 "Trabajos y pruebas" se establecen las posibles maneras de trabajar en el entorno ferroviario, como antes se ha desarrollado en el punto anterior de este documento.

El arrollamiento a trabajadores se produce, bien al invadir éstos la vía mientras por ella circula un convoy, una locomotora o una máquina de obra, bien cuando accidentalmente se presenta una circulación no prevista en la vía donde se realizan los trabajos. Así, para evitar estos accidentes se debe impedir, o que los trabajadores y máquinas invadan la vía cuando puede haber circulación sobre ellas, o bien que exista circulación por la misma.

Teniendo en cuenta que el personal de obra puede invadir la vía por descuido, la primera medida preventiva que se ha de adoptar es intentar suprimir la circulación por la citada vía a la vez que se trabaja junto a ella.

5.1 Atropello por circulaciones externas

a. Consideraciones generales

El riesgo de atropello por la maquinaria de obra se debe, fundamentalmente, a dos causas. Por una parte, el trabajador entra en el radio de acción de la máquina y, por otra, el maquinista no lo detecta; en ambas circunstancias, la causa más habitual que ocasiona el accidente es el descuido provocado por la falta de atención del trabajador o del maquinista. Para evitar esa situación es imprescindible exigir a dichos trabajadores y maquinistas que estén permanentemente alerta mientras desarrollan sus trabajos y al encargado del tajo que controle la posición de los trabajadores respecto de las máquinas.

Las obras de construcción, rehabilitación y mantenimiento de infraestructura, vía e instalaciones se ven afectadas por la participación de personas de diferentes organizaciones (titular de la

05 RIESGO DE ARROLLAMIENTO



infraestructura, las empresas contratistas y subcontratistas, las ingenierías proyectistas, las empresas de Asistencia Técnica, etc.).

Frente al peligro que suponen las circulaciones ferroviarias junto a los trabajos en la vía cabe prever en la fase de proyecto distintas alternativas, cada una con distinto grado de exigencia y seguridad para los trabajos.



Imagen 5.3.
Trabajadores en el interior de la vía.
Fuente: FLC

Éstas van desde evitar la concurrencia de ambas actividades productivas (circulaciones y trabajos) hasta el establecimiento de distintas medidas organizativas y protecciones tendentes a minorar la exposición al riesgo. Para ello, el proyectista debe determinar, en cada caso, cuál es la medida óptima posible atendiendo a las condiciones de circulación y su seguridad y a las particularidades de los trabajos proyectados.

Con objeto de facilitar tal análisis se describen a continuación las posibles soluciones a considerar a este respecto.



- **Interrupción de las circulaciones**

En la planificación de los trabajos se debe priorizar la realización de los mismos durante los períodos en los que no existen circulaciones ferroviarias, bien interrumpiendo la circulación al efecto, o programando dichos trabajos en intervalos libres de circulaciones. En apartados anteriores ya se ha explicado el “modus operandi” para realizar estos cortes y las medidas indicadas a tomar (señalización silbar obreros, limitaciones velocidad, barras de cortocircuito, etc.).

- **Establecimiento de señalización de riesgos adecuada**

Además de la señalización de la vía, se deberá planificar la señalización de los tajos necesaria.



Imagen 5.4. Señal de prohibición de trabajos.
Fuente: Daniel Sánchez Polo



En muchas obras se puede balizar y señalizar los tajos, para minimizar los riesgos de arrollamiento por circulaciones externas.



Imagen 5.5. Señal de riesgo de atropello. Foto: Daniel Sánchez Polo

Esta señalización se podrá colocar en las zonas de paso de vía definidas en la obra. Para proceder al paso de vías, es imprescindible que los trabajadores pidan permiso a los encargados o capataces de la obra para permitir el cruce de vías sin peligro.

- **Establecimiento de medidas organizativas**

Se pueden regular protocolos de movimiento de maquinaria, tanto de la obra como protocolos de actuación ante circulaciones externas.

En dichos protocolos se pueden establecer medidas organizativas que se han comentado en apartados anteriores, como son el protocolo de actuación ante la aparición de condiciones climáticas, como actuar para mejorar la iluminación de los tajos y cómo actuar ante la aparición de excesivo ruido, aspectos que influyen de manera fundamental en la posibilidad de producirse arrollamientos.



También se deben incluir medidas de coordinación entre la/s empresa/s contratista/s y subcontratistas, donde se debe incluir la información y formación de los protocolos dispuestos en la obra, la coordinación en caso de cortes de pasos a nivel y la transmisión de la afección del corte a los vecinos, (por ejemplo, trabajos de desguarnecido en zona urbana que pueden provocar ensuciar de polvo la ropa tendida, o el anuncio de corte de un paso a nivel con suficiente antelación y con la autorización, no solo de la administración ferroviaria, sino el propietario de la calle o carretera).

- **Avisos de aproximación de trenes**

En caso de no cumplirse las dos condiciones anteriores, se utilizarán sistemas de aviso para los operarios.

Los métodos de aviso que hay que utilizar son, por orden de preferencia, los siguientes:

1. Sistemas Automáticos de Alarma por Aproximación de Trenes (SAAT) disparados por los trenes o por los sistemas de señalización.



Imagen 5.6. Sistema Automático de Alarma por Aproximación de Trenes (SAAT). Fuente: COMSA



2. Sistemas Automáticos de Alarma accionados por operarios mediante dispositivos al efecto.
3. Sistemas de aviso que funcionan sin la utilización de ningún equipo automático, es decir, a través de la información de llegada de los trenes que proporcionan los operarios designados para ello.

Este método, que depende exclusivamente del factor humano, se deberá utilizar siempre como último recurso.

- **Aislamiento de los tajos de trabajo de las vías con circulaciones**

En el caso de que las condiciones de explotación ferroviaria no permitan la interrupción de las circulaciones, se deberán aislar las zonas de trabajo con barreras físicas que impidan el acceso de los trabajadores a la zona de seguridad para las circulaciones.

- **Vallas de balizamiento de gálibo cinemático**

Con carácter general, y siempre que éstas sean compatibles con los trabajos a realizar, las vallas de balizamiento se incorporarán en todas aquellas actuaciones en las que se trabaje en proximidad a las vías de circulación y sea necesario delimitar longitudinalmente la zona de trabajo, a fin de impedir el paso de las personas a las mismas. Por ejemplo, se emplearán en: trabajos en postes de electrificación, zanjias, canalizaciones, etc.

Todas estas medidas se explicarán posteriormente de manera pormenorizada.

b. Medidas organizativas: protocolos de obra para reducir el riesgo de atropello por circulaciones externas

Se deberán establecer las medidas de coordinación necesarias para la entrada al corte de vía con la información necesaria y suficiente. Se debería establecer un protocolo específico en cada obra estableciendo lo siguiente:

- Se habrán designado encargados de los trabajos, pilotos de seguridad, encargado de obra de contrata y subcontratas. Se habrán reunido y planificado los trabajos diariamente, indicando que empresas participan, trabajos exactos a realizar, personal y maquinaria a emplear. Los trabajadores conocerán con antelación las tareas a realizar y las medidas preventivas.
- Antes del inicio de las actividades, el Encargado de los Trabajos debe reunir a los trabajadores intervinientes para regular la organización de las mismas, la secuencia de las distintas operaciones a realizar y si, como consecuencia de las mismas, va a ser imprescindible invadir las zonas de peligro, de manera que sean reseñados los riesgos existentes, las medidas preventivas a aplicar y la obligación de respetar las órdenes por él impartidas o, si procediera, por el Piloto



de Seguridad en la Circulación. Asimismo, el Encargado de los Trabajos y el Piloto de Seguridad en la Circulación deben coordinarse a efectos de la llegada de las circulaciones al tajo.

- Se habrán transmitido las circulaciones esperadas y la distribución por el encargado de trabajos y a los pilotos por los distintos tajos de la obra. En cada tajo se habrán determinado las vías de comunicación con el encargado de los trabajos y encargados de obra: teléfono móvil, walkie talkie, etc.
- El encargado de los Trabajos debe establecerse en la Vía de trabajo el correspondiente régimen de interrupción de la circulación, según las premisas recogidas en el Reglamento General de Circulación.
- Se habrá procedido a cumplir los horarios y el tipo de corte establecido por el acta semanal de trabajos. Se entrará una vez autorizado por el puesto de mando.
- Se habrá colocado la señalización de obra (señalización de silbar, limitaciones de velocidad) correspondiente indicado en el proyecto, consignas o acta semanal de trabajos.
- Se asegurarán las comunicaciones del encargado con el puesto de mando, con los pilotos y con los responsables de la obra, y los sistemas de aviso a los trabajadores en caso de paso de circulación.
- Se habrán colocados barras de cortocircuito y las pértigas de corte de catenaria si es necesario, SAAT, vallas, balizamiento previsto, etc. según lo establecido en el plan de seguridad en las consignas o en la autorización de corte.
- La maquinaria dispondrá de luminoso y avisador acústico de marcha atrás, y pitará varias veces antes de proceder a su traslación.
- Los trabajadores no cruzarán la entrevía sin autorización de un agente y cumplirán lo especificado por ellos en caso de circulaciones externas, paralizándose los trabajos si fuese necesario.

05 RIESGO DE ARROLLAMIENTO

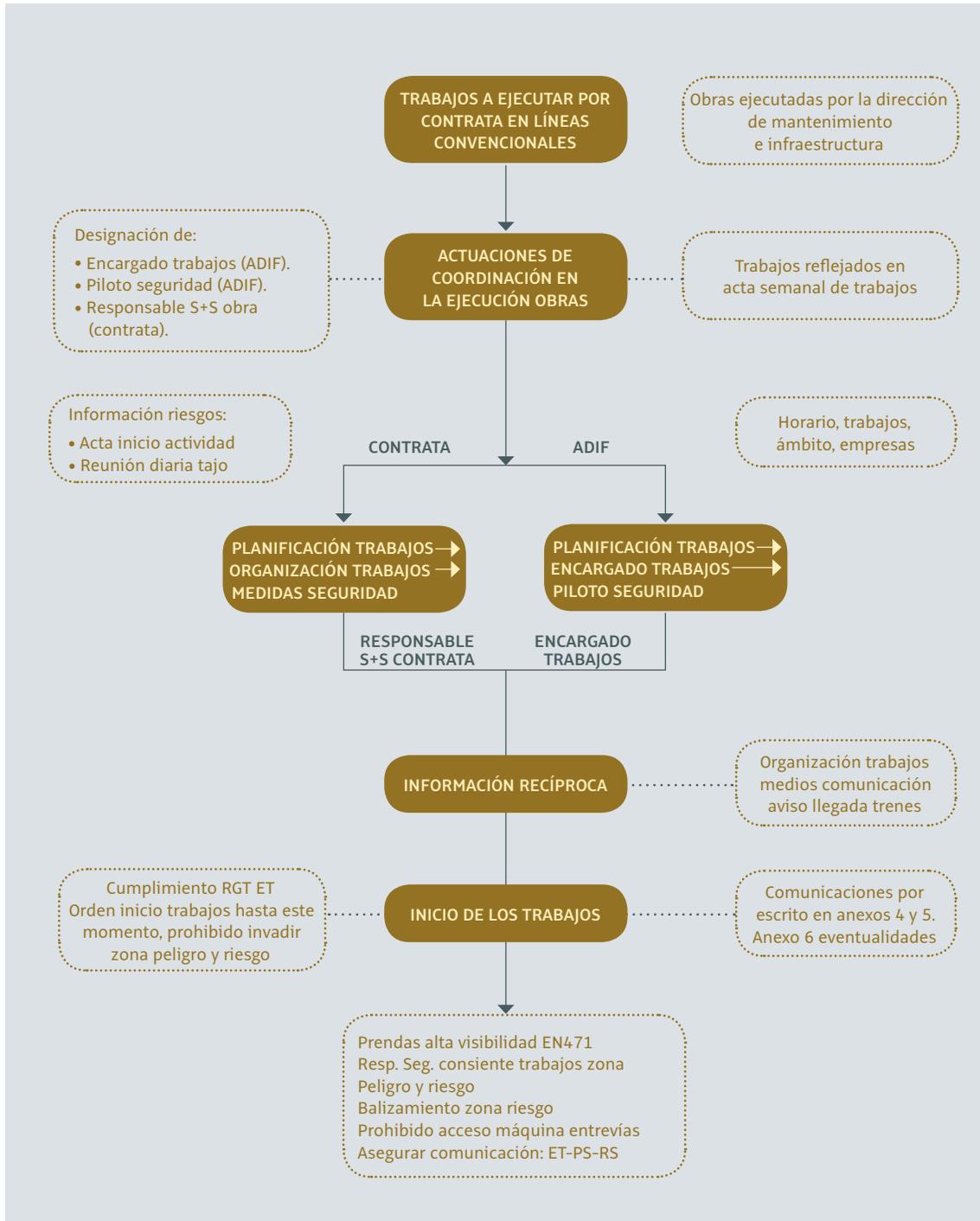


Figura 1. Protocolo de actuación preventiva ADIF



5.2 Atropello por la maquinaria de obra

a. Consideraciones generales

El riesgo de atropello por maquinaria de obra se debe, fundamentalmente a dos causas. Por una parte el trabajador entra dentro del radio de acción de la máquina y por otra, el maquinista no lo detecta. En ambas circunstancias, la causa más habitual que genera el accidente es el descuido provocado por la falta de atención, del trabajador o del maquinista. Para evitar esa situación, es imprescindible exigir a los trabajadores y a los maquinistas que estén permanentemente alerta mientras desarrollan sus trabajos y al encargado del tajo que controle permanentemente la posición de los trabajadores respecto de las máquinas.



Imagen 5.7. Riesgo de arrollamiento.
Fuente: COMSA

Es también habitual que se produzcan atropellos debido a actuaciones imprudentes de los operarios y/o de los maquinistas. En este caso para eliminar los posibles accidentes es conveniente la vigilancia por parte de un recurso preventivo del desempeño con que se ejecutan los trabajos. La otra gran causa de accidentes debido a atropellos es la mala visibilidad, ya sea por las condiciones climáticas, el bajo nivel de iluminación del tajo, o por no utilizar ropa de alta visibilidad. En todo caso, la solución es mejorarla, lo cual se consigue, por una parte aumentando artificialmente el nivel de iluminación de la zona de trabajo con torres de iluminación, y si no



podiera ser, abandonando el trabajo cuando las condiciones no son las adecuadas, y por otra equipando a los trabajadores con ropa de trabajo de alta visibilidad.

En acompañamiento de maniobras o circulaciones, no se debe circular delante del vehículo en movimiento o invadir la zona de peligro.

Teniendo en cuenta que el personal de obra puede invadir la vía por descuido, la primera medida preventiva a adoptar es intentar suprimir la circulación por la vía a la vez que se trabaja junto a ella, incluso ésta es la mejor medida para evitar un accidente para los usuarios de la vía, maquinistas, pasajeros, etc. y como medida complementaria disponer de un mando intermedio que supervise los movimientos de la maquinaria.

También se debe poner especial énfasis en el uso de walkies y teléfonos móviles en demasía, ya que pueden provocar descuidos y falta de atención ante el paso de maquinaria.

Una de las principales medidas de prevención contra el riesgo de atropello es mantener la concentración en el trabajo que se realiza y la atención a las condiciones existentes en el entorno.

b. Medidas organizativas: actuaciones de la contrata: protocolo de obra para evitar los riesgos de atropello por movimiento de maquinaria pesada de la obra.

En este caso, es la contratista la que debe planificar un protocolo para coordinar que en cualquier movimiento de la maquinaria dentro de la obra, no se produzcan arrollamientos al personal que trabaje en ella.

El protocolo se podrá realizar cuando se realizan trabajos en la misma en los que se encuentren personas u objetos, o incluso cuando en las proximidades de dichas Zonas haya trabajando una Maquinaria de Infraestructura giratoria que, aun estando fuera, pueda invadirla con el giro de sus partes móviles.

Este protocolo se debe personalizar según el tipo de obra a ejecutar, ya que el protocolo puede ser distinto si la obra es una renovación de vía o un montaje de vía de alta velocidad, por ejemplo. En este último caso, en dicha fase constructiva no existen encargados de trabajos ni sistemas automáticos de bloqueo o señalización, ni enclavamientos, por lo que la seguridad se basa en las comunicaciones entre las personas que intervienen en la circulación. Además, cuando en el normal desarrollo de la actividad de montaje concurren varios tramos colaterales servidos por distintas empresas contratistas, se hace necesario que todas se rijan por las mismas normas operativas y se establezcan las oportunas medidas de coordinación de actividades empresariales. En el caso de mantenimientos de vía, un protocolo de esta naturaleza también puede ser muy recomendable.



El objeto del protocolo será especificar los requisitos de coordinación necesarios para los trabajos en presencia de maquinaria de vía pesada y movimiento de trenes de trabajos con el objeto de minimizar el riesgo de arrollamiento de trabajadores y colisiones debido a circulaciones propias. El documento servirá como refuerzo para el cumplimiento de las medidas preventivas existentes en la obra respecto a la utilización de maquinaria (Plan de Seguridad y Salud), contribuyendo de esta manera a la reducción y control del riesgo de arrollamiento de los trabajadores y colisiones en las vías de trabajos y en las vías con circulación.

Mediante la aplicación de este protocolo se garantizará la realización de los trabajos con mayor eficacia respecto a la seguridad en la circulación de los trenes, maquinaria y de las personas que trabajan en ellos y en el entorno de la línea.

El protocolo puede no solo referirse al movimiento interno de maquinaria, sino también a circulaciones externas. Se aplicará a toda la maquinaria de la obra, sea propia o subcontratada. Todos los trabajadores de la misma serán conocedores del mismo.

Si hubiese otras empresas contratistas participando del mismo corte de vía, será el coordinador de seguridad y salud el encargado de coordinar las distintas empresas contratistas.

En estos protocolos debe definirse quién es el jefe de cada máquina, ya que será el responsable del manejo y conducción de un vehículo con tracción propia, locomotora, maquinaria de vía o vehículo bivial debidamente autorizado a circular por la vía. Dispone de la habilitación de conducción del vehículo que maneja. Atenderá las órdenes del Encargado de obra en coordinación con el resto de responsables de circulación para realizar con éxito el desplazamiento de una máquina /tren. Dispondrá y se coordinará, en caso de ser necesario, con el Auxiliar de Circulación para efectuar movimientos de retroceso, empuje de tren y estará en permanente comunicación con el mismo. Es responsable de la seguridad en la circulación y movimientos de su máquina o tren y de los ayudantes/auxiliares que precise en sus trabajos, así como de ordenar los movimientos de su máquina o tren cuando haya comprobado la visibilidad y ausencia de personal en el radio de acción, una vez recibidas las órdenes del Encargado de la obra.

También se definirán las funciones de los ayudantes de Jefe de máquina o maquinista (persona que viaja junto con el maquinista en la cabina y posee los conocimientos suficientes para detener el tren en caso necesario). Es imprescindible su presencia cuando no existe el dispositivo de "Hombre Muerto" durante el régimen de traslado.

