

TRABAJO MÁS SEGURO CON MÁQUINAS PARA LA CONSTRUCCIÓN



Un enfoque
entre varios
actores

European Federation
of Building
and Woodworkers



PROTOCOLO DE ACUERDO

El presente protocolo de acuerdo refleja el acuerdo común del Comité para el Equipamiento europeo para la construcción (CECE), la Federación Europea de los Trabajadores de la Construcción y la Madera (FETCM) y la Federación de la Industria Europea de la Construcción (FIEC) sobre los aspectos de salud y seguridad en el diseño y uso de máquinas para la construcción. Es el resultado de un proyecto de dos años titulado TRABAJO MÁS SEGURO CON MÁQUINAS PARA LA CONSTRUCCIÓN – UN ENFOQUE ENTRE VARIOS ACTORES que fue posible gracias a la ayuda financiera de la Comisión Europea.

Se organizó una serie de cinco talleres en el marco del proyecto y, en base a las conclusiones de los talleres, se elaboraron cuatro fichas descriptivas que abarcan: ergonomía, organización de la obra y formación de los trabajadores/operarios, evitar colisiones y normalización. Los tres socios se comprometen a difundir las conclusiones del proyecto y tienen la intención de seguir colaborando en diferentes ámbitos y a diferentes niveles.

El presente protocolo de acuerdo presenta algunas consideraciones conjuntas acerca de las relaciones e interacciones entre fabricantes e usuarios de maquinaria de construcción, aspectos políticos y exigencias relacionadas, así como el compromiso para posibles actividades conjuntas en el futuro.

IMPULSAR LA COLABORACIÓN

Como todavía se producen demasiados accidentes serios y mortales, cuando se usan máquinas para la construcción, los socios del proyecto consideran primordial la comunicación y la colaboración coordinadas entre fabricantes y usuarios para mejorar el diseño y el uso de dichas máquinas. Los socios entienden que el protocolo de acuerdo pretende fomentar una determinada visión de la salud y la seguridad laboral (OSH, en inglés) de la maquinaria en las obras de construcción, en la que productividad, OSH, sostenibilidad de la industria y calidad del trabajo se sitúan al mismo nivel de importancia. Según esta visión, se prevé que los fabricantes, empresarios y trabajadores puedan realizar el mantenimiento, la inspección, la certificación, los tests, el uso y la evaluación según las obligaciones y responsabilidades de cada uno.

El diálogo entre fabricantes y usuarios es necesario para

- 1) dejar claro a los usuarios las justificaciones, las dificultades y las limitaciones asociadas al diseño y
- 2) dejar claro a los diseñadores la causa de las incomodidades y las preocupaciones por el uso de equipos o características de diseño específicos.

Los socios acuerdan que el concepto de mejorar la colaboración entre fabricantes y usuarios, si bien es bien aceptada en un principio, aún no se lleva lo suficientemente a la práctica. Pensamos que, en general, los fabricantes pueden sacar partido de los conocimientos y la experiencia de los empresarios y trabajadores que usan maquinaria para la construcción y lograr una ventaja comercial y en calidad frente a los competidores fabricando máquinas más atractivas para los compradores y fácilmente aceptadas por los trabajadores.

EXPECTATIVAS Y EXIGENCIAS DIRIGIDAS A LOS POLÍTICOS EUROPEOS

Los políticos europeos, especialmente la Comisión Europea pero también el Comité Europeo de Normalización (CEN/TC 151) desempeñan un papel decisivo a la hora de fijar un marco jurídico y político adecuado que facilite la consecución de los principales objetivos del presente proyecto. A este respecto, nos consideramos un grupo de interés con intereses concretos y algunos objetivos comunes. Lo que esperamos de los políticos europeos es una participación activa de los agentes sociales involucrados en el desarrollo

y la adaptación de un marco jurídico y político de este tipo. Más exactamente, abogamos por:

- Tener acceso al Grupo de trabajo sobre maquinaria (MWG, en inglés) y el CEN, y/o el sistema ISO como “observadores”, para llegar a toda una serie de actores y expertos directa o indirectamente involucrados en la seguridad de la maquinaria para construcción, más allá de la normalización, la vigilancia del mercado, los inspectores de trabajo, la fabricación.
- Mejores medios para facilitar la comunicación entre los diferentes actores y el CEN, o el comité técnico pertinente (CEN/TC 151).
- De la misma forma, la red de socios en el proyecto debería de contar con presencia en el MWG para participar activamente con opiniones y recomendaciones.
- El fomento del método de recopilación de información (CEN/TR 16710-1) que pretende lograr una participación más eficiente posible de los usuarios en la evaluación y mejora de las normas existentes.
- La creación de una plataforma europea que estudie los temas sociotécnicos que reúna toda una serie de actores para debatir las expectativas acerca de cómo el progreso digital (Digitalización) puede lograr que el trabajo con maquinaria para la construcción sea más seguro.

ACTIVIDADES SUBSIGUIENTES

La intención de los tres socios es desarrollar más actividades e iniciativas. A este respecto, nos comprometemos a impulsar un diálogo permanente sobre temas de interés mutuo al margen del diseño de maquinaria, como la mejora de normas, maquinaria de segunda mano, vigilancia del mercado o formación.

Después del enfoque de este proyecto con varios actores, tenemos la intención de colaborar con otros actores como, por ejemplo, los coordinadores de OSH, instituciones de prevención, arquitectos e ingenieros, diseñadores, técnicos, y también con la esfera política.

Es probable que las intervenciones para el seguimiento del proyecto se realicen a velocidades diferentes: las mejoras en la organización del trabajo en relación con el uso de maquinaria para la construcción y en la elaboración/adaptación de programas de formación para los trabajadores se podrían realizar presumiblemente en poco tiempo, mientras que las mejoras de diseño estarían sujetas a las limitaciones de tiempo del proceso de normalización.

Más exactamente, los socios en este proyecto se comprometen a:

- Difundir las conclusiones del proyecto, el presente protocolo de acuerdo y las hojas informativas en sus respectivas áreas de actividad para informar a la gente y al público sobre los diversos aspectos del proyecto e impulsar el entendimiento mutuo.
- Difundir también las conclusiones del proyecto a otros sectores, a otros actores y a la esfera política.

- Mantener un diálogo permanente sobre la mejora de los aspectos de salud y seguridad de la maquinaria para construcción (p. ej. el estado de desarrollo) y otros aspectos relacionados, incluido la opción de desarrollar más proyectos conjuntamente en el futuro.
- Trabajo conjunto sobre opciones políticas para una mejor colaboración entre los diferentes actores, impulsando la relación entre fabricantes y usuarios, y desarrollando, cuando proceda, posturas comunes y opciones políticas acerca de dichos aspectos.
- Trabajar en desarrollar mejores módulos de formación para los operarios de las máquinas e impulsar una guía para una organización óptima de las obras.
- Resolver el problema de la maquinaria que se pone a disposición de los trabajadores, asegurándose de que es conveniente para el trabajo a realizar y se adapta perfectamente a éste, y reuniendo sugerencias útiles de mejores prácticas para mejorar las condiciones.
- Apoyar una mejor vigilancia del mercado con el objetivo de prohibir las máquinas obsoletas, poco seguras y que no cumplan las normas en el mercado europeo. Ello incluye las propuestas de actualización de la maquinaria que no cumpla las normas actuales ni las exigencias legales.

Bruselas, junio de 2017

ORGANIZACIÓN EN OBRA, FORMACIÓN EN MAQUINARIA

Cada profesión, actividad y situación laboral es diferente e incluye una interacción específica entre las personas, el material, el entorno y las máquinas. Además de garantizar normas ergonómicas y de seguridad de alta calidad para las máquinas y los materiales de construcción, es primordial contar con una buena organización de las obras y una cualificación adecuada de los trabajadores afectados. Esta hoja informativa recopila los elementos importantes de la gestión de obras de construcción y la cualificación de los trabajadores.

FASE DE DISEÑO

Para una empresa de construcción preocupada por la seguridad, que también quiere trabajar de forma más segura con las máquinas, empieza a trabajar desde la fase de planificación del proyecto. Tal como se explica en la Directiva "Obras de construcción temporales o móviles", el cliente debe tener en cuenta, durante la fase de planificación y junto con el coordinador de seguridad, los principios de prevención de riesgos en base a la directiva "marco" de seguridad y salud (Artículo 6). Los resultados deben ser tenidos en cuenta en el plan de seguridad y salud del proyecto.

¿Qué significa esto en lo que se refiere a hacer un uso más seguro de las máquinas?

