

LINEAMIENTOS PARA EL DISEÑO DE UN SISTEMA DE VIGILANCIA
EPIDEMIOLÓGICA DE LA CATARATA OCUPACIONAL EN TRABAJADORES DE
SOLDADURA EN COLOMBIA PARA EL AÑO 2020

Leidy Johanna Espinel Pita

Ibeth Gisell Niño Quintero

ASESOR TEMÁTICO: DOCTOR CARLOS EFRAIN CORTES SANCHEZ

ASESOR METODOLÓGICO: INGENIERA LIDY YADIRA CETINA CASTILLO

UNIVERSIDAD EL BOSQUE

FACULTAD DE MEDICINA

ESPECIALIZACIÓN EN SALUD OCUPACIONAL

1. JUSTIFICACIÓN

En la actualidad el trabajo de soldadura es muy utilizado en fábricas, construcciones, petroleras, aeronáutica, hogares, entre otros; por ello, los seres humanos están expuestos a los peligros que genera este proceso contribuyendo a la aparición de efectos adversos en la salud ocular.

Por lo tanto, el control de los riesgos en seguridad y salud en el trabajo exige que las empresa se comprometan a monitorear la condiciones de trabajo y de salud de esta población y que los trabajadores sean conscientes de los riesgos que genera el proceso de soldadura y usen los elementos de protección personal.

La catarata es una de las principales causas de ceguera en el mundo y esta misma es la de mayor prevalencia, así lo estipula la OMS (Organización Mundial de la Salud) al especificar que la mayor cantidad de casos de ceguera son: catarata, tracoma, oncocercosis, entre otras (1). Según cifras de la OMS, en el mundo aproximadamente 18 millones de personas sufren de catarata (2).

En Latinoamérica, la catarata representa entre 41% y 68% del total de las causas de ceguera. En Colombia el porcentaje de ceguera relacionado con catarata es del 60% para el año 2014 (3). En el país, la patología ocular en mención va en aumento año tras año con 0,19% para 2009 y 0.333% para 2014 (4).

A nivel ocupacional, la opacidad del cristalino se genera por dosis bajas, considerándose como un efecto determinista, que surge de la destrucción celular o el mal funcionamiento de las células. Las cataratas profesionales, se pueden dar por un tipo de dosis altas no estocásticas, donde las células mutadas se clonan y se expanden; o un tipo de dosis bajas con un efecto de latencia prolongado que permite que la catarata ocurra más temprano aunque no se esté expuesto a la radiación (5).

La catarata es considerada una de las enfermedades labores en Colombia dada por agentes físicos como la radiación ionizante, láser, radiaciones infrarrojas y microondas, y cataratas por toxicidad con exposición a: trinitrotolueno, naftaleno, dinitrofenol y óxido de etileno (6).

El mercado laboral de soldadura, que para el año 2019 en Estados Unidos, según American Welding Society, produce servicios de más de 70.000 miembros a nivel mundial que incluyen estudiantes, soldadores de manufactura, distribuidores, tiendas de trabajo, educaciones institucionales y más (7).

Según la Federación Europea de soldadura en su reporte anual, para el año 2019 se otorgaron 4.029 diplomas a soldadores y 1.384 certificados de soldadura; además de esto 36.790 certificados de soldadores fueron galardonados. Actualmente esta federación tiene 43 miembros soldadores, 23 de ellos europeos y 15 no europeos (8).

En Colombia, el trabajo de soldadura genera movimientos de 150.000 millones de pesos anuales, 150.000 empleos directos y casi 200.000 empleos indirectos (9). El trabajo de soldadura y sus actividades relacionadas están presentes en gran cantidad de actividades económicas y organizaciones; por ejemplo, en sectores de manufactura, metalmecánica, reparación de maquinarias, entre otros (10).

El Servicio Nacional de Aprendizaje SENA, en informe del año 2018, reportó 1.859 soldadores vinculados laboralmente a nivel nacional, lo que representa una variación de 0,7% entre los años 2017 y 2018 (11). En el boletín de tendencias ocupacionales emitido por el SENA para el 2020, la inserción laboral por género para el cargo de Técnico de Producción Industrial, incluido el sector productivo metalmecánico, presenta a las mujeres con el 21% y los hombres el 79% (12).

El DANE presenta un informe a nivel nacional por sectores industriales para el año 2018, en el cual se incluye la industria metalmecánica que encierra la fabricación de productos metálicos para uso estructural, tanques, depósitos y generadores de vapor con un porcentaje de establecimientos de 2,9%, personal ocupado de 2,2%, el promedio de remuneración al personal vinculado de forma permanente y de manera temporal es de \$8.128.000 (ocho millones ciento veintiocho mil pesos) y \$4.456.000 (cuatro millones cuatrocientos cincuenta y seis mil pesos), respectivamente. En cuanto a la fabricación de otros productos elaborados del metal y actividades de servicios relacionados con el trabajo de metales, los establecimientos a nivel nacional representan el 4.5%; personal ocupado de 2,9%, personal con vinculación permanente remunerado en la cifra de \$12.290.000 (doce millones doscientos noventa mil pesos) y personal temporal remunerado en promedio con \$4.601.000 (cuatro millones seiscientos un mil pesos) (13).

Dentro de los factores de riesgo generados por el proceso de soldadura se encuentran las radiaciones ionizantes y no ionizantes, los cuales van contribuir a cambios en el cristalino por ser un órgano sensible y susceptible a transformaciones.

La soldadura por infrarrojo como fuente de calor para procesamiento del metal, requiere inspección por medio del método radiográfico, que sirve para evaluar en detalle la efectividad del trabajo, la radiografía tiene dos componentes que son los Rayos X y los Rayos Gamma los cuales generan daños en las células del cuerpo humano (14).

En el proceso de soldadura por arco se encuentra presente la radiación no ionizante donde se destaca la Radiación UV que tiene efectos nocivos en la salud de los soldadores (14) (15), también genera daños en los tejidos oculares ocasionando opacidad en córnea (leucoma), melanoma, carcinomas, pterigión, pingueculas, cataratas, enfermedades degenerativas maculares, entre otras (16); adicionalmente, el campo magnético encontrado en el proceso de soldadura por láser, donde su umbral necesita más de 300 mT (microteslas) para que la influencia sea adecuada (17), también genera afectaciones significativas en la salud.

Por lo anterior, es importante que las empresas cuyos trabajadores laboran con exposición a radiaciones emanados en el proceso de soldadura reconozcan la importancia de evaluar la condición visual y ocular de cada trabajador; en consecuencia, el examen oftalmológico u

optométrico es determinante para prevenir cualquier enfermedad ocular y en este caso específicamente la catarata; así lo indica Julián Ríos y colaboradores en su artículo “*Pautas para el examen oftalmológico*”, donde se especifica la necesidad de que un profesional en medicina realice un adecuado examen y remita los pacientes a oftalmología si se considera indicado (18), esto con el fin de evitar costos por incapacidades y pérdidas de productividad.

Para finalizar, siendo la catarata una de las alteraciones oculares con más probabilidad de ocurrencia, que se genera con la exposición a radiaciones generadas por el proceso de soldadura y que esta última es usada en muchos campos laborales a los cuales las personas tienen exposición, se requiere el diseño de un sistema de vigilancia epidemiológica que le permita a las empresas identificar los factores de riesgo ambientales y monitorear a los trabajadores con el fin de reducir complicaciones y analizar tendencias de salud visual y ocular o ceguera por catarata.

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GENERAL

Diseñar un sistema de vigilancia epidemiológica que permita implementar la gestión necesaria para conocer, controlar y evaluar el factor de riesgo generado por el proceso de soldadura y también la afectación de salud ocular generada por la misma conocida como catarata.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar y evaluar los factores de riesgo para definir las áreas críticas de intervención.
- Clasificar las áreas, puestos de trabajo y cargos según la radiación encontrada.
- Identificar los trabajadores expuestos a radiación ionizante y no ionizante.
- Determinar los grupos de exposición similar (GES), expuestos a radiación en el ámbito laboral, con el fin de establecer qué población de trabajadores dentro de los grupos de exposición son los que se encuentran realmente afectados.
- Implementar medidas de control ambiental para prevenir la aparición de catarata ocupacional por radiación propia del proceso de soldadura.
- Hacer un seguimiento periódico a las fuentes de radiación y a los controles implementados con el fin de evaluar la efectividad de los mismos.
- Evaluar la condición ocular de los trabajadores potencialmente expuestos a radiación, identificando la morbilidad profesional relacionada con el factor de riesgo.
- Definir los criterios y procedimientos para la intervención de las condiciones de trabajo y de los posibles efectos en la salud de los trabajadores expuestos a radiación.
- Diseñar un sistema de información que determine el nivel de exposición al que se expone el trabajador, los datos oculares y visuales y datos indicadores para reevaluar las intervenciones realizadas.

3. POBLACIÓN OBJETO

Este programa de vigilancia epidemiológica contempla a todos los soldadores que por su actividad laboral se exponen a radiaciones ionizantes y no ionizantes con factores de riesgo, sospecha diagnóstica o diagnosticados con catarata de origen ocupacional.