En el caso de que en la obra se tenga que hacer movimientos de trenes empujados, se definirán los Auxiliares de Circulación / Agentes de Cola (es la persona que designa la obra para acompañar un tren). Su función fundamental en cuanto al movimiento es situarse en el vagón de cabeza

05 RIESGO DE ARROLLAMIENTO



o zona exterior del vehículo ferroviario cuando circula un tren empujado o una máquina ha de iniciar movimiento en condiciones especiales, transmitiendo al maquinista las instrucciones precisas para avanzar en condiciones de seguridad. Dispondrá de formación específica para realizar estas funciones. Ha de pertenecer preferentemente al equipo de maquinaria designado para la obra. No obstante, de modo complementario, podrá ser un trabajador asignado por la obra siempre que cumpla con los requisitos para dichas competencias. Estará en contacto con el jefe de máquina y colocará la señalización luminosa correspondiente.

En el protocolo se deberá establecer la petición de movimiento de un tren de trabajos o máquina durante la ejecución de trabajos ferroviarios por parte del encargado o capataz al jefe de máquina. La comunicación entre interlocutores podrá ser realizada mediante radiotelefonía, telefonía móvil, escrita o de viva voz, según se acuerde previamente. Cualquier comunicación estará precedida del reconocimiento mutuo de los interlocutores.

Una vez solicitada la petición de movimiento, el Encargado de Obra, verificará la situación de todos los trabajos y trabajadores en la vía, bien de forma visual, o bien consultando al resto de Jefes de Máquina y Capataces.

Asimismo, el Encargado de Obra ha de consultar, en caso necesario, al Encargado de Trabajos (Organismo Ferroviario) sobre la compatibilidad del movimiento con las circulaciones exteriores. Ambos interlocutores han de estar en comunicación continua.

Una vez realizada esta verificación el Encargado de Obra emitirá la orden de autorización de marcha.

Por lo tanto, el proceso previo al movimiento de un Vehículo Ferroviario siempre requerirá las siguientes fases de manera obligatoria:

- Petición de movimiento
- Verificación
- Autorización de marcha.

El movimiento de la Máquina o Tren de Trabajo sólo podrá efectuarse por el Jefe de Máquina / Maquinista si ha recibido la Autorización de Marcha por parte del Encargado de Obra, una vez que éste haya verificado la ausencia de trabajadores en la vía y haya consultado en caso necesario el estado de circulaciones externas al Encargado de Trabajos.



La Autorización de Marcha emitida por el Encargado ha de identificar la máquina que realiza el movimiento y localizar el recorrido que la misma va a realizar. El Encargado ha de estar en comunicación con el resto de responsables (Jefes de Máquina y Capataces) para que sean concededores de esta Autorización de Marcha y tomen las oportunas medidas respecto al riesgo de colisiones y arrollamiento de los trabajadores.

Previamente al inicio del movimiento, el Jefe de Máquina / Maquinista ha de tener en cuenta si el movimiento a realizar se considera en Condiciones Normales (la tracción se realiza con el vehículo de cabeza, desde la cabina de avance, sin operarios sobre las plataformas de las composiciones y en condiciones de visibilidad total) o en Condiciones Especiales (si hace falta una ayuda externa para confirmar el movimiento).

Serán considerados como movimientos en condiciones especiales los siguientes:

- Movimientos de retroceso de vehículos ferroviarios desde la cabina opuesta al avance (en caso de no disponer de doble cabina).
- Movimientos de avance o retroceso de vehículos ferroviarios en condiciones de deficiente visibilidad.
- Movimientos de Trenes de trabajo, con operarios sobre las plataformas de la composición (Tren de balasto, tren de cintas, etc).
- Movimientos de vehículos ferroviarios empujados, en los que la tracción del tren se realiza con el vehículo de cola.
- Movimientos de entrada y salida a zonas de estacionamiento, así como maniobras de enganche y desenganche.

05 RIESGO DE ARROLLAMIENTO

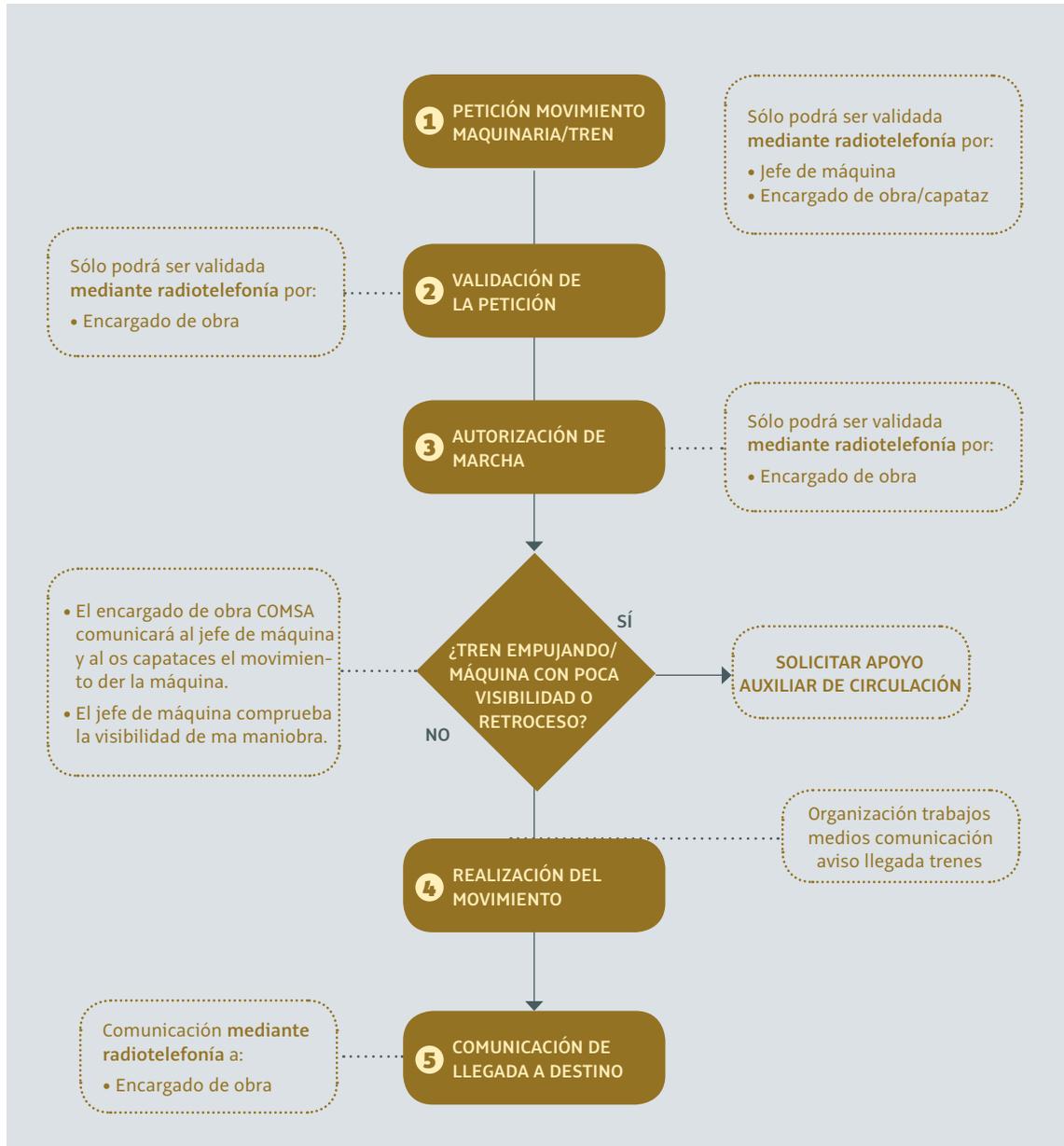


Figura 2. Protocolo de movimiento de maquinaria en renovación de vía ADIF



En todos los casos de condiciones especiales antes mencionadas (o en condiciones normales cuando el maquinista así lo decida) siempre será necesaria la presencia de un Auxiliar de Circulación que compruebe todas las zonas sin visibilidad del vehículo ferroviario previamente al inicio del movimiento y que esté en contacto con el jefe de máquina. El jefe de máquina no podrá proceder al movimiento sin haber recibido la confirmación positiva por parte del Auxiliar de Circulación.

En todos los casos, antes de iniciar el movimiento de la máquina se hará uso de las señales sonoras así como de la iluminación de cabeza y cola según lo establecido en la normativa. Entre la señal sonora y el inicio del movimiento deberán transcurrir como mínimo 3 segundos.

Se prescribirá Marcha a la Vista para los movimientos de vehículos ferroviarios en las zonas de trabajo, respetando las reducciones existentes.

Una vez el movimiento haya finalizado, el Jefe de máquina informará al Encargado de Obra de su llegada a destino.

En los movimientos de trenes de trabajo en los que existan trabajadores en alguna zona del tren (operarios en las plataformas de tolvas de balasto, operarios manipulando los carros del tren de cintas, etc.), el maquinista/ jefe de máquina deberá asegurarse de que los operarios están informados sobre el inminente movimiento. Para ello, deberá solicitar al Auxiliar de Circulación asignado y al Encargado/Capataz del tajo, que comprueben en todo momento esta situación y procedan a informar a dichos trabajadores.



Imagen 5.8. Movimiento de avance de vehículo ferroviario en trabajo nocturno. Fuente: COMSA

05 RIESGO DE ARROLLAMIENTO



En cualquier caso será necesario inspeccionar la situación de estos operarios e informar a los mismos sobre el inminente movimiento del tren, con objeto de que tomen la posición adecuada al transporte (posicionamiento sobre la plataforma del vagón, cierre de cadena) o que desciendan del mismo previamente al desplazamiento. El Maquinista/Jefe de máquina no podrá proceder al movimiento sin haber recibido la confirmación positiva por parte del Auxiliar de Circulación y del Encargado/Capataz. Igualmente, será necesario efectuar una señal acústica previa al inicio del movimiento y dejar transcurrir al menos 3 segundos antes del inicio del movimiento.

En cualquier caso, mientras el tren circula empujado se dispondrá en el primer vehículo o vagón según el sentido de la marcha de un Auxiliar de Circulación y de los siguientes elementos:

- Luz blanca intensa o destellante con alarma acústica.
- Un banderín rojo o un foco con luz blanca y roja.
- Comunicación con el maquinista de la locomotora.
- Accionamiento sobre el freno de la composición. Este equipo tendrá que permitir un accionamiento fácil y seguro por parte del Auxiliar de Acompañamiento.
- Bocina o accionamiento con silbato.

La velocidad máxima de circulación para los trenes empujados, en estas condiciones especiales, será de 20 km/h en general, respetando las reducciones. En condiciones de traslado, fuera de zona de obra, esta velocidad podrá ser de 30 km/h en caso de disponer de todos los elementos descritos. En caso de no disponer de alguno de los elementos, el traslado será realizado a una velocidad máxima de 20 km/h.

El Auxiliar de Circulación tendrá la visibilidad necesaria en el sentido de la marcha y dará las instrucciones desde lugar seguro durante todo el recorrido del movimiento.

Cuando un trabajador realice la función de Auxiliar de Circulación no podrá realizar ninguna otra simultáneamente.

El Auxiliar de Circulación que dirija el movimiento solamente podrá asistir a una máquina a la vez, no pudiendo auxiliar dos o más movimientos al mismo tiempo.

En el caso de desplazarse a pie, lo hará por fuera de la zona de plataforma, preferentemente fuera de la zona de seguridad. En este caso, la máquina irá a paso de hombre, sin superar los 5 km/h. Una vez que el Auxiliar de Circulación intervenga en el proceso de movimiento, el Jefe de máquina seguirá sus indicaciones de forma exclusiva. El Jefe de máquina se abstendrá de seguir indicaciones de otros trabajadores ni de solicitarlas. No obstante, en ocasiones también podrá colaborar el Encargado/Capataz para estos movimientos.



El Jefe de Máquina al que, estando en esta fase de la maniobra se le cortase la comunicación, realizará una parada inmediata, hasta que la misma se restablezca o hasta aclarar las causas que la motivaran.

En el caso de que el Jefe de Máquina reciba aviso de que se aproxima una circulación por la colateral mientras realiza la maniobra dirigido por el operario, detendrá la máquina y avisará de tal circunstancia al Auxiliar de Circulación.

Una vez el movimiento haya finalizado, el Jefe de máquina informará al Encargado de la obra de su llegada a destino.

Será necesario planificar y designar semanalmente la presencia de Auxiliares de Circulación en la obra.

5.3 Medidas preventivas para evitar el riesgo de arrollamiento

a. Medidas preventivas generales

Si los trabajos se efectúan en la zona interior del conjunto de vías, existiendo entre ambas una separación menor de 6 m, se aplicarán las prescripciones correspondientes a la zona de peligro o riesgo, según la distancia existente entre ambas.

Cuando se reciba aviso de que por una vía colateral se aproxima una circulación cesará la actividad de los trabajadores, que se situarán en zona segura, a una distancia como mínimo de 3 m respecto de la vía en circulación.

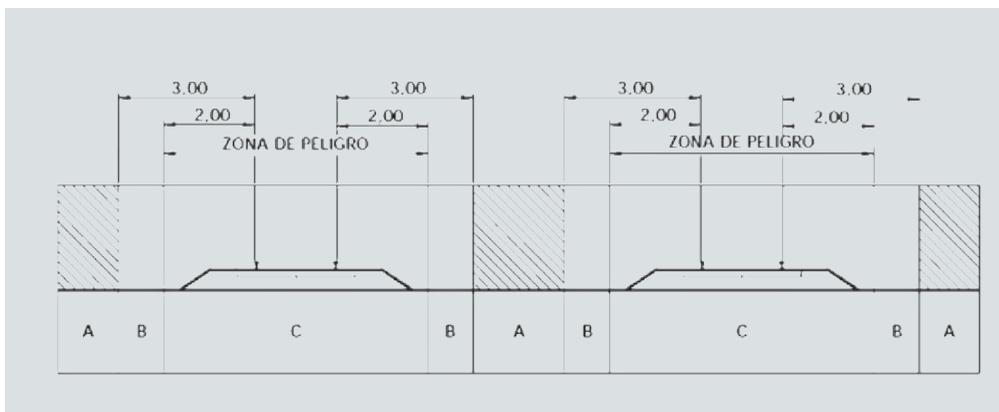


Figura 3. Zonas de peligro en vía doble

05 RIESGO DE ARROLLAMIENTO



El maquinista que encuentre personas trabajando en la proximidad de la vía, efectuará un toque de silbato que será respondido por el piloto de seguridad o encargado levantando un brazo como señal de reconocimiento.

A la llegada de un tren a la proximidad del tramo ocupado, los trabajadores se apartarán siempre hacia el exterior, nunca hacia la otra vía, y retirarán las herramientas y obstáculos que existan en la vía.

Si por haber quedado alguna herramienta, defecto u obstáculo en la vía el tren no debiera circular por un punto determinado, los trabajadores una vez apartados, le harán la señal de Alto para que se detenga.

El Capataz/ Responsable de tajo permanecerá en todo momento atento a la presencia de trenes u otras circulaciones que pudieran poner en peligro a las personas o a otros trenes, tomando las medidas que considere oportunas en cada caso.

Se debe planificar la correcta dotación de todos los encargados/capataces/jefes de equipo y jefes de máquina/ maquinistas en cuanto a la disposición de dispositivos de comunicación compatibles, y en caso de necesario dotados de sistema tren tierra, para poder comunicarse convenientemente y que no exista ninguna brigada sin un responsable que les pueda informar de dichos movimientos, así como la correcta dotación de equipos portátiles para realizar señales acústicas y equipos de iluminación portátil (linterna).

En la organización del trabajo se intentará, en la medida de lo posible, minimizar el movimiento de las máquinas.

Los encargados y capataces ordenarán previamente a los trabajadores salir de la vía de trabajos para permitir el paso de los vehículos ferroviarios.

Los responsables de tajo designados informarán a todos los trabajadores de los riesgos específicos respecto del peligro de arrollamiento previamente al inicio de la actividad.

Cuando una máquina o tren de trabajos se dirija a un punto donde hay un grupo de trabajadores en vía lo hará a una velocidad tal que le permita detenerse antes de llegar a dicho punto.

En las zonas con presencia de personal a pie se reducirá la marcha a paso de hombre. En estas condiciones la velocidad no excederá los 5 km/h.

Si algún trabajador detecta que existe algún problema, debe comunicarlo con su superior de inmediato, sobre todo si se puede poner en riesgo su seguridad o la de sus compañeros.



Los trabajadores vestirán ropa amarilla de alta visibilidad con bandas reflectantes.

Todos los trabajadores recibirán información sobre la ubicación del interruptor de las paradas de emergencia de las máquinas.

El personal permanecerá fuera del radio de acción de las máquinas.

Se debe planificar la iluminación personal y colectiva para la realización de trabajos.

Los trabajadores a pie intentarán trabajar de manera que estén de cara a las máquinas de la obra, no de espaldas a las mismas.

La maquinaria deberá tener una iluminación suficiente en ambos sentidos de la marcha. Los trenes de trabajo han de disponer de foco de luz blanca en cabeza (incluidas sus composiciones) en el momento de circular empujados. Dispondrán asimismo de luz de cola.

b. Coordinación con otras empresas contratistas en obra

Como se ha comentado anteriormente, la coordinación de actividades empresariales es fundamental para ayudar a evitar este tipo de accidentes y será realizada mediante reuniones de coordinación entre los responsables de la contrata, otras empresas contratistas/subcontratistas y el coordinador de seguridad y salud de las obras.

En estas reuniones de coordinación será necesario explicar el contenido de los protocolos de Circulación de Maquinaria Ferroviaria en obra o bien definir otro análogo con requisitos similares. Este protocolo u otro similar deberá ser aplicado igualmente por el personal y maquinaria prevista por parte de otras contratas, en caso de existir, una vez consensuado con el coordinador de seguridad y salud.

Para garantizar el correcto funcionamiento del protocolo de circulación será absolutamente necesario que los equipos de comunicación utilizados por todos los contratistas sean compatibles entre sí.

c. Colocación de calces

Se deben colocar calces de inmovilización a los vehículos de vías que estén estacionadas según lo establecido en el ART. 607 RGC.

Según la declividad de la vía se estipulan la proporción de vehículos que deben estar inmovilizados, según la siguiente tabla. Se recomienda que se inmovilice siempre el situado en el punto más desfavorable para actuar de tapón y que en caso de fallo no invada las vías en servicio.



Los calces se colocarán de manera segura. Si la pestaña del calce estuviera aprisionada por la rueda es imprescindible protegerse, colocando un segundo calce delante, antes de retirar el primero.



Imagen 5.9. Colocación de calces.

Fuente: COMSA

d. Medidas preventivas en los desplazamientos por la vía

Como ya se ha indicado anteriormente, el acceso a las instalaciones ferroviarias conlleva un proceso previo de autorización, en el que, además, la entidad gestora de la infraestructura informa a los contratistas de las normas que deben cumplir al entrar en sus instalaciones. Como también se ha señalado anteriormente, el trabajo en las zonas de riesgo o peligro de la vía está regulado con el objeto de que no esté en juego la seguridad de los trabajadores del tajo o del material rodante.

