	<i>GESTIÓN DE SERVICIOS ACADÉMICOS Y BIBLIOTECARIOS</i>		<i>CÓDIGO</i>	<i>FO-GS-15</i>	
	<i>ESQUEMA HOJA DE RESUMEN</i>		<i>VERSIÓN</i>	<i>02</i>	
			<i>FECHA</i>	<i>03/04/2017</i>	
			<i>PÁGINA</i>	<i>1 de 1</i>	
<i>ELABORÓ</i>		<i>REVISÓ</i>		<i>APROBÓ</i>	
<i>Jefe División de Biblioteca</i>		<i>Equipo Operativo de Calidad</i>		<i>Líder de Calidad</i>	

## RESUMEN DEL TRABAJO DE GRADO

AUTOR(ES): NOMBRES Y APELLIDOS COMPLETOS

NOMBRE(S): EDISON JAVIER APELLIDOS: BASTO VILLAMIZAR

NOMBRE(S): KIMBERLY STEPHANY APELLIDOS: FLOREZ BOHORQUEZ

FACULTAD: INGENIERÍA

PLAN DE ESTUDIOS: INGENIERÍA DE MINAS

DIRECTOR: NOMBRE(S): RAIMUNDO ALONSO APELLIDOS: PEREZ GOMEZ

TÍTULO DEL TRABAJO (TESIS): PREVENCIÓN Y CONTROL DE ENFERMEDADES LABORALES GENERADAS POR EXPOSICIÓN A RADIACIÓN ULTRAVIOLETA EMITIDA POR EL SOL EN ACTIVIDADES MINERAS E INDUSTRIALES EN SUPERFICIE.

RESUMEN

En la actividad minera e industrial en superficie, es normal disponer de trabajadores que deben realizar labores a intemperie expuestos a los rayos ultravioleta de origen solar, que generan afectaciones en la salud de los trabajadores a corto, mediano y largo plazo, generando en mayor grado afectaciones en los ojos y en la piel tales como cataratas, quemaduras y fotoenvejecimiento y, en casos más graves, cáncer de piel y melanomas malignos; Por lo tanto, es importante la implementación de programas de prevención y control de enfermedades laborales que mitiguen los efectos que se pueden generar por la exposición a los rayos ultravioleta, así mismo que la normatividad colombiana contemple este factor de riesgo físico para de esta manera requerirle a los empleadores tomar las medidas de prevención y control respectivas.

PALABRAS CLAVE: Índice de radiación ultravioleta, Dosis eritémica, Fototipo de piel, Fotoprotección

CARACTERÍSTICAS: PÁGINAS: 120 PLANOS: 0 ILUSTRACIONES: 0 CD ROOM: 0

PREVENCIÓN Y CONTROL DE ENFERMEDADES LABORALES GENERADAS POR  
EXPOSICIÓN A RADIACIÓN ULTRAVIOLETA EMITIDA POR EL SOL EN  
ACTIVIDADES MINERAS E INDUSTRIALES EN SUPERFICIE.

EDISON JAVIER BASTO VILLAMIZAR

KIMBERLY STEPHANY FLOREZ BOHORQUEZ

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER

FACULTAD DE INGENIERÍA

PLAN DE ESTUDIOS DE INGENIERÍA DE MINAS

CÚCUTA

2022

PREVENCIÓN Y CONTROL DE ENFERMEDADES LABORALES GENERADAS POR  
EXPOSICIÓN A RADIACIÓN ULTRAVIOLETA EMITIDA POR EL SOL EN  
ACTIVIDADES MINERAS E INDUSTRIALES EN SUPERFICIE.

EDISON JAVIER BASTO VILLAMIZAR

KIMBERLY STEPHANY FLOREZ BOHORQUEZ

DIIRECTOR:

RAIMUNDO ALONSO PEREZ GOMEZ

Ing. de Minas, Esp. Msc

Monografía para optar al título de Ingeniería de minas de la Universidad Francisco de Paula  
Santander.

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER

FACULTAD DE INGENIERÍA

PLAN DE ESTUDIOS DE INGENIERÍA DE MINAS

CÚCUTA

2022

**ACTA DE SUSTENTACION DE UN TRABAJO DE GRADO**

FECHA: Cúcuta, 24 de noviembre de 2022

HORA: 8:00 p.m.

LUGAR: AUDITORIO DE TERREOS

PLAN DE ESTUDIOS: INGENIERIA DE MINAS

TITULO DE LA TESIS: **"PREVENCION Y CONTROL DE ENFERMEDADES LABORALES GENERADAS POR EXPOSICIÓN A RADIACIÓN ULTRAVIOLETA EMITIDA POR EL SOL EN ACTIVIDADES MINERAS E INDUSTRIALES EN SUPERFICIE."**

**JURADOS:** Ing. NORBERTO JUNIOR PEREZ RAMIREZ  
Ing. GERMAN MIGUEL MENDEZ  
Ing. YUD ALBEIRO ISAZA HERRERA


**ENTIDAD:** U. F. P. S.  
**ENTIDAD:** U. F. P. S.  
**ENTIDAD:** U. F. P. S.

**DIRECTOR:** Ing. RAIMUNDO ALONSO PEREZ GOMEZ

NOMBRE DE LOS ESTUDIANTE	CODIGO NUMERO	CALIFICACIÓN LETRA	CALIFICACIÓN		
			(A)	(M)	(L)
KIMBERLY STEPHANY FLOREZ B	1181145	4.4	CUATRO, CUATRO	APROBADA	
EDISON JAVIER BASTO V.	1181083	4.4	CUATRO, CUATRO	APROBADA	

OBSERVACIONES:

FIRMA DE LOS JURADOS:



Vº. Bº.

  
\_\_\_\_\_  
**COORDINADOR COMITÉ CURRICULAR**

## Tabla de contenido

	Pág.
1. Introducción	16
2. Título	19
3. Pregunta orientadora	19
4. Objetivo	19
5. Hipótesis.	20
6. Justificación.	20
7. Metodología.	22
8. Radiación ultravioleta RUV	23
8.1. Tipos de Radiación Ultravioleta	24
8.1.1. Radiación UV-A	24
8.1.2. Radiación UV-B.	24
8.1.3. Radiación UV-C.	25
8.2. Índice de Radiación Ultravioleta	25
8.2.1. Indicadores del índice de radiación ultravioleta UV en Colombia	29
8.3. Factores que Condicionan la Intensidad en la Radiación Ultravioleta.	31
8.3.1. Altitud	32
8.3.2. Latitud	32
8.3.3. Elevación solar.	32

8.3.4.	Reflexión	32
8.3.5.	Nubosidad.	33
8.3.6.	Polvo en suspensión o contaminación.	33
8.3.7.	Ozono atmosférico	33
8.4.	Percepción de la Radiación Ultravioleta Según el Tipo de Piel.	33
8.4.1.	La Piel	34
8.4.1.1.	La epidermis	35
8.4.1.2.	Dermis	36
8.4.1.3.	Hipodermis	37
8.4.2.	Clasificación por Fototipo de Piel	39
8.4.2.1.	Fototipo de Piel I.	39
8.4.2.2.	Fototipo de Piel II	39
8.4.2.3.	Fototipo de Piel III.	40
8.4.2.4.	Fototipo de Piel IV	40
8.4.2.5.	Fototipo de Piel V	40
8.4.2.6.	Fototipo de Piel VI	40
8.5.	Efectos en la Salud Por Exposición a la Radiación UV	41
8.5.1.	Efectos cutáneos	41
8.5.1.1.	Quemaduras solares, bronceado y enrojecimiento de la piel	41
8.5.1.2.	Cánceres de piel no melánicos	42

8.5.1.3.	Melanoma maligno	45
8.5.2.	Efectos Oculares	47
8.5.2.1.	Absorción y transmisión de rayos UV en el ojo	49
8.5.2.2.	Enfermedades oculares por radiación UV	51
8.5.3.	Sistema inmunológico	54
8.5.4	Estadísticas de Cáncer en Colombia.	58
8.6.	Tiempo máximo de exposición solar y factor de protección	62
8.6.1.	Dosis eritémica	63
8.6.2.	Tiempo máximo de exposición solar	64
8.6.3.	Seguimiento a la exposición a los rayos UV	65
8.6.4.	Medidas de fotoprotección	65
8.6.4.1.	Fotoprotección física o de barrera	66
8.6.4.2.	Agentes fotoprotectores (protector solar)	68
8.6.4.3.	Fotoprotectores físicos o minerales	70
8.6.4.4.	Fotoprotectores químicos u orgánicos	70
8.6.4.5.	Fotoprotectores orales	70
8.6.4.6.	Fotoprotección y la vitamina D	71
8.7.	Legislación	71
8.7.1.	Índice de radiación ultravioleta	71
8.7.1.1.	Normatividad colombiana.	72

8.7.1.2.	Normatividad Chilena	77
8.7.1.3.	Normatividad Peruana.	79
8.7.1.4.	Normatividad Argentina.	80
8.7.2.	Normatividad en Latinoamérica sobre protector solar	85
8.7.2.1.	Requisitos de etiquetado para los países latinoamericanos	89
8.8.	Metodología de identificación de peligros y valoración del riesgo y medidas de intervención	93
8.8.1.	Identificación de peligros	94
8.8.2.	Valoración del riesgo	95
8.8.3.	Medidas de intervencióndad que se evalúa para parametrizar y priorizar las medidas de intervención.	99
8.9.	Estructura de un Programa de Prevención y Control de Enfermedades Producto de la Exposición Solar en actividades mineras e industriales	100
8.10.	Medidas de prevención y control	101
8.10.1.	Medidas de prevención y control en la fuente	101
8.10.1.1.	Medidas de prevención	101
8.10.1.2.	Medidas de control	102
8.10.2.	Medidas de prevención y control en el medio.	102
8.10.2.1.	Medidas de prevención	102
8.10.2.2.	Medidas de control	103



8.10.3. Medidas de prevención y control en el trabajador	103
8.10.3.1. Medidas de prevención	103
8.10.3.2. Medidas de control	104
8.11. Ventajas de la Implementación de un Programa de Prevención y Control de Enfermedades Producto de la Exposición Solar.	104
Conclusiones	106
Recomendaciones	109
Referencias bibliográficas	113

## Lista de ilustraciones

Ilustración 1 Absorción de la RUV en la Atmosfera	24
Ilustración 2 Tipos de RUV	25
Ilustración 3 Pirheliómetro de cavidad absoluta.	26
Ilustración 4 Pirheliómetro Eppley de incidencia normal (montado sobre un seguidor de sol).	27
Ilustración 5 Índice de Radiación UV con nubosidad a inicios del mes de abril de 2022	30
Ilustración 6 Índice de radiación UV en Colombia con cielos despejados a inicios del mes de abril de 2022	30
Ilustración 7 Factores que Condicionan la Intensidad en la Radiación Ultravioleta.	31
Ilustración 8 Penetración de los Rayos en la Piel.	34
Ilustración 9 La epidermis y sus componentes	35
Ilustración 10. Dermis	36
Ilustración 11 Tejido subcutáneo o hipodermis.	37
Ilustración 12 Anexos cutáneos.	38
Ilustración 13 Fototipos de piel.	40
Ilustración 14 Enrojecimientos y quemaduras en la piel	42
Ilustración 15 Tipos de lesiones por carcinoma basocelular.	43
Ilustración 16 Tipos de lesiones por carcinoma espinocelular	44
Ilustración 17 Metodología del ABCDE	46
Ilustración 18 Daño ocular producyo de los rayos UV	47
Ilustración 19 Variantes del melanoma maligno.	48
Ilustración 20 Efecto de las cataratas en el cristalino	49
Ilustración 21 Alcance de la radiación UV en las estructuras oculares	49

Ilustración 22 Absorción de rayos ultravioleta por las estructuras oculares	50
Ilustración 23 Evolución del Pterigión	51
Ilustración 24 Fases de la queratopatía	52
Ilustración 25 Evolución de cataratas por exposición a los rayos UV	52
Ilustración 26 Degeneración macular asociada a la edad	53
Ilustración 27 Afecciones asociadas a la exposición a los rayos UV.	54
Ilustración 28 Enfermedades autoinmunes	57
Ilustración 29 Distribución por genero de casos de cáncer a nivel nacional en el año 2020	58
Ilustración 30 Distribución por genero de los diferentes tipos de cáncer	59
Ilustración 31 Departamentos con mayores casos de cáncer de piel en Colombia	61
Ilustración 32 Tiempo de exposición máxima Vs fototipo de piel	64
Ilustración 33 Tiempo de protección a los rayos UV al aplicar protector solar	69
Ilustración 34 Comparativo entre fotoprotectores físicos y químicos	69

## Lista de tablas

Tabla 1 Clasificación de tipos de cáncer según los casos presentados por edades	60
Tabla 2 Tipos de cáncer de piel atendidos en el 2020	62
Tabla 3 Telas de alta protección contra los rayos UV	67
Tabla 4 Telas de baja protección contra los rayos UV	67
Tabla 5 Clasificación de textiles según el índice FPU	67
Tabla 6 Enfermedades laborales generadas por Radiación UV.	73
Tabla 7 Clasificación por enfermedades generadas por Radiación UV.	74
Tabla 8. Actividades y enfermedades causadas por la Radiación UV	80
Tabla 9. Listado de Sustancias, Agentes y Circunstancias de Exposición Cancerígenos.	80
Tabla 10 Comparativo entre legislaciones de Seguridad y Salud en el Trabajo en Latinoamérica que se enfocan en prevención de enfermedades laborales por tradición solar	83
Tabla 11 Comparativo de normatividad en Latinoamérica sobre protector solar	85
Tabla 12 Definición de protector solar en Latinoamérica	88
Tabla 13 Definición de radiación UV y factor de protección solar en Latinoamérica	89
Tabla 14 Requisitos para el etiquetado de los protectores solares	90
Tabla 15 Etiquetado de los factores de protección solar de los protectores solares	91
Tabla 16 Instrucciones de uso para productos de protección solar	92
Tabla 17 Leyendas no permitidas en el etiquetado de productos de protección solar	92
Tabla 18 Descripción de los efectos en seguridad y salud por niveles de daño	94
Tabla 19 Nivel de deficiencia	95
Tabla 20 Nivel de exposición	96
Tabla 21 Nivel de probabilidad	97

Tabla 22 Nivel de Consecuencia.	97
Tabla 23 Nivel de riesgo	98
Tabla 24 Significado nivel de riesgo e intervención	98
Tabla 25 Significado nivel de riesgo e intervención	99

## **Listado de cuadros**

Cuadro 1 Índice de Radiación Ultravioleta	27
Cuadro 2 Variantes de carcinoma basocelular	43
Cuadro 3 Variantes de carcinoma espinocelular.	44
Cuadro 4 Variantes del melanoma maligno.	47
Cuadro 5 Signos de alarma de inmunodeficiencia primaria	56
Cuadro 6 Principales tipos de cáncer por género	59
Cuadro 7 Clasificación de fototipo de piel y sus efectos en función de DME	63
Cuadro 8 Factor de protección solar según el índice de radiación UV y el tipo de piel	66
Cuadro 9 Nivel de deficiencia para radiaciones no Ionizantes	96

## **Listado de Anexos**

Anexo 1 Programa de Prevención y Control de Enfermedades Producto de la Exposición Solar en Actividades

mineras e industriales

116

## **1. Introducción.**

La demanda de minerales y sus subproductos obliga a las empresas contar con personal que realice todo tipo de actividades necesarias para suplir la necesidad del mercado; ante estas labores el trabajador se ve expuesto a diferentes factores de riesgo que pueden perjudicar su bienestar, por lo cual el estado en sus políticas debe considerar la seguridad de los trabajadores exigiendo al empleador presentar programas para prevención de enfermedades laborales derivadas de agentes de riesgo en el trabajo.

Es preocupante ver los efectos que se puede causar cuando el trabajador se expone a radiación ultravioleta sin protección alguna, donde los rayos solares producen efectos a corto, mediano y largo plazo, generando en mayor grado afectaciones en los ojos y en la piel tales como cataratas, quemaduras y fotoenvejecimiento hasta una patología y, en casos más graves, cáncer de piel y melanomas malignos.

En la actividad minera, ya sea a cielo abierto o subterránea, es normal disponer de trabajadores que deben realizar labores a intemperie expuesto a los rayos del sol en actividades como topografía, tolveros, patieros, operaciones mineras a cielo abierto como son arranque cargue y transporte de material, entre otras, que por su naturaleza se deben realizar a exposición de los rayos del sol. Situación similar se presenta en empresas que ejecutan la etapa de beneficio y transformación, donde se dispone de trabajadores en patios de almacenamiento de mineral y en otras actividades relacionadas con el proceso, expuestos a radiación ultravioleta (UV) de forma directa o indirecta. Los rayos UV alcanzan niveles tan altos que afectan la salud del trabajador en la mayoría de meses del año, según la zona geográfica en que se localiza la empresa. Por lo tanto, el empleador debe



garantizar a los trabajadores un espacio de trabajo libre de agentes de riesgo laborales con todas las medidas de protección y el suministro de los elementos de protección personal que garanticen el bienestar del trabajador; asimismo, debe capacitar al personal para que este realice un adecuado uso y la aplicación de protector solar, en los periodos de tiempo que sea necesario según el programa de prevención de enfermedades laborales.

Para la Secretaría de Salud Pública de Chile (2011)

“La radiación solar provoca efectos cutáneos en todo tipo de piel, pero, corren mayor riesgo las personas con piel clara, pelo rubio o pelirrojo y ojos claros, de 50 o más lunares en el cuerpo, con exposición solar considerable, con antecedentes de quemaduras solares en la infancia y con antecedentes personales y familiares de cáncer de piel” (p. 23).

Es así como el diseño e implementación de un programa de prevención de enfermedades laborales debe permitir al inspector de seguridad y salud en el trabajo, o a quien cumpla dicha función, llevar a cabo el protocolo que permita corregir y controlar aquellos factores que pueden ocasionar enfermedades laborales a los trabajadores, como es el caso de la exposición a radiación UV solar en algunas actividades de minería y beneficio y transformación que se realizan en la superficie. Por tal razón, la empresa debe optar por diseñar y poner en funcionamiento un programa de medicina preventiva y del trabajo donde se promueva la prevención y control de patologías relacionadas a factores de riesgos laborales a través de una programación de actividades, en los cuales se incluyen exámenes médicos de ingreso, periódicos y de retiro, diagnóstico y evaluación de las condiciones de salud de los trabajadores (con mayor énfasis en aquellos que presenten síntomas de malestar), inducción con énfasis en el conocimiento del SSGT junto con capacitaciones periódicas de los posibles riesgos a los cuales están expuestos los trabajadores, programas de vigilancia epidemiológica e investigación de enfermedades laborales;

es indispensable que dentro de estas medidas la empresa le dé la importancia necesaria al factor de riesgo físico por radiación UV.