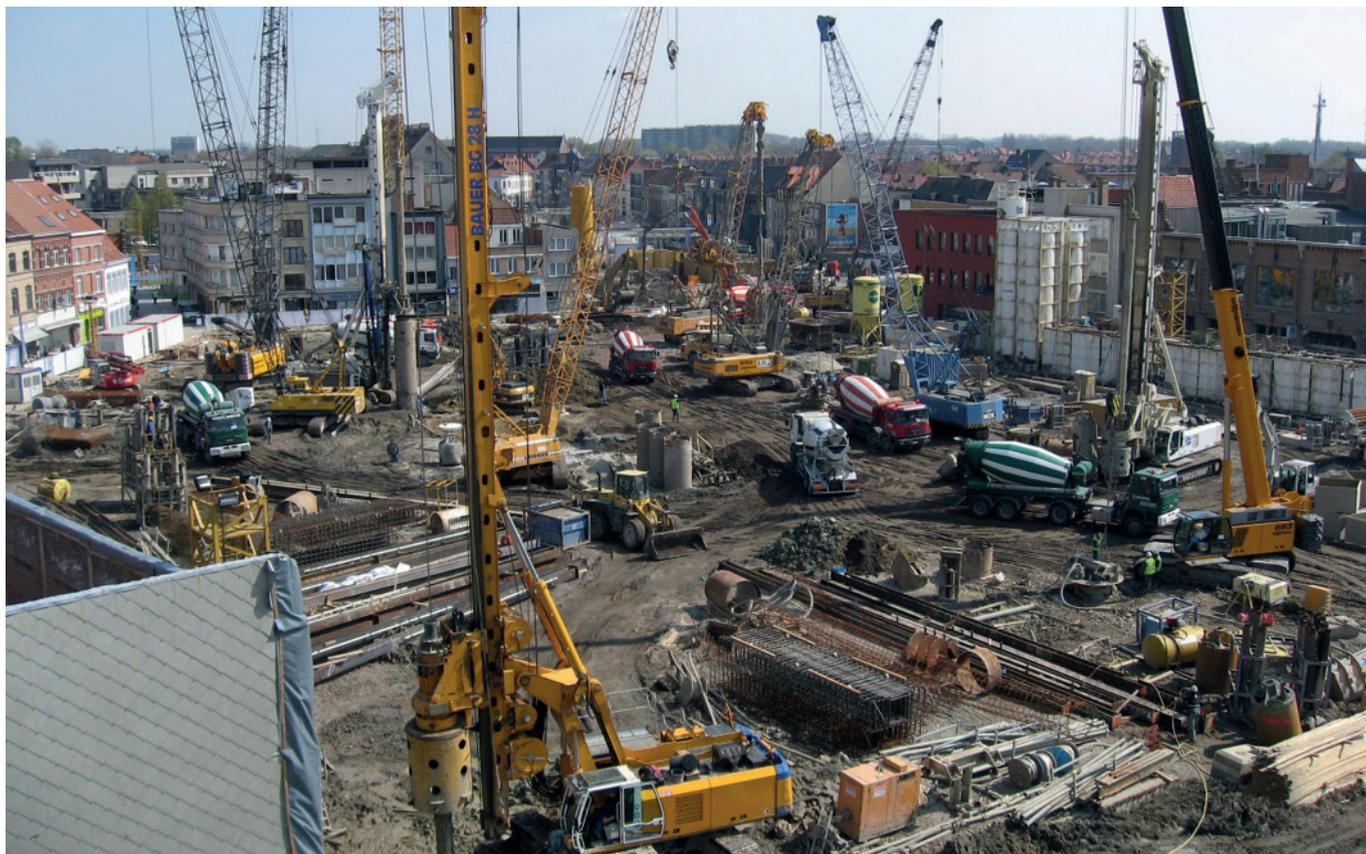
El primer paso es la mejora y, luego, la aplicación de las condiciones de entorno de la obra.

Los siguientes elementos, entre otros, forman parte de estas condiciones:

- El acceso de los vehículos y la maquinaria móvil a la obra. Existen limitaciones de altura, ancho y peso. Existen restricciones sobre el permiso de construcción y el número de movimientos. Con un número mayor de máquinas más pequeñas se producen interacciones más frecuentes entre los trabajadores y las máquinas. También se debería contemplar la creación de un esquema de transporte a gran escala, incluyendo el transporte público (por ejemplo, sistema de circulación en un solo sentido en la obra durante la fase de construcción).
- Durante ese período, ¿qué trabajos se deben realizar? ¿Cuántas máquinas necesita la empresa para realizar los trabajos en el plazo fijado? ¿Cuántas empresas diferentes deben trabajar simultáneamente con esas máquinas? En la fase de planifica-

ción, también se deben tener en cuenta los diferentes circuitos de entrada y salida tanto de las empresas como de sus proveedores. Son especialmente importantes las fases de construcción en las que se solapan varias actividades que conllevan un uso intensivo de máquinas (por ejemplo durante las fases iniciales de la construcción de viviendas en una ciudad). La constructora principal monta las instalaciones de la obra, la empresa especializada en cimentaciones se ocupa de la protección de las excavaciones y la empresa de movimiento de tierras comienza las excavaciones en las zonas delimitadas. Los vehículos necesarios para estos trabajos no pueden detenerse en las vías públicas para no obstaculizar el tráfico.

En función de la evaluación de riesgos y de las condiciones de entorno existentes, los coordinadores tienen que definir las medidas protectoras del plan de seguridad y salud (SyS). Evidentemente, el principio STOP (Sustitución-Técnico-Organizativo-Personal) se debe aplicar.



¿ Planificación adecuada ?
 Cada constructor, en colaboración con el coordinador, debe especificar en la fase de planificación las actividades que se deben desarrollar en cada momento.



Medidas de protección técnicas: separación entre el tráfico rodado y los transeúntes.



Instrucciones acerca del equipo que se debe usar.



Tomar en consideración todos los aspectos que rodean la obra puede evitar daños, accidentes y catástrofes.



Evaluación de conocimientos.

Soluciones de sustitución, ejemplos:

- Separación física entre transeúntes y tráfico rodado (barreras de seguridad)
- Separación provisional entre transeúntes y tráfico rodado (sin circulación en la zona de la obra durante los trabajos)
- Desvío provisional de las líneas de alta tensión o su desconexión mientras se realizan los trabajos
- Tener en cuenta las condiciones de viento locales

Soluciones técnicas, ejemplos:

- Espejos retrovisores, cámaras, dispositivos de aviso
- Adaptación de los neumáticos (invierno <-> verano)
- Señalización de las zonas peligrosas

Soluciones organizativas, ejemplos:

- Normas de tránsito (por ejemplo, prioridad de los transeúntes sobre las máquinas)
- Límites de velocidad
- Medidas de sujeción de cargas
- Limpieza de viales, adaptación a las condiciones climatológicas
- Sonido de alerta cuando se acerca una máquina
- Identificación de las zonas de tránsito
- Existencia de señalizadores para regular el tráfico

Soluciones relacionadas con el personal, ejemplos:

- Formación en seguridad para los operadores de máquinas
- Equipo de protección individual: ropa fluorescente
- Seguir las instrucciones y mantener un comportamiento correcto en las zonas peligrosas

A menudo será una combinación de las diferentes soluciones posibles. Las medidas aplicables a todas las empresas y establecidas en el plan de protección de la seguridad y la salud deben ser descritas claramente y por separado. Para aplicar las medidas, el Plan de Seguridad y Salud debe estar disponible desde la fase de licitación y formar parte del contrato cuando éste se adjudique.

FASE DE EJECUCIÓN

La base para la ejecución del proyecto es el contrato principal que incluye el Plan de Seguridad y Salud. Existen diferentes maneras de adjudicar un contrato: o bien adjudicarlo a un contratista general/principal, o bien el cliente adjudica los diferentes contratos directamente a diferentes empresas, etc. Sin embargo, el plan de protección de la seguridad y la salud con las medidas estipuladas debe ser vinculante para cada una de las empresas que estén presentes en una misma obra de construcción. El tamaño de la empresa no tiene relevancia, ni el tipo de contrato (subcontrato, adjudicación directa), ni el importe del mismo.

Por lo tanto, el plan de protección de la seguridad y la salud es también la base de las evaluaciones de riesgo respectivas en las empresas.

