

Equipos de pantalladoras

Material elaborado por AETESS

Equipos de pantalladoras

ÍNDICE

| | |
|--|-----|
| MÓDULO 1: manejo | 5 |
|  Introducción | 7 |
|  Objetivos | 9 |
| UD 1 Descripción, montaje y características de la excavadora | 11 |
| UD 2 Condiciones de trabajo pilotadoras | 23 |
| MÓDULO 2: mantenimiento | 65 |
|  Introducción | 67 |
|  Objetivos | 69 |
| UD 3 Mantenimiento y conservación | 71 |
| UD 4 Trabajos de mantenimiento del operador | 81 |
| UD 5 Inspecciones y verificaciones | 97 |
| UD 6 Normativa de seguridad técnica | 109 |

| | |
|--|-----|
| MÓDULO 3: seguridad | 117 |
|  Introducción | 119 |
|  Objetivos | 121 |
| UD 7 Conceptos generales de la prevención de riesgos laborales | 123 |
| UD 8 Muros pantalla. Riesgos y medidas preventivas en la ejecución de los trabajos | 137 |
| Índice de figuras | 173 |

MÓDULO 1: manejo



INTRODUCCIÓN

Durante el desarrollo de este módulo el alumno conocerá la utilidad de la máquina excavadora y podrá distinguir sus diferentes componentes, el montaje y desmontaje de los mismos y las aplicaciones de la máquina excavadora de cables; se le prevendrá de toda utilización incorrecta y de los condicionantes que debe tener en cuenta en el desarrollo de su trabajo con el equipo.



OBJETIVOS

Al finalizar el curso, el alumno será capaz de:

- Presentar al alumno la descripción de una excavadora de cables y sus funciones principales en la ejecución de cimentaciones profundas.
- Conocer los condicionantes que debe tener en cuenta el alumno a la hora de desarrollar su trabajo con el equipo.

UD1

ÍNDICE

| | | | |
|-----|---|--|----|
| |  | Objetivos | 12 |
| 1.1 |  | Introducción | 13 |
| 1.2 | | Introducción a la técnica constructiva | 14 |
| 1.3 | | Vista global de la máquina | 17 |
| 1.4 | | Montaje de la máquina | 18 |
| |  | Resumen | 19 |
| |  | Terminología | 21 |



OBJETIVOS

Al finalizar esta Unidad Didáctica, el alumno será capaz de:

- Presentar al alumno la descripción de una excavadora de cables y sus funciones principales en la ejecución de cimentaciones profundas.
- Conocer los condicionantes que debe tener en cuenta el alumno a la hora de desarrollar su trabajo con el equipo.
- Introducir en el uso tanto debido como indebido de la máquina.

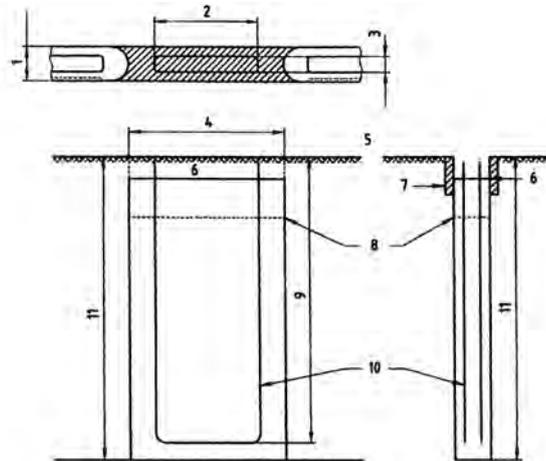


1.1 INTRODUCCIÓN

Al finalizar esta Unidad Didáctica, el alumno conocerá la utilidad de la máquina excavadora y podrá distinguir sus diferentes componentes, el montaje y desmontaje de los mismos y las aplicaciones de la máquina excavadora de cables; se le prevendrá de toda utilización incorrecta o no apropiada.

1.2 INTRODUCCIÓN A LA TÉCNICA CONSTRUCTIVA

Las pantallas continuas de hormigón armado se definen como un tipo de estructura de contención de tierras utilizada habitualmente en construcciones de ingeniería civil. Estos muros son construidos mediante la excavación en el terreno de zanjas profundas en las que se introduce primero la armadura de acero y a continuación el hormigón para obtener una estructura geoméricamente continua; se emplean lodos bentoníticos como protección de la excavación en caso necesario.



- | | |
|---------------------------------------|-------------------------------------|
| 1. Ancho de la pantalla | 7. Murete guía. |
| 2. Longitud de la jaula de armaduras | 8. Nivel de descabezado. |
| 3. Anchura de la jaula de armaduras | 9. Altura de la jaula de armaduras. |
| 4. Longitud del panel. | 10. Caja de armaduras. |
| 5. Nivel de la plataforma de trabajo, | 11. Profundidad de la excavación. |
| 6. Nivel de llenado de hormigón. | |

Figura 1. Esquema general de un muro pantalla

Las fases para la construcción de una pantalla continua de hormigón son:

- Construcción de los muretes guía.
- Excavación de zanjas, con empleo eventual de lodos bentoníticos.
- Colocación de encofrados de juntas entre paneles.
- Colocación de la armadura.
- Hormigonado.
- Extracción de juntas.

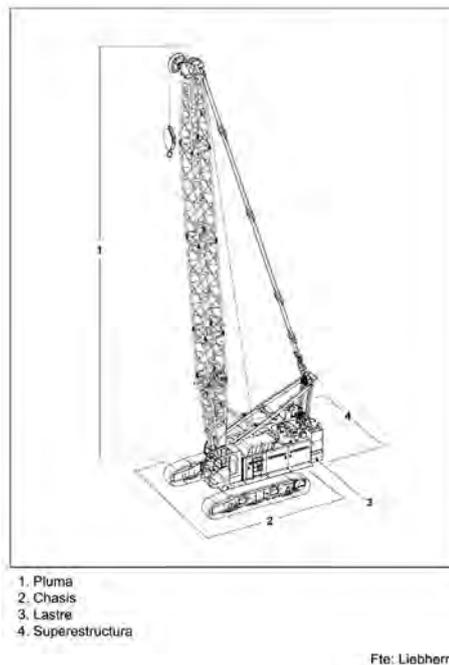


Figura 2. Esquema del hormigonado de paneles in situ

1.2.1 Utilización debida del equipo

Esta excavadora de cables es una máquina apropiada para varias posibilidades de aplicación en el campo de la construcción subterránea o de construcciones especiales subterráneas. Junto con el equipo de elementos elevadores, la máquina puede utilizarse igualmente como un medio para elevar.

Su variedad de opciones permite aplicaciones especiales, como:

- Cuchara **dragalina**.
- Cuchara para trasbordo.
- Consolidación dinámica del suelo.
- Morsa hidráulica.
- Trépano y mando de **trépano**.
- Cuchara perforadora.
- Cuchara al cable para pantalla (mecánica/hidráulicamente) con mando de descenso.
- Vibrador de profundidades con **lanza vibradora**.
- Columna de **martinete** colgante/columna de martinete rotatorio con vibrador o martillo.
- Demolición con bola de caída, cuchara valva y mordientes para hormigón.
- Como máquina de elevación.
- Aplicación de grúa con equipo especial de grúa.

1.2.2 Clasificación de la máquina

La excavadora de cables es una máquina concebida para aplicaciones pesadas y dimensionada, respectivamente. La construcción en acero está calculada según la norma **DIN 15018**, parte 1.

La máquina se clasifica según la norma DIN 15018, parte 1, por el tipo de aplicación como:

- Aplicación como excavadora.
- Aplicación como máquina elevadora con equipo de excavadora.
- Aplicación como grúa.

1.2.3 Utilización según los reglamentos

En principio, la excavadora de cables puede utilizarse sólo para las aplicaciones de trabajo indicadas y descritas en el manual de instrucciones.

La utilización de la excavadora de cables está conforme a los reglamentos:

- Por observar las normas de seguridad nacionales en vigor.
- Por observar todas las indicaciones de seguridad del manual de instrucciones.
- En caso de que todas las normas de seguridad necesarias estén presentes y en capacidad de funcionamiento.
- En caso de que los valores límite no se hayan sobrepasado.

Igualmente, para estar conforme a los reglamentos, se incluye la ejecución debida y a tiempo de todos los trabajos de inspección y de mantenimiento realizada por un personal autorizado.

Aplicaciones especiales de trabajo:

- Se debe consultar previamente con el fabricante.
- Se deben ejecutar sólo con el acuerdo escrito del fabricante.

Cualquier otra utilización de la excavadora de cables fuera de lo prescrito no está permitida por no estar conforme a los reglamentos (excepto si tiene el acuerdo escrito del fabricante).

Todo daño que provenga como consecuencia de lo anterior es sólo responsabilidad del operario.

1.2.4 Utilización no conforme a los reglamentos

Una utilización no conforme a lo prescrito puede:

- Provocar peligro de muerte.
- Causar graves daños en la excavadora de cables y como consecuencia daños materiales.
- Hacerle perder la garantía.

1.3 VISTA GLOBAL DE LA MÁQUINA

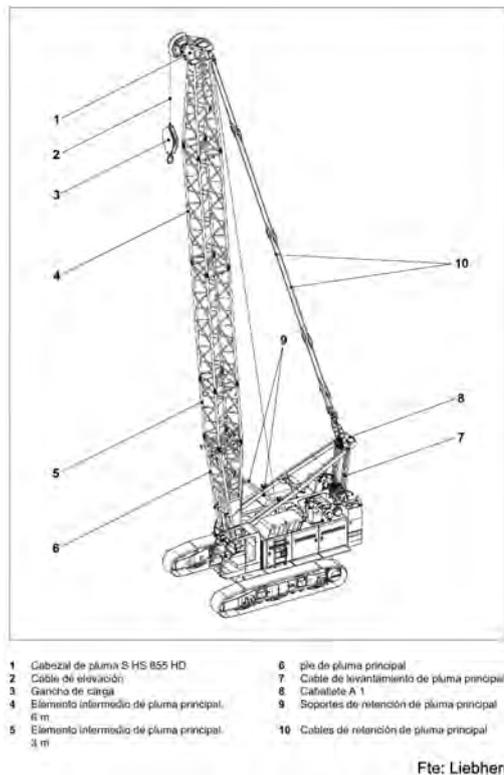


Figura 3. Grúa sobre cadenas Liebherr HS 875 HD Litronic. Fuente: Página web de Liebherr

1.4 MONTAJE DE LA MÁQUINA

El procedimiento general de montaje de la máquina excavadora de cables es el siguiente:

- Extensión de las orugas del ancho de vía de transporte al ancho de trabajo.
- Colocación del contrapeso.
- Ensamble de los tramos de pluma y sus tirantes a la máquina.
- Paso de los dos cables de la máquina por las poleas de cabeza de pluma.
- Enganche de los dos cables de la máquina a la cuchara excavadora.

Recuerda



El operador de la máquina excavadora debe conocer tanto la utilidad como el funcionamiento y tipo de trabajos que se van a realizar con la máquina teniendo en cuenta los reglamentos que los rigen.

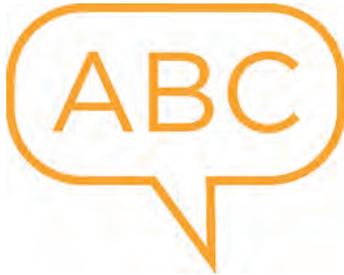
Debe reconocer las distintas partes de la máquina y la función de cada una en el trabajo de la máquina.



RESUMEN

- Las fases para la construcción de una pantalla continua de hormigón son:
 - Construcción de los muretes guía.
 - Excavación de zanjas, con empleo eventual de lodos bentoníticos.
 - Colocación de encofrados de juntas entre paneles.
 - Colocación de la armadura.
 - Hormigonado.
 - Extracción de juntas.
- El operador de la máquina excavadora debe conocer tanto la utilidad como el funcionamiento y tipo de trabajos que se van a realizar con la máquina teniendo en cuenta los reglamentos que los rigen.
- Debe reconocer las distintas partes de la máquina y la función de cada una en el trabajo de la máquina.
- El procedimiento general de montaje de la máquina excavadora de cables es el siguiente:
 - Extensión de las orugas del ancho de vía de transporte al ancho de trabajo.
 - Colocación del contrapeso.

- Ensamble de los tramos de pluma y sus tirantes a la máquina.
- Paso de los dos cables de la máquina por las poleas de cabeza de pluma.
- Enganche de los dos cables de la máquina a la cuchara excavadora.



TERMINOLOGÍA

DIN 15018:

DIN es el acrónimo de Deutsches Institut für Normung (Instituto Alemán de Normalización). Este organismo edita las normas DIN; la DIN 15018 es la norma que trata de "Grúas, estructuras de acero, principios de diseño y construcción".

Dragalina:

Herramienta que, enganchada a los cables de la máquina, se utiliza generalmente para la limpieza de fondos marinos y de ríos aprovechando la fuerza de los cabestrantes.

Lodo bentonítico:

Mezcla de bentonita con agua. La bentonita es un tipo de arcilla con un límite líquido muy alto, lo que implica que aunque se le añada mucha agua la mezcla no pierde nunca la estabilidad o la consistencia. Durante la excavación, la zanja se va llenando de lodo; éste, al estar en movimiento, tiene poca consistencia y se comporta como un fluido; sin embargo, cuando se deja de remover, la viscosidad de los lodos bentoníticos aumenta y adquiere la resistencia necesaria para evitar que las paredes de la excavación se caigan.

Martinete:

Herramienta consistente en un martillo o mazo movido mecánicamente que se levanta a través de un cabestrante o hidráulicamente dejándole caer en caída libre sobre el elemento que se va a hincar.

Morsa hidráulica:

Herramienta para introducir o extraer elementos en el terreno hidráulicamente a la vez que se giran mediante abrazaderas hidráulicas.

Murete guía:

Muro que se realiza a ambos lados de la zanja, donde se construirá la pantalla. Suelen tener entre 70 y 100 cm de altura y entre 30 y 50 cm de espesor.

Las funciones del murete guía son:

- Guiar el útil de excavación (cuchara al cable o equipo hidráulico).
- Evitar la caída de terreno de la zona superior de la zanja por efecto del golpe del elemento excavador y por ser una zona "descomprimida".
- Facilitar que el lodo bentonítico se mantenga aproximadamente al nivel de la superficie de trabajo haciendo que la presión del lodo sea superior que la del posible nivel freático y permitiendo, con ello, que el lodo actúe correctamente sobre las paredes de la zanja (una vez excavada).
- Servir de soporte a la armadura: la armadura de los paneles se colgará del murete guía.

Nivel freático:

Profundidad en la que se encuentran las aguas subterráneas. Se define como el lugar geométrico de los puntos de agua que tienen una presión igual a la presión atmosférica.

Trépano:

Herramienta pesada con el extremo inferior afilado que se engancha al cable de la máquina y se utiliza para romper terrenos duros aprovechando el dispositivo de caída libre de los cabestrantes.

Vibrador de profundidades:

Herramienta hidráulica que se cuelga de la máquina para hincar o extraer del terreno todo tipo de elementos o pilotes gracias a su mecanismo de vibración.

UD2

ÍNDICE

| | | |
|------|--|----|
| |  Objetivos | 24 |
| 2.1 |  Introducción | 25 |
| 2.2 | Utilización conforme | 26 |
| 2.3 | Requisitos para el conductor de la máquina | 27 |
| 2.4 | Puesto de trabajo | 29 |
| 2.5 | Dispositivos de seguridad y de control | 30 |
| 2.6 | Motivos que producen el vuelco en la grúa | 33 |
| 2.7 | Factores que influyen en la estabilidad frontal de la grúa | 34 |
| 2.8 | Influencias del viento y las tormentas | 42 |
| 2.9 | Características del terreno en el lugar de estacionamiento | 44 |
| 2.10 | Rayo | 45 |
| 2.11 | Líneas eléctricas externas | 47 |
| 2.12 | Cables de tierra | 52 |
| |  Resumen | 59 |
| |  Terminología | 63 |



OBJETIVOS

Al finalizar esta Unidad Didáctica, el alumno será capaz de:

- Conocer las normas de seguridad que son válidas y que deberán observarse.
- Explicar el significado de los símbolos y pictogramas que se utilizan en este manual de instrucciones y con la representación de la excavadora de cables.
- Informar sobre el equipo necesario de protección y operaciones válidas para el personal de mando y de mantenimiento.
- Indicar la ubicación de los dispositivos de seguridad y de vigilancia de la excavadora de cables.
- Informar sobre los peligros y riesgos que podrían ocurrir en una excavadora de cables aunque cumpla con los reglamentos de utilización.



2.1 INTRODUCCIÓN

El conocimiento de las normas de seguridad será fundamentales para el conductor o el técnico de mantenimiento. Las situaciones, los problemas o las anomalías que aparezcan durante los trabajos con la excavadora de cables pueden ser motivo de peligro si se desconocen las medidas para evitarlos o descartarlos.

2.2 UTILIZACIÓN CONFORME

El cumplimiento de los reglamentos de utilización de la excavadora de cables es condición básica previa para garantizar un funcionamiento seguro.

Para la utilización de la excavadora de cables de acuerdo con los reglamentos establecidos se han indicado las precauciones especiales de seguridad y las medidas de prevención en los respectivos capítulos de este manual de instrucciones.

2.2.1 Responsabilidad

El fabricante:

- Es responsable del estado técnico correcto de los dispositivos de seguridad de la excavadora de cables, de los accesorios y de los documentos.
- Es responsable de su producto e informa de los trabajos de mantenimiento y de reparación que deberá efectuar el personal.
- Garantiza el funcionamiento permanente de la excavadora de cables gracias a su servicio de asistencia técnica y de reparación en todo el mundo.
- Posee un centro de formación y pone a disposición para el usuario cursos de formación de asistencia técnica para el personal de mando y funcionamiento.

Respecto al usuario o a una persona autorizada por él:

- Se asegura que sólo el personal capacitado suficientemente, aquel que ha leído y comprendido el manual de instrucciones y especialmente el capítulo 3, "Normas de seguridad", lleve el mando y mantenimiento de la excavadora de cables.
- Determina claramente el personal competente encargado para el mando y mantenimiento de la excavadora de cables.
- Pone a disposición del personal de mando y mantenimiento el equipo de protección personal necesario.
- Es responsable del estado técnico de los dispositivos de seguridad de la excavadora de cables.
- Pone inmediatamente fuera de servicio la excavadora de cables si se presentan desperfectos, lo cual pone en peligro la seguridad.
- Permite que se efectúen las inspecciones nacionales prescritas para la excavadora de cables de acuerdo con el calendario.
- Controla la ejecución correcta de las inspecciones prescritas.
- Se asegura del mantenimiento de la excavadora de cables a las fechas previstas.

El operador de la excavadora de cables:

- Cumple con el plan de utilización de la excavadora de cables cuidadosamente y a conciencia.
- Lleva los equipos de protección personal necesarios para su utilización.
- Controla la excavadora de cables antes de ponerla en servicio según las listas de inspecciones del manual de instrucciones.
- Es responsable del funcionamiento seguro de la excavadora de cables.
- Utiliza la excavadora de cables de acuerdo con los reglamentos prescritos y observa la tabla de cargas en vigor calculada en relación al estado del equipo montado.
- Avisa a su superior o al dueño sobre toda alteración producida en la excavadora de cables que ponga en peligro la seguridad.
- Para el funcionamiento en cuanto un modo de trabajo seguro ya no es posible.
- Bloquea según el funcionamiento la cabina del operador y retira la llave de encendido para evitar que se ponga en funcionamiento de manera involuntaria.
- Mantiene limpia la cabina del operador, los parabrisas, las plataformas y los escalones.

Para el operador de la excavadora es muy importante conocer las obligaciones y responsabilidades que conlleva su uso, principalmente respecto al manejo seguro de la máquina.

Recuerda



2.3 REQUISITOS PARA EL CONDUCTOR DE LA MÁQUINA

El conductor de la máquina:

- Debe tener las capacidades físicas y mentales requeridas.
- Debe estar calificado con una formación y capacitación para el mando de la excavadora de cables.
- Debe mostrar al usuario su competencia para manejar la excavadora de cables.
- Debe haber leído y comprendido este manual de instrucciones.
- Debe estar informado de los primeros auxilios y de la ubicación del extintor de incendios.
- Debe tener al menos 18 años cumplidos de acuerdo con la ley.
- Debe estar apto médicamente conforme a los reglamentos prescritos.

Criterios sobre la capacidad física:

- Capacidad visual suficiente con campos de visión ilimitada.
- Facultades perceptivas del espacio.
- No debe sufrir de acromatopsia (no distinguir colores).
- Capacidad auditiva suficiente.
- Facultad corporal suficiente.
- Reflejos rápidos.
- Diestro manualmente.

No son apropiadas para el puesto las personas con los siguientes síntomas físicos o aquellas que están bajo un tratamiento especial médico sólo bajo ciertas condiciones para el puesto de operador de máquina:

- Los que padecen **epilepsia** o mareos.
- Quienes sufren paros cardíacos.
- Los que tienen una implantación electrónica.
- Los que tienen fracturas corporales, como la pérdida de una parte del dedo, lo cual podría afectar al mando de la excavadora de cables.
- Quienes no distinguen el rojo y el verde (**daltonismo**).

Criterios sobre la capacidad mental y la personalidad:

- Capacidad intelectual normal.
- Facultades perceptivas del espacio.
- Observador.
- Soporta situaciones de estrés.
- Paciencia.
- Fiabilidad.

Está prohibido el manejo de la excavadora de cables a personas dependientes del alcohol o las drogas.

Recuerda



El conductor de la máquina debe tener las adecuadas capacidades físicas y mentales y está prohibido el manejo de la excavadora de cables a personas dependientes del alcohol o las drogas.

2.4 PUESTO DE TRABAJO

Conforme a los reglamentos para la máquina, se requiere para el servicio de la excavadora de cables:

- Personal de mando necesario: un conductor de la máquina.
- Puesto de trabajo descrito previamente: cabina del operador en la superestructura.

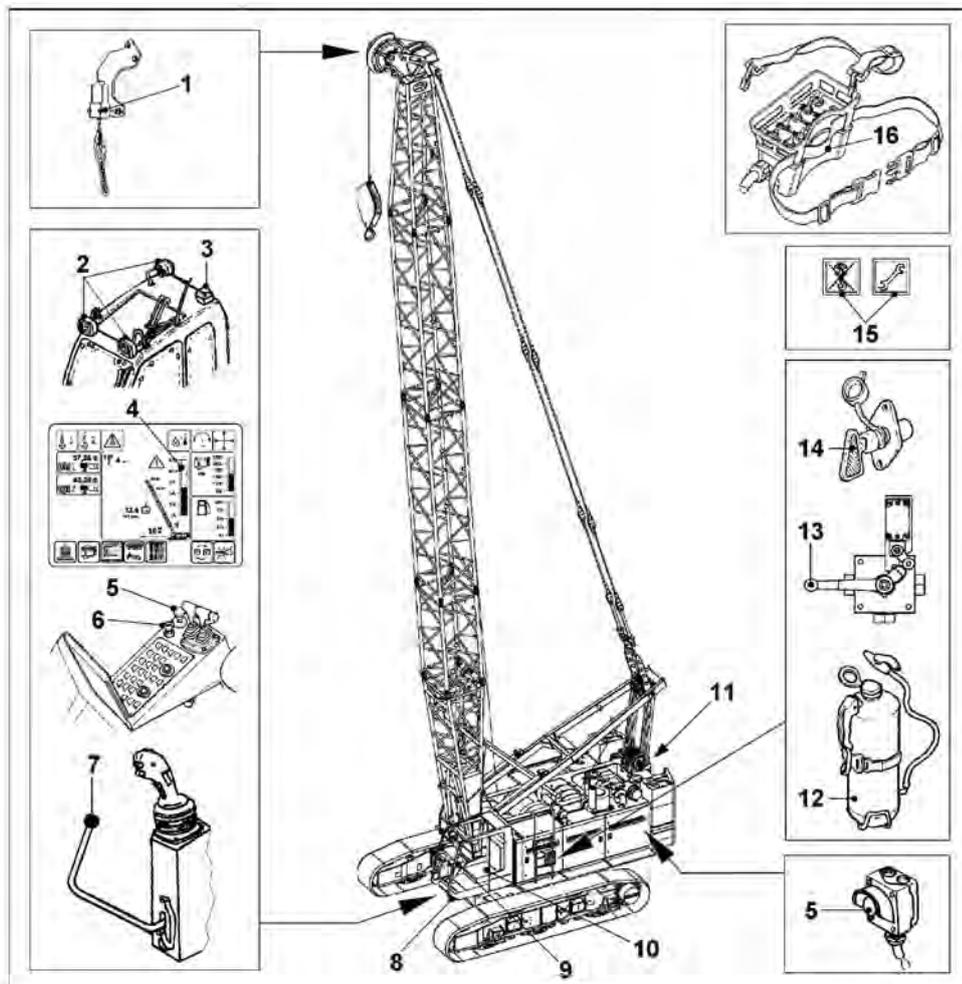
Durante el servicio de la excavadora de cables:

- Está prohibida la presencia de otras personas distintas del conductor de la máquina en la cabina de la excavadora de cables.
- Está prohibido que el conductor de la máquina salga fuera de la cabina del operador incluso durante breve tiempo.

