

Modelo de Programa Escrito sobre Seguridad de Láseres (LSP)

(Ley de OSH de 1970, Cláusula sobre Obligaciones Generales (5)(a)(1))

(Revisado en marzo de 2024)

Nota: el siguiente modelo de programa escrito se brinda como guía únicamente.

Los empleadores deben desarrollar programas escritos que sean específicos para las necesidades de sus empresas.

INFORMACIÓN GENERAL

Este *Programa Sobre la Seguridad de los Láseres* se desarrolla para cumplir con la *Ley de OSH de 1970, cláusula de Obligaciones Generales (5)(a)(1)*, y con el *Instituto Nacional Estadounidense de Estándares (ANSI, por sus siglas en inglés), Seguridad para el Uso de Láseres Z136.1-2014*.

(Insertar Nombre de la Empresa) es responsable de garantizar el uso seguro de los láseres que pertenezcan a esta institución y se operen aquí, y creará y mantendrá un programa adecuado para el control de peligros por láseres. Este *Programa sobre la Seguridad de los Láseres* se desarrolla porque la institución tiene láseres de Clase 3B y/o Clase 4, y/o sistemas con láseres integrados de Clase 3B y/o Clase 4, y los empleados deben exponerse a los haces durante las tareas de mantenimiento y/o servicio.

Un Sistema Láser de Clase 3B puede ser peligroso en condiciones de observación directa y de reflexión especular, pero no suele representar un riesgo relacionado con incendios, reflexión difusa ni contaminantes del aire generados por láser (LGAC, por sus siglas en inglés).

Un Sistema Láser de Clase 4 es peligroso para los ojos o la piel a partir de un haz directo, puede representar un riesgo relacionado con incendios o reflexión difusa y también podría provocar riesgos relacionados con LGAC y radiación plasmática peligrosa.

(Insertar Nombre de la Empresa) ha designado a (nombre del empleado) como Oficial para la Seguridad de los Láseres (LSO, por sus siglas en inglés).

Oficial para la Seguridad de los Láseres

El LSO deberá recibir capacitación sobre los peligros potenciales, medidas de control, estándares aplicables, exámenes médicos y toda otra información pertinente.

El LSO es una persona que tiene la autoridad y responsabilidad de implementar las medidas apropiadas que afecten el conocimiento, la evaluación y el control en relación con los peligros de los láseres. El LSO supervisa y procura el cumplimiento de los estándares y las regulaciones que se exigen.

El LSO también podrá ser un oficial para la seguridad radiológica, higienista industrial, ingeniero de seguridad, especialista en láseres u operador de láseres. Es necesario que haya un LSO designado para todas las circunstancias de operación, mantenimiento y servicio de láseres o sistemas de láseres de Clase 3B y Clase 4.

Las tareas y responsabilidades específicas del LSO son las siguientes:

- Establecer y mantener políticas y procedimientos adecuados para el control de los peligros por láseres de acuerdo con las normas federales, estatales y locales
- Clasificar o verificar la clasificación de los láseres y sistemas de láseres que se usen en la institución
- Evaluar los peligros asociados con el uso de láseres
- Garantizar que se implementen y mantengan las medidas de control
- Recomendar o aprobar Equipamiento de Protección Personal (PPE, por sus siglas en inglés) gafas, vestimenta, barreras y pantallas de protección para garantizar la seguridad del personal
- Revisar y aprobar todos los letreros de advertencia y las etiquetas del equipamiento en relación con los

láseres

- Revisar y aprobar todas las instalaciones, infraestructura y equipamiento de láseres de Clase 3B y Clase 4 antes del uso
- Asegurarse de que se brinde al personal educación y capacitación adecuada sobre láseres
- Asegurarse de que los empleados reciban evaluaciones médicas cuando sea necesario
- Mantener todos los registros obligatorios, siempre que existan regulaciones gubernamentales vigentes, como evaluaciones médicas, registros de capacitaciones, auditorías y aprobaciones de SOP
- Auditar o inspeccionar periódicamente las funciones de seguridad para los láseres dentro de la institución y garantizar que se tomen medidas correctivas cuando sea necesario
- Desarrollar un plan para actuar frente a incidentes reales o sospechados de exposición a radiación láser potencialmente peligrosa que incluya un análisis de la causa raíz y la documentación del reporte
- Desarrollar y aprobar *Procedimientos Operativos Estándar* (SOP, por sus siglas en inglés) para el uso, mantenimiento y servicio de láseres o sistemas de láseres de Clase 3B o Clase 4 y que se incluyan las medidas de control adecuadas