Una vez recibida la autorización para trabajar en la vía, es necesario llegar hasta la zona de trabajo. En ocasiones es posible llegar hasta ella en vehículo por la vía pública, mientras que en otras se debe acceder caminando o desplazándose en un vehículo sobre la vía. En cada caso, las medidas preventivas que se deben adoptar son diferentes.

Cuando el acceso se realice en vehículos a través de vías públicas, el conductor tiene que encontrarse en un adecuado estado psicofísico, respetar lo establecido en el código de circulación y asegurarse del correcto mantenimiento del correspondiente vehículo.

Cuando el acceso se efectúe a pie, han de aplicarse las siguientes medidas:

- No deben realizarse nunca desplazamientos pisando las traviesas ni sobre los carriles. Puede haber circulaciones y se trata de un riesgo inasumible.
- Los desplazamientos se tienen que llevar a cabo por fuera de la zona de riesgo de la vía.
- Los trabajadores deben disponer de ropa de alta visibilidad y calzado de seguridad, preferiblemente botas, para proteger los tobillos de los posibles esguinces que se puedan ocasionar al desplazarse sobre el balasto.
- Si el desplazamiento se realiza en horario nocturno, es conveniente que porten linternas con iluminación blanca hacia adelante y roja hacia atrás.
- No se deben cruzar vías o acceder a la zona de peligro o riesgo sin la autorización expresa del piloto de seguridad.
- Todos los trabajadores tienen que abandonar la vía en el momento en el que escuchen la señal de aviso de llegada de circulaciones por parte del piloto de seguridad.

Para el acceso hasta la zona de trabajo a través de la propia vía se utilizan vehículos automotores denominados "dresinas", que, además, se usan para transportar material hasta la misma (balasto, traviesas, etc.) o para reparar o inspeccionar la catenaria (en ese caso se denominan "dresinas de electrificación").



Imagen 5.10. Dresina.
Fuente: COMSA



El desplazamiento mediante dresinas no deja de ser una ocupación de la vía y para ello requiere las correspondientes autorizaciones del puesto de mando.

Las medidas preventivas básicas que deben aplicarse en estos casos son:

- Cumplir las órdenes del puesto de mando.
- Transportar en el interior de la dresina sólo al personal que indique la ficha técnica de la misma.
- No se transportará personal fuera del lugar habilitado para ello; no se pueden ocupar las zonas previstas para el transporte de materiales o equipos de obra.
- El conductor debe respetar la velocidad máxima y la tara del vehículo.

e. Interferencias con carreteras

En los trabajos de renovación de vías las interferencias con carreteras se ocasionan muchas veces con ocupaciones temporales de los pasos a nivel. En este caso se ha de: solicitar con antelación permiso de corte temporal al titular de la carretera afectada, señalizar los desvíos convenientemente, colocar la señalización vertical, y disponer de señalistas si el tráfico esperado por dicha vía es importante.



Imagen 5.11. *Interferencia de los trabajos de ejecución de un paso a nivel con vía férrea en servicio. Fuente: VIAS*



f. Otras medidas

Como se ha comentado anteriormente, no se debe dejar de lado las medidas preventivas respecto al ruido, las condiciones climáticas adversas y la iluminación que se han tratado en la parte de riesgos generales ferroviarios que son totalmente aplicables, y sus medidas preventivas ayudan a reducir los riesgos de arrollamiento ferroviario.

5.4 Medios de protección colectiva

La protección colectiva se puede definir como la técnica de seguridad diseñada para proteger a más de un trabajador frente a un riesgo en una determinada zona de trabajo o, en el caso de la construcción, en una zona de la obra.

Además de las protecciones colectivas utilizadas en obra civil (por ejemplo, sistemas provisionales de protección de borde o redes de seguridad durante la realización de trabajos sobre estructuras), en el trabajo ferroviario se emplean sistemas de protección específicos, tales como:

- Barandillas especiales.
- Vallas y mallas de balizamiento.
- Sistema de Alarma por Aproximación de Trenes (SAAT).

a. Barandillas y vallas de balizamiento

En los trabajos ferroviarios se usan barandillas especiales, particularmente durante la ejecución de tareas en vía doble donde el gálibo entre ambas vías es suficiente para no interferir con las máquinas en el proceso de trabajo o explotación.



Imagen 5.12. Barandillas especiales.
Fuente: Daniel Sánchez polo

05 RIESGO DE ARROLLAMIENTO



Estas barandillas se unen al carril por el patín y separan físicamente una vía de otra, de modo que los trabajadores no crucen o circulen por la entavía.

Las vallas de balizamiento cinemático persiguen limitar las zonas de trabajo en las cuales hay restricciones de paso. Generalmente se usan para delimitar los trabajos dentro de la zona de seguridad de la vía y que determinan la necesidad o no de la presencia del piloto de seguridad o agente de la entidad ferroviaria.

La instalación de "malla naranja" no es siempre admitida por los organismos ferroviarios, ya que en caso de bajo mantenimiento, puede ser enganchado por una circulación ferroviaria y puede provocar daños a los trabajadores que están en su entorno. Por eso es preferible una valla de delimitación física que no tenga un mantenimiento tan constante.



Imagen 5.13. : Vallas de gálibo cinemático.
Fuente: COMSA



Se ha de tener en cuenta que las mallas de material plástico carecen de la resistencia adecuada para ser utilizadas como protección de borde frente a las caídas en altura.

Para instalar estas mallas, debe estar aprobadas por el organismo ferroviario propietarios de la infraestructura.

b. Sistema de Alarma por Aproximación de Trenes (SAAT)

Los sistemas de alarmas por aproximación de trenes se clasifican en las siguientes tipologías:

1. Sistemas automáticos de Alarma por aproximación de trenes, disparados por los mismos o por los sistemas de señalización.
2. Sistemas Automáticos de Alarma accionadas por operarios mediante dispositivos al efecto.
3. Sistemas de aviso que funcionan sin la utilización de ningún equipo automático, es decir, a través de la información de llegada de los trenes que proporcionan los operarios designados para ello. Este método, que depende exclusivamente del factor humano, se deberá utilizar siempre como último recurso .

El SAAT (o **ATWS** en su abreviatura en inglés) se concibe como un sistema de alarma para proteger los trabajos que se realizan en el entorno ferroviario disminuyendo los riesgos de arrollamiento. Este sistema automático sirve para advertir a cuantas personas trabajan en la vía o sus proximidades de la llegada de una circulación.

El sistema SAAT que se utilice en la obra debe estar autorizado por el gestor de la infraestructura ferroviaria. Actualmente, el equipo se presenta en dos modalidades, vía radio y vía cable, pudiendo utilizarse también de manera simultánea – cable y radio - cuando la obra o emplazamiento así lo aconseje. Por ejemplo, esta última modalidad será utilizable en intervenciones rápidas en la vía o labores puntuales realizadas por trabajadores y/o maquinaria fuera de la zona de cobertura inicial del sistema.

Es un dispositivo de protección colectiva compuesto por un sistema de aviso, un sistema de proceso y un sistema de alarma combinados. Se utiliza para advertir a cuantas personas o máquinas están trabajando en la vía de la proximidad de la llegada de una circulación. Este sistema se fundamenta en la emisión de una señal de alarma que conjuga las señales de aviso óptica y acústica y se adapta a las condiciones de la obra, ya sean tajos pequeños itinerantes o tajos grandes estacionarios.

05 RIESGO DE ARROLLAMIENTO



El sistema de aviso de llegada está formado, bien por dispositivos o pedales captadores anclados al carril en ambos sentidos (los cuales se activan con el paso del propio tren) que transmiten la señal hasta el sistema de proceso (vía cable o radio), o bien por un operario con una central inalámbrica (vía radio) que dará aviso al mismo sistema de proceso.

La señal de alarma suele estar formada por una combinación de señales sonoras y luminosas.



Imagen 5.14. SAAT.
Fuente: COMSA

Cuando el tren ha salido de la zona de obras, la alarma deja de sonar.

En caso de circulación paralela, debe planificarse su utilización para entrada de trenes desde ambos sentidos.



Imagen 5.15. Mando de control de SAAT.
Fuente: Daniel Sánchez Polo

Desde que el tren supera el pedal de aviso hasta que llega al tajo debe haber pasado suficiente tiempo para que la maquinaria haya parado su actividad y los trabajadores hayan cesado momentáneamente su actividad.

Este sistema permite trabajar incluso con niveles bajos de visibilidad.

5.5 Equipos de protección individual

El equipo de protección individual más importante para evitar arrollamiento es el uso de prendas reflectantes en mono de trabajo, chalecos, etc. según la une UNE-EN 471.

Otro elemento fundamental es la disposición de iluminación personal. Se recomienda en la cabeza para manejar las manos libremente.

Los equipos de protección individual (EPI) son aquellos elementos de carácter individual portados por los trabajadores para evitar o minimizar el daño que pueda surgir como consecuencia de la materialización de un riesgo.



Según los principios de la acción preventiva, siempre se deben utilizar protecciones colectivas antes que las individuales.

Si se necesita alguna aclaración sobre cómo mantener los EPI, como usarlos, etc. Solicitarlos al superior para que os entregue la ficha del equipo.

En el Plan de Seguridad y Salud, Plan Preventivo, Manuales de las máquinas, Instrucciones de trabajo, etc. vienen indicados los EPI que hay que usar, por lo que es indispensable consultar estos documentos.

Nunca se deben modificar las condiciones o características originales de los EPI, ya que entonces podrían perder su eficacia protectora.

Siempre se debe pensar en utilizar protecciones colectivas antes que las individuales.

a. Uso de EPI en trabajos ferroviarios

Se empleará el casco en todos los trabajos con manipulación mecánica de cargas o en los que podamos sufrir un golpe al estar cerca de una maquinaria pesada, o también cuando trabajamos alrededor de las tolvas de balasto.

Se usara protección auditiva en caso de trabajos ruidosos, como son el desguarnecido, trabajos con maquinaria pesada, uso de maquinaria ligera de vía, etc. También en trabajos en el interior de túneles. Hay que recordar que los protectores auditivos atenúan todos los ruidos incluidos los que producen las circulaciones ferroviarias. Solo se utilizarán en el caso de que no existan circulaciones ferroviarias en ese momento.

Se empleara guantes y botas de seguridad en todos los trabajos ferroviarios.

Se usara mascarilla en los trabajos de carga y descarga de balasto y trabajando cerca de la desguarnecedora. También en trabajos en el interior de túneles.

Cuando en el entorno de trabajo existan riesgos para los ojos y la cara derivados de impactos de partículas o cuerpos sólidos, radiaciones peligrosas, deslumbramientos, etc., es necesario seleccionar un equipo de protección ocular y facial adecuado que proteja los ojos y evite accidentes (cortes de carril, traviesa, etc.).

Se usara arnés de seguridad para trabajos con riesgo de caída en altura(renovaciones en estructuras sin barandilla, sustitución de traviesas en puentes metálicos, sustitución de barandillas en puentes, etc.).



b. Ropa de alta visibilidad y ropa de trabajo

La ropa de alta visibilidad permite que en entornos con poca iluminación (túneles, trabajos nocturnos, etc.) se haga más visible al personal que la lleva. En los trabajos ferroviarios es obligatorio el uso de ropa de alta visibilidad y será de color amarillo o similar.



Imagen 5.16. Ropa de alta visibilidad.
Fuente: Tecsa

5.6 Señalización

La necesidad de señalizar surge cuando, ante la imposibilidad de eliminar o reducir suficientemente un riesgo aplicando medidas preventivas y de control (de carácter organizativo y de protección) y tras haber formado e informado debidamente a los trabajadores, se debe advertir a éstos de la existencia de un determinado riesgo, orientarles o guiarles sobre las pautas de comportamiento que deben seguir ante cada situación (obligando, prohibiendo e informando), así como facilitarles la localización e identificación de determinados medios o instalaciones de protección, evacuación, emergencia o primeros auxilios.

La señalización de seguridad y salud por sí sola no elimina los riesgos existentes. Se emplea en la obra como medida complementaria a las actuaciones de prevención y protección.

Además de la señalización de riesgos, será fundamental la señalización de límite de velocidad para las circulaciones ferroviarias.



De manera más específica, el administrador de la infraestructura ferroviaria donde se trabaje indicará, en sus consignas específicas, la señalización de limitación de velocidad en circunstancias de corte de vía (sobre todo en el supuesto de vía doble con circulación en el otro sentido).

Una vez comenzado el corte de vía, lo primero que se realizará será la colocación de la señalización en los lugares indicados por el piloto de seguridad. Dicha señalización se retirará al finalizar los trabajos.

En los trabajos ferroviarios es muy frecuente la utilización de señales acústicas por parte del piloto de seguridad y los miembros de la obra, en especial de las bocinas para el aviso de la llegada de las circulaciones ferroviarias y la necesidad de retirarse fuera de la vía.

En materia ferroviaria, cada uno de los administradores de infraestructuras ferroviarias (ADIF, FEVE, FGV, FGC, Metro de Bilbao, Metro de Madrid, etc.) dispone de su propia reglamentación. Este tipo de señales va dirigido, sobre todo, al personal que maneja la maquinaria que se desplaza por la vía.

a. Señales indicadoras

Se emplean para transmitir a los maquinistas órdenes e indicaciones independientes de las señales fijas y llevan inscritas letras, palabras, números o figuras.

Por ejemplo, la señal "Silbar, obreros" informa al maquinista de que debe pulsar el silbato para avisar de la llegada del tren a los operarios que están trabajando en la vía. Esto es una medida preventiva complementaria a las órdenes del piloto de seguridad, quien debe haber avisado con antelación suficiente a los trabajadores de la llegada de la circulación para que desocupen la vía. Esta señal se representa por una letra "S" mayúscula en blanco sobre un fondo negro; debajo se puede escribir el motivo, en este caso "Obreros en vía".

b. Limitadoras de velocidad

DÍA Y NOCHE	
PERMANENTE	TEMPORAL
	B*

* Los números pueden ir en azul reflectante

Figura 3. Señales fijas limitadoras de velocidad.

Fuente: RENFE



El director de los trabajos o en las propias consignas o en la autorización del corte podrá marcar las limitaciones de velocidad que estime conveniente para las circulaciones ferroviarias en el tramo en obras. La señalización de estas limitaciones se realiza colocando las señales que a continuación se indican y en el mismo orden:

- 1.º Una señal informativa denominada "señal de anuncio de velocidad limitada", que avisa al maquinista de la limitación. Es redonda con fondo amarillo y en negro se marca el número que indica el límite de la velocidad.



Figura 4. Señal de anuncio de velocidad limitada.
Fuente: RENFE

- 2.º Una señal de obligación denominada "señal ejecutiva de velocidad limitada", a partir de la cual es obligatorio circular a una velocidad igual o inferior a la que marque. Esta señal es romboidal y con fondo amarillo, y con el número en negro.



Figura 5. Señal ejecutiva de velocidad limitada.
Fuente: RENFE

- 3.º Una señal de fin de limitación de velocidad limitada. Es cuadrada con el fondo amarillo, si es temporal, y blanca si es permanente.

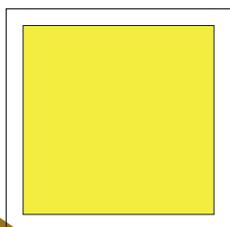


Figura 6. Señal de fin de limitación de velocidad limitada.
Fuente: RENFE



c. Señales portátiles

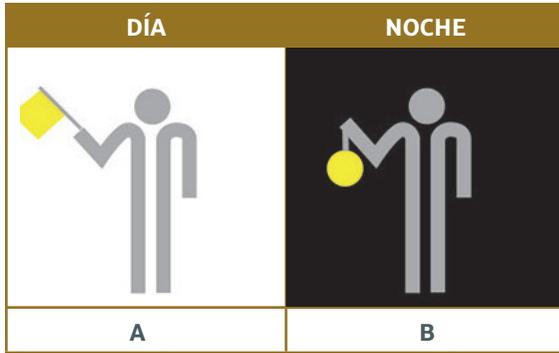


Figura 7. Señales portátiles de precaución.
Fuente: RENFE



Figura 8. Señales portátiles de parada.
Fuente: RENFE

Los banderines deben estar a disposición de los pilotos de seguridad y maquinistas para poder parar la circulación de un vehículo o para realizar, en caso de emergencia, señales de parada manual por rotura de carril, hundimiento, corrimiento, obstáculo, etc.

Asimismo, los maquinistas deben disponer de balizas luminosas para señalar las maniobras en cola de trenes.



Las balizas luminosas se emplean también para señalar riesgos dentro de las obras, como: los pequeños huecos, las patas estabilizadoras de las grúas, los acopios de material, etc.



Imagen 5.17. Baliza luminosa.

Fuente: COMSA

5.7 Recomendaciones generales de seguridad en caso de atropello. Conclusiones

En una obra se presentan multitud de riesgos que pueden afectar a los trabajadores que intervienen en la ejecución de la misma. Los trabajadores de una obra de construcción o mantenimiento de vías férreas están expuestos no sólo a los riesgos propios de la tarea que realizan, sino también a los que se derivan de las condiciones del entorno de la obra y de las actividades que otros gremios realizan de forma simultánea o sucesiva.

Existen riesgos generales que afectan a la totalidad de los trabajadores que intervienen en la obra y que se dan, independientemente de la tarea específica, por las condiciones de la obra en cuanto a acceso, lugares de tránsito y ubicación en la que se realiza la tarea.

Las principales pautas de prevención que deben adoptar todos los trabajadores que intervienen en las obras ferroviarias:

- Conocer el Plan de Seguridad y Salud de la obra y seguir las indicaciones del mando (encargado, capataz, etc.).

05 RIESGO DE ARROLLAMIENTO



- Informarse cada día de los trabajos que puedan suponer un riesgo (huecos, excavaciones, etc.), de la realización simultánea de otros trabajos y del estado del entorno de trabajo (pendientes, obstáculos, hielo, etc.).
- Conocer el lugar de trabajo, especialmente el tipo de terreno y aquellos puntos donde puedan existir restricciones de altura, anchura o peso.
- En los trabajos ferroviarios hay que cerciorarse de la existencia de corte de las circulaciones.
- Recordar que la existencia de corte de las circulaciones en la vía en la que se está trabajando no significa que no existan circulaciones en las vías contiguas.
- Conocer el manual de instrucciones de las máquinas, especialmente la información referente a los riesgos que su utilización conlleva, las medidas preventivas que se han de aplicar y los dispositivos de seguridad de los que dispone.
- La maquinaria solo debe ser utilizada por personal autorizado y cualificado y su documentación ha de estar actualizada: declaraciones de conformidad, certificados, revisiones, etc.
- Seguir las normas de circulación establecidas en el recinto de la obra y, en general, las marcadas en el Código de Circulación o en los reglamentos de circulación específicos de la obra (diferentes según la operadora ferroviaria).
- Mantener la señalización y los medios de protección colectiva establecidos respecto a la zona de circulación de peatones, trabajadores o vehículos.
- Emplear ropa de alta visibilidad y los necesarios equipos de protección individual (EPI).
- No llevar ropas sueltas, cadenas, brazaletes, anillos, ni nada que sea susceptible de engancharse con partes móviles de las máquinas.