Los elementos de mando se deben dirigir sólo desde el puesto del conductor. Está terminantemente prohibido el accionamiento de los elementos de mando con las puertas abiertas de la cabina del operador. El mando de opción del servicio de emergencia deberá dirigirse sólo desde la cabina del operador.

2.5 DISPOSITIVOS DE SEGURIDAD Y DE CONTROL

2.5.1 Dispositivos de seguridad



Fte: Liebherr

Figura 4. Dispositivos de seguridad HS 855 HD. Fuente: Liebherr

1. Interruptor de fin de **carrera** "gancho arriba".
2. Faros de trabajo (6 m en la superestructura).
3. Luces **omnidireccionales**.
4. Limitador electrónico de carga.
5. Pulsador PARADA DE EMERGENCIA (3x).
6. Interruptor de encendido y arranque.
7. Palanca de seguridad para el mando.

8. Bocina y transmisor de señal acústica.
9. Cerrojo.
10. Palanca para el bloqueo de la puerta.
11. Transmisor de señal acústica.
12. Extintor (2 en el lado interior de la puerta).
13. Llave de bloqueo para caída libre.
14. Interruptor principal para batería.
15. Pulsador para el servicio de montaje y caída libre.
16. Mando del servicio de emergencia.

No representado:

- Rejilla para el techo.
- Válvula de cierre en el depósito hidráulico (véanse los dispositivos de control).
- Tercer pulsador de parada de emergencia en la superestructura detrás a la derecha.
- Segundo extintor en la superestructura adelante a la derecha.

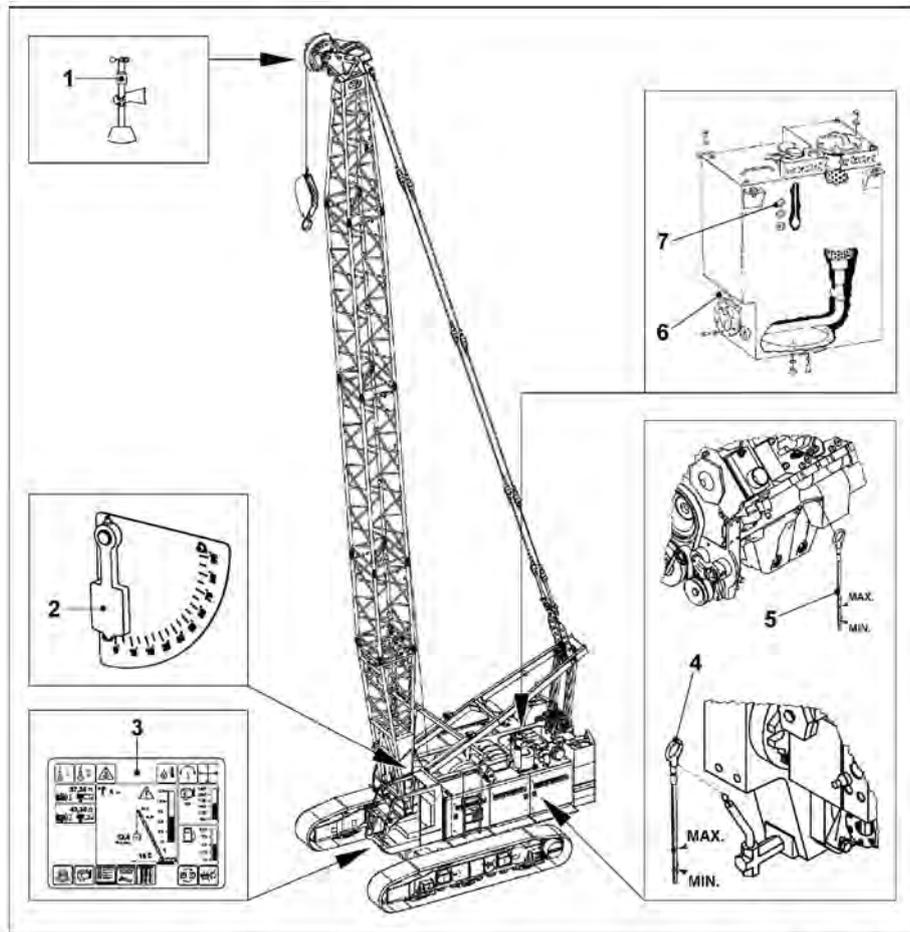
La luz de destellos (3) indica que:

- El limitador electrónico de carga (4) está puenteado.
- La excavadora de cables se encuentra en el servicio de montaje al accionar el pulsador (15) en el pupitre de mando a la izquierda (x12).

El operador puede accionar la bocina (8). El transmisor de señal acústica montado previene la reacción del puenteo del limitador electrónico de carga.

El transmisor de señal acústica (11) en el lastre trasero indica un movimiento de traslación de la excavadora o un giro de la superestructura.

2.5.2 Dispositivos de control



Fte: Liebherr

Figura 5. Dispositivo de control HS 855 HD. Fuente: Liebherr

Denominación de los dispositivos de control:

1. **Anemómetro.**
2. Indicación de ángulo.
3. **Pantalla LCD.**
4. Varilla de medición de aceite en el engranaje de distribución.
5. Varilla de medición de aceite en el motor diésel.
6. Válvula de cierre en el depósito hidráulico.
7. Mirilla en el depósito hidráulico.

No representado:

- Retrovisor interno y externo.

2.6 MOTIVOS QUE PRODUCEN EL VUELCO EN LA GRÚA

Cuando en la grúa como consecuencia de una maniobra se produce un balanceo, el momento debido a la carga aumenta y el momento estabilizante disminuye. Este fenómeno se produce muy rápidamente, de forma que puede hacer imposible recobrar el equilibrio con la maniobra de soltar rápidamente la carga.

La figura ilustra sobre las condiciones que pueden producir un vuelco.

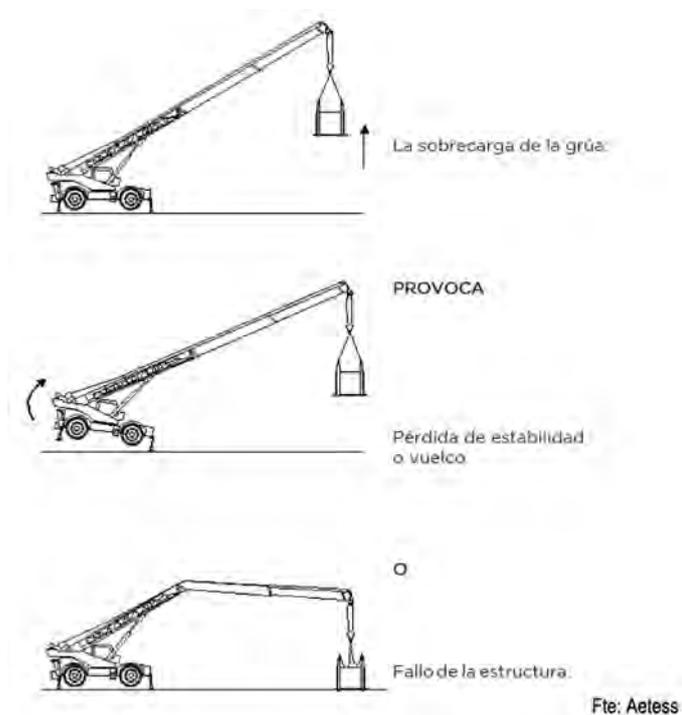
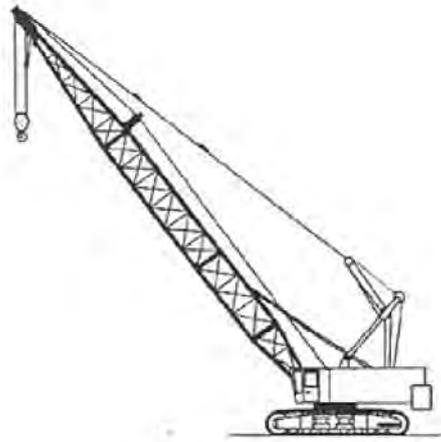


Figura 6. Condiciones que puede producir vuelco. Fuente: Liebherr

2.7 FACTORES QUE INFLUYEN EN LA ESTABILIDAD FRONTAL DE LA GRÚA

La estabilidad frontal se define como la capacidad de la grúa para resistir el vuelco frontal.

Para prevenir este vuelco, cuando se calculan las cargas de vuelco de la grúa los fabricantes las reducen en un porcentaje llamado "margen de estabilidad", que viene dado por la normativa de cada país.



Grúas sobre cadenas
Capacidad de carga = Carga de vuelco x 75%

Fte: Aetess

Figura 7. Grúas sobre cadenas. Fuente: Liebherr

2.7.1 Factores que limitan la capacidad de la grúa

La sobrecarga de una grúa puede producir dos efectos muy peligrosos:

- Su vuelco.
- El fallo de la estructura.

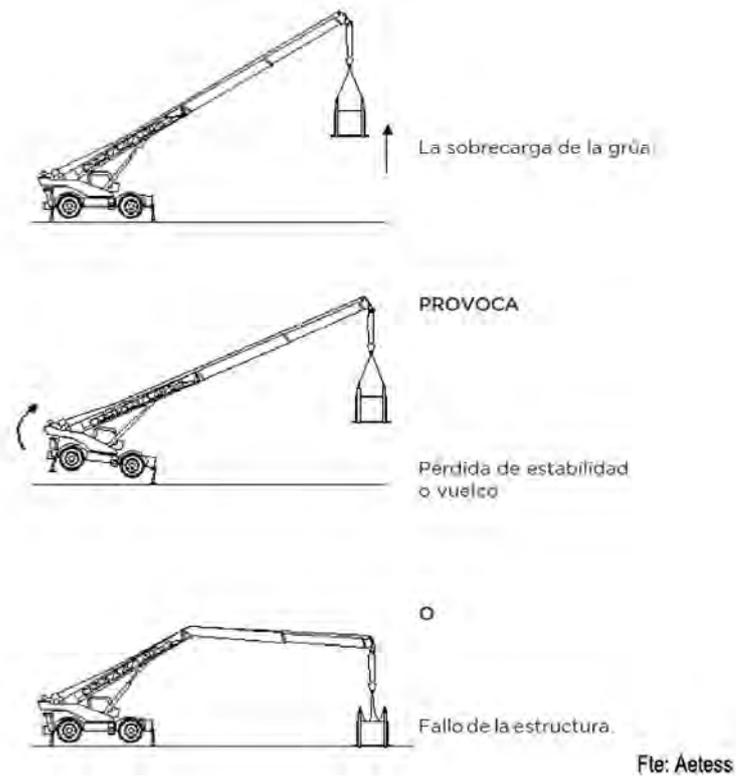


Figura 8. Factores que limitan la capacidad de carga de la grúa. Fuente: Liebherr

- Grúas de cadenas con giro central

Áreas de trabajo basadas en el centro de rotación de la superestructura.

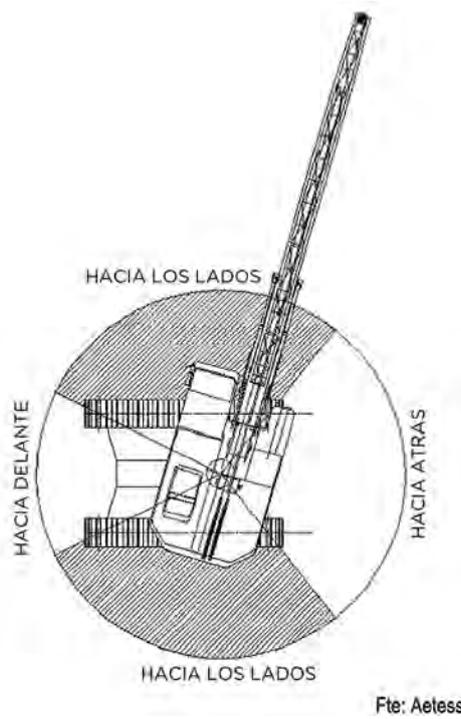


Figura 9.
Grúa de cadenas con giro central.
Fuente: Aetess

- Grúas de cadenas con giro central

Áreas de trabajo basadas en las líneas de desplazamiento de las cadenas.

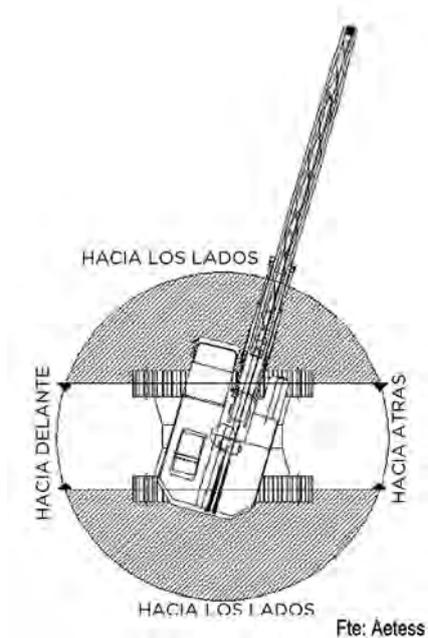


Figura 10.
Grúa de cadenas con giro central.
Fuente: Aetess

- Grúas sobre cadenas

Algunas grúas sobre cadenas pueden tener el centro de giro desplazado, en cuyo caso las áreas de trabajo cambian.

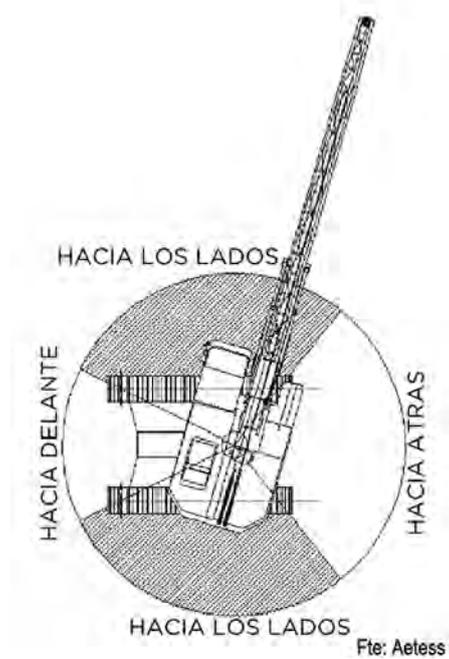


Figura 11. Grúas de cadenas con el centro de giro desplazado.
Fuente: Aetess



Figura 12. Grúas de cadenas con el centro de giro desplazado. Fuente: Aetess

- Ángulo de la pluma en grúas de celosía

Es el ángulo existente entre el eje central de la pluma y la horizontal, un vez que la carga está levantada.

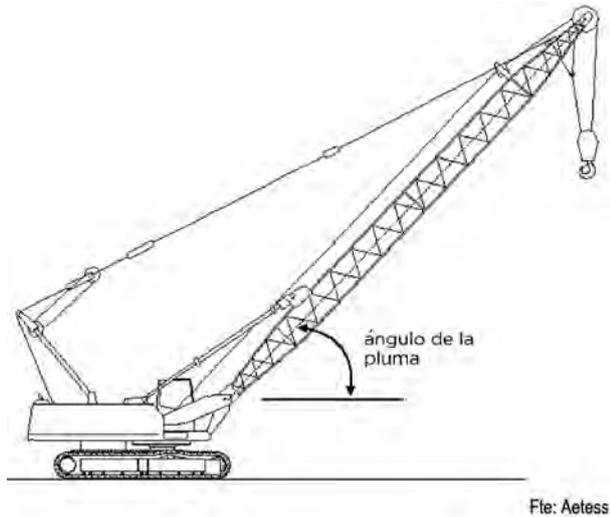


Figura 13. Ángulo de pluma en una grúa de celosía. Fuente: Aetess

Cuando se elevan cargas con grandes longitudes de pluma, especialmente cuando se usan plumines, se produce una deflexión (que es mayor si se usan éstos), lo que hace que disminuya el ángulo de pluma.

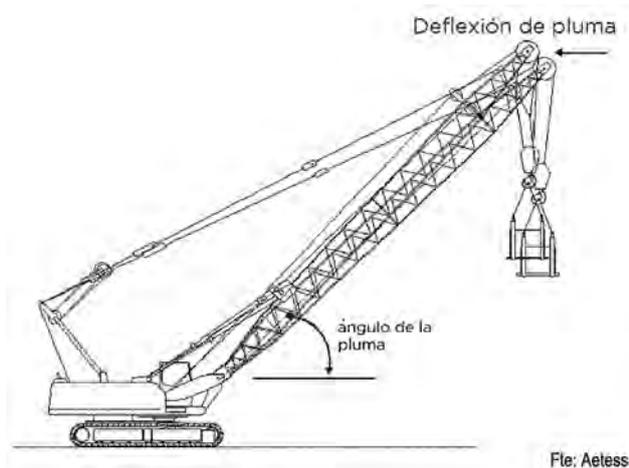


Figura 14. Deflexión de la pluma en función del uso de plumines. Fuente: Aetess

- Ángulo de pluma entre dos valores del diagrama de cargas

Cuando el ángulo de pluma está comprendido entre dos valores del diagrama de cargas, siempre se debe usar el valor inmediato inferior. Nunca se ha de interpolar.

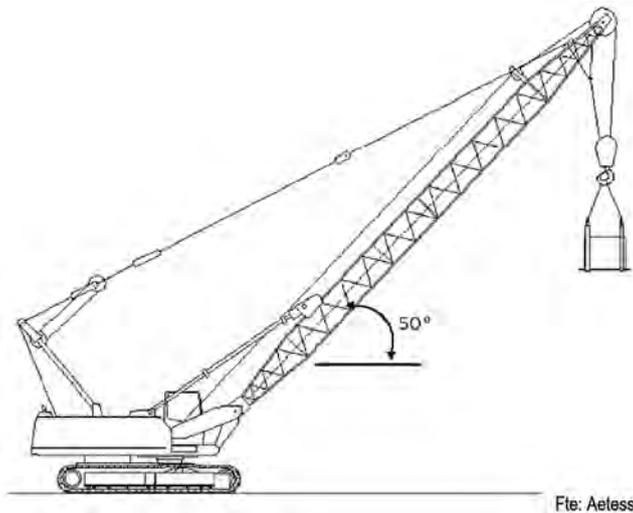


Figura 15. Ángulo de pluma en una grúa de celosía. Fuente: Aetess

- Zona de giro o área de operación con grúas sobre cadenas

Hay dos tipos de áreas de operación para grúas sobre cadenas con giro central: unas están basadas en el **centro de rotación** de la superestructura y otras en las líneas de desplazamiento de las cadenas.

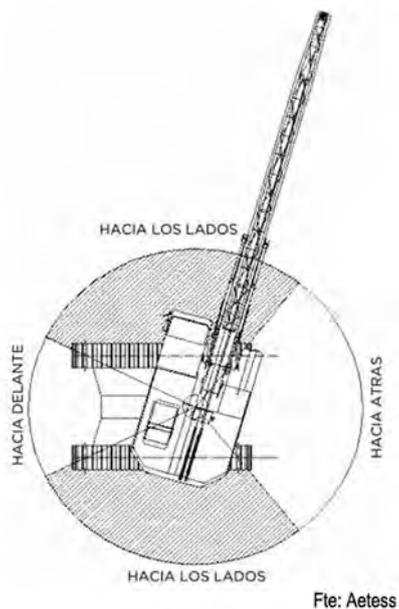
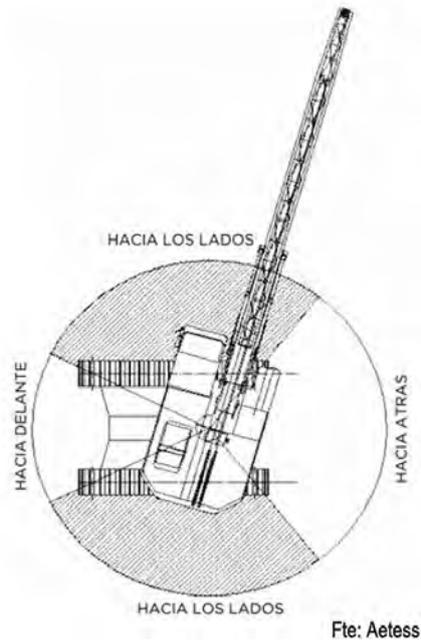
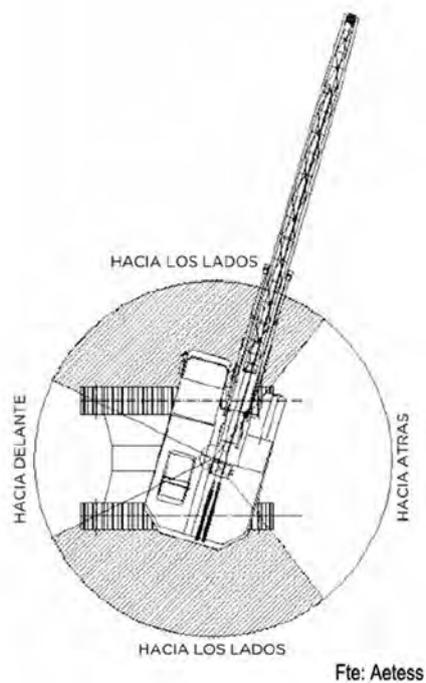


Figura 16. Grúas con cadenas con giro central; áreas de trabajo basadas en el centro de rotación. Fuente: Aetess

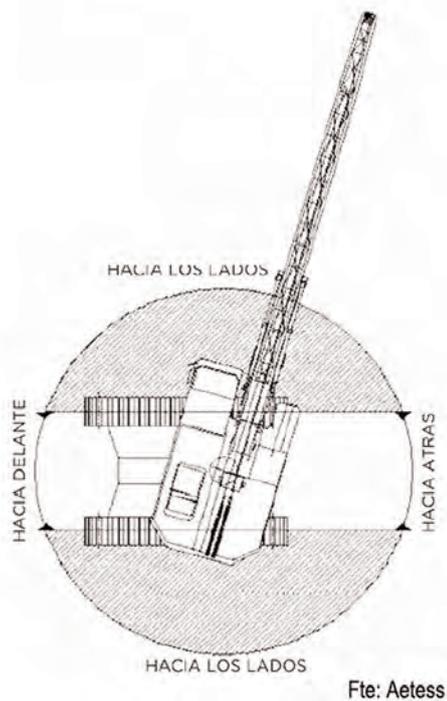
**Figura 17.**

Grúas con cadenas con giro central; áreas de trabajo basadas en las líneas de desplazamiento. Fuente: Aetess

Algunas grúas de cadenas pueden tener el centro de giro desplazado, en cuyo caso las áreas de operación cambian.

**Figura 18.**

Grúas de cadenas con centro de giro desplazado; áreas de trabajo basadas en el centro de rotación de la superestructura. Fuente: Aetess

**Figura 19.**

Grúas de cadenas con centro de giro desplazado; áreas de trabajo basadas en las líneas de desplazamiento de las cadenas.
Fuente: Aetess

- La estabilidad frontal se define como la capacidad de la grúa para resistir el vuelco frontal.
- Para prevenir este vuelco, cuando se calculan las cargas de vuelco de la grúa los fabricantes las reducen en un porcentaje llamado "margen de estabilidad", que viene dado por la normativa de cada país.
- Hay dos tipos de áreas de operación para grúas sobre cadenas con giro central: unas están basadas en el centro de rotación de la superestructura y otras en las líneas de desplazamiento de las cadenas.
- Cuando el ángulo de pluma está comprendido entre dos valores del diagrama de cargas, siempre se debe usar el valor inmediato inferior. Nunca se ha de interpolar.