Sin embargo, en la fase de ejecución siempre se presentan riesgos nuevos, o bien las medidas de protección planificadas inicialmente no se pueden aplicar, o sólo se pueden aplicar parcialmente. Con objeto de minimizar el riesgo para todas las personas, el coordinador de la obra debe organizar reuniones periódicas con todas las empresas involucradas, con un procedimiento de información "de abajo hacia arriba", con las personas que trabajan en la

obra o su(s) representante(s). La frecuencia y duración de las reuniones dependerán de la amenaza potencial, del número de empresas y del nivel de aplicación de las medidas de protección. Implicando a todas las empresas participantes se adoptan las medidas de protección, se redefinen las responsabilidades para la aplicación de dichas medidas y, después, los resultados se incorporan al Plan de Seguridad y Salud.

Evidentemente, las evaluaciones de riesgo de las empresas se deben modificar adaptándose a las nuevas medidas, y los trabajadores deben ser informados rápidamente de la modificación de las medidas de protección. Para poder adaptarse rápidamente, es necesario que los representantes de las empresas involucradas estén presentes en esas reuniones. El representante de una empresa debe ser tomado en cuenta de la misma forma que los expertos, visitantes, supervisores de obra, inspectores o contratistas principales. Cada subcontratista tiene la misma consideración que cualquier otra empresa.

Independientemente de las reuniones de coordinación, el coordinador debe comprobar que las empresas aplican eficazmente las medidas de protección acordadas. Las conclusiones de los controles también son tratadas en las reuniones periódicas.



FORMACIÓN

Además de las medidas de seguridad del Plan de Seguridad y Salud, los usuarios de los equipos o máquinas deben disponer de conocimientos suficientes para manipularlos con seguridad. Para ello, es necesario disponer, por un lado, de los conocimientos específicos de cada máquina en cuestión y, por otro, de los conocimientos suficientes acerca de las condiciones de entorno en las que se usa la máquina.

En cuanto a la formación para una determinada máquina o equipo, es preciso tener conocimiento, por ejemplo, de:

- Uso de los dispositivos de seguridad de la máquina o del equipo
- Campo de visión de la máquina. Identificación de los ángulos muertos
- Mantenimiento y reparaciones
- Puntos de enganche
- Señales ópticas y acústicas
- Requisitos para las inspecciones periódicas
- Especificaciones basadas en las instrucciones de uso del fabricante
- Responsabilidades del operador
- Distancia de seguridad del borde del talud
- Limitaciones en el uso de las máquinas

En cuanto a las condiciones del entorno, se puede distinguir entre los temas generales y los temas relacionados con el proyecto.

Ejemplos de temas generales:

- Trabajo donde hay cables de alta tensión
- Transporte público (automóvil, ferrocarril)
- Peligros en el subsuelo (tuberías de gas, tuberías de agua, cables de alta tensión, restos de conflictos armados, etc.)

Ejemplos de temas relacionados con el proyecto:

- Entorno del proyecto
- Contenido del Plan de Seguridad y Salud
- Gestión de emergencias
- Normas de tránsito
- Equipo de protección individual
- Medidas de protección en base a la evaluación de riesgos
- Identificación, señales luminosas

En todos los cursos de formación es primordial garantizar un nivel suficiente de comunicación y comprensión del idioma. Que lo haga una persona nativa o un intérprete es menos importante.

Según el tema, la transferencia de conocimientos también se puede realizar a través de aprendizaje a distancia, clases teóricas y ejercicios prácticos. Después de la formación, es absolutamente necesario evaluar los conocimientos adquiridos. El trabajador puede ser autorizado a manejar la máquina en cuestión una vez haya recibido una evaluación positiva de los conocimientos adquiridos. Obviamente, las instrucciones se han de repetir cuando hay cambios, nuevos conocimientos, accidentes, casi accidentes, etc.

Por último, existe en general la necesidad de reforzar los aspectos relacionados con la seguridad desde el inicio mismo de la formación para asegurarse de que los conceptos y competencias/habilidades básicas se adquieren lo antes posible.

ERGONOMÍA PARA LA MAQUINARIA DE CONSTRUCCIÓN

La complejidad de las obras de construcción requiere un elevado nivel de seguridad, fiabilidad y comodidad en la interacción entre trabajadores, equipos de trabajo y entorno de la obra. Este objetivo se puede lograr incorporando principios de ergonomía en el proceso de diseño de la maquinaria. Esta hoja informativa resume los aspectos útiles a tomar en cuenta para garantizar un funcionamiento seguro, sostenible y productivo en las obras de construcción en toda Europa.

EL MARCO REGULADOR

La ergonomía es un ingrediente esencial del diseño de la maquinaria de construcción: es un elemento clave que los fabricantes tienen que tener en cuenta al realizar la evaluación de riesgos y – si fuese necesario – modificar el diseño para reducir el riesgo. Los principios de ergonomía forman parte de las medidas de diseño inherentemente seguras que deben aplicar los fabricantes de maquinaria y, como tales, desempeñan un papel muy importante en la estrategia de reducción de riesgos. La comprensión de las interacciones entre las personas y la maquinaria de construcción, y la aplicación de la teoría, los principios, los datos y los métodos al diseño de la maquinaria de construcción es imprescindible para optimizar el bienestar de las personas; al mismo tiempo, la ergonomía aumenta el rendimiento y la productividad total del binomio persona-máquina.

La maquinaria de construcción comercializada en la Unión Europea debe satisfacer los principios de ergonomía descritos en la directiva 2006/42/EC relativa a las máquinas, que exige a los fabricantes de todas las categorías de máquinas que tengan en cuenta deter-

minados factores ergonómicos generales (*distintas dimensiones físicas de los operadores, espacio de movimientos, ritmo de trabajo, concentración, interfaz persona/máquina*) y otros aspectos ergonómicos (*como iluminación, manipulación de la maquinaria o de parte de ella, asiento, posiciones de trabajo y dispositivos de control, temperaturas extremas, ruido, vibraciones, riesgo de tropiezo, resbalones y caídas, acceso a las posiciones de trabajo y puntos de reparación, información, carteles, señales y advertencias*) con el objeto de minimizar el estrés físico y psicológico, la incomodidad y el cansancio.

La investigación y la experiencia demuestran que un diseño correcto reduce los efectos negativos de esos factores en las personas mientras que un diseño inadecuado puede dar lugar a incomodidad, cansancio o estrés físico o psicológico. A su vez, esos efectos pueden dar lugar, por ejemplo, a trastornos músculo-esqueléticos, a la vez que propician los accidentes.

Hay más información disponible al público sobre requisitos normativos asociados a la ergonomía en el sitio web ErgoMach.

<https://ergomach.wordpress.com/>

EL MARCO TÉCNICO (NORMALIZACIÓN)

Las normas europeas e internacionales pueden ayudar mucho a los fabricantes de maquinaria de construcción a cumplir las exigencias de ergonomía previstas en la directiva relativa a las máquinas. Por un lado, los comités técnicos europeo e internacional que se ocupan de la seguridad general de la maquinaria (ISO/TC 199 y CEN/TC 114) han desarrollado normas básicas sobre cómo efectuar una evaluación de riesgos y una minoración de riesgos; por otro lado, los comités técnicos europeo e internacional que se ocupan de la ergonomía (ISO/TC 159 y CEN/TC 122) han desarrollado un amplio conjunto de normas con disposiciones concretas que facilitan el cumplimiento de las exigencias de ergonomía previstas en la directiva relativa a las máquinas.

La mayoría de las normas elaboradas por CEN/TC 122 son “armonizadas” conforme a la directiva relativa a las máquinas y publicadas en el Boletín Oficial de la Unión Europea: por lo tanto, su aplicación confiere una presunción de conformidad con las exigencias legislativas que pretenden cubrir. La Comisión Europea ofrece, en sus páginas web, más información a los fabri-



Máquinas con brazo lateral; visibilidad lateral obstruida.



Visibilidad frontal obstruida por el montante del parabrisas; el conductor no puede ver a sus compañeros.

cantes explicando las normas disponibles (armonizadas o no), para ayudarles a cumplir una amplia gama de factores ergonómicos.

TEMAS IMPORTANTES

Con los años, se ha conseguido mejorar el **ACCESO** a las posiciones de trabajo y a los puntos de reparación de la maquinaria de construcción. En promedio, el conductor de una máquina de construcción sube y baja de la cabina entre 15 y 50 veces al día (según el tipo de actividad de construcción). Las operaciones de mantenimiento pueden requerir hasta cien movimientos al día alrededor de una máquina: incluyen lubricación, limpieza, repostaje, sustitución de filtros. Estas cifras subrayan la importancia del diseño que debe encontrar el equilibrio adecuado entre las diferentes características de la máquina (visibilidad, transporte, desplazamiento) y la necesidad de minimizar el riesgo de resbalones, tropiezos y caídas, así como posturas perjudiciales y esfuerzos excesivos.

