

Documento Básico

PRL-DR

9 Prevención de Riesgos Laborales en Drenajes

SECCIÓN ÚNICA

Prevención de riesgos laborales en drenajes



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE TRABAJO, MIGRACIONES
Y SEGURIDAD SOCIAL



FUNDACIÓN
ESTATAL PARA
LA PREVENCIÓN
DE RIESGOS
LABORALES, F.S.P.



FUNDACIÓN
LABORAL
DE LA CONSTRUCCIÓN

DB PRL-DR

Prevención de Riesgos Laborales en Drenaje

9.0. __ SECCIÓN ÚNICA

ÍNDICE | DRENAJES

1. Objeto	4
2. Ámbito de aplicación	4
3. Referencias normativas de carácter reglamentario y técnico	4
4. Riesgos laborales y medidas preventivas generales en drenajes	8
5. Trabajos preliminares en la ejecución de los drenajes	22
5.1. Estudio del terreno.....	22
5.2. Acciones organizativas.....	23
5.3. Señalización de la zona de trabajo.....	23
5.4. Trabajos con agua y bajo nivel freático.....	23
5.4.1. Agua de lluvia y escorrentías.....	23
5.4.2. Nivel freático.....	24
6. Drenaje superficial. Riesgos y factores de riesgo. Medidas preventivas	24
6.1. Consideraciones generales.....	24
6.2. Elementos físicos del drenaje superficial.....	26
6.3. Drenajes transversales.....	28
6.3.1. Trabajos de excavación.....	30
6.3.2. Ejecución del lecho de hormigón de limpieza.....	30
6.3.3. Colocación de tubos de hormigón sobre el hormigón de limpieza.....	31
6.3.4. Encofrado de tubos, aletas e imposta.....	31
6.3.5. Emplear herramientas adecuadas, utilizando guantes de protección.....	32
6.4. Drenajes Longitudinales.....	33
6.5. Casos especiales de drenajes.....	36
7. Drenaje subterráneo	37
7.1. Zanja drenante.....	37
7.2. La tubería.....	39
7.3. Relleno de zanjas.....	39
8. Riesgos laborales y medidas preventivas en la ejecución de drenajes	42
8.1. Colocación de arquetas prefabricadas.....	42
8.2. Traslado y acopio de materiales.....	44
8.3. Delimitación, protección y señalización de las zonas de trabajo.....	47
8.4. Excavación del terreno.....	48
8.5. Montaje de andamios y plataformas de trabajo.....	51
8.6. Saneamiento del terreno con áridos u hormigón.....	52
8.7. Impermeabilización de elementos prefabricados (muros, estructuras enterradas, soleras, etc.).....	54
8.8. Colocación de tubería de drenaje.....	55
8.9. Relleno de la excavación.....	57
8.10. Compactación del terreno.....	59
9. Geotextiles como elemento de separación y filtro	60
10. Equipos de protección individual	61
11. Formación e información	62

1. Objeto

Este Documento Básico (DB), tiene por objeto determinar unas reglas y procedimientos que faciliten el cumplimiento de las exigencias básicas de seguridad y salud establecidas en la normativa vigente de carácter tanto reglamentario, como técnico, aplicables a los trabajos realizados para la recogida y evacuación del agua superficial o subterránea que interfiere en cualquiera de las infraestructuras que se han tratado en el resto de capítulos.

2. Ámbito de aplicación

Aunque los drenajes se necesitan en cualquier tipo de construcción que esté en contacto con el terreno, en este capítulo se tratarán principalmente los drenajes realizados en las obras de infraestructuras tipo lineales. Según la circulación del agua encauzado se divide en drenajes de aguas superficiales y subterráneas.

El encauzamiento de las aguas superficiales originadas por las lluvias y la escorrentía se llevará a cabo mediante la construcción de dos tipos de obras de drenaje:

1. Obras de drenaje transversal al perfil de la infraestructura
2. Obras de drenaje longitudinal, que evita la acumulación de agua en los márgenes de caminos o sendas, según los casos y la sección tipo se utiliza:
 - a) Excavación en zanja hasta cota de colector y compactación del fondo.
 - b) Hormigonado de la solera.
 - c) Colocación del colector.
 - d) Relleno con material compactado hasta cota deseada.
 - e) Colocación del dren PVC.
 - f) Relleno de material filtrante hasta cubrir la zanja.
 - g) Perfilado de cuneta.
 - h) Hormigonado de la cuneta

Evacuación de aguas subterráneas que implica las aguas infiltradas en las capas de las infraestructuras y las aguas que fluyen por el subsuelo y que cortan el perfil de la infraestructura.

3. Referencias normativas de carácter reglamentario y técnico

Normativa vigente que es de aplicación general a todo este DB (lista no exhaustiva):

Concepto de aplicación	Referencia
PRINCIPIOS GENERALES	<p>Real Decreto 1627/1997, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y de salud en las obras de construcción.</p> <p>CAPÍTULO II. Disposiciones específicas de seguridad y salud durante las fases de proyecto y ejecución de las obras.</p> <p>Artículo 10. Principios generales aplicables durante la ejecución de la obra.</p> <p>Guía técnica para la evaluación y prevención de los riesgos relativos a las obras de construcción (INSST).</p>
SOBRE LA ACTIVIDAD	<p>Real Decreto 1627/1997, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y de salud en las obras de construcción</p> <p>ANEXO IV. Parte C. Disposiciones mínimas específicas relativas a los puestos de trabajo en las obras en el exterior de los locales. Apartados:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Estabilidad y solidez. 2. Caída de objetos. 3. Caídas de altura. 4. Factores atmosféricos. 5. Andamios y escaleras.

Concepto de aplicación	Referencia
	<p>6. Aparatos elevadores. 7. Vehículos y maquinaria para movimiento de tierras y manipulación de materiales. 9. Movimientos de tierras, excavaciones, pozos, trabajos subterráneos y túneles. 10. Instalaciones de distribución de energía. 12. Otros trabajos específicos.</p> <hr/> <p>VI Convenio General del Sector de la Construcción LIBRO II. TÍTULO IV. CAPÍTULO IV. Trabajos de movimientos de tierras, excavación, pozos, trabajos subterráneos y túneles.</p> <p>Artículo 193. Medidas a adoptar antes del inicio de los trabajos. Artículo 194. Medidas a adoptar durante los trabajos. Artículo 195. Acumulaciones de tierras, escombros o materiales. Artículo 196. Vías de entrada y salida. Artículo 197. Ascensos y descensos de trabajadores. Artículo 198. Ventilación. Artículo 199. Trabajos en atmósferas peligrosas o tóxicas. Artículo 200. Trabajos subterráneos. Artículo 201. Medidas en caso de incendio, irrupción de agua o caída de materiales.</p>
SOBRE LOS EQUIPOS DE TRABAJO Y MAQUINARIA	<p>Real Decreto 1215/1997, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.</p> <p>ANEXO II. Disposiciones relativas a la utilización de los equipos de trabajo.</p> <p>Observación preliminar:</p> <p>Las disposiciones del presente anexo se deben aplicar cuando exista el riesgo correspondiente para el equipo de trabajo considerado.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Condiciones generales de utilización de los equipos de trabajo. 2. Condiciones de utilización de equipos de trabajo móviles, automotores o no. <hr/> <p>VI Convenio General del Sector de la Construcción LIBRO II. TÍTULO IV. CAPÍTULO VI. Equipos de trabajo y maquinaria de obra.</p> <p>Sección 2ª. Maquinaria de movimiento de tierras.</p> <p>Artículo 214. Disposiciones generales. Artículo 215. Condiciones generales de la maquinaria de movimiento de tierras. Artículo 216. Otras medidas preventivas aplicables a la maquinaria de movimiento de tierras.</p>
SOBRE LA ELECTRICIDAD	<p>NOTA ACLARATORIA: las disposiciones indicadas a continuación se deben tener en cuenta, especialmente, en los casos en los que se utilice aparataje eléctrica para el desarrollo de los trabajos.</p> <p>VI Convenio General del Sector de la Construcción LIBRO II. TÍTULO IV. CAPÍTULO VII. Instalaciones de suministro y reparto de energía. Almacenamiento de combustibles e instalaciones higiénico-sanitarias.</p> <p>Sección 1ª. Instalaciones eléctricas.</p> <p>Artículo 219. Disposiciones generales de las instalaciones eléctricas. Artículo 220. Grupos electrógenos.</p> <hr/> <p>Orden FOM/298/2016, de 15 de febrero, por la que se aprueba la norma 5.2 - IC drenaje superficial de la Instrucción de Carreteras.</p> <hr/> <p>Real Decreto 614/2001, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.</p>

Concepto de aplicación	Referencia
SOBRE RIESGOS RELACIONADOS CON LA HIGIENE INDUSTRIAL	<p>AGENTES BIOLÓGICOS</p> <ul style="list-style-type: none"> - Real Decreto 664/1997, sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes biológicos durante el trabajo. <p>AGENTES QUÍMICOS</p> <ul style="list-style-type: none"> - Real Decreto 255/2003, por el que se aprueba el Reglamento sobre clasificación, envasado y etiquetado de preparados peligrosos. - Reglamento (CE) nº 1272/2008 del Parlamento Europeo y del Consejo, sobre clasificación, envasado y etiquetado de sustancias y mezclas, y por el que se modifican y derogan las Directivas 67/548/CEE y 1999/45/CE y se modifica el Reglamento (CE) nº 1907/2006. <p>AGENTES FÍSICOS</p> <ul style="list-style-type: none"> - Real Decreto 286/2006, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición al ruido. - Guía técnica para la evaluación y prevención de los riesgos relacionados con la exposición de los trabajadores al ruido (INSST). - Real Decreto 1311/2005, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores frente a los riesgos derivados o que puedan derivarse de la exposición a vibraciones mecánicas. - Guía técnica para la evaluación y prevención de los riesgos relacionados con las vibraciones mecánicas (INSST).
VOLADURAS	<ul style="list-style-type: none"> - Norma UNE 22-381-93 referida al control, registro y límites admisibles de vibraciones en voladuras. - UNE-EN 13763-26:2005. Explosivos para uso civil. Detonadores y relés. Parte 26: Definiciones, métodos y requisitos de los dispositivos y accesorios para el uso seguro y fiable de detonadores y relés. - UNE-EN 13763-15:2005. Explosivos para uso civil. Detonadores y relés. Parte 15: Determinación de la capacidad de iniciación equivalente. - UNE-EN 13631-12:2005. Explosivos para uso civil. Explosivos rompedores. Parte 12: Especificaciones de los multiplicadores con diferente capacidades de iniciación. - UNE-EN 14034-1:2005. Determinación de las características de explosión de nubes de polvo. Parte 1: Determinación de la presión máxima de explosión pmax de nubes de polvo.
OBRAS LINEALES	<ul style="list-style-type: none"> - Orden FOM/298/2016, por la que se aprueba la Norma 5.2-IC sobre drenaje superficial (BOE del 10 marzo de 2016, corrección de errores BOE del 28 de julio de 2016). La Orden FOM/185/2017 modifica la Orden FOM/298/2016. Actualizada por Resolución de 26 de marzo de 2018 de la Dirección General de Carreteras. - Orden Circular 17/2003, sobre Recomendaciones para el proyecto y construcción del drenaje subterráneo en obras de carretera. (En la práctica sustituye a la Norma 5.1-IC). - Guía para el proyecto y la ejecución de muros de escollera en obras de carretera, agosto de 2006. - (Esta publicación anula a las anteriores Recomendaciones para el diseño y construcción de muros de escollera en obras de carreteras de 1998 y al capítulo 5 de la publicación Tipología de muros de carretera). - Guía para el proyecto y la ejecución de micropilotes en obras de carretera. Dirección General de Carreteras, octubre de 2005. - Guía para el diseño y la ejecución de anclajes al terreno en obras de carretera. Dirección General de Carreteras, 2ª edición revisada - junio de 2003. - Guía de cimentaciones en obras de carreteras. Dirección General de Carreteras, 3ª edición revisada - diciembre de 2009. - Manual para el proyecto y ejecución de estructuras de suelo reforzado. Dirección General de Carreteras, enero de 1989. - Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para obras de carreteras y puentes de la Dirección General de Carreteras (PG-3). Orden Ministerial de 6 de febrero de 1976. - (La Orden FOM/2523/2014 actualiza artículos de materiales básicos, firmes, pavimentos, señalización, balizamiento y sistemas de contención de vehículos (BOE del 3 de enero de 2015, corrección de erratas BOE 1 de marzo de 2017). La Orden FOM/1382/2002 actualiza artículos de explanaciones, drenajes y cimentaciones (BOE del 11 de junio de 2002; corrección de erratas BOE 26 de noviembre de 2002). La Orden FOM/475/2002 actualiza artículos de hormigones y aceros (BOE del 6 de marzo de 2002)). - Real Decreto 256/2016, por el que se aprueba la Instrucción para la recepción de cementos (RC-16) (BOE de 25 de junio de 2016).

Concepto de aplicación	Referencia
	<ul style="list-style-type: none"> - Real Decreto 605/2006, por el que se aprueban los procedimientos para la aplicación de la norma UNE-EN 197-2:2000 a los cementos no sujetos al marcado CE y a los centros de distribución de cualquier tipo de cemento (BOE de 7 de junio de 2006). - Real Decreto 1247/2008, por el que se aprueba la “Instrucción de Hormigón Estructural (EHE-08)” (BOE del 22 de agosto de 2008). Corrección de errores BOE del 24 de diciembre de 2008. - Real Decreto 751/2011, por el que se aprueba la “Instrucción de Acero Estructural (EAE)” (BOE del 23 de junio de 2011). Corrección de errores BOE del 23 de junio de 2012. - Real Decreto 1247/2008 por el que se aprueba la instrucción de hormigón estructural (EHE-08). - Real Decreto 751/2011, por el que se aprueba la instrucción de Acero Estructural (EAE). - Real Decreto 842/2013, por el que se aprueba la clasificación de los productos de construcción y de los elementos constructivos en función de sus propiedades de reacción y de resistencia frente al fuego (BOE 23 de noviembre de 2013).
Otras normas y documentos de referencia	
NORMAS UNE	<ul style="list-style-type: none"> - UNE-EN ISO 14688-1. Ingeniería geotécnica. Identificación y clasificación de suelos. Parte 1: Identificación y descripción. - UNE-EN ISO 14688-2. Ingeniería geotécnica. Identificación y clasificación de suelos. Parte 2: Principios de clasificación. - UNE-EN 1610. "Instalación y pruebas de acometida y redes de saneamiento".
NOTAS TÉCNICAS DE PREVENCIÓN (INSST)	<ul style="list-style-type: none"> - Nota técnica de prevención (NTP) nº 72: trabajos con elementos de altura en presencia de líneas eléctricas aéreas (INSST). - Nota técnica de prevención (NTP) nº 270: evaluación de la exposición al ruido y la determinación de niveles representativos (INSST). - Nota técnica de prevención (NTP) nº 733: criterios de selección de equipos de protección individual (EPI) en minería a cielo abierto (INSST). - Nota técnica de prevención (NTP) nº 271: Instalaciones eléctricas en obras de construcción (INSST).

4. Riesgos laborales y medidas preventivas generales en drenajes

Riesgo	Condición de trabajo generadora del riesgo	Medidas preventivas genéricas	
Riesgos de seguridad	Atropellos por máquinas y colisiones con otros vehículos	<ul style="list-style-type: none"> - No solapar tajos donde intervengan máquinas y trabajadores. - Crear recorridos y accesos diferenciados para trabajadores y vehículos. - Balizar zona de trabajo de la maquinaria. - Utilizar la maquinaria para el fin diseñado. - Revisión periódica de máquinas y vehículos. - Utilización de señalización óptica y acústica en máquinas y vehículos. - Señalización de obra. 	
	Atrapamiento por vuelco de máquinas o vehículos	<ul style="list-style-type: none"> - Colapso de terrenos por circulación o trabajos en bordes de excavación y caída de vehículos / máquinas al interior de la misma. - Aproximación indebida a bordes de excavación. - Descuido o falta de atención del conductor de la máquina. - Falta de iluminación en la zona de trabajo o acceso a excavación. - Tránsito por pendientes y terreno irregular, embarrado. - Tránsito de plataformas elevadoras por superficies irregulares. - Exceso de velocidad. - Remolque de máquina tractora o vehículos en pendiente. - Encabritamiento (vuelco hacia atrás) de la máquina por atascamiento. 	<ul style="list-style-type: none"> - Formación de los/as maquinistas. - Estabilizar los vehículos antes de comenzar a trabajar. - No cargar los vehículos más de lo recomendado por el fabricante. - Revisión periódica de los vehículos. - Utilización de pórticos antivuelco y de protección en vehículos. - Utilización de topes de seguridad para máquinas en tajos. - Cinturón de seguridad en vehículos.
	Sepultamiento o aplastamiento	<ul style="list-style-type: none"> - Suelo inestable. - Trabajo en zanjas y excavaciones. - Interferencias de personal en zonas afectadas por caída de árboles, eliminados por empuje mecánico o talado, caída de material transportado, - Desprendimiento de rocas u otros materiales. - Hundimiento del terreno por embarramiento, grietas, irregularidades. 	<ul style="list-style-type: none"> - Ataluzado del terreno entre 30°/60° en función del tipo y altura. - Gunitado del terreno. - Realización de estudios geotécnicos. - Entibado. - Establecer distancias de seguridad en coronación. - Entibados/ataluzados/gunitados. - Vallas/topes de seguridad en coronaciones. - Protección contra caída de materiales en vehículos - Uso de casco de protección.
	Caída de objetos por desplome o derrumbamiento, desprendidos o en manipulación	<ul style="list-style-type: none"> - Caída de materiales por trabajo de personal en la misma vertical de las máquinas. - Manipulación de herramientas. 	<ul style="list-style-type: none"> - Organización del trabajo. - Protecciones colectivas frente a caída de objetos.

Riesgo	Condición de trabajo generadora del riesgo	Medidas preventivas genéricas	
Riesgos de seguridad	Caídas a distinto nivel	<ul style="list-style-type: none"> - Subida y bajada a cabinas o cajas de camiones. - Trabajos en altura sin protecciones colectivas o individuales. - Trabajos de talado de árboles: <ul style="list-style-type: none"> ○ Uso indebido de plataformas auxiliares. ○ Fallos en montaje y utilización de plataformas. ○ Caídas desde maquinaria o aperos enganchados a ella. ○ Caídas desde pendientes elevadas o terrenos abruptos. ○ Caídas desde apilamientos. 	<ul style="list-style-type: none"> - Proteger el contorno de la excavación con vallas adecuadas de 2 m de altura a 1,5 m del borde de la excavación. - Proteger el borde de la excavación con barandillas adecuadas situadas a 1 m del borde de la excavación. - Disponer accesos adecuados. - Utilizar plataformas de trabajo adecuadas. - Vallas de protección. - Barandillas de protección. - Uso de arnés de seguridad atado a punto fijo con absorbedor de energía.
	Caídas al mismo nivel	<ul style="list-style-type: none"> - Material en el suelo (rocas, ramas, material demolido). - Suelo embarrado, irregular. - Falta de orden y limpieza. 	<ul style="list-style-type: none"> - Crear un mantenimiento periódico de orden y limpieza. - Crear acopio y almacenamiento de materiales definidos. - Adecuar el piso y zonas de trabajo antes de empezar. - Utilizar los medios auxiliares adecuadamente y siguiendo sus recomendaciones. - Calzado de seguridad adecuado.
	Proyección de partículas	<ul style="list-style-type: none"> - Operaciones de talado. - Operaciones de desbroce. - Proyecciones durante uso de maquinaria manual (desbrozadora, hachas, soplete, radial). - Voladuras. 	<ul style="list-style-type: none"> - Cabina cerrada para maquinaria. - Protección ocular para operarios. - Ropa de trabajo adecuada. - Se prohibirá solapamiento de tajos.
	Cortes	<ul style="list-style-type: none"> - Utilización motodesbrozadora, motosierra, hachas, radial, etc. 	<ul style="list-style-type: none"> - Uso de EPI adecuados.
	Incendio y explosión	<ul style="list-style-type: none"> - Repostado de máquinas. - Mantenimiento inadecuado de maquinaria, motores, tubo de escape. - Cortocircuitos en equipos eléctricos. - Proyección de partículas incandescentes. - Operaciones de voladura. 	<ul style="list-style-type: none"> - Extintores portátiles en las máquinas y vehículos de movimiento de tierras, así como los tajos peligrosos. - Aparatos portátiles de detección de gases combustibles, de funcionamiento continuo y equipados con una prealarma acústica calibrada al 20 % del límite inferior de explosión, cuando se realicen trabajos de movimiento de tierras y excavación en proximidades de conducciones de gas, o almacenes de combustibles, así como terrenos que puedan contener en el subsuelo bolsas de otro tipo de gases combustibles.
	Proyección de fragmentos o partículas	<ul style="list-style-type: none"> - Manipulación de maquinaria y herramientas. - Voladuras y demoliciones. 	<ul style="list-style-type: none"> - Cabina cerrada para maquinaria. - Protección ocular para operarios. - Ropa de trabajo adecuada. - Se prohibirá solapamiento de tajos.

Riesgo		Condición de trabajo generadora del riesgo	Medidas preventivas genéricas
Riesgos de seguridad	Exposición a condiciones de humedad	<ul style="list-style-type: none"> - Presencia de agua en excavaciones, fugas de tuberías, etc. - Humedad ambiental. 	<ul style="list-style-type: none"> - Drenajes. - Ropa adecuada.
	Contactos eléctricos directos e indirectos	<ul style="list-style-type: none"> - Trabajos en cercanías de líneas eléctricas aéreas (contacto directo o por arco). - Trabajos de excavación sobre líneas eléctricas enterradas. - Trabajos con equipos eléctricos mal aislados o defectuosos. - Manipulación de líneas eléctricas para su desvío o corte. - Presencia de agua. - Fulguración por caída de rayo. 	<ul style="list-style-type: none"> - En todo momento se debe cumplir con lo establecido tanto en el Real Decreto 614/2001, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico, como en el Real Decreto 482/2002, por el que se aprueba el Reglamento electrotécnico para baja tensión. - En relación con las instalaciones eléctricas provisionales de obra, se ha de considerar lo determinado en la Sección “Instalación eléctrica provisional” del Documento Básico DB-PRL-IM. - Asimismo, y de un modo particular, se debe tener en consideración lo dispuesto, específicamente, en cada una de las Secciones de este Documento Básico en lo referente a las Acciones frente al riesgo eléctrico. - Balizar y proteger las líneas eléctricas aéreas que puedan afectar a los tajos. - Solicitar información a la compañía suministradora de la zona, antes de empezar, sobre trazado de líneas subterráneas. - Proteger y dotar de elementos de seguridad a los cuadros de obra para que solo sean utilizados por personal autorizado. - Los EPIS propios para trabajos con tensión y sin tensión (sólo para el caso del personal autorizado).
	Contactos con sustancias cáusticas o corrosivas	<ul style="list-style-type: none"> - Desinfectantes, raticidas, residuos, productos de limpieza, productos químicos contenidos en tuberías. 	<ul style="list-style-type: none"> - EPIS adecuados. - Purgado de tuberías, etc.