Comité para la Seguridad de los Láseres (opcional)

El Comité para la Seguridad de los Láseres podría establecer y mantener políticas y procedimientos para la evaluación y el control de los peligros de los láseres. (Insertar Nombre de la Empresa) cuenta con un Comité para la Seguridad de los Láseres compuesto por los siguientes empleados:

<u>(Nombre del Empleado)</u>	<u>(Puesto de Trabajo)</u>
_____	_____
_____	_____
_____	_____

Supervisor para la Seguridad de los Láseres

(Insertar Nombre de la Empresa) designará a (Nombre del Empleado) como supervisor para la seguridad de los láseres. Este empleado debería contar con los conocimientos generales sobre los requerimientos de seguridad para los láseres que haya bajo su autoridad, y tendrá las siguientes responsabilidades:

- Capacitar al personal que trabaje con láseres
- Permitir operaciones con láseres solamente si hay controles adecuados en relación con los peligros para los empleados, los visitantes y el público general
- Presentar ante el LSO los nombres de las personas que está previsto que trabajen con láseres
- Implementar planes de acción en caso de que ocurra un accidente que resulte del uso de láseres
- Asegurarse de que todos los empleados involucrados en un accidente por láseres reciban la atención médica pertinente
- Permitir la operación de un láser nuevo o modificado de Clase 3B o Clase 4 solamente con la aprobación del LSO
- Estar familiarizado con todos los SOP sobre láseres de Clase 3B y/o Clase 4

Operadores de Láseres

(Insertar Nombre de la Empresa) designará a los siguientes empleados como operadores de láseres:

<u>(Nombre del Empleado)</u>	<u>(Nombre del Operadores de Láseres)</u>
_____	_____
_____	_____

Los operadores de láseres son responsables de lo siguiente:

- Solamente pueden habilitar u operar un láser cuando tengan la autorización del supervisor de láseres
- Deberán cumplir con las normas de seguridad y los SOP desarrollados por el supervisor de láseres y el LSO
- Informarán al supervisor de láseres y al LSO de inmediato si ocurre un accidente con láseres

Educación y Capacitación

(Insertar Nombre de la Empresa) se asegurará de que se brinde educación y capacitación al personal de operación, mantenimiento y servicio que trabaje con láseres o sistemas de láseres de Clase 3B o Clase 4. Esos láseres solamente podrán ser operados o recibir mantenimiento por parte de personal autorizado. El nivel de capacitación deberá ser acorde al grado de los potenciales peligros de los láseres.

(Insertar Nombre de la Empresa) procurará el nivel apropiado de conocimientos sobre la seguridad de los láseres mediante capacitaciones periódicas. Las capacitaciones de repaso pueden ser una versión abreviada de la capacitación original que tengan como resultado final que los usuarios adquieran la sensibilización y los conocimientos necesarios sobre la seguridad de los láseres para trabajar de manera segura con láseres.

(Empleado Capacitado) (Puesto de Trabajo) (Fecha)

Medidas de Control

Ningún empleado debe exponerse a radiación láser que supere los niveles de exposición máxima permisible (MPE, por sus siglas en inglés) bajo ninguna condición de operación razonablemente previsible. Se deben elaborar medidas de control para los niveles de riesgo por radiación láser a fin de reducir la posibilidad de exposición de los ojos o la piel y para mitigar los peligros indirectos causados por efectos de interferencias visuales.