Los fabricantes deberían prestar especial atención al diseño de sistemas de acceso adecuados, incluido las puertas de acceso a la cabina, las plataformas, las barandillas, los pasamanos y asideros, las escaleras, los escalones y las escalerillas. El desafío es proporcionar

un acceso adecuado a todo tipo de maquinaria de construcción en todas las condiciones de funcionamiento, tomando en cuenta los diferentes tipos de obras en los que se desenvuelven esas máquinas.

Es posible que los operadores de más edad o aquellos que miden menos de 160cm sigan encontrando incómodo acceder a las posiciones de trabajo y a los puntos de reparación. Un desafío en concreto es la dificultad de proporcionar acceso a alturas inferiores a 400mm, porque las condiciones del suelo en las obras de construcción pueden dañar los sistemas de acceso y acumular material resbaladizo en los mismos.

Otra característica ergonómica importante es la **VISIBILIDAD**. Hace décadas que el diseño de una maquinaria de construcción que proporcione una visibilidad adecuada al operador es un desafío constante, especialmente porque, debido a la funcionalidad de la máquina, varias partes de la misma hacen que desde la posición del operador existan ángulos muertos y visibilidad reducida. Pero es un hecho que un diseño óptimo puede mejorar significativamente la visibilidad y minimizar los riesgos para las personas que se encuentran en la proximidad de la máquina, y también para los propios conductores: por ejemplo, los conductores pueden estar expuestos a trastornos

músculo-esqueléticos y a patologías de espalda y de lumbares si adoptan posturas perjudiciales cuando intentan compensar una visibilidad deficiente y así poder obtener un mejor ángulo de visión y maniobrar con seguridad en la obra. La productividad también puede aumentar en condiciones de visibilidad adecuadas porque los operadores pueden sacar el máximo de rendimiento a la máquina que llevan.

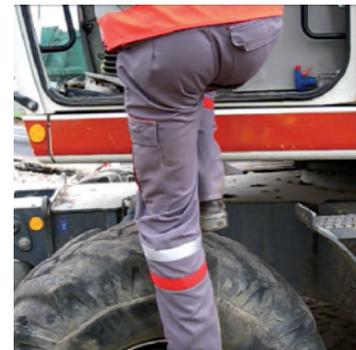
Otro ámbito en el que se presta mejor atención a la ergonomía es el diseño de **ACOPLADORES RÁPIDOS** que, a menudo, provocan accidentes serios cuando el cazo se desmonta. Las investigaciones realizadas por los responsables de seguridad han sido determinantes para la evolución de acopladores manuales a semiautomáticos y, luego, totalmente automáticos, sin olvidar la ventaja ergonómica de manipular desde la cabina. Se están haciendo esfuerzos de normalización con nuevas exigencias prestando atención a todos los fallos posibles en situaciones predecibles o en usos indebidos.



La ubicación ergonómica de los mandos es crucial para la seguridad.



Acceso poco práctico para los operarios pequeños.



Operario bajando instintivamente por la rueda en vez de por un sistema de acceso poco ergonómico.

© fmp

TENDENCIAS Y PERSPECTIVAS

La voz de los usuarios (empresarios) y los usuarios finales (trabajadores)

Existe consenso entre los diferentes actores acerca de los conocimientos extensos pero ocultos que poseen los usuarios de los procesos y equipos con los que trabajan. Conocimientos que se pueden aprovechar tanto dentro como fuera del lugar de trabajo para mejorar las normas técnicas, las estrategias de supervisión de mercados, los programas de formación, los procedimientos organizativos a nivel de empresa: la importante información recogida de los usuarios se puede usar no sólo para diseñar soluciones técnicas sino también para aplicarlas. La aportación potencial de la comunidad científica para desarrollar una estrategia común reconocida a nivel europeo, así como las necesidades y los recursos para la investigación son aspectos que se deberían evaluar detenidamente en los próximos años. La publicación del documento sobre normalización europea *CEN/TR 16710-1:2015 Métodos de ergonomía – Parte 1: Método de información – Un método para entender la forma en que los usuarios finales realizan su trabajo con las máquinas* puede ser considerado un paso importante hacia la posibilidad de desarrollar proyectos de cooperación en beneficio

de la industria de la ingeniería, de los actores de la sociedad, de los órganos de seguridad y salud laboral, de las autoridades públicas.

Orientaciones de ergonomía para los diseñadores

El objetivo de integrar la ergonomía en la fase de diseño de la maquinaria de construcción se puede lograr tomando en cuenta los módulos de instrucción en ergonomía y las mejores prácticas en ergonomía de las máquinas. Por ejemplo, la Comisión alemana de seguridad y salud laboral y normalización (KAN, www.kan.de) ha elaborado módulos de cursos con información sobre ergonomía destinados a desarrollar una "reflexión sobre ergonomía" durante la educación. Los módulos tratan sobre la maquinaria e instalaciones de construcción, pero se pueden aplicar a otros sectores. Incluyen contenido teórico, videoclips ilustrativos, análisis de coste/beneficio y estudios de casos. KAN ofrece también ejemplos de mejores prácticas en ergonomía de máquinas mediante casos en los que determinadas máquinas satisfacen adecuadamente principios y criterios ergonómicos. Los diseñadores y los compradores pueden aprovechar esa información que se presenta con herramientas de búsqueda, fotografías, ejemplos y descripciones.

REFERENCIAS ÚTILES

Comisión Europea: Guía de aplicación de las exigencias esenciales de seguridad y salud a la ergonomía presentada en la sección 1.1.6 del Anexo I de la directiva 2006/42/EC relativa a las máquinas.

<http://ec.europa.eu/DocsRoom/documents/9484/attachments/1/translations>

“Información” de los usuarios finales (operadores) para mejorar el diseño ergonómico de la maquinaria:

<http://content.iospress.com/articles/work/wor0305>

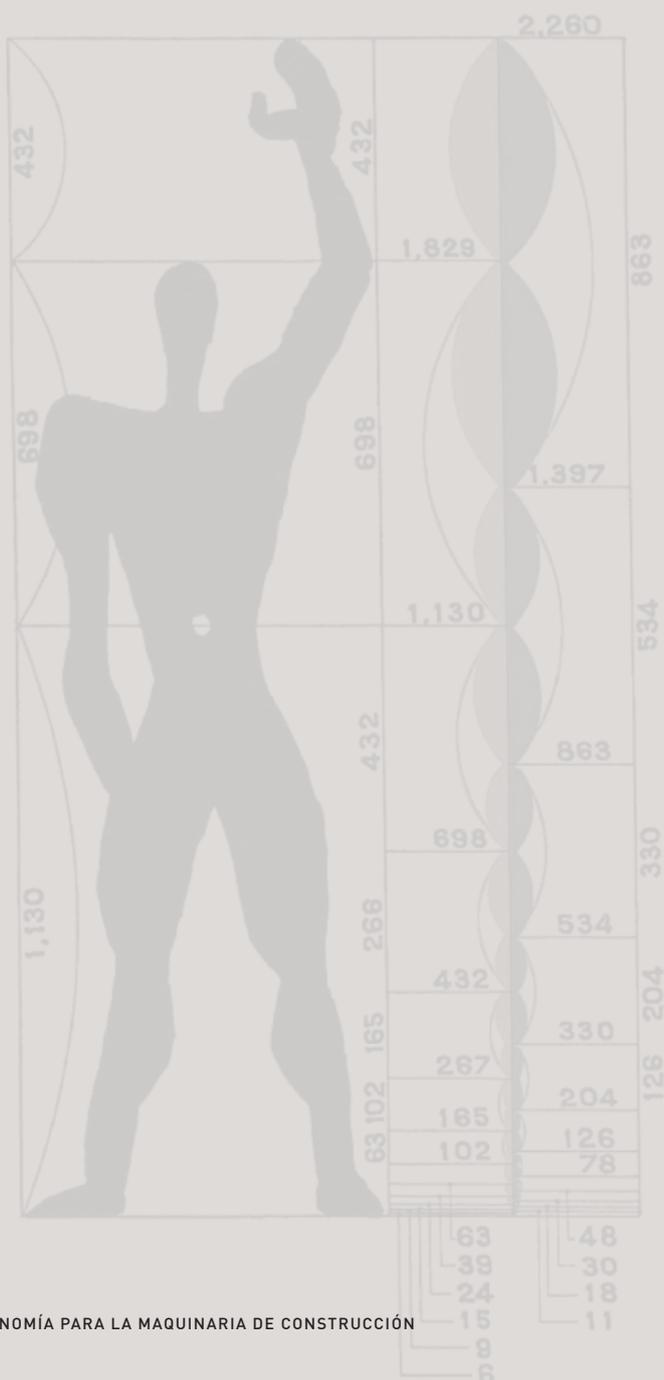
Sitio web Ergomach: <https://ergomach.wordpress.com>

En Alemania, KAN ha desarrollado una buena iniciativa: www.kan.de

Módulos de cursos sobre ergonomía: <https://ergonomie.kan-praxis.de/en>

Herramienta sobre ergonomía de la maquinaria: <https://maschinenergonomie.kan-praxis.de/en>

Una guía sobre datos antropométricos: <https://koerpermass.kan-praxis.de>



NORMAS PARA MAQUINARIA

Desarrollar normas europeas sobre la seguridad de la maquinaria es complejo y exigente. Se ha progresado mucho, pero se ha de fomentar la implicación de los usuarios para tomar en cuenta toda la vida de la maquinaria.