Riesgo	Condición de trabajo generadora del riesgo	Medidas preventivas genéricas
<p>Riesgos higiénicos: agentes físicos</p> <p>Ruido</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Las propias máquinas de extracción y los vehículos de carga. - Motosierras, motodesbrozadoras. - Cabinas de maquinaria no aislada. - Falta de EPI de protección auditiva. 	<p>La aplicación de medidas preventivas frente al ruido depende, en primera instancia de:</p> <ul style="list-style-type: none"> - El nivel de ruido existente - La localización del trabajador afectado - El tiempo del tiempo de exposición al mismo <p>Según el Real Decreto 286/2006, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición al ruido, se debe realizar una evaluación basada en la medición de los niveles de ruido (no será necesaria cuando la directa apreciación profesional acreditada permita llegar a una conclusión sin necesidad de la misma).</p> <p>En función de los resultados, se determinan las medidas necesarias, tomando como base los valores límite de exposición y los valores de exposición que dan lugar a una acción. Entre dichas medidas, se debe tener en cuenta:</p> <ul style="list-style-type: none"> - La reducción del ruido aéreo, por ejemplo, por medio de pantallas, cerramientos, etc. - La elección de equipos de trabajo que generen el menor nivel de ruido posible. - Aislamiento acústico de las cabinas de las máquinas. - Programas de mantenimiento adecuado de los equipos de trabajo, transmisión, tubo de escape y todas las partes que puedan producir vibraciones y ruidos, así como la presión de hinchado de los neumáticos. - Llevar a cabo las modificaciones y sustituciones de componentes de los equipos, siempre que sea posible, para reducir el nivel de ruido. - Limitar la duración e intensidad de la exposición: rotación de los puestos de trabajo. - Planificar los trabajos realizados con herramientas manuales generadoras de ruido tales como, por ejemplo, motosierra y desbrozadora manual, de forma que se establezcan descansos periódicos. - Planificación de la producción para disminuir los puestos de trabajo sometidos a ruido: diseñar procesos de trabajo de forma que, cuando sea posible, se sustituyan las operaciones más ruidosas por otras equivalentes que generen menos ruidos. Por ejemplo, control de los puntos de descarga orientado a la regulación de las alturas en la caída del material. - Emplear anclajes correctos para evitar ruido por vibraciones. - Utilizar elementos auxiliares (asientos, amortiguadores, asas, mangos o cubiertas...) para reducir vibraciones y ruidos. Así, por ejemplo, se podrían utilizar revestimientos elásticos en tolvas y cajas de volquetes o cierres semirrígidos o con lonas de las cintas transportadoras para limitar la propagación al exterior del ruido producido. - Evitar dejar en marcha máquinas y vehículos, incluido al ralentí, cuando no se están utilizando. - Proporcionar a los trabajadores protectores auditivos, en caso necesario. <p>Se recomienda consultar la Guía técnica para la evaluación y prevención de los riesgos relacionados con la exposición de los trabajadores al ruido, elaborada por el INSST y que complementa al citado Real Decreto 286/2006.</p>

Riesgo	Condición de trabajo generadora del riesgo	Medidas preventivas genéricas
Riesgos higiénicos: agentes físicos Vibraciones	<ul style="list-style-type: none"> - Circulación por viales o zonas muy bacheadas e irregulares. - Utilización de equipos portátiles (motosierra, motodesbrozadora, etc.). - Manejo de herramientas. - El manejo en cabina, de las propias máquinas de extracción y de los vehículos de carga. - Durante voladuras, trabajos de compactación. 	<p>Los trabajadores que manejan maquinaria pesada sobre los terrenos irregulares de las obras son propensos a padecer problemas en la parte baja de la espalda como consecuencia de las vibraciones generadas durante su desplazamiento.</p> <p>Con el objeto de minimizar esta afección, se deben tener en cuenta los siguientes principios:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Durante los trabajos con la maquinaria se han de tratar de reducir, al máximo posible, las irregularidades del terreno para favorecer unos desplazamientos de vehículos y máquinas más horizontales. 2. Los neumáticos de máquinas y vehículos tienen que mantener la presión adecuada, así como los dispositivos de suspensión y amortiguación en buen uso. 3. Los puestos de conducción de las máquinas deben disponer de dispositivos capaces de amortiguar las vibraciones transmitidas por la propia máquina. En esta línea, es recomendable que los asientos dispongan de colchón de aire, reposabrazos, apoyos lumbares y regulación en base y espalda para favorecer una postura adecuada. <p>Se debe realizar una evaluación y, en caso necesario, la medición de los niveles de vibraciones. Para evaluar el nivel de exposición a la vibración mecánica, puede recurrirse a la observación de los métodos de trabajo concretos y remitirse a la información apropiada sobre la magnitud probable de la vibración del equipo o del tipo de equipo utilizado en las condiciones concretas de utilización, incluida la información facilitada por el fabricante. Se debe justificar, en su caso, que la naturaleza y el alcance de los riesgos relacionados con las vibraciones mecánicas hacen innecesaria una evaluación más detallada de estos.</p> <p>En la evaluación, se han de considerar los siguientes aspectos:</p> <ol style="list-style-type: none"> a. El nivel, el tipo y la duración de la exposición, incluida toda exposición a vibraciones intermitentes o a sacudidas repetidas. b. Los valores límite de exposición y los valores de exposición que dan lugar a una acción previstos en el Real Decreto 1311/2005, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores frente a los riesgos derivados o que puedan derivarse de la exposición a vibraciones mecánicas. c. Todos los efectos que guarden relación con la salud y la seguridad de los trabajadores especialmente sensibles expuestos al riesgo, incluidas las trabajadoras embarazadas. d. Todos los efectos indirectos para la seguridad de los trabajadores derivados de la interacción entre las vibraciones mecánicas y el lugar de trabajo u otro equipo de trabajo. e. La información facilitada por los fabricantes del equipo de trabajo con arreglo a lo dispuesto en la normativa que regula la seguridad en la comercialización de dichos equipos. f. La existencia de equipos sustitutivos concebidos para reducir los niveles de exposición a las vibraciones mecánicas. g. La prolongación de la exposición a las vibraciones transmitidas al cuerpo entero después del horario de trabajo, bajo responsabilidad del empresario. h. Condiciones de trabajo específicas, tales como trabajar a temperaturas bajas. i. La información apropiada derivada de la vigilancia de la salud de los trabajadores incluida la información científico-técnica publicada, en la medida en que sea posible. <p>En función de los resultados de la evaluación, se deben determinar las medidas que deban adoptarse y planificar su ejecución, tomando en consideración, especialmente:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Otros métodos de trabajo que reduzcan la necesidad de exponerse a vibraciones mecánicas.

Riesgo	Condición de trabajo generadora del riesgo	Medidas preventivas genéricas
		<ul style="list-style-type: none">- La elección del equipo de trabajo adecuado, bien diseñado desde el punto de vista ergonómico y generador del menor nivel de vibraciones posible, habida cuenta del trabajo al que está destinado.- El suministro de equipo auxiliar que reduzca los riesgos de lesión por vibraciones, por ejemplo, asientos, amortiguadores u otros sistemas que atenúen eficazmente las vibraciones transmitidas al cuerpo entero.- Programas apropiados de mantenimiento de los equipos de trabajo, del lugar de trabajo y de los puestos de trabajo.- La concepción y disposición de los lugares y puestos de trabajo.- La información y formación adecuadas a los trabajadores sobre el manejo correcto y en forma segura del equipo de trabajo, para así reducir al mínimo la exposición a vibraciones mecánicas.- La limitación de la duración e intensidad de la exposición.- Una ordenación adecuada del tiempo de trabajo.- La aplicación de las medidas necesarias para proteger del frío y de la humedad a los trabajadores expuestos, incluyendo el suministro de ropa adecuada. <p>Se recomienda consultar la Guía técnica para la evaluación y prevención de los riesgos relacionados con las vibraciones mecánicas elaborada por el INSST y que complementa al citado Real Decreto 1311/2005.</p>

Riesgo	Condición de trabajo generadora del riesgo	Medidas preventivas genéricas																				
Riesgos higiénicos: agentes físicos Estrés térmico por frío o calor	FRÍO - Trabajo a la intemperie. - Ropa inadecuada. - Falta de establecimiento de turnos de trabajo y descanso. CALOR - Trabajo a la intemperie. - Falta de establecimiento de turnos de trabajo y descanso. - Falta de hidratación y recuperación de sales. - Falta de sombras para descanso. - Ropa inadecuada.	Efectos de la exposición al frío: - Resfriado, pulmonía. - Dolores musculares y reumáticos. - Hipotermia. - Síntomas de congelación. Efectos de la exposición al calor: - Insolación, golpe de calor, deshidratación, disminución del estado de alerta, agotamiento, calambres y quemaduras. A continuación se indican unos criterios básicos para minimizar las consecuencias derivadas de una exposición a situaciones de temperatura extrema.																				
		<table border="1"> <thead> <tr> <th>Medidas preventivas</th> <th>Efecto buscado</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Protección de extremidades</td> <td>Evitar el calentamiento localizado</td> </tr> <tr> <td>Protección de la cabeza con casco (cuando se realicen tareas que así lo exijan) o gorra.</td> <td>Minimizar el aumento de la temperatura de la piel.</td> </tr> <tr> <td>Seleccionar la vestimenta (procede señalar que las camisetas de algodón corriente no protegen suficientemente contra las radiaciones ultravioletas). Colores claros que reflejen el calor radiante.</td> <td>Facilitar la evaporación del sudor. Reducir la cantidad de calor radiante absorbida por la prenda, y por tanto que no llegue a la piel.</td> </tr> <tr> <td>cremas protectoras de factor suficiente</td> <td>Protección de la piel.</td> </tr> <tr> <td>Establecer regímenes de trabajo-recuperación (descansos cada 2 horas), en resguardos a la sombra. Evitar realizar las faenas en las horas centrales del día.</td> <td>Evitar el aumento excesivo de calor corporal, debido a la actividad física bajo condiciones de calor ambiental.</td> </tr> <tr> <td>Beber líquidos, preferentemente con un poco de sal, o agua, (hasta un litro por hora y entre 10° - 15°). Proporcionar fácil accesibilidad a recipientes de agua potable. No beber alcohol.</td> <td>Recuperar pérdidas de sales minerales y agua corporal, eliminadas por sudoración.</td> </tr> <tr> <td>Limitar el consumo de café como diurético y modificador de la circulación sanguínea.</td> <td>Minimizar pérdidas de agua.</td> </tr> <tr> <td>Sustituir la ropa humedecida. Mantener la piel limpia de sudor.</td> <td>Favorecer la pérdida del exceso de calor corporal mediante la sudoración. Evitar el efecto lupa del agua.</td> </tr> <tr> <td>Disminuir el tiempo de permanencia en ambientes calurosos.</td> <td>El aumento de energía calorífica depende del tiempo de exposición al calor. Se consigue favorecer la pérdida de calor.</td> </tr> </tbody> </table>	Medidas preventivas	Efecto buscado	Protección de extremidades	Evitar el calentamiento localizado	Protección de la cabeza con casco (cuando se realicen tareas que así lo exijan) o gorra.	Minimizar el aumento de la temperatura de la piel.	Seleccionar la vestimenta (procede señalar que las camisetas de algodón corriente no protegen suficientemente contra las radiaciones ultravioletas). Colores claros que reflejen el calor radiante.	Facilitar la evaporación del sudor. Reducir la cantidad de calor radiante absorbida por la prenda, y por tanto que no llegue a la piel.	cremas protectoras de factor suficiente	Protección de la piel.	Establecer regímenes de trabajo-recuperación (descansos cada 2 horas), en resguardos a la sombra. Evitar realizar las faenas en las horas centrales del día.	Evitar el aumento excesivo de calor corporal, debido a la actividad física bajo condiciones de calor ambiental.	Beber líquidos, preferentemente con un poco de sal, o agua, (hasta un litro por hora y entre 10° - 15°). Proporcionar fácil accesibilidad a recipientes de agua potable. No beber alcohol.	Recuperar pérdidas de sales minerales y agua corporal, eliminadas por sudoración.	Limitar el consumo de café como diurético y modificador de la circulación sanguínea.	Minimizar pérdidas de agua.	Sustituir la ropa humedecida. Mantener la piel limpia de sudor.	Favorecer la pérdida del exceso de calor corporal mediante la sudoración. Evitar el efecto lupa del agua.	Disminuir el tiempo de permanencia en ambientes calurosos.	El aumento de energía calorífica depende del tiempo de exposición al calor. Se consigue favorecer la pérdida de calor.
		Medidas preventivas	Efecto buscado																			
		Protección de extremidades	Evitar el calentamiento localizado																			
		Protección de la cabeza con casco (cuando se realicen tareas que así lo exijan) o gorra.	Minimizar el aumento de la temperatura de la piel.																			
		Seleccionar la vestimenta (procede señalar que las camisetas de algodón corriente no protegen suficientemente contra las radiaciones ultravioletas). Colores claros que reflejen el calor radiante.	Facilitar la evaporación del sudor. Reducir la cantidad de calor radiante absorbida por la prenda, y por tanto que no llegue a la piel.																			
		cremas protectoras de factor suficiente	Protección de la piel.																			
		Establecer regímenes de trabajo-recuperación (descansos cada 2 horas), en resguardos a la sombra. Evitar realizar las faenas en las horas centrales del día.	Evitar el aumento excesivo de calor corporal, debido a la actividad física bajo condiciones de calor ambiental.																			
		Beber líquidos, preferentemente con un poco de sal, o agua, (hasta un litro por hora y entre 10° - 15°). Proporcionar fácil accesibilidad a recipientes de agua potable. No beber alcohol.	Recuperar pérdidas de sales minerales y agua corporal, eliminadas por sudoración.																			
		Limitar el consumo de café como diurético y modificador de la circulación sanguínea.	Minimizar pérdidas de agua.																			
Sustituir la ropa humedecida. Mantener la piel limpia de sudor.	Favorecer la pérdida del exceso de calor corporal mediante la sudoración. Evitar el efecto lupa del agua.																					
Disminuir el tiempo de permanencia en ambientes calurosos.	El aumento de energía calorífica depende del tiempo de exposición al calor. Se consigue favorecer la pérdida de calor.																					
En caso de golpe de calor, colocar al accidentado en una zona fresca, con la ropa aflojada, y suministrarle agua salada. En el caso de operadores de máquinas, las cabinas de las máquinas deben disponer de sistemas de climatización adaptables.																						

Riesgo	Condición de trabajo generadora del riesgo	Medidas preventivas genéricas
Riesgos higiénicos: agentes físicos	Humedad <ul style="list-style-type: none"> - Climatología. - Trabajos en presencia de agua, especialmente filtración de aguas residuales. - Calzado inadecuado (prever la disponibilidad de botas de agua). 	Consecuencias de la exposición a humedad son: pie de trinchera, dificultad de aclimatación a temperatura por menor transpiración. Como medidas preventivas, se tendrá en cuenta: <ul style="list-style-type: none"> - Sustituir la ropa humedecida. - Mantener la piel limpia de sudor. - Ropa de agua y calzado de seguridad de goma. - Drenajes adecuados.
	Exposición a condiciones climatológicas adversas <ul style="list-style-type: none"> - Fuerte viento - Tormenta eléctrica - Lluvia 	<ul style="list-style-type: none"> - Tener preparado algún cobijo, preferiblemente con puertas y ventanas con posibilidad de cierre, en épocas de lluvia y tormentas o incluso suspender el trabajo hasta que las condiciones ambientales no impliquen un riesgo. - No circular en vehículos en caso de tormenta eléctrica. - Nunca situarse debajo o cerca de árboles, postes y sobre todo de tendidos eléctricos para evitar el riesgo de electrocución en el caso de rayos o de aplastamiento en el caso de fuertes vientos. - Nunca cobijarse debajo de árboles aislados. - Buscar masas densas de arbolado. - No permanecer en lugares elevados (p. ej. cerros). - Evitar estar cerca de lugares con agua o humedad que puedan atraer electricidad (ríos, cuevas, charcos, etc.)
Radiación ultravioleta	<ul style="list-style-type: none"> - Exposición a la radiación solar en épocas estivales, por trabajos en intemperie. - Falta de crema de protección solar. - Maquinaria sin cabina. - Falta de sombras. 	Efectos de la exposición a radiaciones solares: <ul style="list-style-type: none"> - Eritema solar o quemadura por el sol. - Fotosensibilización. - Lesiones en los ojos (fotoqueratitis, fotoconjuntivitis, efectos crónicos). - Efectos retardados: envejecimiento de la piel y alteraciones de tipo cancerígeno. Medidas preventivas: <ul style="list-style-type: none"> - Verificar que las máquinas disponen de cabina o similar. - Instalar en el puesto de trabajo, siempre que sea posible, parasoles, toldos o cualquier otro dispositivo que proteja de la radiación solar. - En condiciones climáticas de calor extremo, moderar la exposición al sol, alternando actividades o rotando a los trabajadores expuestos. - Establecer en los procedimientos de trabajo, rotaciones de los trabajadores y disminución de labores en horas de mayor intensidad de radiación solar. - Establecer los horarios de comidas entre las 13:00 y las 15:00hrs. - Cuando sea posible, mantenerse a la sombra en los horarios de mayor intensidad de la radiación solar. - Asegurarse de que los trabajadores lleven la ropa de trabajo y que ésta no ha sido sustituida por elementos que no cubren la totalidad del cuerpo.

Riesgo	Condición de trabajo generadora del riesgo	Medidas preventivas genéricas
		<ul style="list-style-type: none"> - Planificar las actividades para que durante las horas de máxima insolación se pueda trabajar en la sombra. - Evitar, siempre que sea posible, la exposición a las radiaciones solares dentro del intervalo de las horas de mayor intensidad de radiación solar. - Evitar las exposiciones prolongadas al sol permaneciendo inmóvil (las posiciones fijas no son aconsejables). - Utilizar cremas solares y/o filtros de protección solar (según la necesidad) y aplicarlos treinta minutos antes de la exposición para obtener una buena absorción. Renovar la aplicación cada dos o tres horas. El espesor de la película ha de ser generoso y ha de extenderse de forma homogénea (en los días con nubes también es necesaria la protección). - Para evitar quemaduras en la piel, usar protector solar, de amplio espectro, UVA y UVB con un factor de protección mínimo de 30. Cubrirse especialmente labios, nariz y orejas. Con piel sensible, consultar a un médico antes de iniciar el uso de estos productos. - Hidratar la piel con emulsiones especiales tras la exposición. - Es necesario ingerir abundante agua, preferentemente bebidas isotónicas, para compensar la pérdida sufrida durante la exposición solar. En la obra, los trabajadores deben disponer de agua potable. - Proteger los ojos mediante gafas con vidrios de protección contra radiaciones ultravioletas. - En caso necesario, los trabajadores tienen que disponer de crema protectora solar. <p>Equipos de protección individual</p> <ul style="list-style-type: none"> - Casco con visera larga, de ala ancha (7 cm. o más) o casco con visera transparente con filtro UV. - Usar paño colgando del casco para proteger la zona posterior del cuello. - Gafas de sol (cuando sean necesarias). Cuando se trabaja en lugares con reflexión (nieve, agua, salares, superficies claras), usar lentes con protección UV, con la indicación de que bloqueen la radiación UVA y UVB. - Calzado de seguridad. - Ropa de trabajo.