4. MARCO TEÓRICO

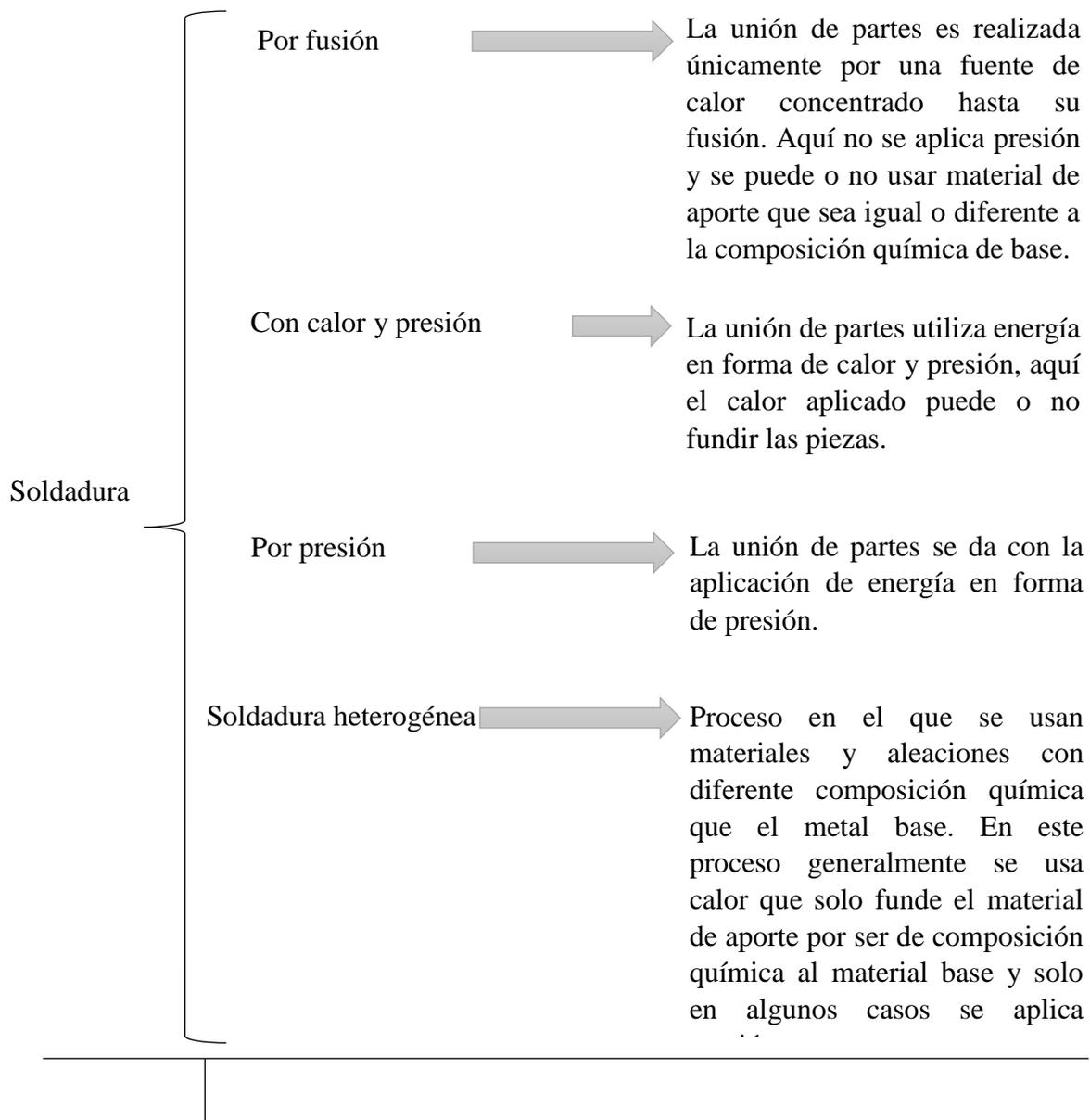
4.1. Soldadura

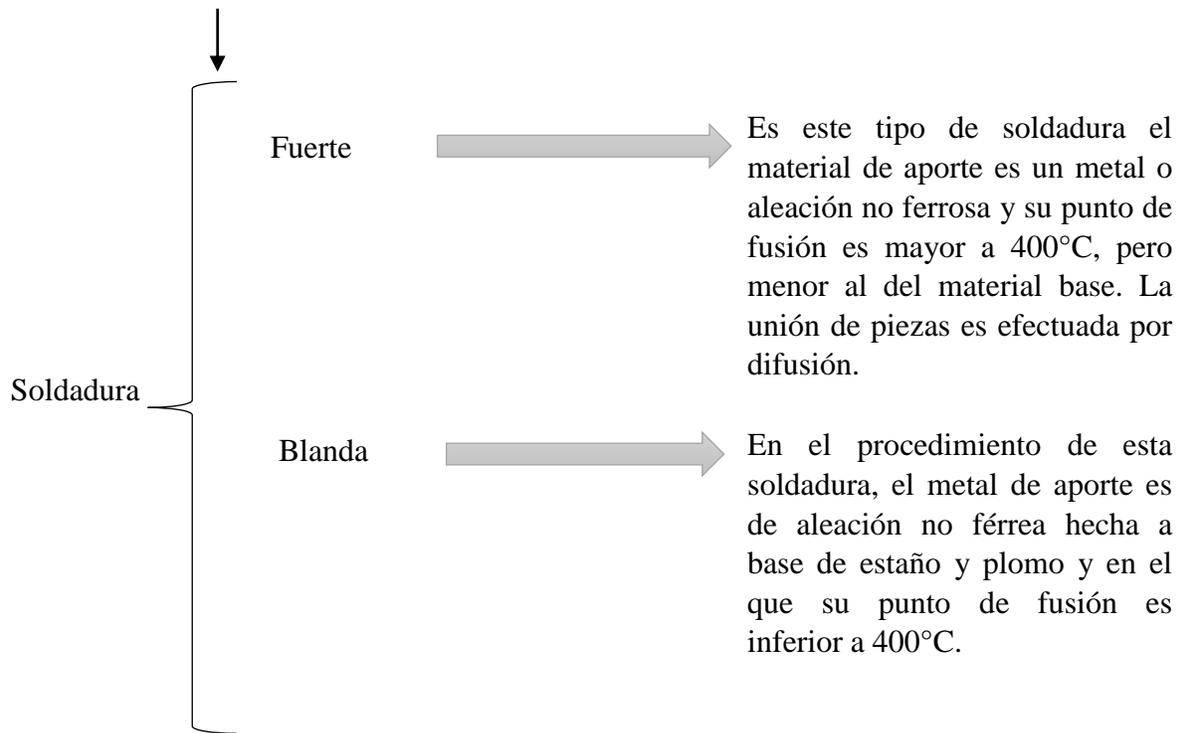
Etimológicamente, la palabra soldadura proviene del latín *solidus* que significa sólido, que luego se convirtió al latín como *solidare* que hace referencia a “sujetar juntos” y en francés es souder que representa *soldar*. Se define como el método de unión de dos piezas de metal (19) (20).

4.1.1 Proceso de soldadura

Existe una gran variedad de procesos de soldadura que tienen como objetivo lograr la unión de dos o más piezas con el fin de que no se desarmen, clasificadas de la siguiente manera:

Esquema 1. Clasificación de procesos de soldadura (21).





4.1.2 Tipos de soldadura

4.1.2.1 Para materiales sólidos:

4.1.2.1.1 Soldadura de arco: Se denomina así porque se forma un arco voltáico entre el metal que se está soldando y el electrodo del equipo, que se crea por una fuente de alimentación para soldadura (22), utiliza el calor generado por el arco eléctrico para fundir los materiales. La fuerza del arco es utilizado para dar significado a la fuerza electromagnética generada como resultado del arco y la fuerza de arrastre del cátodo sobre la superficie del líquido (23). Este tipo de soldadura utiliza radiación electromagnética para comprimir el arco (24). Existen varias clases:

- Soldadura por arco eléctrico o soldadura eléctrica.
- Arco blindado de metal.
- Soldadura MIG (Gas Inert Metal).
- Flujo tabular.
- Gas inerte de Tungsteno.
- Soldadura de arco sumergida (22) (25).

4.1.2.1.2 Soldadura con energía: También conocida como soldadura con electrones o haz laser, su proceso es de fácil realización y facilita fabricación a alta velocidad (22) (26). Un rasgo importante es que su medición está basada en la difracción por rayos X (27).

4.1.2.1.3 Soldadura con gas: Este tipo de soldadura es el más común y se denomina también oxiacetilénica, es muy utilizado en procesos industriales y de fabricación (22). Así mismo, reduce las emisiones de acetileno sin ayuda de un equipo adicional (28). El proceso es dado por que el CO₂ se utiliza como gas de protección, se puede aplicar en muchos objetos y dentro de sus ventajas se encuentra el poder soldar en diferentes posiciones, haciéndose versátil en comparación con otros procesos de soldadura (29).

4.1.2.1.4 Soldadura de estado sólido: Ensambla dos pedazos de metal por medio de vibración y presión, no usa ningún tipo de calor para derretirlo. Mediante alta presión y vibración realizan cambios de átomos entre sí utilizando el método de fusión (dos pedazos en uno solo) (22) (30). No necesita material de relleno para la unión de piezas similares o diferentes, la soldadura es realizada por medio de una pieza giratoria, la rotación de la herramienta da como resultado una gran cantidad de fricción para el proceso de fusión (31). Existen varias clases de este tipo de soldadura:

- Ultrasónica.
- De explosión.
- De fricción.
- Del rodillo.
- De pulso electromagnético.
- De co-extrusión.
- En frío.
- De difusión.
- Exotérmica.
- De alta frecuencia.
- De presión caliente.
- De inducción (22) (30).

4.1.2.1.5 Soldadura de forja: Es el más antiguo, usado por herreros. Consiste en calentar dos pedazos de acero, adicionar pequeñas cantidades de carbono a 1.800 °F y martillarlos juntos (22). Actualmente, es una de las técnicas más avanzadas usadas para producción en masa de partes responsables, una de las desventajas más importantes es la baja durabilidad de las herramientas de modelado (32). Por otro lado, requiere de herramientas específicas y por ello no se pueden crear variantes de productos (33).

4.1.2.1.6 Soldadura por rayo láser: Es usada para unir aleaciones de hierro y aluminio puesto que tiene la capacidad de inhibir la reacción de la interacción de estos dos compuestos, controlando la entrada de calor y el tiempo de reacción. El campo electromagnético evita la difusión del hierro a la soldadura reduciendo el espesor de las capas de aluminio y hierro que se quiebran durante la soldadura de acero inoxidable y aleación de aluminio (34). La soldadura laser es una alternativa adicional a la soldadura por resistencia o arco metálico con gas, permite el uso de materiales de lámina delgada para aplicar a materiales ligeros de alta resistencia. Su proceso, consiste en un método sin

contacto que requiere acceso de un solo lado para la soldadura, siendo ideal para la aplicación de productos en masa de estructuras de gran tamaño (35).

4.1.2.2 Para materiales metálicos:

4.1.2.2.1 Soldadura homogénea: En este caso el material a soldar y el metal que se aporta son de la misma composición (22).

4.1.2.2.2 Soldadura heterogénea: Se utilizan materiales de distinta naturaleza (22).

4.1.3 Peligros y factores de riesgo relacionados con soldadura

Es importante determinar los peligros y factores que van ligados al puesto de trabajo de soldadura para obtener datos acerca de la posibilidad del contacto ocular entre el agente y el trabajador, para ello se debe tener en cuenta:

Tabla 1. Factores de riesgo relacionados al peligro (36).

PELIGRO	FACTOR(ES) DE RIESGO
Riesgo eléctrico	Aumento de la corriente por el tipo de elaboración (37).
Radiaciones (ionizantes-no ionizantes)	Radioactividad
	Longitud de onda = la radiación UV por exposición al sol en el trabajo de campo, va desde los 10 nm a los 440 nm. La radiación UV de peligro espectral se describe en el numeral 7.3.1.2 del presente documento.
	Radiación infrarroja en rango de 760 nm a 780 nm.
	Rayos X comprendidos entre 0,01 nm y 10 nm.
	Tiempo de exposición.
	Intensidad de la exposición.
Mecánico	Que los límites de exposición a radiaciones se encuentren fuera de los parámetros permitidos.
	El estado de la máquina de soldadura.
	Material particulado al que se expone el trabajador.
	Uso inadecuado de la mascarilla facial o gafas de protección.
Condiciones intralaborales	Sobre exposición a radiaciones.
	Jornada de trabajo.
	Tiempos de descanso.
	Propiedades físico químicas de la soldadura.
Bacterias, virus, hongos. Contacto con fluidos corporales y secreciones.	Antecedentes de enfermedad que activen el desarrollo de catarata.
	Dermatitis, reacciones alérgicas, enfermedades infecto contagiosas, alteraciones en los diferentes sistemas, muerte.

Bajo esta perspectiva es importante abordar la radiación a la que se expone un trabajador de soldadura y considerar las consecuencias que ello representa a nivel ocular.

4.1.4 Radiación en soldadura

Existen dos tipos de radiación: la ionizante que libera electrones de un átomo para dejarlo cargado(38). La radiación no ionizante no comparte suficiente energía a una molécula o átomo para cambiar su estructura, su clasificación es: radiación ultravioleta, radiación infrarroja, luz infrarroja, láseres, campos de radiofrecuencia y microondas, campos eléctricos y magnéticos y campos eléctricos estáticos (39).

4.1.4.1 Radiaciones no ionizantes a las que se exponen los soldadores.

4.1.4.1.1 La radiación infrarroja tiene efectos en la salud ocular (afectación sobre la retina, daños en córnea) y efectos sobre la piel. La luz y radiación infrarroja generan pérdida visual temporal o permanente por condiciones como: lesión térmica de la retina, que puede producirse a longitudes de onda de 400 nm a 1400 nm, lesión fotoquímica de la retina por luz azul de 400 nm a 550 nm, riesgos térmicos para el cristalino de 800 nm a 3.000 nm, lesión térmica de la córnea y la conjuntiva de 1.400 nm a 1 nm y lesión térmica de la piel; los campos con radiofrecuencia y microondas solo tienen repercusiones en los tejidos internos del cuerpo (39) (40).

4.1.4.1.2 La radiación ultravioleta tiene efectos moduladores y con ello se generan daños complejos en el sistema inmune, estudios en animales han demostrado que la RUV perjudica las respuestas humorales y la regulación de células T (41). Los soldadores se exponen a este tipo de radiación cuando se quiere inspeccionar visualmente los defectos que se tuvieron durante el proceso, aplicando un líquido penetrante sobre la estructura y luego alumbrando con una lámpara de luz UV (21).

4.1.4.2 Radiación ionizante a la que se exponen los soldadores

En soldadura, los rayos X y los rayos Gamma son usados para detectar imperfecciones internas en el proceso de soldadura puesto que estos tipos de radiaciones son capaces de atravesar cuerpos opacos (21).

Los daños que pueden ocasionar a las personas son: quemaduras en la piel, alopecia, eritemas, entre otras; al personal que usa equipos de diagnóstico por rayos x les produce opacidad en el cristalino y cáncer en diferentes partes del cuerpo (42).

Dynlacht y colaboradores describieron que los trabajadores jóvenes expuestos a radiación ionizante tienen más riesgo de sufrir catarata (43), así mismo Tamara y colaboradores refirieron diferentes tipos de cataratas en trabajadores expuestos a radiación (44). El Centro de Investigaciones Radiológicas determinó que los umbrales de radiación sobre los ojos producen alteraciones oculares cuando se presentan cantidades bajas de radiación (45).

La radiación electromagnética se encuentra dentro de la soldadura láser para evitar que se generen jorobas de raíz, alteraciones en la microestructura de la soldadura y las propiedades mecánicas (46). Este tipo de radiación ocasiona daños en las células y en el ADN y así mismo la formación de cataratas (47).

4.2. Catarata

Es una alteración ocular en la que el cristalino se torna blanco, generando desde visión borrosa hasta ceguera, el Instituto Nacional del Ojo de Estados Unidos explica que la catarata puede ser de uno o ambos ojos y ocurre cuando el cristalino (órgano claro del ojo que ayuda al enfoque de la luz o de las imágenes hacia la retina) se nubla y afecta la visión (48).