Recuerda

2.8 INFLUENCIAS DEL VIENTO Y LAS TORMENTAS

¡Al no respetar la velocidad máxima autorizada de viento durante el servicio de la excavadora de cables existe un alto peligro de accidentes!

| LARGO DE LA PLUMA PRINCIPAL | VELOCIDAD DE VIENTO MÁXIMO AUTORIZADO | |
|-----------------------------|---------------------------------------|-----|
| | m/s | mph |
| 11-17 m (36' - 56') | 14,0 | 46 |
| 20-62 m (66' - 203') | 12,0 | 39 |

Figura 20. Velocidades autorizadas de viento. Fuente: Liebherr

Contramedida

Hay que consultar la tabla de cargas válida para el servicio de la grúa de orugas y la tabla con las velocidades de viento autorizadas para el estado actual del equipo.

La carga ejercida por el viento en la parte posterior de la pluma principal:

- Reduce la estabilidad de la excavadora de cables.
- Tiene efecto como una carga adicional en los ganchos del cable.
- Aumenta el peligro de vuelco hacia adelante.

El efecto del viento en la parte posterior de la carga aumenta el radio de giro:

- Hace oscilar eventualmente la carga.
- Puede volcar la excavadora de cables o la pluma principal en caso de sobrecarga.

La carga ejercida por el viento en la parte delantera de la pluma principal:

- Reduce la estabilidad de la excavadora de cables.
- Es especialmente peligrosa al estar a un ángulo máximo de la pluma principal sin carga.
- Puede sobrecargar los soportes de retención y dañar la pluma principal.

La influencia del viento en la parte delantera de la carga puede provocar oscilaciones de la carga. Si la carga toca la pluma principal, se puede dañar o destruir consecuentemente la pluma principal.

La carga ejercida por el viento en la parte lateral de la pluma principal y en la carga enganchada:

- Influye adicionalmente en la tracción transversal.
- Puede hacer bascular la pluma principal.
- Puede causar el vuelco de la excavadora de cables.

La velocidad del viento máxima autorizado depende del estado del equipo montado en la excavadora de cables:

| LARGO DE LA PLUMA PRINCIPAL | VELOCIDAD DE VIENTO MÁXIMO AUTORIZADO | |
|-----------------------------|---------------------------------------|-----|
| | m/s | mph |
| 11-17 m (36' - 56') | 14,0 | 46 |
| 20-62 m (66' - 203') | 12,0 | 39 |

Figura 21. Velocidades autorizadas del viento. Fuente: Liebherr.

El anemómetro en opción colocado en el cabezal de la pluma capta la velocidad actual del viento e indica el valor en m/s en la pantalla de la cabina del operador.

Sin la presencia del anemómetro se pueden calcular las fuerzas y la velocidad del viento con la tabla indicada en la página siguiente.

¡Con velocidades de viento superiores a 20 m/s [45 mph] existe peligro de muerte en las inmediaciones de la grúa sobre orugas!

2.8.1 Medidas preventivas

Con velocidades del viento pronosticadas a más de 20 m/s [45 mph] o fuerzas de viento de 8 se debe bajar toda la pluma al suelo.

La medida más segura que siempre se recomienda en prioridad es el descenso de toda la pluma.

- Al no respetar la velocidad máxima autorizada del viento durante el servicio de la excavadora de cables existe un alto peligro de accidentes.
- Con velocidades del viento superiores a 20 m/s [45 mph] existe peligro de muerte en las inmediaciones de la grúa sobre orugas.

Recuerda ●

2.9 CARACTERÍSTICAS DEL TERRENO EN EL LUGAR DE ESTACIONAMIENTO

El suelo del área de la excavadora de cables debe ser plano y resistente, es decir, se debe poder cargar el propio peso de la excavadora de cables con la carga de elevación adicional.

Un suelo sin resistencia o inclinado puede causar la desviación o el vuelco de la excavadora de cables.

2.9.1 Medidas preventivas

Hay que utilizar la excavadora de cables sólo en un suelo resistente con las características respectivas del terreno. En caso de dudas respecto a las características del suelo, se ha de pedir un estudio del mismo.

Para un servicio seguro de la excavadora de cables, también es determinante conocer la presión sobre el suelo máxima autorizada. Los valores indicados en la tabla siguiente deben observarse absolutamente en la planificación del trabajo:

| TIPO DEL SUELO | PRESIÓN SOBRE EL SUELO | |
|--|------------------------|-------------|
| | kg/cm ² | psi |
| Suelo removido, no consolidado naturalmente | 0 - 1 | 0 - 14 |
| Suelo natural, no tocado aparentemente: | | |
| Barro, arcilla, tierra pantanosa: | 0 | 0 |
| Suelo no adherente, resistente lo suficiente: | | |
| • Arena con granulometría fina hasta media | 1,5 | 21 |
| • Arena con granulometría grande hasta grava | 2 | 28 |
| Suelos no adherentes: | | |
| • Pastoso | 0 | 0 |
| • Blando | 0,4 | 6 |
| • Compacto | 1 | 14 |
| • Medio duro | 2 | 28 |
| • Duro | 4 | 57 |
| Rocas con poco precipicio en estado perfecto, sin variación a las condiciones atmosféricas y ubicado en un buen lugar: | | |
| • En capas cerradas | 15 | 213 |
| • En formación moderada o de tipo de corredores | 30 | 427 |
| Suelo espesado artificialmente | | |
| Asfalto | 5 - 15 | 71 - 213 |
| Hormigón | | |
| • Grupo de hormigón B 1 | 50 - 250 | 711 - 3556 |
| • Grupo de hormigón B 2 | 350 - 550 | 4978 - 7823 |

Hay que observar las siguientes medidas de seguridad y prevención:

- Antes de poner en servicio la excavadora de cables:
 - Nivelar el área de traslación en el lugar de trabajo.
 - Retirar en lo posible todo obstáculo en el área de traslación, como pequeñas rocas o troncos.
 - Cubrir principalmente las fosas residuales o llenarlas con tierra.
- Antes de utilizar la excavadora de cables en una inclinación del terreno o en el área de riberas, controlar si hay peligro de inundaciones a raíz de lluvias abundantes.
- Mantener cierta distancia de seguridad entre la excavadora de cables y
 - Pendientes cuesta arriba o desplomes.
 - Fosas, pozos y excavaciones.
 - Bordes de cortes, de fosas, de amontonamientos y de taludes.
 - Taludes con riberas que presentan un suelo sin resistencia o un subsuelo cavernoso.

- El suelo del área de la excavadora de cables debe ser plano y resistente, es decir, se debe poder cargar el propio peso de la excavadora de cables con la carga de elevación adicional.
- Un suelo sin resistencia o inclinado puede causar la desviación o el vuelco de la excavadora de cables.

Recuerda



2.10 RAYO

En caso de que caiga un rayo en la excavadora de cables, existe peligro de descargas eléctricas o de tensiones de paso que causen lesiones a las personas que se encuentran en el área de la excavadora de cables.

2.10.1 Medidas preventivas

- Antes de la tormenta, descender a tiempo la pluma principal de la excavadora de cables.
- Durante la tormenta, no permanecer cerca de la excavadora de cables o de objetos metálicos de gran tamaño.

Recuerda

Dentro de la cabina cerrada el operador está protegido en gran parte de los efectos directos de un rayo. La cabina del operador actúa como una **jaula de Faraday** y envía la descarga eléctrica fuera de la máquina.

El momento de bajar la pluma principal es una cuestión de estimación y se deja esta responsabilidad al operador, especialmente en zonas de tormenta frecuentes o en terrenos con espacio reducido.

En caso de presentarse una tormenta, el fabricante recomienda claramente depositar a tiempo la pluma principal al estar:

- Con una larga pluma principal.
- En terrenos expuestos.
- Cerca de riberas.

Un rayo puede causar daños graves en la excavadora de cables, entre otros:

- Avería total del sistema de mando Litronic.
- Daños en las soldaduras locales o en los cojinetes de la unión giratoria entre la superestructura y el chasis.

Las medidas preventivas después de caer un rayo o suponer la caída del rayo en la excavadora de cables incluyen:

- Verificar totalmente la excavadora de cables según la lista de inspección y observar especialmente si existe cables o conductos dañados y fugas.
- Controlar la capacidad de funcionamiento del mando.
- Mover lentamente el mecanismo giratorio y observar todo ruido sospechoso en la corona giratoria.
- Bajar la pluma principal y verificar los daños.
- Remediar las fugas en el lugar atacado.

2.11 LÍNEAS ELÉCTRICAS EXTERNAS

Si la excavadora de cables tiene contacto con una línea eléctrica externa, existe peligro de descarga eléctrica y que cause la muerte.

- Para el operador.
- Al tocarse con la excavadora de cables, con el cable de elevación o la carga de elevación, existe peligro para toda persona que se encuentre cerca de la excavadora de cables.

2.11.1 Medidas preventivas

- Mantener imperativamente la distancia de seguridad a las líneas eléctricas según los reglamentos nacionales o lo estipulado por la empresa eléctrica responsable.

Si no se puede mantener la distancia de seguridad a las líneas eléctricas, el personal técnico de la empresa eléctrica responsable deberá:

- Poner fuera de servicio las líneas eléctricas y establecer la puesta a tierra.
- Volverlas a poner luego en el lugar de construcción.
- Enterrarlas como cables de tierra en la zona de construcción.

Si no se puede mantener la distancia de seguridad a las líneas eléctricas y si no se puede intervenir en las líneas eléctricas, hay que:

- Delimitar el área de trabajo de la excavadora de cables con límites para guardar la distancia de seguridad a las líneas eléctricas.

Se debe mantener la distancia de seguridad a las líneas eléctricas.

Recuerda



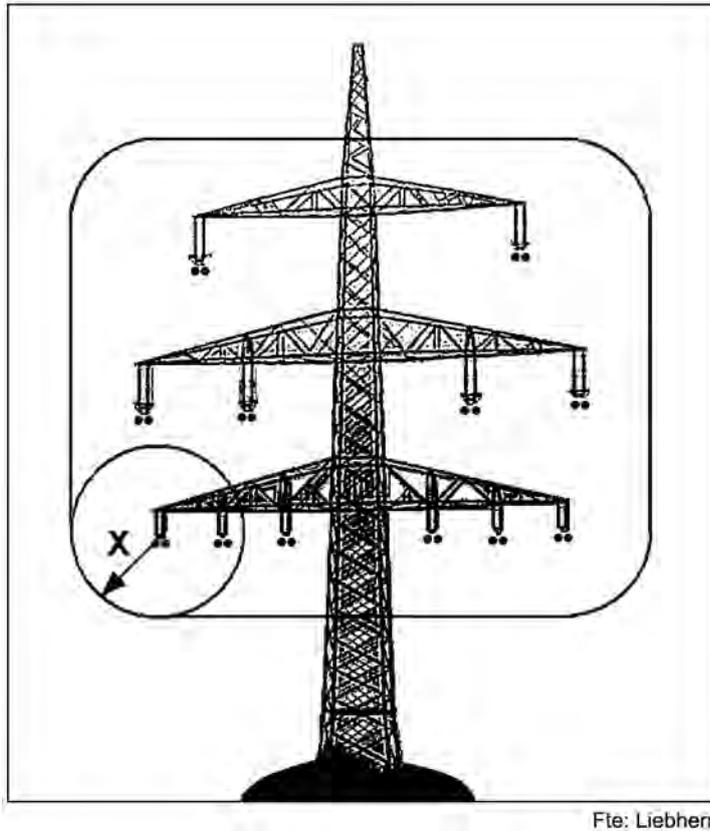


Figura 23. Distancia de seguridad (x) a las líneas eléctricas. Fuente: Liebherr

La distancia de seguridad a las líneas eléctricas depende esencialmente de la tensión nominal que tiene la línea eléctrica.

Para Europa, la distancia de seguridad a las líneas eléctricas corresponde a la norma EN 50110 parte 1, "Servicio de las instalaciones eléctricas". En la parte 2 de la norma EN 50110 están incluidas las distancias de seguridad nacionales que son válidas para los miembros de la EU.

Por ejemplo, son válidas en Alemania las siguientes distancias de seguridad a las líneas eléctricas al estar en servicio la excavadora de cables:

| TENSIÓN NOMINAL DE LA RED (VALOR EFECTIVO) | DISTANCIA MÍNIMA |
|--|------------------|
| Hasta 1 kV (100 Voltios) | 1 m |
| Superior a 1 kV hasta 110 kV | 3 m |
| Superior a 110 kV hasta 220 kV | 4 m |
| Superior a 220 kV hasta 380 kV, y con la tensión nominal desconocida | 5 m |

Figura 24. Distancia de seguridad a las líneas eléctricas en Alemania. Fuente: Liebherr

2.11.2 Medidas preventivas con la planificación de aplicación

- Informar sistemáticamente a las autoridades responsables y a la central eléctrica.
- La central eléctrica responsable asegura:
 - La intervención de los trabajos planeados.
 - Que se mantenga la distancia de seguridad.
 - Los dispositivos de seguridad necesarios.
 - Informar a todos los colaboradores en el lugar de empleo sobre los aspectos peligrosos. Determinar con precisión la manera como se debe enderezar y descender la pluma principal de la excavadora de cables sin que sea inferior la distancia de seguridad a las líneas aéreas eléctricas.
- Iniciar las operaciones sólo cuando el área de trabajo esté autorizado por la central eléctrica responsable.
- Los dispositivos de seguridad especiales instalados en la excavadora de cables, tales como los sensores de aproximación, no son ninguna garantía de seguridad.
- Igualmente, después de las medidas de desconexión, se debe tener en cuenta que la línea eléctrica se encuentra aún bajo tensión hasta que la empresa eléctrica no exprese claramente (p. e., por escrito) que se encuentra sin tensión.

Como operador hay que:

- Trabajar con especial cuidado y concentración.
- Mover lentamente la excavadora de cables y la carga de elevación.
- Tomar en consideración las duraciones de reacción y los fallos eventuales al estimar, conservando cierta distancia.
- En las inmediaciones de la excavadora de cables no debe encontrarse ninguna persona.
- Tener cuidado con los efectos del viento.
- La carga de elevación puede empezar a oscilar. Los cables guías de la línea pueden balancearse horizontal o verticalmente.
- Tener cuidado con la nivelación del suelo.
- Debido a la posición inclinada, la excavadora de cables puede acercarse indebidamente a la línea eléctrica.
- Sólo al trabajar brevemente cerca de una línea eléctrica es suficiente la intervención de una persona orientadora como única medida preventiva. Dicha persona observará toda la excavadora de cables desde un lugar elevado, avisará y eventualmente indicará al operador cada vez que se acerca a la línea eléctrica.
- No retirar, desplazar o sobrepasar de ningún modo las limitaciones, marcas, etc. que sirven para delimitar el área de trabajo de la excavadora de cables.

¿Qué sucede si se acerca a una línea eléctrica no autorizada?

Con una línea eléctrica con tensión baja (hasta 1.000 V) primero se siente una descarga eléctrica en la excavadora de cables al tocar un cable conductor.

En caso de tratarse de una línea de alta tensión, existe descarga eléctrica en forma de un arco de luz en cuanto cierta distancia a la excavadora de cables se reduzca.

Con una descarga eléctrica, se puede encender espontáneamente la materia inflamable, por ejemplo la carga de elevación, o es posible que se incendie la excavadora de cables.

Cortocircuito

En caso de cortocircuito, la excavadora de cables toca por lo menos dos cables conductores diferentes de una línea eléctrica. Por lo tanto, la excavadora de cables puede estar bajo tensión peligrosa.

Conexión a tierra

Si la excavadora de cables toca sólo un cable conductor o recibe una descarga eléctrica de un cable conductor:

- Se produce una conexión a tierra.
- Una corriente pasa por la excavadora de cables dentro de la tierra y regresa a la fuente de tensión.
- La excavadora de cables se encuentra bajo tensión peligrosa.
- Con la tensión alta, se forma adicionalmente una tensión en forma de embudo peligrosa en el radio de la excavadora de cables.

Recuerda



Con un cable conductor roto o echado en el suelo de una línea eléctrica de alta tensión existe una conexión a tierra y se forma en el radio una tensión en forma de embudo.

En cuanto a la conexión a tierra con una línea eléctrica conductora de baja tensión, no se forma ninguna tensión en forma de embudo peligrosa en el radio de la excavadora de cables.

¡AVISO!

Los dispositivos de protección de las diversas fuentes eléctricas nacionales tienen una reacción diferente al fallar. Por eso no se debe suponer que después de un cortocircuito o de una conexión a tierra se desconecta automáticamente y de forma duradera la línea eléctrica. Por lo tanto, la excavadora de cables o un cable conductor roto pueden estar bajo tensión peligrosa y formarse una tensión en forma de embudo si en el lugar dañado no hay descarga eléctrica, formación de humo o chisporroteo.

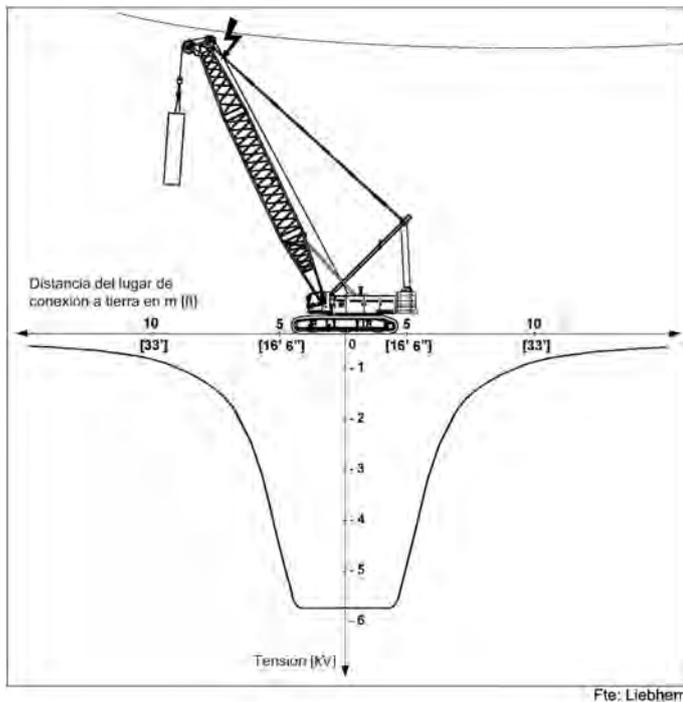


Figura 25. Tensión en forma de embudo con conexión a tierra. Fuente: Liebherr

Tensión en forma de embudo

Con una conexión a tierra, la corriente se propaga en la entrada a la tierra. En ese lugar, la alta tensión forma un radio en forma de embudo por donde pasa la tensión eléctrica.

La extensión de esta tensión en forma de embudo depende de la alta tensión, las fuerzas de la corriente y la resistencia al suelo.

Si una persona se mueve en el área de tensión en forma de embudo, se forma entre los pies una diferencia de tensión llamada "tensión de paso".

Esta tensión de paso es más grande si:

- Se acerca la persona al lugar de conexión.
- La distancia del paso es más amplia.

Dependiendo de la capacidad aislante del calzado, se produce una descarga eléctrica a partir de cierta tensión de paso. Si la persona entra en este espacio, se forma inmediatamente en todo el cuerpo una tensión en la cual el grado de tensión de paso aumenta por la altura del cuerpo y causa una descarga eléctrica que pone en peligro la vida.

2.12 CABLES DE TIERRA

En los trabajos subterráneos con la excavadora de cables se pueden dañar:

- Cables eléctricos subterráneos.
- Conductos de gas.
- Cables telefónicos, de TV y de datos.
- Canalizaciones, conductos de calefacción a distancia, etc.

En caso de que se haya dañado un cable subterráneo conductor de corriente, existe peligro de muerte debido a la descarga eléctrica.

En las inmediaciones de un conducto de gas dañado se corre grave riesgo de explosión y de incendio.

2.12.1 Medidas preventivas para la planificación de la aplicación

La empresa constructora que está realizando los trabajos está obligada a informarse eventualmente sobre los conductos subterráneos en el área de trabajo de la excavadora de cables:

- Debe informarse dirigiéndose a la empresa eléctrica abastecedora concerniente.
- Ha de tomar conocimiento de los planes aprobados dirigiéndose a:
 - Las empresas abastecedoras de energía (central eléctrica, de gas o de agua).
 - Los dueños de los conductos (empresas telefónicas, centrales industriales y empresas del tráfico).
 - El organismo de construcción pública encargada.
 - Debe trabajar sólo con planos que estén actualizados.

Si hay diferencias con el plano de construcción o se ha extendido el área de viviendas, ha de pedir nuevamente informaciones.

En caso de duda, hay que localizar los conductos subterráneos en el lugar de empleo con una máquina detectora de terreno o hacer una excavación de prueba.

Respecto a las empresas abastecedoras concernientes, los explotadores de los conductos y los lugares públicos:

- Se les ha de informar con anticipación sobre el inicio de los trabajos de construcción.
- Se ha de tratar de obtener la autorización escrita para efectuar los trabajos subterráneos que se han planeado.

Si hay varias empresas de construcción, se debe programar su intervención una después de otra.

Todas las empresas de construcción deben tener las mismas y actuales informaciones sobre la ubicación de los conductos subterráneos en el área de las obras.

Sólo si se sigue debidamente las indicaciones:

- Se puede determinar con precisión el lugar y la profundidad de los conductos subterráneos al planificar la aplicación de la excavadora.
- Se pueden efectuar con seguridad los trabajos subterráneos cerca de los conductos subterráneos.

Recuerda

Normas de seguridad y prevenciones al operar la excavadora de cables cerca de los conductos subterráneos

Hay que iniciar los trabajos si se tienen las autorizaciones de las empresas abastecedoras de energía y de los explotadores de los conductos subterráneos.

- El operador de la excavadora de cables debe empezar primero por informarse sobre la localización exacta de los conductos subterráneos. Además, en el lugar de las obras se deberá poner a disposición planos del lugar.
- Cerca de los conductos subterráneos hay que tener un cuidado especial al operar con la excavadora de cables, hay que observar y cumplir los reglamentos de seguridad nacionales vigentes y las prescripciones especiales, así como las medidas preventivas de las empresas abastecedoras de energía.

Al suponer haber tocado los conductos subterráneos o las bandas de seguridad y las cubiertas de protección, se debe detener inmediatamente el trabajo con la excavadora de cables e informar a los responsables encargados.

Está prohibido:

- Restituir los conductos subterráneos con la excavadora de cables. Los conductos subterráneos deben manipularse sólo con las manos y con herramientas sin punta.
- Fijar, estabilizar o hundir los conductos subterráneos que se han colocado, de tal manera que no basculen, resbalen o deformen.
- Fijar las excavaciones y fosas de conductos y asegurar los bordes contra cualquier caída involuntaria.

¿Qué se debe observar con los conductos de gas?

Toda alteración o daño efectuado en las capas de los tubos conductores de gases deberá informarse a la empresa encargada abastecedora de gas. El relleno de tierra en el conducto de gas puede efectuarse sólo después de una inspección, reparación y el acuerdo al personal técnico de la empresa abastecedora de gas.

En el área del lugar de obras deben quedarse accesibles todos los dispositivos de la red de conductos de gas (armadura, cantoneras de calzada, tapas de pozos, etc.). Las marcas presentes y las placas de indicación no deben cubrirse, desplazarse o retirarse.

¿Qué sucede al dañar un conducto de gas?

Respecto al gas que se escapa:

- Se forma en el lugar de escape una mezcla de gas y oxígeno inflamable.
- Los conductos por donde pasa el gas bajo alta presión podrían atacar a las personas y máquinas, así como proyectar a larga distancia piedras y bolas de tierra.
- No sólo se ponen en peligro el personal y los dispositivos en el lugar de las obras, sino también a las personas transeúntes y habitantes de las casas vecinas.

