

**C** Una distancia adicional, en milímetros, basada en la posible profundidad de penetración hacia el área de peligro. Esto dependerá de la posibilidad de pasar por arriba, alrededor, o a través de la cortina de luz de seguridad, antes que los contactos se abran. Los estándares EN 294 y

EN 811 proporcionan más información sobre el cálculo de distancias de aproximación.

**Ejemplo:** Usando las mismas mediciones (convertidas a mm) del cálculo de ANSI anterior, la ecuación de EN 999 produce:

$$\begin{aligned} S &= (K \times T) + C \\ S &= (1600 \times 0.235) + 81.28 \\ S &= (376) + 81.28 \\ S &= 457.28 \text{ mm} \end{aligned}$$

Por lo tanto, la distancia de seguridad mínima para la misma aplicación sería 457.28 mm según EN 999.

### Interferencia de superficies reflectivas y otros dispositivos optoelectrónicos

Cuando hay superficies reflectivas (metal brillante/pulido, láminas metálicas, superficies pintadas con pintura brillante, etc.) cerca a dispositivos electrónicos tales como cortinas de luz de seguridad, el sistema es sensible a fallos debido a la deflexión de los haces ópticos. Una situación como esta puede causar que la cortina de luz de seguridad no detecte un objeto o persona en el campo de detección.

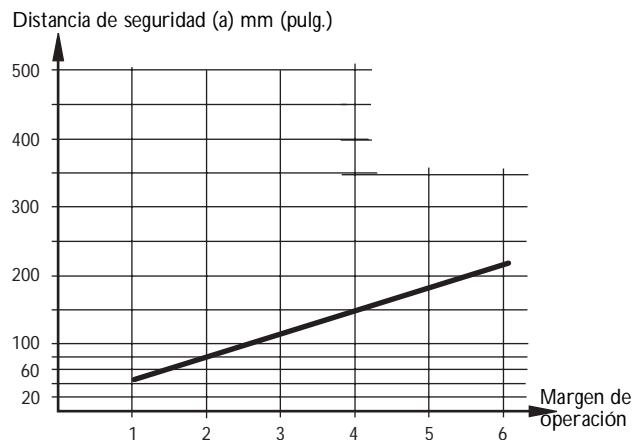
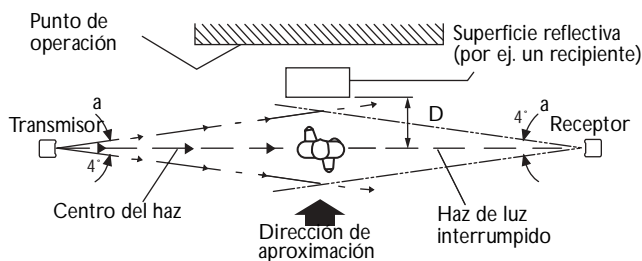


Figura 82: Alineamiento/distancia POC

Al instalar cortinas de luz, se puede calcular el potencial de interferencia para determinar la distancia mínima a la que la cortina de luz debe montarse de la superficie reflectiva. Como regla general, ninguna superficie reflectiva debe estar contenida dentro del ángulo de haz del emisor o receptor de la cortina de luz considerando el desalineamiento. Según la siguiente fórmula:

$$D = R/2 (\tan 2a)$$



Donde:

**D** Distancia a la superficie reflectiva (el peor de los casos)

**R** Distancia entre el emisor y el receptor de la cortina de luz de seguridad

**a** El ángulo de desalineamiento aceptable (ángulo de divergencia) según lo determinado por las especificaciones de la cortina de luz de seguridad

También es necesario considerar otros dispositivos optoelectrónicos cerca de la cortina de luz de seguridad. Es posible que las cortinas de luz interfieran una con otra.