El desarrollo de la catarata inicia con daños en el epitelio cristalino situado en el ecuador, afectando el ADN nuclear con la producción anormal de fibras de elongación y su posterior migración hacia el área subcapsular posterior (49), esto conlleva a un acúmulo de proteína que nubla al cristalino; seguido a ello, la visión toma un tinte marrón que con el tiempo tiende a ser más intenso generando disminución de la visión y cambio en la percepción de colores. Dentro de la etiopatogenia se encuentran factores como: herencia, patologías sistémicas, traumas, tóxicos e idiopáticos (48) (50).

Existen varios tipos de cataratas:

- Congénitas: se presenta en niños desde el nacimiento o que desarrollan la catarata durante la niñez, usualmente en ambos ojos.
- Secundarias: se generan por otras causas como enfermedades o medicamentos.
- Traumáticas: pueden desarrollarse después de un golpe o un incidente, puede ser al instante o con el paso del tiempo.
- Seniles: surgen con la edad, son la mayoría de las cataratas.
- Por radiación: se producen después de la exposición a cierto tipo de radiación (51) (52).

La sintomatología es la pérdida progresiva de la calidad visual que incluye: sensibilidad al contraste, saturación de los colores y deslumbramiento; también disminuye la agudeza visual (ver tabla 2) (53).

Tabla 2. Evaluación visual de la catarata.

Evaluación preoperatoria de la catarata	VISIÓN FUNCIONAL			
	ACEPTABLE		NO ACEPTABLE	
	VISION ÓPTIMA	DÉFICIT VISUAL	BAJA VISIÓN	CEGUERA
AGUDEZA VISUAL	1 – 0,7	< 0,5	< 0,3	< 0,1
	20/20 A 20/30	< 20/40	< 20/50	< 20/200

Esta patología incapacita a la persona, la vuelve dependiente de otra, disminuye las relaciones sociales y altera de manera permanente su vida, adicional a ello se crean efectos económicos directos por tratamientos, servicios médicos y medicamentos, e indirectos como falta de ingresos, rehabilitación, entre otros (54).

El procedimiento para el diagnóstico es la consulta con un médico oftalmólogo u optómetra, quien debe realizar o enviar exámenes diagnósticos para confirmar si es catarata y descartar otros síntomas o patologías que se puedan confundir, como un error de refracción, opacidad de la córnea (leucoma), glaucoma, retinopatía o degeneración macular (51).

Primero se realizará la evaluación de agudeza visual, definido como la capacidad de percibir, de manera separada, a ciertas distancias dos puntos brillantes; es decir, discriminar e identificar nítidamente estímulos visuales en condiciones óptimas de iluminación (55).

En segundo lugar, el examen de sensibilidad al contraste, es la habilidad que tiene el sistema visual para distinguir entre el objeto y el fondo. Este test se usa para diferenciar entre partes claras y oscuras en el que se encuentran las imágenes (55).

Por último, la valoración de visión de color, va a depender del contenido espectral, la luminiscencia, el ambiente circundante y el sistema visual. Las alteraciones naturales y las inducidas de la percepción al color se basan en la teoría tricromática y de los procesos opuestos que describen las características esenciales y perceptuales de la visión humana en cuanto al color. Todo esto derivado del procesamiento neurológico de las señales de los receptores encontrados en la retina (55).

El examen que se pueden aplicar para verificar que el cristalino se encuentre transparente y en óptimas condiciones para la preservación de una adecuada función visual es el examen biomicroscópico bajo lámpara de hendidura (56).

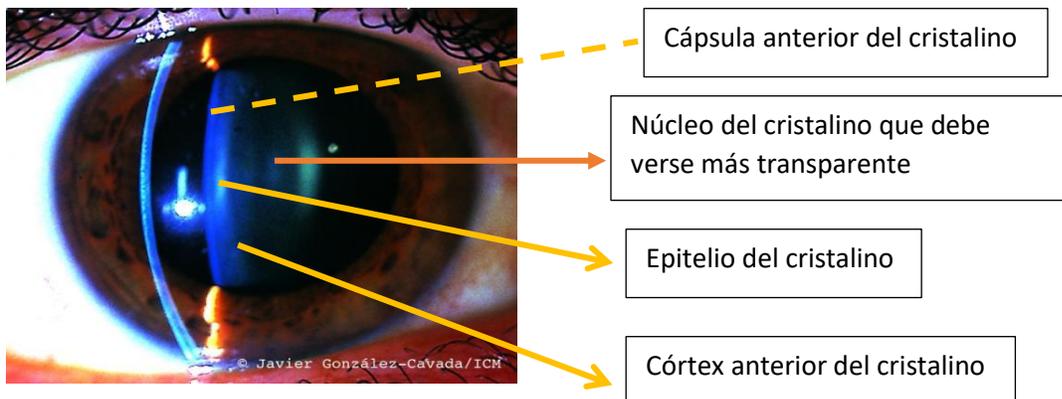


Imagen 1. Editado. Haz de luz de la lámpara de hendidura mostrando capas de la córnea y el cristalino. Fuente: Internet.

La patogénesis de la catarata inducida por radiación no es clara, pero se entiende como un proceso multifactorial donde la genética y el ambiente juegan un papel importante en la reacción tisular (57).

En el 2006 la OMS publicó cifras de salud global relacionadas con la exposición al sol y en ello se concluyó que la pérdida de AVAD (años de vida ajustados por discapacidad) (58); es decir, *“una medida de utilidad que cuenta las pérdidas de la vida sana, ya sea por mortalidad prematura o por el tiempo vivido con una salud menguada”* (59); a nivel mundial fue de 529.242 AVAD por cataratas atribuidas a UVR (radiación ultravioleta) (58).

Algunos científicos atribuyen a la radiación solar como precursor de la catarata clasificada como subcapsulares (ver imagen 2), nucleares (ver imagen 3) y posteriores (ver imagen 4). También identifican que la reducción de la exposición a radiación solar puede disminuir las deficiencias visuales y la ceguera.

Sin embargo, no sólo la radiación UV tiene repercusiones relacionadas con la catarata, cualquier tipo de radiación produce cambios en el cristalino, por ejemplo, la exposición a radiación ionizante genera un daño en el ADN del cristalino bien sea directo por interrupciones físicas o de manera indirecta por la interacción con moléculas que llevan información a los radicales libres. En estudios realizados en conejos y ranas describen que la dosis alta de radiación disminuye la densidad celular, permite cambios dentro de la estructura del ADN, muestran que la capacidad de reparación de los daños es reducida, entre otros (60).

La radiación infrarroja que afecta córnea, cristalino y retina es la IRA, puesto que el sistema visual no la detecta y de esta manera no se puede producir una respuesta de protección (61). Esta radiación se encuentra en *“luz solar, las lámparas de filamento de tungsteno, las de filamento de tungsteno halogenado, los diodos fotoemisores (diodo de gas), las lámparas de arco de xenón”* (algunos de estos compuestos se encuentran en la soldadura, como se explicó anteriormente). Dentro de las manifestaciones clínicas se encuentra la catarata por calentamiento del iris (62).

Los rayos X, por ejemplo, provocan cambios en los leucocitos de las células, estos cambios se manifiestan por medio de la expresión de bioindicadores o con la muerte celular (63). Las personas expuestas a rayos X o rayos Gamma pueden tener aparición de cataratas si las dosis recibidas son de 2 Gray o de 44 Gray a 55 Gray fraccionadas, el desarrollo de la misma suele observarse cuando las radiaciones alcanzan los 36 Gray o más llevando un tiempo de exposición de 2 a 5 años (64).



Imagen 2. Catarata subcapsular posterior

Fuente: internet



Imagen 3. Catarata nuclear

Fuente: internet

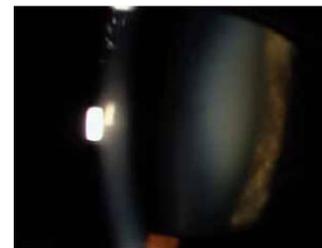


Imagen 4. Catarata posterior

Fuente: internet

5. MARCO LEGAL

5.1 Aspectos normativos

Normativa para Colombia:

- Resolución 00412 de 2000 la cual especifica la guía de atención de manejo de enfermedades de interés en salud pública y en la cual se encuentra la catarata.
- Constitución de la República de Colombia 1991 artículo 43 que reconoce al igualdad ante la ley de las personas con discapacidad, incluidas las personas con discapacidad visual (65).
- Ley 100 de 1993 por la cual se crea el sistema de seguridad social y se dan otras disposiciones (65).
- Resolución 412 de 2000 Por la cual se reglamenta la Norma técnica para la detección de alteraciones de la agudeza visual dentro de la cual incluyeron la promoción de la salud y la Guía de Atención para los vicios de refracción, el estrabismo y la catarata (65).
- Resolución 4045 de 2006 En la cual Colombia, acoge el PLAN VISION 2020 “El derecho a la visión” de la Organización Mundial de la Salud, que insta a los estados miembros a que impulsen la integración de la prevención de la ceguera y la discapacidad visual evitables en los planes y programas de salud existentes a nivel nacional y regional (65).
- Ley estatutaria 1618 de 2013 "Por medio de la cual se establecen las disposiciones para garantizar el pleno ejercicio de los derechos de las personas con discapacidad" (65).
- Conpes 166 de 2013 Política Pública Nacional de Discapacidad e Inclusión Social.
- Resolución 6408 de 2016 Por la cual se modifica el plan de beneficios de salud con cargo a la UPC, dicha norma establece actividades para la detección temprana de alteraciones visuales y la atención de las mismas (65).
- Ley 1751 de 2015 Por medio de la cual se regula el derecho fundamental a la salud y se dictan otras disposiciones (65).
- Resoluciones 429 y 3202 de 2016 Por la cual se adopta el manual metodológico para la elaboración e implementación de las rutas de atención integral RIAS y se dictan otras disposiciones. Rutas: (RIAS) 1.Ruta de Promoción y Mantenimiento de la Salud; 2. Rutas de Grupo de Riesgo; (Trastornos visuales) 3. Rutas de eventos Específicas de Atención (65).
- Decreto 1443 de 2014 se dictan disposiciones para la implementación del Sistema de Gestión de la Seguridad y Salud en el Trabajo, en el artículo 2 se trabajan las definiciones, dentro de ellas esta las condiciones de salud que deben ser reportadas, de allí el parágrafo 1 en donde el artículo 2 se entenderá como seguridad y salud en el trabajo y que haga referencia a salud ocupacional (66).

- Resolución 2400 de 1979 por el cual se establece el reglamento general de Seguridad e Higiene Industrial en cada establecimiento de trabajo con el fin de preservar la salud física y mental y prevenir accidentes de trabajo y enfermedades profesionales (67).
- Ley 1562 de 2012 por la cual se modifica el Sistema de Riesgos Laborales y se dictan otras disposiciones en materia de Salud ocupacional (67).
- Decreto 1295 de 1994 organiza el Sistema General de Riesgos Profesionales, a fin de fortalecer y promover las condiciones de trabajo y de salud de los trabajadores en los sitios donde laboran. El sistema aplica a todas las empresas y empleadores (67).
- Decreto 1447 de 2014: Por el cual se expide la Tabla de Enfermedades Laborales (67).
- Resolución 1401 de 2007: reglamenta la investigación de los incidentes y los accidentes de trabajo (67).
- Proyecto de acuerdo 107 de 2017 Por el cual se crea el Programa de Promoción y Prevención en Salud Visual en favor de poblaciones vulnerables de estratos 1 y 2 del Distrito capital y se dictan otras disposiciones (67).
- Decreto 1030 DE 2007 “Por el cual se expide el reglamento técnico sobre los requisitos que deben cumplir los dispositivos médicos sobre medida para la salud visual y ocular y los establecimientos en los que se elaboren y comercialicen dichos insumos y se dictan otras disposiciones” (68).

6. ADMINISTRACIÓN

En la siguiente tabla se definirán las funciones que va a realizar cada responsable para la implementación y ejecución del sistema de vigilancia epidemiológica de la catarata ocupacional en soldadores.

Tabla 3. Responsables y funciones de la implementación del SVE.

RESPONSABLES	FUNCIONES
Alta dirección	<ul style="list-style-type: none">• Suministrar los recursos necesarios para la implementación de los programas y actividades destinadas a la protección y salud visual de los trabajadores.• Asignar y comunicar responsabilidades de los trabajadores en seguridad y salud en el trabajo dentro del marco de sus funciones.• Garantizar la consulta y participación de los trabajadores en la identificación de peligros y control de riesgos, así como la participación a través del COPASST.• Evaluar por lo menos una vez al año la gestión de la seguridad y salud en el trabajo.• Garantizar la disponibilidad de personal competente para liderar y controlar el desarrollo de la seguridad y salud en el trabajo.• Implementar los correctivos necesarios para el cumplimiento de metas y objetivos.