Cuando se acceda a una vía cortada se deben adoptar las siguientes medidas y comprobaciones fundamentales:

- Colocar en corte de vía, cuando sea necesario, la barra de cortocircuito que una ambos carriles, de manera que a niveles de señalización y semaforización la vía de trabajo aparezca cortada. Al final del trabajo el piloto de seguridad retirará dicha barra.
- En caso de corte de catenaria, comprobar la ausencia de tensión y colocar pértigas de seguridad de puesta a tierra, y en ambos sentidos en todas las catenarias y feeders que afecten al tramo cortado. Al final de la ejecución de los trabajos se retirarán dichas pértigas.

En el caso de los vehículos y la maquinaria empleada durante la ejecución de los trabajos ferroviarios, aunque sus operadores realizan sus funciones, principalmente, en el interior de estos equipos de trabajo, también transitan por las vías y, en general, por la zona de obra, en los momentos de ascenso al puesto de conducción o de descenso del mismo.



Ello da lugar a distintos escenarios generadores de riesgo, como: tránsito a pie por las vías; subida a los vehículos o máquinas y bajada de los mismos; exposición a ambiente pulverulento (por ejemplo, emisión de polvo durante el vertido de balasto); presencia de otras máquinas o vehículos en movimiento y circulaciones de trenes; existencia de cargas suspendidas y realización de operaciones de enganche y desenganche de cargas manipuladas mediante aparatos elevadores; realización de operaciones de mantenimiento de las instalaciones eléctricas y mecánicas de los vehículos y máquinas; o la proximidad de los trabajos a instalaciones eléctricas con tensión (por ejemplo, catenaria).

Dichos vehículos y máquinas autopropulsadas tendrán Marcado "CE" (salvo las locomotoras) y dispondrán de todos los mecanismos y sistemas de seguridad que establezcan los fabricantes con el fin de satisfacer los requisitos esenciales de seguridad y salud estipulados por la reglamentación de aplicación. De forma general, las máquinas móviles empleadas en las obras ferroviarias han de estar equipadas con:

- Señalización acústica automática de marcha atrás.
- Faros para los desplazamientos de marcha hacia adelante y hacia atrás.
- Retrovisores a ambos lados y, en caso necesario, sistema de cámara con monitor en la cabina con el fin de mejorar la visibilidad cuando el campo de visión del conductor sea insuficiente.
- Dispositivo de frenado y parada.
- Medios que permitan evitar una puesta en marcha no autorizada (el medio clásico es la llave de contacto).
- Extintor portátil o sistemas de extinción automático.
- En su caso, estructura de protección antivuelco y estructura de protección contra la caída de objetos o de materiales sobre el puesto de conducción.
- Sillón o asiento antivibratorio.
- Resguardos en las partes móviles y elementos en tensión eléctrica.
- Peldaños antideslizantes y asideros.
- Señalización de carga máxima.

Asimismo, se debe acotar el radio de acción de las máquinas, limitar sus movimientos y restringir la presencia de trabajadores en el radio de acción de las mismas a las operaciones estrictamente necesarias.

En el uso de la maquinaria autopropulsada hay que tomar en consideración distintas situaciones de riesgo, tanto las que inciden sobre los operadores de los equipos de trabajo y los que dirigen las operaciones de las máquinas como las que afectan a los trabajadores que se encuentran en su proximidad.

05 RIESGO DE ARROLLAMIENTO



El principal riesgo que se presenta en las obras es el riesgo de atropello, como hemos visto anteriormente, ya sea por maquinaria propia de la obra, o bien por parte de la de otras contratadas.

Todos los organismos ferroviarios deben regular los trabajos que se realicen en la vía. Para ello, se desarrolla en cada uno de ellos normativa específica de circulación de vehículos, de manera que los maquinistas conozcan dicha normativa. Se regula el modo en el cual el organismo ferroviario permitirá los trabajos de vía y exigirá según la proximidad a la vía la presencia de un agente de circulación o piloto de vía que regule la seguridad de las circulaciones. Este agente estará en contacto con el puesto de mando, que a su vez autorizará y avisará al piloto cuando pueden empezar a trabajar las empresas los trabajos a realizar y que puedan entrar en la vía de manera que no van a afectar a ninguna circulación comercial programada. Si es necesario por los trabajos a realizar, además del corte de vía será necesario el corte de catenaria. Para ello, algunas administraciones disponen de un piloto de catenaria que se encarga de certificar /comprobar/ cortar la alimentación eléctrica a la zona de afección y asegurarse de que se toman las medidas necesarias para evitar su retroalimentación o derivación de corrientes vagabundas.

Este piloto puede ser perteneciente a la administración o ferroviaria o al propio contratista, siempre homologados por el organismo ferroviario.

Según la tipología de la línea férrea, la frecuencia de paso de los trenes convencionales, el número de vías, los trabajos a realizar, etc. Se requerirá trabajar en horario con corte total de vía (no pasan trenes convencionales en la vía donde se vayan a realizar los trabajos) o catenaria (cortar la catenaria en caso de que dichos trabajos impliquen maquinaria que pueda interferir con la línea eléctrica) o bien se pueden realizar trabajos por intervalos entre el paso de dos circulaciones, generalmente en caso de trabajos manuales que no requieran la intervención de maquinaria pesada de vía.

En este documento se ha especificado las definiciones de los agentes que intervienen en el corte de vía, cuando es necesario el establecimiento de pilotos, los distintos regímenes de trabajo, etc. Si ya en los trabajos en que se utilizan máquinas uno de los riesgos más importantes es el de atropello a trabajadores, en el caso de las obras ferroviarias a este riesgo hay que sumarle el de atropello por las máquinas que circulan por la vía, que además generan simultáneamente un riesgo paralelo cual es el arrollamiento de la propia maquinaria de obra, tanto uno como otro los vamos a estudiar en los apartados siguientes.

06

RIESGO DE ELECTROCUCIÓN



06. RIESGO DE ELECTROCUCIÓN

6.1 Nociones básicas

Antes de abordar el riesgo que puede ocasionar la presencia de instalaciones eléctricas en el lugar de trabajo, cabe realizar un acercamiento sencillo al concepto de la electricidad como fenómeno físico, así como a los términos más característicos.

6.2 Definiciones

- **Alta Tensión.** Instalaciones en las que la tensión nominal es superior a 1.000V para corriente alterna (c.a.) y 1.500V para corriente continua (c.c.).
- **Baja Tensión.** Instalaciones en las que la tensión nominal es igual o inferior a 1.000V c.a., y 1.500V para c.c.
- **Trabajos sin tensión.** Los trabajos sin tensión se realizan después de suprimir la tensión en una instalación. Para ello, se aplicarán las "5 Reglas de Oro".
- **Cinco reglas de oro para suprimir tensión.** El proceso en cinco etapas mediante el cual se suprime la tensión de la instalación donde se van a realizar "trabajos sin tensión", conocido habitualmente como "las cinco reglas de oro", tiene por objeto proteger a los trabajadores frente al riesgo eléctrico derivado de la aparición inesperada de tensiones peligrosas en la instalación. En dicho proceso, la aplicación de la primera etapa produce el aislamiento de la instalación respecto a las fuentes de alimentación; la segunda etapa tiene por objeto impedir que se reconecte; la tercera etapa tiene por objeto comprobar que la instalación está libre de tensión; la cuarta etapa tiene por finalidad poner a tierra y en cortocircuito la instalación; la quinta y última etapa complementa las anteriores, bien sea mediante la introducción de barreras que evite el contacto de los trabajadores con otros elementos en tensión o mediante la delimitación y señalización de la zona de trabajos. Hasta que no se hayan completado las cinco etapas no podrá autorizarse el inicio del trabajo sin tensión y se considerará en tensión la parte de la instalación afectada.
- **Catenaria.** Conjunto formado por un cable sustentador del que van suspendidos mediante péndolas los hilos de contacto, a través de los cuales toma corriente el material motor por medio de los pantógrafos.



- **Feeder.** Cable que partiendo de la subestación alimenta independientemente tramos de catenaria.
- **Zona de Peligro o Zona de Trabajos en Tensión.** Aquella en la que la presencia de un trabajador desprotegido supone un RIESGO GRAVE E INMINENTE de que se produzca un arco eléctrico o un contacto directo, teniendo en cuenta los movimientos normales que puede efectuar el trabajador sin desplazarse.
- **Zona de proximidad.** Espacio delimitado alrededor de la zona de peligro, desde la que el trabajador puede invadir accidentalmente esta zona, sin invadir la zona de peligro.
- **Trabajo en proximidad.** Es el trabajo durante el cual el trabajador entra o puede entrar en la zona de proximidad sin entrar en la zona de peligro, bien sea con una parte de su cuerpo, o con las herramientas, equipos, dispositivos o materiales que manipula.
- **Zona Neutra de Seguridad.** Es aquella zona de catenaria que se deja sin tensión, a ambos lados del tramo de trabajo, y donde no se puede trabajar ante la posibilidad de su puesta en tensión por un rebase de un seccionamiento o aislador de sección por un pantógrafo.
- **Cantón.** A cada una de las partes en que se divide la línea aérea de contacto se denomina CANTÓN. Esta subdivisión se diseña para contrarrestar el efecto de las dilataciones de la línea aérea de contacto.
- **Seccionamiento.** Montaje de línea de contacto que independiza eléctricamente y mecánicamente dos tramos de catenaria, y permite la alimentación sin interrupción de los pantógrafos a su paso por los mismos.
La continua sucesión de cantones forma la línea aérea de contacto. Para que el pantógrafo no encuentre discontinuidad en la línea, los cables se deben solapar, de tal forma que cuando un cantón de línea termina, a continuación empieza el siguiente. La zona donde se solapa una sección de cable con otra se denomina SECCIONAMIENTO. Existen dos tipos de seccionamiento: de cantón y de aire.
- **Seccionamiento de cantón.** Son aquellos que se encuentran instalados a lo largo de la Línea Aérea de Contacto y tienen la misión de independizar mecánicamente los conductores para mantener estables los esfuerzos mecánicos independientemente de las variaciones de temperatura ambientales.



- **Seccionamiento de aire.** Se instala en las proximidades de las señales de entrada, señales de salida, centro de las estaciones, o en plena vía. Este tipo de seccionamiento aparte de independizar mecánicamente dos tramos de catenaria también los independiza eléctricamente.
- **Aislador de sección.** Aparato montado en el hilo de contacto que independiza eléctricamente una vía o grupo de vías de una misma estación sin necesidad de cortar tensión en toda ella.
- **Seccionador de línea.** “Cuchilla” accionada mediante palanca o motor y que permite interrumpir la tensión entre los dos tramos separados por un seccionamiento de aire o aislador de sección.
- **Seccionador de punta de feeder.** Son aquellos que se encuentran instalados entre el feeder de alimentación de la subestación y la catenaria pudiendo independizar eléctricamente ambos elementos.
- **Telemando de electrificación.** Aquella instalación donde se encuentra el telemando de subestaciones y telemando de seccionadores de línea, pudiendo realizar el mando y control de dichos elementos
- **Operador del Telemando de Electrificación.** Es la persona que controla a distancia la alimentación a las instalaciones.
- **Trabajador Cualificado.** Trabajador autorizado que posee conocimientos especializados en materia de instalaciones eléctricas, debido a su formación acreditada, profesional o universitaria, o a su experiencia certificada de dos o más años. (Nombramiento en Anexo 1).
- **Trabajador Autorizado.** El trabajador que ha sido autorizado por el empresario para realizar determinados trabajos con riesgo eléctrico, en base a su capacidad para hacerlos de forma correcta, según los procedimientos establecidos.

Cuando existe una corriente eléctrica quiere decir que se están moviendo los electrones, los cuales tienen carga negativa. Por lo tanto, se desplazan hacia el polo positivo, luego el sentido físico de circulación de la corriente eléctrica siempre va desde el polo negativo al positivo.



La intensidad con la que la corriente circula por un conductor depende de la diferencia de tensiones entre los dos polos a través de los que circula la misma y de la resistencia que oponga el conductor a dicha circulación; hay que tener en cuenta que cada material tiene una resistencia propia a que circule por él el flujo eléctrico. El fenómeno físico explicado gráficamente responde al siguiente esquema:

- Sentido de la corriente

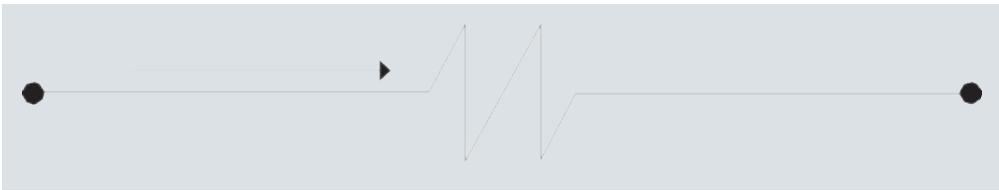


Figura 1. Corriente eléctrica

Físicamente el fenómeno responde a la Ley de Ohm, que relaciona las variables en el modo en el que se expone:

$$V = I \times R$$

Siendo:

- V la diferencia de potencial medida en voltios, que en el ejemplo del gráfico resultaría $V = V_B - V_A$
- I la intensidad que circula por el conductor medida en amperios que, como se indica en el gráfico del ejemplo, va de A hacia B.
- R es la resistencia eléctrica medida en ohmios, que en el ejemplo del gráfico, se representa por una línea quebrada.

El riesgo eléctrico en una persona se materializa cuando ella misma se convierte en conductor y la corriente eléctrica circula a través de su cuerpo, bien por contacto directo, bien por contacto indirecto. El paso de la corriente por el cuerpo puede ocasionar lesiones de diferente gravedad e incluso la muerte.

El daño generado por la corriente es tanto menor cuanto menor es la intensidad de la corriente que pueda circular por el cuerpo. Según la Ley de Ohm, la intensidad será tanto menor cuanto menor es la diferencia de potencial entre los puntos de contacto del cuerpo y mayor es la resistencia del conjunto cuerpo-elementos de protección individual.



Si el cuerpo humano fuera un aislante casi perfecto, como el vidrio, no tendríamos que temer de la corriente eléctrica.

La resistencia que opone el cuerpo humano al paso de la corriente variable no solo de un individuo a otro, sino que además depende de **múltiples** factores.

Los tejidos orgánicos se encuentran a mitad de camino entre los conductores y los aislantes, **permitiendo el paso de la corriente eléctrica**.

ELECTRIZACIÓN

La electrización está constituida por las distintas manifestaciones fisiológicas y fisiopatológicas debidas al paso de la corriente eléctrica por el cuerpo humano con dos puntos de contacto: entrada + salida.

ELECTROCUCIÓN

La electrocución es un subconjunto del grupo anterior, ya que designa exclusivamente los casos de muerte.

La conocida como ley de ohm es de aplicación al cuerpo humano, ya que, como hemos visto, este se comporta como una resistencia eléctrica.

El paso de la corriente eléctrica por el cuerpo humano produce:

- **Efectos físicos:** calor y fuerza electromagnética.
- **Efectos químicos:** electrolisis.
- **Efectos biológicos:** contracción muscular (**tetanización**), excitación nerviosa, acción cardiaca (**fibrilación ventricular**).

6.3 Tipos de contactos eléctricos

Para que una persona se vea sometida a los efectos de un choque eléctrico, su cuerpo, mediante un doble contacto, debe poner en conexión dos puntos de distinto potencial eléctrico.

Este cierre de circuito puede efectuarse:

- Bien porque se cortocircuitan dos conductores activos (fase y fase o fase y neutro), asimilándose a la conexión de un receptor.



- Bien porque se puentean conductores activos y tierra, sea por contacto directo con un conductor activo o a través de una masa sometida a tensión por un defecto de aislamiento.
- Bien porque el cuerpo queda sometido a la diferencia de potencial existente entre dos masas o elementos conductores sometidos a potenciales distintos

La intensidad de contacto vendrá determinada por la relación entre la tensión de contacto (tensión compuesta o de línea, simple o de fase o la tensión de contacto que produzca el defecto) y la (resistencia) impedancia de cierre del defecto (resistencia corporal o del circuito de defecto). La tensión de contacto puede ser efectiva y supuesta.

La tensión de contacto efectiva es la tensión entre dos partes conductoras tocadas simultáneamente por una persona y puede verse sensiblemente afectada por la resistencia (impedancia) de la persona en contacto con esas partes conductoras.

La tensión de contacto supuesta es la tensión que aparece entre las partes conductoras simultáneamente.

La intensidad o corriente de contacto es la corriente que pasa a través del cuerpo humano cuando está sometido a la tensión de contacto.

El contacto en el circuito eléctrico en tensión se puede producir de dos formas: directo o indirecto.

a. Contactos directos

De acuerdo con lo expuesto en la Instrucción Complementaria MI BT 001 del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, se define como contacto directo el “contacto de personas con partes activas de los materiales y equipos”.

Se entiende como partes activas, los conductores y piezas conductoras bajo tensión en servicio normal. Se incluye el conductor neutro o compensador de las partes a ellos conectadas.

El contacto directo es el que tiene lugar con las partes activas del equipo que está diseñada para llevar tensión (cables, clavijas, barras de distribución, bases de enchufe, etc.). También se incluye defectos de aislamiento en conductores.

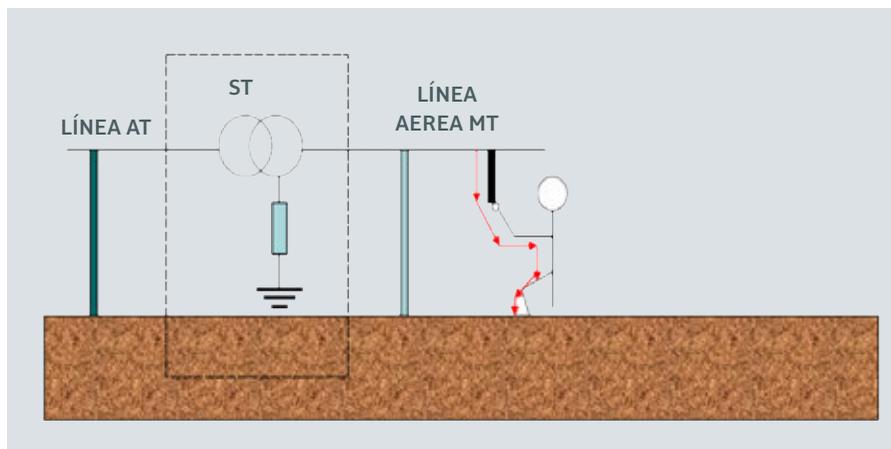


Figura 2. Representación gráfica de contacto directo

b. Contactos indirectos:

De acuerdo con lo especificado en el Reglamento de Baja Tensión en su instrucción MI BT 001, se define como contacto indirecto el "contacto de personas con masas puestas accidentalmente en tensión". Tiene lugar al tocar ciertas partes que habitualmente no están diseñadas para el paso de la corriente eléctrica, pero que pueden quedar en tensión por algún defecto (partes metálicas o masas de equipos o accesorios).