Las medidas de control se dividen en tres grupos: de ingeniería, administrativas y equipamiento de protección personal (PPE). Los controles de ingeniería son más confiables que los controles administrativos, y deberían tener prioridad. El confinamiento del equipamiento láser aislará y minimizará el peligro. Los controles administrativos incluyen tanto capacitaciones como el desarrollo y la publicación de Procedimientos Operativos Estándar (SOP) y las políticas correspondientes. Se deberá usar PPE cuando no sea posible mitigar en forma adecuada un riesgo usando medidas de controles de ingeniería y/o administrativas.

Las medidas de controles de ingeniería para láseres de Clase 3B incluyen:

- Carcasas protectoras
- Enclavamiento en las carcasas protectoras extraíbles
- Paneles para acceso del servicio
- Ópticas de recolección

Las medidas de controles de ingeniería para láseres de Clase 4 incluirán todo lo anterior para los láseres de Clase 3B y también lo siguiente:

- Dispositivo de advertencia sobre la zona
- Advertencia por emisiones de radiación láser
- Controles de ingreso
- Área controlada para Clase 4

Las medidas de controles administrativos para láseres de Clase 3B y Clase 4 incluyen:

- SOP para láseres de Clase 4
- Educación y Capacitación
- Personal autorizado
- Áreas interiores con controles para láseres
- Medidas de control para láseres en área exteriores
- Procedimientos de ajuste
- Señales de advertencia
- Análisis de Zonas de Peligro Nominal (NHZ, por sus siglas en inglés) para trayectorias de haces de láser total o parcialmente abiertos

Operar un láser de Clase 3B o de Clase 4 sin carcasa protectora

Si se opera un láser sin una carcasa protectora, el LSO debería revisar el análisis de riesgos y garantizar que se implementen correctamente las medidas de controles de ingeniería pertinentes. Los demás controles de ingeniería pueden incluir barreras, cubiertas, conductos para haces y bloqueadores de haces.

Carcasas Protectoras con Acceso

Los láseres o sistemas de láseres de Clase 3B o Clase 4 con carcasas protectoras de tamaño suficiente como para permitir que haya personal dentro de los espacios de trabajo (carcasas protectoras con acceso) deberán contar con un sistema de advertencia del área (tapete o sensor IR) que se active cuando el personal ingresa y que esté ligado a la activación del láser.

Paneles de Acceso para Servicio

Son partes de la carcasa protectora que solamente deben ser retiradas por el personal de servicio del láser o sistema de láser y permiten el acceso directo a radiación asociada con láseres de Clase 3B o Clase 4. Estos paneles deben:

- Estar enclavados
- Requerir una herramienta para poder retirarlos y una etiqueta de advertencia pertinente en el panel

Todos los servicios de energía asociados a láseres o sistemas de láseres de Clase 3B o Clase 4 deben estar diseñados para admitir procedimientos de bloqueo/etiquetado según la OSHA.

Ventanas

Las ventanas que estén ubicadas en la NHZ de un láser o sistema de láseres de Clase 3B o Clase 4 deberán contar con un filtro de absorción adecuado, un filtro de dispersión, una barrera de bloqueo o una pantalla que reduzca toda la radiación láser transmitida a niveles inferiores a la MPE.

Dispositivos de Advertencia sobre el Área

Un dispositivo de advertencia que sea visible antes de ingresar debería instalarse para un área controlada por incluir láseres de Clase 3B, y debe instalarse para un área controlada por incluir láseres de Clase 4. El dispositivo de advertencia es para garantizar que las personas que estén por ingresar a un área controlada por incluir láseres estén al tanto de que hay un láser que emite radiación accesible en el sector.

Si (Insertar Nombre de la Empresa) tiene un área controlada por presencia de un láser de Clase 4, tendrá un dispositivo de advertencia visible que sea mecánico o eléctrico y que indique cuando un láser esté en funcionamiento. Algunos ejemplos incluyen una lámpara única iluminada o letrero de advertencia del láser que se encienda o haga destellos cuando el láser esté en funcionamiento. La luz o el letrero luminoso puede interconectarse y controlarse de manera electrónica por la potencia del láser de manera que se ilumine (o emita destellos) solamente cuando el láser esté en funcionamiento.