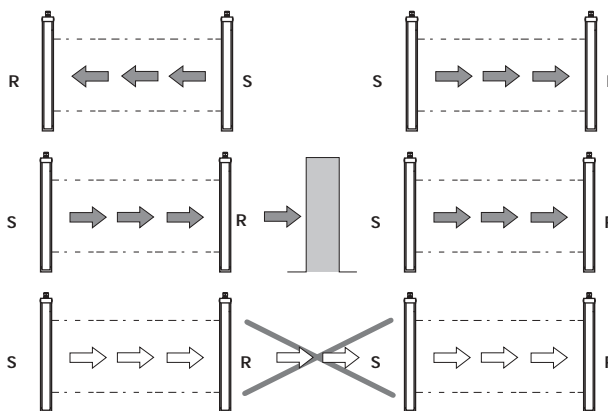


Figura 83: POC múltiples

### Reglamentos de seguridad de EE.UU.

Esta sección presenta algunos reglamentos de seguridad para guardas de máquinas industriales en los EE.UU. Esto es sólo un punto de inicio; los lectores deben investigar los requisitos de la aplicación específica y tomar medidas para asegurar que el diseño, uso y los procedimientos y prácticas de mantenimiento satisfagan sus necesidades así como las especificaciones de los códigos y reglamentos nacionales y locales.

Hay muchas organizaciones que promueven la seguridad industrial en los Estados Unidos. Estas incluyen:

1. Corporaciones, las cuales usan requisitos establecidos y establecen sus propios requisitos internos;
2. La OSHA (Occupational Safety and Health Administration);
3. Organizaciones industriales tales como National Fire Protection Association (NFPA), Robotics Industries Association (RIA), y Association of Manufacturing Technology (AMT); y los proveedores de productos y soluciones de seguridad, tal como Rockwell Automation.

### Occupational Safety and Health Administration (OSHA)

En los Estados Unidos, uno de los principales impulsores de la seguridad industrial es la OSHA (Occupational Safety and Health Administration). La OSHA fue establecida en 1970 por una Ley del Congreso de los EE.UU. El propósito de esta ley es proporcionar condiciones de trabajo saludables y de seguridad y preservar los

recursos humanos. OSHA lleva a cabo esta tarea publicando reglamentos en el Título 29 del Código de Reglamentos Federales (29 CFR).

Los estándares pertinentes a las maquinarias industriales son publicados por OSHA en Parte 1910 de 29 CFR. La Tabla 5 es una lista de dichos estándares correspondientes a máquinas específicas.

Sección	Descripción
1910.212	Requisitos generales para todas las máquinas
1910.213	Requisitos para máquinas de trabajos en madera
1910.214	Maquinaria de tonelería
1910.215	Maquinaria de ruedas abrasivas
1910.216	Fresadoras y satinadoras en la industria de caucho y plásticos
1910.217	Prensas mecánicas
1910.218	Máquinas de forjado
1910.219	Aparatos de transmisión de potencia mecánica

Tabla 6

Siempre que sea posible, OSHA promulga estándares de consenso nacional o estándares federales establecidos como estándares de seguridad. Las provisiones mandatorias (es decir, el texto debe indicar que es mandatorio) de los estándares, incorporados según referencia, tienen la misma vigencia y efectos que los estándares listados en Parte 1910. Por ejemplo el estándar NFPA 70 de consenso general se lista como documento de referencia en el Apéndice A de Subparte S-Electrical, de Parte 1910 de 29 CFR. NFPA 70 es un estándar desarrollado por la National Fire Protection Association (NFPA). NFPA 70 se conoce también como el Código Eléctrico Nacional (NEC). Por lo tanto, todos los requisitos mandatorios del NEC son mandatorios de OSHA.

Con referencia a las cortinas de luz de seguridad, los estándares se categorizan como estándares de aplicación o estándares de construcción. Los estándares de aplicación definen cómo aplicar una cortina de luz de seguridad a la maquinaria. Algunos ejemplos incluyen ANSI B11.1, que proporciona información sobre el uso de guardas de máquina en prensas mecánicas y ANSI/RIA R15.06, que describe el uso de la cortina de luz de seguridad para guarda de robot. Los estándares de construcción proporcionan detalles sobre el diseño y construcción de dispositivos de detección de presencia (PSD) en aplicaciones de seguridad. IEC61496, "Seguridad de maquinaria – Equipo protector electrosensible" cubre los requisitos de las cortinas de luz de seguridad y los detectores fotoeléctricos en general, usados en aplicaciones de seguridad.