Las masas comprenden normalmente:

- Las partes metálicas accesibles de los materiales y de los equipos eléctricos, separadas de las partes activas solamente por un aislamiento funcional, las cuales pueden ser susceptibles de ser puestas bajo tensión a consecuencia de un fallo de las disposiciones tomadas para asegurar su aislamiento. Este fallo puede resultar de un defecto del aislamiento funcional, o de las disposiciones de fijación y de protección. Así, son masas las partes metálicas accesibles de los materiales eléctricos, excepto los de clase II, las armaduras metálicas de los cables y las conducciones metálicas de agua, gas, etc.
- Los elementos metálicos en conexión eléctrica o en contacto con las superficies exteriores de materiales eléctricos, que estén separadas de las partes activas por aislamientos funcionales. Así, son masas las piezas metálicas que forman parte de las canalizaciones eléctricas, los soportes de aparatos eléctricos con aislamiento funcional y las piezas colocadas en contacto con la envoltura exterior de estos aparatos.
- También puede ser necesario considerar como masas todo objeto metálico situado en la proximidad de partes activas no aisladas, y que presenta un riesgo apreciable de encontrarse unido eléctricamente con estas partes activas, a consecuencia de un fallo de los medios de fijación.



La característica principal de un contacto indirecto es que tan sólo una parte de la corriente de defecto circula por el cuerpo humano que realiza el contacto. El resto de la corriente circula por los contactos con tierra de las masas. La corriente que circula por el cuerpo humano será tanto más pequeña como baja sea la resistencia de puesta a tierra de las masas.

Si la máquina hiciera mal contacto con el suelo o estuviera aislada de él, el contacto indirecto se podría considerar como directo, al circular prácticamente toda la corriente por el cuerpo humano.

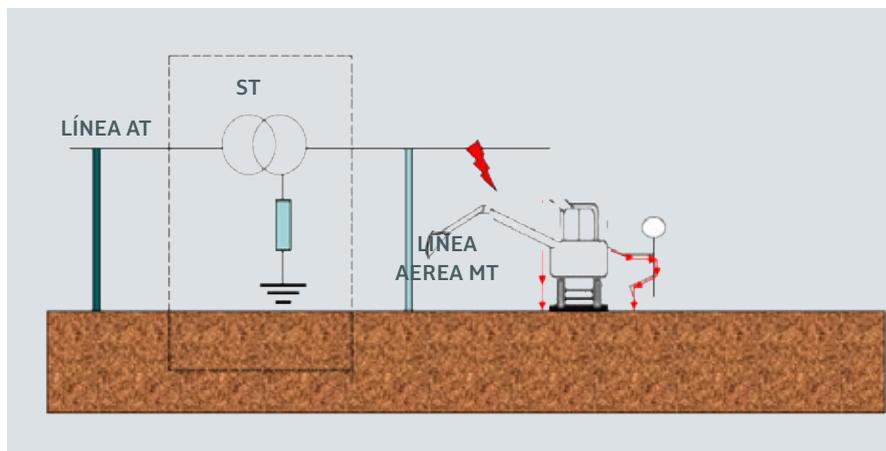


Figura 3. Representación gráfica de contacto indirecto

6.4 Factores que influyen en el paso de la corriente eléctrica por el cuerpo humano

Una corriente eléctrica, al circular por el cuerpo humano, produce diversos efectos como consecuencia de la interacción con los órganos y sus mecanismos de funcionamiento.

En el cuerpo humano se pueden producir, por efecto de la energía eléctrica, los siguientes tipos de lesiones:

- Tetanización muscular: Provoca el agarrotamiento de músculos impidiendo la separación con el punto de contacto. Dichos efectos se aprecian entre 10-15 mA.
- Paro respiratorio: Impide el movimiento de los músculos de los pulmones y provoca la paralización de la respiración. Puede prolongarse después del accidente de aquí la necesidad de una práctica continua de la respiración artificial durante varias horas (15-25 mA).

Si el paro respiratorio se mantiene llega a provocar la asfixia.



- **Fibrilación ventricular:** Es la ruptura del ritmo cardiaco debida a la circulación de la corriente por el corazón. Se caracteriza por la contracción desordenada de las fibras cardiacas ventriculares, lo que impide latir al corazón sincrónicamente y desarrollar la acción de bombeo de la sangre. Se interrumpe la circulación y en pocos minutos conduce a lesiones irreversibles del cerebro. Dichos efectos se aprecian a partir de 30 mA.
- **Quemaduras:** Son producidas por la energía liberada al paso de la corriente. La gravedad de la lesión es función del órgano o parte del cuerpo afectada.

Los efectos fisiológicos de la corriente que circula por el organismo, dependen de los siguientes factores que a continuación se relacionan.

a. Tiempo de contacto e intensidad de corriente

A mayor tiempo que dure el contacto eléctrico mayores son los daños ocasionados en las personas.

La intensidad es la característica que hace más peligrosa a la electricidad, siendo el paso de la corriente por el cuerpo humano.

Cuanto mayor es su valor, mayores son los efectos irreversibles que puede ocasionar a la víctima.

En la siguiente tabla se expresa el grado de intensidad medido en mA (miliamperios), y los efectos que pueden causar en el organismo.

	EFEECTO	MOTIVO
De 1 a 3 mA	Percepción	El paso de la corriente produce cosquilleo. No existe peligro.
De 3 a 10 mA	Electrificación	El paso de la corriente produce contracciones involuntarias de músculos y pequeñas alteraciones del sistema respiratorio.
De 10 a 15 mA	Tetanización	El paso de la corriente produce contracciones musculares, agarrotamientos, etc.
De 15 a 25 mA	Paro respiratorio	Si la corriente atraviesa el cerebro.
De 25 a 30 mA	Asfixia	Si la corriente atraviesa el torax.
De mayor de 30 mA	Fibrilación ventricular	Si la corriente atraviesa el corazón.



b. Influencia de la tensión eléctrica: Resistencia del cuerpo

La tensión es un factor muy relacionado con la intensidad (Ley de Ohm), pero no es la causa fundamental de las lesiones en las personas.

La resistencia que presenta el organismo es variable, y depende de:

- Tensión contacto (a +v → -r).
- Espesor y dureza de la piel.
- Presión contacto (a +p → -r).
- Superficie contacto (a +superf. → -densidad corriente → -destrucción piel).
- Recorrido corriente por el cuerpo (afección órganos vitales).
- Estado fisiológico del organismo (fatiga, edad, sexo, etc.).

c. Recorrido de la corriente por el cuerpo

Como ya sabéis, la corriente eléctrica circula, entre dos puntos que están a diferente potencial, por el camino que le sea más fácil, el que sea más corto y le oponga menos resistencia. El tronco opone menos resistencia al paso de la corriente que los brazos y las piernas.

Dependiendo de cuales sean las partes del cuerpo que cierran el circuito, la corriente pasará por diferentes partes de nuestro cuerpo y por supuesto, será mucho más peligroso cuando ésta pase por órganos vitales como el corazón.

6.5 Riesgo eléctrico en instalaciones ferroviarias

a. Introducción

En los distintos trabajos que se llevan a cabo en las infraestructuras ferroviarias se originan una serie de riesgos para la seguridad y salud de los trabajadores que deben ser prevenidos y para los que se deben establecer las correspondientes medidas preventivas tendentes a su eliminación, o, al menos, a su reducción.

Es de sobra conocido que para trabajar en estos entornos es necesaria la designación de recursos preventivos y éstos deben estar definidos en el plan de seguridad.

Se incluye dentro de estos riesgos el riesgo relacionado con las instalaciones en tensión, es decir, el riesgo eléctrico.



Una vez hecha la confirmación de la existencia de riesgo eléctrico en determinados trabajos relacionados con las infraestructuras ferroviarias, enumeraremos las instalaciones que originan dicho riesgo y que son las siguientes:

- Líneas de transporte y alimentación a subestaciones.
La primera acción que se ha de considerar ante la necesidad de ejecutar trabajos no eléctricos en la proximidad de una instalación en tensión es, en coordinación con el titular del servicio afectado, el corte del suministro.
- Subestaciones y centros de transformación y sus feeders.



Imagen 6.1.
Subestación eléctrica.
Fuente: VIAS

- Líneas aéreas de contacto (catenaria).



Imagen 6.2. Catenaria. Fuente: COMSA

- Líneas subterráneas, generalmente de señalización.



Imagen 6.3.
Instalaciones a pie de
vía. Fuente: TELICE



El riesgo eléctrico no solo lo encontramos en las instalaciones de superficie o aéreas (subestaciones, centros de transformación, líneas electrificadas, etc.).

En los trabajos de infraestructura se deben tener en cuenta, igualmente las líneas eléctricas enterradas que pueden ser origen de riesgo eléctrico.

Cabe considerar que la tensión de contacto varían según el ente ferroviario, siendo 3.300V en corriente continua en líneas de Adif convencional, 25.000V en corriente alterna en AVE y 1.500V en ancho métrico y metropolitanos, generalmente.

b. Las 5 reglas de oro

En los trabajos (mantenimiento, reparación, modificación, etc.) que precisen intervenir en una instalación eléctrica (incluida la provisional de la obra) o en la catenaria, debe considerarse, en primer lugar, la supresión del suministro eléctrico desconectando la instalación o la parte de la misma afectada por los trabajos con el fin de actuar sin tensión. Se deberán seguir las "5 reglas de oro":

- **Desconectar.**
- **Prevenir cualquier realimentación.**
- **Verificar la ausencia de tensión.**
- **Poner a tierra y en cortocircuito.**
- **Proteger frente a elementos próximos en tensión y delimitar la zona de trabajo mediante señalización de seguridad.**

Para proceder a la desconexión de la catenaria en las obras ferroviarias hay que realizar una solicitud de ello al puesto de mando o al CTC mediante el envío de un telefonema. De igual manera, cuando concluyan los trabajos y se desee restablecer la corriente eléctrica, hay que comunicarlo por el mismo medio, dejando siempre constancia escrita de ello. El procedimiento de interrupción de flujo eléctrico en ADIF está definido en la Consigna General CG/SHT n.º 3 y en la Consigna General CG/ SHT n.º 16.

Como excepciones a la citada regla general de desconexión previa de la instalación eléctrica, y de acuerdo con la reglamentación vigente, podrán realizarse con la instalación en tensión:

- Las operaciones elementales, tales como: conectar y desconectar, en instalaciones de baja tensión, con material eléctrico concebido para su utilización inmediata y sin riesgos por parte del público en general. En cualquier caso, estas operaciones deberán realizarse por el procedimiento normal previsto por el fabricante y previa verificación del buen estado del material manipulado.



- Los trabajos en instalaciones con tensiones de seguridad, siempre que no exista posibilidad de confusión en la identificación de las mismas y que las intensidades de un posible cortocircuito no supongan riesgos de quemadura. En caso contrario, el procedimiento de trabajo establecido deberá asegurar la correcta identificación de la instalación y evitar los cortocircuitos cuando no sea posible proteger al trabajador frente a los mismos.
- Maniobras, mediciones, ensayos y verificaciones cuya naturaleza así lo exija, tales como: apertura y cierre de interruptores o seccionadores, medición de una intensidad, realización de ensayos de aislamiento eléctrico o comprobación de la concordancia de fases.
- Los trabajos en instalaciones cuyas condiciones de explotación o de continuidad del suministro así lo requieran y los trabajos en proximidad de las mismas.

No obstante, la mencionada reglamentación condiciona estas situaciones al cumplimiento de una serie de requisitos. En este sentido, cabe citar las siguientes consideraciones que se han de observar durante la ejecución de estos trabajos en tensión:

- Serán realizados siguiendo procedimientos de trabajo previamente establecidos.
- Todos los trabajadores cualificados que intervengan en los trabajos en tensión deben estar, previamente, entrenados en la correcta aplicación de las técnicas y los procedimientos específicos utilizados en este tipo de trabajos, así como autorizados por escrito por el empresario, tras comprobar su capacidad para el desarrollo de los trabajos.
- Asimismo, dentro de la formación y el entrenamiento de los trabajadores especializados en los trabajos en tensión, se debe hacer especial énfasis en las habilidades para determinar las distancias mínimas de aproximación con arreglo a la tensión de la instalación, así como en el uso apropiado de los equipos de protección individual y de las herramientas y los equipos de trabajo necesarios.
- Los equipos y materiales empleados para la realización de estos trabajos serán adecuados a las características del trabajo y se ajustarán a la normativa específica que les sea aplicable.
- Las condiciones del lugar de trabajo serán adecuadas en cuanto a seguridad estructural, iluminación, vías de evacuación, etc.
- Se delimitará y acotará la zona de trabajo para evitar el acceso de personas ajenas que puedan entrar en contacto con elementos en tensión.
- Los trabajos al aire libre tendrán en consideración, además, las posibles condiciones ambientales desfavorables, de forma que se garantice, en todo momento, la seguridad del trabajador.



Para completar lo expuesto anteriormente, la reglamentación vigente (RD 614/04) tiene en cuenta la capacitación de la que ha de disponer el trabajador que realiza dichos trabajos en tensión definiendo los siguientes perfiles:

- **Jefe de trabajo:** persona designada por el empresario para asumir la responsabilidad efectiva de los trabajos.
- **Trabajador autorizado:** trabajador que ha sido autorizado por el empresario para realizar determinados trabajos con riesgo eléctrico basándose en su capacidad para hacerlos de forma correcta, según los procedimientos establecidos en la propia reglamentación.
- **Trabajador cualificado:** trabajador autorizado que posee conocimientos especializados en materia de instalaciones eléctricas debido a su formación acreditada, profesional o universitaria o a su experiencia certificada de 2 o más años.

CLASE DE TRABAJO	TRABAJOS SIN TENSIÓN		TRABAJOS EN TENSIÓN		MANIOBRAS, MEDICIONES, ENSAYOS Y VERIFICACIONES		TRABAJOS EN PROXIMIDAD		TRABAJOS EN EMPLAZAMIENTOS CON RIESGO DE INCENDIOS O EXPLOSIÓN	
	Supresión y reposición de la tensión	Ejecución de trabajos sin tensión	Realización	Reponer fusibles	Mediciones, ensayos y verificaciones	Maniobras locales	Preparación	Realización	Sin ATEX presente	Con ATEX presente
Baja tensión	A	T	C	A	A	A	A	T	Como mínimo A	C+P
Alta tensión	C	T	C+AE (con vigilancia de un jefe de trabajo)	C (a distancia)	C o C auxiliado por A	A	C	A o T vigilado por A		
T= Cualquier trabajador A= Autorizado C= cualificado C+AE= cualificado y autorizado por escrito C+P= cualificado y siguiendo un procedimiento					1. Los trabajos don riesgos eléctricos en AT no podrán ser realizados por trabajadores de una empresa de trabajo (Real Decreto 216/1999). 2. La realización de las distintas actividades contempladas se harán según lo establecido en las disposiciones del presente real decreto.					

Figura 4. Cuadro resumen de la formación/capacitación mínima de los trabajadores

U _n (voltios)	ALTA/BAJA TENSIÓN	CUALIFICADO/AUTORIZADO
3.300 c.c.	ALTA TENSIÓN	CUALIFICADO
25.000 c.a. (2 x 25.000) c.a.	ALTA TENSIÓN	CUALIFICADO
1.500 c.c.	ALTA TENSIÓN	CUALIFICADO
1.500 c.c.	ALTA TENSIÓN	CUALIFICADO
1.500 c.c.	ALTA TENSIÓN	CUALIFICADO
750 c.c.	ALTA TENSIÓN	CUALIFICADO



Para la realización de trabajos en tensión se han de cumplir unos requisitos, como establecer un procedimiento de trabajo específico y limitar la intervención en el mismo a los trabajadores autorizados o cualificados, según corresponda, bajo la supervisión y vigilancia de un jefe de trabajo en el caso de alta tensión.

- **Renfe operadora.** El procedimiento a seguir para descargar la tensión de la instalación se determinará en Reuniones de Coordinación de Actividades Empresariales.
- **Red convencional ADIF.** El "Protocolo de actuación preventiva para trabajos realizados por personal ajeno a ADIF que requieren interrupción de la tensión" establece que las dos primeras etapas las realizará el Agente responsable de la interrupción de la tensión de ADIF. Las tres etapas siguientes las realizará un Trabajador Cualificado de la contrata bajo la supervisión y vigilancia del Agente responsable de la interrupción de la tensión de ADIF.
- **Alta velocidad.** Para los seccionadores telemandados las dos primeras etapas las realizará el Operador del Telemando de Electrificación de ADIF. Los seccionadores sin telemando los maniobrará Personal o Agentes Habilitados por ADIF previa solicitud del telemando. Los Agentes Habilitados podrán ser externos a ADIF según la CONSIGNA C Nº54. Las tres etapas finales para completar la interrupción de la de tensión, las realizará el mismo Agente Habilitado por ADIF.
- **FGC.** Los Agentes de FGC que efectúan los descargos de tensión en catenaria han de estar autorizados a través de un curso teórico y práctico realizado por personal de FGC de Catenaria. La empresa contratista puede realizar descargas de tensión en catenaria si un trabajador está autorizado como Protector de Vía. Para disponer de esta autorización el trabajador debe superar curso que lo habilite (90 horas). El proceso de interrupción de la de tensión se realizará en coordinación con el Responsable de FGC de Catenaria, a través del esquema eléctrico de la línea y registrando los datos de la descarga y posterior reposición de la tensión.
- **FGV.** El Agente de interrupción de la de tensión es el Trabajador Cualificado que realiza el corte de todas las partes de las fuentes de tensión de una instalación. El Encargado de la interrupción de la tensión puede participar junto al Agente de la interrupción de la tensión. Este Encargado de la interrupción de la tensión estará presente en los trabajos asegurando el cumplimiento de las normas de seguridad. El Encargado de la interrupción de la tensión puede ser la misma persona que el Jefe de Tajo. Este será de contrata y estará habilitado por FGV.
- **FEVE.** El Encargado de Trabajos de Electrificación de FEVE realizará o coordinará la interrupción de la de tensión. El Piloto de Seguridad de Electrificación, que puede ser externo de contrata pero homologado e instruido por FEVE, realizará la interrupción de la tensión y aplicará las medidas de seguridad. La interrupción de la tensión puede ser realizada tanto por personal de FEVE como personal homologado de contrata.
- **Metro, tranvías metropolitanos y otros operadores ferroviarios.** El procedimiento a seguir para descargar la tensión de la instalación se determinará en Reuniones de Coordinación de Actividades Empresariales



OPERADORES FERROVIARIOS	1º REGLA DE ORO Desconectar	2º REGLA DE ORO Prevenir realimentación	3º REGLA DE ORO Verificar ausencia de tensión	4º REGLA DE ORO Poner a tierra	5º REGLA DE ORO Proteger
RENFE OPERADORA	A establecer en reuniones de coordinación de actividades empresariales.				
RED CONVENCIONAL	ADIF	ADIF	CONTRATA/ADIF	CONTRATA/ADIF	CONTRATA/ADIF
ALTA VELOCIDAD EXPLOTACIÓN	ADIF	ADIF	ADIF/ CONTRATA	ADIF/ CONTRATA	ADIF/ CONTRATA
ALTA VELOCIDAD CONSTRUCCIÓN/ PRUEBAS	CONTRATA/ADIF	CONTRATA/ADIF	CONTRATA/ADIF	CONTRATA/ADIF	CONTRATA/ADIF
FGC	FGC/CONTRATA	FGC/CONTRATA	FGC/CONTRATA	FGC/CONTRATA	FGC/CONTRATA
FGV	FGV/CONTRATA	FGV/CONTRATA	FGV/CONTRATA	FGV/CONTRATA	FGV/CONTRATA
FEVE	FEVE/CONTRATA	FEVE/CONTRATA	FEVE/CONTRATA	FEVE/CONTRATA	FEVE/CONTRATA
METRO Y TRANVÍAS Y OTROS OPERADORES	A establecer en reuniones de coordinación de actividades empresariales.				

c. Actividades simultáneas o sucesivas

Como ya se ha indicado, en los trabajos ferroviarios suele ser muy habitual la existencia de tareas simultáneas, tanto en el montaje de la superestructura de vía nueva como en renovaciones de la misma.