LA NECESIDAD DE ESTABLECER NORMAS

Incluso cuando sólo se viaja dentro de la Unión Europea, los ciudadanos europeos pueden tener dificultades para enchufar sus dispositivos eléctricos y los viajeros frecuentes no tardan en comprar un adaptador. En algunos países, los enchufes son similares, están diseñados siguiendo la misma norma que asegura su compatibilidad. En el pasado también existían diferentes tipos de corriente eléctrica y el viajero no podía usar algunos de sus dispositivos en determinados países. Todavía este caso sucede en los ferrocarriles, de ahí que muchas locomotoras que tienen que cruzar fronteras lleven varios sistemas eléctricos, lo que aumenta los costes considerablemente. Las normas mejoran la compatibilidad a la vez que ahorran tiempo y dinero.

Con todos los tipos de productos, los clientes necesitan comparar para acertar en su elección. Comparar cada aspecto de un producto técnico es extremadamente difícil para un cliente que no tiene un alto nivel de conocimientos técnicos especializados por lo

que los expertos han establecido normas para ayudar a los clientes a identificar productos que tienen un determinado nivel de calidad.

Inicialmente, las normas fueron publicadas por los países individualmente; posteriormente lo hicieron de forma conjunta a nivel internacional – antes de que existiese ninguna exigencia legal para hacerlo – con la intención de mejorar la compatibilidad y la calidad.

MAYOR NIVEL DE PROTECCIÓN PARA LOS TRABAJADORES EN EUROPA

La Unión Europea ofrece un mercado único para los fabricantes de máquinas lo que, al mismo tiempo, significa el mismo nivel de seguridad para las máquinas en la Unión. La Directiva de Máquinas incluye un conjunto coherente de exigencias, llamadas exigencias de seguridad y salud esenciales, para todos los tipos de máquinas. Se ha publicado un conjunto importante de normas de seguridad para varios tipos de máquinas, incluyendo 94 normas para

maquinaria de construcción. Por lo tanto, en la Unión Europea todos los trabajadores se benefician de un nivel de seguridad elevado y los empresarios también se hacen con una medida de protección debido a las normas de seguridad.

Si bien el número total de máquinas en las obras de construcción ha aumentado sensiblemente en las dos últimas décadas, el número total de accidentes ha disminuido.

UN VÍNCULO ENTRE FABRICANTES Y USUARIOS

Las normas relativas a la maquinaria incluyen exigencias de diseño para los fabricantes y el método para confirmar que esas exigencias se han cumplido. También definen el contenido mínimo de las instrucciones de uso, lo que contribuye a definir la línea de separación entre fabricante y usuario: dónde acaba la responsabilidad del fabricante y dónde empieza la del usuario. Las instrucciones de uso abarcan la fabricación, el mantenimiento, la instalación, el transporte y el desmontaje. (Ver figura, página 2)

RESPONSABILIDADES DE FABRICANTES Y USUARIOS



rentes actores a elaborar y traducir las propuestas. Los usuarios finales son necesarios en el proceso para que expliquen su entorno y sus aplicaciones concretas. Los trabajadores y organizaciones de trabajadores también pueden explicar sus limitaciones para ayudar a los fabricantes a entender mejor las necesidades del usuario a la hora de diseñar las máquinas. Los delegados de seguridad y salud, los servicios de seguridad social nacionales y las autoridades públicas garantizarán un apoyo técnico, científico y jurídico a todos. Las reuniones ofrecen oportunidades de intercambiar opiniones y los usuarios finales pueden influir en el diseño de las máquinas.

El compromiso de los diferentes actores es fundamental en el proceso de desarrollo de normas y se han elaborado leyes en la UE para garantizar el acceso a las organizaciones de trabajadores y consumidores. El reglamento 1025/2012 de la UE exige a los estados miembros que alienten y faciliten el compromiso de las PyMEs y de los grupos de representantes de los trabajadores en el proceso de normalización, tales como el Instituto sindical europeo (ETUI).

Cada comité nacional puede enviar expertos a los grupos de trabajo a nivel europeo. Miles de expertos están trabajando para mejorar la seguridad de las máquinas en el sector de la construcción.

UN PROCESO PARA VOLUNTARIOS, LAS NORMAS REQUIEREN SU COMPROMISO

Las normas europeas se desarrollan a dos niveles: en los comités nacionales y a nivel europeo a través de los grupos de trabajo. La participación de todos los actores es bienvenida en ambos niveles.

A nivel nacional, las agencias nacionales de normalización ayudan a los dife-

PARTICIPANTES EN LA ELABORACIÓN DE NORMAS A NIVEL NACIONAL Y EUROPEO



RECOGER INFORMACIÓN PARA LA EVALUACIÓN DE RIESGOS EN TODA EUROPA

Cada tipo de máquina debería contar con una evaluación de riesgo global. Para incorporar las diferentes opiniones y entender las diferentes maneras de manipular la maquinaria, se necesita un mínimo de 5 agencias nacionales de normalización, en representación de 5 países, que creen o revisen una norma nueva. Se estudian y cruzan los datos sobre accidentes y las experiencias de las diferentes culturas. Además, la presencia de expertos en seguridad y salud y de autoridades de supervisión de los mercados garantiza que la información en el grupo de trabajo sea equilibrada e imparcial.

LA BÚSQUEDA DEL CONSENSO

Las normas se redactan siguiendo criterios de seguridad para no obstaculizar las nuevas tecnologías y la innovación; por lo tanto, todos los actores se sitúan al mismo nivel. Se registra y contesta cada comentario, y el grupo de trabajo suele tomar en cuenta todos ellos. Los comentarios deberían seguir

una lógica y dar lugar a una propuesta de cambios estructurada. Generalmente, el grupo de trabajo elabora las normas por consenso y cuando no se logra un consenso total, sólo se puede seguir adelante si existe una mayoría fuerte a favor.

A nivel europeo, el proyecto sólo se aprobará con una mayoría de 2/3 de las agencias nacionales de normalización y 2/3 de los votos ponderados.