Comité paritario de Seguridad y Salud en el Trabajo (COPASST)

Encargado del área de Seguridad y Salud en el Trabajo.

- Proponer a la alta dirección adopción de medidas y desarrollo de actividades que procuren y mantengan la salud visual de los trabajadores expuestos a radiación UV.
- Proponer y participar en actividades de capacitación, dirigida a trabajadores, supervisores y directivos de la empresa.
- Implementar un sistema de valoración visual periódica a los trabajadores expuestos a radiación UV.
- Vigilar el desarrollo de las actividades médicas y de higiene y seguridad industrial y promover su divulgación.
- Proponer a la alta dirección medidas correctivas a que haya lugar para evitar recurrencia de accidentes de trabajo y enfermedades laborales así disminuir incidencia de catarata ocupacional.
- Visitar periódicamente los lugares de trabajo de los soldadores e inspeccionar los ambientes, equipos de soldadura y operaciones realizadas por el personal e informar a la alta dirección sobre la existencia de factores de riesgo y sugerir las medidas correctivas y de control.
- Estudiar y considerar las sugerencias que presenten los trabajadores.
- Mantener un archivo de actas de las actividades que se desarrollen, las cuales estarán disponibles para la alta dirección, trabajadores y autoridades competentes cuando se requiera.

Trabajadores	<ul style="list-style-type: none"> • Conocer, entender y aplicar la política de seguridad y salud en el trabajo. • Conocer los riesgos de sus actividades relacionadas con los procesos de soldadura y aplicar las medidas para controlarlos. • Informar al especialista en SG-SST sobre su condición visual periódicamente o si presenta alteraciones visuales importantes. • Asistir a los controles periódicos visuales. • Asistir y participar activamente en los cursos de entrenamiento. • Mantener y usar correctamente los elementos de protección personal requeridos para sus actividades.
--------------	--

7. DETERMINACIÓN DEL RIESGO MEDIO AMBIENTAL

(31)

Anticipar, reconocer, evaluar y controlar los peligros a la salud en el lugar de trabajo es la ciencia de la higiene industrial. La prioridad es proteger la salud de los trabajadores en riesgo de presentar catarata ocupacional. El deber es entender, priorizar y manejar las exposiciones relacionadas a las radiaciones generadas por el proceso de soldadura, para asegurar que ha sido bien caracterizada y controlada y así mantener los riesgos presentes dentro de los límites aceptados, así se permitirá una mejor caracterización individual del trabajador y una mejor gestión del mismo en términos médicos (69).

7.1 Caracterización básica

Se establecerán los protocolos de anticipación que se emplean en la prevención de los posibles peligros emergentes a los cuales se somete el trabajador en el lugar de la actividad. En la caracterización básica se realizará la búsqueda de la información con el propósito de identificar el lugar de trabajo, la fuerza laboral y los agentes de riesgo (69).

7.1.1 Definición de caso

Tabla 4. Definición de caso.

CASO SOSPECHOSO	Son los trabajadores que tienen alguna alteración clínica a nivel visual u ocular consistente en disminución de la agudeza visual o visión borrosa
-----------------	--

	por alteraciones en el cristalino.
CASO PROBABLE	Trabajadores que tienen alguna alteración clínica visual u ocular relacionada a alteraciones en el cristalino y se encuentran expuestos a la radiación producida por soldadura pero como variables independientes y no se puede hablar de causalidad.
CASO CONFIRMADO	Trabajadores que tienen alteración clínica visual u ocular relacionada con la opacidad del cristalino y están expuestos a la radiación producida por el trabajo en soldadura y se han podido vincular para hablar de causalidad.

7.1.2 Recolección y consolidación de la información.

La recolección de los datos esenciales, su análisis y su interpretación es importante para la planeación, implementación y evaluación de las estrategias de prevención.

7.1.3 Instrumentos, formatos y responsables

Para tener una adecuada vigilancia epidemiológica y con ello prevenir la catarata en los trabajadores con exposición a soldadura, se debe realizar:

- Historia clínica ocupacional. (se podrá determinar el estado visual con el que ingresaron los trabajadores que laboran en soldadura, iniciando con un proceso de control en ellos para así poder verificar la sintomatología, además un examen visual ocupacional periódico (cada año) donde se incluya: examen de color, examen de sensibilidad al contraste, examen de agudeza visual y de estereopsis.)
- Reporte de sintomatología del trabajador. (Si se encuentra que el trabajador presenta síntomas iniciales se retirará de la exposición o se disminuirá su tiempo en el área laboral de soldadura.)
- Reporte de trabajadores con catarata. (Los trabajadores que sientan que están perdiendo la visión o que su claridad no es la misma se dirigirán al especialista en salud ocupacional para informar de su estado de salud visual.)
- Cantidad de trabajadores expuestos a la radiación generada en el proceso de soldadura.

Los responsables de recolectar estos datos son:

- Optómetra especialista en salud ocupacional.
- Responsable del sistema de gestión de seguridad y salud en el trabajo, quien se va hacer cargo de guardar la información para evidenciar si se está llevando a cabo una prevención adecuada de la salud visual de los trabajadores.
- Trabajadores cuando reportan cambios en su visión.

Tabla 5. Descripción de la recolección, periodicidad y consolidación de la información.

PREPARACIÓN DE LA INFORMACIÓN	PERIODICIDAD DE LA RECOLECCIÓN	DESCRIPCIÓN DE LA INFORMACIÓN
Historia clínica periódica de la evaluación de optometría	En los exámenes anuales de los trabajadores de soldadura.	Se hará una revisión de los exámenes visuales de los trabajadores para determinar su estado visual y así poder determinar si los controles son efectivos.
Registro de monitoreo del área	Este registro se hará mensual.	Se determinará con este registro la cantidad de radiación a la que está expuesto el trabajador y así aplicar controles según la jerarquía.
Auto reporte de los trabajadores de las condiciones de salud visual	Semestralmente los trabajadores deben reportar su condición visual al auxiliar de SG-SST	Se debe tener un reporte de la condición visual de cada trabajador para preservar su salud e identificar si los controles realizados han sido eficientes.

7.1.4 SISTEMA DE INFORMACIÓN Y RESGISTRO

7.1.4.1 Fuente de datos

Activa

Determinar los trabajadores con factor de riesgo a la aparición de catarata por exposición a radiación no ionizante o ultravioleta producida por el arco de la soldadura.

Los datos son recolectados por medio de una historia clínica ocupacional en donde se determine el estado visual con el que ingresaron los trabajadores que laboran en soldadura, iniciando con un proceso de control en ellos para así poder verificar la sintomatología.

A los trabajadores en riesgo se les realizará un examen visual ocupacional periódico (cada año) donde se incluya: examen de color, examen de sensibilidad al contraste, examen de agudeza visual y de estereopsis.

Si se encuentra que el trabajador presenta síntomas iniciales se retirará de la exposición o se disminuirá su tiempo en el área laboral de soldadura.

Pasiva

Los trabajadores que sientan que están perdiendo la visión o que su claridad no es la misma se dirigirán al especialista en salud ocupacional para informar de su estado de salud visual.

El especialista enviará un examen visual ocupacional para identificar si el trabajador presenta alteraciones visuales.

Se determinará la cantidad de ausentismos por causa médica visual de los trabajadores.

Se realizará un análisis de incapacidad de los trabajadores por causa de cirugía de catarata.

7.1.5 Identificación del lugar de trabajo

- Al iniciar el trabajo identifique cómo y con qué herramientas y equipos se va a realizar la tarea.
- Identifique el buen estado de los equipos de soldadura, para que no generen incremento en la exposición de radiación.
- Asegure que siempre se proteja o aisle el personal o áreas cercanas, para protegerlos contra las radiaciones mediante mamparas, muros o aislamiento total del área.
- Verifique que en el entorno no se encuentren ventanas rotas, porque se pueden generar reflexiones de radiación que incrementan el riesgo de producir catarata.
- Garantice adecuada iluminación del lugar de trabajo (una mala iluminación puede ocasionar fatiga visual)
- Utilice los elementos de protección según el tipo de equipo a emplear y según los riesgos asociados a la tarea (careta de soldadura) (69).

7.1.6 Peligros

- La luz intensa asociada a la soldadura con arco puede causar daños a la retina del ojo, mientras que la radiación infrarroja puede dañar la córnea y resultar en la formación de cataratas.
- La invisible, luz ultravioleta (UV) del arco puede causar síntomas usualmente ocurren después de muchas horas de haber estado expuesto a luz ultravioleta, e incluyen una sensación de arena o basuritas en el ojo, visión borrosa, dolor intenso, ojos llorosos, ardor, y dolor de cabeza.
- La soldadura con rayo láser utiliza un rayo concentrado de luz para alcanzar soldaduras muy precisas. El rayo en sí o el reflejo del rayo puede causar ceguera si golpea los ojos.

7.1.7 Fuerza laboral

Los datos fundamentales que se deben tener en cuenta en la empresa que realiza el proceso de soldadura son:

Tabla 6. Información del trabajador.

VARIABLE	TIPO DE VARIABLE	JUSTIFICACIÓN	FUENTE DE INFORMACIÓN
Nombre	Cualitativa	Pueden existir homónimos dentro de la base de datos.	Base de datos de la empresa.
Número de identificación	Cuantitativa	Es importante saber la identificación para evitar que esté duplicada.	Base de datos de la empresa.
Edad	Cuantitativa: Datos con dos dígitos	Es importante identificar si las alteraciones visuales y oculares se encuentran en los jóvenes o en los adultos.	Base de datos de la empresa.
Cargo	Cualitativa	Es importante conocer qué rol tiene en la empresa.	Jefe inmediato o Especialista en SG-SST, por medio de la base de datos de la empresa.
Tipo de soldadura que se usa en el proceso	Cualitativa	Es importante porque se debe conocer el tipo de radiación a la que se expone el trabajador que puede generar catarata.	Higienista industrial. Por medio de la matriz de riesgos.
Tiempo de antigüedad en el cargo	Cuantitativa: Datos en meses cumplidos.	La experiencia del trabajador es importante para la identificación del tiempo al que ha estado expuesto a la radiación.	Jefe inmediato. Por medio de la base de datos.
Tiempo en que siente pérdida visual	Cuantitativa: Datos en meses	Determinar la cantidad de tiempo en la que pudo iniciar la catarata.	Interrogatorio al trabajador.
Diagnóstico de catarata ocupacional	Cualitativa: Si o No	Determina cuántos trabajadores tienen catarata por exposición a la radiación.	Exámenes médicos ocupacionales visuales.
Elementos de protección personal: Guantes	Cualitativa: Si o No	Se determina si la empresa proporciona los equipos de protección a radiaciones.	Matriz de EPP

y protección ocular y/o facial			
Uso de elementos de protección personal: Guantes y protección ocular y/o facial	Cualitativa: Si o no	Se determina si el trabajador usa el equipo de protección a radiaciones dado por la empresa.	Lista de chequeo

Tabla 7. Información del ambiente de trabajo.

VARIABLE	TIPO DE VARIABLE	JUSTIFICACIÓN	FUENTE DE INFORMACIÓN
Tipo de radiación	Cualitativa	Permite la evaluación del tipo de radiación para identificar la incidencia de las alteraciones visuales.	Higienista industrial. Matriz de peligros.
Límites de exposición de la radiación	Cuantitativa	Muestra si los límites de exposición ocupacional de la radiación se encuentran o no dentro de los límites permisibles.	Higienista Industrial TLV's 2020
Estado de la máquina de soldadura.	Cualitativa	Permite saber si a causa de un defecto de la máquina, la radiación incrementa.	Especialista en SG-SST. Por medio de la matriz de riesgos.
Señalización	Cualitativa: Si o No	Permite identificar los peligros inminentes respecto a la radiación.	Especialista de SG-SST por medio de una lista de chequeo.

7.2 Evaluación de la exposición

Es ideal que este programa de evaluación deba estar bajo la supervisión de un higienista industrial. El objetivo es evaluar las exposiciones ocupacionales y riesgos sobre la salud de los trabajadores a todos los agentes ambientales durante el tiempo laboral (69).

7.2.1 Definir grupos de exposición similar (GES): son grupos de soldadores que poseen un perfil similar de exposición a los agentes emitidos por el proceso de soldadura, debido a la semejanza y frecuencia con que ejecutan la actividad, los materiales y procesos con los cuales trabajan, y la manera de ejecutar la actividad (69).

Las estrategias que se sugieren para establecer GES son:

- Clasificar por tarea y agente ambiental
- Clasificar por tarea, proceso y agente ambiental
- Clasificar por tarea, proceso, descripción de oficio y agente ambiental
- Clasificar por equipos de trabajo
- Clasificar por tareas o trabajos no repetitivos

7.2.2 Definir el perfil de exposición: Un perfil de exposición es la caracterización de la variabilidad de niveles de exposición para un GES. La información disponible sobre el lugar de trabajo, la fuerza laboral y agentes ambientales se usan para establecer GES y estos datos, a su vez, se usan para definir los perfiles de exposición para cada GES (69).