Igualmente, en los trabajos de mantenimiento pueden coincidir actividades de distintas contratadas en la misma zona de trabajo o, lo que es aún más habitual, una zona de trabajo de una contratada pueda estar influenciada por el paso de personal y maquinaria de otra en el camino a su zona de trabajo.



Imagen 6.4. Actividades simultaneas.
Fuente: COMSA



En general, es el promotor de la infraestructura quien tiene que coordinar la sucesión de trabajos en el espacio y en el tiempo de dichas contratatas. Habitualmente, las empresas contratistas solicitan con antelación al puesto de mando del gestor de la vía los puntos kilométricos donde se quiere trabajar, qué vías es necesario ocupar, cuánto tiempo necesitan para realizar los trabajos, etc., así como cuál es la actividad que se pretende realizar. Posteriormente, el citado puesto de mando confirma a las contratatas qué días pueden realizar su trabajo, desde qué hora y hasta qué hora es factible ocupar la vía (cuánto tiempo dura la interrupción asignada), etc.

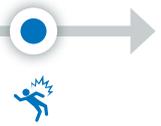
En los trabajos de renovación de las líneas de metro, que se suelen hacer con corte total durante algunos días de verano para afectar lo menos posible a los viajeros, se aprovecha dicho corte para modificar ciertos elementos de la vía férrea: sustitución de vía sobre balasto por vía en placa, cambio de la catenaria normal por catenaria rígida, mejora de la señalización y las comunicaciones, etc. Como la maquinaria de vía, generalmente, está aparcada en las distintas cocheras, por la misma línea pasará la maquinaria de las distintas contratatas y, por ello, es fundamental la coordinación por parte del promotor de la infraestructura para coordinar el paso de dichas circulaciones.

En este sentido, cabe señalar que los empresarios (contratistas y subcontratistas), así como los trabajadores autónomos, están obligados a cooperar entre sí, conforme a lo dispuesto en la Ley de Prevención de Riesgos Laborales y en su desarrollo reglamentario sobre coordinación de actividades empresariales.

Esta coordinación empresarial exigida por la legislación vigente tiene por objeto evitar o minimizar los riesgos derivados de las actividades que, de manera simultánea o sucesiva, desarrollan las distintas empresas que se encuentran en un mismo centro de trabajo.

Para organizar de manera adecuada esta coordinación entre las distintas actividades empresariales se debe, entre otras previsiones:

- Identificar las interferencias que puedan darse entre los distintos trabajos y las pruebas de funcionamiento que se precisa efectuar.
- Determinar los métodos de trabajo que se han de desarrollar y las medidas preventivas que se van a ejecutar.
- Definir la información y las instrucciones que han de recibir los trabajadores en relación con los riesgos derivados de la coincidencia de actividades y que pueden afectarles, así como sobre las correspondientes medidas de prevención, protección y emergencia que se prevé implantar.
- Controlar que los trabajadores estén cualificados e instruidos en el trabajo que se vaya a desarrollar.



Asimismo, las empresas establecerán los medios de coordinación (intercambio de información, protocolos, presencia de responsables y, en su caso, de recursos preventivos, etc.) que consideren necesarios, teniendo en cuenta el grado de peligrosidad de las actividades que se desarrollen, el número de trabajadores y la duración de la concurrencia de las actividades desarrolladas.

En las obras donde coexistan varias empresas con personal y maquinaria, dado que todas pueden salir por la misma vía de la misma estación, debe ser fundamental la planificación de los trabajos, la autorización de los mismos por parte del administrador ferroviario y la coordinación de salida, trabajos y regreso de los vehículos con el fin de evitar alcances o arrollamientos.



Imagen 6.5. Vehículo con plataforma elevadora en vía. Fuente: COMSA

Por ello se recomienda elaborar en dichas obras un protocolo de movimiento de máquinas conocido por todos los trabajadores, de manera que se establezca cómo comunicar los movimientos realizados con la maquinaria móvil para evitar la interferencia de unos trabajos con otros.

Las actividades que pueden interferirse por coincidir en un mismo espacio y momento deben planificarse con el fin de que los riesgos no se vean agravados o modificados por dicha concurrencia de operaciones diversas. Esto exige una eficaz labor de coordinación tanto productiva como en el ámbito de la seguridad y salud.



6.6 Protocolos de actuación en trabajos eléctricos

a. Introducción

En las obras se establecerá un protocolo para asegurarse que los trabajos ferroviarios con riesgo eléctrico comienzan sin existir riesgo para los trabajadores. Generalmente todos los trabajos se deben realizar sin tensión, por lo que debemos protocolizar este tipo de actividades.

Todos los trabajadores deberán conocer este protocolo, en el que se informará sobre los que está cortada la instalación eléctrica. Sólo podrán trabajar en las zonas autorizadas para realizar los trabajos en las que sabemos que la catenaria está cortada.

Antes de comenzar cualquier trabajo sin tensión el responsable del trabajo informará a todos los trabajadores que vayan a intervenir del:

1. Trabajo a realizar.
2. Riesgos del trabajo a realizar.
3. Interrupción de la tensión y partes de la instalación a las que afecta.
4. Medidas de protección colectiva e individual a adoptar.

El responsable del trabajo ordenará o realizará las siguientes operaciones:

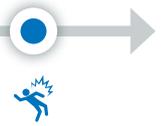
1. Apertura de todas las fuentes de alimentación del lugar de trabajo.
2. Prevenir cualquier alimentación.
3. Verificar la ausencia de tensión.
4. Poner a tierra y cortocircuito la instalación.
5. Proteger frente a elementos próximos en tensión

b. Objeto

Establecer un protocolo de actuación preventiva en la obra determinada y para las operaciones de supresión y restablecimiento de la tensión, para que los trabajos se realicen en las mejores condiciones de seguridad posible, todo ello en cumplimiento de las disposiciones normativas en materia de trabajos con presencia de riesgo eléctrico de acuerdo con lo contemplado en la Normativa General de Trabajos con Riesgo Eléctrico en ADIF y las Consignas correspondientes. (C-16; S.H.T. N° 3; S.H.T. N° 4 o las que las sustituyan, modifiquen o amplíen).

c. Trabajos que requieren interrupción de la tensión

Todo trabajo en una instalación eléctrica, o en su proximidad, que conlleve un riesgo eléctrico deberá efectuarse sin tensión.



Los trabajos a realizar en cualquier obra en los que se invada la ZONA DE PELIGRO, o que puntualmente puedan invadirse esta última, se realizarán sin tensión.

La distancia de la zona de peligro viene determinada por la tensión de la instalación (kilo Voltios "kV") y por la normativa de aplicación, bien sea la normativa básica o interna de los operadores ferroviarios, conforme a lo establecido en el R.D. 614/2001, sobre Disposiciones mínimas para la Protección de la Salud y Seguridad de los trabajadores frente al Riesgo Eléctrico.

En la siguiente tabla la tensión nominal se expresa en voltios (V) ya que es la que habitualmente se utiliza en las obras. En algunos administradores ferroviarios la distancia de peligro es superior a la establecida en el RD 614/2001. Ej. RED CONVENCIONAL ADIF la DPEL1=80cm y según el Real Decreto sería 62cm.

U_n (voltios)	DISTANCIA PELIGRO (cm)	OPERADORES FERROVIARIOS
3.300 c.c.	80	RED CONVENCIONAL
25.000 c.a. (2 x 25.000) c.a.	100	ALTA VELOCIDAD
1.500 c.c.	100	FGC
1.500 c.c.	55	FGV
1.500 c.c.	55	FEVE
750 c.c.	50	LÍNEAS TRANVÍA

Cuando resulte posible delimitar con precisión la zona de ejecución y en ningún momento se invada la Zona de Peligro se podrá trabajar en proximidad sin realizar la interrupción de la tensión en la catenaria. Por ejemplo, trabajos con retrocargadora bivial con limitador de elevación del brazo.

Los trabajos de vía y electrificación en los que obligatoriamente se interrumpirá la tensión de la catenaria son:

- Trabajos de electrificación, actuando sobre la línea aérea de contacto. Ej. Conservación, reparación, modificación materiales catenaria, obra nueva, etc.
- Trabajos de vía o catenaria en los que se invada la ZONA DE PELIGRO, bien sea con maquinaria o con herramientas. Por ejemplo, Izado de postes, renovación por "parejas de vía", trabajos sobre catenaria en pasos superiores, etc.



- Trabajos de vía en los que no sea posible delimitar la ZONA DE PELIGRO y exista riesgo de invadirla. Por ejemplo, trabajos con retrocargadora bivial sin limitador de elevación del brazo, carga y descarga de balasto, etc.

La empresa contratista nombrará en todas las obras de vía electrificada a un TRABAJADOR CUALIFICADO o AUTORIZADO según la siguiente tabla:

U_n (voltios)	ALTA/BAJA TENSIÓN	CUALIFICADO/AUTORIZADO
3.300 c.c.	ALTA TENSIÓN	CUALIFICADO
25.000 c.a. (2 x 25.000) c.a.	ALTA TENSIÓN	CUALIFICADO
1.500 c.c.	ALTA TENSIÓN	CUALIFICADO
1.500 c.c.	ALTA TENSIÓN	CUALIFICADO
1.500 c.c.	ALTA TENSIÓN	CUALIFICADO
750 c.c.	BAJA TENSIÓN	AUTORIZADO

NOTA: En alta tensión la supresión y reposición de la tensión la realizará un trabajador CUALIFICADO, y en baja tensión podrá hacerlo uno AUTORIZADO.

d. Delimitación de Zona Neutra

La Zona Neutra representa cada uno de los tramos de la línea de contacto, de longitud variable, situados a ambos lados del lugar donde se trabaja, que se deja sin tensión para garantizar la seguridad del personal que ha de tener contacto con la catenaria. La Zona Neutra se considerará en "tensión" puesto que en caso de producirse un rebase accidental de un pantógrafo, dicha zona quedaría electrificada.

Se delimitará la zona neutra para cada lugar de actividad. Será la localización donde después se colocarán las pértigas. El trabajador cualificado deberá conocer su posición en todo momento y actividad, debiendo planificar su puesta con antelación. Con anterioridad a la interrupción de la de tensión en una instalación eléctrica, cada obra tendrá un esquema eléctrico actualizado de la instalación eléctrica (catenaria) donde se ejecuten los trabajos.

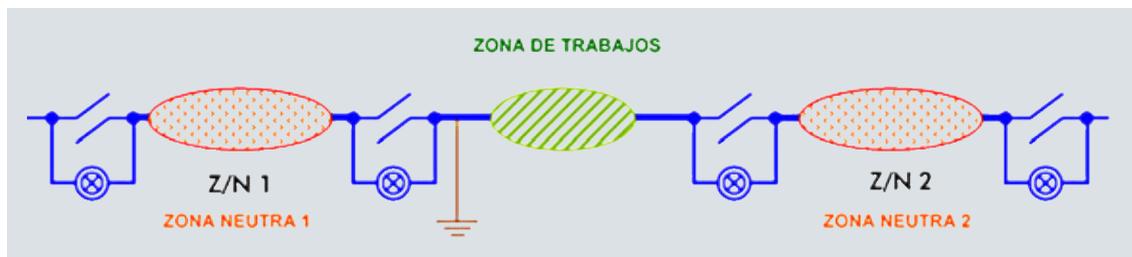


Figura 5. Representación gráfica de zonas neutras

En determinadas situaciones no se dispone del espacio suficiente para establecer zona neutra. Este es el caso de trabajos en estaciones, desvíos, etc., con alimentación independiente a las diferentes vías desde subestación. En estas situaciones se procederá a proteger los tramos afectados por los trabajos, creando condiciones técnicas y de circulación para asegurar la imposibilidad de acceso de material motor al tramo concedido para la realización de los mismos. Entre otros procedimientos, cabe destacar:

- Embridando la posición de los cambios.
- Enclavando mediante barra o útil de cortocircuito si el tipo de enclavamiento de la estación lo permite.
- Señalizando la vía o vías de acceso al lugar de los trabajos con señales de parada. Quedará garantizado que el maquinista no rebasa con el pantógrafo el aislador de sección que constituye la separación eléctrica del tramo a proteger.

El Jefe de Obra solicitará formalmente al Organismo Ferroviario, para cada situación de trabajos, el establecimiento de zona neutra. Se comprobará el establecimiento de la Zona Neutra analizando el esquema eléctrico de la instalación.

e. Procedimientos de trabajo

La contrata planificará los trabajos a realizar y riesgos de los mismos. Se solicitará a la Jefatura o la Gerencia de producción correspondiente, de acuerdo con la programación realizada, los trabajos planificados, y éstos a su vez comunicarán al responsable de la interrupción de la de tensión del administrador ferroviario, los trabajos a realizar, Empresa que los realiza, trayecto, estación y la interrupción de la tensión prevista.

En el acta semanal se informará a la contrata de los trabajos autorizados para cada día, en que vía, etc.



Asimismo y antes del comienzo de las operaciones a realizar, el responsable de la interrupción de la tensión del administrador ferroviario y el responsable de los trabajos de la empresa contratista, se informarán en el tajo mutuamente de las características y forma de realizar los mismos y las medidas de seguridad a tomar.

El contratista deberá adoptar las medidas necesarias para que de la utilización o presencia de la energía eléctrica en los lugares de trabajo no se deriven riesgos para la seguridad y salud de los trabajadores.

La Empresa contratista deberá tener un esquema eléctrico actualizado de la zona de trabajo antes del inicio del mismo.

Los procedimientos incluirán:

- Comunicaciones necesarias.
- Señalización de equipos a enclavar o bloquear.

Antes de comenzar cualquier trabajo "sin tensión" el responsable del trabajo informará a todos los trabajadores que vayan a intervenir del:

- Trabajo a realizar.
- Riesgos del trabajo a realizar.
- Información sobre la interrupción de la tensión a realizar según el esquema eléctrico, zonas de trabajo sin tensión, puntos donde hay tensión, identificación de los postes de catenaria con y sin tensión, etc.
- Medidas de protección a adoptar.

La información anterior será impartida por el trabajador cualificado mediante el registro de información de inicio y diario de actividad/tajo.

f. Interrupción de la tensión

En el caso de vía convencional de ADIF, una vez cumplimentado el punto anterior el responsable de la interrupción de la tensión de ADIF procederá a:

1º. Desconectar las fuentes de alimentación

La parte de la instalación en la que se va a realizar el trabajo se aislará de todas las fuentes de alimentación. La instalación puede formar parte de un lazo, lo que implica la necesidad de realizar la desconexión a ambos lados de la zona de trabajos. Los seccionadores se maniobrarán mediante el telemando de electrificación o bien manualmente.



Para los seccionadores accionados manualmente se utilizarán los siguientes equipos de protección individual (según lo establece la Guía Técnica del Real Decreto 614/2001):

- Guantes aislantes para alta tensión.
- Gafas o pantalla facial adecuados al arco eléctrico.
- Casco de seguridad aislante.
- Banqueta o alfombra aislante.

El Jefe de Obra solicitará por escrito una copia actualizada del esquema eléctrico de la instalación. El citado esquema eléctrico se utilizará para determinar la parte de la instalación que se desconectará. Además, servirá de base para establecer las zonas neutras a ambos lados de la zona de trabajos.



Imagen 6.6. Línea aérea de contacto.
Fuente: COMSA

Se informará a los trabajadores de la ubicación de las zonas en tensión y la parte de la instalación que ha quedado sin tensión. Se utilizará el esquema eléctrico para este fin.

Se aislará de todas las fuentes de alimentación.



El aislante garantizado eléctricamente, lo constituirá una distancia en aire o la interposición de un aislante.

Los condensadores u otros elementos de la instalación que mantengan tensión después de la desconexión, deberán descargarse.

2º. Prevenir cualquier posible realimentación

Se colocarán sistemas que no permitan el rearme de la línea eléctrica, generalmente en seccionadores o bien en sistemas electrónicos del puesto de mando.

Los dispositivos utilizados para desconectar la instalación deben asegurarse contra cualquier posible rearme, preferentemente por bloqueo del mecanismo de maniobra, y deberá colocarse, cuando sea necesario, una señalización para prohibir la maniobra.

En ausencia de bloqueo mecánico, se adoptarán medidas de protección equivalentes.

Cuando se utilicen dispositivos telemandados deberá impedirse la maniobra errónea de los mismos desde el telemando.

En el caso de utilizar el bloqueo o enclavamiento mecánico del mecanismo de maniobra, este se puede efectuar mediante el empleo de candados o cerraduras, combinados, en su caso, con cadenas, pasadores u otros elementos destinados a conseguir la inmovilización del órgano de accionamiento del aparato de maniobra.

3º. Verificar la ausencia de tensión

La ausencia de tensión se verificará en todos los elementos activos de la instalación eléctrica en, o lo más cerca posible, de la zona de trabajo por un trabajador cualificado (ALTA TENSIÓN) o autorizado (BAJA TENSIÓN).

Para la verificación de ausencia de tensión se utilizarán los siguientes equipos de protección individual:

- Guantes aislantes para alta tensión.
- Gafas o pantalla facial adecuados al arco eléctrico.
- Casco de seguridad aislante.
- Banqueta o alfombra aislante.



El trabajador cualificado deberá comprobar antes y después de cada verificación las siguientes acciones:

- Comprobará que el verificador de ausencia de tensión (en adelante V.A.T.) funciona correctamente (dispositivo de autocomprobación).
- Pondrá en contacto el V.A.T., con la catenaria. Observará en la pértiga detectora la ausencia de tensión en catenaria.
- Comprobará nuevamente que el V.A.T., funciona correctamente (dispositivo de autocomprobación). De esta forma tendrá certeza que el detector funcionó cuando entró en contacto con el cable en tensión.

Los dispositivos telemandados utilizados para verificar que una instalación está sin tensión serán de accionamiento seguro y su posición en el telemando deberá estar claramente indicada.

La verificación de la ausencia de tensión deberá realizarse inmediatamente antes de efectuar la puesta a tierra y en cortocircuito de la instalación, en un lugar donde se vayan a efectuar estas operaciones, con el fin de reducir al mínimo la posibilidad de que la instalación se conecte a una fuente de tensión por error o avería en el intervalo de tiempo que media entre la verificación de la ausencia de tensión y la conexión a tierra y en cortocircuito.

La verificación de la ausencia de tensión debe hacerse en el hilo de contacto y, en su caso, en el feeder de acompañamiento.