Riesgo	Condición de trabajo generadora del riesgo	Medidas preventivas genéricas																					
Riesgos higiénicos: agentes químicos Polvo	<ul style="list-style-type: none"> - Circulación continua de máquinas o vehículos. - Los propios trabajos de excavación, demolición. - Falta de regado. - Falta de estanqueidad de las cabinas de las máquinas. 	<p>Toda actividad de movimiento de tierras debe considerarse como fuente generadora de polvo en suspensión. La incidencia de este polvo en suspensión sobre las personas y el entorno depende de varios factores, entre los que se han de considerar las propias características del terreno y sus componentes, los m³ de tierra a mover, la cantidad de polvo en el ambiente y, en especial, cuando la concentración en sílice cristalino (SiO₂) es superior al 1%, el tiempo de permanencia en suspensión, la población de trabajadores afectados y el tiempo de exposición de los mismos.</p> <p>Medidas básicas de aplicación frente al polvo:</p> <table border="1" data-bbox="600 469 2033 740"> <thead> <tr> <th data-bbox="600 469 943 512">TRABAJADOR / LOCALIZACION</th> <th data-bbox="943 469 2033 512">MEDIDA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="600 512 943 628">Operadores de máquinas / Maquinaria de Excavación</td> <td data-bbox="943 512 2033 628">Las cabinas de las máquinas tienen que ser estancas y deben disponer de dispositivos para el filtrado del aire. Se han de disponer de mascarillas clase FFP para su utilización en caso de necesidad (cabinas no estancas, trabajos con puertas de cabinas abiertas, etc.).</td> </tr> <tr> <td data-bbox="600 628 943 740">Trabajadores / Zona de actuación de las máquinas y vehículos</td> <td data-bbox="943 628 2033 740">Establecer un programa de riego de las zonas de movimiento de tierras y viales de circulación de vehículos de transporte. Se tienen que disponer y se deben utilizar mascarillas de clase FFP.</td> </tr> </tbody> </table> <table border="1" data-bbox="600 788 1697 963"> <thead> <tr> <th colspan="3" data-bbox="600 788 1697 831">Tipos de mascarillas autofiltrantes conforme a la norma EN 149:2001</th> </tr> <tr> <th data-bbox="600 831 689 868">Clase</th> <th data-bbox="689 831 1487 868">Uso recomendado</th> <th data-bbox="1487 831 1697 868">Tipo de protección</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="600 868 689 900">FFP 1</td> <td data-bbox="689 868 1487 900">Partículas sólidas de sustancias no tóxicas</td> <td data-bbox="1487 868 1697 900">4xTLV</td> </tr> <tr> <td data-bbox="600 900 689 932">FFP 2</td> <td data-bbox="689 900 1487 932">Partículas sólidas de finos polvos tóxicos, humos y nieblas en base acuosa</td> <td data-bbox="1487 900 1697 932">12xTLV</td> </tr> <tr> <td data-bbox="600 932 689 963">FFP 3</td> <td data-bbox="689 932 1487 963">Polvos, nieblas en base acuosa y humos</td> <td data-bbox="1487 932 1697 963">50xTLV</td> </tr> </tbody> </table>	TRABAJADOR / LOCALIZACION	MEDIDA	Operadores de máquinas / Maquinaria de Excavación	Las cabinas de las máquinas tienen que ser estancas y deben disponer de dispositivos para el filtrado del aire. Se han de disponer de mascarillas clase FFP para su utilización en caso de necesidad (cabinas no estancas, trabajos con puertas de cabinas abiertas, etc.).	Trabajadores / Zona de actuación de las máquinas y vehículos	Establecer un programa de riego de las zonas de movimiento de tierras y viales de circulación de vehículos de transporte. Se tienen que disponer y se deben utilizar mascarillas de clase FFP.	Tipos de mascarillas autofiltrantes conforme a la norma EN 149:2001			Clase	Uso recomendado	Tipo de protección	FFP 1	Partículas sólidas de sustancias no tóxicas	4xTLV	FFP 2	Partículas sólidas de finos polvos tóxicos, humos y nieblas en base acuosa	12xTLV	FFP 3	Polvos, nieblas en base acuosa y humos	50xTLV
		TRABAJADOR / LOCALIZACION	MEDIDA																				
Operadores de máquinas / Maquinaria de Excavación	Las cabinas de las máquinas tienen que ser estancas y deben disponer de dispositivos para el filtrado del aire. Se han de disponer de mascarillas clase FFP para su utilización en caso de necesidad (cabinas no estancas, trabajos con puertas de cabinas abiertas, etc.).																						
Trabajadores / Zona de actuación de las máquinas y vehículos	Establecer un programa de riego de las zonas de movimiento de tierras y viales de circulación de vehículos de transporte. Se tienen que disponer y se deben utilizar mascarillas de clase FFP.																						
Tipos de mascarillas autofiltrantes conforme a la norma EN 149:2001																							
Clase	Uso recomendado	Tipo de protección																					
FFP 1	Partículas sólidas de sustancias no tóxicas	4xTLV																					
FFP 2	Partículas sólidas de finos polvos tóxicos, humos y nieblas en base acuosa	12xTLV																					
FFP 3	Polvos, nieblas en base acuosa y humos	50xTLV																					

Riesgo		Condición de trabajo generadora del riesgo	Medidas preventivas genéricas			
Riesgos higiénicos: agentes químicos	Humos, gases o vapores tóxicos	<ul style="list-style-type: none"> - Rotura de tuberías de gas u otras sustancias tóxicas. - Existencia de filtraciones de sustancias tóxicas en el subsuelo, liberadas con la excavación. - Utilización equipos con motores combustión en el interior de las zanjas o en zonas poco ventiladas 	<p>A causa del riesgo de formación y acumulación de CO y CO2, así como de otros gases procedentes de la combustión, se debe evitar la instalación de máquinas accionadas por motores de explosión en el interior de las zanjas. Si esto no fuese factible, han de disponerse de sistemas de extracción forzada para evacuar los humos al exterior de las mismas y garantizar una ventilación suficiente y adecuada.</p> <p>Cuando se realicen trabajos de excavación de zanjas en proximidades de conducciones de gas, o sustancias tóxicas, especialmente en zanjas de profundidades superiores a 1,50 m, se tienen que efectuar mediciones periódicas para la detección de posibles fugas.</p> <p>Independientemente de lo anterior, cuando se prevea la existencia de este tipo de conducciones de gas, es recomendable disponer de bombas impulsoras de aire con capacidad suficiente para llevar el mismo hasta el interior de la zanja. La longitud de la conducción debe ser tal que permita que el mecanismo de bombeo quede alejado de la zanja a una distancia suficiente que evite posibles explosiones en el caso de presencia de mezclas gaseosas en su interior.</p> <p>Filtros contra gases y vapores. Poco utilizados durante el movimiento de tierras. Para operaciones puntuales.</p>			
			A	Gases y vapores orgánicos con punto de evaporación PE >65°	Marrón	Alquitrán, brea, benceno, asfalto
AX	Gases y vapores orgánicos con punto de evaporación PE <65°	Marrón	No reutilizable			
B	Gases y vapores inorgánicos	Gris				
E	Dióxido de azufre y vapores ácidos	Amarillo				
K	Amoniaco y derivados orgánicos del amoniaco	Verde				
SX	Gases y vapores específicos	Violeta	Debe figurar el nombre de los productos químicos y sus concentraciones máximas frente a los que el filtro ofrece protección			

Riesgo	Condición de trabajo generadora del riesgo	Medidas preventivas genéricas	
Riesgos higiénicos: agentes biológicos	Exposición a microorganismos, especialmente tétanos y difteria (<i>Corynebacterium diptheriae</i>).	<ol style="list-style-type: none"> Se debe considerar el Real Decreto 664/1997, sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes biológicos durante el trabajo. Si en el área de afección por el movimiento de tierras se identifican plagas de ratas u otros animales / organismos infecciosos u agentes patógenos, ha de llevarse a cabo un plan de desratización / desinfección previo al inicio de la actividad. Ante el conocimiento o aparición de materiales contaminados en la excavación, este hecho se tiene que comunicar a la autoridad correspondiente o a Emergencias con el fin de determinar el plan de acciones a adoptar. Si se mantiene la continuidad de los trabajos: <ol style="list-style-type: none"> Se deben organizar las tareas de forma que se reduzca el número de personal que puede verse expuesto, facilitando los equipos de protección individual adecuados para evitar el contacto o inhalación. Se han de modificar los métodos de trabajo de forma que se elimine el contacto directo con el material contaminado. Se tiene que establecer un plan de información y vacunación (antitetánica y otras vacunas acordes al riesgo identificado), así como un riguroso plan de higiene en obra. En el caso de que sea preciso paralizar las tareas, se debe restringir el acceso a la zona afectada, en extensión adecuada al riesgo identificado, mediante un vallado perimetral y señalización adecuados. En gestión de residuos y trabajos con contaminación biológica, existencia de mascarillas con filtro A1P2R frente olores, bacterias y esporas. En la recogida de residuos sólidos urbanos se ha de atender a la naturaleza y clasificación de los mismos. De esta manera, los residuos no peligrosos se tienen que retirar, prioritariamente, con máquinas y camiones de transporte y se deben llevar a vertedero autorizado. Sin embargo, los residuos peligrosos, si los hubiese, se han de tratar de conformidad a las características de los mismos. En cualquier caso, si por las circunstancias de la obra, es preciso manipularlos manualmente, se tienen que disponer de los EPI necesarios para ello. Programa de vacunaciones para personal en riesgo, según recomendaciones del Centro Nacional de Epidemiología: tétanos, difteria, hepatitis, rabia (esta enfermedad está muy controlada, por lo que se puede obviar salvo alto riesgo). 	
	Hepatitis A		- Trabajos en depuradoras o en contacto con aguas residuales. - Falta de programa de vacunación.
	Rabia		- Mordedura de animales. - Falta de programa de vacunación.
	Fiebre tifoidea (<i>S. Typhi</i>)		- Contaminación con aguas residuales - Falta de programa de vacunación.
	Gripe		- Personal que trabaje a la intemperie. - Falta de programa de vacunación.
Parásitos (picaduras y zoonosis), ej. Enfermedad de Lyme transmitida por garrapatas.	- Contacto con material infestado. - Falta de desinsectación o desinfección previa. - Falta de uso de repelentes y ropa adecuada.		
Picaduras de insectos.	- Caída de enjambres durante talado. - Programa de desinsectación previa. - Ropa inadecuada. - Falta de uso de repelentes.		
Picaduras de serpientes venenosas	Desbroce.		
Zoonosis por vertebrados superiores.	Mordedura, contacto con orina, heces.		

Riesgo	Condición de trabajo generadora del riesgo	Medidas preventivas genéricas
<p>Riesgos ergonómicos</p> <p>Posturas forzadas</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Diseños inadecuados de la cabina o de la ubicación de los mandos y controles. - Manejo de herramientas. - Desplazamiento en pendiente, terrenos con obstáculos. - Material situado sobre el suelo. Falta de orden y limpieza. - Trabajo en zonas de difícil alcance: extensión de cuello y espalda y flexión elevada de brazos. - Trabajo en cuclillas o de rodillas. 	<ul style="list-style-type: none"> - Mantener ordenado el puesto de trabajo - Conservar los suelos y las zonas de paso libres de obstáculos. - Retirar los objetos que puedan causar resbalones o tropiezos. - Revisar diariamente el orden y la limpieza del área de trabajo. - Planificar <ul style="list-style-type: none"> o Antes de ejecutar una tarea, hay que revisar la altura a la que ha de realizarse el trabajo. o Suministrar los materiales necesarios para regular la altura si fuese necesario. - Evitar el trabajo a ras del suelo <ul style="list-style-type: none"> o Colocar plataformas de manera que el trabajo no se realice a la altura del suelo. - Realizar las tareas auxiliares como corte, preparación de material o manejo de equipos a la altura adecuada. - Si las posturas forzadas prolongadas son inevitables: <ul style="list-style-type: none"> o Si es inevitable trabajar a ras del suelo hay que intentar hacerlo sentado. o Seleccionar si es posible un taburete o cualquier otro material adecuado a la persona que lo vaya a usar. o El asiento ha de colocarse cerca de la zona de trabajo.
<p>Sobreesfuerzos</p>	<p>Manejo de cargas (desbroce, apilado de material talado, restos de demoliciones, etc.)</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Cuidar la espalda realizando ejercicio físico y estiramientos. - Elegir herramientas ergonómicas.
<p>Iluminación</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Trabajo nocturno. - Trabajo en interiores, sótanos, sin instalación eléctrica en funcionamiento. 	<p>En todo momento debe asegurarse la correcta iluminación de las zonas de trabajo, asegurando como valor general los 100 lux, y teniendo en cuenta la tipología de las exigencias de los trabajos que se van a desarrollar.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. En aquellos casos en los que sea preciso realizar trabajos nocturnos, se ha de reforzar, con luz artificial adecuada y suficiente, la iluminación en los caminos de acceso y en las zonas específicas en las que se deban realizar los trabajos. 2. Los niveles mínimos de iluminación tiene que duplicarse cuando concurren las siguientes circunstancias: <ol style="list-style-type: none"> a. En las áreas o locales de uso general y en las vías de circulación, cuando por sus características, estado u ocupación, existan riesgos apreciables de caídas, choques u otros accidentes. b. En las zonas donde se efectúen tareas, cuando un error de apreciación visual durante la realización de las mismas pueda suponer un peligro para el trabajador que las ejecuta o para terceros o cuando el contraste de luminancias o de color entre el objeto a visualizar y el fondo sobre el que se encuentra sea muy débil.

Riesgo		Condición de trabajo generadora del riesgo	Medidas preventivas genéricas
Riesgos psicosociales	Aislamiento	Trabajo en solitario o en zonas muy amplias sin equipo de comunicación	<ul style="list-style-type: none"> • Trabajo en parejas. • Sistema de comunicación.
	Turnicidad y trabajo nocturno	Trabajo a turnos sin respetar los periodos de descanso	<p>Se habla de trabajo a turnos cuando el trabajo es desarrollado por distintos grupos sucesivos, cumpliendo cada uno de ellos una jornada laboral de manera que se abarca un total de entre 16 y 24 horas de trabajo diarias.</p> <p>Existen las siguientes formas de organización:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Sistema discontinuo: el trabajo se interrumpe normalmente por la noche y el fin de semana. Supone, pues, dos turnos: mañana y tarde. - Sistema semi continuo: la interrupción es semanal. Supone tres turnos, mañana, tarde y noche, con descanso los domingos. - Sistema continuo: el trabajo se realiza de forma ininterrumpida. El trabajo queda cubierto durante todo el día y durante todos los días de la semana. Supone más de tres turnos. Este sistema de trabajo abarca el trabajo nocturno, es decir, el que tiene lugar aproximadamente entre las 10 de la noche y las 6 de la mañana. Se considera trabajador nocturno al que invierte una tercera parte de su jornada laboral o más en este tipo de horario. <p>Criterios preventivos básicos.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Mejorar las condiciones del trabajo a turnos supone actuar a nivel organizativo. Esta actuación debe basarse, principalmente, en intentar respetar al máximo los ritmos biológicos de vigilia-sueño y alimentación, así como las relaciones familiares y sociales. • Se debe emprender una política global en la que se consideren los siguientes factores: <ul style="list-style-type: none"> ○ La elección de los turnos será discutida por los interesados sobre la base de una información completa y precisa que permita tomar decisiones, de acuerdo con las necesidades individuales. ○ Los turnos deberán respetar al máximo el ciclo de sueño. Para ello, los cambios de turno deberán situarse entre las 6 y las 7h, las 14 y las 15h, y las 22 y las 23h. • En cuanto a la duración de cada turno, actualmente se tiende a realizar ciclos cortos (se recomienda cambiar de turno cada dos o tres días), pues parece ser que de esta manera los ritmos circadianos apenas llegan a alterarse. Sin embargo, la vida de relación se hace más difícil con un ritmo de rotación tan cambiante, por lo que puede existir una contradicción entre el punto de vista fisiológico y las necesidades psicosociales de los individuos. Éste es uno de los aspectos por los que el problema de la rotación es tan complejo y por lo que es necesario adaptarlo a las necesidades individuales. • Aumentar el número de periodos en los que se puede dormir de noche. • Facilitar comida caliente y equilibrada, instalar espacios adecuados, prever tiempo suficiente. • Disminución del número de años que el individuo realiza turnos, limitación de edad, etc. • Reducir la carga de trabajo en el turno de noche. • Dar a conocer con antelación el calendario con la organización de los turnos. • Mantener los mismos miembros en un grupo, de manera que se faciliten las relaciones estables. • Los turnos de noche y de tarde nunca serán más largos que los de mañana. • Disminuir, en lo posible, el número de personas que trabajan en turnos de noche o en fin de semana. • Participación de los trabajadores en la determinación de los equipos. • Establecer un sistema de vigilancia médica que detecte la falta de adaptación.

5. Trabajos preliminares en la ejecución de los drenajes

En el diseño de los drenajes, se tendrán presentes los principales objetivos a conseguir en una infraestructura:

- a. Preservar la estabilidad de la superficie y del cuerpo de la plataforma de la infraestructura, eliminando el exceso de agua superficial y la subsuperficial.
- b. Restituir las características de los sistemas de drenaje y/o de conducción de aguas (natural del terreno o artificial construida previamente) que serían dañadas o modificadas por la construcción de la infraestructura y que sin una adecuada planificación previa, acabarían resultando dañinos para los suelos y aguas colindantes.

Para conseguir que los drenajes sean lo menos dañinos posibles con el entorno, deben diseñarse con las siguientes premisas:

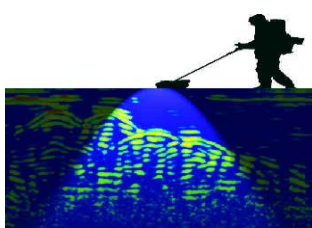
1. Evitar, en lo posible, localizar la infraestructura en territorios húmedos o pantanosos, zonas con torrentes de aguas intermitentes, zonas con corrientes de aguas subterráneas y zonas inestables y/o con taludes pronunciadas.
2. Evitar, en lo posible, la cercanía a reservorios y cursos de aguas existentes, (naturales o artificiales) especialmente si son posible causa de erosiones de la plataforma de la carretera.
3. Mantener al máximo la vegetación natural existente en los taludes.
4. No afectar o reconstruir (perfeccionándolo) el drenaje natural del territorio (cursos de agua).
5. Canalizar las aguas superficiales provenientes de lluvias sobre la plataforma de la carretera hacia cursos de agua existentes fuera de este, evitando que tenga velocidad erosiva.
6. Bajar la capa freática de aguas subterráneas a niveles que no afecten la carretera.
7. Proteger la carretera contra la erosión de las aguas.

Cuanto mejor se desarrollen los siguientes apartados, más se aproximarán a los objetivos previstos.

5.1. Estudio del terreno

El conocimiento de las características de los terrenos es factor fundamental para la planificación de los movimientos de tierras que se van a ejecutar y, de esta forma, prever su posible comportamiento una vez se inicie la actividad. Por ello, para el diseño del trabajo y tareas a realizar, y con el fin de evitar incidencias posteriores, se han de tener en cuenta una serie de acciones, entre las que se citan las siguientes:

1. La realización de un reconocimiento de la zona de actuación, con objeto de identificar los accesos a la parcela y posibilitar la definición de un plan de maniobras y circulación acorde a la misma así como la solicitud de permisos (ocupación, desvíos y cortes temporales de tráfico) que faciliten los trabajos.
2. La realización de un reconocimiento previo del terreno por medio del correspondiente estudio geotécnico, por parte de una empresa técnica acreditada, el cual aportará la información topográfica y geotécnica necesaria relativa a la tipología del mismo, el grado de humedad, la capacidad portante, la compacidad o consistencia, el nivel freático existente y sus posibles variaciones.
3. Dada la importancia que, para la definición del trabajo a realizar, puede suponer la influencia de viales, servidumbres, elementos enterrados, redes de servicio o cualquier otro tipo de instalaciones, así como el estado de conservación de los edificios medianeros y de las construcciones próximas que puedan verse afectadas por el movimiento de tierras, se deben identificar dichos servicios para su consideración y análisis.
 En este sentido, en excavaciones, debe asegurarse la identificación de las canalizaciones y otros tipos de conducciones subterráneas, que puedan ser fuente generadora de deslizamientos de las paredes del talud u otros daños colaterales tales como, por ejemplo, la aparición de gases o vapores tóxicos, aguas contaminadas, altas concentraciones de materia orgánica o contactos eléctricos directos e indirectos.
4. Considerar, además, la meteorología de la zona y factores tales como, por ejemplo, el hielo, lluvias, cambios bruscos de temperatura, etc., que pueden influir sobre los trabajos que se vayan a realizar.
5. En el caso de identificarse en el estudio geotécnico altas concentraciones de materia orgánica en el subsuelo, o acumulaciones de basuras o residuos en la parcela, se debe considerar la realización de un Estudio Microbiológico de los mismos con el fin de conocer los posibles agentes potencialmente patógenos que pueden existir en el terreno y posibilitar la determinación de las acciones concretas de aplicación.
6. Asimismo, si el estudio preliminar del terreno reconoce la posible existencia de contaminación del mismo, se ha de asegurar la realización de una investigación con el objeto de evaluar los potenciales riesgos de afección a trabajadores y entorno. En el caso de superarse los valores admisibles, según sustancia, es necesario ejecutar las medidas oportunas para evitar que los trabajadores puedan verse afectados.



Georadar

El georadar es un equipo de investigación geofísica no intrusivo que, mediante un sistema de emisión-recepción de ondas electromagnéticas, permite diferenciar los distintos tipos de materiales que se encuentran en el subsuelo a partir de las características electromagnéticas de éstos. Este método resulta muy útil para determinar la profundidad y posicionar

diferentes estructuras que se pueden presentar enterradas tales como, por ejemplo, tuberías, cables, colectores, minas, cavidades, etc.

5.2. Acciones organizativas

1. Se debe asegurar un plan de circulación, estacionamiento, espera y maniobras para los vehículos y maquinaria de movimiento de tierras, con el fin de, entre otros:
 - Minimizar su impacto tanto sobre los trabajadores, como sobre peatones y vehículos ajenos a la obra.
 - Minimizar su impacto sobre las excavaciones (bordes, taludes y cimentaciones, medianerías anexas, etc.).
 - Evitar aglomeraciones de camiones en la zona de carga o vertido de tierras.
2. Se ha de elaborar una programación con el orden y método de realización de los trabajos que incluya la maquinaria y equipos a utilizar. Los trabajos de movimiento de tierras se han de organizar de forma que se asegure la máxima coordinación entre las partes intervinientes, con el objeto de conseguir:
 - Reducir los requerimientos de los equipos.
 - Minimizar las roturas de los servicios existentes.
 - Disminuir las perturbaciones al tráfico de vehículos y de peatones.
 - Minimizar la existencia de trabajos concurrentes, de forma que no existan dos planos de trabajo de excavación en la misma vertical, ni se realicen operaciones simultáneas en la misma vertical.
 - Reducir los peligros de accidentes.
 - Reducir impactos medioambientales adversos.
 - Reducir la alteración de las paredes de la excavación y sus consecuencias.
 - Prevenir posibles inundaciones de las excavaciones y derrumbes de las paredes de la misma.
 - Reducir la necesidad de controlar el agua subterránea.
 - Una adecuada accesibilidad al interior de la excavación.
3. Se debe establecer una planificación de turnos y periodos de descanso en función de la tipología de los trabajos a realizar.
4. Métodos de retirada periódica de materiales y escombros de la zona de trabajo.
5. Medidas para evitar la presencia de personas en las zonas de carga de escombros con pala y camión.
6. Previsión de riego para evitar formación de polvo en exceso.
7. Previsión de necesidades de vacunación, reconocimientos médicos específicos biológicos y de amianto.

A su vez, se han de considerar las especificaciones particulares relativas a “Acciones organizativas” sobre las tareas que, de forma específica, se indican en cada una de las Secciones de este DB.

5.3. Señalización de la zona de trabajo

Señalización de la obra de acuerdo con la norma 8.3-IC. Señalización de obras. Previsión de limitaciones de velocidad, cortes de carril y desvíos, desarrollado en DB-PRL-SE. Señalización.

5.4. Trabajos con agua y bajo nivel freático

5.4.1. Agua de lluvia y escorrentías

1. Las paredes de las excavaciones, zanjas o zonas de trasdós de muros deben protegerse de la acción de filtraciones, y de la erosión y desgaste que en las mismas pueden provocar las aguas de escorrentía. Asimismo, el fondo de la excavación debe mantenerse libre de agua para evitar la acción de ésta en la base de los taludes e impedir la degradación del fondo.
2. Para evitar el acceso de aguas de escorrentía, es preciso preparar canales y vías de desagüe alrededor de la excavación, u otras medidas alternativas.
3. Las aguas subterráneas y pluviales que se depositen en el interior de las excavaciones se deben interceptar o controlar y desalojar mediante canales en el fondo y pozos de recogida.