Los siguientes son estándares OSHA seleccionados, e interpretaciones de la Precision Metalforming Association (PMA) relacionadas a guardas de máquinas y cortinas de luz de seguridad:

#### OSHA 1910.217(b)(7)—Embrague de revolución parcial, controles

(7) Máquinas que usan embragues de revolución parcial

(i) Se soltará el embrague y se aplicará el freno cuando el medio de enganche de embrague externo sea retirado, desactivado o desenergizado.

(ii) Se proporcionará un control de paro de color rojo con el sistema de control de embrague/freno. La operación momentánea del control de paro desactivará inmediatamente el embrague y aplicará el freno. El control de paro anulará cualquier otro control y el re-accionamiento del embrague requerirá el uso del medio de operación (disparo) seleccionado.

#### OSHA 1910.217(b)(13)—Confiabilidad del control

(13) Confiabilidad del control. Cuando lo requiera el párrafo (c) (5) de esta sección, el sistema de control se construirá de manera que un fallo dentro del sistema no impedirá que se aplique la acción de paro normal a la prensa cuando sea necesario, pero sí evitará la iniciación de una carrera sucesiva hasta que el fallo haya sido corregido. El fallo será detectable mediante una prueba simple, o indicado por el sistema de control. Este requisito no se aplica a los elementos del sistema de control que no tienen efecto en la protección contra lesiones de punto de operación.

#### OSHA 1910.217(b)(14)—Monitoreo del sistema de freno

(14) Monitoreo del sistema de freno. Cuando se requiera según el párrafo (c)(5) de esta sección, el monitor del freno cumplirá con los siguientes requisitos:

(i) Debe construirse de manera que evite automáticamente la activación de una carrera sucesiva, si el tiempo de paro o la distancia de frenado se deteriora hasta un punto en que la distancia de seguridad utilizada no cumple con los requisitos establecidos en el párrafo (c)(3)(iii)(e) o (c)(3)(vii)(c) de esta sección. El monitor de freno usado con la compuerta Tipo B o dispositivo de barrera móvil se instalará de manera que detecte un funcionamiento excesivo de la parte superior deslizante con paro fuera del límite normal razonable establecido por el empleador.

(ii) Debe instalarse en una prensa que indique cuando el rendimiento del sistema de freno se haya deteriorado, en la medida descrita en el párrafo (b)(14)(i) de esta sección; y

(iii) Debe construirse e instalarse de manera que se monitoree el rendimiento del sistema de freno en cada carrera.

#### OSHA 1910.217(c) – Protección del punto de operación

(1) Requisitos generales.

(i) Será responsabilidad del empleador proporcionar y asegurar el uso de "guardas de punto de operación" o dispositivos de punto de operación correctamente aplicados y ajustados en cada operación realizada en una prensa mecánica (vea la Tabla 0-10).

(ii) El requisito de la subdivisión (i) de este subpárrafo no se aplicará cuando la abertura del punto de operación sea un cuarto de pulgada o menos (vea la Tabla 0-10).

Tabla O-10 [de OSHA 1910.217 (f)(4)]

Distancia de abertura desde el peligro del punto de operación (pulgadas)	Ancho máximo de la abertura (pulgadas)
1/2 a 1-1/2	1/4
1-1/2 a 2-1/2	3/8
2-1/2 a 3-1/2	1/2
3-1/2 a 5-1/2	5/8
5-1/2 a 6-1/2	3/4
6-1/2 a 7-1/2	7/8
7-1/2 a 12-1/2	1-1/4
12-1/2 a 15-1/2	1-1/2
15-1/2 a 17-1/2	1-7/8
17-1/2 a 31-1/2	2-1/8



**OSHA 1910.217 (c)(3)—Dispositivos de punto de operación**

- (i) Los dispositivos de punto de operación protegerán al operador al:
- (a) Evitar y/o parar la carrera normal de la prensa si el operador coloca las manos en el punto de operación.