Se elegirá el verificador de ausencia de tensión en función de la instalación, así se tendrán en cuenta los siguientes datos:

- El valor de la tensión nominal de la instalación a verificar (cada detector funciona dentro de un rango de tensiones).
- El tipo y la disposición de la instalación eléctrica (corriente alterna o continua).
- El tipo de señal indicadora: acústica, luminoso o una combinación de ambas. La señal acústica es preferible cuando pueda ser difícil distinguir la luminosa.
- Las condiciones medioambientales: interior o exterior, y en este caso preparado o no para la lluvia.

Todas las obras donde se interrumpe la tensión en la catenaria tendrán un verificador de ausencia de tensión adecuado a la instalación.



El procedimiento de verificación de ausencia de tensión lo que trata es garantizar que la instalación ha sido desconectada de las fuentes de alimentación y puede ponerse a tierra en cortocircuito. En ocasiones la instalación puede estar cargada con cierta tensión residual continua. Hasta que no se coloque la puesta a tierra y en cortocircuito está tensión residual puede ser lesiva.

Deberá verificarse en todos los elementos activos de la instalación en, o lo más cerca posible, de la zona de trabajo.

La pértiga de verificación de tensión dispone de dispositivos acústico y luminoso que entran en funcionamiento en caso de tensión (o ausencia de ella) en la catenaria.



Imagen 6.7. Pértiga verificadora de tensión.
Fuente: TECSA

4º. Poner a Tierra y en Cortocircuito la Instalación

El equipo de protección individual requerido en alta tensión para la colocación y retirada de la puesta a tierra es el siguiente (según lo establece la Guía Técnica del Real Decreto 614/2001):

- Guantes aislantes para alta tensión.
- Gafas o pantalla facial adecuados al arco eléctrico.



- Casco de seguridad aislante.
- Banqueta o alfombra aislante.

Las partes de la instalación donde se vaya a trabajar deben ponerse a tierra y en cortocircuito en:

- Las instalaciones de A.T.: feeder, catenaria, etc
- Las instalaciones de baja tensión que, por inducción, o por otras razones puedan ponerse accidentalmente en tensión.

Los equipos o dispositivos de puesta a tierra y en cortocircuito deben conectarse en primer lugar a la toma de tierra y a continuación al hilo de contacto. Estos equipos deben ser visibles desde la zona de trabajo.

Si esto último no fuera posible, las conexiones de puesta a tierra deben colocarse tan cerca de la zona de trabajo como se pueda.

La catenaria de los tranvías se suele alimentar en baja tensión (750V) y también debe ponerse a tierra y en cortocircuito. Estas líneas pueden entrar accidentalmente en tensión por diferentes causas:

- Por inducción debido a campos electromagnéticos producidos por otras líneas aéreas, de alta o baja tensión, que discurren por las inmediaciones.
- Por descargas atmosféricas en forma de rayos.
- Por contacto fortuito con otra línea o instalación en tensión.

La secuencia de operaciones para colocar una puesta a tierra y en cortocircuito es:

- Comprobación visual del buen estado del equipo.
- Comprobar el buen estado de los EPI, especialmente los guantes aislantes.
- Conectar la pinza o grapa de puesta a tierra al carril.
- Situarse sobre la alfombra aislante y ponerse los guantes aislantes.
- Conectar las pinzas del equipo de puesta a tierra y cortocircuito al hilo de contacto mediante pértiga aislante.

Se colocarán las pértigas de puesta a tierra en los puntos en que sea necesario y lo más cerca posible de la zona de trabajos. No se colocarán en la Zona Neutra. Como norma general se colocará un mínimo de dos pértigas (una a cada lado de la zona de trabajos) visibles desde la zona de trabajos. La conexión de la grapa al carril será efectuada correctamente para asegurar la continuidad.



Nota 1: Por cada feeder de acompañamiento que discurra sobre poste, paralelo a la catenaria, se colocarán 2 pértigas de puesta a tierra.

Nota 2: En la planificación de los trabajos se analizará el número de pértigas de puesta a tierra necesarias. A través del esquema eléctrico se analizarán las diferentes fuentes de alimentación.

Para dar continuidad al circuito de retorno a través del carril hay que instalar conexiones temporales de retorno. De esta forma se asegura la continuidad de los retornos eléctricos. La sección de las conexiones temporales de retorno es de 95mm².

Nota 3: El carril forma parte de la instalación eléctrica, siendo el conductor de retorno a la red de tierras de la subestación.

En los cables o conductores aislados que puedan confundirse con otros, se utilizarán dispositivos que actúen directamente sobre los conductores (pincha cables o pértigas de puesta a tierra en catenaria), u otros métodos que aseguren la protección frente al riesgo eléctrico.

Los dispositivos telemandados utilizados para verificar la ausencia de tensión serán de accionamiento seguro y su posición en el telemando estará claramente indicada

Imagen 6.8. Puesta a tierra. Fuente: COMSA





En las líneas aéreas y conductores desnudos de alta tensión se deben colocar las puestas a tierra y en cortocircuito:

- A ambos lados de la zona de trabajo.
- En cada uno de los conductores que entran en esta zona

Los equipos serán visibles desde la zona de trabajo. Si no es posible se colocarán lo más cerca de ella.



Imagen 6.9. Pértigas de puesta a tierra. Fuente: VIAS

5º. Señalizar la zona afectada por los trabajos.

Se protegerán los elementos próximos a la instalación y se establecerá la señalización de seguridad para delimitar la zona de trabajo.

Se señalará la zona en la que se ha realizado la interrupción de la tensión. De esta forma queda delimitada la zona de obra sin tensión y la zona en tensión.

La señalización se hará de acuerdo al R.D. 485/1997 "sobre disposiciones mínimas de señalización de seguridad y salud en el trabajo".



Ejemplos de señalización en obras de vía en que sea necesario cortar tensión en catenaria:

- Se colocará la señal de advertencia por riesgo eléctrico a ambos lados de la zona de trabajos. Junto a esta señal se colocará un cartel complementario con la inscripción: "LÍMITE DE LA ZONA DE TRABAJOS. NO PASAR" o "PROHIBIDO EL PASO".
- En obras nocturnas se colocará luces de balizamiento para identificar la zona de trabajos. El soporte de estas lámparas de destello puede ser una valla (2x1m), cono de balizamiento, etc.
- Las pértigas de puesta a tierra quedarán preseñalizadas mediante una señal de advertencia de peligro. La distancia entre las pértigas de puesta a tierra y los elementos de señalización y balizamiento será al menos de 50m.

En obras de electrificación, sin trabajos simultáneos de vía, la señalización consistirá en:

- Pértigas con elementos retroreflectantes. Una forma de mejorar la identificación de las pértigas es mediante lámpara de destello y con señales de peligro ("ATENCIÓN PUESTA A TIERRA").
- Para identificar la parte de la instalación que permanece en tensión, se pueden utilizar señales de peligro ("RIESGO ELÉCTRICO") en los postes de catenaria que dan acceso a elementos en tensión.

La necesidad de señalar surge cuando, ante la imposibilidad de eliminar o reducir suficientemente un riesgo aplicando medidas preventivas y de control (de carácter organizativo y de protección) y tras haber formado e informado debidamente a los trabajadores, se debe advertir a éstos de la existencia de un determinado riesgo, orientarles o guiarles sobre las pautas de comportamiento que deben seguir ante cada situación (obligando, prohibiendo e informando), así como facilitarles la localización e identificación de determinados medios o instalaciones de protección, evacuación, emergencia o primeros auxilios.

La señalización de seguridad y salud por sí sola no elimina los riesgos existentes; se emplea en la obra como medida complementaria a las actuaciones de prevención y protección.

En las obras ferroviarias se aplicará la señalización de riesgos habitual en todas las obras de construcción especialmente la señalización del riesgo eléctrico, sobre todo para trabajos y trabajadores que tengan un oficio no vinculado a la vía y que desconozcan los riesgos de la catenaria, como los trabajos de encofrado, ferrallado y hormigonado cerca de la catenaria.



Imagen 6.10.
Señalización de riesgo eléctrico. Fuente: COMSA

Una vez realizadas estas operaciones lo comunicará al responsable de los trabajos de la contrata, para comenzar a realizar los trabajos planificados.

Hasta que no se hayan completado todos los pasos descritos, no podrá autorizarse el inicio de los trabajos sin tensión y se considerará en tensión la parte de la instalación afectada.

No podrá autorizarse el inicio del trabajo sin tensión sin haber completado las cinco etapas, considerándose en tensión la parte de la instalación afectada por los trabajos.

La señalización de seguridad (5ª etapa) podrá establecerse, si se han cumplido las cuatro etapas anteriores y no pueden invadirse zonas de peligro de elementos próximos en tensión.

En instalaciones complejas, para evitar confusiones debidas a la multitud de equipos y redes, es recomendable: diseñar procedimientos específicos para llevar a cabo las operaciones destinadas a suprimir la tensión.

En otros casos, como por ejemplo ADIF RAM o AV, es el propio piloto de interrupción de la tensión de catenaria el que procede a realizar y comprobar las 5 reglas de oro.



g. Medidas de protección a adoptar.

Antes del inicio de los trabajos y de mutuo acuerdo, ambos responsables, adoptarán aquellas otras medidas de protección que pudieran ser necesarias, informando de ello a los operarios.

Los equipos de protección requeridos para maniobras en alta tensión son: pértigas adecuadas a la tensión de la instalación, (verificadores de ausencia de tensión V.A.T. y pértigas de puesta a tierra), guantes aislantes para alta tensión (en función de la tensión nominal de la instalación), así como banqueta o alfombra aislante, casco aislante y pantalla facial o gafas inactivas.

Hasta que no se hayan completados todos los pasos descritos anteriormente en este protocolo, no podrá autorizarse el inicio del trabajo sin tensión y se considerará en tensión la parte de la instalación afectada.

h. Reposición de la tensión.

Finalizados los trabajos el responsable de los mismos de la contratista, retirará a todo el personal, vehículos y herramientas fuera de la zona afectada por los trabajos.

Solo comenzará una vez finalizado el trabajo, retirados los trabajadores (no indispensables) y recogidas las herramientas y equipos.

La reposición de la tensión en la instalación la realizará la misma persona que efectuó el orden de supresión. Los equipos de protección individual y los equipos auxiliares usados por los trabajadores deben reunir los mismos requisitos que los usados en la desconexión de la instalación.

El proceso de puesta en tensión comprenderá:

1º. La retirada de las protecciones adicionales, de la señalización y balizamiento que indica los límites de la zona de trabajo.

2º. La retirada de la puesta a tierra y en cortocircuito. Un trabajador cualificado procederá a la retirada de las puestas a tierra, protecciones y/o dispositivos de seguridad si los hubiera. En baja tensión será un trabajador autorizado. La secuencia de operaciones para retirar una puesta a tierra y en cortocircuito es:

- Comprobación visual de buen estado de los guantes aislante de protección.
- Situarse sobre una alfombra o banqueta aislante.
- Desconecta mediante la pértiga aislante las pinzas del hilo de contacto y después desconectar mediante la pinza o grapa la pértiga del carril.

3º. El desbloqueo y/o la retirada de la señalización de los dispositivos de interrupción de la tensión.

4º. El cierre de los circuitos para reponer la tensión. El responsable de los trabajos de la contrata le comunicará al responsable de la interrupción de la tensión de ADIF (o del operador ferroviario en cuestión) la posibilidad de la reposición de la tensión.

El trabajador cualificado de la empresa contratista informará a todos los trabajadores a su cargo que la catenaria está energizada.

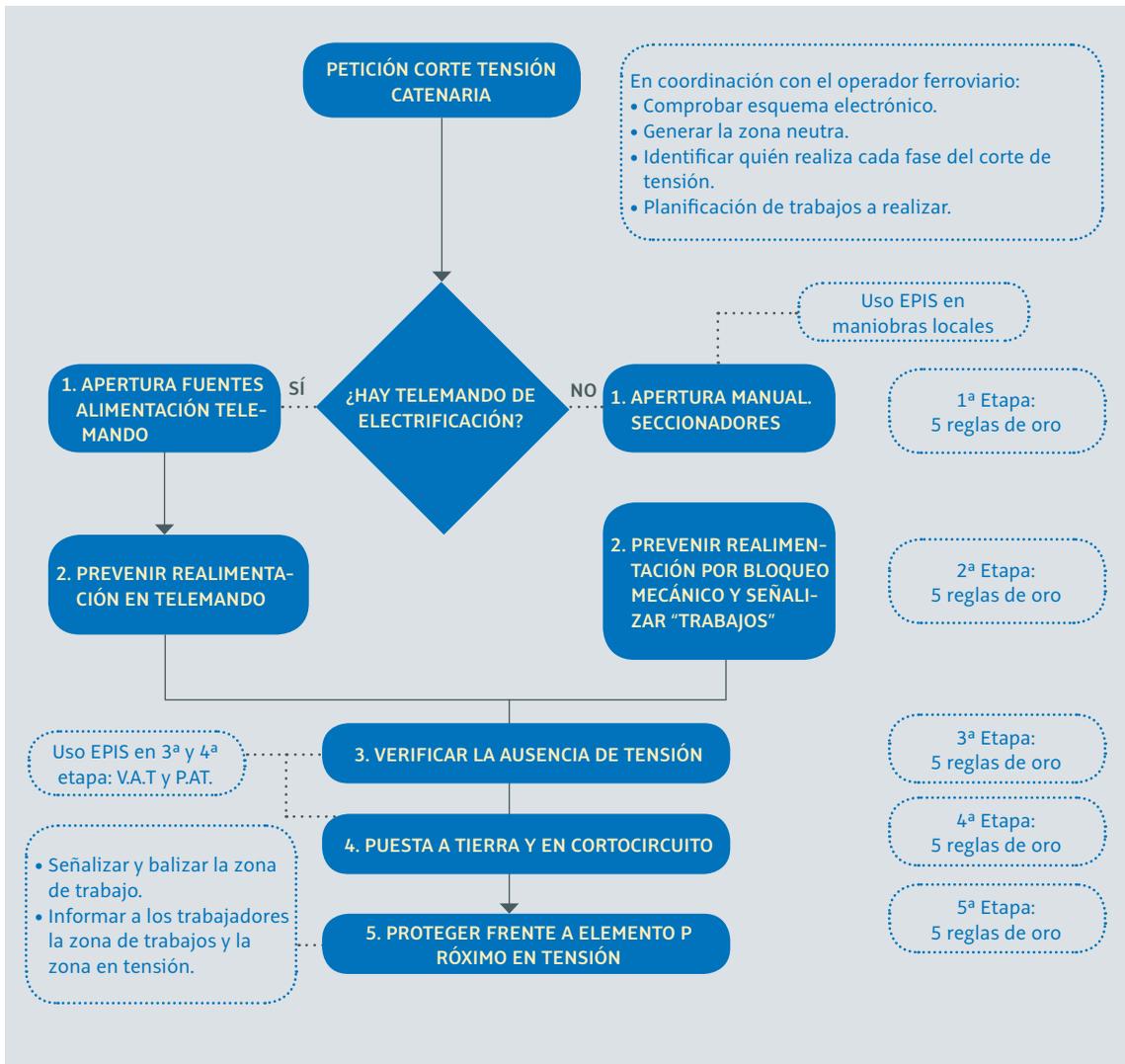


Figura 6. Protocolo de interrupción de la tensión de la catenaria

6.7 Riesgo eléctrico en otros elementos del entorno ferroviario

a. Zonas de trabajo

Teniendo en cuenta lo expuesto, es evidente que el modo de que el riesgo eléctrico no se materialice es impidiendo que la corriente circule por el cuerpo. Ello se consigue no entrando en contacto con el elemento en tensión y evitando trabajar dentro de la zona de peligro en la que se pueda producir dicho contacto o generar un arco eléctrico.

A tal fin, es necesario que los trabajadores que puedan realizar tareas en las instalaciones eléctricas o en sus proximidades estén adiestrados y conozcan los riesgos y las medidas de prevención y protección necesarias para desarrollar su trabajo de forma segura.

La reglamentación vigente sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico (Real Decreto 614/2001) define, sobre la base de la distancia del trabajador al elemento en tensión, las distintas zonas de trabajo:

I. Zona de peligro o zona de trabajos en tensión:

Espacio alrededor de los elementos en tensión en el que la presencia de un trabajador desprotegido supone un riesgo grave e inminente de que se produzca un arco eléctrico o un contacto directo con el elemento en tensión, teniendo en cuenta los gestos o movimientos normales que puede efectuar el trabajador sin desplazarse. Donde no se interponga una barrera física que garantice la protección frente a dicho riesgo, la distancia desde el elemento en tensión al límite exterior de esta zona será la indicada en la figura siguiente.



Imagen 6.11. Trabajos en catenaria. Fuente: COMSA



Cuando se entra en contacto con elementos en tensión, o en la zona de peligro, bien sea con una parte del cuerpo, o con las herramientas, equipos, dispositivos o materiales manipulados.

No se considerarán como trabajos en tensión: las maniobras y mediciones, ensayos y verificaciones. OJO! Cuando se trabaja con tensión es PELIGROSO el portar objetos tales como anillos, relojes o colgantes metálicos.

II. Zona de proximidad:

Espacio delimitado alrededor de la zona de peligro desde la que el trabajador puede invadir accidentalmente esta última. Donde no se interponga una barrera física que garantice la protección frente al riesgo eléctrico, la distancia desde el elemento en tensión al límite exterior de esta zona será la indicada en la figura siguiente:



Figura 7. Distancia de peligro y proximidad

b. Trabajos en las proximidades de líneas eléctricas aéreas

La realización de los trabajos no eléctricos en la proximidad de instalaciones en tensión y el consiguiente riesgo de contacto con elementos bajo tensión accesibles conlleva un alto grado de peligrosidad que, unido a unas condiciones atmosféricas desfavorables, potencia el hecho de que se produzcan accidentes laborales.

Al comenzar los trabajos y, sobre todo, si se utiliza maquinaria móvil que pueda alcanzar grandes alturas, conviene determinar siempre, con la suficiente antelación, si existen riesgos derivados de la proximidad de líneas eléctricas aéreas.



Imagen 6.12. Máquina junto a línea eléctrica aérea.
Fuente: VIAS

Por ello, ante la presencia de líneas eléctricas aéreas se recomienda realizar un estudio detallado de la situación, analizando los movimientos de máquinas, equipos y materiales que pudieran entrar en contacto con los elementos en tensión o invadir las zonas de peligro.

Asimismo, pueden adoptarse medidas preventivas encaminadas a restringir los movimientos de las partes móviles de las máquinas con la finalidad de lograr el control del riesgo eléctrico generado en aquellas situaciones en las que los equipos pudieran alcanzar la zona de peligro o los elementos en tensión debido a una falsa maniobra, por ejemplo: la colocación de barreras de eficacia protectora garantizada entre las líneas eléctricas y las máquinas o la instalación de dispositivos en los propios equipos que limiten la amplitud del movimiento de sus partes móviles.

Sin embargo, en ambos casos es esencial considerar la presencia de un trabajador autorizado que vigile las operaciones críticas con el fin de anticipar las situaciones de riesgo y advertir de ello al operador que realiza la maniobra.