Un incendio por gas puede producirse en algunos segundos y propagarse velozmente. Por ejemplo, en un conducto de gas con un lugar de fuga de 50 mm (2") se forman llamas hasta una altura de 10 m (33 ft) si el gas circula con una presión de 1 bar (14,5 psi). La excavadora de cables y las máquinas de construcción que están alrededor se incendian en poco tiempo.

Una alteración insignificante en la capa de un conducto de gas puede dañar lugares sensibles en la red de conductos de gases, como los racores o las conexiones a las casas. Las fugas pequeñas y no identificables inmediatamente son muy peligrosas si el gas se escapa durante mucho tiempo y si penetran al interior del edificio a lo largo de la red del conducto de gas. Una mezcla de gas y oxígeno explosivo se forma más rápidamente en espacios cerrados que despejados. Cualquier fuente de energía, como encender o apagar aparatos eléctricos, o accionar un interruptor de luz puede causar una explosión.

Los daños pequeños producidos en la carcasa metálica de los conductos de gas pueden convertirse, debido a la corrosión, en fugas en 5-10 años.

¿Qué debe hacer y mandar hacer el operador cuando un conducto de gas se ha dañado y se escapa el gas o se suponen fugas?

1. Terminar inmediatamente el trabajo.
2. Abandonar la excavadora de cables después de parar el motor y dejar todo grupo adicional funcionando con combustible.
3. Prevenir al personal del lugar de obras: evitar hacer alguna chispa y prohibir terminantemente fumar.
4. Desconectar toda máquina de construcción y los motores de vehículos cercanos.
5. Delimitar el área de peligro y asegurarla con límites o bandas de señalización. Estará prohibido el acceso a personas extrañas al servicio.
6. Informar a las empresas responsables abastecedoras de gas y acordar otras medidas preventivas. Mencionar los datos siguientes:
 - La ubicación exacta del lugar en obras.
 - La causa del accidente.
 - Cuánto tiempo ha pasado desde que ocurrió el daño.
 - Nombre y número telefónico a donde se puede volver a llamar.
7. Con el más mínimo indicio de escape de gas penetrando en una vivienda, hay que dar la alarma tocando la puerta o dando gritos. En caso de peligro de explosión, nunca se debe tocar la puerta con el timbre, sino llamar por teléfono.

Si en el edificio, especialmente en el área donde entra el gas a las viviendas, se siente un olor a gas, no hay que encender ninguna instalación ni aparato eléctrico! Para airear, se deben abrir bien las puertas y ventanas y abandonar inmediatamente la vivienda.
8. En caso de un daño grave, hay que evacuar a los habitantes de los alrededores con la ayuda de la policía o los bomberos.
9. El personal del lugar de obras:
 - Debe asistir al personal técnico de la empresa de gas con los trabajos de reparación.
 - Debe salir del lugar de obras; por lo tanto, sólo estará con el permiso del personal técnico.
10. Reanudar los trabajos en el lugar de las obras sólo después de que la empresa de gas responsable dé su autorización.

¿Cómo se debe reaccionar en caso de incendio?

¡CUIDADO!

Apagar el fuego que proviene del gas requiere algunos conocimientos especiales. Un fuego provocado por el gas ya apagado puede reanudarse en cualquier momento debido al escape de gas inacabado que aparece en cualquier lugar imprevisible.

2.12.2 Medidas preventivas

- Para apagar el fuego, dar la alarma a los bomberos locales.
- Tratar de apagarlo hasta que intervengan los bomberos sólo si corren alto riesgo personas y objetos.
- Si el fuego del gas no lleva ningún peligro directo, es mejor, entre otras medidas, dejar que el gas siga quemándose. En cuanto la empresa de gas haya bloqueado el conducto de gas, el fuego se apaga por sí mismo.

¿Qué se debe observar con los cables eléctricos subterráneos?

Al efectuar trabajos con la excavadora, hay que respetar la distancia mínima indicada a nivel nacional (en cualquier caso, un mínimo de 1 m) al cable subterráneo.

Igualmente, cualquier daño externo en la carcasa del cable subterráneo deberá indicarse a la central eléctrica responsable. Debido a la humedad infiltrada, se puede dañar el cable subterráneo. La ubicación exacta de tal fallo deberá señalarse desde el punto de vista técnico, lo cual permitirá medir el grado del daño.

¿Qué sucede si la excavadora de cables daña un cable subterráneo?

Después de penetrar en el material aislante, la excavadora de cables se expone a una tensión peligrosa.

Al destruir un cable subterráneo, es posible que el lugar dañado prenda fuego y se forme un arco de luz fuerte.

Al dañar un cable de alta tensión, se puede formar en todo el radio de la excavadora de cable una tensión en forma de embudo.

Recuerda



Los dispositivos de seguridad de las diferentes redes nacionales eléctricas tienen reacciones automáticas y diferentes cuando se presenta un caso de fallo. Por eso, después de algún daño en el cable subterráneo, no se debe suponer que dicho cable se ha desconectado automáticamente y durante mucho tiempo.

La excavadora de cables y el cable subterráneo dañados pueden estar expuestos a una tensión peligrosa formándose una tensión en forma de embudo si en el lugar afectado no aparece ninguna muestra de golpe, formación de humo, o chisporroteos.

¿Qué debe hacer el operador si la excavadora de cables daña el cable subterráneo?

1. Primero, guardar la calma (¡no reaccionar con pánico!).
2. ¡No salir de la cabina del operador!
3. Si el mando funciona aún:
 - Efectuar inmediatamente un movimiento opuesto e interrumpir el contacto con el cable subterráneo y luego sacar la excavadora de cables fuera de la zona de peligro.
 - Parar primero la excavadora de cables a una distancia del lugar dañado de:
 - 5 m mínimo (17 ft) con un cable de tensión nominal (hasta de 1.000 V).
 - 10 m mínimo (33 ft) con un cable de alta tensión o en caso de duda superior a la tensión del cable subterráneo.
 - Informar sobre el accidente a la central eléctrica responsable.
 - Asegurar los alrededores del lugar afectado para evitar que se entre en la zona.
 - Poner delimitaciones en un radio de 10 m (33 ft).
 - Inspeccionar detalladamente la excavadora de cables antes de volver a ponerla en servicio.

Si el mando no funciona:

- Avisar por radiotelefonía o a gritos:
 - Pidiendo a las personas que se mantengan alejadas o que no se toquen la excavadora de cables, el cable de elevación ni la carga de elevación y que guarden una distancia mínima de 10 m (33 ft).
- Pedir la desconexión del cable subterráneo a la central eléctrica.

Un cable subterráneo que parece desconectado puede volverse a conectar manual o automáticamente debido a la reacción de los dispositivos de seguridad en caso de fallo.

Recuerda

Por eso, hay que salir de la cabina del operador sólo si hay una confirmación fiable relativa a la desconexión del cable subterráneo.



RESUMEN

- Para el operador de la excavadora es muy importante conocer las obligaciones y responsabilidades que conlleva su uso, principalmente respecto al manejo seguro de la máquina.
- El conductor de la máquina debe tener las adecuadas capacidades físicas y mentales y está prohibido el manejo de la excavadora de cables a personas dependientes del alcohol o las drogas.
- La estabilidad frontal se define como la capacidad de la grúa a resistir el vuelco frontal.
- Para prevenir el vuelco, cuando se calculan las cargas de vuelco de la grúa los fabricantes las reducen en un porcentaje llamado "margen de estabilidad", que viene dado por la normativa de cada país.
- Hay dos tipos de áreas de operación para grúas sobre cadenas con giro central: unas están basadas en el centro de rotación de la superestructura y otras en las líneas de desplazamiento de las cadenas.
- Al no respetar la velocidad máxima autorizada del viento durante el servicio de la excavadora de cables existe un alto peligro de accidentes.
- Con velocidades del viento superior a 20 m/s [45 mph] existe peligro de muerte en las inmediaciones de la grúa sobre orugas.

- El suelo del área de la excavadora de cables debe ser plano y resistente, es decir, se debe poder cargar el propio peso de la excavadora de cables con la carga de elevación adicional.
- Un suelo sin resistencia o inclinado puede causar la desviación o el vuelco de la excavadora de cables.
- Dentro de la cabina cerrada el operador está protegido en gran parte de los efectos directos de un rayo. La cabina del operador actúa como una jaula de Faraday y envía la descarga eléctrica fuera de la máquina.
- Se debe mantener la distancia de seguridad a las líneas eléctricas.
- Con un cable conductor roto o echado en el suelo de una línea eléctrica de alta tensión existe una conexión a tierra y se forma en el radio una tensión en forma de embudo.
- En cuanto a la conexión a tierra con una línea eléctrica conductora de baja tensión, no se forma ninguna tensión en forma de embudo peligrosa en el radio de la excavadora de cables.
- Los dispositivos de protección de las diversas fuentes eléctricas nacionales tienen una reacción diferente al fallar. Por eso no se debe suponer que después de un cortocircuito o de una conexión a tierra se desconecta automáticamente y de forma duradera la línea eléctrica. Por lo tanto, la excavadora de cables o un cable conductor roto pueden estar bajo tensión peligrosa y formarse una tensión en forma de embudo si en el lugar dañado no hay descarga eléctrica, formación de humo o chisporroteo.
- Sólo si se siguen debidamente las indicaciones se puede determinar con precisión el lugar y la profundidad de los conductos subterráneos al planificar la aplicación de la excavadora y se pueden efectuar con seguridad los trabajos subterráneos cerca de los conductos subterráneos.
- Apagar el fuego proviniendo del gas requiere algunos conocimientos especiales. Un fuego provocado por el gas ya apagado puede reanudarse en cualquier momento debido al escape de gas inacabado que aparece en cualquier lugar imprevisible.
- Los dispositivos de seguridad de las diferentes redes nacionales eléctricas tienen reacciones automáticas y diferentes cuando se presenta un caso de fallo. Por eso, después de algún daño en el cable subterráneo, no se debe suponer que dicho cable se ha desconectado automáticamente y durante mucho tiempo.

- Un cable subterráneo que parece desconectado puede volverse a conectar manual o automáticamente debido a la reacción de los dispositivos de seguridad en caso de fallo.
- Por eso, hay que salir de la cabina del operador sólo si hay una confirmación fiable relativa a la desconexión del cable subterráneo.



TERMINOLOGÍA

Anemómetro:

Instrumento que sirve para medir la velocidad o la fuerza del viento.

Carrera:

Longitud del recorrido lineal realizado de forma alternativa por un elemento mecánico, como el pistón de un motor de combustión interna.

Daltonismo:

Defecto de la vista que consiste en no percibir determinados colores o en confundir algunos de los que se perciben.

Epilepsia:

Enfermedad caracterizada principalmente por accesos repentinos, con pérdida brusca del conocimiento y convulsiones.

Jaula de Faraday:

Efecto que provoca que el campo electromagnético en el interior de un conductor en equilibrio sea nulo, anulando el efecto de los campos externos. Esto se debe a que el conductor sujeto a un campo electromagnético externo se polariza de manera que queda cargado positivamente en la dirección en la que va el campo electromagnético y negativamente en el sentido contrario. Puesto que el conductor se ha polarizado, éste genera un campo eléctrico igual en magnitud pero opuesto en sentido al campo electromagnético, luego la suma de ambos campos dentro del conductor será igual a 0.

Luz omnidireccional:

Luz que puede estar dirigida en todas las direcciones.

Momento:

Respecto a un punto, producto de una fuerza por la distancia del punto a esa fuerza. En el caso de la máquina excavadora de cables, una misma carga provoca un momento mayor cuanto más alejada está del centro de la máquina.

Pantalla LCD:

Pantalla de cristal líquido (LCD es el acrónimo de Liquid Crystal Display) delgada y plana formada por un número de píxeles en color o monocromos colocados delante de una fuente de luz o reflectora.

Plumín:

Tramo de pluma más pequeño que el resto que se suele colocar en la punta de la pluma para conseguir una altura adicional, para montar equipos o poleas especiales o para trabajar en sitios donde no se alcanza usando la pluma normal.

Rotación (CENTRO):

Movimiento de cambio de orientación de un cuerpo extenso de forma que, dado un punto cualquiera del mismo, éste permanece a una distancia constante de un punto fijo llamado centro de rotación.

MÓDULO 2: mantenimiento



INTRODUCCIÓN

El desarrollo técnico alcanzado en todos los medios de producción mecánica hace que las máquinas actuales sean capaces de realizar trabajos muy duros en condiciones adversas tanto climáticas como de uso, consiguiendo una alta productividad y seguridad de uso, tanto por el bajo nivel de averías como por la propia seguridad física de los trabajadores y usuarios.

Pero para conseguir que se mantengan estas condiciones en todo momento, es imprescindible una labor de mantenimiento que permita mantener estas condiciones óptimas en todo momento y trabajo.

Este mantenimiento lo deberán llevar a cabo en diferentes niveles tanto el maquinista como los técnicos encargados de ello, pero es fundamental que aquél conozca todas las verificaciones periódicas que se deben realizar y sirva de ayuda fundamental en la detección y prevención de posibles averías.



OBJETIVOS

Al finalizar este módulo, el alumno será capaz de:

- El alumno conocerá la importancia del mantenimiento y la conservación para el correcto funcionamiento del equipo para un desarrollo eficiente y seguro de su trabajo.
- El alumno conocerá el plan de mantenimiento de un equipo de trabajo modelo.

UD3

ÍNDICE

| | | | |
|-----|---|------------------------------|----|
| |  | Objetivos | 72 |
| 3.1 |  | Introducción | 73 |
| 3.2 | | Mantenimiento y conservación | 74 |
| |  | Resumen | 77 |
| |  | Terminología | 79 |



OBJETIVOS

Al finalizar esta Unidad Didáctica, el alumno será capaz de:

- Conocer el plan de mantenimiento preventivo y las especificaciones técnicas del fabricante.
- Conocer los puntos críticos que requieren verificaciones periódicas tanto diarias como semanales, mensuales, etc.



3.1 INTRODUCCIÓN

Debemos concienciar sobre que el **mantenimiento** de cualquier tipo de maquinaria consigue minimizar las averías, alargar la vida útil del equipo y mantener la seguridad de uso y funcionamiento en todas las condiciones.

Por lo tanto, será objetivo de esta Unidad que el maquinista detecte las posibles disfunciones en el equipo antes de producirse la avería y así sea un colaborador en la labor de los técnicos de mantenimiento y reparación de los mismos.

3.2 MANTENIMIENTO Y CONSERVACIÓN

El correcto funcionamiento de una máquina depende, fundamentalmente, de su cuidado y mantenimiento.

Existen tres tipos de mantenimiento: predictivo, preventivo y correctivo.

El **mantenimiento predictivo** tiene como objetivo "predecir" las futuras averías para poder darles una solución anticipada. En general se basa en sistemas sofisticados que analizan variaciones en vibraciones y otros parámetros que, en nuestro caso, resultan de difícil aplicación al variar continuamente las condiciones de trabajo; pero, dentro de este grupo de mantenimiento, un sistema verdaderamente interesante para nosotros es el del análisis de los aceites. La presencia de ciertas partículas contaminantes en el aceite permite analizar desgastes de piezas y, por lo tanto, anticiparse a la avería definitiva. Así, por ejemplo, la presencia de partículas metálicas nos puede hacer comprobar el estado de bombas hidráulicas y motores, mientras que la presencia de sílice nos llevará a revisar el estado de los filtros de aire.

El **mantenimiento preventivo** es el auténticamente fundamental para nosotros. Es el que debe ser realizado de forma continua siguiendo las recomendaciones dadas en el manual de mantenimiento correspondiente al equipo y que incluye, como parte fundamental, las operaciones de limpieza y engrase, la comprobación del estado de apriete de tornillos, la comprobación de las partes móviles, niveles en baterías, depósitos de aceite hidráulico, aceite del motor y líquido refrigerante, estado o cambio de filtros y, en definitiva, el estado general de todo el equipo.

Con este mantenimiento bien hecho podemos evitar más de un 80% de las averías comunes.

Hay que tener en cuenta que la avería es nuestro peor enemigo. Paraliza la producción en la obra y lo hace de una forma totalmente imprevista. Seguramente nos sorprende con problemas de repuesto para solucionarla, rompe la programación en nuestro taller y, si necesitamos ayuda externa, estaremos supeditados a la disponibilidad del que nos tenga que ayudar.

El **mantenimiento correctivo** consiste en dos actividades fundamentales: la primera se refiere a las reparaciones programadas, que son aquellas que vienen originadas por la sustitución de elementos o conjuntos que el uso, a pesar de ser correcto, va desgastando. Se llaman "programadas" porque el fabricante o la propia experiencia marca los períodos a los que deben ser realizadas. La otra actividad es la que debemos evitar con todos los medios a nuestro alcance: la reparación de averías.

Existen tres tipos de mantenimiento:

- Predictivo.
- Preventivo.
- Correctivo.

Recuerda





RESUMEN

- El correcto funcionamiento de una máquina depende, fundamentalmente, de su cuidado y mantenimiento.
- Existen tres tipos de mantenimiento: predictivo, preventivo y correctivo, en función de la tarea realizada con vistas a poder predecir una futura avería, poder prevenirla siguiendo las instrucciones del manual del fabricante o proceder a su corrección, sea la programada por la experiencia y los datos adquiridos o la nunca deseable por haberse producido una rotura o una avería inesperada.



TERMINOLOGÍA

Correctivo:

Conjunto de operaciones de mantenimiento, a su vez divididas en dos clases que, por una parte, consiste en la sustitución de elementos que, aun estando operativos, la experiencia permite suponer que están al borde del fallo o la rotura y, por otra, incluye las reparaciones de averías.

Mantenimiento:

Conjunto de operaciones o cuidados realizados a la maquinaria para conservarla en perfecto estado de funcionamiento.

Predictivo:

Conjunto de operaciones de mantenimiento que permiten anticipar que una avería se puede producir.

Preventivo:

Conjunto de operaciones de mantenimiento que, realizadas periódicamente, permiten el correcto funcionamiento de la maquinaria evitando desgastes prematuros o fallos imprevistos.

UD4

ÍNDICE

| | | |
|-----|--|----|
| |  Objetivos | 82 |
| 4.1 |  Introducción | 83 |
| 4.2 | Trabajos de mantenimiento del operador | 84 |
| 4.3 | Lubricación | 84 |
| 4.4 | Engrase | 86 |
| |  Resumen | 93 |
| |  Terminología | 95 |



OBJETIVOS

Al finalizar esta Unidad Didáctica, el alumno será capaz de:

- Conocer los trabajos de mantenimiento e inspección que debe realizar el operario.



4.1 INTRODUCCIÓN

El alumno conocerá los trabajos concretos de mantenimiento que están a su alcance y que deberá realizar cotidianamente.

4.2 TRABAJOS DE MANTENIMIENTO DEL OPERADOR

A continuación vamos a exponer un plan de mantenimiento como guía pero está claro que siempre se deberán seguir escrupulosamente el mantenimiento y las instrucciones dadas por el fabricante del equipo en concreto que se esté utilizando.

En este caso concreto nos referiremos a un equipo de pantalla hidráulico KS-3000 montado sobre una grúa LIEBHERR 853.

4.3 LUBRICACIÓN

En cuanto a la grúa, se indican los puntos que deben ser lubricados, su periodicidad y el tipo de intervención que se debe realizar:

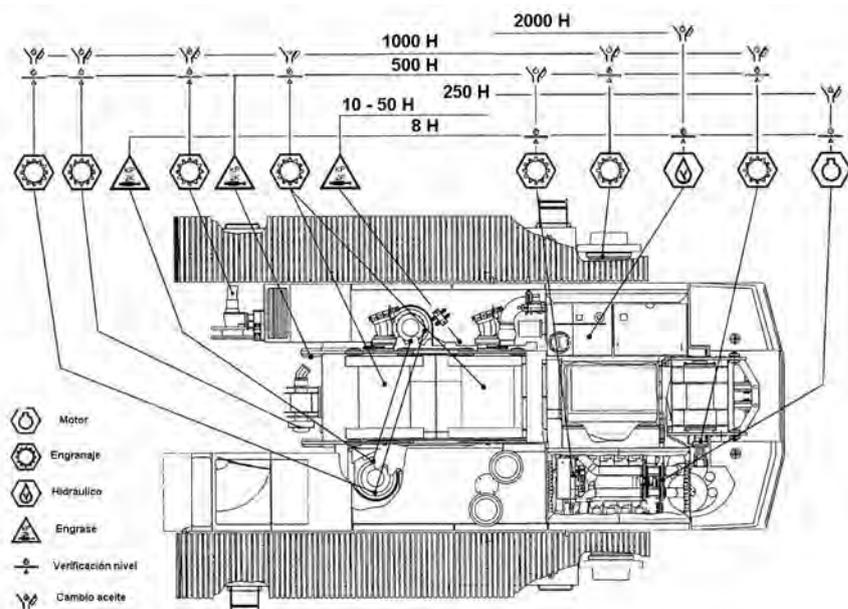


Figura 26. Plan de lubricación. Situación e intervalos (1). Fuente: Liebherr

En cuanto al equipo KS-3000, se indican los puntos que deben ser lubricados, su periodicidad y el tipo de intervención que se debe realizar:

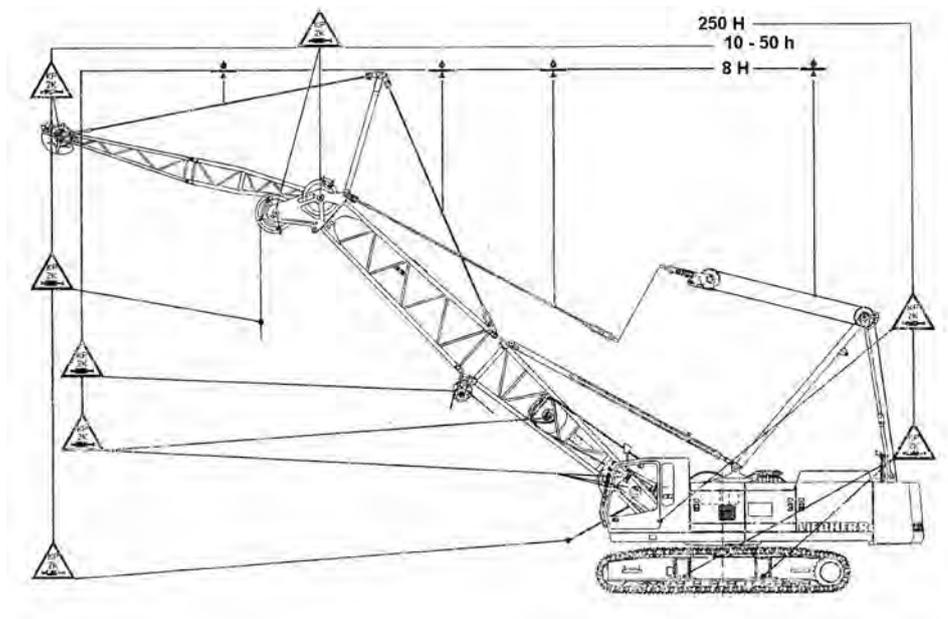


Figura 27. Plan de lubricación. Situación e intervalos (2). Fuente: Liebherr

4.4 ENGRASE

A continuación se muestran la localización de los puntos que deben ser engrasados y la frecuencia con la que se debe realizar en la cuchara hidráulica del equipo:

En el caso de un equipo KS 3000-H90

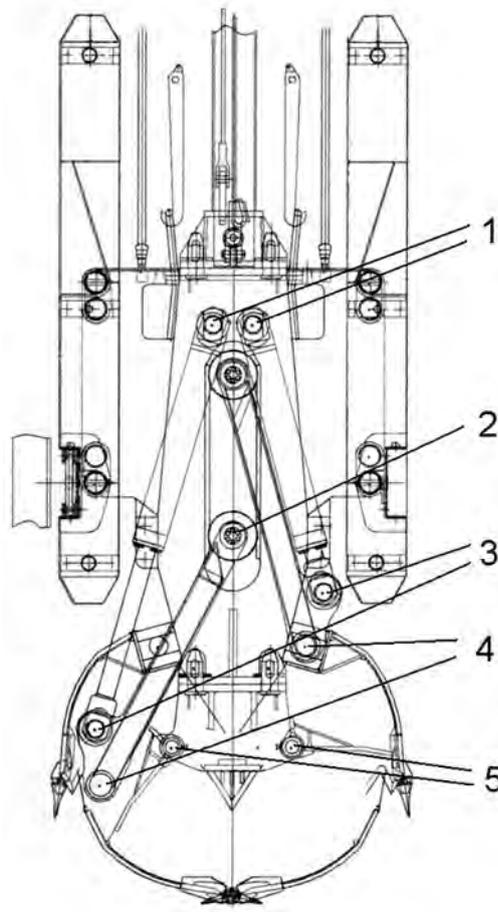


Figura 28. Puntos de engrase y periodicidad H90. Situación. Fuente: Liebherr

| POS. | PIEZA | DIARIO |
|------|---|--------|
| 1 | Bulones y casquillos superiores de botella | x |
| 2 | Bulón y casquillos de cuerpo de cuchara | x |
| 3 | Bulones y casquillos inferiores de botella | x |
| 4 | Bulones y casquillos de apertura de cuchara | x |
| 5 | Bulones y casquillos de articulación de cuchara | x |

Figura 29. Puntos de engrase y periodicidad H90. Intervalos. Fuente: Liebherr

En el caso de un equipo KS 3000-H70

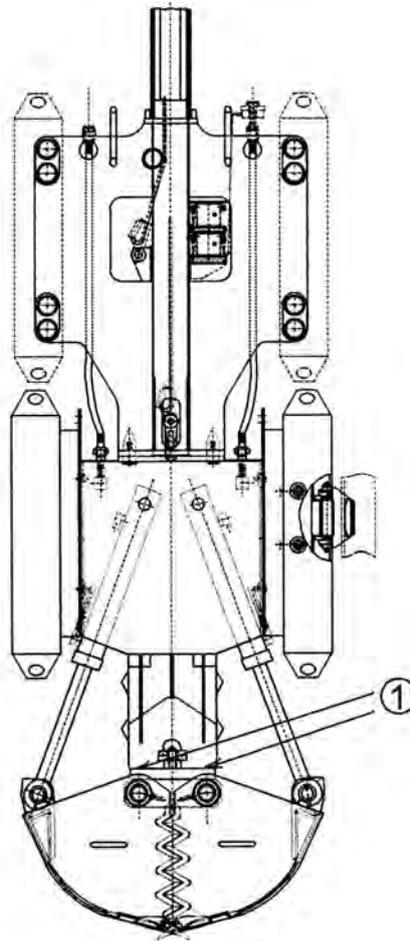


Figura 30. Puntos de inspección y periodicidad H70. Situación. Fuente: Liebherr

| POS. | PIEZA | DIARIO |
|--------------------------------------|---|--------|
| NO ENGRASAR LAS CUCHARAS H-70 | | |
| 1 | Verificar las cuñas por si tienen desgaste sobre el cuerpo de la cuchara y sobre la cuchara | x |

Figura 31. Puntos de inspección y periodicidad H70. Intervalos. Fuente: Liebherr

A continuación se muestran la localización de los puntos que deben ser engrasados y la frecuencia con la que se debe realizar en el propio equipo KS-3000:

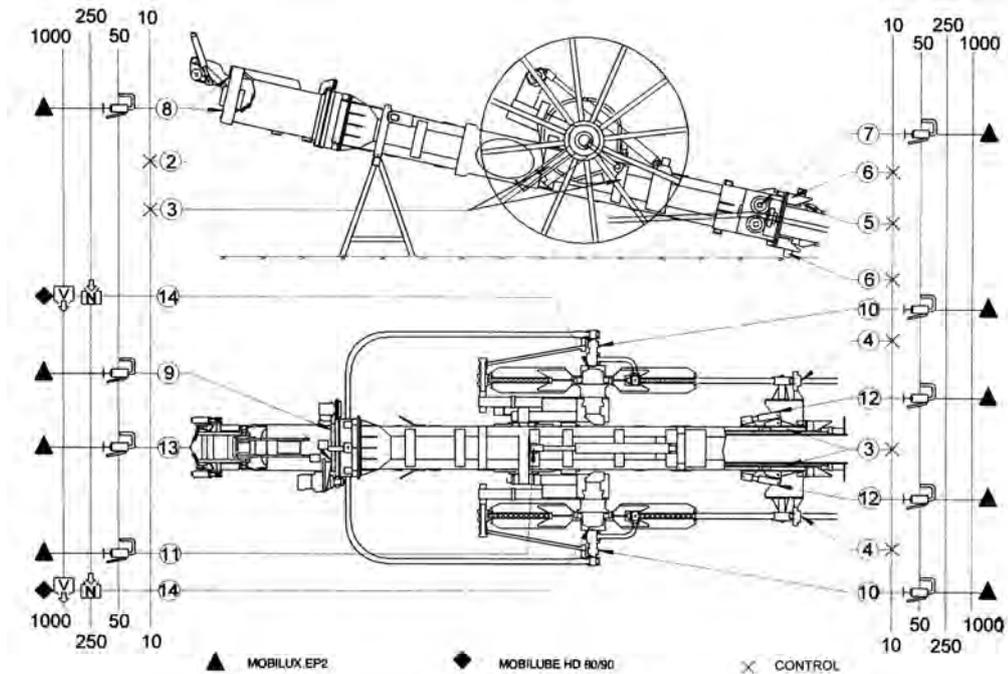


Figura 32. Puntos de engrase, mantenimiento y periodicidad del equipo KS-3000. Situación. Fuente: Liebherr

| POS. | PIEZA | PERIODICIDAD |
|------|---|------------------|
| 1 | Verificar el apriete de la bulonería del conjunto KS | Cada 10 horas |
| 2 | Verificar el casquillo de desgaste de la junta giratoria | Cada 10 horas |
| 3 | Verificar las diferentes placas de desgaste | Cada 10 horas |
| 4 | Verificar las dos guías de las mangueras hidráulicas | Cada 10 horas |
| 5 | Controlar el amortiguador cauchutado del Kelly de base | Cada 10 horas |
| 6 | Verificar los topes elásticos cilíndricos | Cada 10 horas |
| | Verificar el desgaste de la tulipa sobre el Kelly de base | Cada 10 horas |
| 7 | Engrasar los 4 ejes de rodillos de las guías de las mangueras hidráulicas | Cada 50 horas |
| 8 | Engrasar el cardan | Cada 50 horas |
| 9 | Engrasar la corona de la junta giratoria | Cada 50 horas |
| 10 | Engrasar las dos juntas giratorias de los enrolladores hidráulicos | Cada 50 horas |
| 11 | Engrasar los ejes de los gatos de balanceo | Cada 50 horas |
| 12 | Engrasar los ejes de los 2 gatos de cuñas | Cada 50 horas |
| 13 | Engrasar los 2 ejes de los gatos de amortiguadores | Cada 50 horas |
| 14 | Verificar el nivel de aceite de los dos reductores enrolladores flexibles hidráulicos | Cada 250 horas |
| 14 | Vaciar y limpiar los 2 reductores enrolladores de mangueras hidráulicas | Cada 1.000 horas |

Figura 33. Puntos de engrase, mantenimiento y periodicidad del equipo KS-3000. Intervalos. Fuente: Liebherr

A continuación se muestran la localización de los puntos que deben ser engrasados y recibir mantenimiento y la frecuencia con la que se debe realizar si el equipo es alimentado por un Power Pack (generador de motor térmico con centralita hidráulica adicional):

Equipo KS-3000 alimentado por Power Pack

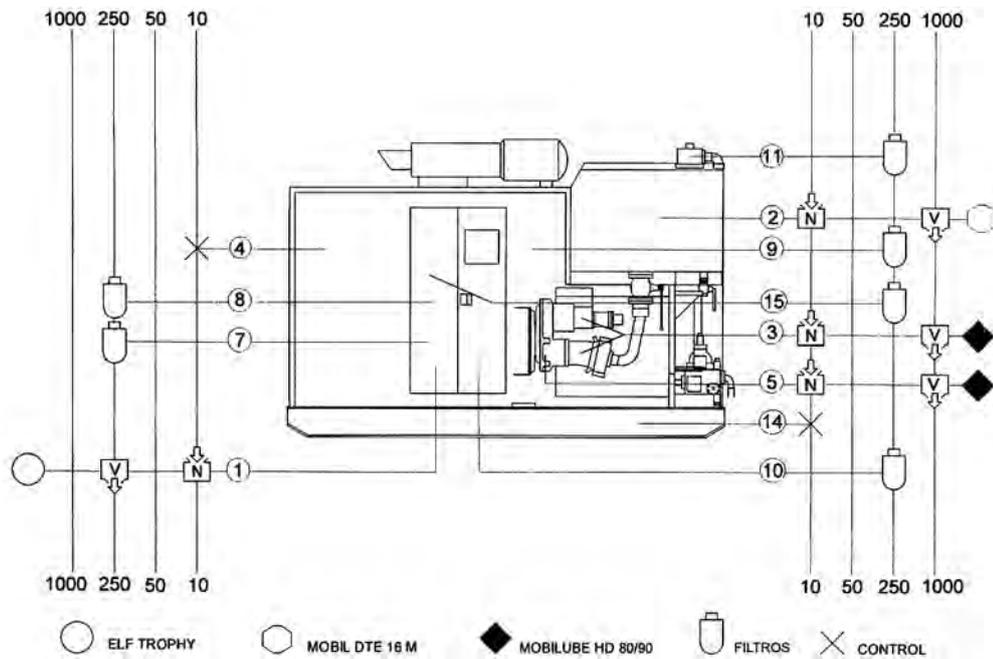


Figura 34. Puntos de engrase, mantenimiento y periodicidad si el equipo KS-3000 es alimentado por Power Pack. Situación. Fuente: Liebherr

| POS. | PIEZA | PERIODICIDAD |
|------|--|---------------|
| 1 | Verificar el nivel de aceite del motor | Cada 10 horas |
| 2 | Verificar el nivel de aceite hidráulico y la purga del depósito | Cada 10 horas |
| 3 | Verificar el nivel de aceite de los reductores de las bombas hidráulicas | Cada 10 horas |
| 4 | Verificar el nivel del radiador de agua | Cada 10 horas |
| 5 | Verificar el nivel de aceite de la caja de reparto de las 3 bombas hidráulicas | Cada 10 horas |
| 14 | Purgar el agua y los sedimentos del depósito de combustible | Cada 10 horas |
| | Verificar el indicador de colmatado del filtro de aire | Cada 10 horas |
| | Verificar la instalación eléctrica | Cada 50 horas |
| | Verificar la posición del indicador de colmatado de los filtros hidráulicos HP | Cada 50 horas |
| | Verificar el apriete del posicionador de fijación de las bombas hidráulicas | Cada 50 horas |
| 9 | Limpiar el elemento del filtro del aire del motor | Cada 50 horas |

Figura 35. Puntos de engrase, mantenimiento y periodicidad si el equipo KS-3000 es alimentado por Power Pack. Intervalos. Fuente: Liebherr



RESUMEN

- Se han definido en esta Unidad todas las operaciones que el alumno realizará cotidianamente en los diversos componentes de la maquinaria, con su situación concreta y los intervalos de actuación.



TERMINOLOGÍA

Engrase:

Tipo especial de lubricación cuando se emplea como lubricante un producto más viscoso y consistente (grasa).

Lubricación:

Suministro de aceite en determinados puntos cuyas funciones básicas son: reducción de la fricción, disipación del calor y dispersión de los contaminantes. El diseño de un lubricante para realizar estas funciones es una tarea compleja que involucra un cuidadoso balance de propiedades, tanto del aceite de base como de los aditivos.

UD5

ÍNDICE

| | | | |
|-----|---|---|-----|
| |  | Objetivos | 98 |
| 5.1 |  | Introducción | 99 |
| 5.2 | | Puntos de inspección y verificación del motor | 100 |
| 5.3 | | Varios. Inspección y verificación | 102 |
| |  | Resumen | 105 |
| |  | Terminología | 107 |



OBJETIVOS

Al finalizar esta Unidad Didáctica, el alumno será capaz de:

- El alumno conocerá los trabajos concretos de **inspección y verificación**, en algunos casos los deberá realizar él mismo (generalmente los comprendidos hasta las revisiones de 250 h) y en otros necesitará la intervención de un mecánico de mantenimiento.



5.1 INTRODUCCIÓN

A continuación vamos a exponer un plan de inspecciones y verificaciones como guía, pero está claro que siempre se deberán seguir escrupulosamente las instrucciones dadas por el fabricante del equipo en concreto que se esté utilizando.

5.2 PUNTOS DE INSPECCIÓN Y VERIFICACIÓN DEL MOTOR

En cuanto al motor, se indican los puntos que deben ser inspeccionados y verificados, su periodicidad y en algunos casos algún dato técnico o informativo necesario para su realización:

En cuanto a la grúa:

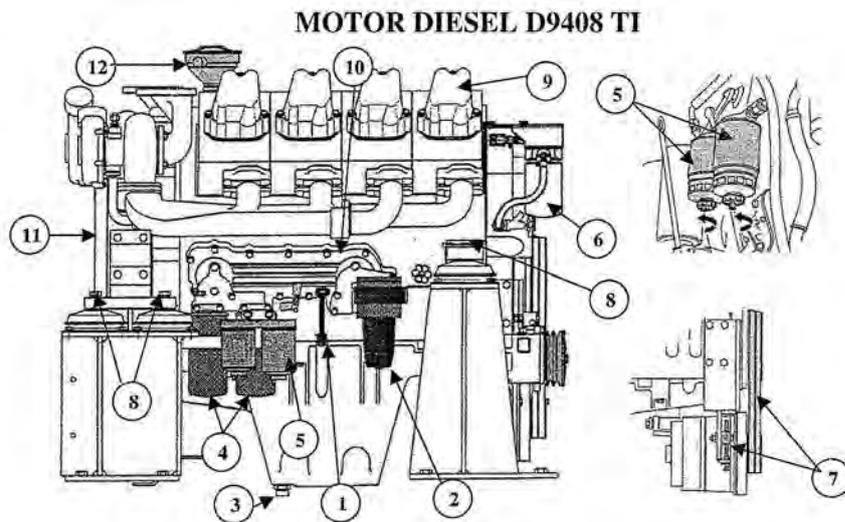


Figura 36. Puntos de inspección y verificación del motor. Situación.
Fuente: Liebherr

5.2.1 Intervalos

| POR TURNO | | | | | | POSICIÓN | OPERACIÓN | CTD. PUNTOS | OBSERVACIONES |
|-----------|------|-------|-------|---------|---------|----------|---|-------------|-----------------------|
| | 50 H | 250 H | 500 H | 1.000 H | 2.000 H | | | | |
| X | | | | | | 1 | Comprobar el nivel de aceite y corregir | 1 | Shell Rimula X 15W/40 |
| X | | | | | | | Revisar el nivel de agua | 1 | |
| X | | | | | | 2 | Revisar el separador de agua combustible y vaciarlo si es necesario | 2 | |
| X | | | | | | | Verificar que los protectores contra la lluvia del escape están ajustados | 1 | |
| | X | | | | | | Vaciar el recipiente captador de polvo del filtro de aire | 1 | |
| | | X | | | | | Verificar la limpieza del motor y de la disposición del refrigerador | 1 | |
| | | X | | | | 3 | Cambiar el aceite del motor | 1 | Shell Rimula X 15W/40 |
| | | | X | | | 4 | Cambiar el filtro del aceite | 2 | Liebherr 550209603 |
| | | | X | | | 5 | Cambiar el filtro del combustible | 2 | 700877603 y 700877503 |
| | | | X | | | 6 | Cambiar el filtro del agua | 1 | Liebherr 736705203 |
| | | | X | | | 7 | Revisar las correas trapezoidales y su tensión | 1 | Tensión 30-40 kg |
| | | | X | | | | Revisar que el sistema de succión y de gas de escape no tengan fugas | | |
| | | | X | | | 8 | Revisar que los tornillos fijadores del motor no estén flojos | 6 | Apriete 215 Nm |
| | | | X | | | | Revisar la bobina de pare | 1 | A=0,1/0,5 mm |
| | | | X | | | | Revisar y ajustar el número de revoluciones | | Mín./máx. 850/1900 |
| | | | | X | | 9 | Revisar el juego de válvulas y ajustarlas | 16 | Valor 0.25/0.30 |
| | | | | X | | 10 | Revisar el funcionamiento mecánico de la bomba de inyección | 1 | |
| | | | | X | | | Dejar salir los residuos y condensados del tanque de combustible | 1 | |
| | | | | X | | 11 | Lubricar la corona de giro del volante de impulsión | 1 | |
| | | | | X | | | Revisar la instalación del calentamiento previo | 1 | Antes de invierno |
| | | | | | X | 12 | Renovar el decantador de aceite | 1 | Liebherr 9272268 |
| | | | | | X | | Renovar el líquido refrigerante y anticongelante | | |
| | | | | | X | | Renovar el filtro del aire | 2 | 737095503 y 737095603 |

Figura 37. Puntos de inspección y verificación del motor. Intervalos. Fuente: Liebherr

5.3 VARIOS. INSPECCIÓN Y VERIFICACIÓN

En cuanto a otros elementos que deben ser inspeccionados y verificados, aquí los exponemos junto con su periodicidad:

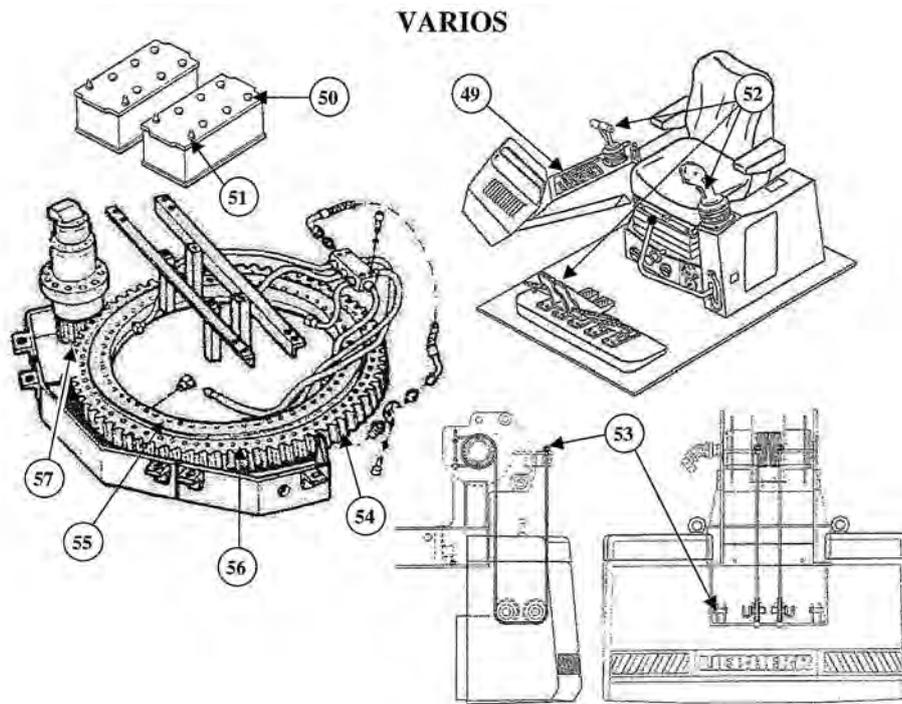


Figura 38. Puntos de inspección y verificación de varios. Situación. Fuente: Liebherr

5.3.1 Intervalos

| POR TURNO | 50 H | 250 H | 500 H | 1.000 H | 2.000 H | POSICIÓN | OPERACIÓN | CTD. PUNTOS | OBSERVACIONES |
|-----------|------|-------|-------|---------|---------|----------|--|-------------|---------------|
| | | | | | | | INSTALACIÓN ELECTRÓNICA | | |
| X | | | | | | 48 | Revisar el funcionamiento de la instalación, anuncios y accesorios | | |
| X | | | | | | | Verificar el correcto funcionamiento de la pluma y el final de carrera | 1 | |
| | | | X | | | 49 | Controlar el nivel de ácido de la batería | 2 | |
| | | | X | | | 50 | Limpiar, revisar y engrasar las conexiones de las baterías | 4 | |
| | | | X | | | | Verificar las conexiones y las guías de los cables | | |
| | | | X | | | 51 | Revisar y probar el sistema de mando | | |
| | | | X | | | | Ajustar los anillos de rozamiento y revisar las guías de los cables | | |
| | | | | | | | CONTRAPESO | | |
| | | | X | | | 52 | Revisar las conexiones de los bulones y de los tornillos | 2 | |
| | | | | | | | UNIÓN GIRATORIA SOBRE BOLAS | | |
| X | | | | | | 53 | Lubricar el engranaje | 1 | |
| | X | | | | | 54 | Lubricar la pista para bolas de rodamientos | | |
| | | | X | | | 55 | Revisar la correcta colocación de los tornillos de fijación | | |
| | | | | X | | 56 | Verificar el engranaje del mecanismo de giro de la unión giratoria | | |

Figura 39. Puntos de inspección y verificación de varios. Intervalos. Fuente: Liebherr

En cuanto al equipo KS-3000:

Las tareas fueron englobadas en la unidad anterior.



RESUMEN

- Se han definido en esta Unidad todas las intervenciones y verificaciones que el alumno deberá conocer y que realizará él mismo o con la intervención de un mecánico de mantenimiento, su situación y características, así como los intervalos de actuación.



TERMINOLOGÍA

Inspección:

Conjunto de operaciones de control sobre algún elemento o componente que normalmente consiste en observar su estado, posición o funcionamiento, lo que permite determinar su correcto funcionamiento.

Verificación:

Conjunto de operaciones de control sobre algún elemento o componente que implica, además de su inspección, la comprobación, medición o prueba para determinar, no sólo su funcionamiento, sino su correcta acción sobre otros elementos.

UD6

ÍNDICE

| | | |
|-----|--|-----|
| |  Objetivos | 110 |
| 6.1 | Normativa de seguridad técnica | 111 |
| |  Resumen | 113 |
| |  Terminología | 115 |



OBJETIVOS

Al finalizar esta Unidad Didáctica, el alumno será capaz de:

- Conocer el significado del término Mercado CE.
- Conocer las inspecciones técnicas que debe poseer una máquina que sea apta para su uso en obra.

6.1 NORMATIVA DE SEGURIDAD TÉCNICA

En este punto nos remitimos al siguiente módulo, que recopila toda la normativa de seguridad aplicable.

Muy resumidamente diremos que, como equipo de trabajo, estas máquinas en la actualidad no están sometidas a inspecciones técnicas oficiales reglamentarias, aunque deben presentar el correspondiente certificado de cumplimiento con todas las normativas de seguridad en cuanto a fabricación, uso y funcionamiento.

Este certificado es el **Certificado CE** proporcionado por el fabricante para máquinas cuya fabricación se haya producido desde 1995 hasta la actualidad (requisito obligatorio en estos casos) o el certificado de cumplir la norma del Real Decreto 1215/1997 en el caso de máquinas fabricadas con anterioridad a dicha fecha y que por tanto no disponen del Certificado CE.

Ahora bien, considerado como grúa móvil autopropulsada, deberá, aparte de lo mencionado anteriormente, y de acuerdo con el Real Decreto 837/2003, realizar a través de una entidad oficialmente homologada unas inspecciones periódicas reglamentarias en función de la antigüedad de la grúa:

- Cada 3 años hasta los 6 de antigüedad.
- Cada 2 años entre 6 y 10 años de antigüedad.
- Anualmente a partir de los 10 años de antigüedad.

También deberá realizar las correspondientes revisiones semestrales de mantenimiento realizadas por una entidad oficialmente acreditada como empresa mantenedora.



RESUMEN

- Esta unidad presenta muy resumidamente el significado del término Mercado CE, así como la normativa que debe cumplir una máquina cuya fabricación se haya realizado con anterioridad al año 1995. También, y en el caso de la maquinaria que describe este curso, la normativa y las inspecciones aplicables.



TERMINOLOGÍA

Certificado CE:

Documento por el cual el organismo notificado certifica que un ejemplar representativo de la producción (el tipo) cumple con las especificaciones técnicas que le son aplicables.