**OSHA 1910.217 (c)(3)(iii)—Dispositivo de detección de presencia**

(iii) Un dispositivo de detección de presencia en el punto de operación protegerá al operador según lo indicado en el párrafo (c)(3)(i)(a) de esta sección, y se enclavará dentro del circuito de control para evitar o detener el movimiento de la pieza deslizante si la mano u otra parte del cuerpo del operador está dentro del campo de detección del dispositivo durante la carrera descendente de la pieza deslizante de la prensa.

- (a) El dispositivo no puede usarse en máquinas que usan embragues de revolución total.
- (b) El dispositivo no puede usarse como medio de disparo para iniciar el movimiento deslizante excepto cuando se use en total cumplimiento con el párrafo (h) de esta sección.
- (c) El dispositivo no se construirá de manera que un fallo dentro del sistema no impida que se aplique la acción de paro normal a la prensa cuando sea necesario, pero sí evitará la iniciación de una carrera sucesiva hasta que el fallo haya sido corregido. El fallo deberá ser indicado por el sistema.
- (d) Se permitirá la función de silenciamiento (pasar por alto la función de protección) de dicho dispositivo, durante la carrera ascendente de la pieza deslizante de la prensa con el propósito de expulsión de piezas, verificación de circuito y alimentación.
- (e) La distancia de seguridad (D(s)) desde el campo de detección al punto de operación será mayor que la distancia determinada por la siguiente fórmula:

$$D(s) = 63 \text{ pulgadas/segundo} \times T(s)$$

Donde:

$D_s$  = distancia de seguridad mínima (pulgadas);

63 pulgadas/segundo = constante de velocidad de la mano; y

$T_s$  = Tiempo de paro de la prensa medido a una posición de aproximadamente 90° grados de rotación del cigüeñal (segundos).

- (f) Se usarán guardas para proteger todas las áreas de entrada al punto de operación no protegidas por el dispositivo de detección de presencia.

**OSHA 1910.217 (c)(5) Requisitos de protección adicionales**

Donde el operador alimente o retire piezas colocando una o ambas manos en el punto de operación y se utilice un control de dos manos, dispositivo de detección de presencia de compuerta Tipo B o barrera móvil (en un embrague de revolución parcial).

- (i) el empleador usará un sistema de control y un monitor de freno que cumpla con los párrafos (b) (13) y (14) de esta sección.

Deberá cumplirse con este requisito antes del 1 de noviembre de 1975.

(ii) la excepción indicada en el párrafo (b)(7)(v)(d) de esta sección para controles de dos manos fabricados e instalados antes del 31 de agosto de 1971, no es aplicable según este párrafo (c)(5);

(iii) se diseñará el control de máquinas de embrague neumático para evitar un aumento significativo en el tiempo de paro normal debido a un fallo dentro del mecanismo de válvula de operación y para inhibir la operación si ocurre dicho fallo, donde se utilice un embrague de revolución parcial. La excepción en el párrafo (b)(7)(xi) de esta sección para controles de dos manos fabricados e instalados antes del 31 de agosto de 1971, no es aplicable bajo este párrafo (c)(5).

**OSHA 1910.217(e) Inspección, mantenimiento y modificación de prensas**

(1) Registros de inspección y mantenimiento.

(i) Será responsabilidad del empleador establecer y seguir un programa de inspecciones periódicas y regulares de sus prensas mecánicas para asegurar que todas sus piezas, equipo auxiliar y dispositivos de protección se encuentren en estado operativo seguro. El empleador mantendrá registros de estas inspecciones, los cuales incluirán la fecha de inspección, la firma de la persona que realizó la inspección y el número de serie u otra identificación de la prensa mecánica inspeccionada.