7.3 Determinación de la exposición

El efecto perjudicial para la salud tiene lugar cuando el efecto biológico sobrepasa la capacidad normal de compensación del organismo y origina así algún proceso patológico. El daño dependerá del tipo de radiación, la intensidad y el tiempo de exposición.

Está a cargo del higienista ambiental, el cual hará las mediciones ambientales, para ello la elección de los puntos de medida. Éstos deben ser suficientes, tanto en número como en posición, y tienen que reflejar fielmente la posición o posiciones del trabajador a lo largo de la jornada laboral. Para identificar los niveles de exposición de nuestros trabajadores.

Se hará el registro en el formato de “Datos higiénicos”.

Monitoreo de la exposición de áreas de trabajo

Determinará la cantidad de exposición a los tipos de radiación generada por el proceso de soldadura a la que se exponen los trabajadores permitiendo al encargado de la implementación del sistema de vigilancia epidemiológica mejorar los controles o intervenciones propuestos. Este monitoreo estará a cargo del higienista industrial por medio de:

radiómetros que son equipos sencillos, de fácil manejo y con una buena calidad de medida. Permiten detectar y medir la intensidad de energía térmica radiante y proporcionan directamente un valor numérico de la radiancia e irradiancia.

Espectrorradiómetros son equipos bastante más complejos que, además de la información que proporcionan los radiómetros, generan un espectro de la fuente, con el que se puede calcular manualmente, tanto las magnitudes totales como las ponderadas a partir de fórmulas.

7.3.1 Valores límite permisible

7.3.1.1 Radiación ligera e infrarroja

Los valores no láser visible y radiación infrarroja (LNIR) se encuentran en la región de longitud de onda de 305 a 3000 nm. Estos deben usarse solo como guía en el control de

exposiciones a la luz y no deben considerarse como líneas entre niveles seguros y peligrosos. (70).

Los TLV para exposición ocupacional de los ojos a la luz de banda ancha y la radiación infrarroja cercana se aplican a las exposiciones en cualquier jornada laboral de 8 horas (70).

7.3.1.2 Radiación ultravioleta

La radiación ultravioleta (UV) con longitud de onda entre 180 nm y 400 nm (70).

Los valores se aplican a fuentes continuas para duraciones de exposición iguales o mayores que 0.1 segundo. Las fuentes pueden presentar un ángulo menor que 80 grados en el detector y para aquellas fuentes que tienen un mayor ángulo, este debe medirse en un ángulo de 80 grados. Los valores no se aplican a la exposición a la radiación UV de individuos fotosensibles o de individuos expuestos concomitantemente a agentes fotosensibilizantes (70).

7.3.1.3 Radiaciones ionizantes

Para las radiaciones ionizantes se propone la utilización de la tabla número 1: Pautas para la exposición de radiación ionizante, capítulo de radiación ionizante, y la tabla número 1 de la dosis límite para la administración de exposición individual de los TLV's (70).

7.4 Determinación de los efectos en salud

La sustancia radiactiva se desintegra permitiendo mayor actividad de la radiación ionizante, a esto se le denomina actividad radiactiva, que proporciona información sobre los posibles efectos en la salud humana. Para poder determinar estas consecuencias es necesario conocer la dosis de estas radiaciones.

Tabla 8. Dosis

DOSIS ABSORBIDA	DOSIS EQUIVALENTE	DOSIS EFECTIVA
Es la magnitud utilizada para medir la cantidad de radiación ionizante recibida por un tejido o un ser vivo. Mide la energía depositada en un medio por una unidad de masa denominada Gray. Medido por medio del radiómetro o el espectrorradiómetros.	Expresa la dosis absorbida y el tipo de radiación ionizante que suministra dicha energía, se mide en Sievert.	Es un indicador cuantitativo de la probabilidad de que pueda ocurrir un efecto estocástico sobre una persona irradiada. Se calcula a partir del modelo lineal sin umbral (asume que la respuesta biológica es lineal en dosis muy bajas y que no existe un umbral de exposición a partir del cual comienzan los efectos).

La dosis equivalente anual para el cristalino es de 150 mSv y la dosis efectiva es de 20 mSv al año.

Para determinar los efectos oculares de la radiación no ionizante, se tendrá en cuenta la tasa de dosis recibida por el ojo que indica la dosis de radiación recibida por una unidad de tiempo.

7.4.1. Catarata

Empezamos por establecer que las cataratas son la opacidad en el lente del ojo, en otras palabras, el cristalino, este presenta unos cambios en cuanto a la transparencia y el índice refractivo que conllevan a ciertos decibeles de deterioro visual, esto se asocia con disminución de la calidad de vida ya que por esta situación se evita la realización de actividades cotidianas y poder hacer las cosas de forma independiente, incrementando así el riesgo de algún accidente o posibles caídas.

De acuerdo con el área de la lente afectada se puede clasificar en tres grupos:

- Nuclear
- Cortical
- Subcapsular posterior

Las cataratas se forman en un proceso multifactorial, este comprende lo genético, traumatismos, inflamación, desórdenes metabólicos (síndrome metabólico, diabetes mellitus tipo 2) o nutricionales (obesidad o malnutrición) y exposición a la radiación (no ionizante y ultravioleta B).

7.4.2 Patogénesis de las cataratas inducidas por radiación.

El cristalino es un lente transparente, incoloro, flexible y sin vasos sanguíneos, formado por células alargadas (fibras) y se encuentra rodeado por una cápsula de colágeno, por debajo y en su porción anterior hallamos las células epiteliales (zona germinativa), las cuales se transportan lateralmente hacia la zona del Ecuador donde se elongan y pierden sus organelas (por ejemplo las mitocondrias) para diferenciarse en células de fibra del lente. A medida que se forman las fibras del cristalino, las demás dan lugar a la corteza y las más centrales se compactan para originar el núcleo. Estas fibras del lente continúan produciéndose durante toda la vida (71).

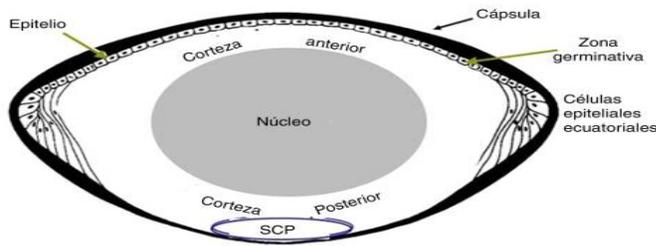


IMAGEN 5. Partes del cristalino.

En la clasificación, las cataratas nucleares y corticales se desarrollan por cambios patológicos en las células de fibra del cristalino, mientras que las subcapsulares posteriores se asocian con anomalías en la zona germinativa (71).

La patogénesis de las cataratas inducidas por radiación aún es muy difícil de establecer y poco entendible. Sin embargo, se conoce como un proceso multifactorial con factores genéticos y ambientales asociados (71).

El principal mecanismo propuesto para las cataratas subcapsulares posteriores, es el daño por radiación del proceso de división de las células germinativas, el cual induce un corto período de inhibición mitótica en la membrana basal, seguido por una sobrecompensación con mitosis anormal y desorganizada. Esto trae como resultado la acumulación de células de fibra del lente aberrantemente organizadas con núcleos picnóticos que, en teoría, producen cuerpos turbios o nublados en la región subcapsular posterior. Estas alteraciones se manifiestan histológicamente como puntos y vacuolas de opacificación las cuales se fusionan, formando grandes conglomerados que son los responsables de las opacidades (71).

Los estudios demuestran que la sensibilidad del cristalino a la radiación es mayor en las personas jóvenes y en las mujeres, y a mayor dosis de exposición a la radiación menos latencia en la aparición de las opacidades y finalmente de las cataratas (71).

7.4.2 Diagnóstico

El procedimiento para el diagnóstico es la consulta con un médico oftalmólogo u optómetra, quien debe realizar o enviar exámenes diagnósticos para confirmar si es catarata y descartar otros síntomas o patologías que se puedan confundir, como un error de refracción, opacidad de la córnea (leucoma), glaucoma, retinopatía o degeneración macular (51).

Examen de agudeza visual. En un examen de agudeza visual, se usa una tabla optométrica para determinar la capacidad para leer una serie de letras. Se evalúa un ojo por vez y, mientras tanto, el otro permanece cubierto. Con una tabla o un dispositivo de visualización que tienen letras cada vez más pequeñas, el optómetra determina si la visión es 20/20 o si presenta signos de deterioro (72).

Los instrumentos para medir la sensibilidad al contraste son muchos, los pacientes con catarata experimentan sensibilidad al contraste disminuida aunque tengan una buena agudeza visual (73).

Examen con lámpara de hendidura. Un examen con lámpara de hendidura le permite al médico observar las estructuras que se encuentran en la parte frontal del ojo con aumento. El microscopio se llama lámpara de hendidura porque utiliza una línea de luz intensa, una hendidura, para iluminar la córnea, el iris, el cristalino y el espacio entre el iris y la córnea. La hendidura le permite al médico ver estas estructuras en secciones pequeñas, lo que hace más fácil detectar cualquier anomalía diminuta (Imagen 1).

Examen de retina. Para un examen de retina, el médico coloca gotas en los ojos para que las pupilas se dilaten. Esto facilita la tarea de examinar la retina. Con una lámpara de hendidura o un dispositivo especial llamado oftalmoscopio, el médico puede examinar el cristalino para detectar signos de cataratas.

7.5 LINEAMIENTOS PARA FILTROS

Por efectos de la exposición y teniendo en cuenta que los trabajadores se exponen a las radiaciones producidas por el proceso de soldadura que puedan generar la catarata ocupacional, se debe tener en cuenta la hoja de datos de OSHA para la protección de los ojos por energía radiante al realizar trabajos como soldador.

Según la hoja de seguridad, el equipo del trabajador debe tener:

- Un número de oscurecimiento para una protección adecuada, es ideal para determinar la cantidad de radiación que puede pasar al ojo, entre más alto el filtro menos radiación.
- Si se trabaja con casco de soldadura el filtro de las gafas puede ser más bajo para no interrumpir la visión.

Para los parámetros de los filtros de lentes protectores según las características de la soldadura se propone la utilización del propuesto de la página de OSHA con el número estándar 1915.153 sobre protección para los ojos y cara contra la radiación de luz nociva (74).

Tabla 10. Lentes con filtro para protección contra energía radiante

Operaciones	Tamaño de electrodo de 1/32 pulg.	Corriente de arco	Mínimo * sombra protectora
Soldadura por arco metálico blindado	Menos de 3	Menos de 60	7 7
	3-5	60-160	8
	5-8	160-250	10
	Más de 8	250-550	11
Soldadura por arco metálico con gas y soldadura por arco con núcleo fundente		Menos de 60	7 7

		60-160	10
		160-250	10
		250-500	10
Soldadura por arco de gas tungsteno		Menos de 50	8
		50-150	8
		150-500	10
Aire carbono	Ligero	Menos de 500	10
	Pesado	500-1000	11
Soldadura por arco de plasma		Menos de 20	6 6
		20-100	8
		100-400	10
		400-800	11
Corte por arco de plasma	(ligero)**	Menos de 300	8
	(medio)**	300-400	9
	(pesado)**	400-800	10
Soldadura con antorcha			3
Antorcha de soldadura			2
Soldadura por arco de carbono			14

** Estos valores se aplican donde el arco real se ve claramente. Se pueden usar filtros más claros cuando la pieza de trabajo oculta el arco.

Tabla 11. Lentes filtrantes para protección contra energía radiante (74).

Operaciones	Espesor de la placa pulgadas	Espesor de la placa-mm	Mínimo * sombra protectora
Soldadura de gas:			
Ligero	Menos de 1/8	Menos de 3.2	4 4
Medio	1/8 a 1/2	3.2 a 12.7	5 5
Pesado	Más de 1/2	Más de 12.7	6 6
Corte de oxígeno			
Ligero	Menores de 1	Menos de 25	3

Medio	1 a 6	25 a 150	4 4
Pesado	Más de 6	Más de 150	5 5

* Como regla general, comience con un tono que sea demasiado oscuro para ver la zona de soldadura. Luego, vaya a un tono más claro que ofrezca una visión suficiente de la zona de soldadura sin ir por debajo del mínimo. En la soldadura o corte con gas de combustible oxigenado donde la antorcha produce una luz amarilla alta, es deseable usar una lente de filtro que absorba la línea amarilla o de sodio en la luz visible de la operación (espectro).