MÓDULO 3: seguridad



INTRODUCCIÓN

La seguridad en el trabajo debe contemplarse como un derecho del trabajador, nunca como una obligación, según se recoge en el art. 40.2 de la Constitución Española, la cual encomienda a los poderes públicos, como uno de los principios rectores de la política social y económica, velar por la seguridad e higiene en el trabajo.

En cumplimiento de este mandato constitucional, se promulgó la Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales, que desarrolla la política de protección de la salud de los trabajadores mediante la prevención de los riesgos derivados de su trabajo.

El texto está confeccionado con el contenido teórico necesario para poder desarrollar un trabajo en la especialidad de pantalla continua con las mínimas garantías de seguridad durante la ejecución de la especialidad.

El trabajador adquirirá unos conocimientos preventivos básicos que le permitan identificar los riesgos inherentes a su actividad, de forma que pueda realizar el trabajo en unas condiciones aceptables de seguridad. La observación constante de éstas redundará en una mejora de sus condiciones de trabajo.



OBJETIVOS

Al finalizar este módulo, el alumno será capaz de:

- Conocer y asimilar los riesgos no evitables durante el normal desarrollo de la actividad de ejecución de muros pantalla.
- Identificar y poner en conocimiento de sus superiores otros posibles riesgos, no evaluados primariamente, que puedan ser causa de la aparición de accidentes.
- Aplicar las medidas preventivas precisas en función del riesgo para minimizarlo o eliminarlo.
- Asumir sus responsabilidades en materia preventiva individual y colectivamente.
- Conocer y usar el EPI adecuado en función del riesgo.
- Conocer e identificar los útiles, herramientas y accesorios necesarios para el desarrollo de su actividad en la obra.
- Realizar propuestas de mejora para conseguir una actividad ausente de riesgos.

UD7

ÍNDICE

| | | | |
|-----|---|--------------------------------------|-----|
| |  | Objetivos | 124 |
| 7.1 |  | Introducción | 125 |
| 7.2 | | Conceptos generales de la prevención | 126 |
| 7.3 | | Concepto de prevención de riesgos | 130 |
| 7.4 | | Causalidad de los accidentes | 130 |
| |  | Resumen | 133 |
| |  | Terminología | 135 |



OBJETIVOS

Al finalizar esta Unidad Didáctica, el alumno será capaz de:

- Conocer y distinguir el **accidente de trabajo** y la **enfermedad profesional**.
- Conocer los principios generales de la **evaluación de riesgos**: identificación, evaluación y propuesta de **medidas preventivas**.



7.1 INTRODUCCIÓN

En esta Unidad se analizan los aspectos derivados de la seguridad y salud en el trabajo del operario.

7.2 CONCEPTOS GENERALES DE LA PREVENCIÓN

Todos los trabajadores del sector de la construcción deberían tener la capacitación suficiente **para poner en práctica los conocimientos propios de su oficio y evitar o minimizar la probabilidad de sufrir daños para la salud como consecuencia del trabajo que desarrollan.**

Para conseguir este objetivo, es necesario que antes de entrar a estudiar de una forma concreta las diversas situaciones de riesgo que se presentan en la ejecución de muros pantalla se entiendan perfectamente algunos conceptos fundamentales.

7.2.1 Riesgo laboral

Cualquier actividad de la vida conlleva una serie de riesgos. En una obra de construcción se presentan numerosas situaciones de riesgo.

Pues bien, cada una de estas situaciones de riesgo puede dar lugar a uno o varios accidentes.

Por **riesgo laboral** se entiende la **posibilidad de que un trabajador sufra un determinado daño derivado del trabajo.**

Veamos un ejemplo:

Un operario realiza su trabajo sobre un andamio de borriquetas en el borde de un talud sin protección. El operario dispone de poco espacio para trabajar, ya que hay materiales sobre la plataforma de trabajo.

En esta situación se presenta el riesgo de caída a distinto nivel o caída de altura.

Esta situación de riesgo no implica necesariamente que se produzca el accidente. De hecho, la mayoría de las veces que se presentan estas situaciones no hay consecuencias dañinas para los trabajadores.

Una situación de riesgo puede producir un accidente, aunque no implica necesariamente que se vaya a producir.

Éste es el motivo principal por el cual éstas y otras muchas situaciones de riesgo son irresponsablemente admitidas tanto por los responsables de las obras como por los propios trabajadores.

7.2.2 Accidente

Siempre que se produzcan situaciones de riesgo, como las descritas en el punto anterior, existe la probabilidad de que sobrevenga el accidente.

Por "accidente" se entiende cualquier suceso anormal, imprevisto y no deseado que se presenta de forma brusca, que interrumpe de forma súbita el normal desarrollo del trabajo y que supone daños para los trabajadores y que además puede causar daños materiales.

El accidente ocurrirá cuando a la situación de riesgo se le añada alguna circunstancia adicional desfavorable, del mismo modo que para prender fuego necesitamos tener un combustible y añadirle un foco de calor.

Tratemos ahora de imaginar alguna circunstancia desfavorable, así como el accidente al que daría lugar.

Imaginemos que el trabajador sobre las borriquetas tropieza con los materiales, se desequilibra y cae por el talud.

El accidente descrito es un ejemplo de un caso real. En él se demuestra cómo la situación de riesgo expuesta ha dado paso a un accidente como consecuencia de haber añadido una serie de circunstancias desfavorables.

La circunstancia que ha desencadenado el accidente es producirse un tropiezo por no observar las normas de seguridad en cuanto a mantener ordenada y libre de materiales la zona de trabajo y producirse una caída al vacío al no observar la norma de disponer de protección cuando hay riesgo de caída a desnivel. Para no sufrir el accidente, la plataforma de trabajo tenía que haber estado libre de materiales y disponer de barandilla.

La consideración del accidente de trabajo relatado puede catalogarse de muy grave o mortal.

7.2.3 Incidente o accidente blanco

Vamos a imaginar ahora un ligero cambio de las circunstancias que han desencadenado el accidente descrito y a analizar la posible secuencia de hechos que se produciría con este cambio.

Podría haber sucedido que el trabajador, que está sobre las borriquetas, al tropezar y caerse lo hace al suelo, que se encuentra a 1 m de la plataforma, en vez de caer por el talud, de manera que sólo se produce una torcedura de muñeca al tratar de amortiguar la caída; se produce entonces un accidente leve, o incluso un **incidente** o accidente sin consecuencias.

En prevención se entiende que se deberán analizar e investigar ambas situaciones: tanto cuando se producen como cuando no se producen daños personales porque el hecho de que un riesgo determinado conduzca a un accidente con lesión depende del azar o de la suerte.

7.2.4 Lesión laboral

Por "**lesión laboral**" se entiende un **daño en la salud de un trabajador sufrido en el desempeño de su trabajo que le incapacita de forma transitoria o permanente para seguir desarrollando normalmente su actividad laboral.**

Las lesiones laborales se clasifican según su grado en leves, graves o muy graves, según sean calificadas por el médico.

Conviene también saber que existen dos tipos de lesiones laborales:

- Las traumáticas que afectan a la integridad física del trabajador, que provienen de un accidente de trabajo.
- Las enfermedades profesionales, que son deterioros paulatinos y progresivos de la salud del trabajador por exposición crónica a situaciones adversas (ruido, vibraciones, polvo, productos químicos, etc.) producidas por el ambiente de trabajo o por la organización del mismo. El grado de gravedad de las enfermedades profesionales depende de la dosis y del tiempo de exposición al contaminante.

Veamos dos ejemplos:

- Un trabajador que utiliza una perforadora sin emplear protección auditiva es probable que termine por contraer una sordera profesional.
- Un trabajador que manipula cemento sin emplear guantes es probable que termine por contraer una alergia o dermatitis de contacto.

7.2.5 Gravedad potencial

Recordemos ahora el análisis realizado en el ejemplo del accidente anterior para el trabajo sobre unas borriquetas de andamio. Allí pudimos comprobar cómo con un ligero cambio de los factores circunstanciales que desencadenaron el accidente variaron las consecuencias en cuanto a las lesiones producidas.

Es aquí donde surge el concepto de gravedad potencial de un accidente.

Por "**gravedad potencial**" de un accidente se entiende **la consecuencia más grave que ese mismo riesgo podría haber producido en el peor de los casos.**

Este concepto es fundamental en prevención; por eso los accidentes blancos o leves no pueden admitirse como sucesos normales, ya que en muchos casos son mensajes sobre la posibilidad de que se produzca un accidente grave, muy grave o mortal. Desgraciadamente, este error se comete con bastante frecuencia en las obras.

Para que se produzca un accidente tiene que darse la conjunción de dos elementos de forma simultánea:

- Situación de riesgo.
- Circunstancias desfavorables.

Eliminando cualquiera de estos elementos, se elimina el accidente.

- **Riesgo laboral:** posibilidad de que un trabajador sufra un determinado daño derivado del trabajo.
- **Accidente:** cualquier suceso anormal, imprevisto y no deseado que se presenta de forma brusca, que interrumpe de forma súbita el normal desarrollo del trabajo y que supone daños para los trabajadores; puede además causar daños materiales.
- **Incidente:** accidente sin consecuencias.
- **Lesión laboral:** daño en la salud de un trabajador sufrido en el desempeño de su trabajo que le incapacita de forma transitoria o permanente para seguir desarrollando normalmente su actividad laboral.
- **Gravedad potencial de un accidente:** consecuencia más grave que ese mismo riesgo podría haber producido en el peor de los casos.

Recuerda



7.3 CONCEPTO DE PREVENCIÓN DE RIESGOS

Todo lo anteriormente expuesto conduce al concepto de "prevención de riesgos", entendiéndolo por tal el **conjunto de actividades en todas las fases de actuación de la empresa destinadas a:**

- Evitar o disminuir las situaciones peligrosas, las actuaciones inseguras y las circunstancias desfavorables que dan lugar a los accidentes.
- Evitar o disminuir las dosis y los tiempos de exposición a contaminantes (físicos o químicos) que dan lugar a las enfermedades profesionales.

En definitiva, la prevención se ocupa de que los trabajadores no sufran daños en el desempeño de sus actividades laborales.

7.4 CAUSALIDAD DE LOS ACCIDENTES

Con toda probabilidad, después de haber ocurrido el accidente de nuestro ejemplo, muchos de los compañeros y de los mandos de los trabajadores accidentados harían el siguiente comentario: "**qué mala suerte ha tenido**". Pues bien, esta frase hay que rechazarla de una manera absolutamente radical. El principio más importante y fundamental de la prevención de riesgos laborales es el que dice lo siguiente: "Todos los accidentes son evitables, ya que en ellos han influido CAUSAS que los han provocado. Los accidentes no se deben a la fatalidad".

Es totalmente necesario asimilar este concepto y comprender que el accidente no es otra cosa que el efecto producido por unas causas determinadas.

Estas causas se pueden dividir en dos grandes grupos o conceptos:

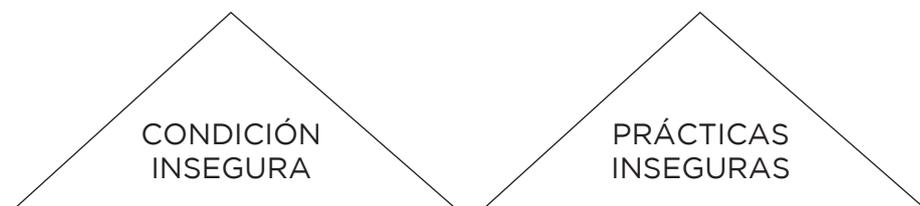


Figura 40. Causalidad de los accidentes

Por "**condición insegura**" se entiende cualquier condición o circunstancia física que puede permitir directamente que se produzca el accidente:

- Falta de protecciones o resguardos de la perforadora.
- Saturación de personal en el mismo tajo.
- Falta de orden y limpieza.
- Escaleras o andamios mal colocados.
- Desniveles sin protección.
- Etc.

Por "**práctica insegura**" se entiende el conjunto de actuaciones humanas que pueden ser origen de accidente:

- Realizar tareas sin suficiente conocimiento de cómo se deben hacer.
- No usar los equipos de protección individual.
- Actuar con temeridad y asumiendo riesgos.
- No subsanar los peligros que conocemos o reclamarlo a quien proceda.
- Manejar herramientas inadecuadas.
- Realizar operaciones de mantenimiento o reparación con el equipo funcionando.

- **La prevención** se ocupa de que los trabajadores no sufran daños en el desempeño de sus actividades laborales.
- Por "**condición insegura**" se entiende cualquier condición o circunstancia física que puede permitir directamente que se produzca el accidente.
- Por "**práctica insegura**" se entiende el conjunto de actuaciones humanas que pueden ser origen de accidente.

Recuerda





RESUMEN

En esta Unidad Didáctica se ha enfocado el tema de la seguridad en el trabajo en dirección a los conceptos generales de la prevención.

Se han definido de forma general los conceptos y tipos de accidente que pueden sobrevenir durante el desarrollo de los trabajos en la obra.

Se ha hecho mención y definido el concepto de situaciones de riesgo y su prevención.

- **Riesgo laboral:** posibilidad de que un trabajador sufra un determinado daño derivado del trabajo.
- **Accidente:** cualquier suceso anormal, imprevisto y no deseado que se presenta de forma brusca, que interrumpe de forma súbita el normal desarrollo del trabajo y que supone daños para los trabajadores; puede además causar daños materiales.
- **Incidente:** accidente sin consecuencias.
- **Lesión laboral:** daño en la salud de un trabajador sufrido en el desempeño de su trabajo que le incapacita de forma transitoria o permanente para seguir desarrollando normalmente su actividad laboral.
- **Gravedad potencial de un accidente:** consecuencia más grave que ese mismo riesgo podría haber producido en el peor de los casos.
- **Prevención:** se ocupa de que los trabajadores no sufran daños en el desempeño de sus actividades laborales.

- **Condición insegura:** cualquier condición o circunstancia física que puede permitir directamente que se produzca el accidente.
- **Práctica insegura:** conjunto de actuaciones humanas que pueden ser origen de accidente.



TERMINOLOGÍA

Accidente de trabajo:

Materialización de un riesgo laboral. Suceso anormal, imprevisto y no deseado que de forma brusca interrumpe el normal desarrollo del trabajo y puede suponer daños para los trabajadores o daños materiales.

Condición insegura:

Situación de riesgo incontrolado que puede dañar la salud de los trabajadores o producir daños materiales como consecuencia de la aparición de accidentes.

Enfermedad profesional:

Patología desarrollada por el trabajador como consecuencia del trabajo por cuenta ajena.

Gravedad potencial:

Situación de riesgo controlado. Es la consecuencia más grave que ese riesgo puede producir en el peor de los casos.

Incidente o accidente blanco:

Materialización de una situación de riesgo que no ha causado daños personales ni materiales.

Lesión laboral:

Materialización de una situación de riesgo que ha ocasionado lesiones al trabajador y que impide el normal desarrollo de su actividad en la obra.

Medidas preventivas:

Conjunto de normas de actuación para controlar los riesgos no eliminados en la obra.

Práctica insegura:

Conjunto de actividades que originan situaciones de riesgo como consecuencia de realizar la actividad sin observar adecuadamente las medidas preventivas.

Riesgo laboral:

Condición o circunstancia de trabajo que puede originar y favorecer la aparición de accidentes y/o enfermedades profesionales.

UD8

ÍNDICE

| | | |
|-----|--|-----|
| |  Objetivos | 138 |
| 8.1 |  Introducción | 139 |
| 8.2 | Condiciones inseguras que son causas habituales de accidente en la especialidad de muro pantalla | 140 |
| 8.3 | Prácticas inseguras que son causas habituales de accidente en la especialidad de muro pantalla | 141 |
| 8.4 | Generalidades | 142 |
| 8.5 | Causas, riesgos y medidas preventivas en el desarrollo de los trabajos de muros pantalla | 143 |
| |  Resumen | 161 |
| |  Terminología | 163 |



OBJETIVOS

Al finalizar esta Unidad Didáctica, el alumno será capaz de:

- Conocer la maquinaria que se va a emplear y los medios auxiliares disponibles para el normal desarrollo de la actividad.
- Conocer los oficios que intervienen en la ejecución del muro pantalla.
- Identificar los riesgos y sus causas en la ejecución de los trabajos de muro pantalla.
- Saber y aplicar las medidas preventivas que se han de observar durante todo el proceso constructivo de un muro pantalla.
- Conocer y distinguir las zonas o los elementos de obra que pueden suponer un riesgo para su salud y la del resto de trabajadores presentes.
- Identificar los equipos de protección individual que hay que emplear en función de los riesgos existentes.
- Colocar y mantener las protecciones colectivas que se van a instalar para eliminar o minimizar riesgos durante el proceso de ejecución del muro pantalla.



8.1 INTRODUCCIÓN

En esta Unidad se matizarán más los conceptos de seguridad y salud en el trabajo relativos a la colocación de muros pantalla y se analizarán las distintas fases del proceso constructivo.

8.2 CONDICIONES INSEGURAS QUE SON CAUSAS HABITUALES DE ACCIDENTE EN LA ESPECIALIDAD DE MURO PANTALLA

A continuación se incluye una relación indicativa de las condiciones inseguras que son causas habituales de accidente en la especialidad de muro pantalla:

- Falta de peldaños de acceso a los equipos de pantalla.
- Realización de trabajos en altura sin sistema de protección contra caídas.
- Falta de orden y limpieza en la zona de trabajo.
- Falta de iluminación en horas o zonas de trabajo con escasa luz.
- Falta de protección en huecos verticales, taludes, zanjas, pozos, etc.
- Tropiezos con conducciones o materiales existentes en la zona de trabajo.
- Zonas de paso estrechas, con obstáculos o sin protecciones.
- Plataformas de trabajo irregulares.
- Empleo de grúas no aptas respecto a las cargas que se han de mover.
- Falta de medidas de seguridad reglamentarias en los equipos de trabajo.
- Empleo de herramientas inadecuadas.
- Existencia de servicios en la zona de trabajo (líneas eléctricas, conducciones de agua y gas, colectores, etc.).
- Empleo de cuadros eléctricos de obra sin medidas de protección.
- Falta de puesta a tierra.
- Conexiones y empalmes eléctricos incorrectos.
- Zonas de paso de trabajadores sin separación de la de maquinaria.
- Falta de señalización de seguridad en el recinto de la obra.
- Concurrencia de personas u otras empresas en la zona de trabajo.
- Equipos de protección individual escasos o inadecuados.
- Rampas o escaleras inadecuadas o en mal estado.
- Zonas de acopio de material sin balizamientos o en desorden.

8.3 PRÁCTICAS INSEGURAS QUE SON CAUSAS HABITUALES DE ACCIDENTE EN LA ESPECIALIDAD DE MURO PANTALLA

Por "**práctica insegura**" se entiende el conjunto de actuaciones humanas que pueden ser origen de accidentes.

Del mismo modo que hemos hecho con las condiciones inseguras, se incluye a continuación una relación indicativa de prácticas inseguras que son causas habituales de accidente en la especialidad de muro pantalla:

- Realizar tareas sin suficiente conocimiento o formación.
- No emplear el equipo de protección individual adecuado.
- Hacer prácticas temerarias omitiendo normas de seguridad establecidas.
- Operar la maquinaria sin autorización o formación adecuada.
- Incumplir las normas de seguridad.
- Omitir el aviso de una situación de peligro o riesgo conocido.
- Realizar movimientos de cargas sin dar los avisos pertinentes.
- Poner fuera de servicio los dispositivos de seguridad de los equipos de trabajo.
- Emplear herramientas defectuosas o no aptas para el trabajo que se va a realizar.
- Usar impropiamente equipos de trabajo.
- No respetar los límites de carga de los equipos de trabajo.
- Mantener los equipos en funcionamiento.
- Mantener posturas de trabajo incorrectas.
- Situarse bajo cargas suspendidas.
- Tener falta de atención durante el proceso constructivo o en la circulación por la obra. Distraerse.
- Tener comportamientos inadecuados con el resto de trabajadores.
- Consumir alcohol o drogas en las horas de trabajo.

8.4 GENERALIDADES

8.4.1 Maquinaria que interviene en la ejecución de un muro pantalla

La maquinaria que interviene en la ejecución de un muro pantalla es la siguiente:

- Equipo de excavación de muro pantalla (pantalladora).
- Grúa auxiliar.
- Planta de mezcla y desarenado de lodos: módulo de fabricación de lodos, silos de bentonita, depósitos de almacenamiento y desarenadores.
- Bombas para el trasiego de lodos.
- Grupo electrógeno.
- Pala cargadora de tierras o retroexcavadora.
- Camión basculante para el movimiento de tierras.
- Camión hormigonera.

8.4.2 Medios auxiliares

Como medios auxiliares se pueden emplear los siguientes:

- Soldadura eléctrica.
- Soldadura autógena u oxicorte.
- Escaleras manuales o fijas.
- Manipuladora telescópica.
- **Dúmper.**
- Depósito de combustible.
- Cortadora de ferralla.
- Dobladora de ferralla.
- Bombas de achique de agua.
- Herramientas eléctricas.
- Herramientas manuales.

8.4.3 Plantilla normal de trabajadores

El personal que interviene en la ejecución de la obra deberá estar formado e informado de los riesgos inherentes a su trabajo. Una plantilla normal de trabajadores estaría compuesta por los siguientes puestos de trabajo:

- Técnico de obra a jornada parcial o completa.
- Encargado de obra.

- Operador del equipo de excavación (pantalladora).
- Operador de grúa auxiliar.
- Operador de planta de mezcla y desarenado de lodos.
- Ayudante de equipo de excavación.
- Oficiales de hormigonado (2 o 3 trabajadores).
- Soldador.

Otros trabajadores que intervienen en la actividad realizan trabajos auxiliares relacionados con la ejecución del muro pantalla, como:

- Topógrafos para el replanteo de las unidades de obra.
- Carpinteros o encofradores para la realización de muretes guía.
- Ferrallistas para la elaboración y el montaje de armaduras.
- Operadores de equipos de movimiento de tierras.
- Conductores de camiones de suministro de materiales.
- Operador de manipuladora telescópica.
- Operador de dúmper.

8.5 CAUSAS, RIESGOS Y MEDIDAS PREVENTIVAS EN EL DESARROLLO DE LOS TRABAJOS DE MUROS PANTALLA

Vamos a definir, desde un punto de vista práctico, las causas que pueden ocasionar un accidente durante el normal desarrollo de la actividad de muro pantalla y sus medidas preventivas. Para ello seguiremos la ejecución de un muro pantalla desde la llegada de los equipos a la obra, su montaje, el proceso constructivo y su desmontaje y la salida de la obra.

Antes del inicio de la obra es necesario analizar el entorno de la misma para asegurar la ausencia de riesgos para los trabajadores instalando las medidas preventivas correspondientes, que básicamente consistirán en:

- Vallado del recinto de la obra para evitar el acceso de personas ajenas a la misma.
- Análisis de la **plataforma de trabajo**, que será firme, horizontal y sin obstáculos en el suelo o aéreos.
- Verificación de las rampas para el paso de la maquinaria, en caso de existir.
- Disponibilidad de espacios para realizar las instalaciones de higiene y bienestar de los trabajadores.

- Disponibilidad de espacio para el montaje de instalaciones fijas de la obra, de los equipos de trabajo y de las zonas de acopios y montaje de armaduras.
- Verificación de la existencia de huecos que puedan suponer un riesgo de caída en altura. **Balizamiento** de taludes, tapado de huecos y colocación de **barandillas** firmemente ancladas en lugares de paso o con riesgo de caída.
- Delimitación de las **zonas de paso** de trabajadores y maquinaria.
- Verificación de que no hay materiales que puedan desprenderse o caer sobre los trabajadores o equipos de trabajo.
- Verificación de la estabilidad de taludes, en caso de haberlos.
- Verificación de que no hay **servicios afectados** por la ejecución de los trabajos, como: líneas eléctricas aéreas o enterradas, redes de distribución de agua u otros servicios, alcantarillado, etc. En caso de existir servicios se desviarán previamente o se tomarán las medidas pertinentes para evitar riesgos a los trabajadores.