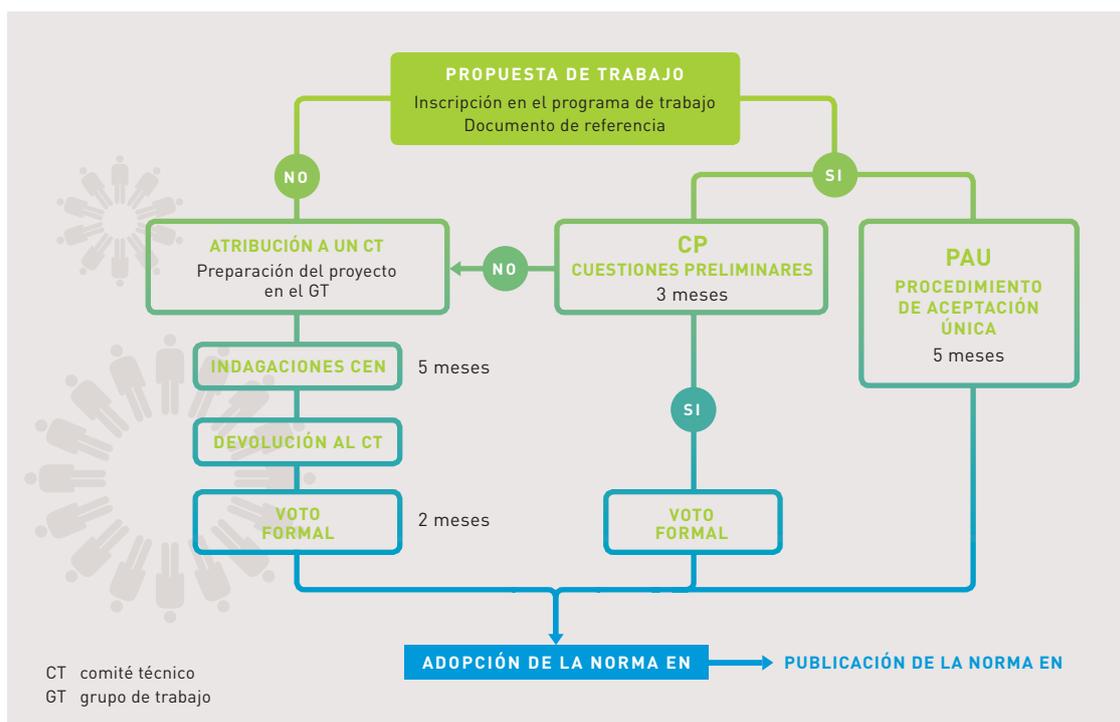
CONSULTA PÚBLICA: UN PROCESO DEMOCRÁTICO A TRAVÉS DE LA UNIÓN EUROPEA

Aparte del debate en los grupos de trabajo, el público tiene la posibilidad de presentar comentarios y propuestas durante la encuesta pública, incluso aquellos que no participaron en el primer borrador del proyecto. En esta fase también es posible incorporarse a los comités nacionales y aportar nuevos comentarios. Los comentarios realizados en la fase de encuesta pública pueden servir para aclarar el alcance, mejorar las exigencias de seguridad, añadir algunas tecnologías, aportar nuevos ejemplos o dibujos, etc.

PRESUNCIÓN DE CONFORMIDAD

La directiva relativa a las máquinas ha sido elaborada por especialistas en seguridad y salud y los expertos jurídicos de los Estados Miembros para todos los tipos de máquinas, si bien algunas exigencias se aplican a un tipo de máquinas y a otro no. Además, algunas tecnologías se desarrollan rápidamente, como la electrónica, y otras más lentamente, por ejemplo la mecánica, de ahí que se decidiera proporcionar un vínculo entre las normas y la Ley. Las normas armonizadas publicadas en el Boletín Oficial de la Unión Europea (BOUE) ofrecen presunción de conformidad. Como las normas se desarrollan con la participación de las organizaciones de seguridad y salud, recolectando los datos de accidentes en toda Europa, la evaluación de riesgos se realiza con una base más amplia. Las normas están ayudando a los fabricantes a hacer su evaluación de riesgos.

PERÍODOS CLAVE PARA PROYECTOS EUROPEOS SOBRE NORMAS



COMPETENCIA LEAL PARA LA INDUSTRIA

Las normas se basan en exigencias mínimas que deben cumplir todos los fabricantes y, por lo tanto, proporcionan una base para la competencia leal entre todos los fabricantes. Es especialmente importante para la importación de máquinas en la Unión Europea porque los niveles de seguridad de la maquinaria son inferiores en algunas regiones del planeta.

UNA HERRAMIENTA PARA LOS USUARIOS Y PARA LA SUPERVISIÓN DEL MERCADO

No siempre es fácil comprobar rápidamente la conformidad de las máquinas con las leyes sobre seguridad, y las normas son consideradas una herramienta útil para que los usuarios comprueben la conformidad de las máquinas. La comparación entre diferentes máquinas es más fácil si el usuario sabe que todas ellas cumplen con unas mismas normas mínimas.

Además, los órganos especializados designados por las autoridades usan las normas para comprobar la conformidad de las máquinas. Como casi todos los fabricantes cumplen las normas, el control es más fácil.

CEN E ISO

Las agencias nacionales de normalización desarrollan normas en el CEN (Comité europeo de normalización) y trabajan con tres idiomas oficiales (inglés, francés y alemán). Las tres versiones están siempre disponibles para consulta pública en toda Europa, pero obviamente algunas de estas agencias también traducen los documentos de los proyectos en sus idiomas nacionales.

Cuando los comités técnico europeo e internacional se ponen de acuerdo, la norma se puede desarrollar a nivel internacional siguiendo la vía del Acuerdo de Viena. En dicho caso, se producirán dos votaciones paralelas, una en la ISO con la regla de un voto por país y otra a nivel europeo con las mismas reglas que para una norma europea. Sólo cuando se produce una votación positiva a nivel europeo se considera que la norma es apta para Europa, independientemente de la votación internacional.

MEJORA PERIÓDICA

Las normas se mejoran periódicamente para seguir el avance tecnológico. Se procede a una revisión periódica cada 5 años. Además, es posible proceder a aclaraciones y actualizaciones técnicas mediante enmiendas cuando sean necesarias.

SUPERVISIÓN DE ESTADOS MIEMBROS, PARLAMENTO Y COMISIÓN

Cuando las normas no son las más avanzadas, sea porque incluyen exigencias que contradicen la directiva relativa a las máquinas o porque no incorporan exigencias clave, las autoridades nacionales, el Parlamento Europeo y la Comisión Europea tienen todos la posibilidad de formular una objeción formal ante la norma. La publicación de la norma puede ser retirada del BOUE o la Comisión Europea puede publicar una advertencia destacando las deficiencias. Además, todos los actores serán invitados a debatir la objeción y mejorar la norma.

MAQUINARIA: EVITAR COLISIONES

Las colisiones entre máquinas y transeúntes son una de las situaciones más peligrosas en las obras de construcción. El diseño de la maquinaria, una organización coherente de la obra y la formación de las personas deben mejorar simultáneamente y urgentemente.

CONTEXTO

Las colisiones entre máquinas móviles y transeúntes constituyen la segunda preocupación para los trabajadores en las obras después de las caídas de altura. Afortunadamente, con el paso de los años, el número de accidentes ha ido disminuyendo continuamente a pesar de que el número de máquinas móviles se ha ido incrementando. Sin embargo, las consecuencias de una colisión suelen ser graves y aún se producen accidentes mortales, especialmente cuando las máquinas circulan marcha atrás.

LA DIRECTIVA MARCO

El instrumento jurídico más importante para la seguridad de los trabajadores es la Directiva marco europea (89/391/EEC). Esta Directiva establece los principios generales para gestionar la salud y la seguridad: la responsabilidad del empresario, los derechos/deberes de los trabajadores, el uso de las evaluaciones de riesgo para mejorar permanentemente los procesos de la empresa y la representación para salud y seguridad en el lugar de trabajo.

La siguiente tabla muestra algunos ejemplos clave de la aplicación de los principios generales.

PRINCIPIOS	EJEMPLOS
Jerarquía de prevención	<ul style="list-style-type: none"> Evitar todos los riesgos y evaluar los riesgos restantes Principio STOP: <ul style="list-style-type: none"> Sustitución – usar maquinaria y materiales más seguros Técnico – buena ergonomía, visibilidad y accesorios Organización – ver ficha técnica separada Personal – equipo de protección individual
Adaptarse al progreso técnico	<ul style="list-style-type: none"> Usar máquinas con sistema de posicionamiento/detección
Evaluar los riesgos	<ul style="list-style-type: none"> Identificar las máquinas cerca de las cuales trabajan personas Evaluar los riesgos, tomando en cuenta la visibilidad y los ángulos muertos Separar las zonas donde operan máquinas Decidir el plan de actuación Controlar y revisar
Combatir los riesgos en origen	<ul style="list-style-type: none"> Minimizar el número de máquinas Elegir las máquinas apropiadas Minimizar los movimientos de las máquinas Separar máquinas y transeúntes
Adaptar el trabajo a la persona	<ul style="list-style-type: none"> Proporcionar máquinas con sillón ajustable y, preferentemente, visibilidad directa
Sustituir las máquinas peligrosas por máquinas menos peligrosas o seguras	<ul style="list-style-type: none"> Sustituir las máquinas estándar en zonas reducidas o abarrotadas por máquinas más pequeñas o máquinas con movimientos lentos Usar o equipar las máquinas con cámaras de visión trasera u otras ayudas a la visibilidad
Desarrollar una política de prevención integral y coherente	<ul style="list-style-type: none"> Instalar señales de stop y zonas de aparcamiento Organizar en la fase de diseño entradas y salidas separadas para transeúntes y vehículos de las obras de construcción Instalar barreras, zonas de almacenamiento y de aparcamiento
Priorizar medidas de protección colectivas	<ul style="list-style-type: none"> Carriles de circulación específicos o definidos mediante obstáculos eficaces (p. ej. bloques de hormigón)
Proporcionar instrucciones pertinentes a los trabajadores	<ul style="list-style-type: none"> Formar a los trabajadores sobre los ángulos muertos de las máquinas Proporcionar las instrucciones adecuadas para limpiar y mantener limpios los accesorios de visibilidad de las máquinas Controlar el uso real del chaleco de alta visibilidad

OBRA DE CONSTRUCCIÓN MÓVIL Y PROVISIONAL

Con los ejemplos presentados en la tabla más arriba, queda claro que la organización en la obra y el diseño racional de la maquinaria son unas de las técnicas clave para minimizar el número de colisiones pues son las únicas que pueden conducir a evitar los riesgos y que no dependen del comportamiento de los conductores o los transeúntes. Cabe destacar que los accidentes no se producen solamente con máquinas de gran tamaño sino, principalmente, con máquinas más pequeñas como mini-excavadoras o volquetes, en las que la visibilidad suele ser buena. Ello se debe a que las máquinas más pequeñas suelen operar más cerca de los trabajadores que, a menudo, subestiman los riesgos relacionados.