Simultáneamente la empresa debe desarrollar medidas de control como inspección en el área de trabajo, entrega de dotación de EPPS como cofias, lentes con protección UV, overoles o ropa de trabajo apropiada, suministro continuo de protector solar, regulación de tiempos en los cuales el trabajador se encuentra expuesto a la radiación UV, además de llevar un registro diario de las condiciones climatológicas (informadas por el IDEAM) con el fin de evaluar el índice de radiación solar y tomar las medidas que sean pertinentes.

La revista CERO ACCIDENTES (2022) Señala que la OMS notifica diariamente el índice de radiación UV, junto con su intensidad por ubicación geográfica, con el programa de prevención la empresa debe evaluar los niveles de riesgo y tomar medidas de prevención y control, una vez haya corregido estos datos según la nubosidad, latitud, altitud e índice de reflectancia.

El Ministerio de Salud de Chile, en su Guía técnica Radiación ultravioleta de origen solar (2011), responsabiliza al empleador de “informar a los trabajadores el índice de radiación solar o publicarlo en un lugar visible y los niveles de riesgo por exposición junto a las medidas de control a aplicar, además se debe mantener un programa de capacitación sobre riesgo y efectos en la salud”.

En el desarrollo de este trabajo monográfico se tomó como base teórica guías técnicas, monografías, artículos de investigación, normatividad referente en diversos países más desarrollados en el tema de minería, entre otros documentos y datos que contribuyeron a la comprensión y enriquecimiento del tema; por consiguiente, esta monografía a nivel institucional servirá como apoyo en la formación de los estudiantes de ingeniería de minas y carreras afines y a

su vez como soporte en futuras investigaciones relacionadas con este tema, a nivel regional como guía para empleadores de empresas mineras y plantas de beneficio y transformación y a nivel nacional como soporte y complemento a la normatividad minera Colombiana establecida en el Decreto 539 del 8 de abril del 2022, por el cual se expide el nuevo reglamento de Higiene y Seguridad en Labores Mineras a Cielo Abierto y contribuirá al mejoramiento de las condiciones de seguridad y salud en el trabajo en minería en superficie (Decreto 539 DE 8 DE Abril 2022 Reglamento de Higiene y Seguridad En Las Labores Mineras a Cielo Abierto, 2022).

### **1. Título.**

Prevención y control de enfermedades laborales generadas por exposición a radiación ultravioleta emitida por el sol en actividades mineras e industriales en superficie.

### **2. Pregunta orientadora.**

¿De qué manera, un adecuado programa de prevención de enfermedades laborales mitiga y controla los efectos producidos por la radiación UV solar en actividades mineras e industriales realizadas en superficie?

### **3. Objetivo.**

Compilar información sobre los efectos de la radiación ultravioleta producto del sol y medidas de prevención, que permitan diseñar un adecuado programa, con el objetivo de mitigar y controlar

el factor de riesgo ambiental, que perjudica el bienestar de los trabajadores en actividades mineras e industriales que se realizan en superficie.

#### **4. Hipótesis.**

El diseño e implementación de un adecuado programa de prevención y control de enfermedades laborales por exposición a radiación UV en actividades mineras e industriales, permitirá mitigar y controlar los efectos en la salud de los trabajadores, producidas por un factor de riesgo ambiental, promoviendo el autocuidado y la aplicación de medidas de prevención y control técnicas y administrativas pertinentes.

#### **5. Justificación.**

En el desarrollo de actividades mineras realizadas en superficie y plantas de beneficio y transformación de los materiales, es importante contar con un área de trabajo, cuyas condiciones permitan mitigar y controlar la exposición a factores de riesgo que afectaran la salud de los trabajadores. Ejecutar estas labores requiere que los trabajadores estén expuestos a factores climáticos como lo es la radiación ultravioleta producto de los rayos solares que pueden producir enfermedades laborales, generando así un factor de riesgo para su salud. Esto requiere la implementación de programas de protección a la radiación ultravioleta, como lo estipula el decreto 1072 de 2015 que obliga al empleador realizar todos los programas y protocolos que le brinden al trabajador condiciones de higiene y seguridad en su área de trabajo.

Proporcionarle al trabajador estas condiciones requiere contar con la documentación necesaria para planear y ejecutar adecuadamente un programa de prevención y control contra enfermedades laborales producto de la radiación ultravioleta, que contemple los estándares y normas técnicas

necesarias para su implementación. Al respecto es necesario señalar que en el que el nuevo decreto 539 del 8 de abril del 2022, Reglamento de Higiene y Seguridad en Labores Mineras a Cielo Abierto, no contempla ni regula el factor de riesgo por radiación ultravioleta, situación alarmante ya que toda actividad que se realice a cielo abierto se verá afectada por los rayos solares independientemente en la actividad que se realice, según los factores que afecten el índice de radiación ultravioleta. Es de aclarar que en el artículo 258 del Decreto 2222 de 1993, anterior Reglamento de higiene y seguridad en labores mineras a cielo abierto, se establecía que: “Los trabajadores deberán estar protegidos por medios naturales o artificiales de las corrientes de aire y cambios bruscos de temperatura y de la humedad o sequedad excesiva. Cuando se presenten situaciones extremas de temperaturas altas o bajas que dificultan las labores mineras en condiciones normales y estas no pueden regularse por métodos convencionales, se tomarán las medidas necesarias tales como descansos o relevos periódicos, suministros líquidos y uso de ropa adecuada con el fin de minimizar los efectos perjudiciales sobre la salud humana”.

El Programa de Prevención y Control de Enfermedades Producto de la Exposición Solar en actividades mineras e industriales, cuya estructura se plantea en esta Monografía, está dirigido a empleadores y trabajadores de empresas mineras y plantas de beneficio y transformación y está orientado a disminuir el riesgo de generación de enfermedades laborales por exposición a los rayos solares y a minimizar y controlar el factor de riesgo ambiental que afecta al trabajador mediante rayos UV y sus efectos a corto, mediano y largo plazo, que pueden llegar a afectar los ojos y la piel del trabajador.

## 6. Metodología.

En esta monografía se emplea una metodología de tipo descriptiva y documental, en la cual se utilizaron fuentes de información sustentable como artículos de investigación, revistas de seguridad y salud en el trabajo, normatividad nacional e internacional, y videoconferencias, enfocados a la radiación ultravioleta, los posibles efectos en la seguridad y salud en el trabajador y programas que permitan mitigar y controlar dichos efectos. El análisis de resultados se realizó a través de la interpretación de los autores de esta monografía, mediante planes de acción que permiten enfocar la información en actividades mineras y de beneficio y transformación expuestas a radiación UV.

A continuación, se menciona la documentación que se tuvo en cuenta en esta investigación:

- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM).
- Índice UV Solar Mundial, Guía Práctica. OMS, OMM, PNUMA, y el ICNIRP (2003).
- Título VIII, Capítulo IV Temperatura y Humedad; Reglamento de Higiene y Seguridad en las Labores Mineras a Cielo Abierto (Decreto 2222, 1993 Colombia).
- Revista Medicina y Seguridad del Trabajo, eISSN 1989-7790
- Reglamento Sobre Condiciones Sanitarias y Ambientales Básicas en los Lugares de Trabajo (Decreto 594), Ministerio de Salud, Chile.
- American Cancer Society.
- Guía de Actuación y Diagnóstico De Enfermedades Profesionales, 02 Exposición a Radiaciones Ultravioletas, Superintendencia de Riesgos del Trabajo (SRT); Ministerio de Producción y Trabajo, Presidencia de la Nación, Argentina.

- Modelo Paramétrico de la Radiación Ultravioleta Global Para Cielos Claros en la Ciudad de Puno, Matías Huilca; Ciro Taipe, Universidad Nacional de Puno, Peru.
- Guía Técnica Radiación Ultravioleta de Origen Solar, Subsecretaría de Salud Pública, Chile.
- El Índice Ultravioleta en el Ámbito Laboral: Instrumento Educativo, Medicina y Seguridad del Trabajo, España.
- Radiaciones Ópticas: Metodología de Evaluación de la Exposición solar, Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo,
- Artículos científicos de tipo investigativo, a través de bases de datos como Science direct, Google Académico, comprendidos entre los años 2003 hasta la fecha 2022.

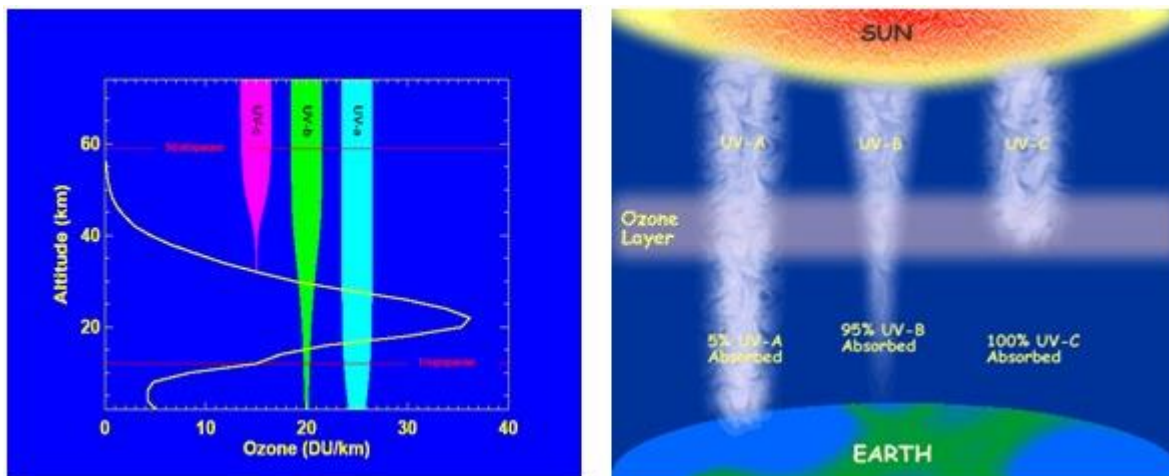
## **7. Radiación ultravioleta RUV.**

En labores a intemperie los trabajadores se exponen a condiciones climáticas entre ellas la radiación ultravioleta RUV que al no ser tratada trae consecuencias en la salud de los trabajadores, producto del trabajo por tiempos prolongados bajo el sol como son fatiga, falta de concentración, náuseas, quemaduras en la piel y afectaciones en la vista.

La radiación ultravioleta solar es la energía que emite el sol, y se propaga en todas las direcciones a través del espacio mediante ondas electromagnéticas. Esta energía es la que determina la dinámica de los procesos atmosféricos y el clima y esta energía es radiación electromagnética producto de las reacciones del hidrógeno en el núcleo del sol por fusión nuclear y emitida por la superficie solar.

La radiación electromagnética se puede ordenar en un espectro en diferentes longitudes de onda como se muestra en la Ilustración 1.

Ilustración 1 Absorción de la RUV en la Atmosfera



Fuente: (IDEAM, 2022)

## 7.1. Tipos de Radiación Ultravioleta

La radiación UV que alcanza la superficie de la tierra está compuesta en gran parte por la radiación UV-A (95%) y en menor grado por la UV-B (5%). La radiación UV que alcanza la troposfera es el motor de todos los procesos fotoquímicos en las capas bajas de la atmósfera de la Tierra como se muestra en la ilustración 2.

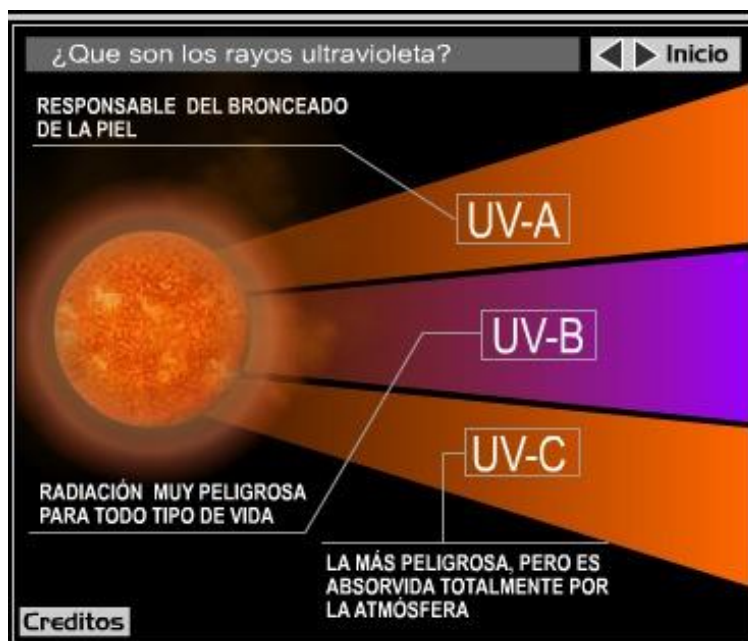
**7.1.1. Radiación UV-A.** Es la de menor magnitud energética en comparación con las demás, por lo tanto, es la que menos afecta a la salud, pero, es la que llega en mayor proporción a la tierra. Su longitud de onda oscila entre 320 y 400 nm.

**7.1.2. Radiación UV-B.** Llega en menor proporción a la superficie de la tierra en comparación a la UV-A porque parte de ella es absorbida por la capa de ozono, pero, es potencialmente dañina, su longitud de onda oscila entre 280 y 320 nm.



**7.1.3. Radiación UV-C.** No llega a la superficie de la tierra porque es absorbida por el oxígeno y el ozono en la estratosfera, su magnitud energética es la más alta en toda la gama de rayos ultravioleta, por lo tanto, es la más dañina. Su longitud de onda varía entre 100 y 280 nm.

Ilustración 2 Tipos de RUV



**Fuente:** Información técnica sobre la radiación ultravioleta, el índice UV y su pronóstico (Ballesteros, 2010)

## 7.2. Índice de Radiación Ultravioleta

El índice de radiación ultravioleta se encarga de medir la intensidad de energía solar en cada longitud de onda ponderada y su acción dañina sobre el hombre. El instrumento meteorológico utilizado para medir de manera precisa la radiación solar que incide sobre la superficie de la tierra es el pirheliómetro, este es usado para la medición de la radiación solar directa. Esto se consigue colocando el sensor normalmente en el foco solar, bien manualmente o bien sobre un montaje ecuatorial. Hay varios tipos de instrumentos que la Organización Meteorológica Mundial (OMM)

clasifica como patrones primarios y secundarios, a continuación, se describen los dos tipos de pirheliómetros.

- **Pirheliómetro de Cavity Absoluta.** El instrumento posee dos cavidades cónicas idénticas, una externa, que se calienta al estar expuesta a la radiación solar, mientras la otra cavidad, oculta en el interior del instrumento, se calienta utilizando energía eléctrica hasta obtener una temperatura igual a la cavidad externa, asignándose el valor de la energía eléctrica consumida como el valor de la radiación solar incidente. La Ilustración 3 presenta el pirheliómetro de cavity Absoluta, correspondiente al modelo de patrón nacional del que dispone el IDEAM

Ilustración 3 Pirheliómetro de cavity absoluta.



Fuente: (IDEAM)

- **Pirheliómetros Secundarios.** Son Instrumentos que miden la radiación solar directa, se calibran por ínter comparación con un Pirheliómetro de cavity absoluta. Uno de los varios diseños existentes en el mundo es el pirheliómetro EPPLEY de incidencia normal de la Ilustración 4, que posee un sensor de termopila compensada de bismuto-plata con 15 juntas y un tiempo de respuesta de aproximadamente 20 s. Este instrumento requiere de un dispositivo que le permita seguir el movimiento del Sol durante su tránsito diurno por el cielo. Este pirheliómetro es muy estable y puede emplearse como patrón secundario para calibrar otros instrumentos. En Colombia se emplea, aunque no es de uso generalizado ni permanente.

Ilustración 4 Pirheliómetro Eppley de incidencia normal (montado sobre un seguidor de sol).



Fuente: IDEAM

El índice de radiación ultravioleta es la unidad de medida del nivel de RUV, indica la intensidad de la radiación UV-B en la superficie de la tierra, se expresa en una escala adimensional de 1 a 11+, siendo 11 el límite superior en la escala de medición, pero, este valor puede ser superior en algunas regiones. El Cuadro 1 muestra los intervalos de valores del IUUV clasificando por colores cada categoría. A mayor IRUV aumenta la probabilidad de afectaciones en la piel y ojos. (Ballesteros, 2010)

Cuadro 1 Índice de Radiación Ultravioleta

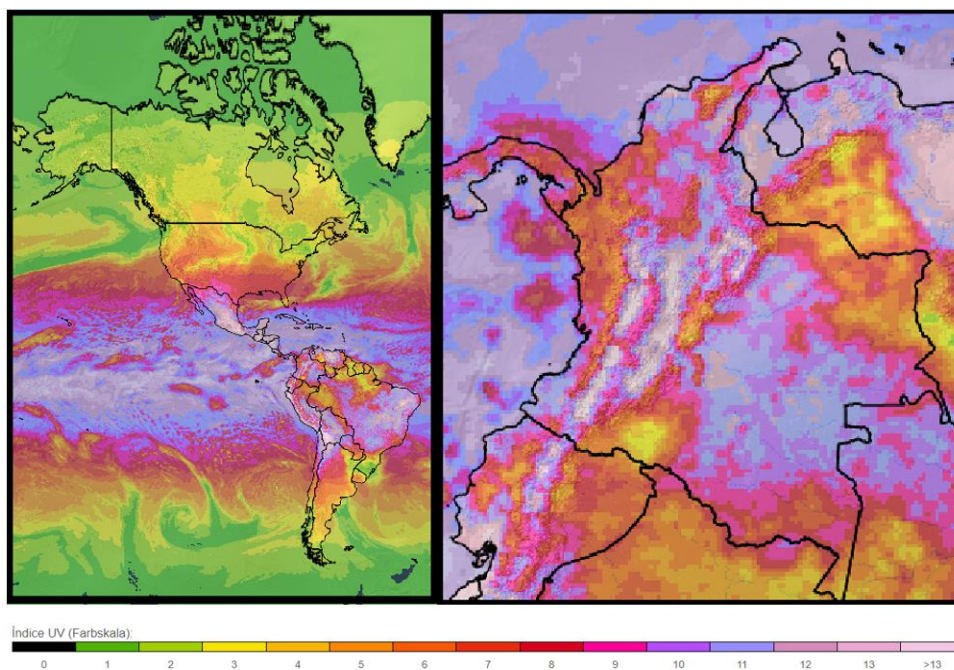
CATEGORÍA DE EXPOSICIÓN	INTERVALO DE VALORES DEL IUUV
<b>BAJA</b>	<b>&lt; 2</b>
<b>MODERADA</b>	<b>3 A 5</b>
<b>ALTA</b>	<b>6 A 7</b>
<b>MUY ALTA</b>	<b>8 A 10</b>
<b>EXTREMADAMENTE ALTA</b>	<b>11+</b>

Fuente: Índice UV solar, Guía práctica. OMS, OMM, PNUMA y el ICNIRP, 2003).