Por otro lado, en el caso de que algunos vehículos de la obra tuvieran que circular bajo el tendido eléctrico aéreo en tensión, se recomienda tanto señalizar tal circunstancia durante el tiempo que dure esta situación como instalar, por ejemplo, pórticos de seguridad que impidan el acceso de aquellos vehículos cuya altura sea susceptible de generar accidentes por contacto con la línea eléctrica o por la generación de un arco eléctrico.



En el caso de que una máquina entre en contacto con una línea en tensión, el operador deberá seguir las siguientes pautas:

- Permanecer en la cabina e intentar retirar la máquina del contacto con la línea.
- Si no es posible separar la máquina, el maquinista no descenderá de la misma tocando simultáneamente el suelo y la máquina con diferentes partes de su cuerpo. Deberá saltar lo más lejos posible de la máquina, evitando tocarla, y advertirá a su vez al resto de trabajadores en proximidad al objeto de evitar que se aproximen a la máquina y puedan entrar en contacto con la misma.

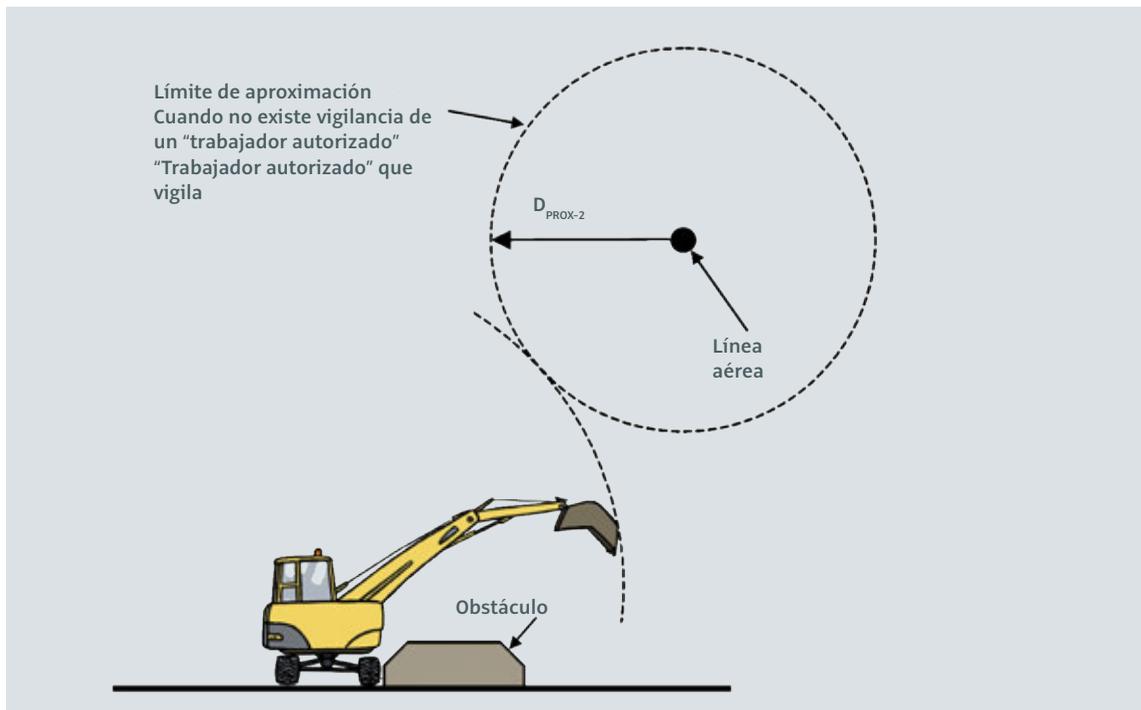


Figura 8. Delimitación de zona de trabajo de una máquina que trabaja junto a línea en tensión

Si los resultados obtenidos lo hacen necesario, se deben prever las actuaciones oportunas para delimitar o restringir los movimientos y desplazamientos de las máquinas, de manera que éstas trabajen dentro de unas zonas seguras, sin invadir las zonas de peligro en las situaciones más desfavorables (máximas elevaciones o desplazamientos de las partes móviles), teniendo en cuenta también las mayores oscilaciones de los cables y de las cargas suspendidas.



Para la delimitación de las zonas de trabajo seguras se fijan unas distancias máximas de seguridad que se recomienda no sobrepasar durante la realización de aquellas tareas en las que las máquinas, los equipos o los materiales empleados en ellas tengan una longitud suficiente para entrar en contacto con elementos en tensión o generar un arco eléctrico entre ellos. Estas distancias tienen un valor diferente en función de que los trabajos se lleven o no a cabo con la supervisión de un trabajador autorizado.

Si no se pone una barrera física que garantice la protección frente a dicho riesgo se conservará una distancia desde el elemento en tensión al límite exterior.



Imagen 6.13.
Barrera física de gálibo.
Fuente: COMSA

Además, se define el “trabajo en proximidad” como aquel durante el cual el trabajador entra, o puede entrar, en la zona de proximidad, sin entrar en la zona de peligro, sea con una parte de su cuerpo o con los equipos, herramientas, dispositivos o materiales que manipula.



U_n	D_{PEL-1}	D_{PEL-2}	D_{PROX-1}	D_{PROX-2}
≤ 1	50	50	70	300
3	62	52	112	300
6	62	53	112	300
10	65	55	115	300
15	66	57	116	300
20	72	60	122	300
30	82	66	132	300
45	98	73	148	300
66	120	85	170	300
110	160	100	210	500
132	180	110	330	500
220	260	160	410	500
380	390	250	540	700

- Distancias límite de las zonas de trabajo

Siendo:

U_n = tensión nominal de la instalación (kV).

DPEL-1= distancia hasta el límite exterior de la zona de peligro cuando exista riesgo de sobretensión por rayo (cm).

DPEL-2= distancia hasta el límite exterior de la zona de peligro cuando no exista riesgo de sobretensión por rayo (cm).

DPROX-1= distancia hasta el límite exterior de la zona de proximidad cuando resulte posible delimitar con precisión la zona de trabajo y controlar que ésta no se sobrepasa durante la realización del mismo (cm).

DPROX-2= distancia hasta el límite exterior de la zona de proximidad cuando no resulte posible delimitar con precisión la zona de trabajo y controlar que ésta no se sobrepasa durante la realización del mismo (cm).



En la normativa interna de ADIF las distancias definidas son las que se indican en la siguiente tabla. Éstas son del mismo orden que las que se incluyen en la citada reglamentación sobre la protección de los trabajadores frente al riesgo eléctrico, aunque un poco más restrictivas en la denominada "distancia de peligro":

U_n	D_{PEL-1}	D_{PROX-1}	D_{PROX-2}
Hasta 6 kV	80 cm	112 cm	300 cm
Hasta 15 kV	80 cm	116 cm	300 cm
Hasta 25 kV	80 cm	127 cm	300 cm
Hasta 45 kV	100 cm	150 cm	300 cm
Hasta 66 kV	120 cm	170 cm	300 cm

- Distancias límite de las zonas de trabajo en ADIF.

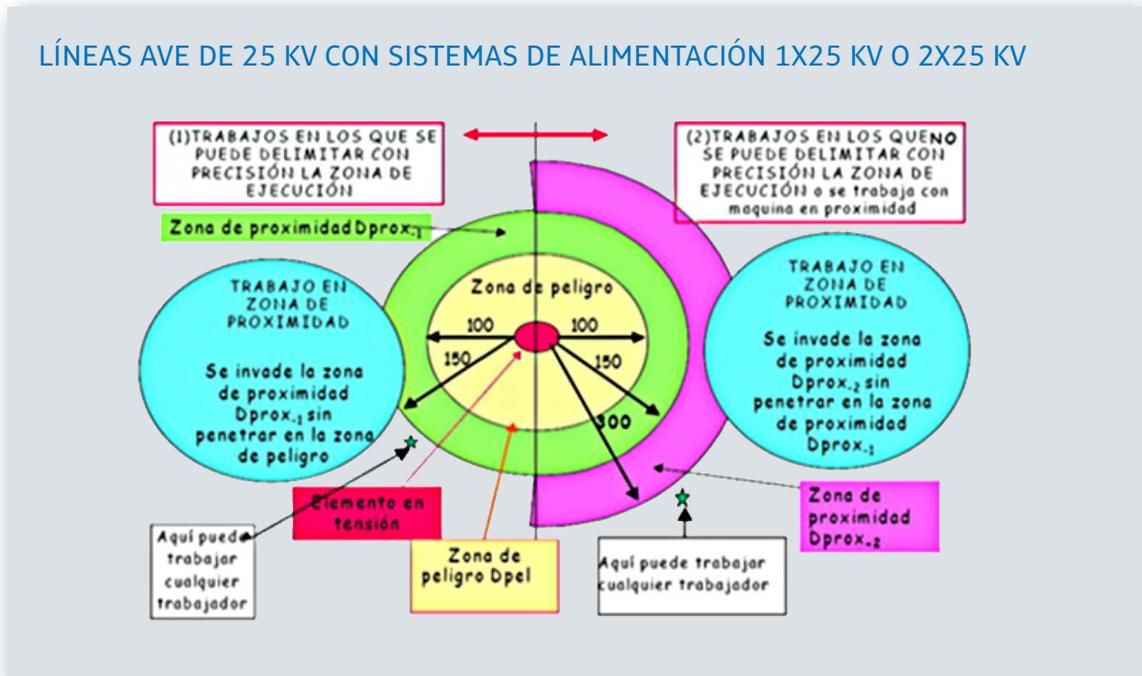


Figura 9. Grafico de las distancias límite de las zonas de trabajo en ADIF

- Distancias de peligro en las distintas administraciones ferroviarias.

TENSIÓN NOMINAL	DISTANCIA PELIGRO	OPERADOR FFCC
1.500 V (c.c.)	100 cm	
1.500 V (c.c.)	55 cm	
1.500 V (c.c.)	55 cm	
3.300 V (c.c.)	80 cm	
25 kv-50 kv (c.a.)	100 cm	

6.8 Símbolos utilizados en los esquemas eléctricos

Los esquemas eléctricos de la instalación están representados mediante símbolos. Cada símbolo está asociado a un elemento de la instalación. Se adjuntan los símbolos y el elemento que representa.

- **Seccionamiento de lámina de aire.** Se señala en vía mediante la señal del RGC art. 233 fig. B (se adjunta junto al símbolo).

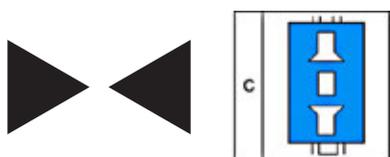




- **Aislador de sección asimétrico.** Permite que el pantógrafo antes de que pierda contacto con uno de sus extremos tome contacto con el otro, no perdiendo tensión eléctrica.



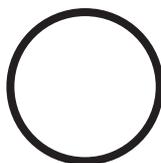
- **Aislador de sección simétrico.** No permite que el pantógrafo antes de que pierda contacto con uno de sus extremos, tome contacto con el otro. Se señalará en vía mediante la señal del RGC art. 233fig. C (se adjunta junto al símbolo).



- **Seccionador con puesta a tierra.**



- **Seccionador sin puesta a tierra. Apertura sin carga.**



- **Seccionador sin puesta a tierra. Apertura en carga.**

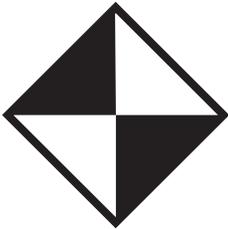




- Seccionador sin puesta a tierra. Apertura en carga, Telemandado.



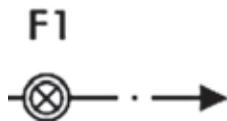
- Señal indicadora para la tracción eléctrica (RGC art. 233 fig. A). Señal de parada ante ella sin rebasarla. Esta señal de perfil autoriza la marcha si nada se opone.



- Feeder.



- Seccionadores de punta de feeder. Son aquellos que se encuentran en el feeder de alimentación de la subestación y la catenaria, pudiendo independizar eléctricamente ambos elementos. Su designación vendrá dada por la letra "F" seguida del número con el que se identifique el disyuntor de la subestación al cual corresponde (F1, F2, F3, etc.). Además este seccionador es: sin puesta a tierra, de apertura en carga y telemandado.





- **Seccionadores de puenteo.** Son aquellos que se encuentran normalmente en las estaciones donde existe subestación eléctrica (S/E) y que están instalados en los seccionamientos de lámina de aire de ambas vías a la entrada y salida de las estaciones. Estos seccionadores se utilizan normalmente para unir eléctricamente, a través de catenaria, los circuitos alimentados por dos feederes distintos. Su posición normal es abierto. Se designan por la letra "P" (puenteo) y los números de feederes que une, asignando el primer número al *feeder* del trayecto y el segundo al feeder de estación o colateral. Ej. P.1.5. Además este seccionador es: sin puesta a tierra, de apertura en carga y telemandado.



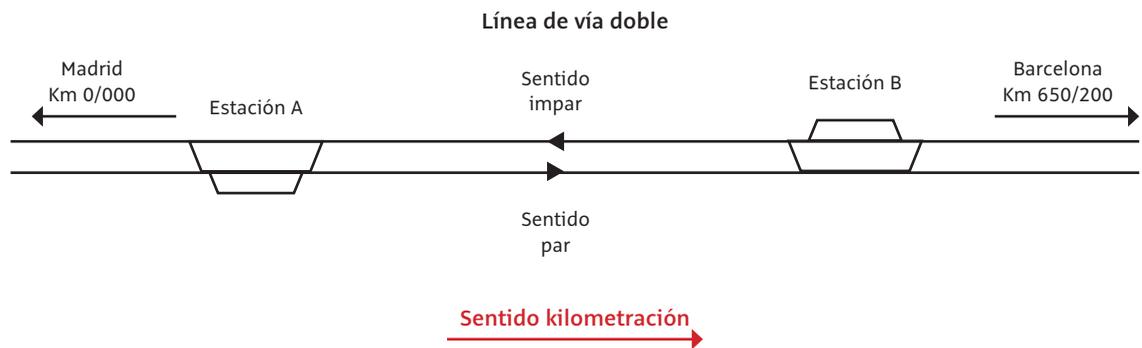
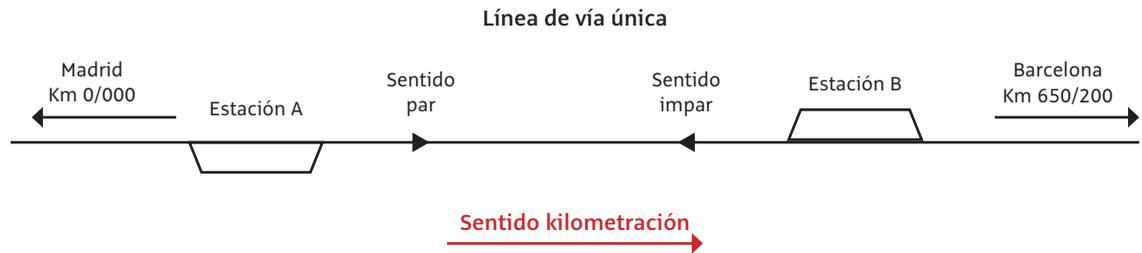
- **Seccionador de Zona Neutra.** Son aquellos que en combinación con otro seccionador establecen Zona Neutra. Se designarán con las letras Z/N (Zona Neutra) y su numeración vendrá dada según la vía (Par o Impar, I o II) y por el lado en que se encuentren en la estación (1, 2 lado Madrid; 3, 4, lado contrario). Ej. Seccionador de apertura en carga, sin puesta a tierra y telemandado en la vía 1 lado Madrid de la estación.



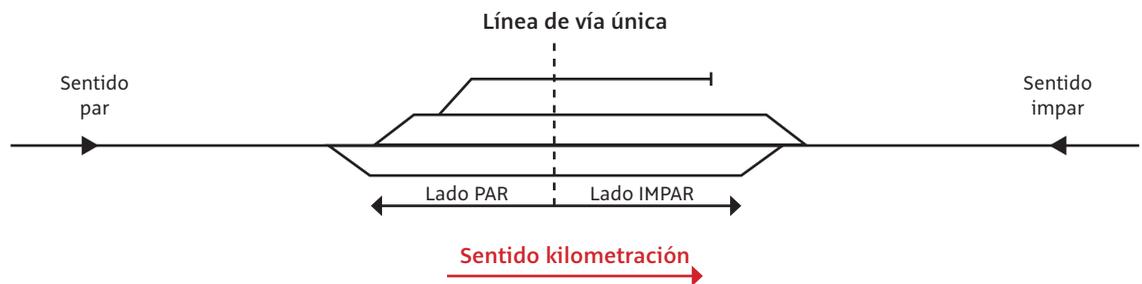
- **Subestación eléctrica.** Se representa mediante el siguiente símbolo, asociado a las letras S/E.

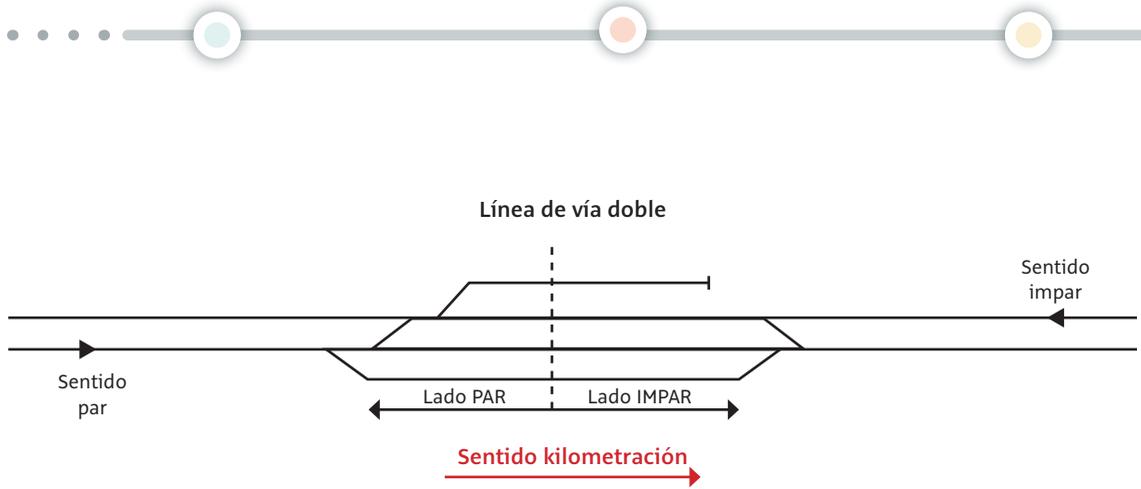


KILOMETRACIÓN Y NUMERACIÓN VÍAS EN TRAYECTO Y ESTACIÓN



DENOMINACIÓN DE LAS VÍAS EN LAS ESTACIONES





DENOMINACIÓN DE LAS VÍAS EN LAS ESTACIONES



DENOMINACIÓN DE LAS VÍAS EN LOS TRAYECTOS DE VÍA DOBLE

Vía doble y bad (bloqueo automático de vía doble)

Las vías se denominan par e impar según el sentido par e impar de las circulaciones.

Vía doble y bab (bloqueo automático banalizado)

Ambas vías se consideran como dos vía únicas independientes y se denominan 1 y 2 teniendo en cuenta el sentido de la kilometración de la línea.