La Directiva sobre obras de construcción móvil y provisional 92/57/EEC pretende lograr condiciones laborales más seguras en las obras, exigiendo que la salud y la seguridad se tomen en consideración durante la fase de diseño de los proyectos. Ello incluye la evaluación de riesgos, sobre todo en obras de construcción importantes, para evitar o minimizar la coincidencia entre transeúntes y máquinas móviles.

La evaluación de riesgos debe tomar en cuenta las máquinas que se van a usar con sus características y limitaciones. Para hacer una evaluación eficaz, el constructor necesitará información del proveedor de la máquina acerca de los peligros que no se han podido eliminar con el diseño y que se han de tomar en cuenta (ver más abajo).

DIRECTIVA SOBRE MAQUINARIA

La Directiva sobre maquinaria (2006/42/EC) impone obligaciones a los proveedores de máquinas y cubre todos los aspectos de la seguridad de la maquinaria, incluido visibilidad y ergonomía. Sus principales objetivos son asegurarse de que la maquinaria comercializada o en funcionamiento en los Estados Miembros cumple un nivel de seguridad común mínimo y garantizar la libre circulación de esas máquinas en la Unión Europea. La Directiva incluye Requisitos esenciales de seguridad y salud (EHSR en inglés) para una integración de la seguridad.

En cuanto a evitar las colisiones, no se dispone de medios para eliminar por completo los riesgos. El punto clave de la Directiva es el siguiente:

“La visibilidad desde la posición del conductor debe ser tal que éste, en total seguridad para él mismo y las personas expuestas, pueda operar la máquina y sus herramientas en sus condiciones de uso previsibles. Cuando sea necesario, se debe proporcionar los dispositivos adecuados para eliminar los riesgos que pueda provocar una visión directa inapropiada.” (EHSR 3.2.1).

Habida cuenta del estado actual, puede que no sea posible lograr este objetivo en su totalidad. En este caso, el fabricante tiene que facilitar información en el manual de uso acerca de los riesgos restantes, como los ‘ángulos muertos’.

La disponibilidad de visibilidad y accesorios debe estar garantizada y

respetar los principios de ergonomía (EHSR 1.1.6):

“En las condiciones previstas de utilización, la incomodidad, el cansancio y el estrés físico y psicológico a los que está sometido el operario deben reducirse a la mínima expresión posible, tomando en consideración principios ergonómicos como:

- permitir la variabilidad de las dimensiones físicas, la fuerza y la energía del operario,
- ofrecer espacio suficiente para el movimiento de las diferentes partes del cuerpo del operario,
- adaptar la interfaz persona/máquina a las características previsibles de los operarios.”

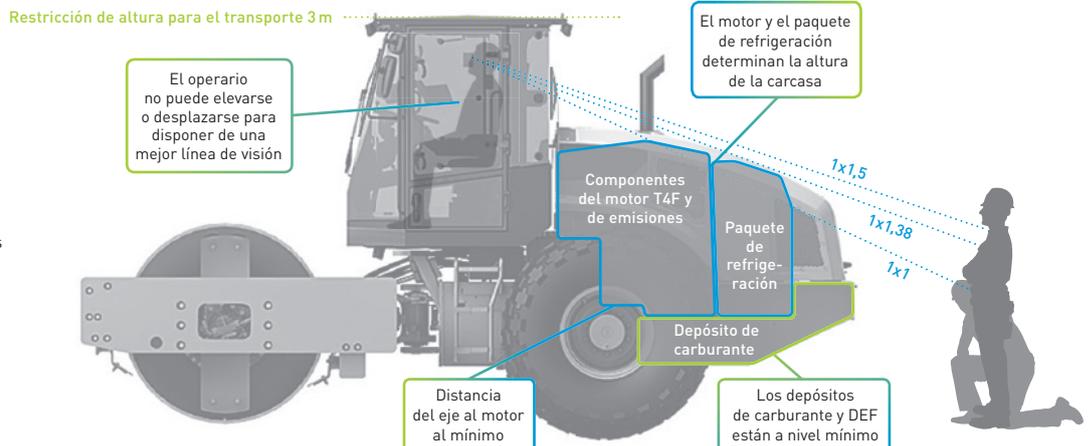
Ello significa que el proveedor debe asegurarse de que, por ejemplo, el operario no esté sobrecargado de pantallas ni espejos a comprobar y de que todos los accesorios para la visibilidad puedan ser comprobados cuando sea necesario sin hacer movimientos incómodos.

VISIBILIDAD Y ACCESORIOS PARA LA VISIBILIDAD

La visibilidad directa debería ser siempre una prioridad al diseñar una máquina móvil. Si bien también se producen accidentes cuando las máquinas tienen una visibilidad total, por el comportamiento de los conductores y los transeúntes, las investigaciones han demostrado que una mejor visibilidad directa puede reducir un tercio el número de accidentes. Los sistemas anti-hielo y antivaho son esenciales en las

COMPACTADORES DE TIERRA VIBRANTES ISO: 5006 INFORMACIÓN

La altura, el ancho y la longitud de los compactadores de tierra dependen de las limitaciones de transporte y de las exigencias de los clientes. La opción de cambiar estas dimensiones por dimensiones 1x1 no es posible.



cabinas de las máquinas para optimizar la visibilidad directa. Además, limpiar periódicamente los cristales es esencial para mejorar la seguridad al maniobrar con las máquinas en las obras de construcción.

Algunas características ergonómicas (como la estructura de la cabina) o los equipos de seguridad (p. ej. estructura de protección en caso de vuelco, ROPS) pueden reducir la visibilidad directa. Cuando la información visual sea necesaria para el trabajo o los movimientos de la máquina, evidentemente el conductor intentará conseguir esa información, incluso adoptando posturas incómodas. Sin embargo, la ausencia de información visual aumenta los riesgos:

- para el propio conductor (p. ej. porque no puede ver una pendiente o contrapendiente y ello puede afectar la estabilidad de la máquina)
- para las personas en las inmediaciones (riesgo de colisión)

Los accesorios para la visibilidad (sistemas CCTV, espejos) pueden reducir los riesgos, pero no pueden ser considerados equivalentes a la visibilidad directa debido a la adaptación mental necesaria para analizar y reconocer la información proporcionada por los accesorios de visibilidad. Los accesorios para la visibilidad se deben limpiar y ajustar periódicamente para garantizar su buen funcionamiento.

Debemos recordar que la atención del operario estará dirigida principalmente a su trabajo. No siempre es posible fijarse simultáneamente en varios accesorios para la visibilidad. Se han

La visibilidad desde la posición del conductor debe ser tal que éste, en total seguridad para él mismo y las personas expuestas, pueda operar la máquina y sus herramientas en sus condiciones de uso previsibles. (EHSR 3.2.1)



registrado cuatro veces más errores de apreciación del operario cuando existen varias pantallas en diferentes lugares en comparación con la concentración de dicha información en una sola pantalla.

Puede ser oportuno instalar obstáculos o dispositivos de detección de personas, además de los sistemas CCTV, para alertar al conductor del riesgo de colisión.