El índice UV es la magnitud de radiación que pronostica la intensidad de radiación solar que llega a la superficie de la tierra cuando el sol está en el punto más alto en el cielo. Este índice está relacionado con la elevación del sol en el cielo, la capa de ozono y la nubosidad. Pero la densidad de las nubes minimiza en grandes niveles la RUV, sin embargo, ciertos tipos de nubes delgadas pueden aumentar el índice de radiación ultravioleta. (WeatherOnline, 2022).

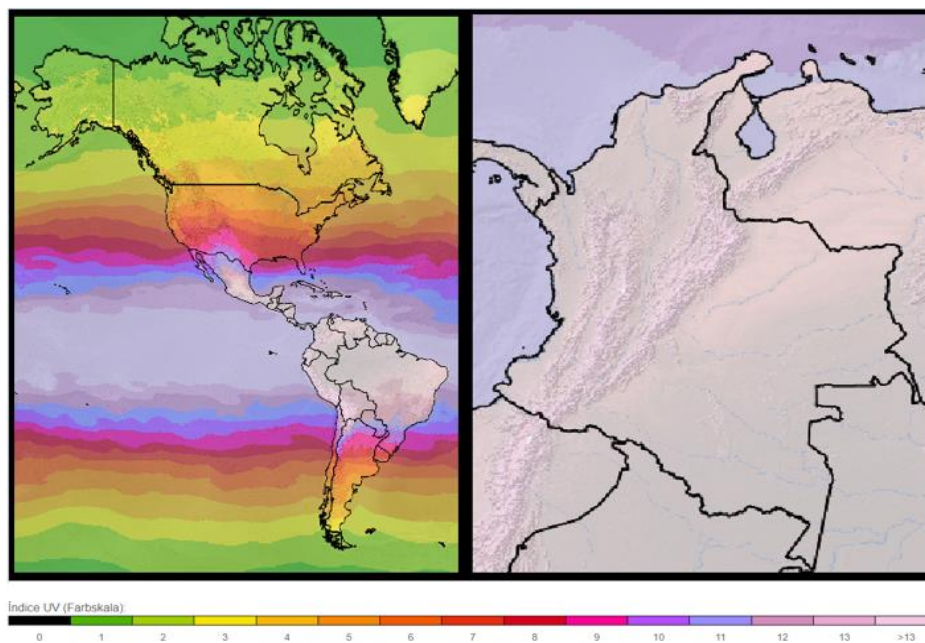
**8.2.1. Indicadores del índice de radiación ultravioleta UV en Colombia.** Basado en los estudios realizados desde 1998 por el Instituto de Hidrología Meteorología y Estudios Ambientales -IDEAM, en el aeropuerto el dorado de Bogotá se analizó que en los meses de diciembre a febrero el nivel de la capa de ozono presenta la menor cantidad. Es importante resaltar que la cantidad de ozono en la atmósfera varía a lo largo del año en Colombia, siendo el mes de enero el que presenta el nivel más bajo en el rango de 235 a 245 Unidades Dobson UD. (unidad de medida para determinar la cantidad de ozono en la columna atmosférica). A partir de febrero al mes de agosto incrementa la cantidad de ozono en la atmósfera presentando un rango de 270 a 280 UD. Y en septiembre disminuye hasta llegar a su unidad mínima que se presenta en enero. Con base a lo anterior en el periodo de septiembre a febrero el índice de radiación UV incrementa debido a que la distancia entre la tierra y el sol es más corta y la capa de ozono disminuye permitiendo mayor paso de los rayos UV a la superficie terrestre, lo que obliga a tener mayor prevención para evitar enfermedades en ojos y piel producto de la radiación solar. La Ilustración 5 muestra el índice de radiación UV con nubosidad en una escala de 1 a 13, siendo 1 el nivel mínimo y 13 el más alto, a la izquierda se observa la intensidad de radiación solar en América y a la derecha se muestra la intensidad de radiación UV en Colombia en estas condiciones con un índice que varía de 4 a 13. En la Ilustración 6 se observa un cambio en comparación con la Ilustración 5, este se debe a que en la Ilustración 6 se muestra el índice de radiación ultravioleta en cielos despejados donde los rayos entran con mayor facilidad a la superficie de la tierra y, por este motivo, el índice de radiación ultravioleta aumenta a 13 en todo el país para estas condiciones.

Ilustración 5 Índice de Radiación UV con nubosidad a inicios del mes de abril de 2022



Adaptado: Deutscher Wetterdienst (DWD), 2022.

Ilustración 6 Índice de radiación UV en Colombia con cielos despejados a inicios del mes de abril de 2022

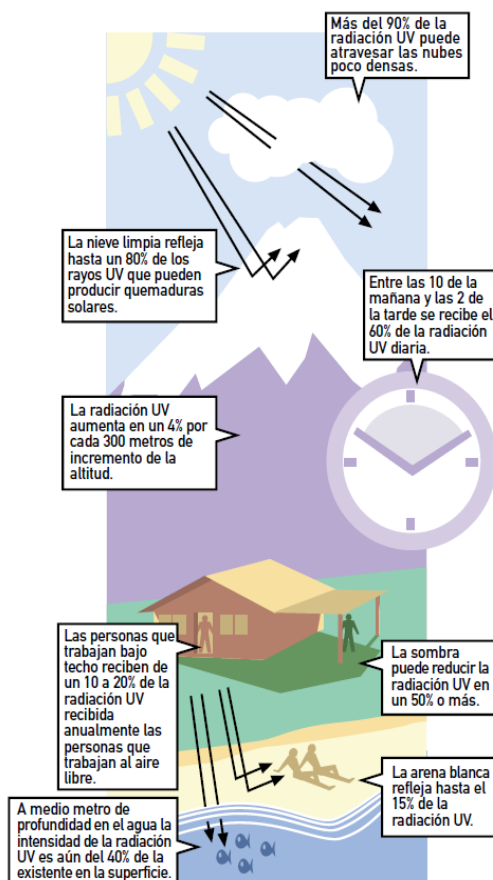


Adaptado: Deutscher Wetterdienst (DWD), 2022.

### 7.3. Factores que Condicionan la Intensidad en la Radiación Ultravioleta.

El espectro electromagnético de los rayos UV que llegan a la tierra no tienen la misma intensidad, ya que dependen de factores como la hora del día, latitud, altitud, climatología y las condiciones del área en las que el individuo se expone a los rayos del sol como se muestra en la Ilustración 7. En el caso de Colombia la radiación ultravioleta solar resulta ser más intensa ya que su ubicación geográfica se encuentra próximo a la línea del ecuador y la distancia al sol es menor; en comparación a los países que se encuentran al norte y sur del continente americano donde el índice de radiación ultravioleta es menor como son Canadá, el sur de Chile y Argentina debido a que se encuentran más lejos de la línea del ecuador.

Ilustración 7 Factores que Condicionan la Intensidad en la Radiación Ultravioleta.



Fuente: Índice UV solar, Guía práctica. OMS, OMM, PNUMA y el ICNIRP, 2003

A continuación, se describen los principales factores de riesgo que inciden en la intensidad de la radiación ultravioleta:

**7.3.1. Altitud.** A mayor altitud la atmósfera es más delgada, por lo que el flujo de fotones de radiación UV aumenta entre 11 y 14% por cada 1000 metros de elevación. (OMS; OMM; UNEP, n.d.). En zonas de alta montaña es más delgada la capa atmosférica que deben recorrer los rayos solares. (IDEAM, n.d.)

**7.3.2. Latitud.** La intensidad de RUV aumenta entre más cerca esté el sol al ecuador terrestre, ya que los rayos solares inciden perpendicularmente a la superficie terrestre con un menor recorrido en la capa de ozono. (Cortez et al., 2011).

**7.3.3. Elevación solar.** Cuanto más alto esté el sol mayor es la intensa de la radiación UV, esta varía según la hora del día y la época del año, entre las 10 a.m. y 2 p.m. son los horarios cuando el sol se encuentra en su máxima elevación, al incidir el sol más perpendicular a la superficie de la tierra el espesor a atravesar es menor y la atmósfera absorbe menos radiación. En el caso de los que están ubicados en la zona del trópico como Colombia las épocas del año donde se presenta mayor índice de radiación ultravioleta son a principios de año que es cuando la tierra se encuentra más cerca al sol (perihelio), y a mitad de año cuando la tierra está más alejada del sol disminuyen los índices de radiación ultravioleta (afelio).

**7.3.4. Reflexión.** La reflexión de los rayos solares varía según el tipo de superficie, siendo la nieve una de las superficies con mayor porcentaje de reflexión hasta un 80% de radiación UV, la arena seca alrededor del 15%, la espuma del agua del mar con un 25% y el concreto con 12% de reflexión. Aproximadamente un 95% penetra el agua, hasta un 50% de RUV llega a una profundidad de 3 metros. (Cortez et al., 2011).



**7.3.5. Nubosidad.** Las nubes condicionan la radiación UV, en cielos despejados el índice de radiación es mayor. Normalmente las nubes minimizan el paso de rayos UV a la superficie terrestre, pero, esto depende del tipo y grosor de las nubes, normalmente en cielos cubiertos y sol visible donde las capas de nubes son muy delgadas el índice de radiación solar tiende a aumentar.

**7.3.6. Polvo en suspensión o contaminación.** Al igual que las nubes el material en suspensión disminuye el IRUV., debido a que dispersa u obstaculiza el paso de los rayos UV a la superficie terrestre. (Ballesteros, 2010).

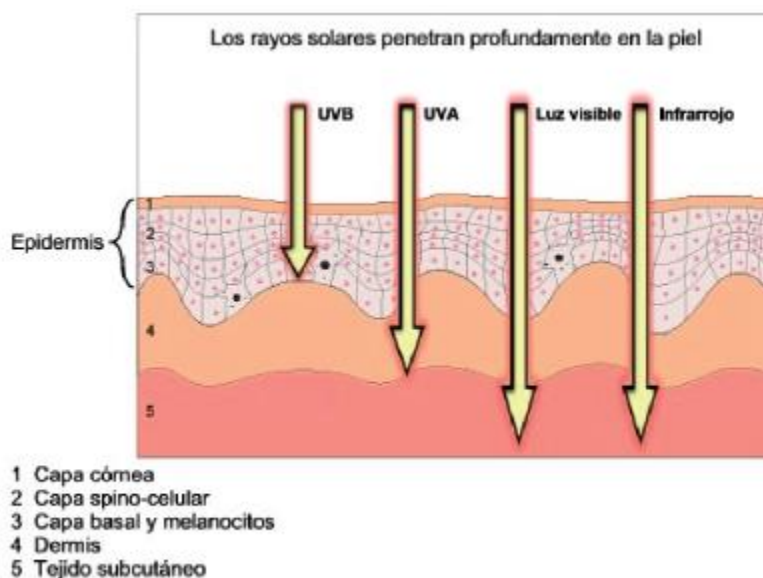
**7.3.7. Ozono atmosférico.** La capa de ozono absorbe y dispersa la radiación UV solar. La radiación UV-C es totalmente absorbida por las moléculas de ozono y el oxígeno, la radiación UV-B en su mayoría es absorbida en la estratosfera por el ozono, por lo cual solo el 5% de esta atraviesa la capa de ozono y llega a la superficie terrestre, por consiguiente, la radiación UV que llega a la superficie terrestre está compuesta por la radiación UV-A en su totalidad y alrededor del 5% de la radiación UV-B. La intensidad de la radiación ultravioleta está directamente relacionada con la cantidad de ozono, es decir en una zona donde la cantidad de ozono sea baja el índice de radiación ultravioleta aumenta, las zonas del trópico poseen los contenidos más bajos de ozono en el mundo, Colombia se encuentra en esta zona, por lo tanto, está expuesta a altos niveles de radiación ultravioleta durante el año.

#### **7.4. Percepción de la Radiación Ultravioleta Según el Tipo de Piel.**

Según el Ministerio de Salud de Chile y La Subsecretaría de Salud Pública, en su guía técnica de Radiación Ultravioleta de Origen Solar, los rayos UV que traspasan la estratosfera son esenciales para la vida terrestre; estos se clasifican en UVA, UVB y UVC, dependiendo de su longitud de onda es su capacidad de penetrar las capas de la piel. Los rayos UVC no llegan a la

superficie terrestre debido a que son totalmente absorbidos por la atmósfera al tener muy poca magnitud. Los rayos UVA tienen mayor penetración en la piel alcanzando la dermis y los rayos UVB llegan hasta la epidermis que son las primeras 3 capas de piel. En la Ilustración 8, se muestra la penetración de los diferentes rayos UV en la piel y la profundidad que estos alcanzan en las capas de la piel.

Ilustración 8 Penetración de los Rayos en la Piel.



Fuente: Radiación Ultravioleta de Origen Solar, Guía Técnica, Ministerio de Salud Chile, 2011.

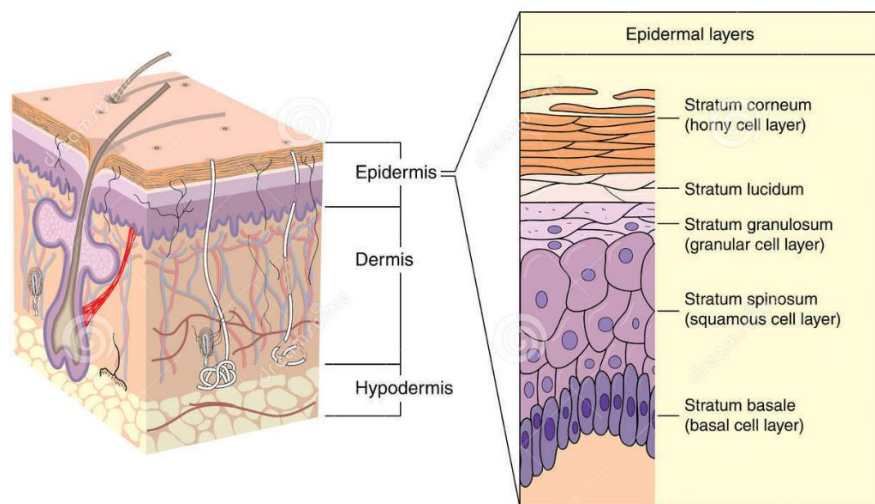
**7.4.1. La Piel.** La piel está compuesta por tres capas, la epidermis, la dermis y la hipodermis y sus anexos como bello, uñas y glándulas sudoríparas. En la mayoría de los casos los rayos ultravioletas pueden llegar a penetrar las dos primeras capas de la piel y producir lesiones leves como enrojecimiento o eritema, pero en los casos de exposición a los rayos UV sin ningún tipo de protección y por tiempos prolongados puede ocasionar lesiones más serias que afectan la piel.

**7.4.1.1. La epidermis.** Es considerada como la capa externa de la piel y se compone por dos tipos de células, las dendríticas, en las que se encuentra las células de Langerhans y melatonitos y los queratinocitos que producen la queratina y función inmunológica (Ávila et al., 2020). Estas células se distribuyen en las siguientes capas:

- a) Capa córnea: Formada por células que no poseen núcleo y su grosor depende de la ubicación en la parte del cuerpo siendo manos y pies
- b) Capa lúcida: al igual que la capa córnea esta se encuentra en manos y pies
- c) Capa granulosa: compuesta por gránulos de queratohialina, y su grosor depende del estrato córneo
- d) Capa espinosa: se compone de células poligonales y en esta se encuentran también las células Langerhans las cuales tienen función inmunológica en la penetración de antígenos
- e) Capa basal: se compone de melanocitos que producen la melanina que da el color característico de la piel

En la Ilustración 9 se presenta un corte trasversal de la piel mostrando las diferentes capas de la epidermis

Ilustración 9 La epidermis y sus componentes

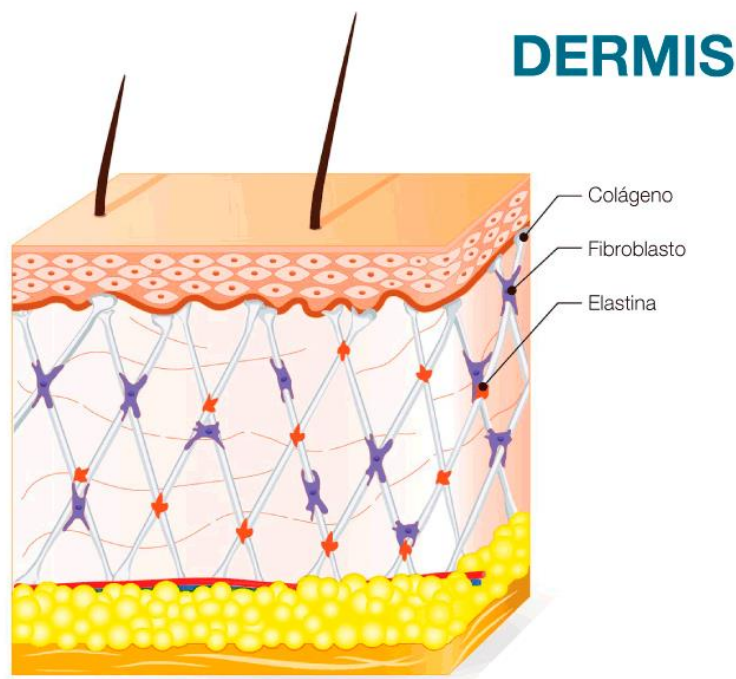


Fuente: (Dreamstime, 2022)

La melanina está compuesta por biopolímeros fenólicos o indólicos de alto peso molecular, muy estables, hidrofóbicos, insolubles en agua o solventes orgánicos. Existen cuatro tipos de melaninas que dependen de su composición como lo son las melaninas cafés o negras derivadas de la levodopa (3,4-dihidroxi-L-fenilalanina) (L-DOPA) y son llamadas eumelaninas, melaninas de color amarillos o rojizas que están compuestas de levodopa con cisteína, las piomelaninas de color café compuestas del ácido homogentísico a partir de tirosinasas y alomelaninas de color negro o café se encuentran compuestas de acetatos generados por la vía poliketido sintasa.