Un dispositivo de advertencia por emisiones de radiación láser que sea audible o visible durante la activación o puesta en marcha se debería usar para los láseres o sistemas de láseres de Clase 3B y se debe usar para los láseres o sistemas de láseres de Clase 4 dentro del área controlada por incluir un láser. El dispositivo de advertencia por emisiones de radiación láser más común es una luz roja única ubicada sobre el láser o su panel de control.

El LSO debe contemplar medidas de control alternativas para los empleados con discapacidades visuales o auditivas.

Para condiciones de emergencia, debe existir un dispositivo claramente señalizado de «Apagado de Emergencia» u otro dispositivo conveniente debidamente señalizado que sirva para desactivar el láser o reducir los grados de emisión a niveles iguales o inferiores a las MPE vigentes.

Controles de Ingreso

Todas las áreas controladas para la Clase 4 deben incorporar una de las siguientes alternativas:

- Controles de seguridad no revocables (no anulables) para el área o ingreso. Se deben usar enclavamientos no revocables para los pestillos de seguridad, el ingreso o el área (p.ej., interruptores eléctricos, tapetes sensibles a la presión, detectores sónicos o infrarrojos) para desactivar el láser o reducir las emisiones a niveles iguales o inferiores a las MPE aplicables en caso de un ingreso no esperado al área controlada por incluir láseres.
- Controles de seguridad revocables para el área o acceso, como pestillos de seguridad, ingresos o enclavamientos revocables para el área
- Área de procedimiento. Cuando aplicar pestillos de seguridad o enclavamientos no sea posible, o hacerlo resulte inapropiado (durante procedimientos médicos), se deberá aplicar lo siguiente:
 - Todo el personal autorizado contará con la capacitación pertinente y tendrá PPE para ingresar
 - Se usará una puerta, barrera de bloqueo, pantalla, cortinas, etc., para bloquear, separar o proteger contra la radiación láser en el ingreso
 - Al ingresar, deberá haber un dispositivo de advertencia en el área que indique que el láser está activo y en funcionamiento a nivel de Clase 4.

Procedimientos Operativos Estándar

Todos los SOP relacionados con láseres para procedimientos de operación, mantenimiento y servicio deberían requerirse para láseres de Clase 3B y deben exigirse para láseres de Clase 4, además de estar aprobados por el LSO. Todos los SOP deben conservarse junto al equipamiento láser para referencias.

Áreas Controladas por Incluir Láseres

(Insertar Nombre de la Empresa) se asegurará de que se establezca un Área Controlada por Incluir Láseres, con las medidas de control adecuadas, al usar láseres de Clase 3B o Clase 4.

Las áreas interiores controladas por incluir láseres cuentan con los siguientes requerimientos mínimos para los láseres de Clase 3B y Clase 4:

- Deben estar controladas por personal autorizado
- Deben tener un letrero de advertencia pertinente en el ingreso y, si es posible, en el área controlada por incluir un láser
- Deben tener una trayectoria para el haz bien definida
- Debe exigirse que se use la protección para los ojos adecuada en todo momento

Las áreas interiores controladas por incluir un láser tienen los siguientes requerimientos mínimos adicionales para los láseres de Clase 4:

- Deben estar bajo supervisión directa de una persona con conocimientos sobre la seguridad relacionada con los láseres
- Deben tener un bloqueador del haz para capturar haces potencialmente peligrosos
- Se debe usar solamente materiales para reflexión difusa dentro o cerca de la trayectoria del haz del láser
- Las ventanas, puertas y/o portales abiertos deben estar cubiertos o restringidos para reducir la radiación láser que se transmita
- Se debe guardar o desactivar el láser o sistema láser cuando no se use

Procedimientos de Ajuste

Puede existir peligro ocular durante los procedimientos de ajuste del haz. El LSO se asegurará de que el ajuste de los sistemas ópticos de un láser de Clase 3B o Clase 4 (espejos, lentes, deflectores de haces) se realice de manera que el haz primario de reflexión, especular o difusa, no exponga los ojos a un nivel de radiación láser por encima de las MPE aplicables.