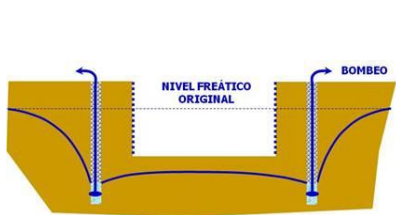
4. Como norma general, siempre que se haya achicado el agua de una excavación, ha de observarse si las condiciones de estabilidad del terreno o de la entibación se han alterado.
5. En caso de lluvias, en operaciones de terraplenado debe asegurarse la terminación del trabajo con las tongadas extendidas, compactadas, y facilitando la salida a las aguas para impedir su acumulación junto a los bordes ataluzados.
6. Para trabajos de compactación en el interior de zanjas y trasdós de muros, se han de tener en cuenta las consideraciones indicadas en la Sección PRL-MT3 "Excavación de zanja" de este DB.
7. En cualquier caso, se debe tener en cuenta lo dispuesto en el Código Técnico de la Edificación (CTE), en su Documento Básico SE-C "Seguridad estructura. Cimientos", en el apartado 7.2.1 "Excavaciones. Generalidades".

5.4.2. Nivel freático

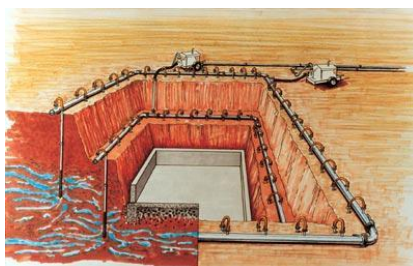
La presencia de un nivel freático elevado exigirá una investigación cuidadosa de sus causas y naturaleza. Deberán practicarse los pozos y/o exploraciones que se consideren precisos para fijar la posición del nivel freático y, si es posible, la naturaleza, origen y movimientos del agua subterránea.

El reconocimiento se debe efectuar preferentemente al final del período de lluvias del año en la zona en la que, en condiciones normales, alcanzará su máxima altura.

Con el fin de hacer descender el nivel freático, se deben aplicar técnicas de simple drenaje natural por los laterales del fondo de la excavación o zanja, mediante extracción directa por bombeo. En casos extremos, se han de aplicar técnicas especiales mediante la utilización de lanzas de drenaje o "well point" u otros sistemas alternativos.



Esquema general



Aplicación en vaciado



Aplicación en zanja

Sistema de well-point.

Sistema constructivo, conformado por un conjunto de bombas de succión sumergibles en el terreno y grupo depresor de bomba de vacío, aplicable a terrenos granulares de diversa densidad y graduación, para controlar el descenso del agua subterránea y facilitar los trabajos en el interior de excavaciones manteniendo el perfil de la capa freática por debajo de las mismas.

6. Drenaje superficial. Riesgos y factores de riesgo. Medidas preventivas

6.1. Consideraciones generales

Orden FOM/298/2016, de 15 de febrero, por la que se aprueba la norma 5.2 - IC drenaje superficial de la Instrucción de Carreteras.

a) Finalidad del drenaje superficial

El drenaje superficial tiene como finalidad alejar las aguas de la carretera para evitar el impacto negativo de las mismas sobre su estabilidad, durabilidad y transitabilidad.

El adecuado drenaje es esencial para evitar la destrucción total o parcial de una carretera y reducir los impactos indeseables al ambiente debido a la modificación de la escorrentía a lo largo de éste.

El drenaje superficial comprende:

- La recolección de las aguas procedentes de la plataforma y sus taludes.
- La evacuación de las aguas recolectadas hacia cauces naturales.
- La restitución de la continuidad de los cauces naturales interceptados por la carretera.

b) Criterios funcionales

Los elementos del drenaje superficial se elegirán teniendo en cuenta criterios funcionales, según se menciona a continuación:

- Las soluciones técnicas disponibles.
- La facilidad de su obtención y así como los costes de construcción y mantenimiento.
- Los daños que eventualmente producirían los caudales de agua correspondientes al periodo de retorno, es decir, los máximos del periodo de diseño.

Al paso del caudal de diseño, elegido de acuerdo al periodo de retorno y considerando el riesgo de obstrucción de los elementos del drenaje, se deberán cumplir las siguientes condiciones:

- En los elementos de drenaje superficial, la velocidad del agua será tal que no produzca daños por erosión ni por sedimentación.
- El máximo nivel de la lámina de agua dentro de una alcantarilla será tal que siempre se mantenga un borde libre no menor de 0.10 m.
- Daños materiales a terceros, producibles por una eventual inundación de zonas aledañas a la carretera, debida a la sobre elevación del nivel de la corriente en un cauce, provocada por la presencia de una obra de drenaje transversal.

c) Período de retorno

La selección del caudal de diseño, para el cual debe proyectarse un elemento del drenaje superficial, está relacionada con la probabilidad o riesgo que ese caudal sea excedido durante el periodo para el cual se diseña la carretera. En general, se aceptan riesgos más altos cuando los daños probables que se produzcan, en caso de que discurra un caudal mayor al de diseño, sean menores y los riesgos aceptables deberán ser muy pequeños cuando los daños probables sean mayores.

El riesgo o probabilidad de excedencia de un caudal en un intervalo de años está relacionado con la frecuencia histórica de su aparición o con el periodo de retorno.

Se recomienda adoptar periodos de retorno no inferiores a 10 años para las cunetas y para las alcantarillas de alivio. Para las alcantarillas de paso, el periodo de retorno aconsejable es de 50 años. Para los pontones y puentes, el periodo de retorno no será menor a 100 años. Cuando sea previsible que se produzcan daños catastróficos en caso de que se excedan los caudales de diseño, el periodo de retorno podrá ser hasta de 500 años o más.

d) Riesgo de obstrucción.

Las condiciones de funcionamiento de los elementos de drenaje superficial pueden verse alteradas por su obstrucción debido a cuerpos arrastrados por la corriente.

Entre los elementos del drenaje superficial de la plataforma, el riesgo es especialmente mayor en los sumideros y colectores enterrados, debido a la presencia de elementos flotantes y/o sedimentación del material transportado por el agua. Para evitarlo, se necesita un adecuado diseño, un cierto sobre dimensionamiento y una eficaz conservación o mantenimiento.

El riesgo de obstrucción de las obras de drenaje transversal (alcantarillas de paso de cursos naturales), fundamentalmente por vegetación arrastrada por la corriente, dependerá de las características de los cauces y zonas inundables y puede clasificarse en las categorías siguientes:

- Riesgo alto: Existe peligro de que la corriente arrastre árboles y rocas u objetos de tamaño parecido.
- Riesgo medio: Pueden ser arrastradas cañas, arbustos, ramas y objetos de dimensiones similares en cantidades importantes.
- Riesgo bajo: No es previsible el arrastre de objetos de tamaño en cantidad suficiente como para obstruir el desagüe.

Si el riesgo fuera alto, deberá procurarse que las obras de drenaje transversal no funcionen a sección llena, dejando, entre el nivel superior de la superficie del agua y el techo del elemento, un borde libre para el nivel máximo del agua, con un resguardo mínimo de 1.5 m, mantenido en una anchura no inferior a 12 m. Si el riesgo fuera medio, las cifras anteriores podrán reducirse a la mitad. De no cumplirse estas condiciones, deberá tenerse en cuenta la sobre elevación del nivel del agua que pueda causar una obstrucción, aplicando en los cálculos una reducción a la sección teórica de desagüe. También se podrá recurrir al diseño de dispositivos para retener al material flotante, aguas arriba y a distancia suficiente. Esto siempre que se garantice el mantenimiento adecuado.

Deberá comprobarse que la carretera no constituya un obstáculo que retenga las aguas desbordadas de un cauce o conducto de agua, y prolongue de forma apreciable la inundación después de una crecida.

e) Daños debidos a la escorrentía

A efectos del presente manual, únicamente se considerarán como daños a aquellos que se producen por la presencia de la carretera. Es decir a las diferencias en los efectos producidos por el caudal entre las situaciones correspondientes a la presencia de la carretera y de sus elementos de drenaje superficial, y a su ausencia.

Estos daños pueden clasificarse en las categorías siguientes:

- Los producidos en el propio elemento de drenaje o en su entorno inmediato (sedimentaciones, erosiones, roturas).
- Las interrupciones en el funcionamiento de la carretera o de vías contiguas, debidas a inundación de su plataforma.
- Los daños a la estructura del pavimento, a la plataforma de la carretera o a las estructuras y obras de arte.
- Los daños materiales a terceros por inundación de las zonas aledañas.

Estos daños, a su vez, podrán considerarse catastróficos o no. No dependen del tipo de la carretera ni de la circulación que esta soporte, sino de su emplazamiento.

e.1) Daños en el elemento de drenaje superficial.

Se podrá considerar que la corriente no producirá daños importantes por erosión de la superficie del cauce o conducto si su velocidad media no excede de los límites fijados en el cuadro N° 4.1.1c en función de la naturaleza de dicha superficie:

Si la corriente pudiera conducir materiales en suspensión (limo, arena, etc.) se cuidará de que una reducción de la velocidad del agua no provoque su sedimentación, o se dispondrán depósitos de sedimentación para recogerlas, los cuales deberán ser de fácil limpieza y conservarse de forma eficaz.

e.2) Daños no catastróficos a terceros.

Donde existan zonas rurales en las que eventualmente terceros sufren daños por inundaciones o similares, deberá cuidarse y comprobarse que la carretera no constituya un obstáculo que retenga las aguas desbordadas y prolongue de forma apreciable la inundación después del paso de una crecida. Especial atención deberá prestarse a este problema en cauces con márgenes más altos que los terrenos circundantes y en llanuras de inundación.

e.3) Daños catastróficos.

Los daños a terceros se considerarán catastróficos cuando exista alguna de las circunstancias siguientes:

- Riesgo de pérdida de vidas humanas o graves daños personales.
- Afectaciones a núcleos poblados o industriales.

En los casos en que no resulte evidente la imposibilidad de daños catastróficos, evidencia que se deberá justificar razonadamente, se realizará un detallado análisis de la situación. Si de dicho análisis se dedujera riesgo de daños catastróficos se adoptarán las medidas oportunas para evitarlos.

e.4) Beneficios

Todo análisis de las afectaciones a terceros causadas por la presencia de una carretera deberá incluir, además de los daños, eventuales beneficios.

6.2. Elementos físicos del drenaje superficial

a) Drenaje del agua que escurre superficialmente.

Función del bombeo y del peralte. La eliminación del agua de la superficie de rodadura se efectúa por medio del bombeo en las secciones en tangente y del peralte en las curvas horizontales, provocando el escurrimiento de las aguas hacia las cunetas (figura 4.1.3.1). Los valores del bombeo se señalan en el ítem 3.5.1.

- Pendiente longitudinal de la rasante. De modo general la rasante será proyectada con pendiente longitudinal no menor de 0.5 %, evitándose los tramos horizontales con el fin de facilitar el movimiento del agua de las cunetas hacia sus aliviaderos o alcantarillas. Solamente en el caso que la rasante de la cuneta pueda proyectarse con la pendiente conveniente, independientemente de la calzada, se podrá admitir la horizontalidad de ésta.
- Desagüe sobre los taludes en relleno o terraplén. Si la plataforma de la carretera está en un terraplén o relleno y el talud es erosionable, las aguas que escurren sobre la calzada deberán ser encausadas por los dos lados, de la misma forma que el desagüe en sitios preparados especialmente protegidas para evitar la erosión de los taludes (figura 4.1.3.2). Para encausar las aguas, cuando el talud es erosionable, se podrá prever la construcción de un bordillo al costado de la berma el mismo que deberá ser cortado con frecuencia impuesta por la intensidad de las lluvias, encausando el agua mediante aliviaderos con descarga al pie del talud.

b) Cunetas.

Las cunetas preferentemente serán de sección triangular y se proyectarán para todos los tramos al pie de los taludes de corte.

Sus dimensiones serán fijadas de acuerdo a las condiciones pluviales, siendo las dimensiones mínimas aquellas indicadas en el cuadro N° 4.1.3.a.

El ancho es medido desde el borde de la subrasante hasta la vertical que pasa por el vértice inferior. La profundidad es medida verticalmente desde el nivel del borde de la subrasante al fondo o vértice de la cuneta.

Cuando existan limitaciones de ancho de la plataforma se podrá proyectar cunetas con doble función:

- Drenaje y

- **Área de emergencia (berma)**

Para los cuales se buscará la solución más adecuada tales como: cunetas cubiertas, berma-cuneta, etc.

Revestimiento de las cunetas. Para evitar el deterioro del pavimento, las cunetas deberán ser revestidas. Dicho revestimiento será a base de mampostería de piedra, concreto u otro material adecuado (figura 4.1.3.3.a).

Desagüe de las cunetas. La descarga de agua de las cunetas se efectuará por medio de alcantarillas de alivio. En región seca o poco lluviosa la longitud de las cunetas será de 250 m. como máximo. Las longitudes de recorridos mayores deberán justificarse técnicamente. En región muy lluviosa se recomienda reducir esta longitud máxima a 200 m.

c) Zanjas de coronación.

Ubicación de las zanjas de coronación. Cuando se prevea que el talud de corte está expuesto a efecto erosivo del agua de escorrentía, se deberá diseñar zanjas de coronación.

Revestimiento de las zanjas de coronación. Se deberá revestir las zanjas en el caso que estén previstas filtraciones que pueden poner en peligro la estabilidad del talud de corte.

d) Zanjas de recolección.

La zanja de recolección será necesaria para llevar las aguas de las alcantarillas de alivio hacia los cursos de agua existente. Dimensiones de las zanjas. Las dimensiones se fijarán de acuerdo a las condiciones pluviométricas de la zona y características del terreno.

Desagüe de las zanjas. La ubicación de los puntos de desagüe deberá ser fijada por el proyectista teniendo en cuenta la ubicación de las alcantarillas y la longitud máxima que puede alcanzar la zanja con relación a sus dimensiones y a la lluviosidad de la zona.

e) Canal de bajada.

Cuando la carretera en media ladera o en corte cerrado cruza un curso de agua que no es posible desviar, es necesario encauzar las aguas en un canal de bajada revestida con el fin también de preservar la estabilidad del talud.

f) Alcantarillas de paso y alcantarillas de alivio.

Tipo y ubicación. El tipo de alcantarilla deberá de ser elegido en cada caso teniendo en cuenta el caudal a eliminarse, la naturaleza y la pendiente del cauce y el costo en relación con la disponibilidad de los materiales.

La cantidad y la ubicación deberán establecerse a fin de garantizar el funcionamiento del sistema de drenaje. En los puntos bajos del perfil longitudinal, debe proyectarse una alcantarilla de alivio.

Dimensiones mínimas. La dimensión mínima interna de las alcantarillas deberá ser la que permite su limpieza y conservación, adoptándose una sección circular mínima de 0.90 m (36") de diámetro o su equivalente de otra sección.

g) Badenes

Los badenes son una solución satisfactoria para los cursos de agua que descienden por quebradas cuyo nivel de fondo de cauce coincide con el nivel de la rasante, descargando materiales sólidos esporádicamente con fuerza durante algunas horas, en épocas de lluvia.

Los badenes tienen como superficie de rodadura una capa de empedrado de protección o tienen una superficie mejorada formada por una losa de concreto.

Evitar la colocación de badenes sobre depósitos de suelos de grano fino susceptibles a la socavación, evitar también la adopción de diseños que no prevean protección contra la socavación.

En casos que así lo ameriten, podrá afianzarse su estabilidad mediante uñas a la entrada y/o salida de la estructura.

También pueden usarse badenes combinados con alcantarillas, tanto de tubos como del tipo cajón; sin embargo estas estructuras pueden originar el represamiento de los materiales de arrastre en el cauce ocasionado la obstrucción de la alcantarilla, poniendo en riesgo la estabilidad de la estructura.

Los badenes presentan la ventaja de que son estructuras menos costosas que las alcantarillas grandes, pontones o puentes. Asimismo, en general, no son susceptibles de obstruirse.

Para el diseño de badenes se recomienda lo siguiente:

- Usar una estructura o una losa suficientemente larga para proteger el “perímetro mojado” del cauce natural del curso de agua. Agregar protección por arriba del nivel esperado de aguas máximas. Mantener un borde libre, típicamente de entre 0.3 y 0.5 metros, entre la parte superior de la superficie reforzada de rodadura (losa) y el nivel de aguas máximas esperado.
- Proteger toda la estructura con pantallas impermeables, enrocamiento, gaviones, losas de concreto, u otro tipo de protección contra la socavación.
- Construir las cimentaciones sobre material resistente a la socavación (roca sana o enrocado) o por debajo de la profundidad esperada de socavación. Evitar la socavación de la cimentación o del cauce mediante el uso de empedrado pesado colocado localmente, jaulas de gaviones o refuerzo de concreto.

h) Vados

El cruce a nivel de una carretera a través de un río pequeño se denomina “vado”. Idealmente debe construirse en lugares donde el cruce natural tiene poca altura.

Para el diseño de vados se recomienda:

- Para el caso de vados simples de piedra, es conveniente usar grandes fragmentos de roca o piedra bien graduados en la base de la quebrada. Rellenar los huecos con fragmentos pequeños de roca limpia o con grava para proporcionar una superficie de rodadura uniforme. A estas rocas pequeñas se les deberá dar mantenimiento periódico y se reemplazarán eventualmente.
- Usar vados para el cruce de cauces secos o con caudales pequeños durante la mayor parte del año.
- Ubicar los vados donde las márgenes del curso de agua sean bajas y donde el cauce esté bien confinado.
- Usar marcadores de profundidad resistentes y bien colocados en los vados para advertir al tránsito de alturas peligrosas del agua.
- Evitar la construcción de curvas verticales pronunciadas en vados en las que puedan quedar atrapados camiones largos o remolques.

6.3. Drenajes transversales

En carreteras en pendiente, los drenes longitudinales pueden no ser suficientes para interceptar todo el agua de filtración. En estos casos, deberá instalarse drenes interceptores transversales normales al eje de la carretera o un drenaje en espina de pez.

La distancia entre drenes interceptores transversales será, por término medio, de 20 m a 25 m.

- a) El eje de las espigas formará con el eje de la carretera un ángulo de 60°.
- b) Las espigas estarán constituidas por una zanja situada bajo el nivel del plano superior de la explanada.
- c) Sus paredes serán inclinadas, con talud aproximado de 1/2, para repartir, al máximo, el posible asiento diferencial.
- d) Las zanjas se rellenarán de material filtro.
- e) Las espigas llevarán una cuna de concreto de baja resistencia o arcilla unida al solado del dren longitudinal.
- f) Las espigas consecutivas se situarán a distancias variables que dependerán de la naturaleza del suelo que compone la explanada. Dichas distancias estarán comprendidas entre 6 m, para suelos muy arcillosos, y 28 m para suelos arenosos.

Con independencia de la pendiente longitudinal de la carretera, se recomienda utilizar drenes en espina de pez al pasar de corte cerrado (trinchera) a terraplén, como protección de éste contra las aguas infiltradas procedentes de la trinchera (corte cerrado)

Maquinaria

- Utilización de martillos neumáticos.
- Camión grúa.
- Camión hormigonera y autohormigoneras.
- Camiones de transporte de tierras y materiales.
- Maquinaria de corte.
- Maquinaria de excavación y movimiento de tierra.

Materiales:

- Tableros de encofrar.
- Fondillos.
- Codales.
- Puntales.

- Martillo.
- Clavos.
- Barra de desencofrar.
- Flejes.
- Mordazas.
- Berenjenos.
- Mallazo.
- Radial.
- Sierra de disco.
- Escalera de mano

Protecciones individuales:

- Botas de seguridad antideslizantes e impermeabilizadas.
- Casco.
- Chaleco de alta visibilidad.
- Gafas o pantallas de protección.
- Guantes de protección: anticorte e impermeabilizados.
- Mascarillas de filtro mecánico.
- Protecciones auditivas.
- Ropa adecuada a cada estación que proteja todo el cuerpo.
- Traje y botas de agua.

Protecciones colectivas:

- Conos y cinta de balizamiento.
- Entibaciones.
- Equipos de iluminación.
- Señalización vial (señales y semáforos portátiles).
Vallado y protecciones

6.3.1. Trabajos de excavación

Trabajos de excavación	
Factores de riesgo/ Riesgos	Medidas preventivas
<p>Riesgos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Atropello por máquina o camión. • Vuelco de máquina o camión. • Contacto con líneas eléctricas aéreas o enterradas. • Atrapamiento por corrimiento de tierra. • Proyección de objetos durante el trabajo. • Caídas de personas desde la máquina. • Golpes. • Derivados de trabajos en condiciones meteorológicas extremas. • Choques contra otros vehículos. • Derivados de ambientes pulverulentos. 	<ul style="list-style-type: none"> • No permanecer en el radio de acción de las máquinas de obra. • Realizar una plataforma de trabajo para conseguir una operación segura. • Disponer de información y señalización precisa para la presencia de líneas eléctricas. • Cuando la zanja tenga más de un metro de profundidad, un operario estará esperando afuera. Se dispondrá de escaleras adecuadas. El material de excavación o bien se llevará a vertedero o se depositará lejos de la zanja. • Mantener los operarios fuera del radio de acción de la máquina. • Utilizar los peldaños y asideros para subir y bajar de la máquina. • Subir y bajar utilizando los asideros y los peldaños de la máquina. • Disponer de información precisa en el caso en que se produzca una situación de esas características. • Mantener la distancia de seguridad entre la retroexcavadora y los vehículos de obra. • Mantener las vías de paso regadas para mantener la visibilidad adecuada de las máquinas.

6.3.2. Ejecución del lecho de hormigón de limpieza

Ejecución del lecho de hormigón de limpieza	
Factores de riesgo/ Riesgos	Medidas preventivas
<p>Riesgos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Caídas al mismo nivel. • Caídas a distinto nivel. • Contactos con el hormigón. • Atrapamiento. • Corrimientos de tierras. • Atropello por máquina o camión. • Vuelco de máquina o camión. 	<ul style="list-style-type: none"> • Mantener la zona limpia de restos de materiales de obra. • Mantener el perímetro de la zanja con barandillas adecuadas para evitar posibles caídas en altura. • Utilizar escalera y acceso adecuado. • Utilizar guantes y gafas adecuadas para evitar el contacto con el mismo. • Se prohíbe situar a los operarios detrás de los camiones hormigonera durante las maniobras. • Se prohíbe acercarse al camión hormigonera al borde la zanja. • Se prohíbe acercarse al camión hormigonera al borde la zanja. Colocación de topes de seguridad en el borde de la zanja.