**7.4.1.2. Dermis.** Se encuentra inferior a la epidermis y es la encargada de sostener las estructuras de origen vascular y nerviosa y proteger a la epidermis, esta se compone del tejido conectivo formado por fibras colágenas, elásticas y reticulares y sustancia fundamental compuesta de glicosaminoglicanos o mucopolisacáridos ácidos y células (Ávila et al., 2020). En la Ilustración 10 se muestran los componentes de la dermis

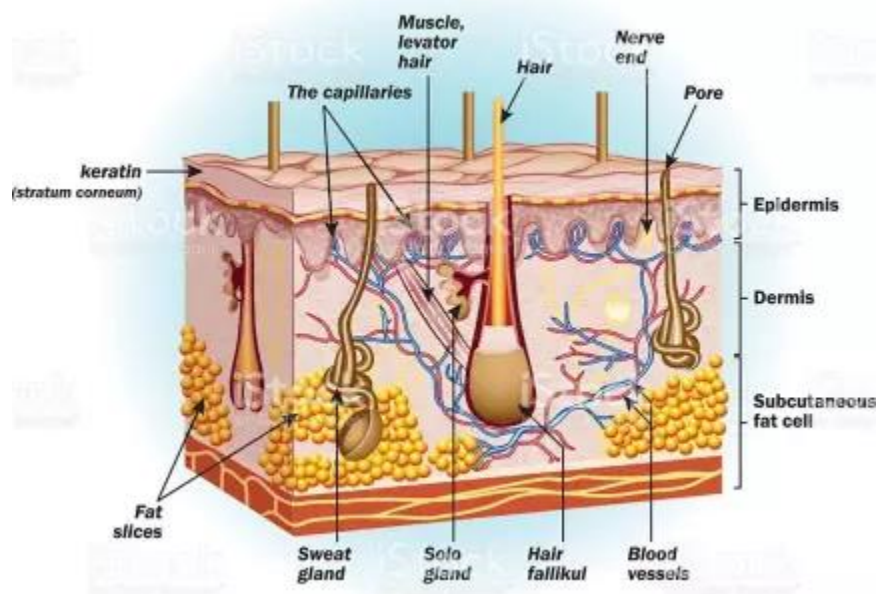
Ilustración 10. Dermis



Fuente: (meditip, 2019)

**7.4.1.3. Hipodermis.** También conocida como tejido celular subcutáneo o tejido adiposo, está conformada por células llamadas adipocitos, su principal función es el aislamiento térmico y soporte nutricional. La Ilustración 11 la ubicación del tejido subcutáneo en un corte trasversal de la piel.

Ilustración 11 Tejido subcutáneo o hipodermis.



Fuente: (Oriflame, 2013)

a. Anexos. Folículo piloso: se identifican fases como la anágena que se encarga del crecimiento de pelo, Catágena o fase de caída de pelo y fase telógena o fase de reposo. Las funciones del pelo es proteger la piel de factores ambientales y mejora la temperatura mediante la disipación de calor

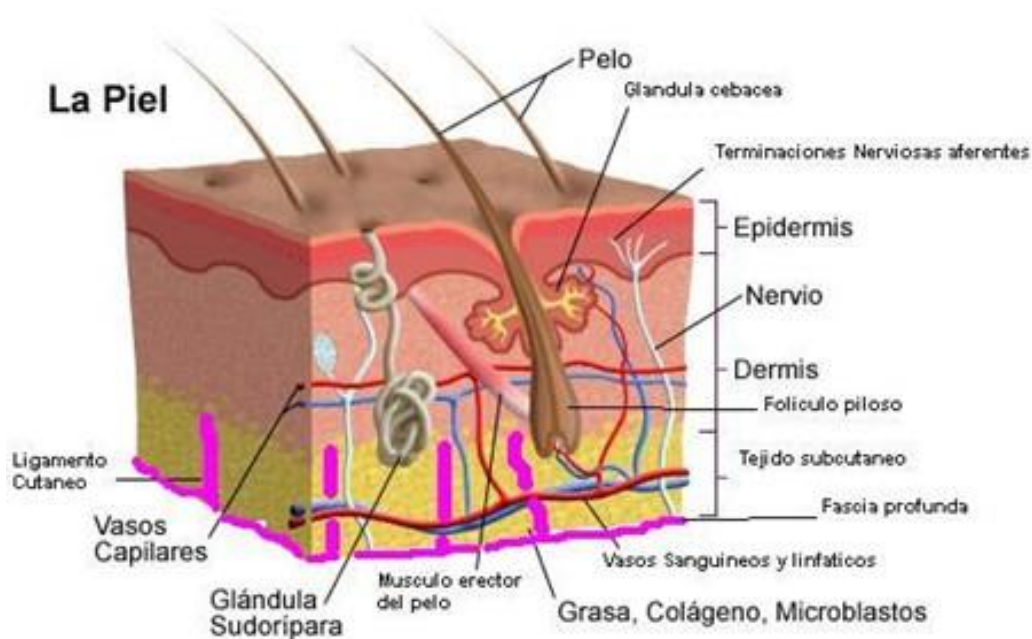
b. Glándula sebácea: tiene función derivada de la secreción de triglicéridos y fosfolípidos, su objetivo es proteger y lubricar la superficie de la piel.

c. Músculo pilo erector del pelo: banda de músculo liso originado de la dermis cuya función es producir la contracción de folículo piloso.

- d. Glándulas sudoríparas o ecrinas: producen el sudor para mantener la termorregulación de la piel cuando se expone a altas temperaturas
- e. Glándulas apocrinas: son glándulas odoríferas que confieren un olor característico a ciertas zonas del tegumento
- f. uñas: estructuras compuestas de queratina dura cuya función es proteger los dedos a nivel distal.

La Ilustración 12 muestra los anexos cutáneos y su ubicación en la piel

Ilustración 12 Anexos cutáneos.



Fuente: Anatomía y fisiología de la piel, García et al, 2011

Otros elementos de la piel son los vasos sanguíneos que llevan los nutrientes y el oxígeno a la dermis que se distribuyen en diferentes estructuras de la piel y el sistema nervioso en el que se encuentran estructuras como los corpúsculos de Meissner encargados del sentido del tacto que se localizan en palmas y plantas y los corpúsculos de Vater Pacini para la sensación de presión.

**7.4.2. Clasificación por Fototipo de Piel.** En actividades que requieren de cierta exposición al sol se debe tener en cuenta además de la intensidad y la frecuencia de la radiación, la sensibilidad y grado de tolerancia de cada persona a la radiación solar, ya que todos los tipos de piel reaccionan de manera diferente a la exposición a los rayos UV, por lo que se clasifican según los fototipos cutáneos, que indican el límite de tolerancia cutánea a la radiación UV según las características propias de cada tipo de piel.

El cabello como la piel poseen la melanina que es la encargada de aportar los colores característicos, las personas de cabello y piel oscuro poseen más melanina y esta tendrá más capacidad a soportar los rayos del sol y tardara más en aparecer el eritema sobre la piel (Uribe, 2017)

El dermatólogo Dr. Thomas Fitzpatrick graduado de la Universidad de Harvard desarrolló en 1975 una escala de clasificación según las características de la persona en cuanto a su color de cabello, tez, propensión al bronceado y tolerancia a la luz solar, denominados fototipos cutáneos, la Ilustración 13 representa los fototipos de piel según el doctor Fitzpatrick, los cuales se describen a continuación:

**7.4.2.1. Fototipo de Piel I.** Corresponde a tipos de piel clara que no se broncea, es muy probable que se quemase con mucha facilidad (solo basta de exponerse 10 minutos al sol), es un tipo de piel muy sensible que corresponde a una persona pelirroja con pecas, ojos claros y piel lechosa, requiere utilizar un factor de protección extremo (FPS 50+).

**7.4.2.2. Fototipo de Piel II.** Son tipos de piel blanca con ojos azules o pardos y color de pelo rubio o castaño, solo basta de 15 a 20 minutos de exposición al sol para quemarse, pero a diferencia del fototipo de piel I, se broncea ligeramente y necesita protección máxima (FPS 50+).



**7.4.2.3. Fototipo de Piel III.** Piel clara tirando a morena, cabello y ojos de cualquier color. Puede quemarse ligeramente, broncea progresivamente, presenta pocas pecas y necesita protección alta (FPS 50).

**7.4.2.4. Fototipo de Piel IV.** Piel morena Clara, ojos marrones y cabellos castaño, no presenta pecas y es muy poco probable que sufra quemaduras por el sol, se broncea bien, necesita protección solar moderada (FPS 30).

**7.4.2.5. Fototipo de Piel V.** Piel morena oscura, ojos y cabello color marrón oscuro o negro, no presenta pecas, muy difícil que se queme al exponerse al sol, se broncea fácilmente y necesita protección mínima (FPS 15).

**7.4.2.6. Fototipo de Piel VI.**

Piel negra, ojos y cabello color marrón muy oscuro o negro, no presenta pecas, no se quema al exponerse al sol, broncea fácilmente y necesita protección mínima (FPS 15).

Ilustración 13 Fototipos de piel.



Fuente: (Uribe, 2017)



## **7.5. Efectos en la Salud Por Exposición a la Radiación UV.**

Cada fototipo de piel posee diferente protección a los rayos del sol, esta disminuye por repetitivos periodos de tiempos de exposición y las veces en que se expone el individuo. Esta protección depende de factores como la capa córnea, el pigmento melánico (pigmentación temprana o tardía), el ADN, antirradicales libres, y fototipo cutáneo. La piel y los ojos son los órganos expuestos a la radiación solar, a continuación, se tratarán los efectos de los rayos del sol en estos órganos.

**7.5.1. Efectos cutáneos.** La exposición a los rayos solares pueden traer consigo efectos negativos que dependen de varios factores como lo son, fototipo de piel, hora del día, periodo de exposición, cota sobre el nivel del mar, nubosidad, entre otros; estos pueden ser agudos y crónicos en la piel, ojos y sistema inmunitario; la penetración de los rayos UV-A y UV-B en la piel, producen alteraciones en su estructura celular, esto provoca patologías cutáneas como regeneración de las especies de reactivación de oxígeno, generación de radicales libres, promueven la pigmentación irregular activación de la matriz de melanoproteínas que producen arrugas y alteraciones de fotosensibilidad. (Jara & Mercedes, 2015).

**7.5.1.1. Quemaduras solares, bronceado y enrojecimiento de la piel.** Las quemaduras en la piel por excesiva exposición al sol se le conoce como eritema, la mayoría de estas personas adquirirán un bronceado debido a la estimulación de producción de melanina en pocos días de exposición a los rayos UV. La piel tiende a adaptarse a la continua exposición al sol engrosando las capas más externas, disminuyendo la penetración de los rayos UV hacia las capas más profundas de la piel, este efecto es poco visible, pero ambos efectos alertan que la piel está siendo afectada por la radiación UV. Mencionado anteriormente, el tiempo de eritema y la capacidad de adaptación a la radiación UV depende principalmente del fototipo de piel de la persona. Si la

exposición a la radiación UV es excesiva puede producir degeneración en las células, cambios en el tejido fibroso y vasos sanguíneos de la piel como las pecas, lunares y manchas solares, produciendo el envejecimiento prematuro de la piel y la pérdida gradual de su elasticidad originando arrugas y una piel seca y áspera. En la Ilustración 14 se presentan casos de enrojecimiento y quemaduras de piel por exposición a rayos del sol para fototipo de piel II.

Ilustración 14 Enrojecimientos y quemaduras en la piel



Fuente: (Macri, 2019)

**7.5.1.2. Cánceres de piel no melánicos.** La agencia internacional para la investigación sobre el cáncer (IARC), clasificó la radiación UV como clase 1, comprobando que es el principal agente de riesgo que provoca cáncer cutáneo no melánico (CPNM) en humanos. Los CPNM se presentan con más frecuencia en partes del cuerpo como las orejas, el cuello, la cara y los antebrazos, por lo que una exposición por tiempo prolongado es una de las principales causas de padecer CPNM.

Los tipos de CPNM más comunes producidos por la exposición a radiación UV son carcinoma basocelular, carcinoma espinocelular y melanoma.

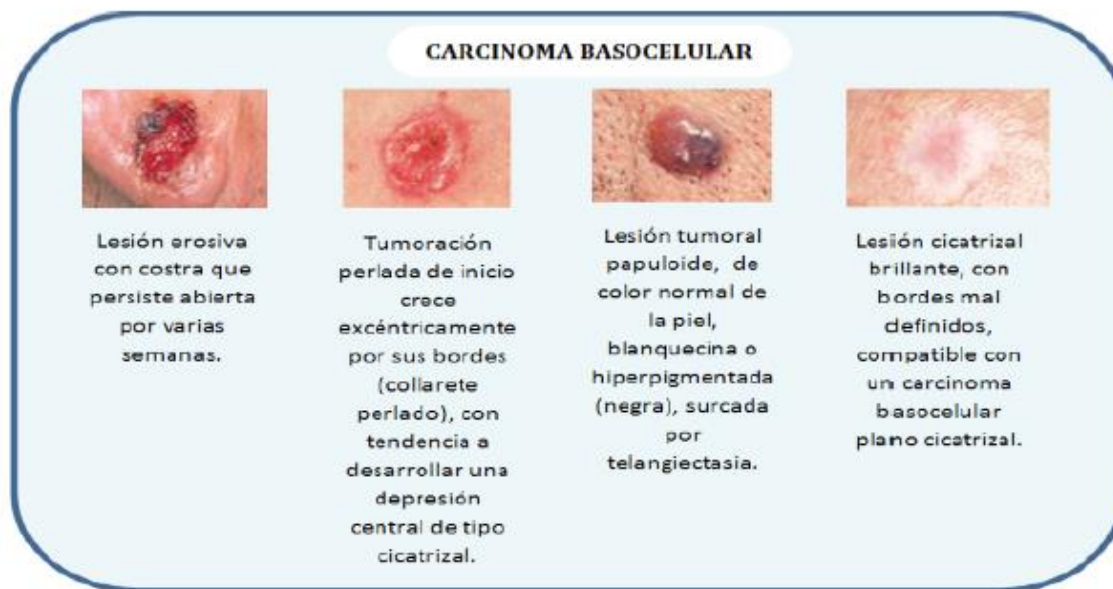
- El Carcinoma basocelular. Es el más frecuente y suele aparecer en las zonas más expuestas a la radiación UV, generalmente no produce metástasis, pero tiene un alto índice de morbilidad. El Cuadro 2 presenta las variantes de carcinoma basocelular y la Ilustración 15 los tipos de lesiones por carcinoma basocelular.

Cuadro 2 Variantes de carcinoma basocelular

	Variantes	Dermatoscopia	Histopatología
Carcinoma basocelular	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nodular</li> <li>• Superficial</li> <li>• Plano cicatrizal</li> <li>• Morfeiforme</li> <li>• Ulcus rodens</li> <li>• Terebrante</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vasos gruesos con ramificaciones (arboriformes).</li> <li>• Pigmentación azul-gris (en las variedades clínicas pigmentadas)</li> </ul>	Proliferación de células basaloideas atípicas que conforman grupos se disponen perpendicularmente al estroma que los rodea en la periferia.

Fuente: Autores, adaptación (Macri, 2019)

Ilustración 15 Tipos de lesiones por carcinoma basocelular.



Fuente: (Macri, 2019)

- Carcinoma espinocelular. Es el segundo tipo de CPNM en incidencia dentro de los factores malignos de piel y mucosas, corresponde al 20% de cánceres cutáneos no melanoma y es común en personas de piel clara con exposición prolongada al sol. La persistencia de dermatosis inflamatorias e infecciosas crónicas, traumatismos e irritaciones crónicas y las queratosis actínicas, pueden ser causales del carcinoma espinocelular. Si se detecta y trata a tiempo su posibilidad de

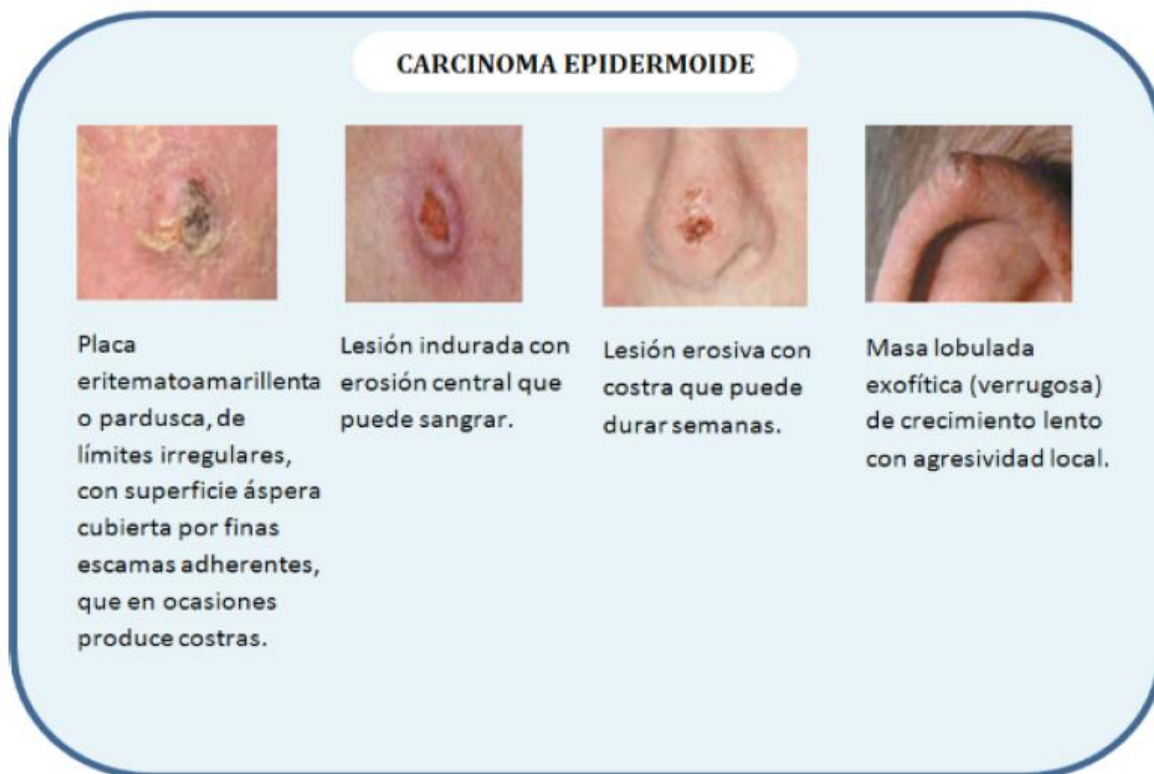
curación es del 95%. La sospecha de carcinoma espinocelular frente a lesiones con escamas adherentes, úlceras o de carácter inflamatorio o infecciosas que sean crónicas y/o persistentes en cualquier localización, obliga a realizar una biopsia cutánea. (Macri, 2019). En el Cuadro 3 se describen las variantes de carcinoma espinocelular y sus hallazgos dermatoscópicos e histopatológicos y la Ilustración 16 las lesiones que genera en la piel.