Letreros de Advertencia por Presencia de Láseres

Las etiquetas del equipamiento láser deben presentar la siguiente información:

- Clase del láser o del sistema de láser
- Longitud de onda emitida, duración del pulso
- Los láseres de Clase 3R y 3B deben mostrar la inscripción «Radiación Láser - Evitar la Exposición Ocular Directa al Haz»
- Los láseres de Clase 4 deben mostrar la inscripción «Radiación Láser - Evitar la Exposición Ocular a Radiación Directa o Difusa; Evitar Exposición de la Piel a la Radiación Directa»

(Insertar Nombre de la Empresa) y el LSO se asegurarán de que todos los láseres de Clase 3B y Clase 4 cuenten con las medidas de control adecuadas.

<u>(Nombre del Láser)</u>	<u>(Clasificación)</u>	<u>(Medidas de Control)</u>

Equipamiento de Protección Personal (PPE)

El PPE correspondiente a las medidas de control para láseres de Clase 3B y Clase 4 incluye, para ambos casos, Protección Ocular contra Láseres (LEP, por sus siglas en inglés). Se deben incluir las lecturas de Densidad Óptica (OD, por sus siglas en inglés) y de longitud de onda en la protección ocular. También se debería considerar el uso de prendas y guantes específicamente seleccionados para una protección adecuada contra radiación láser. La LEP puede incluir gafas de protección, protectores faciales, anteojos o lentes de prescripción con materiales especiales de filtros de absorción o recubrimientos reflectantes para reducir la potencial exposición ocular a niveles iguales o inferiores a la MPE aplicable.

Al seleccionar LEP adecuada, se deben considerar los siguientes factores:

- Energía láser y/o potencia de los pulsos
- Longitud de onda de la emisión láser
- Potencial para operación de múltiples longitudes de onda
- Peores casos que requerirían LEP
- Tiempo de exposición
- MPE
- Requerimientos de densidad óptica
- Dependencia angular
- Requerimientos de transmisión luminosa (luz) visible y evaluación del efecto de la protección ocular
- Necesidad de gafas con protectores laterales
- Exposición radiante o irradiación y los correspondientes factores de tiempo en los que se degradan los filtros de seguridad para láseres
- Necesidad de anteojos de prescripción
- Comodidad y ajuste
- Solidez de los materiales

- Reflexión especular potencial
- Diseños o recubrimientos antiempañamiento

La LEP debería limpiarse e inspeccionarse periódicamente, y se debe realizar una inspección de seguridad cada año. La protección ocular en condiciones poco confiables debería testearse o descartarse. La LEP tiene limitaciones, porque los filtros empleados para construir el PPE siempre tienen umbrales de daño que, en ciertas condiciones, pueden superarse.

Las telas ignífugas de tejido cerrado ofrecen la mejor protección para la piel contra láseres de Clase 4. Los guantes ignífugos opacos (guantes de soldadura) ofrecen la mejor protección contra láseres de Clase 4.

Se debe tener particular cuidado al usar láseres o sistemas de láseres UV (295 nm a 400 nm). Si existen posibilidades de daño para la piel, se recomienda usar cremas con «pantalla solar». La radiación UV también puede originar subproductos peligrosos como agentes sensibilizantes de la piel, ozono y Contaminantes del Aire Generados por Láseres (LGAC).

(Insertar Nombre de la Empresa) y el LSO se asegurarán de que todos sus operadores de láseres de Clase 3B y Clase 4 cuenten con el PPE adecuado.

(Nombre del Láser) (Clasificación) (PPE Entregado)

Investigaciones de Accidentes

(Insertar Nombre de la Empresa) y el LSO se asegurarán de que todos los accidentes por láseres se reporten y se investiguen y que se desarrolle un plan de prevención para el futuro.

Todos los empleados con alguna lesión real o sospechada producida por un láser deberían ser evaluados por un profesional médico lo antes posible luego de la exposición, pero normalmente dentro de las 48 horas. La examinación médica debería ser acorde a los síntomas médicos y al efecto biológico anticipado según el sistema láser que se haya usado durante el incidente.