6.3.3. Colocación de tubos de hormigón sobre el hormigón de limpieza**Colocación de tubos de hormigón sobre el hormigón de limpieza**

Factores de riesgo/ Riesgos	Medidas preventivas
Riesgos: <ul style="list-style-type: none"> • Caídas al mismo nivel. • Caídas a distinto nivel. • Atrapamiento por o entre objetos. • Golpes y aplastamiento por caídas de materiales sueltos • Corrimientos de tierras. • Atropello por máquina o camión. • Vuelco de máquina o camión. 	<ul style="list-style-type: none"> • Mantener la zona limpia de restos de materiales de obra. • Mantener el perímetro de la zanja con barandillas adecuadas para evitar posibles caídas en altura. • Utilizar escalera y acceso adecuado. • La manipulación de los tubos sobre el hormigón se realizará mediante tráctel adecuado, palanca y cuñas de madera. • Se emplearán equipos y útiles adecuados para manipular los tubos de forma segura. El colocador nunca se mantendrá bajo cargas suspendidas. • Se prohíbe acercarse al camión hormigonera al borde la zanja. • Se prohíbe acercarse al camión hormigonera al borde la zanja. Colocación de topes de seguridad en el borde de la zanja.

6.3.4. Encofrado de tubos, aletas e imposta**Encofrado de tubos, aletas e imposta**

Factores de riesgo/ Riesgos	Medidas preventivas
Riesgos: <ul style="list-style-type: none"> • Golpes y cortes durante el clavado de los tableros de madera. • Golpes y aplastamiento por caídas de materiales sueltos, desplazamientos o deslizamiento del terreno. • Atrapamiento por o entre objetos. • Golpes y cortes por objetos y herramientas. • Cortes y golpes por manejo de herramientas manuales. • Caídas al mismo nivel. • Caídas a distinto nivel. 	<ul style="list-style-type: none"> • Emplear herramientas adecuadas, utilizando guantes de protección. • Utilizar guantes apropiados, manipular y acopiar los tableros de madera lejos de la cabeza del talud de la zanja. • No acopiar ningún tipo de material próximo a la cabeza de talud de la zanja. • Mantener el entorno de trabajo en buen estado de orden y limpieza. • Utilizar los elementos de seguridad adecuados manteniendo el entorno de trabajo con buen orden y limpieza. • Utilizar sierras de disco con las protecciones adecuadas y empleadas por personal autorizado. • Mantener un buen estado de orden y limpieza. • Es preciso utilizar accesos y escaleras adecuados.

6.3.5. Emplear herramientas adecuadas, utilizando guantes de protección**Emplear herramientas adecuadas, utilizando guantes de protección****Factores de riesgo/ Riesgos****Medidas preventivas**

Factores de riesgo/ Riesgos	Medidas preventivas
<p>Riesgos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Golpes y cortes durante el clavado de los tableros de madera. • Golpes y aplastamiento por caídas de materiales sueltos, desplazamientos o deslizamiento del terreno. • Atrapamiento por o entre objetos. • Golpes y cortes por objetos y herramientas. • Cortes y golpes por manejo de herramientas manuales. • Caídas al mismo nivel. • Caídas a distinto nivel. 	<ul style="list-style-type: none"> • Emplear herramientas adecuadas, utilizando guantes de protección. • Utilizar guantes apropiados, manipular y acopiar los tableros de madera lejos de la cabeza del talud de la zanja. • No acopiar ningún tipo de material próximo a la cabeza de talud de la zanja. • Mantener el entorno de trabajo en buen estado de orden y limpieza. • Utilizar los elementos de seguridad adecuados manteniendo el entorno de trabajo con buen orden y limpieza. • Utilizar sierras de disco con las protecciones adecuadas y empleadas por personal autorizado. • Mantener un buen estado de orden y limpieza. • Es preciso utilizar accesos y escaleras adecuados.

6.4. Drenajes Longitudinales

En los drenes longitudinales, se proyectarán, a intervalos regulares, cajas de registro o buzones de registro que permitan controlar el buen funcionamiento del drenaje y sirvan para evacuar el agua recogida por la tubería del dren, bien a un colector principal, bien a una cuneta situada, por ejemplo, al pie de un terraplén, a una vaguada natural o a otros dispositivos de desagüe.

Con independencia de lo anterior, deberán colocarse cajas de registro o buzones en todos los cambios de alineación de la tubería de drenaje.

La distancia entre dos cajas o buzones consecutivos oscilará en general entre 80 m y 100 m y dependerá de la pendiente longitudinal del tubo y de su capacidad de desagüe, de la disposición general del drenaje y de los elementos naturales existentes

En el caso de salida libre de la tubería de desagüe de la caja de registro o el buzón a una cuneta, etc. se cuidará que el nivel de la salida quede lo suficientemente alto y con las protecciones necesarias para impedir su aterramiento, inundación, entrada de animales, etc

El dren de intersección deberá proyectarse cumpliendo las condiciones generales expuestas anteriormente para los drenes enterrados.

El fondo del tubo debe quedar, por lo menos, 15 cm por debajo del plano superior de la capa impermeable o relativamente impermeable, que sirve de lecho a la corriente subterránea. En el caso de que esta capa sea roca, deben extremarse las precauciones para evitar que parte de la filtración cruce el dren por debajo de la tubería.

El caudal a desaguar puede determinarse aforando la corriente subterránea. Para ello, se agotará el agua que afluya a la zanja en que se situará el dren en una longitud y tiempo determinados.

Para interceptar filtraciones laterales que procedan de uno de los lados de la carretera, se dispondrá un solo dren longitudinal en el lado de la filtración. Sin embargo, en el fondo de un valle o quebrada, donde el agua pueda proceder de ambos lados, deberán disponerse dos drenes de intersección, uno a cada lado de la carretera.

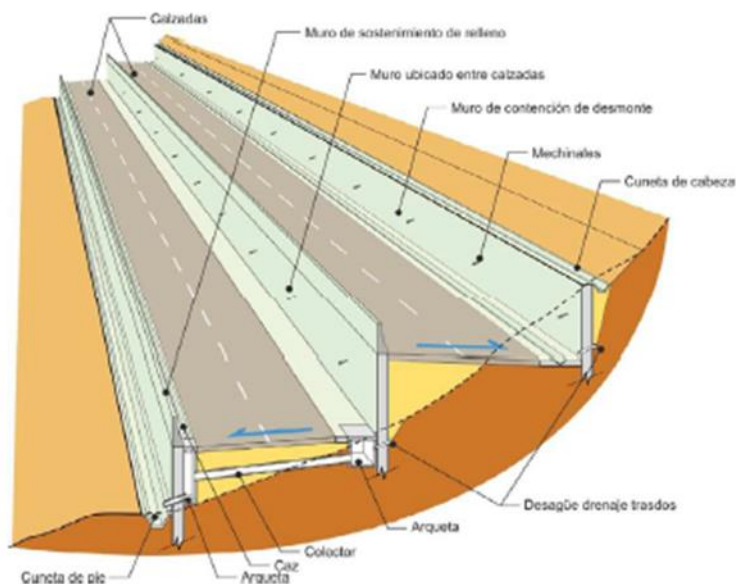


Imagen 1: Tipos de drenaje de muros y posición.
Fuente: Orden Fom 298/2016

CUNETAS:

Una cuneta es un elemento lineal, superficial, en forma de zanja continua en el terreno, cuya función es conducir el agua a modo de canal en lámina libre. Generalmente es longitudinal al trazado y se sitúa al borde de la plataforma o de la explanación. Las cunetas pueden estar revestidas o sin revestir. La forma de la sección transversal normalmente es triangular o trapecial. Además, las cunetas se pueden proyectar con forma de hondonada, suavizando los acuerdos entre taludes.

Cuneta de hormigón ejecutada en obra es una zanja longitudinal abierta en el terreno junto a la plataforma, con el fin de recibir y canalizar las aguas de lluvia, que se reviste "in situ" con hormigón, colocado sobre un lecho de asiento convenientemente preparado.

SUMIDEROS:

Un sumidero es un elemento de drenaje cuya función es captar caudales de la plataforma o de un elemento de drenaje superficial, normalmente un caz o cuneta, y desaguar a un colector a través de una arqueta que le sirve de registro. Pueden ser continuos o aislados y atendiendo a su posición relativa respecto a la corriente, de tipo horizontal, lateral o mixto. Puede estar construido in situ o con piezas prefabricadas, que pueden ser de hormigón, cerámicas, metálicas, material polimérico o combinación de estos materiales. Las características de las piezas prefabricadas deben ser acordes con las normas de producto que les correspondan.

Aplicación Los sumideros son susceptibles de sufrir obstrucciones durante los fenómenos de precipitación. Para tenerlo en cuenta se distingue entre el caso de sumideros distribuidos en un tramo en pendiente, o de uno o varios sumideros situados en un mismo punto bajo. Desde el punto de vista hidráulico la disposición más adecuada es el sumidero horizontal que intercepta el fondo de la cuneta o caz, con las barras de la tapa en dirección de la corriente. El sumidero de tipo lateral presenta una ocupación menor de la plataforma. En los tramos en pendiente, con el fin de permitir que si un sumidero está ocluido el agua que deje de entrar en él pueda recogerse en los siguientes situados aguas abajo, la capacidad de desagüe de cada sumidero deberá ser tal que permita absorber su caudal de proyecto más un treinta por ciento del caudal de proyecto de hasta tres sumideros situados inmediatamente aguas arriba.

Los sumideros situados en puntos bajos serán generalmente de tipo horizontal. Para evitar la formación de balsas si se obstruyeran, deberá disponerse otro sumidero aguas arriba a unos cinco centímetros (5 cm) por encima de ellos. No obstante, donde se asegure con precisión la situación del punto bajo y resulte factible, podrá reemplazarse el conjunto anterior por un sumidero mixto.

ARQUETAS Y POZOS

Definición y tipología Las arquetas y los pozos son elementos de conexión y registro de colectores y de conexión de elementos superficiales, como cunetas o sumideros, con colectores. Su funcionamiento hidráulico depende del tipo de conexión. Normalmente las entradas de caudal a la arqueta o pozo son en forma de vertedero. La entrada de caudal al colector de salida de la arqueta o pozo, se puede analizar como la entrada de caudal a una ODT. Las arquetas y los pozos pueden estar construidos in situ o con piezas prefabricadas, que pueden ser de hormigón, cerámicas, metálicas, material polimérico o combinación de estos materiales. Las características de piezas prefabricadas deben ser acordes con las normas de producto que les correspondan.

Aplicación. Las arquetas se proyectan para desagüe de cunetas a colectores u ODT. Presentan sección en planta en general cuadrada o rectangular y deben adaptar la forma de las paredes a la sección de la cuneta que desagua a ellas. Las arquetas se deben tapar con rejas metálicas. Los pozos se proyectan para conexión y registro de colectores. Constituyen elementos cilíndricos o de embocadura abocinada, con sección en planta generalmente circular. Suelen ser elementos profundos que requieren tapa practicable y es-calones tipo pate para acceso. Los criterios de proyecto de los pozos son los habituales de las redes de saneamiento y drenaje urbano. Las arquetas y pozos no son elementos exclusivos del drenaje superficial; lo relacionado con su papel como elementos de drenaje subterráneo debe abordarse de conformidad con lo especificado en la normativa sobre el particular.

ARENEROS:

Son elementos que se intercalan entre otros con el objeto de que se depositen las partículas gruesas que pueda arrastrar el agua. Producen una disminución de velocidad que favorece la sedimentación de partículas, generalmente por incremento de la sección en la que se ubican o por disminución de pendiente.

La disposición de areneros trata de evitar la sedimentación en los elementos de drenaje, que puede producir disminución de su capacidad hidráulica, lo que resulta particularmente importante en elementos de difícil inspección y limpieza. Si los areneros no fueran accesibles desde la plataforma, se deben proyectar accesos para los equipos de conservación.

BALSAS DE RETENCIÓN:

Son elementos encargados de la retención de vertidos accidentales que además tienen cierta capacidad de laminación y de captura de sustancias contaminantes arrastradas por el agua de escorrentía. Esta retención permite contener los flotantes e hidrocarburos y posibilita la decantación de los materiales en suspensión. Su configuración más elemental está constituida por un tubo de entrada, un depósito (o balsa) estanco dotado de pantalla deflectora para separación de flotantes, un vertedero, un desagüe en el fondo equipado con válvula y un tubo de salida. El volumen de retención de la pantalla deflectora debe ser superior a treinta y cinco metros cúbicos ($V > 35 \text{ m}^3$).

Se deben proyectar accesos para los vehículos de conservación que permitan:

- Después de cada período de lluvia, recoger los flotantes, vaciar y limpiar el depósito.
- En caso de vertido accidental vaciar el depósito, normalmente por aspiración.
- Inspección frecuente y verificación de que el depósito permanece vacío y tiene la llave de fondo cerrada.

ELEMENTOS DE LAMINACIÓN:

Son elementos destinados a reducir las puntas de caudal, normalmente por almacenamiento. El volumen necesario se obtiene por combinación de depósitos, balsas, canales o tuberías.

La necesidad de proyectar estos dispositivos se debe justificar expresamente incluyendo un estudio de caudales. Cuando la lámina libre del almacenamiento de agua alcance los espaldones de los rellenos se debe estar a lo especificado en el apartado 4.5. Se deben proyectar accesos para los equipos de conservación.

FILTROS Y SISTEMAS DE INFILTRACIÓN

Los filtros y sistemas de infiltración ejercen cierta función de depuración mediante filtrado. En ellos se trata de retener las materias en suspensión por el flujo a través de un medio poroso que puede ser un suelo natural (sistemas de infiltración) o artificial (filtro). Un filtro es un elemento encargado de producir un flujo lento de agua, a través de un medio poroso (normalmente, arena) en el que se fija parte de la carga contaminante del fluido. A la salida del filtro se produce el vertido de una cantidad de agua prácticamente igual a la entrante.

En un sistema de infiltración el flujo se produce en el terreno natural con infiltración de parte del caudal, por lo que a la salida del sistema el caudal es inferior al de la entrada. Se debe estudiar la circulación subterránea de agua para comprobar que no se produce contaminación de acuíferos. Los sistemas de infiltración pueden combinarse con vegetación y pueden incluir superficies de recorrido en flujo difuso, cunetas, zanjas de infiltración y otros elementos

BOMBEOS:

Cuando no sea posible desaguar por gravedad, para cumplir la condición de resguardo de la calzada será preciso proyectar un bombeo. Los bombeos se componen de:

Un pozo o arqueta de bombeo que recoge las aguas que se concentran en el punto bajo, en el que se coloca la aspiración de la bomba.

Una o varias bombas, normalmente eléctricas de tipo centrífuga sumergible, con capacidad suficiente para el caudal de proyecto. Un colector de impulsión hasta el punto de desagüe a la red de drenaje por gravedad.

Alimentación eléctrica y protecciones según normativa electrotécnica.

Cuadro con interruptores y mandos manuales (en la instalación y cuando sea posible, con telecontrol desde un centro de explotación) y automáticos incluyendo un sistema de control, de arranque y parada de las bombas, normalmente a partir de niveles de agua en el pozo o arqueta de bombeo.

Elementos auxiliares para facilitar las operaciones de mantenimiento de la instalación, tales como el cambio de las bombas. Los elementos de bombeo no son exclusivos del drenaje superficial; lo relacionado con su papel como elementos de drenaje subterráneo debe abordarse de conformidad con lo especificado en la normativa sobre el particular.

OTROS ELEMENTOS DE DRENAJE SUPERFICIAL:

En ocasiones, puede resultar conveniente la disposición de otros elementos o sistemas de drenaje diferentes de los indicados en los epígrafes precedentes. En el proyecto se debe justificar la conveniencia y necesidad de su aplicación, efectuar su dimensionamiento y definir cuantos aspectos sean necesarios para permitir la construcción y conservación de dichos elementos o sistemas. En todo caso en el proyecto se deben analizar los siguientes aspectos:

Justificación expresa de la necesidad y adecuación del elemento o sistema propuesto al problema planteado.

Cálculos hidráulicos, mecánicos y cuantos otros pudieran ser necesarios para garantizar el correcto funcionamiento del elemento o sistema.

Situación, trazado y puntos de conexión, entronque, desagüe y cambio de dirección en su caso.

Características de permeabilidad o estanqueidad en su caso, tanto de los elementos como de sus puntos de conexión, entronque, desagüe y cambio de dirección.

Estabilidad y durabilidad de los materiales, elementos o sistemas de drenaje, con especificación de las normas de producto que les sean de aplicación.

Propiedades mecánicas y características de los materiales, elementos o sistemas en cuestión. Cuando se trate de sistemas constituidos por unión de elementos individuales deberán analizarse las características de los elementos aislados y del conjunto una vez dispuesto en obra.

Criterios de control y almacenamiento de materiales, elementos y sistemas.

Necesidad de interposición de elementos de separación y filtro, y definición de estos en su caso.

Procedimientos de puesta en obra y definición de fases constructivas.

Donde fuera de aplicación, estabilidad de las obras, tanto de tipo local (de los propios sistemas construidos) como global (formando parte de otros elementos u obras de mayores dimensiones, como por ejemplo taludes en desmonte o rellenos), antes, durante y después de la ejecución de los trabajos en cuestión.

Descripción de las principales necesidades de conservación, limpieza y mantenimiento.

6.5. Casos especiales de drenajes

1) Protección del suelo de la explanación contra el agua libre en terreno de elevado nivel freático, llano y sin desagüe.

Cuando haya que construir una carretera en terreno llano y con elevado nivel freático, se estudiará el abatimiento de la capa freática, pudiéndose utilizar alternativamente métodos como zanjas laterales, drenes enterrados, etc. Si no existiera posibilidad de evacuar el sistema de drenaje, se elevará el nivel de la rasante.

Para la elección del material del terraplén, se tendrá en cuenta que su humedad de equilibrio debe disminuir rápidamente con la distancia al nivel freático y que el terraplén se construirá sobre un terreno saturado de agua, sin capacidad para resistir esfuerzos de compactación elevados.

La necesidad de proteger el terraplén mediante la colocación de membranas bituminosas u hojas de plástico, tratando su superficie con sustancias hidrófobas, o utilizando geotextiles, geomembranas o adoptando disposiciones análogas, dependerá de la naturaleza y estado del terreno y del material disponible para la construcción del terraplén.

2) Protección del suelo de explanación situado bajo la calzada contra los movimientos capilares del agua.

Las diferencias de humedad en el suelo bajo la calzada y bajo las bermas facilitan los movimientos capilares y, al aumentar el contenido de humedad del suelo de la subrasante bajo la calzada, disminuyen su capacidad resistente.

Para evitar esta disminución, las fisuraciones del suelo y los asentamientos diferenciales que con dicho aumento de humedad pueden producirse, deben utilizarse alguna de las siguientes técnicas:

- Colocación de capas drenantes sobre la subrasante para romper el ascenso capilar.
- Impermeabilizar las calzadas y las bermas.
- Establecer una membrana impermeable que impida el movimiento del agua capilar, situándola en un plano más o menos vertical bajo los bordes de la calzada.
- Construir zanjas anticapilares bajo los bordes de la calzada.

Tanto la membrana impermeable como las zanjas anticapilares deberán ejecutarse hasta una profundidad de 1,20 m. baja la superficie de las bermas. Pueden utilizarse como zanjas anticapilares las que se proyecten para el drenaje del pavimento, cuidando de que el material filtro rompa la continuidad en fase líquida entre el agua situada a un lado y otro de la misma.

3) Terraplén saturado de agua: Cuando se eleva el terraplén de la carretera sobre un terreno saturado con agua para evitar que por capilaridad el agua pueda subir a través del terraplén hasta la superficie de rodadura, debe colocarse una capa de material drenante, constituida por gravas y/o arenas.

La capa deberá estar sobre el nivel de referencia más alto de la capa freática del terreno y servirá de anticontaminante a los efectos de romper la capilaridad y drenar la plataforma lateralmente. Se recomienda un espesor mínimo de 0.30 m.

7. Drenaje subterráneo

El drenaje subterráneo se proyectará para controlar y/o limitar la humedad de la plataforma de la carretera y de los diversos elementos del pavimento de una carretera.

Sus funciones serán alguna o varias de las siguientes:

- a) Interceptar y desviar corrientes subsuperficiales y/o subterráneas antes de que lleguen al lecho de la carretera.
- b) Hacer descender el nivel freático.
- c) Sanear las capas del pavimento.

7.1. Zanja drenante

El dren subterráneo estará constituido por una zanja en la que se colocará un tubo con orificios perforados, juntas abiertas, o de material poroso. Se rodeará de un material permeable, material filtro, compactado adecuadamente, y se aislará de las aguas superficiales por una capa impermeable que ocupe y cierre la parte superior de la zanja.

Las paredes de la zanja serán verticales o ligeramente inclinadas, salvo en drenes transversales o en espina de pez en que serán admisibles, incluso convenientes, pendientes más fuertes. En casos normales, el talud máximo no superará el valor 1/5. (H/V)

Consisten en zanjas rellenas de material drenante, adecuadamente compactado, en el fondo de las cuales generalmente se disponen tubos drenantes, (perforados, de material poroso, o con juntas abiertas), y que, normalmente tras un relleno localizado de tierras, se aíslan de las aguas superficiales por una capa impermeable que sella su parte superior.

A veces se omiten los tubos de drenaje, en cuyo caso la parte inferior de la zanja queda completamente rellena de material drenante, constituyendo un dren ciego o dren francés. En estos drenes el material que ocupa el centro de la zanja es piedra gruesa.

Cuando exista peligro de migración del suelo, que rodea la zanja hacia el interior de la misma, se deberá disponer de un filtro normalmente geotextil, protegiendo el material drenante.

Su ejecución incluye normalmente las operaciones siguientes:

- Excavación.
- Ejecución del lecho de asiento de la tubería y, en su caso, disposición del filtro geotextil.
- Colocación de la tubería.
- Colocación y compactación del material drenante.
- Relleno de tierras de la parte superior de la zanja, en su caso.
- Impermeabilización de la parte superior de la zanja.