Cuadro 3 Variantes de carcinoma espinocelular.

Variante Cec	Clínica	Histopatología	Dermatoscopia
Carcinoma epidermoide constituido	Tumorações o úlceras induradas o formas combinadas	Proliferación de queratinocitos atípicos que infiltran dermis	No tiene un patrón específico
Carcinoma epidermoide in situ	Placas eritematoescamocostrosas en tronco y miembros (bowen) o genitales (Queyrat). Pápulas pigmentadas múltiples	Proliferación de queratinocitos atípicos intraepidérmicos	No tiene un patrón específico

Fuente: Autores, adaptación (Macri, 2019)

Ilustración 16 Tipos de lesiones por carcinoma espinocelular



Fuente: (Macri, 2019)

**7.5.1.3. Melanoma maligno.** Tumor que se deriva de la proliferación de melanocitos atípicos, que pueden o no producir pigmento con gran cantidad de metástasis que lo convierte en la neoplasia que más afecta la piel. Principalmente se presenta entre los 20 y 60 años de edad siendo una de las neoplasias más comunes en adultos jóvenes. (Macri, 2019).

Representa del 4 a 5% de los tipos de cáncer de piel y es el que más mortalidad ocasiona, generalmente afecta a hombres en el tronco y a mujeres en las extremidades inferiores. Este tipo de cáncer incide principalmente en hombres, pero, en edad menor a 44 años afecta más a mujeres que a hombres, y la incidencia aumenta si se incrementa la exposición a RUV. (Borge, 2013).

La metodología del ABCDE para sospecha de melanoma, requiere de una dermatoscopia orientada y la confirmación histopatológica, El alto potencial metastatizante merece un manejo inmediato para que el tratamiento sea oportuno. En la Ilustración 17 se presenta la regla del ABCDE caracterizando la presencia de un melanoma.

## Ilustración 17 Metodología del ABCDE



Fuente: (Macri, 2019)

En el Cuadro 4 se presenta las variantes del melanoma maligno, donde en la segunda columna especifica cada melanoma desde in situ hasta desmoplástico, en la columna DERMATOSCOPIA se presentan los criterios que se tuvieron en cuenta para el estudio de la lesión cutánea, en la cuarta columna HISTOPATOLOGÍA se presenta el estudio realizado para el diagnóstico de tumores sin tener en cuenta el tejido donde se aloje, y en la columna 5, INMUNOHISTOQUÍMICA es el procedimiento de coloración que se realiza sobre el tejido canceroso fresco o extirpado durante la biopsia, S-100 es la proteína detectada en el sistema nervioso que se encuentra en las células de melanoma y sirve como indicador de diagnóstico para este tipo de tumor y HMB-45 es el grupo de anticuerpos aplicados para buscar reactivos específicos en el melanoma.

Cuadro 4 Variantes del melanoma maligno.

	Variantes	Dermatoscopia	Histopatología	Inmunohistoquímica
Melanoma	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Melanoma in situ</li> <li>• Melanoma léntigo maligno</li> <li>• Melanoma de extensión superficial</li> <li>• Melanoma nodular</li> <li>• Melanoma acral lentiginoso</li> <li>• Melanoma de mucosas</li> <li>• Meloma desmoplásico</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Criterios mayores: red atípica de pigmento velo-azul-grisáceo y patrón vascular atípico.</li> <li>• Criterios menores: patrón en rayas irregular, puntos o glóbulos irregulares y regresión.</li> </ul>	Proliferación de melanocitos atípicos.	S-100 Y HMB-45

Fuente: Autores, adaptación (Macri, 2019)

**7.5.2. Efectos Oculares.** Los ojos están protegidos por el arco superciliar de las cejas y pestañas, al recibir los rayos del sol se activa la constricción pupilar y el reflejo de cierre parcial de los párpados minimizando la penetración de los rayos UV. Sin embargo, a la exposición de reflexiones por arena, nieve y agua a nivel extremo las defensas corporales contra estos peligros son limitadas. La Ilustración 18 presenta el daño ocular producido por los rayos del sol a corto, mediano y largo plazo.

Ilustración 18 Daño ocular producido por los rayos UV



Fuente: (Acuvue eye health advisor, 2010.)

De las alteraciones oculares más frecuentes y agudas debido a la RUV son la fotoqueratitis y la fotoconjuntivitis. Estas reacciones inflamatorias de los tejidos subcutáneos que son altamente sensibles del globo ocular y del párpado son similares a las quemaduras solares en la piel y aparecen tiempo después de la exposición a los rayos UV. La Ilustración 19 presenta los síntomas en los ojos producto de la fotoconjuntivitis y fotoqueratitis.

Ilustración 19 Variantes del melanoma maligno.

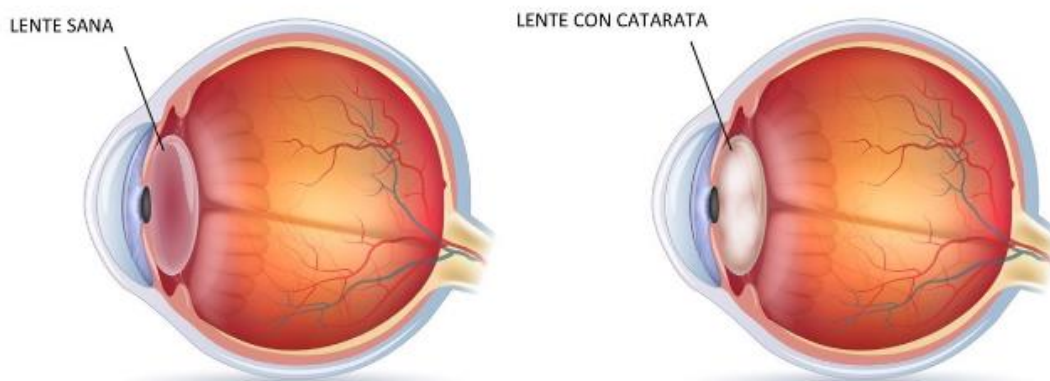


Fuente: (Macri, 2019)

Las cataratas se producen por pérdida de las proteínas del lente natural del ojo (cristalino), acumulan pigmentos y aumentan la opacidad del cristalino causando ceguera. Aunque las personas presentan diferentes grados de cataratas, la exposición a los rayos UV son su causa principal. (OMS; OMM; UNEP, n.d.). La Ilustración 20 compara el cristalino en condiciones sanas con uno afectado por cataratas donde se observa que en la derecha el cristalino ha perdido transparencia y se torna de un color claro con respecto al ejemplo de la izquierda que está en condiciones sanas.



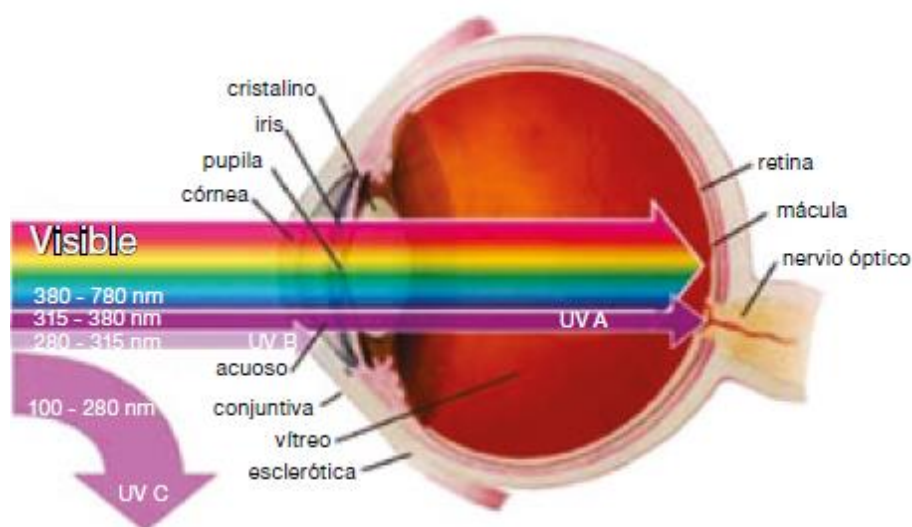
Ilustración 20 Efecto de las cataratas en el cristalino



Fuente: Proviscu, 2016

**7.5.2.1. Absorción y trasmisión de rayos UV en el ojo.** Las moléculas pigmentadas del ojo tienen la función de absorber la luz, la retina es la más afectada por los rayos UV, pero solo el 1% de los rayos ultravioleta alcanzan la retina, un alto porcentaje de los rayos UV son filtrados principalmente por estructuras oculares como la córnea y el cristalino. (Andre et al., 2016), en la Ilustración 21 se presenta los tipos de radiación ultravioleta y su longitud de onda y el alcance que tienen en las estructuras oculares

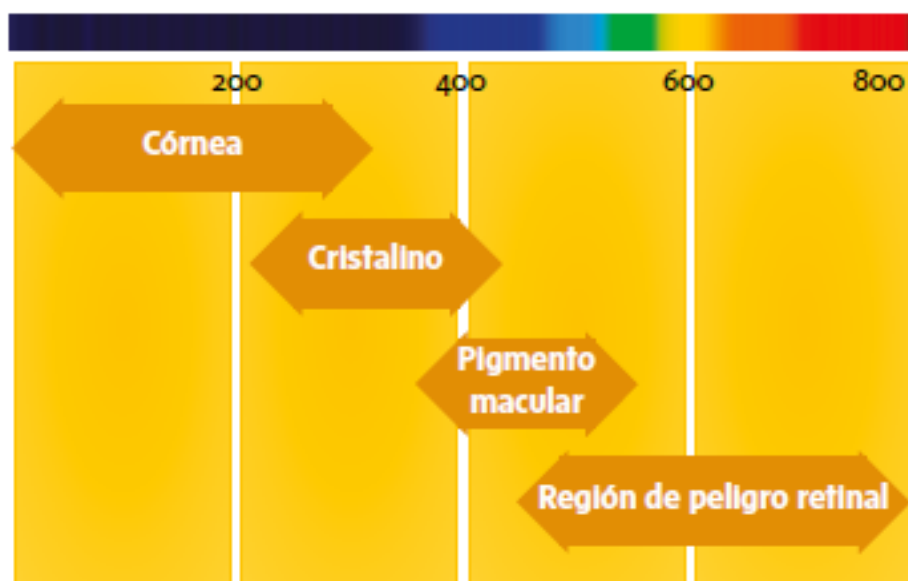
Ilustración 21 Alcance de la radiación UV en las estructuras oculares



Fuente: El ojo y la radiación solar ultravioleta, (Andre et al, 2016)

La adsorción de los rayos ultravioleta por los tejidos oculares varía según la longitud de onda. La córnea adsorbe los rayos UV cuya longitud de onda es menor a 295nm incluyendo los rayos UV-C y parte de los rayos UV-B, inverso a la córnea, el cristalino sufre cambios en la absorción de rayos ultravioleta a medida que este envejece, esta toma color amarillo con la edad haciendo que absorba más longitudes de onda de los rayos UV, así pues, mientras la córnea absorbe longitudes de onda de 295nm, el cristalino adulto absorbe longitudes de onda de hasta 400nm. A edades tempranas, el cristalino trasmite el 75% de los rayos ultravioleta, en adultos mayores a 25 años esta transmisión disminuye hasta 10%, por lo que se recomienda proteger los ojos desde edad temprana. El cristalino y la córnea funcionan como un sistema de filtro de rayos UV, eliminando en su totalidad los rayos UV-C y gran cantidad de los rayos UV-B y UV-A, pero, afecta a la córnea y el cristalino por la exposición a los rayos UV., la Ilustración 22 representa la absorción de rayos UV por las estructuras oculares, donde se observa que el pigmento muscular y la retina son afectados por longitudes de onda mayores a 400 nm generando enfermedades como queratopatía, pterigión y cataratas.

Ilustración 22 Absorción de rayos ultravioleta por las estructuras oculares



Fuente: (Andre et al, 2016)

**7.5.2.2. Enfermedades oculares por radiación UV.** Las enfermedades oculares por exposición a rayos UV tienen alto impacto en la sociedad, los problemas de visión provocan pérdida de productividad y su tratamiento aumentan los costos sanitarios que se suma a la carga económica por pérdida de productividad. (Andre et al., 2016)

A continuación, se describen las principales enfermedades oculares generadas por radiación UV:

a) **Pterigión:** es el más prevalente en zonas próximas al ecuador, alturas elevadas sobre el nivel del mar y zonas de alta reflectividad del suelo. De no tratarse mediante operación este puede invadir la córnea central y provocar ceguera en casos más graves. Aunque la operación elimina el tejido anormal y reconstruye la conjuntiva bulbar o limbo afectado, esta requiere de tiempo, es altamente costosa y tiene posibilidad de reaparecer. La Ilustración 23 presenta la evolución del pterigión desde condición sana hasta la más severa.

Ilustración 23 Evolución del Pterigión

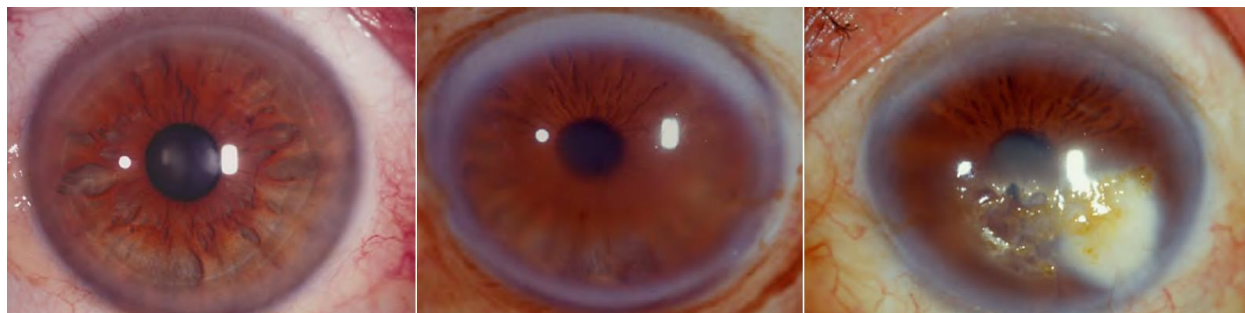


Fuente: (Johnson & Johnson, 2022)

b) **Queratopatía climática en gotas:** es una afección que acumula material translucido en el estroma corneal entre los párpados, esta enfermedad provoca una discapacidad visual importante, se cree que el material translucido se trata de proteínas plasmáticas desnaturalizada por exposición a los rayos ultravioleta (Urrets, 2007). La Ilustración 24 presenta la queratopatía en tres etapas donde la imagen de la izquierda muestra su fase inicial o grado 1 con aparición de múltiples depósitos translucidos distribuido en forma apretada bajo el epitelio corneal que da aspecto

empañado, en la parte central el grado 2 que se extiende en forma de banda hacia el centro de la córnea que cubre dos terceras partes de los inferiores y central de la córnea, y a la derecha la enfermedad en su estado más severo con vesículas más grandes con colores traslucidos, amarillentos o ambarinas.

Ilustración 24 Fases de la queratopatía



Fuente: Queratopía climática en la Argentina (Julio Urrets, 2007)

c) Catarata: Es la principal causa de la ceguera y los rayos UV se han establecido como el principal factor de riesgo. Como la córnea enfoca y concentra la luz en el limbo nasal inferior y la corteza del cristalino. Estudios han observado que la catarata cortical temprana suele producirse en el cuadrante nasal inferior del cristalino, exactamente lo que se podría prever si los rayos UV influyeran en el desarrollo de la catarata cortical. En la Ilustración 25 se presenta la evolución de las cataratas por exposición a los rayos UV desde sus efectos más leves hasta el más severo que puede causar ceguera.

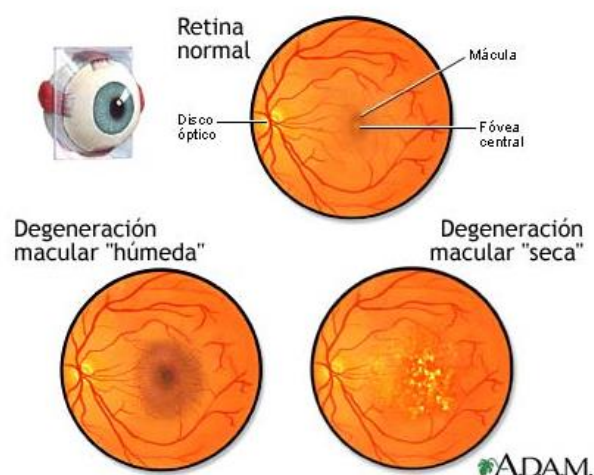
Ilustración 25 Evolución de cataratas por exposición a los rayos UV



Fuente: (Johnson & Johnson, 2022)

d) Degeneración macular asociada a la edad DMAE: Es uno de los efectos a largo plazo por la exposición directa a los rayos UV, se presenta comúnmente en personas mayores de 60 años, razón por la cual se denomina DMAE. Es un trastorno que afecta lentamente la visión central y aguda, lo cual dificulta la lectura y visualización de detalles finos; La retina se encarga de transformar la luz e imágenes que entran al ojo en señales nerviosas que llegan al cerebro. La mácula es un punto amarillo en el centro de la retina esta hace que la visión sea más nítida y detallada, existen dos tipos de DMAE que son seca y húmeda, la primera cuando los vasos sanguíneos bajo la mácula se vuelven delgados y frágiles y la DMAE húmeda ocurre al 10% de la población con degeneración macular donde bajo la mácula crecen nuevos vasos frágiles y anormales que dejan escapar sangre y líquido siendo una de las mayores causas de pérdida de visión asociadas a la edad. La Ilustración 26 presenta en la parte superior la retina en condiciones normales y en la parte inferior la retina afectada por la DMAE en sus dos casos, a la izquierda degeneración macular húmeda con los vasos sanguíneos anormales y a la derecha la degeneración macular seca con adelgazamiento de la retina y depósitos blancos que se forman dentro de la misma.