7.6 VIGILANCIA EPIDEMIOLÓGICA.

Tabla 9. Relación médico ambiental.

Tipo de radiación	Nivel de radiación	Hallazgos en salud visual
Ultravioleta	Mayor a la efectividad espectral de 270 nm.	Ocasiona: Disminución de la agudeza visual de uno o los dos ojos por debajo de 20/40 con su mejor corrección. Disminución de la sensibilidad al contraste en frecuencias altas. Cristalino con apariencia amarilla o marrón.
Infrarroja	Máximo son 300 GHz	Ocasiona en el cristalino un envejecimiento acelerado, ocasionando catarata. su formación es debida a la absorción directa de la luz IR por parte del cristalino lo que provoca un calentamiento indirecto del mismo producido por una absorción de la luz IR en el iris. Esto lleva a alteraciones en la agudeza visual, sensibilidad a la luz y visión doble según ojo afectado.
Electromagnética	Cuerpo entero 2T	Genera la opacificación del cristalino por aumento de la temperatura intraocular que no puede ser evacuada.
Ionizante	Mayor a los 100 nm.	El cristalino es el más sensible

		<p>a este tipo de radiación lo que lleva a la formación de cataratas principalmente subcapsulares y corticales. Al examen visual en las cataratas corticales se encuentra opacidades blanquecinas en el borde exterior de la corteza del lente y avanza con el paso del tiempo hacia el centro. Y en las subcapsulares pequeñas opacidades en la parte posterior del lente, a menudo afecta la visión para la lectura, reduce la visión con luz brillante.</p>
--	--	--

8. INTERVENCIÓN

La intervención de los peligros permite generar una mejora continua contribuyendo a evitar o reducir las enfermedades laborales.

Tabla 4. Intervención en la fuente, en el medio y en el individuo.

FUENTE	MEDIO	INDIVIDUO
<p>Cambiar la máquina de soldadura en mal estado (con esquinas rotas, oxidadas, entre otras)</p> <p>Realizar mantenimientos periódicos a las máquinas de soldadura.</p> <p>Modificar las partes de la máquina de soldadura se encuentren en estado defectuoso:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Máquina de soldar. • Cable de tierra a neutro. • Cable porta electrodo. • Porta electrodo. • Varilla de soldadura o electrodo. • Cable para conectar a la toma de la corriente. 	<ul style="list-style-type: none"> • Instalar pantallas para evitar el deslumbramiento. • Cabina de soldadura. • Evaluar que la iluminación sea apropiada para el proceso. • Medio de ventilación adecuado para el trabajador. • Ayudas mecánicas para los procesos de verificación del estado de soldadura. 	<ul style="list-style-type: none"> • Uso de gafas de protección. • Careta de soldadura

<ul style="list-style-type: none"> • Manija para regulación de amperaje. • Botón de apagado y encendido. • Switch de alto y bajo voltaje. • Bornes de conexión de cables de tierra y cable porta electrodo. • Seguro de la soldadura eléctrica. • Manguera de suministro de gas. • Regulación de presión. 		
Sustituir el tipo material que se va a utilizar en el proceso de soldadura.		

Tabla 5. Objetivos a lograr.

EFICIENCIA	EFICACIA	EFFECTIVIDAD
Para cumplir el objetivo de prevenir la catarata se debe buscar bajos costos en cuanto a la protección ocular y hacer que los trabajadores acaten las normas propuestas en la empresa.	Es importante que se cumplan con los objetivos propuestos en el sistema de vigilancia epidemiológica realizando las tareas y actividades planteadas.	Con los puntos anteriores se puede lograr la efectividad con la máxima eficacia y la máxima eficiencia.

8.2 ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN

8.2.1 Análisis de la información

La variación en los indicadores que se presentan a continuación se deben interpretar en el marco del Sistema de Vigilancia Epidemiológica de la Catarata Ocupacional en trabajadores de soldadura, para evaluar la funcionalidad del mismo y generar modificaciones en sus procedimientos o indicadores. Por otro lado, se debe analizar el impacto de la aplicación del SVE en mención en la empresa que lo implementa; en otras palabras, validar que no se materialicen los riesgos de salud visual ampliamente analizados y proteger así a los trabajadores como recurso fundamental a nivel organizacional y a la empresa frente a pérdidas por disminución de la reputación frente a los trabajadores y detrimentos económicos por responsabilidad legal en litigios de carácter laboral.

8.2.1.1 Indicadores

Los datos proporcionados por los indicadores permitirán medir de forma objetiva los cambios de salud visual de los trabajadores.

De frecuencia:

Tabla 10. Incidencia del estado visual relacionado con la catarata.

NOMBRE	INCIDENCIA
PROPÓSITO	Medir los casos nuevos de alteración visual (agudeza visual, sensibilidad al contraste y alteración al color) que se presentan por exposición a la radiación generada por el proceso de soldadura.
DEFINICIÓN OPERACIONAL	$\frac{\text{\# de casos nuevos de alteración visual relacionada con catarata en el año}}{\text{Total de trabajadores con exposición a radiación por soldadura}} * 100$

RESPONSABLE	PERIODICIDAD	META	FUENTE DE DATOS
Coordinador del SST	Semestral o de acuerdo a lo establecido en la empresa	La empresa definirá la meta de acuerdo a los objetivos planteados por la misma	Interrogatorio al trabajador

Tabla 11. Incidencia de casos de catarata.

NOMBRE	INCIDENCIA
PROPÓSITO	Medir los casos nuevos de catarata que se presenten por exposición a la radiación generada por el proceso de soldadura.
DEFINICIÓN OPERACIONAL	$\frac{\# \text{ de casos nuevos con catarata}}{\text{Total de trabajadores}} * 100$

RESPONSABLE	PERIODICIDAD	META	FUENTE DE DATOS
Coordinador del SST	Semestral o de acuerdo a lo establecido en la empresa	La empresa definirá la meta de acuerdo a los objetivos planteados por la misma	Exámenes médicos ocupacionales visuales.

Tabla 12. Prevalencia de casos de catarata.

NOMBRE	PREVALENCIA
PROPÓSITO	Proporción de trabajadores que presenten catarata ocupacional en un año a causa de la exposición a radiación por el proceso de soldadura.
DEFINICIÓN OPERACIONAL	$\frac{\text{Número de casos nuevos y antiguos con catarata ocupacional en 1 año}}{\text{Total de trabajadores}} * 100$

RESPONSABLE	PERIODICIDAD	METAS	FUENTE DE DATOS
Encargado de implementar y ejecutar los Sistemas de Gestión de SST	Anual	La empresa definirá la meta de acuerdo a los objetivos planteados por la misma.	Base de datos de enfermedades ocupacionales y los exámenes médicos ocupacionales.

Tabla 13. Prevalencia de cambios en la visión relacionados con catarata.

NOMBRE	PREVALENCIA
PROPÓSITO	Proporción de trabajadores que presentan cambios de la visión (agudeza visual, sensibilidad al contraste y alteración al color) en un año a causa de la exposición a radiación por el proceso de soldadura..
DEFINICIÓN OPERACIONAL	$\frac{\text{Número de casos nuevos y antiguos con cambios de visión relacionado con catarata en un año}}{\text{Total de trabajadores}} \times 100$

RESPONSABLE	PERIODICIDAD	METAS
Encargado de implementar y ejecutar los Sistemas de Gestión de SST	Anual	Identificar los casos nuevos sospechosos de catarata. se verificará que las medidas de control sean las adecuadas.

Tabla 14. Prevalencia de catarata por uso de EPP alta tecnología.

NOMBRE	PREVALENCIA	
PROPÓSITO	Proporción de trabajadores que presentan catarata en un año con el uso de caretas de alta tecnología.	
DEFINICIÓN OPERACIONAL	$\frac{\text{Número de casos nuevos y antiguos con catarata en un año con el uso de caretas de alta tecnología}}{\text{Total de trabajadores}} \times 100$	
RESPONSABLE	PERIODICIDAD	METAS
Encargado de implementar y ejecutar los Sistemas de Gestión de SST	Anual	Identificar los casos nuevos de catarata. se verificará que las medidas de control sean las adecuadas.

Tabla 15. Incidencia de radiaciones ionizantes.

NOMBRE	INCIDENCIA
PROPÓSITO	Medir el nivel de radiación ionizante que se presenta en el proceso de soldadura.

DEFINICIÓN OPERACIONAL	<u>Nivel de radiación ionizante</u> x100 Total de radiaciones	
RESPONSABLE	PERIODICIDAD	METAS
Encargado de implementar y ejecutar los Sistemas de Gestión de SST	Anual	Identificar la cantidad de radiación ionizante generada durante el proceso de soldadura. Se verificará que las medidas de control sean las adecuadas.

Tabla 15. Incidencia de catarata por el uso de EPP de alta tecnología.

NOMBRE	INCIDENCIA	
PROPÓSITO	Medir los casos nuevos de catarata con la protección de caretas de alta tecnología.	
DEFINICIÓN OPERACIONAL	$\frac{\# \text{ casos nuevos con catarata por el uso de careta de alta tecnología}}{\text{Total de trabajadores}} \times 100$	
RESPONSABLE	PERIODICIDAD	METAS
Encargado de implementar y ejecutar los Sistemas de Gestión de SST	Anual	identificar los casos nuevos de catarata por el uso de EPP de alta tecnología.

Tabla 15. Incidencia de casos de catarata por uso de EPP convencional.

NOMBRE	INCIDENCIA	
PROPÓSITO	Medir los casos nuevos de catarata con la protección de caretas convencionales.	
DEFINICIÓN OPERACIONAL	$\frac{\# \text{ casos nuevos con catarata por el uso de caretas convencionales}}{\text{Total de trabajadores}} \times 100$	
RESPONSABLE	PERIODICIDAD	METAS
Encargado de implementar y ejecutar los Sistemas de Gestión de SST	Anual	identificar los casos nuevos de catarata por el uso de EPP convencional.

De riesgo:

NOMBRE	RIESGO RELATIVO	
PROPÓSITO	Calcular el riesgo de sufrir de catarata de los grupos expuestos y no expuestos a radiación.	
DEFINICIÓN OPERACIONAL	$\frac{\text{Tasa de incidencia de trabajadores expuestos}}{\text{Tasa de incidencia de trabajadores no expuestos}}$	
RESPONSABLE	PERIODICIDAD	METAS
Encargado de implementar y ejecutar los Sistemas de Gestión de SST	Anual	Identificar el riesgo de catarata de trabajadores expuestos y no expuestos a radiación. Se verificará que las medidas de control sean las adecuadas.

8.2.1.2 Acciones específicas

Se pretende proporcionar un enfoque sistemático que permita aumentar la seguridad y salud en el trabajo, eliminar peligros y reducir o controlar los riesgos para el sistema de seguridad en el trabajo.

Controles de ingeniería:

- Disponer barreras para la protección de otros trabajadores a los arcos de soldadura.
- Las cabinas de trabajo deben pintarse de un color que no permita el reflejo de la luz ultravioleta, un acabado mate o de color oscuro es el ideal para evitar los reflejos.
- Asegurar que los cables de porta-electrodo y de mesa estén juntos.
- Aumentar la distancia entre el campo electromagnético y la fuente para disminuir el riesgo.
- Se recomienda la utilización de corriente continua puesto que es de intensidad constante.
- Disponer del uso de nuevas tecnologías.

Controles administrativos:

- Disminuir el tiempo el tiempo de exposición al factor de riesgo si es posible menos de 40 horas semanales.

- Adquisición de los equipos de protección personal (gafas de seguridad industrial, careta facial y ropa para trabajo de soldadura).
- Establecer programas de comunicación de la información de forma permanente para los trabajadores, orientados a la ejecución segura del trabajo, conocimiento del riesgo de las radiaciones y sus efectos, normas de higiene y seguridad, uso adecuado y monitoreo del uso de los elementos de protección personal.
- Solicitar a los proveedores de maquinaria y equipo, el suministro de los programas de mantenimiento preventivo y correctivo, cuidados especiales durante paradas de producción programadas o no, y hojas de datos de seguridad (MSDS).
- Mantener disponible en los sitios de trabajo las hojas de datos de seguridad de las radiaciones.
- Realizar inspecciones periódicas, utilizando listas de comprobación elaboradas para las radiaciones que se emplean y se generan en el lugar de trabajo de acuerdo con el programa de inspecciones de seguridad de la empresa.
- Planificar, desarrollar y elegir los procedimientos de trabajo seguro. Incluir en el protocolo de cada procedimiento las normas de higiene y seguridad, los elementos de protección obligatorios para el manejo de radiaciones.
- Instruir a los trabajadores en el manejo cauteloso de procesos y productos radioactivos, en la lectura y la comprensión de las hojas de datos de seguridad (MSDs por sus siglas en inglés), incluidos los riesgos para la salud y las vías de exposición.
- Implementar en la empresa programas de selección, adquisición, instrucción, uso, limpieza, mantenimiento y reposición de los elementos de protección personal.
- Controlar que el personal no vinculado como contratistas y visitantes y el personal de mantenimiento, utilicen elementos de protección personal en los ambientes laborales con posible contaminación.
- Diligenciar y guardar registros sobre capacitación en identificación y evaluación de riesgos asociados con el uso de agentes que generan catarata.
- Verificar que la empresa le proporcione a los trabajadores los EPP cuando sean requeridos.