MATERIALES

En este apartado se detallan las condiciones a cumplir por los tubos y el material drenante que constituye esta unidad. Con relación al resto de materiales auxiliares, tales como filtro geotextil, relleno de tierras de la parte superior de la zanja e impermeabilización de la misma, se estará a lo dispuesto en este Pliego, y a lo indicado en el Proyecto.

Se estará, en todo caso, a lo dispuesto en la legislación vigente en materia medioambiental, de seguridad y salud, y de almacenamiento y transporte de productos de construcción.

Lo dispuesto en este artículo se entenderá sin perjuicio de lo establecido en el Real Decreto 1630/1992 (modificado por el R.D. 1328/1995), por el que se dictan disposiciones para la libre circulación de productos de construcción, en aplicación de la Directiva 89/106 CEE. En particular, en lo referente a los procedimientos especiales de reconocimiento, se estará a lo establecido en el artículo 9 del mencionado Real Decreto.

- **Tubos:** Los tubos a emplear en zanjas drenantes podrán ser de hormigón en masa o armado, poli(cloruro de vinilo), polietileno de alta densidad o cualquier otro material sancionado por la experiencia.

En el caso de utilizarse tubos de hormigón en masa poroso, tendrán una capacidad de filtración mínima de ochenta y cinco litros por segundo por cada metro cuadrado de superficie exterior y cada bar de carga hidrostática (85 l/s·m²·bar) En todo caso, los tubos utilizados serán fuertes, duraderos y libres de defectos, grietas y deformaciones.

Los tubos estarán bien calibrados, y sus generatrices serán rectas o tendrán la curvatura que les corresponda en los codos o piezas especiales.

- **Material drenante:** El material drenante deberá cumplir, en la zona de contacto con el terreno o con el material de relleno de la parte superior de la zanja, las condiciones de filtro para evitar su contaminación. Si no fuera posible o conveniente cumplir esta condición se deberá envolver el material drenante con un filtro geotextil.
- **Drenaje del pavimento:** Salvo en el caso de carreteras en terrenos permeables, el drenaje de la capa permeable constituida por la sub-base y/o base, puede proyectarse tanto mediante drenes enterrados como prolongando la capa permeable hasta los taludes de los terraplenes a cunetas. Además, deben darse pendientes transversales mínimas a la subrasante.
- En los sectores de la carretera en los que el pavimento se asienta sobre una subrasante impermeable, debe evitarse que el agua de lluvia que se presenta por capilaridad o se filtra a través del pavimento, se acumule bajo éste y forme una bolsa de agua que origine su ruptura por el paso del tránsito. Este problema es mayor cuando la cuneta se coloca a la altura del pavimento y naturalmente tiene que ser revestida.
- Las soluciones más recomendadas para evitar la acumulación del agua son:
 - a) Colocación en el sector, bajo el pavimento, una capa drenante que siga la pendiente lateral de la carretera, que se prolonga hasta un lugar con drenaje natural.
 - b) Colocación de un subdren, bajo la berma adyacente a la cuneta, con una tubería perforada de plástico pesada de 10 cm. de diámetro, aproximadamente a 0.70m de la superficie del asfaltado, que recoja el agua que filtra y la lleve al lugar de drenaje natural.

Zanja drenante

Proceso constructivo

- **Excavación:** No se depositará el material procedente de la excavación en la zona de afección de cursos de agua. Asimismo, no se acopiará el material excavado a menos de sesenta centímetros (60 cm) del borde de la excavación
- **Ejecución del lecho de asiento de la tubería:** Una vez abierta la zanja de drenaje, si se observase que su fondo es impermeable, el lecho de asiento de los tubos deberá ser también impermeable.
- En todo caso, el lecho de asiento se compactará, si fuese necesario, hasta conseguir una base de apoyo firme en toda la longitud de la zanja y tendrá la debida pendiente, nunca inferior al cero con cinco por ciento (0,5 %), salvo indicación en contra del Proyecto.
- **Colocación de la tubería:** La colocación de la tubería no deberá iniciarse sin la previa autorización del Director de las Obras. Obtenida ésta, los tubos se tenderán en sentido ascendente, con las pendientes y alineaciones indicadas en el Proyecto o, en su defecto, por el Director de las Obras.
- El tratamiento de las juntas y uniones de la tubería se ejecutará de acuerdo con el Proyecto, y las instrucciones del Director de las Obras.
- **Colocación del material drenante**
- Si la tubería se ha colocado sobre un lecho de asiento impermeable, la zanja se rellenará, a uno y otro lado de los tubos, con el material impermeable que se utilizó en su ejecución hasta llegar a cinco centímetros (5 cm) por debajo del nivel más bajo de las perforaciones, en caso de que se empleen tubos perforados, o hasta la altura que marque el Proyecto si se usan tubos con juntas abiertas. Si se empleasen tubos porosos, el material impermeable se limitará estrictamente al lecho de asiento.
- A partir de las alturas indicadas, se proseguirá el relleno con material drenante hasta la cota fijada en el Proyecto o que, en su defecto, indique el Director de las Obras.
- En el caso de que el lecho de asiento sea permeable, una vez colocada la tubería la zanja se rellenará con material drenante. En el caso de una tubería de juntas abiertas dichas juntas deberán cerrarse en la zona de contacto con su lecho de asiento.
- Las operaciones de relleno de la zanja se ejecutarán de acuerdo con lo indicado en el artículo 421, "Rellenos localizados de material drenante", de este Pliego.
- Se cuidará especialmente no dañar los tubos ni alterar su posición.
- En los casos en los que la subbase sea de menor permeabilidad que los filtros, se pospondrá la ejecución de las zanjas hasta después de refinada la subbase.

Zanja drenante**Proceso constructivo**

- El cumplimiento de las especificaciones técnicas obligatorias requeridas a los productos contemplados en este artículo, se podrá acreditar por medio del correspondiente certificado que, cuando dichas especificaciones estén establecidas exclusivamente por referencia a normas, podrá estar constituido por un certificado de conformidad a dichas normas.
- El certificado acreditativo del cumplimiento de las especificaciones técnicas obligatorias establecidas en este artículo podrá ser otorgado por los Organismos españoles -públicos y privados- autorizados para realizar tareas de certificación en el ámbito de los materiales, sistemas y procesos industriales, conforme al Real Decreto 2200/1995, de 28 de diciembre. El alcance de la certificación en este caso, estará limitado a los materiales para los que tales Organismos posean la correspondiente acreditación.
- Si los productos, a los que se refiere este artículo, disponen de una marca, sello o distintivo de calidad que asegure el cumplimiento de las especificaciones técnicas que se exigen en este artículo, se reconocerá como tal cuando dicho distintivo esté reconocido por la Dirección General de Carreteras del Ministerio de Fomento.

7.2. La tubería.

Los tubos serán de material de buena calidad. Los tubos de cerámica o concreto, plásticos, aceros corrugados podrán proyectarse con juntas abiertas o perforaciones que permitan la entrada de agua en su interior. Los de plástico, de material corrugado, o de fibras bituminosas deberán ir provistos de ranuras u orificios para el mismo fin que el señalado anteriormente. Los de concreto poroso, permitirán la entrada del agua a través de sus paredes.

En las tuberías con juntas abiertas, el ancho oscilará entre 1 cm. y 2 cm. Los orificios de las tuberías perforadas se dispondrán, preferentemente, en la mitad inferior de la superficie del tubo y tendrán un diámetro entre 6 mm y 10 mm.

Los tubos de concreto poroso tendrán una superficie de absorción mínima del 20 % de la superficie total del tubo y una capacidad de absorción mínima de 50 litros/ minuto por decímetro cuadrado de superficie, bajo una carga hidrostática de 1 Kg/cm².

Condiciones mecánicas

Los tubos cerámicos o de concreto, plásticos, aceros corrugados tendrán una resistencia mínima, medida en el ensayo de los tres puntos de carga, de 1000 Kg/m.

Cuando los tubos hayan de instalarse en la vertical de las cargas del tráfico, se situarán, como mínimo, a las profundidades que se señalan en el cuadro.

Los diámetros de los tubos oscilarán entre 10 cm. y 30 cm. Los diámetros hasta 20 cm. serán suficientes para longitudes inferiores a 120 m. Para longitudes mayores, se aumentará la sección. Los diámetros menores, sin bajar de 10 cm., se utilizarán con caudales y pendientes pequeños.

Las pendientes longitudinales no deben ser inferiores al 0.5% y habrá de justificarse debidamente la necesidad de pendientes menores, que nunca serán inferiores al 0.2%.

En tales casos, la tubería se asentará sobre un solado de concreto que permita asegurar la perfecta situación del tubo.

La velocidad del agua en las conducciones de drenaje estará comprendida entre 0.20 m/s y 1.20 m/s.

7.3. Relleno de zanjas

Cuando el fondo de la zanja se encuentre en terreno impermeable, para evitar la acumulación de agua bajo la tubería se preverá la colocación de una capa de material, perfectamente apisonado, y que puede ser del mismo terreno, alrededor del tubo, sin que alcance el nivel de las perforaciones, o se asentará sobre un solado. En caso de tuberías con juntas abiertas, estas pueden cerrarse en su tercio inferior y dar a la capa impermeable el espesor correspondiente.

Si el fondo de la zanja se encuentra en terreno permeable, no son necesarias las anteriores precauciones.

La composición granulométrica del material permeable, material filtro, con el que se rellene, la zanja del dren requiere una atención especial, pues de ella depende su buen funcionamiento.

Si d_n es el diámetro del elemento de suelo o filtro tal que n % de sus elementos en peso son menores que d_n deben cumplirse las siguientes condiciones:

a) Para impedir el movimiento de las partículas del suelo hacia el material filtrante.

- d_{15} del filtro / d_{85} del suelo < 5
- d_{50} del filtro / d_{50} del suelo < 25

En el caso de terreno natural de granulometría uniforme, se sustituirá la primera relación por: d_{15} del filtro / d_{85} del suelo < 4

b) Para que el agua alcance fácilmente el dren: d_{15} del filtro / d_{15} del suelo > 5

c) Para evitar el peligro de colmatación de los tubos por el material filtro.

- En los tubos con perforaciones circulares: d_{85} del filtro / diámetro del orificio del tubo > 1.0
- En los tubos con juntas abiertas: d_{85} del material filtro / ancho de la junta > 1.2
- En los tubos de concreto poroso, se debe respetar la siguiente condición: d_{85} del árido del dren poroso / d_{85} del filtro < 5

En caso de terrenos cohesivos, el límite superior para d_{15} del filtro se establecerá en 0.1 mm. Cuando sea preciso, deberán utilizarse en el proyecto dos o más materiales de filtros. Ordenados estos desde el terreno natural a la tubería, deben satisfacer, cada uno con respecto al contiguo, las condiciones exigidas anteriormente entre el material filtro y el suelo a drenar. El último, que será el que rodea el tubo, deberá satisfacer, además, las condiciones que se han indicado en relación con el ancho de las juntas o diámetro de los orificios de dichos tubos.

Para impedir cambios en la composición granulométrica o segregaciones del material filtro por movimiento de sus finos, debe utilizarse material de coeficiente de uniformidad (d_{60}/d_{10}) inferior a 20, cuidadosamente compactado.

El dren subterráneo se proyectará cumpliendo las disposiciones que se detallan en la figura 4.2.3a y 4.2.3b, según se encuentre en terreno permeable o impermeable y sean necesarios uno o dos materiales filtro.

Como alternativa del procedimiento anterior, se podrá rellenar la zanja con material granular (grava) envuelto con tela sintética (geotextil) cuyo diseño deberá circunscribirse a lo establecido en las Especificaciones Técnicas Generales para Construcción de Carreteras (EG-2000), recomendándose este tratamiento para el diseño de subdrenes en suelos granulares.

Relleno de zanjas

Proceso constructivo

- Se estará, en todo caso, a lo dispuesto en la legislación vigente en materia medioambiental, de seguridad y salud, y de almacenamiento y transporte de productos de construcción.
- Se eliminarán de los acopios todas las zonas segregadas o contaminadas por polvo, por contacto con la superficie de apoyo, o por inclusión de materiales extraños. Durante el transporte y posterior manipulación hasta su puesta en obra definitiva, se evitará toda segregación por tamaños y la contaminación por materiales extraños.
- Preparación de la superficie de asiento: Cuando el relleno haya de asentarse sobre un terreno en el que existan corrientes de agua superficial o subálvea, se desviarán las primeras y captarán y conducirán las últimas, fuera del área donde vaya a construirse el relleno, antes de comenzar su ejecución. Estas obras, que tendrán el carácter de accesorias, se ejecutarán con arreglo a lo indicado en el Proyecto o, en su defecto, por el Director de las Obras.
- Ejecución de las tongadas. Extensión y compactación: Los materiales del relleno se extenderán en tongadas sucesivas, de espesor uniforme y sensiblemente horizontales. El espesor de estas tongadas será lo suficientemente reducido para que, con los medios disponibles, se obtenga, en todo su espesor, el grado de compactación exigido. En general y salvo indicación en contra del Proyecto o del Director de las Obras se usarán tongadas de veinte centímetros (20 cm). Cuando una tongada deba estar constituida por materiales de distinta granulometría, se adoptarán las medidas necesarias para crear entre ellos una superficie continua de separación.
- El relleno de trasdós de obras de fábrica se realizará de modo que no se ponga en peligro la integridad y estabilidad de las mismas, según propuesta, por escrito y razonada, del Contratista y aceptada por el Director de las Obras.

Relleno de zanjas**Proceso constructivo**

- Antes de proceder a extender cada tipo de material se comprobará que es homogéneo y que su humedad es la adecuada para evitar la segregación durante su puesta en obra y para conseguir el grado de compactación exigido. Si la humedad no es adecuada se adoptarán las medidas necesarias para corregirla, sin alterar la homogeneidad del material.
- El grado de compactación a alcanzar en cada tongada dependerá de la ubicación de la misma. En general y salvo especificación en contra del Proyecto o del Director de las Obras se compactarán las tongadas hasta alcanzar un índice de densidad superior al ochenta por ciento (80%) y en ningún caso dicho grado de compactación será inferior al mayor de los que posean los terrenos o materiales adyacentes situados a su mismo nivel.
- Cuando se trata de rellenos localizados en torno a tuberías y hasta una altura de 30 cm por debajo de la generatriz superior de la tubería, salvo indicación en contra del Proyecto o del Director de las Obras, el tamaño máximo de las partículas no será superior a 2 cm, las tongadas serán de 10 cm y se compactarán hasta un índice de densidad no inferior al 75%. Se prestará especial cuidado durante la compactación para no producir movimientos ni daños en la tubería a cuyo efecto se reducirá, si fuese necesario, el espesor de tongada y la potencia de la maquinaria de compactación.
- En todo caso los medios de compactación serán los adecuados para no producir finos adicionales por trituración del material, y en todo caso deberán ser sometidos a la aprobación del Director de las Obras.
- Protección del relleno: Los trabajos se realizarán de modo que se evite en todo momento la contaminación del relleno por materiales extraños, o por la circulación, a través del mismo, de agua de lluvia cargada de partículas finas. A tal efecto, los rellenos se ejecutarán en el menor plazo posible y, una vez terminados, se cubrirán, de forma provisional o definitiva, para evitar su contaminación.
- Se adoptarán las precauciones necesarias para evitar la erosión o perturbación de los rellenos en ejecución, a causa de las lluvias, así como los encharcamientos superficiales de agua.
- Si, a pesar de las precauciones adoptadas, se produjera la contaminación o perturbación de alguna zona del relleno, se procederá a eliminar el material afectado y a sustituirlo por material en buenas condiciones.
- La parte superior de la zanja, cuando no lleve inmediatamente encima cuneta de hormigón ni capa drenante del firme, se rellenará con material impermeable, para impedir la colmatación por arrastres superficiales y la penetración de otras aguas diferentes de aquellas a cuyo drenaje está destinada la zanja.

8. Riesgos laborales y medidas preventivas en la ejecución de drenajes

8.1. Colocación de arquetas prefabricadas

Colocación de arquetas prefabricadas	
Factores de riesgo/ Riesgos	Medidas preventivas
<p>Maquinaria</p> <ul style="list-style-type: none"> Utilización de martillos neumáticos. Camión grúa. Camión hormigonera y autohormigoneras. Camiones de transporte de tierras y materiales. Maquinaria de corte. Maquinaria de excavación y movimiento de tierra. <p>Materiales:</p> <ul style="list-style-type: none"> Hormigón. Imprimación y pinturas asfálticas. Láminas de polietileno y asfálticas. Madera o piezas prefabricadas para entibación. Materiales drenantes. Morteros impermeabilizantes, Geotextiles. Tubería de diferentes materiales y secciones. Útiles para el movimiento de los materiales: eslingas, cadenas o elementos específicos. <p>Riesgos:</p> <ul style="list-style-type: none"> Sobreesfuerzos: levantamiento de grandes pesos. Caídas a distinto nivel. Caída de objetos en altura: del propio material que está manipulando. Aplastamiento por derrumbamiento de materiales no consolidados. 	<ul style="list-style-type: none"> Se evitará la presencia de trabajadores en el radio de acción de la máquina. Se acotará y señalizará la zona de trabajo. Se prohibirá la presencia de personal en la zanja cuando se lleven a cabo las labores de excavación. Cuando se alcen las piezas para su ubicación en el vaciado se recomienda vigilar que ningún trabajador se encuentre en la vertical de la misma. Es recomendable comprobar el empleo de equipos de protección individual y ropa de trabajo: Botas de seguridad, mono cerrado con cremalleras, gafas contra proyecciones de objetos y partículas, faja de protección de cintura firmemente apretada y calzado de seguridad como mínimo. Siempre que existan cargas en suspensión, casco de seguridad. Se preverá con suficiente antelación la protección de la zona de arquetas excavadas, así como los recorridos de personal y maquinaria. Asimismo, se estudiará la necesidad del paso de vehículos sobre zanja. En caso de ser necesaria la protección del paso, se realizará con chapones de acero de alta resistencia. Se aconseja que el lado de circulación de camiones o de maquinaria quede balizado a una distancia de las zanjas o arquetas, no inferior a 2 m, mediante el uso de cinta de señalización de riesgos, a franjas alternativas de colores amarillo y negro. Se vigilará que a las zanjas o arquetas, sólo se baje o suba por escaleras de mano sólidas y seguras, que sobrepase en 1 m el borde de la zanja, estando amarradas firmemente al borde superior de coronación. Se recomienda que, las arquetas (piezas sueltas, tapas, etc.) sean transportadas por medios mecánicos. En este caso han de cumplirse las normas de seguridad propias de este tipo de trabajos: comprobar que el sistema a emplear es el correcto, verificar la carga máxima, permitir la visibilidad en todo el recorrido, utilizar gancho con pestillo, comprobar estado de las eslingas, etc. La zona de trabajo estará libre de obstáculos. <p>Protecciones individuales:</p> <ul style="list-style-type: none"> Botas de seguridad antideslizantes e impermeabilizadas. Casco. Chaleco de alta visibilidad. Gafas o pantallas de protección. Guantes de protección: anticorte e impermeabilizados.

Colocación de arquetas prefabricadas

Factores de riesgo/ Riesgos

- Riesgo biológico por contacto de tierras o aguas contaminadas.
- Atropellos por máquinas y vehículos.
- Caídas al mismo nivel.
- Golpes y cortes con máquinas y herramientas.
- Ruido, polvo, vibraciones, riesgo eléctrico.

Medidas preventivas

- Mascarillas de filtro mecánico.
- Protecciones auditivas.
- Ropa adecuada a cada estación que proteja todo el cuerpo.
- Traje y botas de agua.

Protecciones colectivas:

- Conos y cinta de balizamiento.
- Entibaciones.
- Equipos de iluminación.
- Señalización vial (señales y semáforos portátiles).
- Vallado y protecciones.

8.2. Traslado y acopio de materiales

Colocación de arquetas prefabricadas

Factores de riesgo/ Riesgos	Medidas preventivas
<p>Riesgos.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Caída al subir o bajar del camión. • Caída de objetos al cargar o circulando. • Caída de la carga sobre trabajadores. • Golpes con los cierres de la caja. • Golpes con la pluma, ganchos o carga. • Desplome de la carga. • Golpes, cortes y pinchazos con los elementos auxiliares. • Electrocutación por contacto con líneas Eléctricas. • Choques con otros vehículos. • Vuelco o hundimiento del camión. • Atropello de trabajadores. • Caída de materiales cargados manualmente. • Atrapamientos o aplastamientos con la carga. • Caídas al mismo nivel durante el traslado de los materiales. • Sobreesfuerzos. • Golpes y cortes. 	<ul style="list-style-type: none"> • Subir y bajar del camión por los lugares indicados para ello, utilizando peldaños y asideros, tanto en la cabina como en la caja. Subir y bajar de frente al camión. Mantener los peldaños limpios y llevar calzado antideslizante. • Llevar protegida la cabina frente a caída de objetos o permanecer fuera de ella durante la carga. • Dirigir las maniobras de carga y descarga y colocar ésta según el tipo y peso para evitar posteriores vuelcos o desplazamientos. Sujetar y cubrir la carga para evitar caídas o desplazamientos del material transportado. • No iniciar la maniobra de basculación si hay trabajadores en el lugar de la descarga. • Antes de iniciar la basculación de la carga, cerciorarse de que no hay nadie debajo sobre el que pueda caer la carga o proyecciones de la misma. Anunciar nuestra maniobra de basculación con una señal acústica. • Abrir la caja antes de bascular la carga y no permanecer junto a las cartolas durante la basculación. • Llevar guantes de protección durante las maniobras de apertura y cierre de las cartolas. • No meter la cabeza entre las cartolas y la caja para comprobar el vaciado completo de la misma. • Nadie debe estar en el radio de acción de la pluma o bajo la carga mientras se realizan las operaciones. • Durante toda la maniobra el gruista debe controlar visualmente la carga. En el caso de no ser posible, un encargado o señalista le dará órdenes por medio de señales que deben ser conocidas perfectamente de antemano. Impedir la aproximación de trabajadores al camión grúa. Guiar el movimiento de la carga con cabos si fuera necesario. • Comprobar previamente el buen funcionamiento de los mandos de accionamiento y limitadores de carga. Utilizar accesorios de elevación adecuados al peso y a la carga y asegurarse de su buen estado. • No sobrepasar la capacidad de carga de la pluma ni de los accesorios de elevación. Asegurar la carga y comprobar los elementos de sujeción: ganchos, cierres de seguridad, eslingas, grilletes, etc. • Elevar la carga despacio y evitando giros y balanceos. No abandonar el puesto ni los mandos cuando la carga está suspendida. Cuando el viento supera los 60 km./h. no realizar estos trabajos. • Tener todos los elementos auxiliares de elevación en perfecto estado y retirarlos cuando presenten desperfectos. • Recogerlos y almacenarlos en lugar seco después de cada uso. • Llevar guantes de protección durante las operaciones. • La maquinaria empleada mantendrá la distancia de seguridad respecto de las líneas de conducción eléctrica. <p>En ciertos casos es necesario adoptar precauciones especiales mediante:</p> <ul style="list-style-type: none"> • El desvío de la línea. • Apantallamientos. • Pórtico limitación de altura. • Respetar las vías de circulación, la velocidad y el resto de señalización vial y de seguridad de la obra.