Ilustración 26 Degeneración macular asociada a la edad



Fuente: (MedlinePlus, 2021)

En la Ilustración 27 se relacionan las afecciones oftálmicas que se han asociado con la exposición a los rayos ultravioleta.

Ilustración 27 Afecciones asociadas a la exposición a los rayos UV.

Afecciones oftálmicas en las que los rayos UV se han relacionado con la patogénesis	
<b>PÁRPADO</b>	Arrugas; quemaduras del sol, reacciones fotosensibles, tumores malignos — carcinoma de células basales, carcinoma de células escamosas—
<b>SUPERFICIE OCULAR</b>	Pinguécula, pterigión, queratopatía climática (queratopatía de Labrador), queratitis (ceguera por destello, ceguera de la nieve), displasia y tumores malignos en la córnea o conjuntiva
<b>CRISTALINO</b>	Catarata cortical
<b>ÚVEA</b>	Melanoma, miosis, dispersión pigmentaria, uveítis, incapacidad de la barrera hematoocular
<b>VÍTREO</b>	Licuefacción
<b>RETINA</b>	Degeneración macular asociada a la edad

Fuente: El ojo y la radiación solar ultravioleta, (Andre et al, 2016)

**7.5.3. Sistema inmunológico.** Es el mecanismo de defensa contra infecciones y cáncer, normalmente reconoce y responde a los microorganismos invasores o aparición de un tumor, cada vez hay pruebas de un efecto inmunológico por la exposición a la radiación UV. Se ha demostrado que la radiación UV puede alterar el curso y la gravedad de los tumores en la piel y las personas que consumen medicamentos inmunodepresores son más propensos a sufrir de carcinomas por células escamosas. El sistema inmunológico a pesar de su papel indicador del cáncer de piel, es afectado por la radiación UV reduciendo las defensas del organismo que limitan el desarrollo progresivo de tumores en la piel.

El sistema inmunitario o inmunológico defiende el cuerpo contra sustancias que detecte como extrañas o dañinas denominadas antígenos, estos pueden ser gérmenes como virus y bacterias; o

sustancias químicas o toxinas. También pueden ser células dañadas por el cáncer de piel o quemaduras solares.

La exposición al sol puede provocar alteraciones en las células de respuesta inmunitaria aumentando el riesgo de contraer infecciones víricas, bacterianas, parasitarias o fúngicas. La exposición a radiación UV reduce la eficacia de las vacunas, dado que muchas enfermedades que se previenen por vacunación son extremadamente infecciosas y cualquier agente que disminuya el efecto de las vacunas generará un gran impacto en la salud pública.

Un sistema inmunitario desequilibrado no es capaz de detectar y eliminar a tiempo las células infectadas por virus o bacterias, esto favorece la multiplicación de estos agentes y la infección de las células, reduciendo la capacidad del sistema inmunológico para combatir estas infecciones.

Cuando el sistema inmunológico falla puede provocar alteraciones calificadas en cuatro grupos:

a) Trastornos alérgicos: Se produce una respuesta inmunitaria desproporcionada a sustancias externas, aunque estas no generen efectos en la salud a otros individuos. Algunos posibles síntomas son: inflamación, estornudos, tos, lagrimeo y en caso extremo puede producir un shock anafiláctico potencialmente mortal.

b) Enfermedades por deficiencia inmunitaria: Estos trastornos se producen cuando faltan uno o varios de los elementos que componen el sistema inmunológico o estos no funcionan adecuadamente; estas pueden ser enfermedades de nacimiento conocidas como inmunodeficiencias primarias, o también se puede tratar de una inmunodeficiencia adquirida, provocada por problemas médicos o producto de la utilización de fármacos. En el Cuadro 5 observamos algunos de los signos de alarma o síntomas que se pueden generar por deficiencia inmunitaria.

Cuadro 5 Signos de alarma de inmunodeficiencia primaria

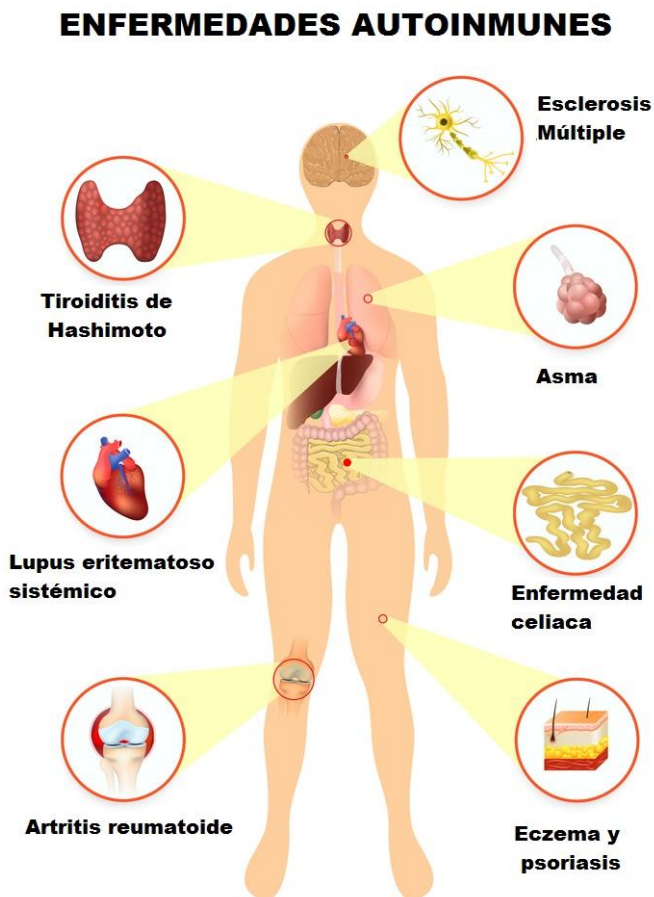
Los 10 signos de alarma inmunodeficiencia de la Jeffrey Modell Foundation
1. Cuatro o más otitis media al año
2. Dos o más sinusitis al año
3. Dos o más meses con antibióticos con poco efecto
4. Dos o más neumonías al año
5. Fallo para ganar peso crecer normalmente en un lactante
6. Infecciones recurrentes de partes blandas o abscesos de órganos
7. Candidiasis oral o cutánea persistente después del año de edad.
8. Necesidad de antibióticos intravenosos para curar las infecciones
9. Dos o más infecciones de tejidos profundos
10. Una historia familiar de inmunodeficiencia.

Fuente: (Pediatría Integral, 2014).

c) Enfermedades autoinmunes: el sistema inmunológico ataca las propias células y tejidos, aunque estén sanos, ya que los confunde con cuerpos extraños. Existen más de 80 patologías de este tipo, sin embargo, la mayoría se desconoce la causa. Algunos ejemplos de esta patología son el lupus, la artritis reumatoide, la esclerosis múltiple, muchos trastornos de la tiroides, algunos tipos de anemia, entre otras enfermedades que se resumen en la Ilustración 28.



Ilustración 28 Enfermedades autoinmunes



Fuente: (lavidalucida, 2013)

d) **Cánceres del sistema inmunitario**: algunos cánceres afectan las células y los tejidos que componen el sistema inmunitario, como es el caso de la leucemia o el linfoma, que afecta el tejido del linfoide. También cuando el sistema inmunológico está debilitado, puede originar mayor propensión a padecer algunos tipos de cáncer en estas personas, al fallar el mecanismo de vigilancia inmunológica. La Ilustración 15 y 16 nos muestran los tipos de cáncer de piel generados por la exposición al sol producto del debilitamiento del sistema inmunitario.

**8.5.4 Estadísticas de Cáncer en Colombia.** En el año 2020 se presentó un decremento en los casos de cáncer en Colombia en comparación con el año anterior, esto debido a la pandemia del Covid 19; en total se atendieron por el Instituto Nacional de Cancerología INC 4771 casos nuevos de cáncer (INC, 2020), donde las mujeres presentan un mayor porcentaje en relación con los hombres como podemos observar en la ilustración 29.

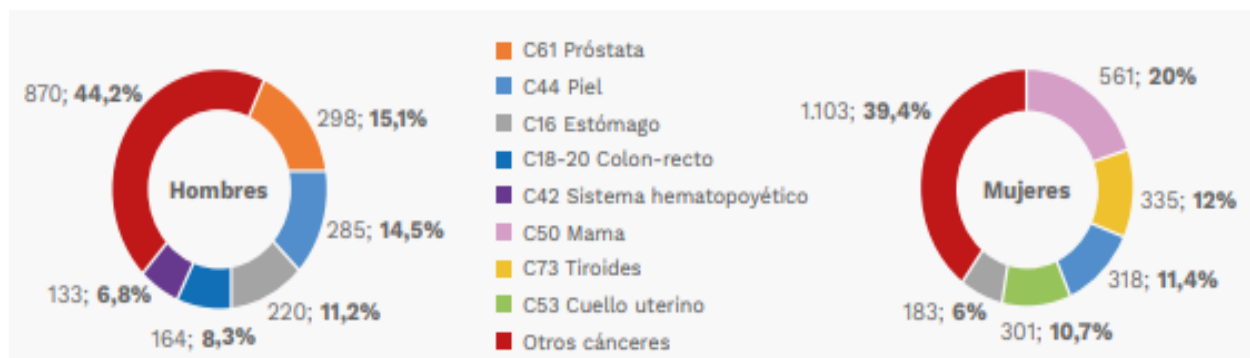
Ilustración 29 Distribución por genero de casos de cáncer a nivel nacional en el año 2020



Fuente: Anuario estadístico 2020, Instituto Nacional de Cancerología. (Colombia 2020)

En la Ilustración 30 se muestra los porcentajes en relación hombres y mujeres en el año 2020, de los diferentes tipos de cáncer, incluyéndose el de piel donde se observa que en hombres ocupa el segundo lugar con más frecuencia en canceres con el 14.5% (285 casos), y en mujeres ocupa el tercer lugar después de canceres como el de tiroides, mama, con el 11.4% (318 casos), aunque en mujeres el cáncer de piel ocupa el tercer lugar en comparación con los hombres, podemos observar que hay más números de casos en mujeres(318 casos equivalentes al 11.4% del total) que en hombres (285 casos equivalentes al 14.5% del total), tal como se muestra en el Cuadro 6.

Ilustración 30 Distribución por género de los diferentes tipos de cáncer



Fuente: Instituto Nacional de Cancerología. (Colombia 2020)

Cuadro 6 Principales tipos de cáncer por género.



Fuente: Instituto Nacional de Cancerología. (Colombia 2020).

En la Tabla 1 se muestra la agrupación por edades de los diferentes tipos de localizaciones primarias CIEO-3 que se refieren a la Clasificación Internacional de Enfermedades para Oncología de cánceres, entre edades de 0 a 75+ y los números de casos presentados en cada rango de edad, para cáncer de piel el mayor número de casos los presentan personas mayores de 75 con el 47.16% (150 casos).

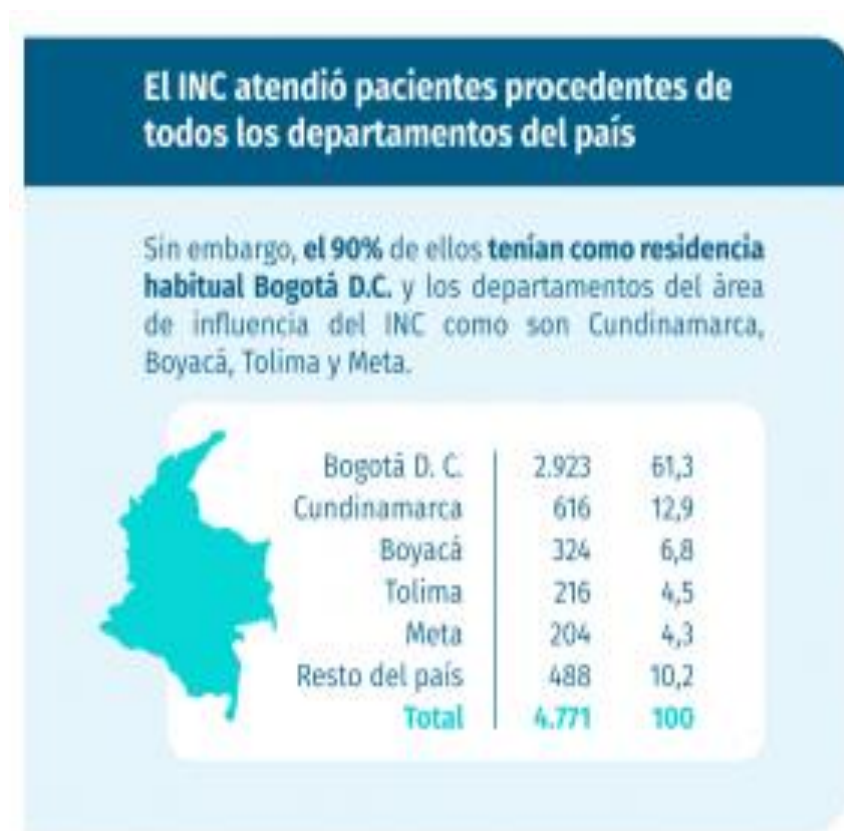
Tabla 1 Clasificación de tipos de cáncer según los casos presentados por edades

Localización primaria (CIEO-3)*	0-4	5-9	10-14	15-19	20-24	25-29	30-34	35-39	40-44	45-49	50-54	55-59	60-64	65-69	70-74	75+	Total
C44 Piel	0	0	1	1	2	3	6	5	4	16	22	34	24	18	32	150	318
C47 Nervios periféricos y SNA	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
C52 Vagina	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	3	1	1	1	6	14
C53 Cuello del útero	0	0	0	0	1	22	25	47	35	30	30	34	33	14	9	21	301
C54 Cuerpo del útero	0	0	0	0	0	0	1	1	4	10	14	27	15	6	19	98	
C55 Útero, SAI	0	0	0	0	0	0	0	1	3	0	2	1	4	1	1	0	13
C56 Ovario	0	0	1	2	2	1	2	2	2	10	13	17	14	11	5	8	90
C57 Otras localizaciones del aparato genital femenino	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
C58 Placenta	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
C64 Riñón	1	1	0	0	0	2	0	2	2	1	5	2	6	3	3	3	31
C65 Pelvis renal	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
C67 Vejiga	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	2	0	3	1	2	4	13
C68 Otras localizaciones del aparato urinario	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
C69 Ojos y anexos	5	0	0	0	1	0	2	0	2	4	3	2	4	2	2	1	28
C70 Meninges	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	3
C71 Encéfalo	2	2	2	3	0	1	1	0	2	3	1	3	4	2	1	3	30
C73 Glándula tiroides	0	2	1	9	13	15	27	33	36	23	38	38	44	22	14	20	335
C74 Glándula suprarrenal	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
C75 Otras glándulas endocrinas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
C77 Ganglios linfáticos	0	0	1	6	2	3	5	7	7	3	7	7	12	14	15	14	103
C80 Localización primaria desconocida	0	0	0	0	0	1	3	3	3	5	8	13	8	11	6	13	74
C74 Glándula suprarrenal	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
C75 Otras glándulas endocrinas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
C77 Ganglios linfáticos	0	0	1	6	2	3	5	7	7	3	7	7	12	14	15	14	103
C80 Localización primaria desconocida	0	0	0	0	0	1	3	3	3	5	8	13	8	11	6	13	74
<b>Total</b>	<b>13</b>	<b>13</b>	<b>17</b>	<b>36</b>	<b>34</b>	<b>71</b>	<b>109</b>	<b>185</b>	<b>180</b>	<b>193</b>	<b>293</b>	<b>377</b>	<b>359</b>	<b>275</b>	<b>220</b>	<b>426</b>	<b>2.801</b>

Fuente: Instituto Nacional de Cancerología. (Colombia 2020)

El Instituto Nacional de cancerología recopiló datos de todas las personas atendidas en todos los departamentos del país en el año 2020, determinando que el 90% de la población a la que se atendió residían en la ciudad de Bogotá, por lo cual se puede deducir que para el Cáncer de piel tiene mucha relevancia estos índices, ya que esta ciudad se encuentra a una altura aproximada a 2640 msnm y, como hemos mencionado anteriormente, la altitud hace que los rayos solares tengan mayor repercusión en la salud de las personas, como es en este caso el cáncer de piel; en la Ilustración 31 se muestra los departamentos con mayor número de casos de cáncer en Colombia correspondiente al periodo entre el 1 de enero al 31 de diciembre de 2020.

Ilustración 31 Departamentos con mayores casos de cáncer de piel en Colombia



Fuente: Anuario estadístico 2020, Instituto Nacional de Cancerología. (Colombia 2020)

En la Tabla 2 se incluyen las diferentes patologías o tipos de cáncer de piel y el número de casos atendidos en el año 2020 en Colombia por el INC, siendo el melanoma maligno uno de los tipos de cáncer con más número de casos (70 casos equivalentes al 11.6% del total), siendo este tipo de cáncer de piel de los más comunes, debido a la exposición a radiación ultravioleta solar.