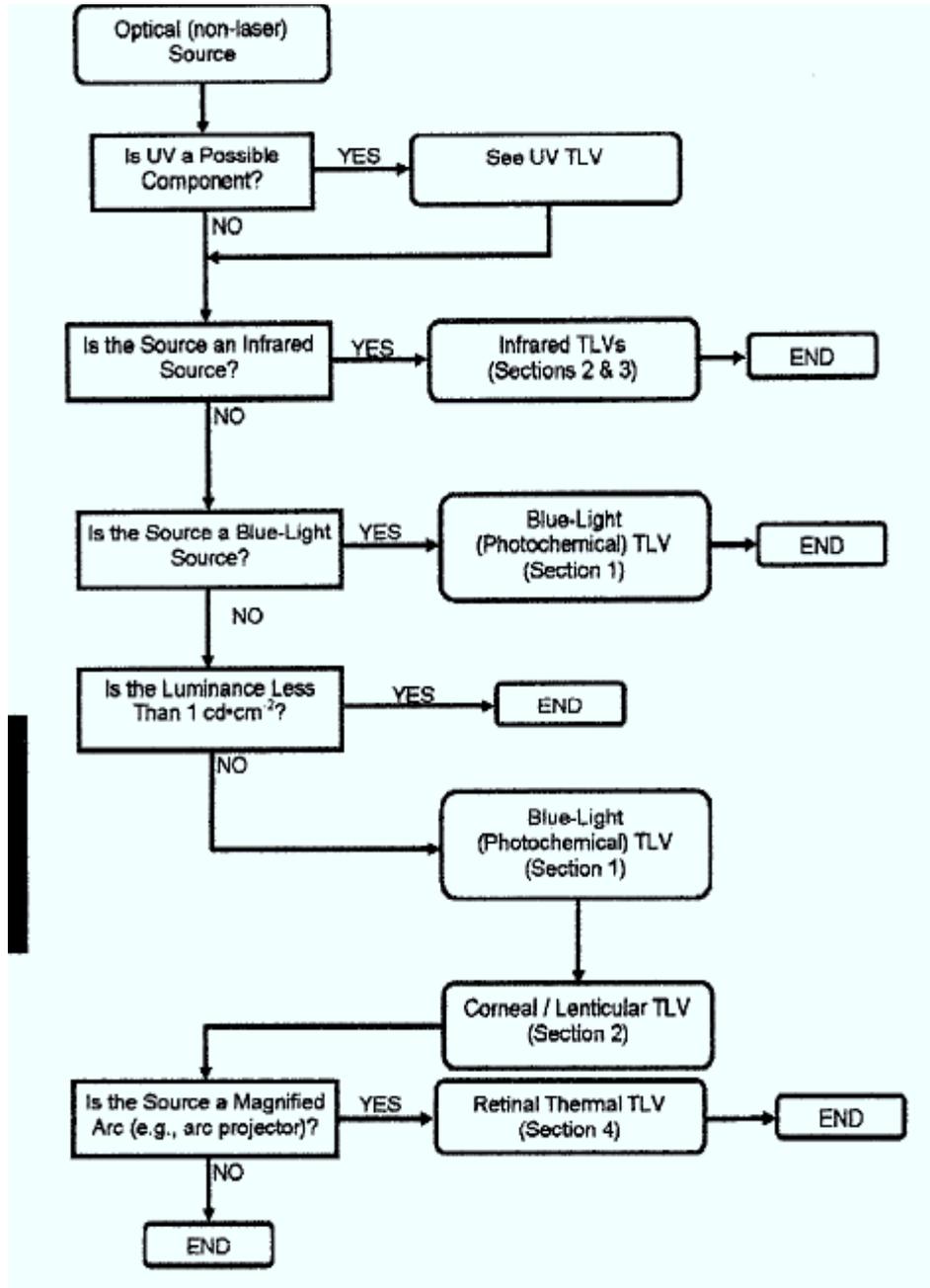
Protección personal

- Uso adecuado de los EPP proporcionados por la empresa: que los trabajadores se coloquen las gafas de protección visual en el área ocular, o la careta sobre el rostro. Que usen la careta de protección cuando se realicen los procesos de soldadura.
- Verificar que los EPP se encuentren en buen estado: Que no tengan abolladuras, rayaduras o alguna imperfección del material.

8.2.2 Árbol de decisiones

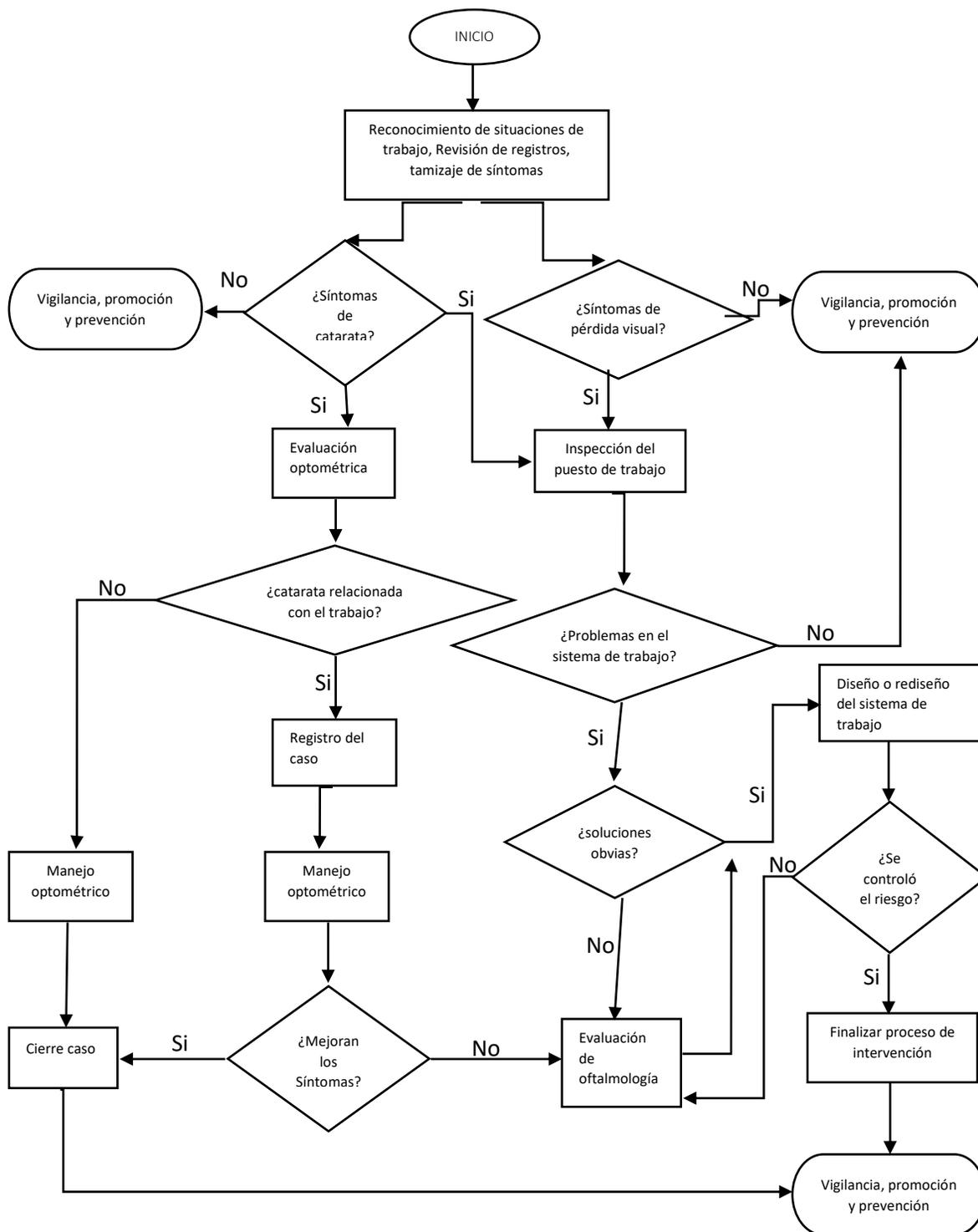
El árbol de decisiones tiene como fin ayudar al especialista en SST a tomar decisiones relacionadas con la implementación de controles o la reubicación de los trabajadores a la(s) fuente(s) de exposición.

Figura 1. Árbol de decisiones para la exposición de radiación ultravioleta e infrarroja.



Fuente: TLV and BEI 2020 (70)

Figura 1. Árbol de decisiones para prevención, vigilancia y control de la catarata.



Fuente: elaboración propia

8.2.3 Flujo de información

La información que se debe entregar a la alta gerencia debe contener los objetivos del sistema de vigilancia epidemiológica, el plan de trabajo a implementar, acciones preventivas y correctivas a realizar, los indicadores de incidencia y prevalencia relacionados a la pérdida visual y catarata por exposición a radiación y los resultados que se generen con la implementación de este sistema de vigilancia. La alta gerencia deberá implementar este sistema de vigilancia epidemiológica con los controles específicos en el lugar de trabajo del soldador para lograr los objetivos y prevenir las alteraciones de salud visual de los trabajadores expuestos a radiaciones ionizantes y no ionizantes generados en el proceso de soldadura.

Esta información se entregará semestralmente a la alta gerencia.

9. BIBLIOGRAFÍA

- (1) Resnikoff S. OMS | En el mundo hay unos 45 millones de ciegos, y la cifra va en aumento. 2003; Available at: <https://www.who.int/mediacentre/news/releases/2003/pr73/es/>. Accessed May 20, 2020.
- (2) WHO department of public Health and Environment (PHE). Upcoming Events. World Neurosurgery 2013 Nov;80(5):450-451.
- (3) Rincon Vera OM. LA SALUD OCULAR EN EL CONTEXTO COLOMBIANO DE LA SEGURIDAD SOCIAL EN SALUD. Universidad Industrial de Santander 2005 Nov 5,.
- (4) Ruiz Gomez F, Davila Guerrero CE, Burgos Bernal G, Osorio EJ. Análisis de situación de salud visual en Colombia 2016. 2015.
- (5) Petra Seibold, Anssi Auvinen, Dietrich Averbeck, Michel Bourguignon, Jaana M. Hartikainen, Christoph Hoeschen, et al. Clinical and epidemiological observations on individual radiation sensitivity and susceptibility. Taylor & Francis Online 2019 Sep 20,;96(3):1-17.
- (6) Ministerio del Trabajo. Decreto número 1477 de 2014 . 2014 Ago 5,;Sesión 71 y 76 de 2013(Artículo 189 de la constitución política).
- (7) American Welding Society. Welding Marketplace. American Welding Society 2019 July.
- (8) European Welding Federation. Annual Report. European Welding Federation 2019 Ene-Dic:12-15.
- (9) Rojas Molano HF, Patarrollo Pulido HA. Aproximación al estado del arte de la soldadura en Colombia y su comparación a nivel internacional. Universidad libre 2015.
- (10) Johnny Leonardo Vargas Acero. DESARROLLO DE UNA METODOLOGÍA PARA LA REPARACIÓN POR SOLDADURA MEDIANTE PROCESO SMAW A PARTES DE VÁLVULAS EN ACERO ASTM A 216 WCB Y POSTERIOR METALIZADO PARA PROTEGER LA SUPERFICIE CONTRA LA EROSION. . Colombia: Universidad Libre; 2017.
- (11) Observatorio laboral y ocupacional. Colocaciones en la agencia pública de empleo por ocupación y nivel de cualificación. SENA 2017 Ene-Dic 2018 -:1.