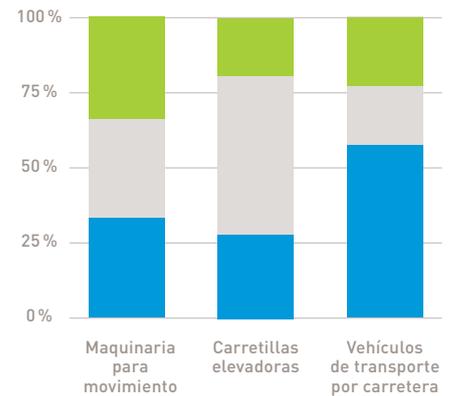
SISTEMAS DE ALERTA ACÚSTICOS

Las alertas acústicas pueden ser útiles en circunstancias apropiadas. Se pueden activar automáticamente al introducir la marcha atrás o mediante sensores de objetos para reducir el número de activaciones. Pueden ser sirenas convencionales o generadores de 'ruido blanco' que pueden reducir el impacto medioambiental.

SISTEMAS DE DETECCIÓN

En las últimas décadas, la tecnología se ha desarrollado rápidamente y los sistemas de detección, especialmente los dispositivos rádar y ultrasónicos, se están usando para evitar colisiones en varias aplicaciones. Sin embargo, las condiciones de trabajo en las obras de construcción son diferentes debido al polvo, la humedad, las vibraciones y también la climatología, como la lluvia intensa y la nieve, y éstos pueden tener un impacto importante en el funcionamiento seguro de los sistemas de detección. La tabla (página 4) muestra un breve resumen de las tecnologías existentes.

PORCENTAJE ESTIMADO DE ACCIDENTES EN LOS QUE UNA MEJOR VISIBILIDAD INFLUIRÍA (O NO INFLUIRÍA) EN ÉSTOS.



- Una mejor visibilidad quizás hubiese evitado el accidente. En estas situaciones, el conductor no sabía que la víctima estaba presente, y en el ángulo muerto, cuando arrancó el motor (para desplazarse hacia adelante o hacia atrás).
- En principio, una mejor visibilidad no hubiese evitado el accidente. Son situaciones en las que el conductor y la víctima se veían.
- Casos en los que no se puede dar ninguna opinión: bien porque la explicación es demasiado breve o porque revela que la atención visual es compartida entre la tarea a realizar y la conducción de la máquina.

Se sabe que el estado de avance actual de los sistemas de detección no ofrece una solución única que, por sí sola, cubra todos los riesgos generados por el desplazamiento de una máquina móvil. El error de un sistema puede suponer una no detección o una falsa detección. Por lo tanto, se han de usar como accesorios o ayudas y no deberían interferir con los frenos de la máquina, por ejemplo. Estos sistemas sólo pueden avisar al operario y/o a la persona expuesta. Es el operario quien tiene que tomar la decisión correcta (p. ej. frenar).

TABLA RESUMEN DE LOS SISTEMAS DE DETECCIÓN

TECNOLOGÍA	DESCRIPCIÓN	VENTAJAS	DESVENTAJAS
Ultrasónico	Presencia y distancia del objeto medidas por el tiempo de desplazamiento de los impulsos ultrasónicos reflejados	<ul style="list-style-type: none"> Indicación adecuada de la distancia del objetivo; mediante señales visuales y/o acústicas al operario tecnología disponible costes razonables 	<ul style="list-style-type: none"> El retraso restringe el uso a los vehículos lentos Limitado a una velocidad en marcha atrás de hasta 10 km/h Puede verse afectado por condiciones meteorológicas adversas Se requieren varios sensores para cubrir toda la superficie de la máquina No distingue entre personas y otros objetos Se tiene que instalar a una altura importante por encima del nivel del suelo
Radio Frecuencia modulada	Presencia y distancia del objeto medidas por el tiempo de desplazamiento de las ondas de radio reflejadas	<ul style="list-style-type: none"> Puede identificar el campo de movimiento de varios objetivos Puede ser diseñado para detectar la velocidad y la dirección del objeto 	<ul style="list-style-type: none"> Puede detectar objetos al margen del recorrido del vehículo No distingue entre personas y objetos
Rádar/lidar	Los sistemas LIDAR suelen usar una unidad láser giratoria	<ul style="list-style-type: none"> Informar al operario de los objetos que rodean la máquina Puede funcionar en condiciones más difíciles 	<ul style="list-style-type: none"> No distingue entre personas y objetos Más caro que los sistemas de cámara de visión óptica
Transpondedor de señales (Tag)	El sistema utiliza un dispositivo electrónico (tag) que lleva el trabajador y un sistema de detección instalado en la maquinaria	<ul style="list-style-type: none"> Advertencias mutuas a ambas partes; controla cada dirección 	<ul style="list-style-type: none"> El control de los trabajadores que llevan etiquetas RFID no depende del operario de la máquina Se requiere un sistema de supervisión estricto en la obra para asegurarse de que todo el mundo lleva su etiqueta No es posible detectar que el sistema funciona correctamente
Posicionamiento local vía satélite	Sistema que localiza la maquinaria en la obra mediante GPS	<ul style="list-style-type: none"> Puede avisar a los operarios de las máquinas móviles cuando otras máquinas o vehículos están cerca 	<ul style="list-style-type: none"> Generalmente requiere preprogramar un mapa de la obra y todas las máquinas de la obra deben compartir el mismo sistema No detecta específicamente la presencia de personas
infrarrojos	Capta los cambios en las emisiones de infrarrojos de objetos	<ul style="list-style-type: none"> Detecta la diferencia entre una persona y un objeto 	<ul style="list-style-type: none"> No puede medir la distancia No puede distinguir a una persona cercana de una superficie caliente Puede verse alterado por las vibraciones o el polvo
Sistemas de visión y reconocimiento de formas	Sistemas de visión con cámaras y algoritmos de análisis de vídeo para detectar obstáculos y su clasificación según la forma	<ul style="list-style-type: none"> Detección de obstáculos Puede distinguir entre objetos y personas (para evitar falsas alarmas) Análisis por vídeo y sistema de detección de objetos integrados en la fase de diseño Instalación fácil Configuración exacta de la zona de detección 	<ul style="list-style-type: none"> Las cámaras deben tener visibilidad directa sobre la zona a vigilar Puede no detectar a una persona cuya postura, ropa o posición ante la cámara no es reconocible para el sistema como, por ejemplo, una persona en una postura inusual El polvo en las lentes puede provocar la degradación de las funciones de detección/reconocimiento
DOV objeto en movimiento	Sistema que detecta objetos analizando imágenes visuales de objetos en movimiento del CCTV y luego avisa al operario (y a la persona en tierra)	<ul style="list-style-type: none"> Permite distinguir varios objetos simultáneamente En teoría, es posible detectar la velocidad y la dirección de la persona 	<ul style="list-style-type: none"> Es difícil detectar objetos estáticos Puede no detectar un objeto cuando la propia máquina está en movimiento Cuando las personas no se mueven puede resultar difícil distinguir las de los objetos estáticos Posible interferencia con luz solar directa Puede ser difícil detectar objetos cuando están en la sombra El rendimiento puede verse afectado por condiciones meteorológicas adversas
Cámaras de 270/360 grados	Varias imágenes de cámara unidas mediante software para disponer de una imagen "a vista de pájaro"	<ul style="list-style-type: none"> Muestra la zona cercana que rodea la máquina en un solo monitor Sin ángulos muertos cerca de la máquina 	<ul style="list-style-type: none"> El ajuste correcto de las cámaras es primordial Distorsión de las imágenes Puede dejar vacíos en la imagen en el punto de encuentro entre los rangos de las cámaras Rangos limitados

Stephan Belaen
Stefano Boy
Domenico Campogrande
Ricardo Cortés
Rolf Gehring
Catherine Jarosz
Malcolm Kent
Wolfgang Leihner-Weygandt
Pierre Picart
Martin Sonnberger
Fabio Strambi
Laurent Zibell

Bruselas, 2017

Publicado por la Federación Europea de Trabajadores
de la Construcción y la Madera (FETCM)
Rue Royale 45
1000 Bruselas
Bélgica
Tel. +32 2 227 10 40
info@efbh.be
www.efbww.org

Diseño gráfico: Beryl Natalie Janssen
Impresión: Drukkerij Schaubroeck NV



Con el apoyo financiero de la Comisión Europea.

Esta publicación es responsabilidad exclusiva de su autor. La Comisión no es responsable del uso que pueda hacerse de la información aquí difundida.

Reservados todos los derechos.

Ninguna parte de esta publicación puede ser reproducida, almacenada en un sistema de recuperación de datos o transmitida en cualquier forma, o por cualquier medio, ya sea electrónico, mecánico, fotocopia, grabación, o de otra forma, sin el permiso escrito del editor. Sin embargo, el editor y los autores no asumen responsabilidad alguna por cualquier pérdida monetaria, perjuicio u otra obligación de cualquier tipo que pudiera resultar del uso, por parte de usuarios u otras personas, de la información que contiene este informe.