Tabla 2 Tipos de cáncer de piel atendidos en el 2020

C44 Piel	Localización primaria y tipo histológico	Hombres No.	Mujeres No.	Total No.	%
	Carcinoma, SAI	1	0	1	0,2
	Carcinoma in situ de células escamosas, SAI	9	11	20	3,3
	Carcinoma de células escamosas	68	60	128	21,2
	Enfermedades de Bowen	6	12	18	3
	Carcinoma basaloide de células escamosas	1	0	1	0,2
	Carcinoma de células basales	128	163	291	48,3
	Carcinoma basoescamoso	1	3	4	0,7
	Adenocarcinoma trabecular	0	1	1	0,2
	Carcinoma quístico adenoide	2	0	2	0,3
	Carcinoma de células Merkel	1	0	1	0,2
	Carcinoma ductal esclerosante de glándulas sudoríparas	1	0	1	0,2
	Poroma escrino maligno	1	0	1	0,2
	Adenocarcinoma sebáceo	2	0	2	0,3
	Adenocarcinoma musinoso	1	0	1	0,2
	Carcinoma epitelal – mioepitelal	0	1	1	0,2
	Melanoma in situ	7	10	17	2,8
	Lentigo Maligno	1	4	5	0,8
	Melanoma Maligno	29	41	70	11,6
	Dermatofibrosarcoma, SAI	2	4	6	1
	Mioepitiloma maligno	1	0	1	0,2
	Sarcoma Kaposi	11	2	13	2,2
	Linfoma Maligno, no Hodgkin, SAI	1	0	1	0,2
	Micosis fungoide	7	5	12	2
	Síndrome sezary	1	0	1	0,2
	Linfoma de células T maduras, SAI	1	1	2	0,3
	Linfoma cutáneo de células T, SAI	1	0	1	0,2
	Mastocitosis maligna	1	0	1	0,2
	Total	285	318	603	100

Fuente: Autores, adaptación de, Instituto Nacional de Cancerología. (Colombia 2020)

## 7.6. Tiempo máximo de exposición solar y factor de protección.

**7.6.1. Dosis eritémica.** El espectro electromagnético depende de múltiples factores como la nubosidad, la altura sobre el nivel del mar donde se encuentren, la contaminación, ubicación geográfica, entre otros; estas condiciones inciden en la magnitud del impacto en las personas que se encuentre expuestas a los rayos solares por un periodo de tiempo. La dosis eritematosa mínima (DEM), es la dosis de radiación UV efectiva que causa un enrojecimiento perceptible en la piel no expuesta previamente y su determinación es necesaria para el estudio de la fotosensibilidad cutánea.

La exposición por largos periodos a los rayos del sol tiene importantes efectos en la salud y existen evidencias que a corto plazo provocan enrojecimiento en la piel (eritema) y puede ocasionar diferentes tipos de cáncer en la piel, cataratas, y disminución en el sistema inmune. El tiempo que toma el eritema en aparecer depende del fototipo de piel al que pertenece el individuo según la clasificación de Fitzpatrick; este fototipo es la capacidad de adaptación al sol que determina si la piel de la persona se broncea o enrojece, cada fototipo de piel soporta una cantidad de radiación UV capaz de producir eritema denominado dosis mínima eritematosa DME o MED y esta se expresa como energía por unidad de superficie ( $J.cm^2$ ) o ( $J.m^2$ ) (Rivas et al., 2014). En el Cuadro 7 se clasifica el fototipo de piel y sus efectos según la dosis eritematosa.

Cuadro 7 Clasificación de fototipo de piel y sus efectos en función de DME

	Enrojece	Broncea	MED UVB ( $J.m^2$ )
I	Siempre	Nunca	150-300
II	Casi siempre	Poco y con dificultad	250-400
III	Moderadamente	Moderadamente y con uniformidad	300-500
IV	Mínimamente	Moderadamente y fácilmente	400-600
V	Raramente	Profundamente	600-900
VI	Nunca	Profundamente	900-1500

Fuente: Autores adaptación de (Rivas et al, 2014)

**7.6.2. Tiempo máximo de exposición solar.** Depende de la dosis mínima eritematosa (DME), que cuantifica la sensibilidad de la piel a la radiación UV y usualmente se evalúa 24 h después de la irradiación. (Mesa et al., 2020). En la Ilustración 32 se observa que para un fototipo de piel I con un índice de radiación UV igual a 7, tiene un tiempo de exposición máximo de 20 minutos al sol sin utilizar algún tipo de protección contra los rayos del sol, a comparación del fototipo de piel 4 que con el mismo índice de radiación ultravioleta su tiempo máximo de exposición es de 40 minutos, por este motivo la DME depende del tipo de piel y el factor de protección solar.

Ilustración 32 Tiempo de exposición máxima Vs fototipo de piel



Fuente: (Macri, 2019)




**7.6.3. Seguimiento a la exposición a los rayos UV.** El seguimiento a la exposición a los rayos UV en tiempos prolongados facilita el proceso de vigilancia con el fin de evaluar sus impactos e implementar los instrumentos y metodologías necesarias para que se pueda realizar un estudio básico del factor de riesgo bajo los mismos parámetros. La vigilancia de la salud como tal es una técnica complementaria de las disciplinas de seguridad, higiene y ergonomía / psicología. (Ávila et al., 2020). Pero actuando como complemento, la vigilancia de la salud del trabajador se debe integrar al plan de prevención global de la empresa, ya que esto le permite al empleador hacer seguimiento y verificar que el programa de control para prevenir enfermedades laborales se esté ejecutando de forma eficiente y que le garantice el bienestar del trabajador, minimizando el ausentismo por enfermedades laborales.

**7.6.4. Medidas de fotoprotección.** Implementar medidas como sombra, reducir el tiempo de exposición a los rayos del sol, especialmente en horas de medio día que es cuando el sol esta perpendicular a la línea del ecuador, elementos de protección prendas de manga larga, sombrero y gafas de sol, presentan mejorías y minimizan el costo en fotoprotección, pero, el protector solar se debe incorporar en la rutina de las personas que están expuesto a la radiación UV, demostrando que el uso de protectores solares minimizan los impactos generados en la piel del trabajador, pero no debe ser visto como un medio para aumentar el tiempo de exposición del colaborador a los rayos UV. (Macías Díaz, 2014).

El factor de protección solar indica el tiempo en el que el individuo se puede exponer a los rayos del sol sin presentar efectos en la piel en comparación a la dosis eritémica. Si un individuo cuyo tiempo máximo de exposición solar es de 20 minutos y utiliza factor de protección solar (FPS) 15, este podrá estar 15 veces más al sol sin quemarse. Sin embargo, este dato se debe corregir según el fototipo de piel y el modo de aplicación según las instrucciones del fabricante. En el Cuadro 8

se presentan los factores de protección recomendados según el fototipo de piel y el índice de radiación UV que se estimó en las Islas Canarias por el Instituto Nacional de Meteorología que utiliza la nomenclatura de la Administración de Alimentos y Medicamentos de los Estados Unidos (FDA), donde el factor de protección solar (FPS) o SPF por sus siglas en inglés, varía de 15 a 50

Cuadro 8 Factor de protección solar según el índice de radiación UV y el tipo de piel

SPF SEGÚN IUV Y TIPOS DE PIEL	 Tipo I	 Tipo II	 Tipo III	 Tipo IV
1-2	15-20	15-20	15-20	15-20
3-7	30-50	30-50	15-20	15-20
8-10	50+	30-50	15-20	15-20
≥11	50+	50+	30-50	15-20

Fuente: (Macri, 2019).

**7.6.4.1. Fotoprotección física o de barrera.** Se ha demostrado que llevar ropa protectora disminuye el número de melanocitos, sin embargo, no todas las telas brindan una protección adecuada. La protección contra los rayos UV proporcionada por la ropa (FPU), depende del tipo de tela y la densidad del tejido, el color, el diseño y los procedimientos de acabado de fábrica. En este orden, la presencia de tintes, en especial los de color oscuro y en ropa gruesa aumenta de tres a cinco veces el grado de protección de los tejidos, además el FPU está en función del estiramiento, encogimiento de la tela y el grado de humedad de las fibras, junto con el número de lavados; La tela licrada y el elastano son tejidos cuyo FPU es mayor o igual a 50, seguido de plástico, nailon y poliéster. (Garnacho Saucedo et al., 2020). La Tabla 3 presenta el factor de protección FPU brindado por telas de alta protección, la Tabla 4 presenta el FPU de telas de baja protección y la Tabla 5 presenta la clasificación de las telas según el índice FPU demostrando la transmisión de radiación UV donde las telas oscuras con alta densidad de tejido minimizan el

contacto de los rayos UV con la piel. En el método in vitro se utilizaron equipos para determinar la transmisión espectral difusa en el rango de onda de la radiación UV y con esto deducir el factor de protección que ofrece cada tipo de tela.

Tabla 3 Telas de alta protección contra los rayos UV

#	Tipo de tela	FPU método in vitro
1	Francelana Verona lana 90%, nylon 10%	62.50
2	Pinto Jersey 100%, Algodón azul morado	17.70
3	Pinto rib acalanada fucsia	6.38
4	Lycra algodón 92%, algodón 8% lycra	82.14
5	Sintofill gabardiba Torino 65%, Poliéster 35% algodón	150
6	Khakis algodón 100%	150
7	Sintofill bermuda 70540 100% algodón	36.90
8	La coste toscana 65% pes, 35% algodón.	16.28
9	Sintofill delta 100% poliéster	17.36
10	Pinto lycra 40 den morado comp 91% algodón 9% spandex	125

Fuente: Autores adaptación de (Romero et al., 2012)

Tabla 4 Telas de baja protección contra los rayos UV

#	Tipo de tela	FPU de las telas in vitro
1	Jersey toscana 35%, algodón 65% pes	2.55
2	Sintofill forro del bolsillo 40250 80% poliéster, 20% algodón	0.69
3	Textil Ecuador tela color crema	1.04
4	Textil Ecuador tela color café claro	1.22
5	Textil Ecuador tela color café oscuro	3.7
6	Textil Ecuador tela color rosado	1.0

Fuente: Autores adaptación de (Romero et al., 2012)

Tabla 5 Clasificación de textiles según el índice FPU

Rango FPU	Grado de Protección	Trasmisión RUV efectiva (%)
Menos de 15	Baja	
15-24	Buena	6.7 a 4.2
25-39	Muy buena	4.1 a 2.6
40-50, 50 +	Excelente	≤ 2.5

Fuente: Autores adaptación de (Romero et al., 2012)

La ropa con protección contra los rayos UV se diseñó para ser más ligera y transpirable, lo que la convierte en la opción ideal para época de verano y actividades expuestas a los rayos del sol. Los sombreros y las gorras proporcionan una buena barrera para rostro y cuello, las alas de 2.5 cm brindan una protección mínima cubriendo solo algunas áreas faciales, mientras que las alas de 7.5 cm protegen la cara, pabellones auriculares y cuello. (Bielinski & Bielinski, 2014).

El personal expuesto a los rayos UV debe tener en cuenta que las gafas de sol más oscuras no garantizan una protección ante los rayos ultravioleta ocular superior, debido a que provocan mayor dilatación de las pupilas y una superior a los rayos del sol. (Garnacho Saucedo et al., 2020)

**7.6.4.2. Agentes fotoprotectores (protector solar).** Son cremas que contienen un ingrediente activo que absorben los rayos UV en un rango de 290 a 400nm. La Food and Drug Administration (FDA) regula los ingredientes activos de productos solares y determina los métodos de prueba que dicta los requerimientos de etiquetado de los 16 filtros solares aprobados en Estados Unidos.

Factor de protección solar (FPS) Es la unidad de medida de la eficacia del protector solar basada en el eritema, también se relaciona como la proporción entre la cantidad mínima de los rayos UV que se requiere para se produzca el mínimo eritema en la piel al aplicarse el protector solar (dosis eritematogena mínima) y la dosis requerida para producir el mismo eritema en la piel sin aplicar protector solar, Cabe destacar que esta relación no depende del tiempo de exposición a los rayos UV y que la relación del FPS y el índice de radiación UV no es lineal ya que un FPS del 15 bloquea el 93% de los rayos UV, un FPS de 30% bloquea el 97% de los rayos UV y uno de 50 bloquea el 98% de los rayos UV. (Garnacho Saucedo et al., 2020). La ilustración 33 presenta el tiempo en que una persona puede estar expuesto a los rayos del sol una vez se aplica protección solar.

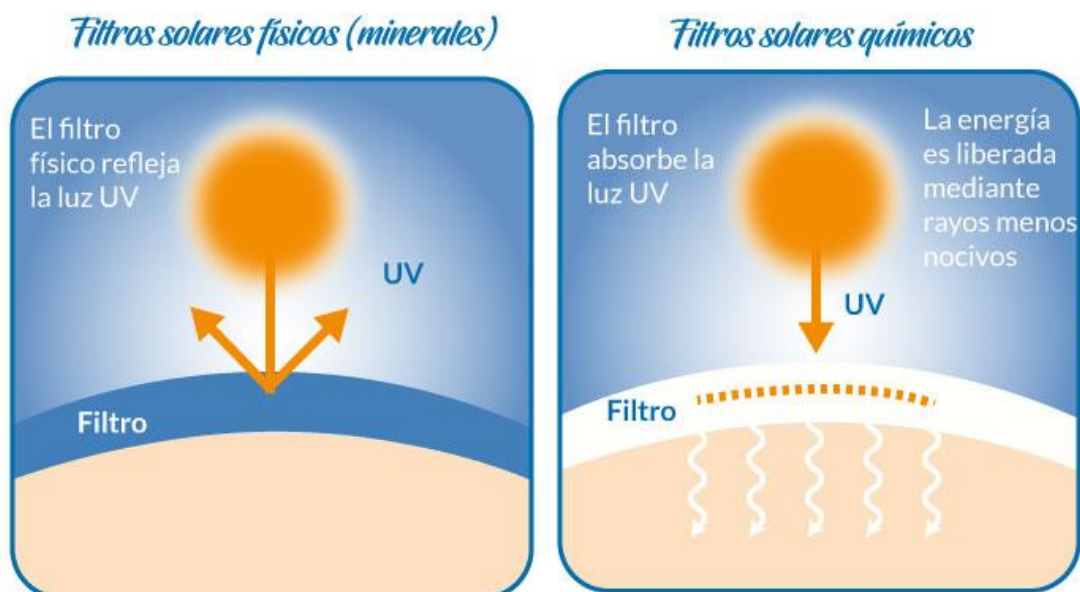
Ilustración 33 Tiempo de protección a los rayos UV al aplicar protector solar



Fuente: NIVEA (agosto, 2022)

En la Ilustración 34 se muestra la diferencia en la que actúan los filtros solares, el filtro solar físico funciona como una barrera para la piel reflejando los rayos UV, a comparación de los filtros químicos que absorben los rayos solares y los libera de manera menos nociva a la piel.

Ilustración 34 Comparativo entre fotoprotectores físicos y químicos



Fuente: (BIOMELISA, 2022).

**7.6.4.3. Fotoprotectores físicos o minerales.** Es un ingrediente inorgánico, principalmente óxidos metálicos tales como dióxido de titanio, óxido de zinc y también vaselina roja, activos que una vez se aplica refleja o dispersa la radiación ultravioleta, es decir que este tipo de fotoprotector actúa como una barrera o escudo que impide que los rayos ultravioletas lleguen a la piel. Los nuevos materiales de revestimiento, reducen el tamaño de las partículas con un diámetro menor a 100 nm creando capas que se mezclan fácilmente con la piel con una estética atractiva y eficiente protección mineral, a pesar del tamaño reducido estas nanopartículas no penetran la piel y se limitan principalmente al estrato corneo, por este motivo este tipo de fotoprotectores no son absorbidos por la piel como es el caso de los fotoprotectores químicos, después de su aplicación no se necesita esperar un tiempo a que su piel lo absorba. (Monteiro-Riviere et al., 2011)

**7.6.4.4. Fotoprotectores químicos u orgánicos.** Funciona absorbiendo la radiación UV y disipa la energía como calor o la luz, la mayoría absorben los rayos UV-B y otros los rayos UV-A (Bernstein et al., 2020). Los protectores solares químicos pueden subdividirse en ocho familias de derivados: para-aminobenzoatos, salicilatos, cinamatos, benzofenonas, antranilatos, dibenzoilmetanos, alcanfores y diversos productos químicos, Son compuestos aromáticos que se componen de distintos espectros de absorción para los rayos UV-A y UV-B, algunos de estos compuestos químicos pueden causar reacciones alérgicas, por este motivo las personas que poseen pieles sensibles a irritaciones se les recomienda los fotoprotectores físicos que forman una película sobre la piel y no absorbe ningún compuesto.

**7.6.4.5. Fotoprotectores orales.** Son suministrados por vía oral y a diferencia de los anteriores se requiere de estudios para demostrar su eficacia. Estos complementan las medidas anteriores pero no las sustituyen (Lim et al., 2017)

**7.6.4.6. Fotoprotección y la vitamina D.** Existe la incertidumbre acerca del déficit de vitamina D por el uso de protector solar, pero se ha comprobado que la exposición al sol con un fotoprotector de FPS menor a 30 permite obtener un nivel de vitamina D similar al que se recibe sin utilizar protector solar. El tiempo de exposición a los rayos del sol necesario para sintetizar la vitamina D depende del fototipo de piel, la hora del día, ubicación geográfica, mes del año; para una persona de fototipo de piel I requiere menos exposición que una persona de fototipo de piel V (Pereira et al., 2019)

## **7.7. Legislación.**

Para cualquier actividad de tipo industrial, existen diferentes factores de riesgo contemplados por una entidad, que, asimismo, se debe encargar de vigilar y regular la manera en la que se desempeñan dichas actividades, por lo que el empleador debe implementar las políticas con la participación de trabajador o contratistas, mediante un proceso lógico que incluya acciones de mejora para anticipar, reconocer, evaluar y controlar los riesgos que influyen en la seguridad y salud del trabajador. (Ministerio del Trabajo, 2015)

**7.7.1. Índice de radiación ultravioleta.** Cada labor independiente a su actividad económica tiene unos factores de riesgo que afectan la seguridad y salud del trabajador. En el sector minero se involucran actividades en superficie en las que se realizan labores en las que los trabajadores son expuestos a los rayos solares durante ciertos periodos de tiempo según la actividad; igualmente, en las plantas de beneficio y transformación de los minerales, gran parte de las actividades se realizan con alta exposición a los rayos UV.

A continuación, se realiza un comparativo de la normatividad colombiana con diversas normas de otros países con enfoque a la prevención de riesgos laborales producto de la radiación solar.