- (12) Observatorio laboral y ocupacional. Boletín trimestral tendencia de las ocupaciones a nivel nacional y regional. SENA 2020 Ene-Mar:16.
- (13) DANE información para todos. Encuesta anual manufacturera. DANE 2018 Ene-Dic:1.
- (14) Singh RP. Applied Welding Engineering : Processes, Codes, and Standards. Waltham, MA: Butterworth-Heinemann; 2012.
- (15) Rossi Lemos M, Oliveira Vilarinho L. Medición de la radiación ultravioleta visible durante la soldadura por arco por cuestiones de salud y seguridad en el trabajo. . Taylor & Francis Online 2010 Apr 27,;24(6):432-438.
- (16) Asharlous A, Hashemi H, Yekta A, Ostadimoghaddam H, Gharaee H, Khabazkhoob M. Tear film secretion and stability in welders. Contact Lens and Anterior Eye 2018;41(5):426-429.
- (17) Zhu Z, Ma X, Wang C, Mi G. Modification of droplet morphology and arc oscillation by magnetic field in laser-MIG hybrid welding. Optics and Lasers in Engineering 2020;131:106138.
- (18) Rios Zuluaga JD, Bettin Torres L, Naranjo Salazar S, Suárez Garavito JA, De Vivero Arciniegas C. Pautas para el examen oftalmológico. Enfoque para el estudiante de medicina y el médico general. Universitas Médica 2017 Apr 1,;58(2):1-5.
- (19) Ungvarsky J. Soldering. Salem Press Encyclopedia of Science 2017.
- (20) Hindsén Monica, Bruze M. Welding. In: Springer C, editor. Dermatología ocupacional de Kanerva Suiza: Springer; 2020. p. 2351-2353.
- (21) Rodríguez Pérez OH. Metalurgia de la soldadura. La Habana: Editorial Universitaria; 2013.
- (22) Topa Jaya DW, Quishpe Gaibor E. Ética aplicada en la soldadura. 2019; Available at: <https://www.eumed.net/rev/oel/2019/11/etica-soldadura.html>. Accessed Jun 10, 2020.
- (23) Wu F, Falch KV, Guo D, English P, Drakopoulos M, Mirihanage W. Time evolved force domination in arc weld pools. Materials & Design 2020;190:108534.
- (24) Zhang H, He J, Tang L, Zhang J. High frequency characters of arc light radiation in micro plasma arc welding with pulsed current. Results in Physics 2019;13:102259.
- (25) Bunaziv I, Wenner S, Ren X, Frostevarg J, Kaplan AFH, Akselsen OM. Filler metal distribution and processing stability in laser-arc hybrid welding of thick HSLA steel. Journal of Manufacturing Processes 2020 Jun;54:228-239.

(26) Brosda M(, Maximilian), Nguyen P(, Phong), Olowinsky A(, Alexander), Gillner A(, Arnold). Análisis del proceso de interacción durante la soldadura por transmisión láser de películas poliméricas multicapa con longitud de onda láser adaptada mediante simulación numérica y termografía. LIA diario de aplicación láser 2020 May 11,;32(2):1-5.

(27) Romanin L, Ferro P, Bonollo F, Berto F. A Numerical and Experimental Analysis of Inconel 625 Electron-Beam Welding – Thermal Aspects. Procedia Structural Integrity 2019;18:63-74.

(28) Uwe Reisgen Rahul Sharma Martin Christ Samuel Mann. Method development of statistical modeling for the description of welding fume emissions in gas metal arc welding using transient process characteristics. Springer Heidelberg 2020 May 26,;10(1007):1-6.

(29) Komen H, Baba H, Kadota K, Era T, Tanaka M, Terasaki H. Three-dimensional particle simulation of buried space formation process during high current gas metal arc welding. Journal of Advanced Joining Processes 2020;1:100019.

(30) Singh VP, Patel SK, Ranjan A, Kuriachen B. Recent research progress in solid state friction-stir welding of aluminium–magnesium alloys: a critical review. Journal of Materials Research and Technology 2020;9(3):6217-6256.

(31) Manjhi SK, Das A, Prasad SB. Review on joining of aluminum alloy by solid-state welding technique. Materials Today: Proceedings 2020;26:1255-1261.

(32) Gronostajski Z, Hawryluk M, Widomski P, Kaszuba M, Nowak B, Polak S, et al. Selected effective methods of increasing the durability of forging tools in hot forging processes. Procedia Manufacturing 2019;27:124-129.

(33) Hirtler M, Jedynek A, Sydow B, Sviridov A, Bambach M. A Study On The Mechanical Properties Of Hybrid Parts Manufactured By Forging And Wire Arc Additive Manufacturing. Procedia Manufacturing 2020;47:1141-1148.

(34) Yan F, Wang X, Chai F, Ma H, Tian L, Du X, et al. Improvement of microstructure and performance for steel/Al welds produced by magnetic field assisted laser welding. Optics & Laser Technology 2019;113:164-170.

(35) Goyal R, El-zein M. Influence of laser weld shape on mechanical and fatigue behaviour of single lap laser welded joints. Journal of Advanced Joining Processes 2020;1:100018.

(36) Clases de Higiene Industrial
. Clases ; Ene - Nov 2019; Bogotá, Colombia: Universidad El bosque; Ene - Nov 2019.

(37) Elsaady MA, Khalifa W, Nabil MA, El-Mahallawi IS. Effect of prolonged temperature exposure on pitting corrosion of duplex stainless steel weld joints. *Ain Shams Engineering Journal* 2018;9(4):1407-1415.

(38) Programa de la Naciones Unidas para el Medio Ambiente. Radiación efectos y fuentes. PNUMA 2016.

(39) Knave Bengt. RADIACIONES NO IONIZANTES. 1998(49):1-36.

(40) Lorena Ayala Sánchez. Radiaciones no ionizantes. Causas y efectos Universitas Miguel Hernandez; 2020.

(41) Swaminathan A, Harrison SL, Ketheesan N, van den Boogaard, Christel H. A., Dear K, Allen M, et al. Exposure to Solar UVR Suppresses Cell-Mediated Immunization Responses in Humans: The Australian Ultraviolet Radiation and Immunity Study. *Journal of Investigative Dermatology* 2019;139(7):1545-1553.e6.

(42) Castrillón-Giraldo WS, Morales-Aramburo J, Jaramillo-Garzón W. Control de calidad en equipos de rayos X en intervencionismo. *Revista Colombiana de Cardiología* 2020 Mar 1;27(1):88-95.

(43) Dynlacht JR, Valluri S, Garrett J, Nees J, Caperell-Grant A, DesRosiers C, et al. Age and Hormonal Status as Determinants of Cataractogenesis Induced by Ionizing Radiation. II. Sparsely Ionizing (Low-LET) Radiation. *Radiat Res* 2012;178(4):260-5.

(44) Azizova TV, Hamada N, Grigoryeva ES, Bragin EV. Risk of various types of cataracts in a cohort of Mayak workers following chronic occupational exposure to ionizing radiation. *Eur J Epidemiol* 2018;33(12):1193-1204.

(45) Health & Medicine Week. Eye Diseases and Conditions - Cataracts; Data on Cataracts Discussed by Researchers at Radiation Safety Research Center (An update on effects of ionizing radiation exposure on the eye). *Health & Medicine Week* 2019 Nov 15;:699.

(46) Huang L, Liu P, Zhu S, Hua X, Dong S. Experimental research on formation mechanism of porosity in magnetic field assisted laser welding of steel. *Journal of Manufacturing Processes* 2020;50:596-602.

(47) Gray S. System, method and apparatus for reducing exposure to electromagnetic radiation. Patent Application Publication US 2020 Jun 30;:16(62):2.

(48) Touhami S, Bodaghi B. Cataratas. *Tratado de Medicina* 2018 Jun;22(4):1-9.

(49) Valverde López G. Estudio Genético de la Catarata Presenil. 1st ed. Salamanca (España): Ediciones Universidad Salamanca; 2015.

(50) Browder Lazenby R. Fisiopatología. 4th ed. México D.F.: Manual Moderno; 2012.

- (51) Mora JF, Barajas Ruelas E, Berumen Velazquez A. Guía de Equipamiento para la Atención de Pacientes con Cataratas. 2006.
- (52) López Valverde G. Estudio genético de la catarata presenil. 372nd ed. España: Ediciones Universidad de Salamanca; 2015.
- (53) Ramirez VG, Hernandez AT, Jaimes NC. El cristalino para el medico general. MedUNAB 2008 Dec 1,;11(3):225-230.
- (54) Norma Rojas H., Marvin Barahona, Doris Alvarado, Jackeline Alger. CATARATA, UNA CAUSA PREVENIBLE DE CEGUERA, y LAS LÍNEAS PRIORITARIAS DE INVESTIGACIÓN EN OFTALMOLOGÍA EN HONDURAS. 2014 12;/82.
- (55) Yareni Monserrat Hernández Toledo. Efecto de los filtros de colores en la sensibilidad al contraste, la visión al color y la estereopsis en usuarios de dispositivos electrónicos asociados al estado refractivo Universidad Autónoma de Aguascalientes; 2019.
- (56) Vincent Castillo, Iker de Jesús. Prevalencia de distrofia corneal endotelial y densidad endotelial corneal previo y posterior a cirugía de catarata Universidad Autónoma de Nuevo León; 2019.
- (57) Hernández C, Durán A, Cortés MC. Lesiones oculares y radiación ionizante. Revista Colombiana de Cardiología 2020 marzo;27:72-78.
- (58) Tenkate T, Adam B, Al-Rifai RH, Chou BR, Gobba F, Ivanov ID, et al. WHO/ILO work-related burden of disease and injury: Protocol for systematic reviews of occupational exposure to solar ultraviolet radiation and of the effect of occupational exposure to solar ultraviolet radiation on cataract. Environment International 2019;125:542-553.
- (59) Joshua A Salomon. OMS | Nuevos pesos de la discapacidad para la carga mundial de morbilidad. 2010; Available at: [file:///C:/Users/LEIDY/Downloads/OMS%20 %20Nuevos%20pesos%20de%20la%20discapacidad%20para%20la%20carga%20mundial%20de%20morbilidad.html](file:///C:/Users/LEIDY/Downloads/OMS%20%20Nuevos%20pesos%20de%20la%20discapacidad%20para%20la%20carga%20mundial%20de%20morbilidad.html). Accessed May 20, 2020.
- (60) Uwineza A, Kalligeraki AA, Hamada N, Jarrin M, Quinlan RA. Cataractogenic load – A concept to study the contribution of ionizing radiation to accelerated aging in the eye lens. Mutation Research/Reviews in Mutation Research 2019;779:68-81.
- (61) Paula Calles Alaguero. Seguridad ocular de la iluminación mediante luz en el espectro visible e invisible Universidad de Valladolid; 2019.
- (62) Alcocer P, Márquez C, Quintana F, Chalén S, Gamarra E. Quemaduras radioinducidas. Cirugía Plástica Ibero-Latinoamericana 2020 Jun 8,;46(1):107-114.

- (63) Ortiz JP, García A, de León CL, Vega H, Sánchez S. Rayos X inducen cambios en la viabilidad celular: expresión de Hsp70 y caspasa-8 en leucocitos humanos. *Ingenierías* 2019;22(84):35-42.
- (64) Magdalena Parrilla Álvarez. Efectos oculares secundarios al tratamiento quimioterápico y radioterápico en las patologías neoplásicas Universidad de Sevilla; 2019.
- (65) Gaviria Uribe A, Ruiz Gómez F, Dávila Guerrero CE, Burgos Bernal G, Osorio EJ, Watson Lewis G, et al. PROGRAMA NACIONAL DE ATENCIÓN INTEGRAL EN SALUD VISUAL 2016-2022. 2015.
- (66) Garzón LE, Borda Villegas E, Cortes Gonzalez JC, Ospina Solorzano GL, Torres Matiz A. Decreto del Sistema de Gestión de Seguridad y Salud. 2014 31 Jul,.
- (67) Consejo de Bogotá, D. C. PROYECTO DE ACUERDO 107 DE 2017. 2015 Dic 4,.
- (68) Ministerio de la Protección Social. DECRETO 1030 DE MARZO 30 DE 2007 - DECRETO 1030 DE 2007 -. 2007; Available at: <http://legal.legis.com.co/>. Accessed May 20, 2020.
- (69) American Industrial Hygiene Association. La estrategia para la evaluación de la exposición ocupacional. Estados Unidos: AIHA; 2010.
- (70) Threshold limit values and biological exposure indices. TLV's and BEI's 2020. Estados Unidos: ACGIH; 2020.
- (71) Hernández César Durán Ariel Cortés María. Suplemento de Radioprotección. *Revista Colombiana de cardiología* 2020 Mar;27(1):1-10.
- (72) López A Y. Importancia de la valoración de sensibilidad al contraste en la práctica optométrica. *Ciencia y Tecnología para la Salud Visual y Ocular* 2009 Jul-Dic;7(2):1-16.
- (73) Alío J, Rodriguez Prats JL. Buscando la excelencia en la cirugía de catarata. 21st ed. Barcelona, España: Editorial Glosa; 2006.
- (74) Administración de Seguridad y Salud Ocupacional. *Occup. Normas de seguridad y salud para el empleo en astilleros*. Departamento de trabajo de estado unidos 2020 Feb 18;:1.

10. ANEXOS

Archivo adjunto PDF para presentación de la información de los trabajadores expuestos a soldadura.