Colocación de arquetas prefabricadas

Factores de riesgo/ Riesgos	Medidas preventivas
	<ul style="list-style-type: none"> • No interferir en el radio de acción de otros vehículos o maquinaria. • Delimitar y proteger el radio de acción de cada máquina. • No trabajar si hay otras máquinas o vehículos en nuestro radio de acción. • En el caso de coincidir varios vehículos o máquinas, habrá un operario que controle y dirija las operaciones. • Estabilizar e inmovilizar los vehículos antes de la basculación o el izado de cargas. Asentar las ruedas sobre un terreno firme, en caso contrario, asegurarlo con tablonos o chapas metálicas. Mantener una distancia mínima de 2 m. con las zanjas o taludes y asegurarse de la estabilidad del terreno previamente. • Colocar topes cuando basculamos junto a taludes o zanjas. No sobrepasar los límites de carga máxima y colocar la carga según sus características y peso para facilitar su deslizamiento y descarga. Bascular con el camión parado, no realizar nunca esta maniobra en marcha. Llevar cinturón de seguridad para evitar golpes en caso de vuelco. • Respetar las vías de circulación, la velocidad y el resto de señalización vial y de seguridad de la obra. • No trabajar en el radio de acción de la maquinaria durante las maniobras de carga, desplazamiento y descarga. • Siempre que la máquina parada inicie un movimiento o arranque, lo anunciará con una señal acústica. • En las marchas atrás y cuando el conductor no tenga visibilidad estará auxiliado por otro operario en el exterior del vehículo, para evitar caídas a la excavación o atropellos. • Llevar chalecos de alta visibilidad para facilitar la visibilidad de los trabajadores. • Llevar dispositivos luminosos y acústicos que adviertan de la presencia y movimientos del vehículo. • Seguir las indicaciones que aparezcan en el embalaje acerca de las características y riesgos de la carga. • Asegurar el embalaje de la carga mediante flejes u otro sistema de atado que impida que se suelte durante el traslado, izado o acopio de la misma. • El acopio de los materiales se realizará de forma que no impida la circulación de vehículos y trabajadores ni suponga riesgos de golpes o desplome (se utilizarán para ello bateas, palés, estructuras metálicas, etc.). • Se asegurará la estabilidad de los materiales y nunca se trabajará debajo de la zona de acopios. • La subida y bajada de materiales se realizará con medios mecánicos y útiles adecuados al peso, tamaño y forma de los materiales. Estos útiles estarán homologados y no serán de fabricación casera. • No estacionarse o pasar debajo de cargas suspendidas. • No realizar movimientos bruscos y coordinar los movimientos cuando llevemos las cargas entre dos o más personas. • Colocar bases apropiadas que faciliten el izado, traslado y depósito de las cargas. • Tener prevista la ruta de transporte hasta el punto de destino de la carga, retirando los materiales que entorpezcan el paso. • Llevar calzado adecuado a la superficie de trabajo para evitar deslizamientos y caídas. • Prestar especial atención en suelos irregulares o lugares con escasa iluminación. • No cargar con más de 25 Kg. o solicitar ayuda de otras personas si el peso es mayor, se debe adoptar posturas forzadas durante el levantamiento o no se pueden utilizar ayudas mecánicas. • Agarrar adecuadamente la carga según forma y tamaño y elevarla flexionando las rodillas, y no la espalda. • Separar los pies para proporcionar una postura estable y equilibrada para el levantamiento, colocando un pie más adelantado que el otro en la dirección del movimiento.

Colocación de arquetas prefabricadas

Factores de riesgo/ Riesgos

Medidas preventivas

- No girar el tronco ni adoptar posturas forzadas, girar completamente el cuerpo.
- Si el levantamiento es desde el suelo hasta una altura importante, apoyar la carga a medio camino para poder cambiar el agarre, depositando primero la carga y después ajustarla si fuera necesario.
- Realizar los levantamientos de forma espaciada.
- No trasladar más de un bulto en cada maniobra y asegurar un agarre cómodo y seguro, según su forma y tamaño.
- Sujetar firmemente la carga empleando ambas manos y llevarla pegada al cuerpo.
- Llevar guantes de tipo anticorte para no cortarnos con aristas o rebabas de las cargas.

Protecciones individuales:

- Botas de seguridad antideslizantes e impermeabilizadas.
- Casco.
- Chaleco de alta visibilidad.
- Gafas o pantallas de protección.
- Guantes de protección: anticorte e impermeabilizados.
- Mascarillas de filtro mecánico.
- Protecciones auditivas.
- Ropa adecuada a cada estación que proteja todo el cuerpo.
- Traje y botas de agua.

Protecciones colectivas:

- Conos y cinta de balizamiento.
- Entibaciones.
- Equipos de iluminación.
- Señalización vial (señales y semáforos portátiles).
- Vallado y protecciones.

8.3. Delimitación, protección y señalización de las zonas de trabajo

Delimitación, protección y señalización de las zonas de trabajo

Factores de riesgo/ Riesgos	Medidas preventivas
<p>Riesgos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Atropello de trabajadores. • Caídas al mismo nivel durante el traslado de los materiales. • Sobreesfuerzos. • Golpes y cortes. • Caída de materiales sobre los trabajadores. 	<ul style="list-style-type: none"> • Llevar chalecos de alta visibilidad para facilitar la localización de los trabajadores mientras colocan las señales. • No perder de vista la aproximación de los vehículos, para hacernos visibles, mientras nos mantenemos fuera del arcén, lo más protegidos posible. • En presencia de tráfico y mientras coloca la señalización, proteger al trabajador con un vehículo con señalización luminosa. • Colocar la señalización de forma que vaya protegiendo al trabajador mientras la coloca, retirándola en sentido inverso para que la señalización que vaya quedando, nos siga protegiendo hasta el final del trabajo. • Tener previstos los lugares de colocación de la señalización y el recorrido que tenemos que hacer, retirando los materiales que entorpezcan el paso y buscando los recorridos más seguros. • Llevar calzado adecuado a la superficie de trabajo para evitar deslizamientos y caídas. • Prestar especial atención en suelos irregulares y en particular a las acequias y arcanes. • No cargar con más de 25 Kg. o solicitar ayuda de otras personas si el peso es mayor, se debe adoptar posturas forzadas durante el levantamiento o no se pueden utilizar ayudas mecánicas. • Agarrar adecuadamente la carga según forma y tamaño y elevarla flexionando las rodillas, y no la espalda. • Separar los pies para proporcionar una postura estable y equilibrada para el levantamiento, colocando un pie más adelantado que el otro en la dirección del movimiento. • No girar el tronco ni adoptar posturas forzadas, girar completamente el cuerpo. • Si el levantamiento es desde el suelo hasta una altura importante, apoyar la carga a medio camino para poder cambiar el agarre, depositando primero la carga y después ajustarla si fuera necesario. • Realizar los levantamientos de forma espaciada. • No trasladar más de un bulto en cada maniobra y asegurar un agarre cómodo y seguro, según su forma y tamaño. • Sujetar firmemente la carga empleando ambas manos y llevarla pegada al cuerpo. • Llevar guantes de tipo anticorte para no cortarnos con aristas o rebabas de las cargas. • No colocar vallas o señalización cerca de las zanjas, donde puede caer sobre otros trabajadores. • Dejar un espacio suficiente para que, en caso de desplome por viento o choque de un vehículo, no caiga sobre los trabajadores que estén en la excavación. • Colocar firmemente, con hormigón si es necesario, todas aquellas señales o protecciones que se encuentran junto a zanjas y que pueden caer sobre los trabajadores.

8.4 Excavación del terreno

Excavación del terreno	
Factores de riesgo/ Riesgos	Medidas preventivas
<p>Riesgos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Sepultamiento por derrumbe del terreno. • Interferencia con conducciones. • Golpes con partes móviles de la maquinaria. • Atropellos de la maquinaria. • Vuelco o caída de la maquinaria a la zanja. • Electrocutación por contacto con líneas eléctricas. • Exposición al ruido de la maquinaria. • Inhalación de polvo. • Caída dentro de la zanja. • Golpes por caída de materiales desprendidos. • Asfixia por disminución del oxígeno. • Intoxicación por acumulación de gases por descomposición o fuga. • Infecciones, tétanos, rabia o fiebre por presencia de agentes biológicos. • Explosión. 	<ul style="list-style-type: none"> • Antes de iniciarse su apertura, se deberá llevar a cabo un estudio previo del terreno con objeto de conocer su estabilidad y la posible existencia de conducciones. • Realizar la excavación respetando el talud natural, y en caso contrario, entibar la zanja. • Se evitará la acumulación del material excavado y equipos junto al borde de las zanjas y, en caso inevitable, se tomarán las precauciones que impidan el derrumbamiento de las paredes y la caída de dichos materiales. • Como norma general, se debería mantener una zona de unos 2 m. libre de cargas y de circulación de vehículos. • Prever sucesivas vías de escape de la zanja para facilitar la salida de la misma. • En caso de lluvias y encharcamientos de zanjas, es imprescindible la revisión minuciosa y detallada antes de reanudar los trabajos. Se efectuará el achique inmediato de las aguas que afloran o caigan en el interior de las zanjas para evitar que se altere la estabilidad de los taludes. • Las entibaciones han de ser revisadas al comenzar la jornada de trabajo; se extremarán estas prevenciones después de interrupciones de trabajo de más de un día o alteraciones atmosféricas como lluvias o heladas. • Localizar y señalar las conducciones que se encuentren en el terreno a excavar. • En presencia de conducciones, trabajar despacio y con medios que no rompan las tuberías o cableado. • Delimitar y proteger la zona de trabajos de la maquinaria. • No trabajar en el radio de acción de la maquinaria. • No comenzar los trabajos de la maquinaria si hay trabajadores en su radio de acción. • En el caso de que tengan que hacerse trabajos simultáneos cerca de la máquina, colocar una persona que domine toda la operación y que coordine los trabajos. • Antes de comenzar las maniobras, advertirlo mediante una señal acústica para permitir la evacuación de los trabajadores que estén en las inmediaciones de la maquinaria. • No trabajar en el radio de acción de la maquinaria. • No comenzar los trabajos de la maquinaria si hay trabajadores en su radio de acción. • Llevar chalecos de alta visibilidad para facilitar la visibilidad de los trabajadores. • Llevar dispositivos luminosos y acústicos que adviertan de la presencia de la maquinaria. • Las máquinas deberán estar equipadas con estructuras ROPS y FOPS para defender al conductor contra el aplastamiento en caso de vuelco y contra la caída de objetos. • El conductor utilizará cinturón de seguridad que le mantendrá fijo al asiento en caso de vuelco. • Las rampas para el movimiento de camiones o máquinas conservarán el talud natural que exija el terreno, que no será: <ul style="list-style-type: none"> • Superior al 12% en los tramos rectos. • Superior al 8% en los tramos curvos.

Excavación del terreno

Factores de riesgo/ Riesgos	Medidas preventivas
	<ul style="list-style-type: none"> • El ancho mínimo de la rampa será de 4'5 metros, ensanchándose en las curvas. • Se dispondrá de topes o barreras de seguridad para que sea imposible que los vehículos se acerquen al borde del vaciado o excavación. La distancia aproximada en función de la estabilidad del terreno será de: <ul style="list-style-type: none"> • 2 metros los ligeros. • 4 metros los pesados. • La maquinaria empleada mantendrá la distancia de seguridad respecto de las líneas de conducción eléctrica. • En ciertos casos es necesario adoptar precauciones especiales mediante: <ul style="list-style-type: none"> • El desvío de la línea. • Apantallamientos. • Pórtico limitación de altura. • Evitar en lo posible los trabajos junto a la maquinaria pesada. • Proporcionar protección auditiva a los trabajadores que deban estar cercanos a la maquinaria. • Evitar en lo posible los trabajos junto a la maquinaria de movimiento de tierras. • Proporcionar protección respiratoria mecánica a los trabajadores que deban estar cercanos a esta maquinaria. • Para disminuir su producción, utilizaremos sistemas húmedos de trabajo y/o aspiración localizada (que incorporan algunas máquinas cuyo trabajo es generador de polvo, como el caso de los carros perforadores). • Cuando la profundidad de una zanja sea igual o superior a los 2 m. se protegerán los bordes de coronación con una barandilla reglamentaria. • No saltar para atravesar las zanjas. Colocar pasarelas con barandillas. • Proporcionar vías de descenso y salidas de la zanja seguras mediante escaleras o rampas. • Se recomienda sobrepasar la entibación en una altura de 20 cm. sobre el borde de la zanja para que realice una función de rodapié y evite la caída de objetos y materiales a la zanja. • Llevar siempre casco cuando se trabaje dentro de la zanja. • No trabajar en el borde de la zanja cuando hay trabajadores debajo. • No deben instalarse en el interior de las zanjas máquinas accionadas por motores de explosión que generen gases como el monóxido de carbono, a no ser que se coloquen medios para su extracción. • Si se trabaja en pozos o galerías, comprobar que hay oxígeno suficiente mediante una medición previa. • En caso de que no lo haya, proporcionar equipos autónomos de respiración o aportarlo de forma forzada. • Si se trabaja en lugares cerrados o mal ventilados, no utilizar maquinaria con motor de explosión. • Si trabajamos en pozos o galerías, comprobar previamente, mediante medición, la presencia de gases resultantes de la descomposición o debidos a fugas en conducciones afectadas por los trabajos. • Si es así, proporcionar equipos de respiración autónomos. • Proporcionar botas y guantes impermeables que impidan el contacto directo con aguas residuales o desechos orgánicos y gafas que protejan de las salpicaduras. • Trabajar con ropa cerrada en cuello, puños y piernas para evitar el contacto directo de los agentes biológicos con la piel.

Excavación del terreno

Factores de riesgo/ Riesgos

Medidas preventivas

- Si se trabaja en lugares cerrados o mal ventilados, no utilizar maquinaria con motor de explosión.
- Si existe la certeza de riesgo de explosión, utilizar herramientas que no puedan producir chispa y equipos eléctricos con protección EX.

8.5. Montaje de andamios y plataformas de trabajo

Excavación del terreno	
Factores de riesgo/ Riesgos	Medidas preventivas
<p>Riesgos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Caída de altura durante el montaje. • Desplome de la estructura de trabajo. • Caída de trabajadores durante los trabajos. • Caída de objetos al cargar o circulando. • Caída de materiales. • Electrocutación por contacto con líneas eléctricas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Durante el montaje de andamios u otro medio auxiliar o de trabajo, se utilizará arnés de seguridad sujeto a un elemento resistente. Para subir a la plataforma de trabajo, colocar escaleras interiores seguras y protegidas perimetralmente. • Los andamios se construirán con materiales normalizados y queda expresamente prohibido el uso de tableros u otros elementos no resistentes, o la combinación de elementos de diferentes modelos. Se conocerá la resistencia de la estructura de trabajo y el peso de los materiales con los que se va a trabajar, para no exceder nunca el peso máximo recomendado por el fabricante. Los andamios se montarán sobre superficies resistentes y niveladas. Cuando haya más de dos alturas, el andamio estará arriostrado a un paramento resistente mediante elemento rígido y resistente. Si se compone de más de un cuerpo, se arriostrará también cada dos cuerpos horizontalmente. • El andamio estará arriostrado interiormente en todos sus lados y niveles. Cuando se trate de un andamio sobre ruedas, la altura de trabajo no superará en más de tres veces la anchura mínima del andamio. Cuando no exista iluminación suficiente y haya tránsito de vehículos cerca de la estructura, ésta se señalizará con material retrorreflectante o iluminación intermitente si es preciso, para advertir de su existencia. • La superficie de trabajo será de material antideslizante y siempre estará en plano horizontal. Toda la superficie de trabajo estará cuajada con plataformas de trabajo, y estará protegida perimetralmente por rodapiés y barandilla rígida intermedia y superior, impidiendo así la caída de personas o materiales. • La superficie mínima de trabajo será de 60 cm. No se montarán ni utilizarán otros medios auxiliares encima de la plataforma de trabajo. En el caso de plataformas sobre ruedas, se frenarán las cuatro ruedas antes de comenzar los trabajos y no se desplazarán las mismas cuando haya trabajadores subidos a ellas. Los accesos a la plataforma de trabajo serán mediante escaleras interiores seguras y protegidas perimetralmente. • Llevar protegida la cabina frente a caída de objetos o permanecer fuera de ella durante la carga. • Dirigir las maniobras de carga y descarga y colocar ésta según el tipo y peso para evitar posteriores vuelcos o desplazamientos. • Sujetar y cubrir la carga para evitar caídas o desplazamientos del material transportado. • La subida y bajada de materiales se realizará con medios mecánicos y con los útiles homologados y adecuados al peso, tamaño y forma de los materiales. El andamio contará con rodapiés de 15 cm para evitar la caída de materiales o herramientas. En el caso de que exista peligro de caída de materiales sobre otros trabajadores, se colocará red de seguridad que rodee la estructura y se facilitará un paso inferior protegido de la posible caída de materiales. No se acumularán materiales que sobresalgan de la estructura de trabajo, ni se desplazarán las plataformas cargadas de materiales. Se prohíbe el vertido de materiales o escombros directamente desde la plataforma de trabajo. • Mantener la distancia de seguridad con las líneas eléctricas, según la tensión de las mismas. • En el caso de tener que trabajar cerca de ellas, proceder a su desconexión o desvío.

8.6. Saneamiento del terreno con áridos u hormigón

Saneamiento del terreno con áridos u hormigón

Factores de riesgo/ Riesgos	Medidas preventivas
<p>Riesgos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Caída del vehículo. • Caída de la carga sobre trabajadores. • Caída de objetos al cargar o circulando. • Golpes con los cierres de la caja. • Vuelco o hundimiento del camión. • Choques con otros vehículos. • Atropellos. • Inhalación de polvo. • Irritación de mucosas y aparato respiratorio por contacto con cemento. • Dermatitis alérgica o de contacto. • Quemaduras por contacto con el hormigón 	<ul style="list-style-type: none"> • Subir y bajar del camión por los lugares indicados para ello, utilizando peldaños y asideros, tanto en la cabina como en la caja. Subir y bajar de frente al camión. Mantener los peldaños limpios y llevar calzado antideslizante. • No iniciar la maniobra de basculación si hay trabajadores en el lugar de la descarga. Antes de iniciar la basculación de la carga, cerciorarnos de que no hay nadie sobre el que pueda caer la carga o proyecciones de la misma. • Anunciar nuestra maniobra de basculación con una señal acústica. • Llevar protegida la cabina frente a caída de objetos o permanecer fuera de ella durante la carga. • Dirigir las maniobras de carga y descarga y colocar ésta según el tipo y peso para evitar posteriores vuelcos o desplazamientos. • Sujetar y cubrir la carga para evitar caídas o desplazamientos del material transportado. • Abrir la caja antes de bascular la carga y no permanecer junto a las cartolas durante la basculación. • Llevar guantes de protección durante las maniobras de apertura y cierre de las cartolas. • No meter la cabeza entre las cartolas y la caja para comprobar el vaciado completo de la misma. • Estabilizar e inmovilizar el camión antes de la basculación. • Asentar las ruedas sobre un terreno firme, en caso contrario, asegurarlo con tablonos o chapas metálicas. • Mantener una distancia mínima de 2 m. con zanjas o taludes y asegurarse de la estabilidad del terreno previamente. • Colocar topes cuando basculamos junto a taludes o zanjas. • No sobrepasar los límites de carga máxima y colocar la carga según sus características y peso para facilitar su deslizamiento y descarga. • Bascular con el camión parado, no realizar nunca esta maniobra en marcha. • Llevar cinturón de seguridad para evitar golpes en caso de vuelco. • Respetar las vías de circulación la velocidad y el resto de señalización vial y de seguridad de la obra. • No interferir en el radio de acción de otros vehículos o maquinaria. • Delimitar y proteger el radio de acción de cada máquina. • No trabajar si hay otras máquinas o vehículos en nuestro radio de acción. • En el caso de coincidir varios vehículos o máquinas, habrá un operario que controle y dirija las operaciones. • Respetar las vías de circulación, la velocidad y el resto de señalización vial y de seguridad de la obra. • No trabajar en el radio de acción de la maquinaria durante las maniobras de carga, desplazamiento y descarga. • Siempre que la máquina parada inicie un movimiento o arranque, lo anunciará con una señal acústica. • En las marchas atrás y cuando el conductor no tenga visibilidad estará auxiliado por otro operario en el exterior del vehículo, para evitar caídas a la excavación o atropellos. • Llevar chalecos de alta visibilidad para facilitar la visibilidad de los trabajadores. • Llevar dispositivos luminosos y acústicos que adviertan de la presencia y movimientos del camión. • Evitar en lo posible los trabajos junto a la maquinaria de movimiento de tierras.