8.5.1 Riesgos generales

| IDENTIFICACIÓN DEL RIESGO Y SUS CAUSAS | MEDIDAS PREVENTIVAS |
|--|---|
| Caídas a distinto nivel | |
| Accesos a equipos de trabajo | Escaleras de acceso a la cabina y plataformas de los equipos |
| | Empleo de arnés de seguridad o sistemas anticaídas en alturas superiores a 2 m |
| Caída de personas al mismo nivel | |
| Acceso a la obra y plataforma de trabajo | Orden y limpieza en la plataforma de trabajo |
| | Iluminación de las zonas de paso en trabajos nocturnos o por baja visibilidad |
| | Protección de pequeños huecos y eliminación de aquellos materiales que no se emplean |
| | Protección de las conducciones contra agresiones mecánicas |
| | Protección de las conducciones existentes en las zonas de paso de los trabajadores y/o señalización o balizamiento. |
| Atrapamiento por vuelco de maquinaria | |
| Acceso a la obra y plataforma de trabajo | Accesos fáciles y espacios suficientes para descarga, montaje y desmontaje de equipos |
| | Mantenimiento de toda el área libre de obstáculos en el suelo o aéreos |
| | Plataforma de trabajo firme resistente y drenada según las características definidas en el proyecto |

| IDENTIFICACIÓN DEL RIESGO Y SUS CAUSAS | MEDIDAS PREVENTIVAS (Cont.) |
|--|---|
| Atrapamiento por vuelco de maquinaria | |
| Capacidad de carga de los equipos | Utilización de las grúas base y de los equipos de pantalla en función de los pesos máximos que se van a manejar. No sobrepasar la capacidad de carga recomendada por el fabricante |
| | En caso de vuelco del equipo, no abandono de la cabina, pues es el lugar más seguro |
| Contactos eléctricos | |
| Cuadros eléctricos | Cumplimiento de todas las normas de seguridad vigentes |
| | Control del buen funcionamiento de la parada de emergencia y de los dispositivos de seguridad |
| Líneas eléctricas | Despeje de obstáculos aéreos y en el suelo de las zonas de trabajo |
| | Cables enterrados o elevados fuera de la zona de paso de personas, vehículos y maquinaria |
| Atropellos, golpes y choques con o contra vehículos | |
| Desplazamiento de la maquinaria por la obra | Acceso de trabajadores a la zona de la obra por un lugar independiente al de la maquinaria. Si esto no es posible, separación mediante balizamiento de malla plástica con una anchura mínima de 0,60 m |
| | Medidas de seguridad vigentes incorporadas en todos los equipos: luces de situación, señal acústica de traslación, luces de marcha atrás en caso necesario, etc. |
| | Respeto en todo momento de las normas internas de desplazamiento en la obra |
| | No circulación con maquinaria o vehículos de obra marcha atrás. En caso de necesidad, se hará con la ayuda de un señalista |
| Los derivados de la impericia del trabajador | |
| Falta de formación del personal | Personal formado y competente, limitado al número estrictamente necesario |
| | Prohibición de manejar los equipos a personal no apto o no autorizado para ello |
| Otros | |
| Falta de protecciones colectivas e individuales | Uso obligatorio de las protecciones individuales y colectivas puestas a disposición de los trabajadores. El equipamiento mínimo estará compuesto por: ropa de trabajo, casco, botas de seguridad y guantes de uso general |
| | Suministro de otras protecciones individuales en función de los riesgos existentes en la obra o actividad desarrollada por el trabajador |
| | Mantenimiento de las protecciones individuales y colectivas durante la obra |
| Normas de seguridad | Respeto y cumplimiento en todo momento de las normas de seguridad establecidas en el centro de trabajo |
| | No circulación por zonas no habilitadas o carentes de iluminación |

8.5.2 Transporte y descarga de equipos y materiales

| IDENTIFICACIÓN DEL RIESGO Y SUS CAUSAS | MEDIDAS PREVENTIVAS |
|---|--|
| Caídas a distinto nivel | |
| Accesos a equipos y camiones | Escaleras de acceso a la cabina y plataformas en los equipos |
| | Uso de escaleras de mano para subir o bajar de la caja de los camiones de transporte |
| | Empleo de arnés de seguridad o sistemas anticaídas en alturas superiores a 2 m |
| Caída al mismo nivel | |
| Plataforma de trabajo | Control de vertidos de grasa o aceite para evitar resbalar. Limpieza inmediata |
| | Plataforma de descarga de los equipos firme, horizontal y libre de obstáculos |
| Atrapamiento por o entre objetos | |
| Operaciones de estibado de cargas | Una vez atada la carga, retiro de las manos y permanencia fuera de la zona de riesgo |
| | No tensión ni izamiento de la carga sin haber recibido la orden correspondiente |
| Vuelco de maquinaria | |
| Capacidad de carga de los equipos | Uso de los medios de transporte adecuados a las dimensiones y los pesos de los equipos |
| | Utilización de las grúas base y de los equipos de pantalla en función de los pesos máximos que se van a manejar. No sobrepasar la capacidad de carga recomendada por el fabricante |
| | Empleo de un señalista en las operaciones de carga y descarga de los equipos |
| Caída de objetos desprendidos | |
| Caída de cargas | Utilización de aparejos, eslingas, estrobos, etc. adaptados a las normas de seguridad para la carga y descarga del equipo y del material auxiliar |
| | Cables preferiblemente de alma de acero |
| | Prohibición del manejo de cargas suspendidas sobre el personal |
| | Uso de cuerdas de retenida con gancho para el control y orientación de las cargas suspendidas |

8.5.3 Montaje de equipos

| IDENTIFICACIÓN DEL RIESGO Y SUS CAUSAS | MEDIDAS PREVENTIVAS |
|--|---|
| Caídas a distinto nivel | |
| Accesos a equipos e instalaciones | Acceso a los equipos e instalaciones por el lugar prefijado por el fabricante |
| | Empleo de arnés de seguridad o sistemas anticaídas en alturas superiores a 2 m |
| Caídas al mismo nivel | |
| Plataforma de trabajo | Orden y limpieza en la plataforma de trabajo durante el montaje de equipos e instalaciones |
| Golpes por objetos o herramientas | |
| Operaciones de montaje de equipos | Empleo de útiles y herramientas apropiados en función del trabajo que se va a realizar |
| | Empleo de guantes reglamentarios para el manejo de cargas y materiales |
| Sobreesfuerzos | |
| Manejo de cargas | Posturas adecuadas en el manejo de cargas |
| | Previsión de ayudas manuales o mecánicas si las cargas que se van a manejar puntualmente superan 35 kg |
| Caída de objetos desprendidos | |
| Caída de objetos | Verificación de que ningún cuerpo extraño queda suelto en la estructura de la pluma antes de proceder a su izado |
| Caída de cargas elevadas | Colocación de las eslingas de seguridad y de los tramos de pluma sobre caballetes para el montaje |
| | Verificación de que la unión de la cuchara bivalva al equipo o los cables de suspensión de apertura y cierre están correctamente ejecutados |
| | Utilización de aparejos, eslingas, estrobos, etc. adaptados a las normas de seguridad para la carga y descarga del equipo y del material auxiliar |
| | Prohibición del manejo de cargas suspendidas por la grúa sobre el personal |
| | Uso de cuerdas de retenida con gancho para el control y orientación de las cargas suspendidas |
| Vuelco de maquinaria | |
| Capacidad de carga de los equipos | Verificación de que los contrapesos de los equipos son acordes con las cargas que se van a manejar |
| | Verificación del firme del terreno al paso del equipo |
| | Verificación de que los elementos de unión de los tramos de pluma y de los amarres de eslingas a la pluma no presentan defectos de soldadura |
| | Ensayo del conjunto de grúa base y cuchara antes de colocarla sobre la vertical del punto de perforación con el tren de orugas a una distancia prudencial de los muretes en función de las características de la grúa |
| | Verificación del funcionamiento de los limitadores de carga y demás dispositivos de seguridad |

| IDENTIFICACIÓN DEL RIESGO Y SUS CAUSAS | MEDIDAS PREVENTIVAS (CONT.) |
|--|--|
| Atropellos, golpes y choques con o contra vehículos | |
| Desplazamiento de los equipos | Desalojo de la zona correspondiente al área de evolución del equipo |
| | Guía del equipo por parte del ayudante, el cual debe estar siempre situado en el lado del operador para ser visto por éste en todo momento, nunca al contrario |
| | Respeto de las señales de la obra |

8.5.4 Muretes guía

| IDENTIFICACIÓN DEL RIESGO Y SUS CAUSAS | MEDIDAS PREVENTIVAS |
|--|--|
| Caídas a distinto nivel | |
| Zonas de paso de personal | Habilitación de pasarelas con una anchura mínima de 0,60 m en las zonas de paso de personal |
| | Vallado, tapado o balizamiento de los muretes guía en espera de excavación |
| Caídas de objetos por desplomes | |
| Apertura de zanjas | Apuntalamiento del murete guía si su profundidad es superior a 1 m o si el terreno se derrumba y, sobre todo, si hay presencia de agua freática |
| Vuelco de equipos | |
| Paso de equipos sobre muretes guía | Relleno con material adecuado del interior de los muretes guía en los puntos de paso de maquinaria y camiones y refuerzo del apuntalamiento en esos puntos |

8.5.5 Excavación de paneles

| IDENTIFICACIÓN DEL RIESGO Y SUS CAUSAS | MEDIDAS PREVENTIVAS |
|--|--|
| Caídas a distinto nivel | |
| Acceso al equipo de excavación | Utilización de los accesos prefijados por el fabricante |
| Medición del panel | Empleo de arnés de seguridad o sistemas anticaídas para realizar trabajos en altura superiores a 2 m |
| Excavación de paneles | Vallado del panel durante la excavación. En caso de realizar algún tipo de trabajo dentro de la zona de riesgo medición de la profundidad por ejemplo, el trabajador estará atado a una línea de vida mediante un arnés homologado |
| | Vallado o tapado con paneles tipo trámex de la zona correspondiente a la excavación hasta el momento de la colocación de tubería de juntas, junta plana o armadura |
| Caídas al mismo nivel | |
| Plataforma de trabajo | Orden y limpieza en la plataforma de trabajo |
| | Iluminación adecuada evitando zonas oscuras |
| | Protección de pequeños huecos |
| | Eliminación de materiales que no se usan |
| | Eliminación de restos de lodo y terreno excavado |
| Pisada sobre objetos | |
| Plataforma de trabajo | Material y herramientas ordenadas |
| | Conducciones fuera de las zonas de paso de los trabajadores |
| | Orden y limpieza |
| | Utilización de calzado de seguridad |
| Caídas de objetos por desplomes | |
| Muretes guía | Apuntalamiento de los muretes guía |
| | Evitación de la socavación del terreno manteniendo lo más alto posible el nivel de lodos de la perforación |
| Caída de objetos desprendidos | |
| Caída de cargas | Consejo al conductor del camión de evacuar la cabina y estar fuera del área de evolución de la cuchara |
| | Apertura de la cuchara sobre el camión lo más bajo posible |
| Golpes por objetos y herramientas | |
| Operaciones de mantenimiento y reparación de equipos | Utilización de cada herramienta para la finalidad que está creada |
| | Empleo de guantes en caso necesario |
| | Coordinación entre trabajadores en operaciones de mantenimiento |

| IDENTIFICACIÓN DEL RIESGO Y SUS CAUSAS | MEDIDAS PREVENTIVAS (Cont.) |
|--|---|
| Proyección de fragmentos o partículas | |
| Operaciones de reparación y mantenimiento del equipo | <p>En el cambio de dientes de la cuchara, precaución máxima por su rotura. Se emplearán útiles específicos diseñados para tal fin</p> <p>Uso de gafas contra proyecciones cuando se golpee con maza o similar</p> |
| Atrapamiento por o entre objetos | |
| Cuchara | Prohibición al personal de estacionarse bajo la cuchara y guiarla de forma manual |
| Desplazamientos del camión de descarga de tierras | Maniobras del camión guiadas por una sola persona, la cual permanecerá siempre visible para el operador |
| Atrapamiento por vuelco de maquinaria | |
| Plataforma de trabajo | <p>Plataforma de trabajo lo más horizontal posible, libre de obstáculos en el suelo o aéreos y sin pendientes mayores a las admitidas</p> <p>Vigilancia del comportamiento del terreno al paso de los equipos</p> <p>Balizamiento y/o despeje de obstáculos del área de evolución del equipo. Recogida del material que no se emplea</p> |
| Carga del equipo | Conocimiento por parte del personal que maneja el equipo de la carga máxima admisible para cada grado de inclinación de la pluma |
| Atropello, golpes o choques con vehículos | |
| Desplazamiento del equipo | <p>Mantenimiento preventivo de las señales acústicas de traslación. Uso de claxon en caso necesario</p> <p>Empleo de un señalista en caso necesario</p> <p>Atención a las maniobras de giro y desplazamiento. Permanencia con visibilidad ante el operador</p> <p>Empleo de espejos para el control de las zonas de influencia del equipo</p> |
| Contactos eléctricos | |
| Líneas eléctricas aéreas o enterradas | <p>Despeje de obstáculos aéreos y conducciones enterradas en el área de trabajo del equipo</p> <p>Mantenimiento de las distancias de seguridad respecto a las conducciones aéreas en función de la tensión de la línea. Se mantendrá una distancia mínima de 3 m para una tensión inferior a 57 KV y de 5 m para tensiones iguales o superiores a 57 KV</p> <p>Señalización de conducciones enterradas manteniendo la distancia de seguridad recomendada por la compañía suministradora</p> |
| Agentes físicos, ruidos | |
| Ruido en los equipos de excavación | Empleo de protección auditiva en las permanencias de la zona de trabajo si el nivel de ruido supera los 85 dBA |

8.5.6 Colocación de juntas entre paneles

| IDENTIFICACIÓN DEL RIESGO Y SUS CAUSAS | MEDIDAS PREVENTIVAS |
|--|--|
| Caídas a distinto nivel | |
| Accesos a grúas auxiliares | Utilización de las zonas de acceso prefijadas por el fabricante |
| | Precauciones en las operaciones de carga y descarga |
| Paneles excavados | Vallado o tapado con paneles tipo trámex de la zona correspondiente a la excavación hasta el momento de la colocación de tubería de juntas, junta plana o armadura |
| Caídas al mismo nivel | |
| Plataforma de trabajo | Orden y limpieza en la plataforma de trabajo |
| | Iluminación adecuada |
| | Protección de pequeños huecos |
| | Eliminación de materiales que no se usan |
| | Especial atención con las superficies resbaladizas y el terreno excavado |
| Caídas de objetos desprendidos | |
| Carga de tubería de juntas o junta plana | Eslingación correcta con los aparejos adecuados |
| | Uso de cuerdas de retenida; no sujetar o guiar las cargas suspendidas a mano. Transporte de las cargas sujetas por su parte inferior para evitar oscilaciones |
| | No elevar las tuberías de juntas por el centro sino en dos puntos o en la cabeza, colocando un segundo tiro de seguridad si la tubería es larga |
| Desplazamiento de grúa auxiliar con carga | Retirada de todo el personal del radio de acción de la grúa con la carga suspendida o de la zona de influencia de la pluma y siempre en el campo de visión del operador |
| Atropello, golpes y choque contra objetos y vehículos | |
| Desplazamiento del equipo | Uso de señales acústicas en la traslación de los equipos |
| | Atención a las maniobras de giro y desplazamiento. Permanencia siempre visibles ante el operador |
| | Empleo de espejos para el control de las zonas de influencia |
| Atrapamiento por o entre objetos | |
| Preparación de tubería de juntas | Prohibición de introducir las manos en los empalmes de tubos, roscas o similares de los diferentes tramos de la tubería durante el montaje |
| | Para el ensamblaje de los tramos de la tubería, prohibido realizar la limpieza interior de los tramos situándose bajo los mismos; hay que realizar esta operación en posición horizontal |
| Preparación de junta plana | Precaución en las tareas de colocación de encofrados perdidos para guía de la extracción de junta |
| | Precaución en la operación de ensamblaje de los diferentes tramos de la junta plana mediante los cierres tipo bayoneta y tornillos |

| IDENTIFICACIÓN DEL RIESGO Y SUS CAUSAS | MEDIDAS PREVENTIVAS (Cont.) |
|--|--|
| Atrapamiento por vuelco de máquinas | |
| Capacidad de carga de los equipos | Verificación del firme del terreno al paso del equipo |
| | Verificación del funcionamiento de los limitadores de carga |
| | Formación suficiente del operador para el manejo del equipo y autorización para ello |
| Agentes físicos, ruidos | |
| Ruido en los equipos de grúa auxiliar | Empleo de protección auditiva si el nivel de ruido supera los 85 dBA |

8.5.7 Fabricación, izado, transporte y colocación de armaduras

| IDENTIFICACIÓN DEL RIESGO Y SUS CAUSAS | MEDIDAS PREVENTIVAS |
|---|--|
| Caídas a distinto nivel | |
| Accesos a grúas auxiliares | Utilización de las zonas de acceso prefijadas por el fabricante |
| | Precauciones en las operaciones de carga y descarga |
| Colación de armadura en el panel | Vallado o tapado con paneles tipo trámex de la zona correspondiente a la excavación hasta el momento de colocar la armadura |
| | Prohibición de trepar por las armaduras para su colocación; hay que prever la colocación de eslingas a la altura necesaria para poder desengancharlas desde el suelo |
| Caídas al mismo nivel | |
| Zona de fabricación de armaduras | Previsión de un área de confección de armaduras horizontal, libre de obstáculos y con fácil acceso |
| | Almacenamiento ordenado de las barras, que no interceptarán las zonas de acceso o de paso |
| | Fabricación de armaduras en el suelo sobre tabloneros horizontales. Control para que la armadura no se tenga que girar al elevarla por un mal montaje |
| Plataforma de trabajo, colocación de armadura en el panel | Orden y limpieza en la plataforma de trabajo |
| | Iluminación adecuada evitando zonas oscuras |
| | Especial atención con las superficies resbaladizas o la acumulación de terreno excavado |

| IDENTIFICACIÓN DEL RIESGO Y SUS CAUSAS | MEDIDAS PREVENTIVAS (Cont.) |
|--|---|
| Caídas de objetos desprendidos | |
| Izado de la armadura | Verificación de que en la armadura no queda ningún objeto suelto o barras de acero sin atar antes de proceder a su izado. Control de las soldaduras |
| | Uso de aparejos de elevación conforme a las carga que se van a elevar y que cumplen las normas vigentes |
| | Refuerzo de los puntos de elevación |
| | En el izado, prohibición terminante del manejo de cargas elevadas con grúa sobre el personal o las instalaciones |
| | Uso de cuerdas de retenida atadas a 1,50 m de la base; no guiar las cargas a mano |
| | En ningún caso la carga sobrepasará los límites establecidos de la obra |
| Desplazamiento de la grúa auxiliar con carga | Retirada de todos los trabajadores del radio de acción de la grúa con la carga suspendida o de la zona de influencia de la pluma y siempre en el campo de visión del operador |
| | Mantenimiento durante el transporte de la armadura lo más cerca posible del suelo |
| Golpes y contacto con objetos | |
| Fabricación de armaduras | Cizallas, dobladoras, maquinaria y herramientas en buen estado y con potencia suficiente para la labor que se va a ejecutar |
| | Uso de los medios de protección exigidos por las normas vigentes |
| Colocación de armadura en el panel | Si las barras de la armadura quedan por encima del nivel del suelo, se protegerán con tapones de PVC u otro sistema efectivo. Asimismo se balizará la zona afectada |
| Proyección de fragmentos y partículas | |
| Fabricación de armaduras | Empleo de protecciones específicas del oficio de soldador en operaciones de soldadura u oxicorte |
| | Empleo de protección ocular en operaciones de soldadura o trabajos con la radial |
| | Empleo de mamparas móviles contra deslumbramientos en zonas con influencia de personal |
| Atrapamiento por o entre objetos | |
| Colocación de la armadura | Prohibición terminante de la introducción de manos y brazos durante el proceso de empalmes y/o maniobras de colocación de la armadura |
| | Previsión de eslinga o útil específico recuperable en caso de que la armadura quede más baja del nivel de la plataforma de trabajo |
| Atropello, golpes y choque contra objetos y vehículos | |
| Desplazamiento del equipo | Uso de señales acústicas en la traslación de los equipos |
| | Atención a las maniobras de giro y desplazamiento. Permanencia siempre visibles ante el operador |
| | Empleo de espejos para el control de las zonas de influencia |

| IDENTIFICACIÓN DEL RIESGO Y SUS CAUSAS | MEDIDAS PREVENTIVAS (Cont.) |
|--|--|
| Atrapamiento por vuelco de máquinas | |
| Capacidad de carga de los equipos | Utilización para la suspensión de armaduras de grúas adecuadas a las dimensiones y los pesos de las mismas; se han de colocar los útiles niveladores de suspensión para su transporte |
| | Verificación del firme del terreno al paso del equipo |
| | Verificación del funcionamiento de los limitadores de carga |
| | Formación suficiente del operador para el manejo del equipo y autorización para ello |
| Sobreesfuerzos | |
| Fabricación de armaduras | Posturas adecuadas en el manejo manual de la carga o de los elementos auxiliares |
| | Previsión de ayudas manuales y/o empleo de medios auxiliares para el manejo de cargas |
| Quemaduras | |
| Operaciones de soldadura | Atención a las operaciones de corte y soldadura para evitar contactos con elementos calientes |
| | Empleo de guantes anticalóricos |
| Agentes físicos, ruidos | |
| Ruido en los equipos de grúa auxiliar | Empleo de protección auditiva si el nivel de ruido supera los 85 dBA |

8.5.8 Renovación y recuperación de lodos y hormigonado

| IDENTIFICACIÓN DEL RIESGO Y SUS CAUSAS | MEDIDAS PREVENTIVAS |
|--|--|
| Caídas a distinto nivel | |
| Accesos a sala de lodos, grúas, equipos auxiliares y camiones | Utilización de las zonas de acceso prefijadas por el fabricante |
| Colación de tubería de hormigonado | Si la armadura queda por debajo del nivel del suelo, uso de paneles tipo trámex en las tareas de hormigonado |
| | Módulo de almacenamiento de tuberías de hormigonado con barandilla y acceso por la zona prefijada |
| Caídas al mismo nivel | |
| Renovación y recuperación de lodos | Pozo de decantación para lodos densos y/o contaminados correctamente balizado |
| Plataforma de trabajo, colocación de tuberías de hormigonado en el panel | Orden y limpieza en la plataforma de trabajo |
| | Iluminación adecuada evitando zonas de sombra |
| | Especial atención con las superficies resbaladizas y la acumulación de terreno excavado |
| | Instalación de las tuberías de recuperación de lodos fuera de las zonas de paso del personal |
| | Colocación de los tubos de hormigonado en los módulos de almacenamiento, no en el suelo |
| Caídas de objetos desprendidos | |
| Izado de las tuberías de hormigón | Utilización de aparejos de elevación conforme a la carga que se van a elevar y adaptados a las normas vigentes |
| | En el izado, prohibición terminante de manejar cargas elevadas con grúa sobre el personal o las instalaciones |
| | Manejo de los tubos en columnas cortas |
| Desplazamiento de la grúa auxiliar con carga | Retirada de los del radio de acción de la grúa con la carga suspendida o de la zona de influencia de la pluma y siempre en el campo de visión del operador |
| | Durante el transporte, mantenimiento de la carga lo más cerca posible del suelo |
| Proyección de fragmentos y partículas | |
| Renovación y recuperación de lodos | Control de paso libre, limpio de lodos y fangos, en toda la tubería de retorno de lodos |
| | Control del estado mecánico y del montaje del circuito de tubería de lodos |
| | Colocación de una manguera flexible en el emboquillamiento de salida y entrada de lodos a las instalaciones de planta para evitar golpes de ariete |
| | Diámetro de la tubería de aspiración de lodos acorde con las recomendaciones del fabricante de la bomba de aspiración |
| Hormigonado | Uso de gafas protectoras contra proyecciones durante el hormigonado |
| | Utilización de ganchos para guiar la canal de vertido de hormigón y el embudo de hormigón |

| IDENTIFICACIÓN DEL RIESGO Y SUS CAUSAS | MEDIDAS PREVENTIVAS (Cont.) |
|--|--|
| Atrapamiento por o entre objetos | |
| Tuberías de hormigonado | Prohibición de introducir las manos en los empalmes de tubos, roscas o similares de los diferentes tramos de la tubería durante el montaje o desmontaje |
| | Uso de cabezas de extracción con pasador provisto de horquilla de freno de seguridad. Colocación de la horquilla sobre un soporte sólido y horizontal |
| Camión hormigonera | Atención al correcto guiado del camión hormigonera y a la colocación de la canaleta de vertido. Hay que hacerlo con personal especializado y disponer de topes para las maniobras marcha atrás |
| | Prohibición de que el personal se sitúe detrás de los vehículos en las maniobras marcha atrás |
| | Prohibición al personal de colgarse del embudo y la columna de hormigonar para hacerlo bajar antes de la parada de la maniobra marcha atrás del camión |
| | No situarse en el punto de hormigonado hasta que el camión no haya parado y esté en posición de vertido |
| Atropello, golpes y choque contra objetos y vehículos | |
| Desplazamiento de los equipos | Uso de señales acústicas en maniobras de traslación |
| | Atención a las maniobras de giro y desplazamiento |
| | Empleo de espejos para el control de las zonas de influencia |
| Contactos eléctricos | |
| Bombas de recuperación de lodos | Cuadros eléctricos que alimentan las bombas de recuperación y renovación de lodos homologados y con todas las normas de seguridad vigentes |
| | Control y protección del tendido eléctrico de las bombas por las zonas de circulación de vehículos. Verificación de su aislamiento e integridad |
| | Mandos a distancia para el manejo de las bombas estancos con observación de las normas de seguridad vigentes |