(ii) Cada prensa se inspeccionará y probará por lo menos una vez a la semana para determinar la condición del mecanismo de embrague/freno, la función anti-repetición y el mecanismo de una carrera. El mantenimiento o reparaciones necesarias, o ambos, se llevarán a cabo antes de poner en funcionamiento la prensa. El empleador mantendrá registros de estas inspecciones y el trabajo de mantenimiento realizado. Estos requisitos no se aplican a las prensas que cumplen con los párrafos (b) (13) y (14) de esta sección. El empleador mantendrá un registro certificado de las inspecciones, pruebas y trabajo de mantenimiento que incluya la fecha de inspección, la firma de la persona que realizó la inspección, la prueba o el mantenimiento; y el número de serie u otra identificación de la prensa inspeccionada, probada o mantenida.

(2) Modificación. Será responsabilidad de cualquier persona que modifique una prensa mecánica el proporcionar instrucciones con la modificación para establecer pautas nuevas o modificadas de uso y mantenimiento de la prensa mecánica modificada.

(3) Capacitación del personal de mantenimiento. Será responsabilidad del empleador asegurar la aptitud actual y continuada del personal encargado del cuidado, inspección y mantenimiento de las prensas mecánicas.

**OSHA 1910.217(f) Operación de las prensas mecánicas**

(2) Instrucciones para los operadores. El empleador capacitará e instruirá al operador respecto al método seguro de trabajo antes de que comience a trabajar en cualquier operación cubierta por esta sección. El empleador se asegurará, mediante supervisión adecuada, que se sigan los procedimientos correctos de operación.

(3) Área de trabajo. El empleador proporcionará espacio libre entre las máquinas de manera que el movimiento de un operador no interfiera con el trabajo de otro. También deberá proporcionarse amplio espacio para realizar la limpieza de las máquinas, la manipulación de materiales, piezas de trabajo y



desechos. El piso circundante deberá mantenerse en buen estado y libre de obstrucciones, grasa, aceite y agua.

(4) Sobrecarga. El empleador operará sus prensas según las especificaciones de pesas y tonelaje indicadas por el fabricante.

### National Fire Protection Association (NFPA)

La National Fire Protection Association (NFPA) se creó en 1896. Su misión es reducir el efecto de los incendios en la calidad de vida promoviendo códigos y estándares con base científica, así como investigación y educación sobre incendios y aspectos relacionados a la seguridad. La NFPA auspicia muchos estándares para ayudar a llevar a cabo su misión. Dos estándares muy importantes relacionados con la seguridad industrial y la protección son el Código Eléctrico Nacional y el Estándar Eléctrico para maquinaria industrial.

La National Fire Protection Association se ha desempeñado como patrocinador del Código Eléctrico Nacional desde 1911. El documento de código original se desarrolló en 1897 como resultado de la unificación de esfuerzos de diversos grupos de las industrias de seguros, electricidad, arquitectura y grupos aliados. Desde entonces el NEC se ha actualizado muchas veces; se revisa aproximadamente cada tres años. El Artículo 670 del NEC abarca algunos detalles sobre maquinarias industriales y refiere al lector al Estándar Eléctrico para Maquinarias Industriales, NFPA 79.

NFPA 79 es aplicable a equipos eléctricos/electrónicos, aparatos o sistemas de máquinas industriales que funcionan a un voltaje nominal de 600 volts o menos. El propósito de NFPA 79 es proporcionar información detallada para la aplicación de equipos, aparatos o sistemas eléctricos/electrónicos suministrados como parte de máquinas industriales que promueven la seguridad personal y de la propiedad. NFPA 79, que se adoptó oficialmente en 1962, es muy similar en contenido al Estándar del Comité Electrotécnico Internacional IEC 60204-1.

Las máquinas que no están incluidas en los estándares específicos de la OSHA, deben estar libres de fuentes de peligro reconocidas que puedan causar la muerte o lesiones personales graves. Estas máquinas deben diseñarse y mantenerse de manera que se satisfagan o se superen los requisitos de los estándares industriales aplicables. NFPA 79 es un estándar que se aplicaría a las máquinas que no están específicamente cubiertas por los estándares de OSHA.