Evaluación y Clasificación de Peligros

Solamente el personal capacitado sobre la seguridad de los láseres, ingeniería óptica, física o un campo relacionado es apto para realizar los cálculos detallados de evaluación de riesgos o la determinación de la clasificación de un láser o un sistema láser. Si el LSO no cuenta con estas aptitudes, debería delegar su responsabilidad. Esas evaluaciones deben estar a cargo solamente de personas que, como resultado de capacitaciones o de la experiencia, puedan ofrecer asistencia técnica experta.

La clasificación de láseres dependerá de la potencia máxima de emisión o de la energía radiante disponible para el uso en cuestión.

La clasificación para los láseres de múltiples longitudes de onda que puedan emitir energía a diversas longitudes de onda debería basarse en el funcionamiento posible más peligroso.

Un láser de múltiples longitudes de onda que pueda operar como un láser de única longitud de onda debe clasificarse como láser de única longitud de onda.

Para láseres de pulsos repetitivos en un momento T, el límite de emisiones accesibles (AEL, por sus siglas en inglés) debido a variaciones de pulsos múltiples o temporales no debe superar el AEL para una exposición única de duración T.

Factores Ambientales

Los factores ambientales son importantes al determinar los peligros totales del láser. Si puede haber exposición del personal al haz primario o reflejado sin protección, el LSO deberá determinar la irradiación o exposición radiante del haz primario o reflejado o de la radiación proveniente de una fuente extendida en las ubicaciones de las exposiciones posibles.

Cuando corresponda, el LSO podría tener que especificar la Zona de Peligro Nominal (NHZ), que es el espacio dentro del cual el nivel de radiación directa, reflejada o dispersa podría exceder la exposición máxima permisible (MPE) aplicable. Los niveles de exposición que superen el umbral de la NHZ están por debajo de la MPE aplicable.

La MPE es el nivel de radiación láser a la que una persona sin protección puede exponerse sin cambios biológicos adversos en los ojos o la piel.

El LSO también debe asegurarse de que se preste atención a la radiación directa, reflejada o dispersa al fijar límites para el Área Controlada por Incluir Láseres (LCA), que es un área de uso de láseres en la que la ocupación y la actividad de las personas está controlada y supervisada. Puede definirse mediante paredes, barreras u otros sistemas. Dentro del área, la exposición a haces potencialmente peligrosos es posible.

El LSO podría declarar la LCA como NHZ en lugar de calcular todas las posibles distancias de la NHZ, como en el caso de una habitación designada para uso de láseres.

Peligros No Causados por Haces (NBH)

Los peligros que no son causados por haces (NBH, por sus siglas en inglés) son aquellos que surgen de la presencia de un láser o sistema de láseres sin exposición directa de los ojos o la piel al haz láser. Los NBH incluyen agentes físicos, químicos y biológicos. Todos los SOP deben considerar los NBH además de los peligros planteados por los haces.

Los NBH pueden ocurrir debido a la interacción de los haces de láser con el material objetivo. Otros NBH pueden ser:

- Peligros eléctricos
- Descargas eléctricas
- Quemaduras térmicas debido a calentamiento por resistencia
- Incendios eléctricos debido a chispas que queman materiales inflamables
- Arco eléctrico
- Umbral de daño inducido por láseres (LIDT, por sus siglas en inglés)
- Radiación ionizante
- Radiación óptica – luz UV y Azul
- Microondas, radiofrecuencia, frecuencia extremadamente baja y campos electromagnéticos estáticos
- Peligros de incendio por láseres de Clase 4
- Peligros de explosión
- Peligros mecánicos de sistemas robóticos
- Ruido
- Nanopartículas
- Contaminantes del aire generados por láseres (LGAC)
- Gases comprimidos
- Láser de colorantes y solventes
- Agentes biológicos

Para encargarse de los NBH, (Insertar Nombre de la Empresa) usará todas las medidas de ventilación por extracción, aislamiento del proceso y/o de protección respiratoria a fin de controlar las exposiciones. La protección respiratoria debe usarse de acuerdo con la norma 29 CFR 1910.134.

(Firma del Representante de la Empresa)

(Fecha)