Saneamiento del terreno con áridos u hormigón

Factores de riesgo/ Riesgos	Medidas preventivas
	<ul style="list-style-type: none"> • Proporcionar protección respiratoria mecánica a los trabajadores que deban estar cercanos a esta maquinaria. • Para disminuir su producción, utilizaremos sistemas húmedos de trabajo y/o aspiración localizada (que incorporan algunas máquinas cuyo trabajo es generador de polvo, como el caso de los carros perforadores). • Realizar los trabajos produciendo la menor cantidad de polvo posible, y en concreto, no tirar ni sacudir los sacos cuando realicemos la mezcla, pues aumentamos el nivel de polvo respirable en el ambiente. • En el caso de ser alérgico al cemento, retirar al trabajador del puesto de trabajo o proporcionarle mascarillas de filtro mecánico que eviten la inhalación del polvo de cemento. • Lavar bien las partes del cuerpo en contacto con el cemento antes de comer, beber o fumar. • No frotarse los labios y ojos mientras se está trabajando con el cemento. • Trabajar con ropa cerrada en cuello, puños y piernas para evitar el contacto continuado con la piel, y guardar separada la ropa de trabajo de la ropa de calle. • Trabajar con ropa cerrada en cuello, puños y piernas para evitar el contacto continuado con la piel, y guardar separada la ropa de trabajo de la ropa de calle. • Proporcionar botas y guantes impermeables que impidan el contacto directo con el cemento. • Trabajar con ropa cerrada en cuello, puños y piernas para evitar el contacto continuado con la piel. • Proporcionar botas y guantes impermeables que impidan el contacto directo con el cemento, sobre todo una vez que se ha mezclado con agua, pues es en ese momento cuando resulta más dañino. • Proporcionar también gafas para evitar salpicaduras en los ojos.

8.7. Impermeabilización de elementos prefabricados (muros, estructuras enterradas, soleras, etc.)

Impermeabilización de elementos prefabricados (muros, estructuras enterradas, soleras, etc.)

Factores de riesgo/ Riesgos	Medidas preventivas
<p>Riesgos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Caídas de altura. • Golpes por caída de materiales desprendidos. • Sepultamiento por desprendimientos o deslizamientos de terreno. • Desplome de la estructura de trabajo. • Exposición al ruido en trabajos junto a maquinaria. • Quemaduras con el soldador de láminas. • Inhalación de polvo. • Inhalación de gases. 	<ul style="list-style-type: none"> • Colocar barandillas de protección sujetas a los elementos prefabricados. Si no es posible colocar este tipo de protecciones, colocar una línea de vida y sujetarse a ella mediante arnés de seguridad. La subida a los prefabricados o la bajada a las zanjas se hará mediante escaleras o rampas. Las estructuras de trabajo tendrán acceso interior seguro y barandillas perimetrales de protección. En el caso de utilizar maquinaria elevadora, garantizar un apoyo horizontal y estable de la misma, trabajar sujeto con arnés de seguridad, No sobrecargarla y no utilizarla cuando haya viento fuerte. Para los desplazamientos, descender la plataforma y prestar especial atención a los baches o blandones que puedan causar su desplome. • En el caso de lugares elevados, se asegurará la estabilidad de los materiales y nunca se permitirá trabajar debajo de los lugares donde se esté impermeabilizando. En el caso de impermeabilización de muros, no se realizarán simultáneamente trabajos en el borde de la zanja y se llevará siempre casco. • La subida y bajada de materiales se realizará con medios mecánicos y con los útiles homologados y adecuados al peso, tamaño y forma de los materiales. No se acumularán los materiales de la excavación o de trabajo cerca del borde del talud. • En el caso de zanjas o impermeabilización de muros, hacer el talud natural que corresponda al terreno. • Proteger los posibles desprendimientos en zonas blandas con entibaciones, redes u otros medios de contención. • Colocar escaleras o rampas que permitan la subida y bajada, así como la evacuación rápida y segura en caso de desprendimientos. Llevar casco de seguridad para evitar los golpes con materiales desprendidos. • En el caso de montar estructuras para impermeabilizar muros o estructuras grandes como falsos túneles, colocar las bases de la estructura de trabajo dentro de la zona hormigonada o garantizar la estabilidad y nivelación del terreno donde se apoye la misma. Arristrar la estructura al prefabricado, cada dos alturas y cada dos cuerpos en horizontal, dotándola de accesos interiores seguros y barandillas de protección. En el caso de no poder colocar una estructura de trabajo, colocar líneas de vida y trabajar sujeto a ellas con arnés de seguridad. En el caso de utilizar maquinaria elevadora, garantizar un apoyo horizontal y estable de la misma, trabajar sujeto con arnés de seguridad, No sobrecargarla y no utilizarla cuando haya viento fuerte. Para los desplazamientos, descender la plataforma y prestar especial atención a los baches o blandones que puedan causar su desplome. • Evitar los trabajos junto a la maquinaria. • Llevar tapones y otra protección equivalente para utilizarla en esas ocasiones. • Llevar protección en manos, brazos y piernas para evitar las quemaduras por llama o contacto directo con la parte caliente del soldador. • Apagar el soldador cuando no se vaya a usar y dejarlo en un lugar donde no pueda quemar a personas o materiales mientras se mantenga caliente. • Llevar mascarillas de filtro mecánico para las ocasiones en que haya polvo en suspensión. • No aportar demasiado calor a las láminas de tela asfáltica, pues los gases producidos en la combustión son altamente tóxicos. • En espacios reducidos, garantizar la extracción de los gases y la renovación constante de aire.

8.8. Colocación de tubería de drenaje

Colocación de tubería de drenaje	
Factores de riesgo/ Riesgos	Medidas preventivas
<p>Riesgos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Caída de altura. • Caída de la carga. • Golpes con la pluma, ganchos o carga. • Golpes, cortes y pinchazos con los elementos auxiliares. • Electrocuación por contacto con líneas eléctricas. • Vuelco o hundimiento del camión. • Choques con otros vehículos. • Atropellos. • Golpes y cortes con herramientas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Subir y bajar del camión y plataforma por los lugares indicados para ello, utilizando peldaños y asideros, y subir y bajar de frente al camión. Mantener los peldaños limpios y llevar calzado antideslizante. • Comprobar el buen funcionamiento de los mandos de accionamiento y limitadores de carga. Utilizar accesorios de elevación adecuados al peso y a la carga y asegurarse de su buen estado. No sobrepasar la capacidad de carga de la pluma ni de los accesorios de elevación. Asegurar la carga y comprobar los elementos de sujeción: ganchos, cierres de seguridad, eslingas, grilletes, etc. Elevar la carga despacio y evitando giros y balanceos. No abandonar el puesto ni los mandos cuando la carga está suspendida. Cuando el viento supera los 60 km/h no realizar estos trabajos. • Nadie debe estar en el radio de acción de la pluma o bajo la carga mientras ésta se mueve. Durante toda la maniobra el gruista debe controlar visualmente la carga. En el caso de no ser posible, un encargado o señalista le dará órdenes por medio de señales que deben ser conocidas perfectamente de antemano. Impedir la aproximación de trabajadores al camión grúa. Guiar el movimiento de la carga con cabos si fuera necesario. • Tener todos los elementos auxiliares (eslingas, cadenas, aprietos, etc. en perfecto estado y retirarlos cuando presenten desperfectos. Recogerlos y almacenarlos después de cada uso. Llevar guantes de protección en su manejo. • La maquinaria empleada mantendrá la distancia de seguridad respecto de las líneas de conducción eléctrica. • En ciertos casos es necesario adoptar precauciones especiales mediante: <ul style="list-style-type: none"> • El desvío de la línea. • Apantallamientos. • Pórtico limitación de altura. • El camión se estabilizará, nivelará e inmovilizará con los gatos estabilizadores. Asentar éstos sobre un terreno firme, en caso contrario, asegurarlo con tablonos o chapas metálicas. Hacer estas operaciones antes de cualquier trabajo con las cargas. Mantener una distancia mínima de 2 m. con zanjas o taludes y asegurarse de la estabilidad del terreno previamente. Cuando la maniobra requiera el desplazamiento de la grúa con la carga suspendida, mantener la carga lo más baja posible, estar muy atento a las condiciones del recorrido (baches, zanjas, líneas eléctricas, etc.) y moverse con velocidades lentas. No circular con la pluma desplegada. No levantar la carga en oblicuo y asegurarse previamente de que no está sujeta a ningún lado. No sobrepasar los límites de carga de la pluma. • Respetar las vías de circulación, la velocidad y el resto de señalización vial y de seguridad de la obra. • No interferir en el radio de acción de otros vehículos o maquinaria. Delimitar y proteger el radio de acción de cada máquina. • No trabajar si hay otras máquinas o vehículos en nuestro radio de acción. En el caso de coincidir varios vehículos o máquinas, habrá un operario que controle y dirija las operaciones. • Respetar las vías de circulación, la velocidad y el resto de señalización vial y de seguridad de la obra. • No trabajar en el radio de acción de la maquinaria durante las maniobras de carga, desplazamiento y descarga. No comenzar los desplazamientos de la carga si hay trabajadores en su radio de acción. • Siempre que la máquina parada inicie un movimiento o arranque, lo anunciará con una señal acústica.

Colocación de tubería de drenaje

Factores de riesgo/ Riesgos

Medidas preventivas

- En las marchas atrás y cuando el conductor no tenga visibilidad estará auxiliado por otro operario en el exterior del vehículo, para evitar caídas a la excavación o atropellos. Llevar chalecos de alta visibilidad para facilitar la visibilidad de los trabajadores. Llevar dispositivos luminosos y acústicos que adviertan de la presencia y movimientos del camión.
- Tener las herramientas en perfecto estado y utilizar la herramienta adecuada a cada trabajo.
- Llevar guantes de protección anticorte.

8.9. Relleno de la excavación

Relleno de la excavación	
Factores de riesgo/ Riesgos	Medidas preventivas
<p>Riesgos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Caída del vehículo. • Caída de la carga sobre trabajadores. • Caída de objetos al cargar o circulando. • Golpes con los cierres de la caja. • Vuelco o hundimiento del camión. • Choques con otros vehículos. • Atropellos. • Irritación de mucosas y aparato respiratorio por contacto con cemento. • Dermatitis alérgica o de contacto. • Quemaduras por contacto con el hormigón. 	<ul style="list-style-type: none"> • Subir y bajar del camión por los lugares indicados para ello, utilizando peldaños y asideros, tanto en la cabina como en la caja. Subir y bajar de frente al camión. Mantener los peldaños limpios y llevar calzado antideslizante. • No iniciar la maniobra de basculación si hay trabajadores en el lugar de la descarga. Antes de iniciar la basculación de la carga, cerciorarnos de que no hay nadie sobre el que pueda caer la carga o proyecciones de la misma. Anunciar nuestra maniobra de basculación con una señal acústica. • Llevar protegida la cabina frente a caída de objetos o permanecer fuera de ella durante la carga. • Dirigir las maniobras de carga y descarga y colocar ésta según el tipo y peso para evitar posteriores vuelcos o desplazamientos. Sujetar y cubrir la carga para evitar caídas o desplazamientos del material transportado. • Abrir la caja antes de bascular la carga y no permanecer junto a las cartolas durante la basculación. • Llevar guantes de protección durante las maniobras de apertura y cierre de las cartolas. No meter la cabeza entre las cartolas y la caja para comprobar el vaciado completo de la misma. • Estabilizar e inmovilizar el camión antes de la basculación. Asentar las ruedas sobre un terreno firme, en caso contrario, asegurarlo con tablonos o chapas metálicas. Mantener una distancia mínima de 2 m con zanjas o taludes y asegurarse de la estabilidad del terreno previamente. Colocar topes cuando basculamos junto a taludes o zanjas. No sobrepasar los límites de carga máxima y colocar la carga según sus características y peso para facilitar su deslizamiento y descarga. • Bascular con el camión parado, no realizar nunca esta maniobra en marcha. Llevar cinturón de seguridad para evitar golpes en caso de vuelco. • Respetar las vías de circulación, la velocidad y el resto de señalización vial y de seguridad de la obra. • No interferir en el radio de acción de otros vehículos o maquinaria. Delimitar y proteger el radio de acción de cada máquina. No trabajar si hay otras máquinas o vehículos en nuestro radio de acción. • En el caso de coincidir varios vehículos o máquinas, habrá un operario que controle y dirija las operaciones. • Respetar las vías de circulación, la velocidad y el resto de señalización vial y de seguridad de la obra. • No trabajar en el radio de acción de la maquinaria durante las maniobras de carga, desplazamiento y descarga. Siempre que la máquina parada inicie un movimiento o arranque, lo anunciará con una señal acústica. En las marchas atrás y cuando el conductor no tenga visibilidad estará auxiliado por otro operario en el exterior del vehículo, para evitar caídas a la excavación o atropellos. Llevar chalecos de alta visibilidad para facilitar la visibilidad de los trabajadores. Llevar dispositivos luminosos y acústicos que adviertan de la presencia y movimientos del camión. • Realizar los trabajos produciendo la menor cantidad de polvo posible y, en concreto, no tirar ni sacudir los sacos cuando realicemos la mezcla, pues aumentamos el nivel de polvo respirable en el ambiente. En el caso de ser alérgico al cemento, retirar al trabajador del puesto de trabajo o proporcionarle mascarillas de filtro mecánico que eviten la inhalación del polvo de cemento. Lavar bien las partes del cuerpo en contacto con el cemento antes de comer, beber o fumar. No frotarse los labios y ojos mientras se está trabajando con el cemento. Trabajar con ropa cerrada en cuello, puños y piernas para evitar el contacto continuado con la piel, y guardar separada la ropa de trabajo de la ropa de calle. • Trabajar con ropa cerrada en cuello, puños y piernas para evitar el contacto continuado con la piel, y guardar separada la ropa de trabajo de la ropa de calle. Proporcionar botas y guantes impermeables que impidan el contacto directo con el cemento. • Trabajar con ropa cerrada en cuello, puños y piernas para evitar el contacto continuado con la piel.

Relleno de la excavación

Factores de riesgo/ Riesgos

Medidas preventivas

- Proporcionar botas y guantes impermeables que impidan el contacto directo con el cemento, sobre todo una vez que se ha mezclado con agua, pues es en ese momento cuando resulta más dañino. Y gafas para evitar salpicaduras en los ojos.

8.10. Compactación del terreno

Compactación del terreno	
Factores de riesgo/ Riesgos	Medidas preventivas
<p>Riesgos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Caída de altura. • Vuelco del compactador. • Transmisión de vibraciones de la máquina. • Atropellos y golpes con vehículos. • Polvo ambiental. • Ruido.. 	<ul style="list-style-type: none"> • Subir y bajar de frente a la máquina por los lugares indicados para ello, utilizando peldaños y asideros. • Subir al rodillo sólo cuando esté parado. • Sujetarse o proteger con barandillas las partes altas de la máquina donde haya que acceder para realizar operaciones habitualmente. • Mantener la máquina limpia de restos de aceites, lubricantes, etc., y llevar calzado antideslizante. • No transportar personas en la máquina si no hay un lugar destinado para ello. • Examinar el terreno antes de comenzar los trabajos para evitar grietas o pozos que pudieran causar hundimientos o vuelco. • Llevar cabina ROPS para evitar aplastamiento en caso de vuelco. • Llevar cinturón de seguridad para evitar golpes en caso de vuelco. • Conducir lentamente en curvas cerradas y adaptar la velocidad al tipo de trabajo y estado del terreno. • No trabajar junto a los taludes o zanjas. Hacerse indicar por otros en estos trabajos y asegurar la resistencia de taludes o zanjas si se ha de trabajar cerca de ellas. • Mantener la cabina y el rodillo lo más cercano al eje longitudinal para evitar vuelcos, especialmente en terrenos con inclinación. • Al trabajar junto a bordes, las 2/3 partes del rodillo deben estar sobre superficie ya compactada. • Asegurarse de que no hay obstáculos en el terreno a compactar y llevar siempre el rodillo limpio. • No conducir transversalmente en pendientes. Subir y bajar en el sentido de la pendiente. • No trabajar sobre suelos con desniveles mayores del 36% o planos inclinados de más de 20°. • Tener un asiento con suspensión que absorba las vibraciones y movimientos bruscos de la máquina. • Ir bien sujeto al asiento y llevar faja para sujeción lumbar. • En caso de terrenos irregulares, adoptar una velocidad baja para disminuir las vibraciones. • Llevar siempre limpio el rodillo. • Avisar de nuestro arranque y movimiento. Asegurarse antes de que no hay nadie delante del rodillo, en el eje de giro o detrás de la máquina. • Llevar dispositivos de seguridad, retrovisores, luces y señales acústicas de marcha atrás en perfecto estado y utilizarlas para avisar de nuestra presencia y maniobras con antelación. • Cuidado en las maniobras de rotación por la pérdida de visibilidad que supone. • Llevar siempre limpios los cristales y los retrovisores y, si es necesario, coloquemos medios técnicos que nos permitan aumentar la visibilidad. • Mantener la distancia con la extendidora u otros compactadores para evitar choques. • Hasta que el aceite hidráulico se calienta, la distancia de frenado es mayor. • Trabajar con la cabina cerrada y climatizada, manteniendo siempre los cristales y juntas en perfecto estado. • Si no hay cabina y estamos en ambiente pulvígeno, regaremos la superficie de trabajo y utilizaremos mascarillas de protección mecánica. • Trabajar con la cabina cerrada y, si no existe cabina, utilizaremos protectores auditivos.

9. Geotextiles como elemento de separación y filtro

Son objeto de este artículo las aplicaciones de geotextiles, materiales definidos en el artículo 290, “Geotextiles” de este Pliego, utilizados en obras de carretera con las funciones siguientes:

- a) Función separadora entre capas de diferente granulometría.
- b) Función de filtro en sistemas de drenaje.

MATERIALES

Se estará, en todo caso, a lo dispuesto en la legislación vigente en materia medioambiental, de seguridad y salud, y de almacenamiento y transporte de productos de construcción.

El proyectista, o en su defecto el Director de las Obras, fijará las especificaciones adicionales a las indicadas en este artículo que deben cumplir los geotextiles que se utilicen en cada unidad de obra.

Los geotextiles estarán sometidos, en todo caso, a las prescripciones indicadas en el artículo 290, Geotextiles” de este Pliego, además por supuesto, de las indicadas en este artículo.

Lo dispuesto en este artículo se entenderá sin perjuicio de lo establecido en el Real Decreto 1630/1992 (modificado por el R.D. 1328/1995), por el que se dictan disposiciones para la libre circulación de productos de construcción, en aplicación de la Directiva 89/106 CEE. En particular, en lo referente a los procedimientos especiales de reconocimiento, se estará a lo establecido en el artículo 9 del mencionado Real Decreto.

Geotextiles

Proceso constructivo

Colocación como capa separadora: El geotextil se extenderá sobre la capa inferior, empleando los medios auxiliares que autorice el Director de las Obras.

- La continuidad entre las láminas del geotextil se logrará mediante las uniones adecuadas, que podrán realizarse mediante solapes no menores de cincuenta centímetros (50 cm) o juntas cosidas, soldadas o grapadas. El tipo de unión será el indicado en el Proyecto o, en su defecto, por el Director de las Obras.
- El extendido de la capa superior se realizará de tal forma que los equipos de extensión y compactación no circulen en ningún momento sobre la superficie del geotextil. Salvo especificación en contra del Proyecto o del
- Director de las Obras, el espesor de la primera capa o tongada que se coloque sobre el geotextil será de al menos cuarenta centímetros (40 cm), y el tamaño máximo del árido a emplear en esta tongada no será superior a doscientos milímetros (200 mm).
- El sentido de avance de la maquinaria de extensión de la capa superior se realizará de tal forma que no afecte al solape de las capas de geotextil.

Colocación como filtro en sistema de drenaje: La colocación del geotextil se realizará empleando preferiblemente medios mecánicos a las técnicas manuales.

- La continuidad entre las láminas del geotextil se logrará mediante las uniones adecuadas, que podrán realizarse mediante solapes no menores de cincuenta centímetros (50 cm) o juntas cosidas, soldadas o grapadas. El tipo de unión será el indicado en el Proyecto o, en su defecto, por el Director de las Obras.
- El vertido de los materiales granulares, así como la colocación de las tuberías colectoras, deberán realizarse sin dañar el geotextil.
- Para los filtros, en ningún caso se utilizarán materiales sucios, con grasa, barro, etc.
- Se prestará especial atención a la puesta en obra de material filtro en zanjas profundas.

- No se permitirá la colocación del geotextil, ni el extendido de la capa superior, cuando tengan lugar precipitaciones, ni cuando la temperatura ambiente sea inferior a dos grados Celsius (2 °C).
- La superficie sobre la que se extiende el geotextil estará limpia y libre de elementos cortantes o punzantes.

10. Equipos de protección individual

Los trabajadores de esta actividad, deben estar provistos de equipos de protección individual acordes a los riesgos generales de la misma, a los específicos de las tareas y a los que puedan generarse ante situaciones no planificadas. Orientativamente se identifican en la siguiente tabla:

Relación orientativa de equipos de protección individual a utilizar			
Riesgo / factor de riesgo	Actividad / tarea	Equipos de protección individual más usuales	
		Uso general	Uso específico
Caídas a distinto nivel.	Manipulación instalaciones eléctricas en altura.		Equipo anticaída (arnés, fijaciones, eslinga, conectores, etc.).
Caída de objetos y golpes en cabeza.	General.	Casco.	
Atropellos.	General.	Chaleco reflectante.	
Golpes, atrapamientos y punzonamientos o cortes.	General.	Guantes contra riesgos mecánicos, botas/zapatos de seguridad con puntera y plantilla de acero.	
Proyección de partículas.	Operadores herramientas manuales.		Gafas antiproyecciones.
Presencia de agua.	General.		Botas impermeables con puntera y plantilla de seguridad, ropa impermeable.
Polvo.	General.		Mascarilla antipolvo FFP, gafas antipolvo.
Ruido.	General.		Protector auditivo.
Estrés térmico por frío o calor / quemaduras o enfermedades en la piel por radiación solar.	Realización de trabajos a la intemperie.	Ropa de protección contra bajas temperaturas. Calzado de protección contra el frío. Crema de protección.	
Exposición a agentes biológicos y químicos.	Trabajos con terrenos contaminados.		Protección corporal y respiratoria frente a agentes químicos / biológicos / tóxicos / corrosivos.
Contactos eléctricos.	Manipulación instalaciones eléctricas.		Casco dieléctrico, guantes dieléctricos.

NOTA: aunque la ropa de trabajo no es considerada un equipo de protección individual, es esencial señalar la importancia de utilizar ropa de trabajo adecuada (camisetas con manga y pantalón largo) durante la ejecución de los trabajos en una obra de construcción.

11. Formación e información

1. Los trabajadores de esta actividad, incluidos los operadores de máquinas, deben acreditar una capacitación adecuada a los trabajos que desarrollen y un nivel de formación en prevención de riesgos laborales adecuado a la normativa vigente y a su puesto de trabajo.
2. Si las actividades a desarrollar presentasen sistemas de trabajo o técnicas especiales, no habituales, se ha de asegurar la transmisión de la información pertinente sobre las mismas, así como de los riesgos laborales que ocasionan, a los trabajadores afectados.