### Estándares nacionales en EE.UU.

El American National Standards Institute (ANSI) sirve como administrador y coordinador del sistema de estandarización voluntaria del sector privado de los Estados Unidos. Es una organización de miembros privada y sin fines de lucro, que tiene el apoyo de un grupo diverso de organizaciones de los sectores privado y público.

ANSI, no desarrolla estándares; facilita el desarrollo de estándares estableciendo consenso entre grupos calificados. ANSI también asegura que los grupos calificados sigan los principios de apertura y consenso, y los procedimientos debidos. A continuación se ofrece una lista parcial de estándares de seguridad que pueden obtenerse mediante ANSI.

- ANSI B11.1 *Máquinas herramienta – Prensas de potencia mecánica – Requisitos de seguridad para construcción, mantenimiento y uso*
- ANSI B11.2 *Máquinas herramienta – Prensas de potencia hidráulica – Requisitos de seguridad para construcción, mantenimiento y uso*
- ANSI B11.3 *Frenos de prensa mecánica, requisitos de seguridad para la construcción, mantenimiento y uso*
- ANSI B11.4 *Máquinas herramienta – Cortadoras – Requisitos de seguridad para construcción, mantenimiento y uso*
- ANSI B11.5 *Máquinas herramienta – Trabajadores de hierro – Requisitos de seguridad para construcción, mantenimiento y uso*
- ANSI B11.6 *Tornos, requisitos de seguridad para construcción, mantenimiento y uso*
- ANSI B11.7 *Máquinas herramienta – Formación de cabeza en frío y moldeado en frío, requisitos de seguridad para construcción, mantenimiento y uso*
- ANSI B11.8 *Máquinas perforadoras, de fresado y barrenadoras, requisitos de seguridad para construcción, mantenimiento y uso*
- ANSI B11.9 *Máquinas de esmerilado, requisitos de seguridad para la construcción, mantenimiento y uso*
- ANSI B11.10 *Máquinas de sierra para metal, requisitos de seguridad para la construcción, mantenimiento y uso*
- ANSI B11.11 *Máquinas de corte de engranajes, requisitos de seguridad para la construcción, mantenimiento y uso*
- ANSI B11.12 *Máquinas herramientas – Máquinas de formación de rollos y flexión de rollos – Requisitos de seguridad para construcción, mantenimiento y uso*
- ANSI B11.13 *Máquinas herramienta – Máquinas automáticas portaherramientas y de barra de un eje y múltiples ejes – Requisitos de seguridad para construcción, mantenimiento y uso*
- ANSI B11.14 *Máquinas herramienta – Requisitos de seguridad para construcción, mantenimiento y uso de máquinas ranuradoras de bobinas*
- ANSI B11.15 *Máquinas de formación y flexión de tuberías y tubos, requisitos de seguridad para construcción, mantenimiento y uso*
- ANSI B11.16 *Prensas compactadoras de polvo metálico, requisitos de seguridad para construcción, mantenimiento y uso*
- ANSI B11.17 *Máquinas herramienta – Prensas de extrusión hidráulica horizontal – Requisitos de seguridad para construcción, mantenimiento y uso*
- ANSI B11.18 *Máquinas herramienta – Máquinas y sistemas de maquinaria para procesamiento de bandas, planchas o placas de configuración en rollos – Requisitos de seguridad para construcción, mantenimiento y uso*
- ANSI B11.19 *Máquinas herramienta – Protección en caso de referencia por otros Estándares de seguridad de máquinas herramientas B11 – Criterios de desempeño para el diseño, construcción, mantenimiento y operación*
- ANSI B11.20 *Máquinas herramienta – Sistemas/celdas de fabricación – Requisitos de seguridad para construcción, mantenimiento y uso*
- ANSI B11.21 *Máquinas herramienta – Máquinas herramienta que usan rayos láser para el procesamiento de materiales – Requisitos de seguridad para diseño, construcción, mantenimiento y uso*