8.5.9 Extracción de juntas y protección de excavaciones y armaduras

| IDENTIFICACIÓN DEL RIESGO Y SUS CAUSAS | MEDIDAS PREVENTIVAS |
|--|---|
| Caídas a distinto nivel | |
| Hueco de tubería de juntas | Una vez extraída la tubería de juntas, tapado del hueco dejado mediante panel tipo trámex o similar |
| Caídas al mismo nivel | |
| Panel hormigonado | Llenado hasta arriba de los paneles hormigonados cuyo nivel quede por debajo de la plataforma de trabajo con un material adecuado que permita el paso de maquinaria por encima en caso de necesidad |
| | Mantenimiento del área de trabajo del equipo limpio de restos de excavación y lodos |
| Caídas de objetos por desplome | |
| Carga izada de tubería de juntas y junta plana | Retirada de todo el personal del radio de acción de la grúa con la carga suspendida o de la zona de influencia de la misma y siempre en el campo de visión del operador |
| | Mantenimiento durante el transporte de la tubería de juntas o junta plana lo más cerca posible del suelo |
| Golpes por objetos o herramientas | |
| Esperas de armaduras | Si las esperas de las armaduras sobresalen del nivel del suelo, se deben proteger con tapones protectores de PVC o balizar la zona de forma visible |
| Extracción de junta plana | Máxima precaución en la colocación manual de las guías de la cuchara para la extracción de la junta plana |
| Atrapamiento por vuelco de maquinaria | |
| Extracción de tubería de juntas | Utilización obligatoria del collar de extracción de tubería hasta que esté completamente suelta |
| | Prohibición imperativa de usar la grúa para la extracción de la tubería de juntas hasta que esté completamente suelta |
| | Previsión de aparejos adecuados para el manejo de los collares de extracción según la normativa vigente |
| Junta plana | Previsión de los aparejos adecuados para la extracción de la junta plana según la normativa |
| Atropello, golpes y choque contra objetos y vehículos | |
| Desplazamiento de los equipos | Uso de señales acústicas en traslación de los equipos |
| | Atención a las maniobras de giro y desplazamiento |
| | Empleo de espejos para el control de las zonas de influencia |

8.5.10 Mantenimiento de maquinaria en la obra

| IDENTIFICACIÓN DEL RIESGO Y SUS CAUSAS | MEDIDAS PREVENTIVAS |
|---|--|
| Caídas a distinto nivel | |
| Accesos a grúas auxiliares y equipos de perforación | Utilización de las zonas de acceso prefijadas por el fabricante |
| | Colocación de todos los dispositivos de seguridad, como acceso, plataformas y pasarelas que se hayan desmontado lo más rápidamente posible antes de poner la máquina en servicio |
| Caídas al mismo nivel | |
| Plataforma de trabajo | Mantenimiento del área de trabajo del equipo en perfecto estado de orden y limpieza |
| Caída de objetos por manipulación | |
| Manipulación de herramientas y maquinaria | Máximo cuidado al manejar y colocar materiales y útiles para el mantenimiento de la maquinaria |
| Caída de objetos desprendidos | |
| Permanencia bajo cargas suspendidas | Sujeción o bloqueo con garantía total de útil, equipo auxiliar, mordazas, eslingas etc. antes de permitir al personal pasar por debajo o entre ellos |
| Golpes contra objetos inmóviles | |
| Golpes contra partes estáticas de los equipos | Máxima precaución en tareas de reparación de equipos y eliminación de salientes de materiales y obstáculos de las zonas de acceso |
| Golpes por objetos o herramientas | |
| Reparación de maquinaria | Uso de útiles y herramientas adecuados |
| | Empleo de guantes apropiados al trabajo que se va a realizar |
| Proyección de fragmentos o partículas | |
| Reparación y mantenimiento de circuitos hidráulicos | Eliminación de la presión del circuito hidráulico antes de quitar el tapón de vaciado |
| Atrapamiento por o entre objetos | |
| Reparación de maquinaria | Retirada de la llave de contacto y bloqueo del equipo |
| | Colocación de letreros indicando "no manipular los mecanismos" |
| | Trabajo con el motor parado o cuando haya que operar entre los elementos móviles o articulados del motor |
| | Prohibición de retirar los resguardos de la parte de una máquina que esté en movimiento |
| | No permanencia entre las ruedas, sobre las cadenas, bajo la cuchara, etc. |
| | Cuchara del equipo de pantalla tumbada en el suelo para proceder a su reparación; si esto no es posible, no situarse bajo la misma si no está perfectamente apeada |

| IDENTIFICACIÓN DEL RIESGO Y SUS CAUSAS | MEDIDAS PREVENTIVAS (Cont.) |
|--|--|
| Contactos térmicos | |
| Mantenimiento de maquinaria | Dejar enfriar el motor antes de retirar el tapón del radiador |
| | Especial atención a la temperatura del aceite hidráulico |
| Operaciones de corte y soldadura | Mantenimiento de una atención constante en las operaciones de soldadura para evitar el contacto con elementos calientes |
| | Empleo de equipos de protección individual apropiados |
| Contactos eléctricos | |
| Mantenimiento y reparación de equipos | No colocación nunca de una pieza metálica sobre los bornes de la batería |
| Operaciones de soldadura y corte | Empleo de petacas o enchufes homologados y nunca aplicación del cable directamente sobre el enchufe |
| | Puesta del equipo a tierra a través de la carcasa de la máquina que se va a reparar |
| Incendios | |
| Incendios | Prohibido fumar dentro de las cabinas de los equipos |
| | Prohibido utilizar un mechero o cerillas para iluminar el interior de un motor o una cabina ni usar portátiles conectados a la batería |
| | Disposición de un buen estado de funcionamiento y conocimiento del manejo del extintor |
| | Prohibido efectuar la limpieza de piezas con gasolina |
| Otros | |
| Otros | Control de que todos los cambios para modificaciones, ampliaciones y reparaciones conservan por lo menos el mismo factor de seguridad que el equipamiento original |
| | Coordinación entre los mecánicos, si hay más de uno, para que los trabajos de mantenimiento y reparación sean perfectamente conocidos entre ellos y sus ayudantes |



RESUMEN

- En esta Unidad Didáctica se ha seguido el proceso de ejecución de un muro pantalla desde la llegada de los equipos a la obra hasta completar el hormigonado de un panel.
- Se han enumerado los riesgos existentes durante cada fase de ejecución y las medidas prácticas de seguridad que se han de observar por parte del trabajador para prevenir las situaciones de riesgo que se originan durante el proceso.
- Asimismo se han enumerado los riesgos inherentes al mantenimiento de los equipos de trabajo en la obra.
- A modo de resumen, se enumeran a continuación las medidas preventivas más importantes que hay que tener en cuenta, sin olvidar el resto del contenido de la Unidad Didáctica:
- Uso obligatorio de los equipos de protección necesarios para cada actividad en función de los riesgos existentes.
- Colocación y mantenimiento de protecciones colectivas.
- Mantenimiento de un alto grado de orden y limpieza en la zona de trabajo.

- Empleo de arnés de seguridad para trabajos en altura superior a 2 m o con riesgo de caída a la excavación.
- Mantenimiento en perfecto estado de las medidas de seguridad existentes en los equipos.
- No permanencia bajo cargas suspendidas; éstas no se pasarán sobre los trabajadores.
- Empleo de cuerdas de retenida para el manejo de cargas suspendidas.
- Ningún hueco existente en la obra debe permanecer sin tapar adecuadamente, aunque sea por un breve espacio de tiempo, en especial las excavaciones.
- No permanencia en zonas de riesgo si su presencia no es necesaria.
- Coordinación de la actividad si intervienen dos o más trabajadores en su realización.
- No situarse en el lado contrario del operador del equipo y mantener permanentemente contacto visual.
- No situarse detrás de vehículos en marcha atrás.
- Seguimiento en todo momento de las instrucciones operativas dadas por los mandos de la obra.
- Evitar el exceso de confianza que puede generar la experiencia.

- Es muy importante conseguir un alto nivel de seguridad en la ejecución de los trabajos para realizar una actividad plenamente segura y sin riesgos para la salud de los trabajadores.



TERMINOLOGÍA

Arnés de seguridad:

Equipo de protección individual contra riesgos de caída. Se compone de un cinturón, unas cinchas en las extremidades inferiores y en espalda y pecho, de forma que garanticen una completa sujeción del trabajador. Dispone de un enganche para fijación a la línea de vida o sistemas anticaídas (figuras 41 y 42). Fuente Aetess.



Figuras 41 y 42. Arnés de seguridad. Fuente: Aetess

Balizamiento:

Protección colectiva destinada a señalar riesgos o zonas de riesgo (figura 43).

**Figura 43.**

Balizamientos. Fuente: Aetess.

Barandilla:

Protección colectiva destinada a proteger de caídas en altura. Tiene una altura de 0,90 m, está dotada de pasamanos, listón intermedio y rodapié y aguanta 150 kg por metro lineal.

Cuchara bivalva:

Elemento del equipo de pantalla empleado para la excavación del terreno. Se compone de dos cuerpos articulados de forma hidráulica o mecánica unidos a un bloque o cuerpo central. Cada cuerpo lleva incorporados elementos de corte adecuados a las características del terreno que se va a excavar. Su dimensión varía en función de los equipos que se van a emplear (figura 44).

**Figura 44.**

Cuchara bivalva. Fuente: Aetess

Cuerda de retenida:

Cabo de cuerda de poliamida o similar de longitud variable dotado de un gancho en el extremo para el amarre de la carga que se emplea para el guiado de cargas suspendidas (figura 45).



Figura 45.

Cuerdas de retenida.

Fuente: Aetess

Dispositivo de seguridad:

Elemento incorporado a la maquinaria y medios mecánicos auxiliares para conseguir una actividad segura. Los más importantes son: parada de emergencia, señales acústicas de traslación, luces de señalización y limitadores de movimientos y de carga de los equipos.

Dúmper:

Carro o vehículo automóvil que puede volcar su carga girando el cajón sobre su eje.

Lodo:

Mezcla de una arcilla (bentonita) con agua en una proporción determinada que se emplea en excavaciones de muro pantalla donde por las características del terreno se prevea la aparición de desprendimientos por poca cohesión o por la existencia de aguas freáticas. La finalidad del lodo es mantener las paredes de la excavación evitando desprendimientos que puedan causar sobreexcavación (figura 46).

**Figura 46.**

Lodos. Fuente: Aetess

Muretes guía:

Dos muros paralelos de hormigón ligeramente armado, fabricado in situ, separados entre sí la anchura del muro pantalla más 5 cm con sección establecida en el proyecto. Sirven para efectuar el replanteo del muro pantalla, para guía de la cuchara bivalva y como soporte de los accesorios necesarios para la ejecución del mismo (figura 47).

**Figura 47.**

Muretes guía.

Fuente: Aetess

Nivelador de suspensión:

Elemento auxiliar consistente en una viga de acero dotada de una serie de poleas por las cuales pasan las eslingas de amarre de la armadura o carga que se va a suspender. Al emplear el nivelador las eslingas actúan de manera uniforme, al ser de la misma longitud, y la armadura de acero es elevada y manipulada evitando brusquedades, pasando de una posición horizontal a otra vertical para su introducción en el panel excavado (figuras 48 y 49).

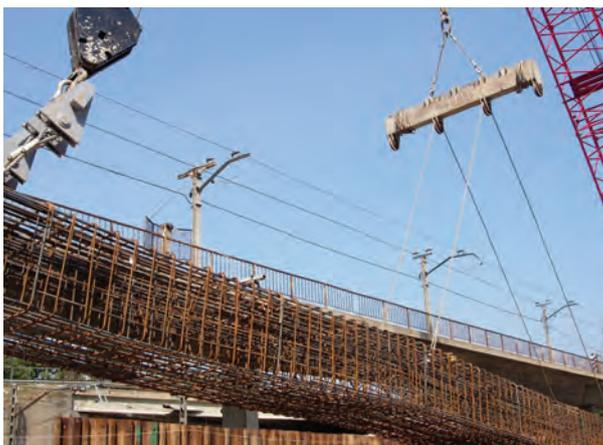


Figura 48.
Niveladores de suspensión.
Fuente: Aetess



Figura 49.
Niveladores de suspensión.
Fuente: Aetess

Obstáculos:

Unidades de obra, instalaciones u objetos que interfieren en el normal desarrollo de la actividad de los trabajadores o la maquinaria. Pueden estar ubicados a la altura del terreno o ser aéreos (figura 50).

**Figura 50.**

Obstáculos. Fuente: Aetess

Panel:

Zanja excavada mediante la cuchara bivalva del equipo de pantalla con la profundidad especificada en el proyecto. Una vez excavado, se equipará con una armadura de acero y se procederá a su hormigonado ascendente por vertido directo mediante una tubería. La longitud del panel es variable en función de las características del terreno (figura 51).

**Figura 51.**

Panel. Fuente: Aetess

Plataforma de trabajo:

Superficie de la obra desde la cual se ejecutan los trabajos de muro pantalla. Ha de ser firme, horizontal y libre de obstáculos en el suelo o aéreos (figura 52).



Figura 52.

Plataforma de trabajo.

Fuente: Aetess

Protección auditiva:

Equipo de protección individual obligatorio cuando el nivel de ruido en la zona de trabajo supera los 85 dBA. Los protectores pueden ser de cascos o tapones de material sintético.

Servicios afectados:

Diversas instalaciones industriales afectadas por los trabajos que se van a realizar objeto del proyecto. Pueden ser servicios de agua, electricidad, alcantarillado, gas, telefonía, etc. y serán desviados o protegidos antes de la realización del muro pantalla.

Sistemas anticaídas:

Elementos de seguridad para trabajos en altura compuestos por un carrete de cable de acero arrollado amarrado a un punto fijo de la obra sobre el cual se enganchará el arnés de seguridad (figura 53).



Figura 53.
Sistemas anticaídas.
Fuente: Aetess

Trámex:

Módulo de entramado metálico empleado para la protección de huecos, en especial paneles excavados. La dimensión más común del módulo es de 2 x 1 m (figura 54).



Figura 54.
Trámex. *Fuente: Aetess*

Tubería de juntas/junta plana:

Elemento metálico que se sitúa en el lateral del panel para establecer una junta de trabajo y dar continuidad al muro pantalla. Estos elementos de encofrado son recuperables y pueden tener sección circular, poligonal, plana o mixta (figura 55).



Figura 55.

Tuberías de junta/junta plana.

Fuente: Aetess

Zona de paso:

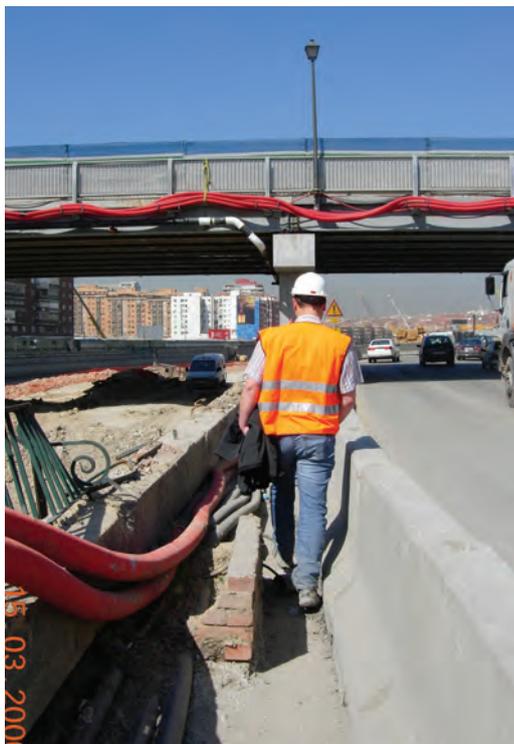
Zona habilitada para el paso de trabajadores o maquinaria libre de obstáculos en el suelo o aéreas. Para los trabajadores tendrá una anchura mínima de 0,60 m y para la maquinaria la dimensión será acorde con las características de ésta (figuras 56 y 57).



Figura 56.

Zonas de paso.

Fuente: Aetess

**Figura 57.**

Zonas de paso. Fuente: Aetess

Zona de riesgo:

Área de influencia de equipos de trabajo (grúas), instalaciones (sala de lodos) o actividades (proceso constructivo de muro pantalla) que representa un riesgo para los trabajadores que se encuentran en ella (figura 58).

**Figura 58.**

Zonas de riesgo.

Fuente: Aetess

ÍNDICE DE FIGURAS

MÓDULO 1: manejo

UNIDAD 1. Descripción, montaje y características de la excavadora de cables

- Figura 1: Esquema general de un muro pantalla. Pág. 14
- Figura 2: Esquema del hormigonado de paneles *in situ*. Pág. 15
- Figura 3: Grúa sobre cadenas Liebherr HS 875 HD Litronic.
Fuente: Página web de Liebherr. Pág. 17

UNIDAD 2. Condiciones de trabajo

- Figura 4: Dispositivos de seguridad HS 855 HD. Fuente: Liebherr. Pág. 30
- Figura 5: Dispositivo de control HS 855 HD. Fuente: Liebherr. Pág. 32
- Figura 6: Condiciones que puede producir vuelco. Fuente: Liebherr. Pág. 33
- Figura 7: Grúas sobre cadenas. Fuente: Liebherr. Pág. 34
- Figura 8: Factores que limitan la capacidad de carga de la grúa. Fuente: Liebherr. Pág. 35
- Figura 9: Grúa de cadenas con giro central. Fuente: Aetess. Pág. 36
- Figura 10: Grúa de cadenas con giro central. Fuente: Aetess. Pág. 36
- Figura 11: Grúas de cadenas con el centro de giro desplazado. Fuente: Aetess. Pág. 37
- Figura 12: Grúas de cadenas con el centro de giro desplazado. Fuente: Aetess. Pág. 37
- Figura 13: Ángulo de pluma en una grúa de celosía. Fuente: Aetess. Pág. 38
- Figura 14: Deflexión de la pluma en función del uso de plumines. Fuente: Aetess. Pág. 38
- Figura 15: Ángulo de pluma en una grúa de celosía. Fuente: Aetess. Pág. 39
- Figura 16: Grúas con cadenas con giro central; áreas de trabajo basadas en el centro de rotación. Fuente: Aetess. Pág. 39
- Figura 17: Grúas con cadenas con giro central; áreas de trabajo basadas en las líneas de desplazamiento. Fuente: Aetess. Pág. 40
- Figura 18: Grúas de cadenas con centro de giro desplazado; áreas de trabajo basadas en el centro de rotación de la superestructura. Fuente: Aetess. Pág. 40

Equipos de pantalladoras

Figura 19: Grúas de cadenas con centro de giro desplazado; áreas de trabajo basadas en las líneas de desplazamiento de las cadenas. Fuente: Aetess. Pág. 41

Figura 20: Velocidades autorizadas de viento. Fuente: Liebherr. Pág. 42

Figura 21: Velocidades autorizadas del viento. Fuente: Liebherr. Pág. 43

Figura 22: Presión sobre el suelo, tabla 03-03. Fuente: Liebherr. Pág. 44

Figura 23: Distancia de seguridad (x) a las líneas eléctricas. Fuente: Liebherr. Pág. 48

Figura 24: Distancia de seguridad a las líneas eléctricas en Alemania. Fuente: Liebherr. Pág. 48

Figura 25: Tensión en forma de embudo con conexión a tierra. Fuente: Liebherr. Pág. 51

MÓDULO 2: mantenimiento

UNIDAD 4. Trabajos de mantenimiento del operador

Figura 26: Plan de lubricación. Situación e intervalos (1). Fuente: Liebherr. Pág. 84

Figura 27: Plan de lubricación. Situación e intervalos (2). Fuente: Liebherr. Pág. 85

Figura 28: Puntos de engrase y periodicidad H90. Situación. Fuente: Liebherr. Pág. 86

Figura 29: Puntos de engrase y periodicidad H90. Intervalos. Fuente: Liebherr. Pág. 86

Figura 30: Puntos de inspección y periodicidad H70. Situación. Fuente: Liebherr. Pág. 87

Figura 31: Puntos de inspección y periodicidad H70. Intervalos. Fuente: Liebherr. Pág. 87

Figura 32: Puntos de engrase, mantenimiento y periodicidad del equipo KS-3000. Situación. Fuente: Liebherr. Pág. 88

Figura 33: Puntos de engrase, mantenimiento y periodicidad del equipo KS-3000. Intervalos. Fuente: Liebherr. Pág. 89

Figura 34: Puntos de engrase, mantenimiento y periodicidad si el equipo KS-3000 es alimentado por Power Pack. Situación. Fuente: Liebherr. Pág. 90

Figura 35: Puntos de engrase, mantenimiento y periodicidad si el equipo KS-3000 es alimentado por Power Pack. Intervalos. Fuente: Liebherr. Pág. 91

UNIDAD 5. Inspecciones y verificaciones

Figura 36: Puntos de inspección y verificación del motor. Situación.

Fuente: Liebherr. Pág. 100

Figura 37: Puntos de inspección y verificación del motor. Intervalos.

Fuente: Liebherr. Pág. 101

Figura 38: Puntos de inspección y verificación de varios. Situación.

Fuente: Liebherr. Pág. 102

Figura 39: Puntos de inspección y verificación de varios. Intervalos.

Fuente: Liebherr. Pág. 103

MÓDULO 3: seguridad

UNIDAD 7. Conceptos generales de la prevención de riesgos laborales

Figura 40: Causalidad de los accidentes. Pág. 130

UNIDAD 8. Muros pantalla. riesgos y medidas preventivas en la ejecución de los trabajos

Figuras 41 y 42: Arnés de seguridad. Fuente: Aetess. Pág. 163

Figura 43: Balizamientos. Fuente: Aetess. Pág. 164

Figura 44: Cuchara bivalva. Fuente: Aetess. Pág. 164

Figura 45: Cuerdas de retenida. Fuente: Aetess. Pág. 165

Figura 46: Lodos. Fuente: Aetess. Pág. 166

Figura 47: Muretes guía. Fuente: Aetess. Pág. 166

Figura 48: Niveladores de suspensión. Fuente: Aetess. Pág. 167

Figura 49: Niveladores de suspensión. Fuente: Aetess. Pág. 167

Figura 50: Obstáculos. Fuente: Aetess. Pág. 168

Figura 51: Panel. Fuente: Aetess. Pág. 168

Figura 52: Plataforma de trabajo. Fuente: Aetess. Pág. 169

Figura 53: Sistemas anticaídas. Fuente: Aetess. Pág. 170

Figura 54: Trámex. Fuente: Aetess. Pág. 170

Figura 55: Tuberías de junta/junta plana. Fuente: Aetess. Pág. 171

Figura 56: Zonas de paso. Fuente: Aetess. Pág. 171

Figura 57: Zonas de paso. Fuente: Aetess. Pág. 172

Figura 58: Zonas de riesgo. Fuente: Aetess. Pág. 172