### **7.7.1.1. Normatividad colombiana.**

Decreto 2222 de 1993 anterior Reglamento de higiene y seguridad en las labores mineras a cielo abierto. (Derogado por el Decreto 539 del 8 de abril de 2022)

No enfatizaba acerca de la radiación ultravioleta en sus efectos y acciones preventivas y de control para este tipo de riesgos, pero en el artículo 258 del capítulo IV Temperatura y humedad, hacía referencia a la protección de los trabajadores a los agentes atmosféricos en los cambios bruscos de temperatura y humedad o sequedad. Cuando los cambios de temperatura dificultan realizar labores en condiciones normales se tomarán las medidas necesarias como períodos de descanso, suministros de líquidos y uso de ropa adecuada con el fin de minimizar los efectos perjudiciales sobre la salud humana. (Ministerio de minas y energías, 1993).

Decreto 539 del 8 de abril del 2022 Nuevo Reglamento de higiene y seguridad en las labores mineras a cielo abierto.

No establece ni enfatiza acerca del factor de riesgo de exposición a radiación ultravioleta y sus medidas de control, pero, en el Decreto 1477 del 5 de Agosto del 2014 del Ministerio del Trabajo se muestra una tabla de enfermedades laborales con sus respectivos factores de riesgo e industrias y actividades involucradas en la generación de dichas enfermedades.

En la tabla 6 se muestra la adaptación del listado del Decreto 1477 del 5 de Agosto del 2014 enfatizado en radiación ultravioleta, la tabla relaciona el factor de riesgo con las actividades donde se exponen los trabajadores a dicho factor y sus respectivos efectos a corto, mediano y largo plazo.



Tabla 6 Enfermedades laborales generadas por Radiación UV.

AGENTES FISICOS		
AGENTES ETIOLOGICOS/ FACTORES DE RIESGO OCUPACIONAL	OCUPACIONES/INDUSTRIAS	ENFERMEDADES
Radiaciones ópticas Ultravioleta Infrarroja Laser	<p>El listado de ocupaciones e industrias no es exhaustivo. Se mencionan las mas representativas, pero pueden existir otras circunstancias de exposición ocupacional.</p> <p>Trabajos a la intemperie que exponen a la radiación ultravioleta natural en actividades agrícolas y ganaderas, mineras, obras públicas, pesca, salvavidas, trabajos en montaña, guardianes entre otros.</p> <p>Trabajos que exponen a la radiación ultravioleta artificial, soldadura de arco, laboratorios bacteriológicos, curado de acrílicos en trabajo dental, proyectores de película.</p> <p>Trabajos que exponen a las radiaciones infrarrojas emitidas por los metales incandescentes en trabajos de fuerza y fundición de metales.</p> <p>Trabajos en hornos de vidrio y en los trabajos de vidrio fundido a la mano, especialmente soplado y moldeado del vidrio incandescente.</p> <p>Soldadura, microelectrónica, microcirugía, entre otros.</p>	<p>Conjuntivitis (H10)</p> <p>Queratitis (H16) y queratoconjuntivitis (H16.2)</p> <p>Quemadura solar (L55)</p> <p>Otras neoplasias malignas de la piel (C44)</p> <p>Otras alteraciones agudas de la piel ocasionadas por la radiación ultravioleta (L56)</p> <p>Dermatitis de fotocontacto (L56.2)</p> <p>Urticaria solar (L56.3)</p> <p>Otras alteraciones especificas de la piel debidas a radiación ultravioleta (L56.8)</p> <p>Otras alteraciones agudas de la piel debidas a radiación ultravioleta, sin otra especificación (L56.9)</p> <p>Catarata por radiaciones (H26)</p>

Tabla 7 Clasificación por enfermedades generadas por Radiación UV.

GRUPO II- CANCER DE ORIGEN LABORAL			
ENFERMEDAD	CODIGO CIE-10	AGENTES ETIOLÓGICOS/FACTORES DE RIESGO OCUPACIONAL	OCUPACIONES / INDUSTRIAS El listado de ocupaciones e industrias no es exhaustivo. Se mencionan las más representativas, pero pueden existir otras circunstancias de exposición ocupacional.
Otras neoplasias malignas de la piel	C44	Radiaciones ionizantes (incluyen rayos X, gama, isótopos radioactivos, neutrones y gas de radon), alquitranes de hulla y brea de carbon, hollin, arsenico y compuestos arsenicales, aceites minerales no tratados y medianamente tratados del petróleo; benzoapireno; benzoantriaceno; creosotas; 1 – 3 butadieno, Radiaciones ultravioleta UVA y UVB	Minería de arsénico, producción y usos de pesticidas arsenicales, herbicidas e insecticidas, manufactura de pigmentos, ocupaciones con exposición a radiaciones ionizantes, trabajadores del vidrio, radiólogos, deshollinadores, ladrilleros preservadores de maderas, producción de caucho, producción de plásticos, productores de estireno y poliestireno
GRUPO VI- ENFERMEDADES DE OJO Y SUS ANEXOS			
Conjuntivitis	H10	Arsénico y sus compuestos, berilio y sus compuestos, flúor y sus compuestos. o	Industria química. pintura por aspersión, manufactura de espumas de poliuretano, uso de adhesivos basados en

Otras conjuntivitis	H10.8	<p>yodo, cloruro de etilo, tetracloruro de carbono, otros solventes halogenados tóxicos, ácido sulfúrico radiaciones ionizantes, radiaciones ultravioletas, acrilatos, cemento. enzimas de origen animal. vegetal o bacteriana furfural y alcohol furfurílico, isocianatos orgánicos, selenio y sus compuestos.</p>	<p>poliuretano. trabajo en granjas, trabajo en laboratorios, carpinteros. peluqueros, trabajadores del sector salud, entre otros.</p>
Queratitis y queratoconjuntivitis	H16 H16.2	<p>Radiaciones ultravioletas, radiaciones infrarrojas, radiaciones ionizantes, ácido sulfhídrico, arsénico y sus compuestos.</p>	<p>Herreros, fundidores, horneros, laminadores, soldadores, vidrieros y otros trabajadores expuestos a los agentes mencionados, campesinos, ingenieros agrónomos. granjeros, trabajadores de la Industria química, Soldadores, trabajadores de las lámparas incandescentes de mercurio y los expuestos a radiación ultravioleta solar; trabajadores de las lámparas de arco, de vapores de mercurio., hornos, metalurgia, radiólogos y demás trabajadores de la fabricación y manipulación de aparatos de rayos X y otras</p>

			fuentes de energía radiante, limpiadores de cañerías, pozos, letrinas.
GRUPO XI- ENFERMEDADES DE LA PIEL Y TEJIDO SUBCUTANEO			
Quemadura solar	L55	Radiaciones ultravioletas	Exposición ocupacional a este agente
Otras alteraciones agudas de la piel ocasionadas por la radiación ultravioleta. Dermatitis de fotocontacto. Urticaria solar. Otras alteraciones agudas específicas de la piel debidas a radiación ultravioleta. Otras alteraciones agudas de la piel debidas a radiación ultravioleta, sin otra especificación	L56 L56.2 L56.3  L56.8 L56.9	Radiaciones Ultravioleta	Exposición ocupacional a este agente

La tabla 7 es una adaptación del decreto 1477 a los efectos en la salud por radiación ultravioleta, donde, se clasifican las enfermedades por grupos específicos según la zona afectada, la nomenclatura que se observa en la segunda columna se debe interpretar como un código identificador de la clasificación internacional de enfermedades CIE-10, donde, todas las afectaciones en el ojo humano su código inicia con la letra H, del mismo modo para las afectaciones en la piel y cáncer de origen laboral se identifican con las letras L y C correspondientemente.

### **7.7.1.2. Normatividad Chilena.**

Decreto 594 de 1999, act 20 junio de 2019. Aprueba el Reglamento Sobre Condiciones Sanitarias y Ambientales en los Lugares de Trabajo.

En Título IV De la Contaminación Ambiental, Parágrafo III De agentes Físicos, Numeral 7. Radiaciones no ionizantes, Inciso 7.4. Ultravioleta Origen Solar, Artículos 109a, 109b y 109c, Artículo 109 a.- “Se consideran expuestos a radiación UV aquellos trabajadores que ejecutan labores sometidos a radiación solar directa en días comprendidos entre el 1° de septiembre y el 31 de marzo, entre las 10.00 y las 17.00 horas, y aquellos que desempeñan funciones habituales bajo radiación UV solar directa con un índice UV igual o superior a 6, en cualquier época del año. El índice UV proyectado máximo diario debe ser: corregido según las variables latitud, nubosidad, altitud y elementos reflectantes o absorbentes, según información proporcionada por la Dirección Meteorológica de Chile.”

Artículo 109 b.- Los empleadores de trabajadores expuestos deben realizar la gestión del riesgo de radiación UV adoptando medidas de control adecuadas.

Deberán tomar, a lo menos, las siguientes medidas:

a) Informar a los trabajadores sobre los riesgos específicos de exposición laboral a radiación UV de origen solar y sus medidas de control en los siguientes términos: "La exposición excesiva y/o acumulada de radiación ultravioleta de fuentes naturales o artificiales produce efectos dañinos a corto y largo plazo, principalmente en ojos y piel que van desde quemaduras solares, queratitis actínica y alteraciones de la respuesta inmune hasta fotoenvejecimiento, tumores malignos de piel y cataratas a nivel ocular."

b) Publicar diariamente en un lugar visible el índice UV estimado señalado por la Dirección Meteorológica de Chile y las medidas de control que se deben aplicar, incluidos los elementos de protección personal.

c) Identificar los trabajadores expuestos; detectar los puestos de trabajo e individuos que requieran medidas de protección adicionales y verificar la efectividad de las medidas implementadas a su respecto.

d) Las medidas específicas de control a implementar, según exposición, son las siguientes, las que deberán emplearse siguiendo las indicaciones señaladas en la Guía Técnica de Radiación UV de Origen Solar dictada por el Ministerio de Salud mediante decreto emitido bajo la fórmula "Por Orden del Presidente de la República": \* Ingeniería: realizar un adecuado sombrije de los lugares de trabajo para disminuir la exposición directa a la radiación UV tales como techar, arborizar, mallas oscuras y de trama tupida, parabrisas adecuados; \* Administrativas: si la labor lo permite, calendarizar faenas, horarios de colación entre 13:00 y las 15:00hrs en lugares con sombrije adecuado, rotación de puestos de trabajo con la disminución de tiempo de exposición; \* Elementos de protección personal, según el grado de exposición, tales como gorros, lentes, factor de protección solar.

e) Mantener un programa de instrucción teórico práctico para los trabajadores, de duración mínima de una hora cronológica semestral, sobre el riesgo y consecuencias para la salud por la exposición a radiación UV solar y medidas preventivas a considerar, entre otros. Este programa debe constar por escrito.

Artículo 109 c.- Los establecimientos asistenciales públicos y privados, deberán notificar a la Autoridad Sanitaria Regional los datos sobre los casos de eritema y de quemaduras solares obtenidos a causa o con ocasión del trabajo, que detecten los médicos que en ellos se desempeñan,

los cuales deben clasificarse como "Quemadura Solar" y detallar el porcentaje de superficie corporal quemada (SCQ). La entrega de esta información será de responsabilidad del director de dichos centros asistenciales y se efectuará por la persona a quien éste haya designado para ello, la que servirá de vínculo oficial de comunicación sobre la materia con la mencionada autoridad sanitaria.

Dichos datos, deben ser enviados a la Autoridad Sanitaria Regional competente el último día hábil del mes de abril de cada año, por medios electrónicos, en el formato que establezca el Ministerio de Salud. Ella debe contener:

- N° Casos (eventos)
- Días perdidos
- Diagnóstico de Alta
- Actividad Económica
- Región del país

Esta normatividad se considera la más eficiente, otorga al empleador medidas preventivas y correctivas para minimizar los efectos y garantizar la seguridad y salud de los trabajadores.

#### **7.7.1.3. Normatividad Peruana.**

Decreto supremo N°024 -2016 EM. Aprueba el Reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional en Minería.

No establece medidas correctivas para controlar los factores de riesgo por radiación solar, pero, en el capítulo XI Higiene Ocupacional, subcapítulo II Agentes físicos, Art 108. En trabajos que implican exposición a radiación solar, el titular de actividad minera debe proveer protección como ropa de manga larga, bloqueador solar, viseras con protector de nuca y orejas, controlar la exposición en horas de mayor intensidad, entre otros. El área de higiene ocupacional establecerá

el tiempo de exposición del trabajador a los rayos solares y en tal sentido, determinará como parte del EPP el uso de bloqueador solar con el Factor de Protección Solar (FPS) recomendable, debiéndose emplear como mínimo un bloqueador con un FPS de treinta (30).

**7.7.1.4. Normatividad Argentina.** Decreto 249/2007 Reglamento de Higiene y Seguridad para la Actividad Minera. Su normatividad no especifica las obligaciones del empleador para mitigar los efectos por radiación ultravioleta de origen solar, pero, en el Decreto 658/96 de Riesgos del trabajo se aprueba un listado de enfermedades profesionales como se muestra en la Tabla 8; además, la RESOLUCIÓN SRT N° 844/17 Superintendencia de Riesgos del Trabajo estipula un Listado de Sustancias, Agentes y Circunstancias de Exposición Cancerígenos a los que la exposición en el trabajo está prohibida o, sujeta a autorización o control, ver Tabla 9.

Tabla 8. Actividades y enfermedades causadas por la Radiación UV

<b>Agente: radiaciones ultravioletas</b>	
<b>Enfermedades</b>	<b>Actividades laborales que pueden generar exposición</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Conjuntivitis aguda</li> <li>• Queratitis crónica.</li> <li>• Fotosensibilización.</li> <li>• Cáncer de la piel (Células escamosas)</li> </ul>	<p>Lista de actividades donde se puede producir la exposición:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Trabajos a la intemperie que exponen a la radiación ultravioleta natural en actividades agrícolas y ganaderas, mineras, obras públicas, pesca, salvavidas, guardianes, entre otros.</li> <li>• Trabajos en montaña.</li> <li>• Trabajos que exponen a la radiación ultravioleta artificial, soldadura de arco, laboratorios bacteriológicos, curado de acrílicos en trabajo dental, proyectores de películas.</li> </ul>

Fuente: Autores adaptación de (Macri, 2019)

Tabla 9. Listado de Sustancias, Agentes y Circunstancias de Exposición Cancerígenos.

<b>N° CAS (1)</b>	<b>AGENTE/SUSTANCIA/CIRCUNSTANCIA</b>
NA	Radiación Ultravioleta (longitudes de onda 100-400 nm abarcando las Radiaciones UVA, UVB y UVC)
NA	Producción de coque
1332-21-4 77536-67-5 12172-73-5	Asbestos (en todas sus formas incluyendo Actinolita, Amosita, Antofilita, Crisotilo, Crocidolita, Tremolita) y las sustancias minerales (por ejemplo, Talco o Vermiculita)



77536-66-4	que contengan asbesto, también deben considerarse carcinógenas para los seres humanos.
12001-29-5	
12001-28-4	
77536-68-6	

Fuente: Adaptado (SUPERINTENDENCIA DE RIESGOS EN EL TRABAJO, 2017)

En la tabla 9 se muestra la adaptación de un listado de la Resolución SRT N° 844/17 de la Normatividad Argentina, en la parte izquierda de la tabla se encuentra el N° CAS(1) se refiere a un identificador de compuestos químicos asignados por el Chemical Abstracts Service (CAS), siendo este el serial con el que se identifican las sustancias químicas, como el asbesto y su identificador N° CAS 1332-21-4, en el caso de la Radiación UV y la producción de coque, no cuentan con un identificador ya que no son sustancias químicas sino agentes, por lo que en esta fila se le asigna el NA (no aplica). Este listado contempla los principales agentes/sustancias/circunstancias que pueden generar cáncer ocupacional, entre las cuales se encuentra la Radiación UV y sus tipos (UVA, UVB y UVC) con sus respectivas longitudes de onda entre 100-400 nm.

De otra parte, el Ministerio de Producción y Trabajo elaboró la GUÍA DE ACTUACIÓN Y DIAGNÓSTICO DE ENFERMEDADES PROFESIONALES numeral 9 CÁNCER CUTÁNEO OCUPACIONAL; esta Guía trata sobre el cáncer cutáneo ocupacional, sus definiciones, las diferentes actividades que se encuentran involucradas con la Radiación UV, entre estas la minería a cielo abierto y los diferentes tipos de cáncer cutáneos que se pueden producir por la realización de dichas actividades como el cáncer de células escamosas, carcinoma basocelular y melanoma; además, esta Guía ofrece una orientación tanto al empleador como al trabajador de los efectos de la radiación solar y las medidas que se deben aplicar para descartar y prevenir la generación de cáncer de piel en labores que se deben realizar a la intemperie.

En la Tabla 10 se muestra un resumen y comparativo de las normas vigentes de Colombia, Perú, Argentina y Chile, referentes a la exposición a la Radiación UV, con sus respectivas medidas de

prevención y control a tomar acerca de este factor de riesgo, de esta manera se puede efectuar un mejor análisis, donde podemos observar las falencias de Colombia en cuanto a normatividad o legislación acerca de los efectos en la salud de los trabajadores causados por la Radiación UV solar, asimismo, de las medidas de prevención y control que se debe asumir, dado que no se nombra ni se especifica este factor de Riesgo en el nuevo Decreto 539 del 8 de abril del 2022, mediante el cual se establece el Reglamento de seguridad para labores mineras a cielo abierto.

Tabla 10 Comparativo entre legislaciones de Seguridad y Salud en el Trabajo en Latinoamérica que se enfocan en prevención de enfermedades laborales por tradición solar

Norma	País	Tiempo de exposición	Medidas preventivas	Medidas de control
Decreto 539 del 8 de abril del 2022	Colombia	No establece	No establece	No establece
Decreto 2222 de 1993 (Derogado por el Decreto 539 del 8 de abril de 2022)	Colombia	No especifica	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Periodos de descanso</li> <li>- Relevos periódicos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Suministro de líquidos</li> <li>- Uso de ropa adecuada</li> </ul>
Decreto 594 de 1999	Chile	Especifica según la densidad de potencia recibida en miliwatt por centímetro cuadrado (mw/cm <sup>2</sup> )	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Calcular índice de radiación UV y corregirlo según las variables que afecten este índice.</li> <li>- Informar y capacitar a los trabajadores sobre el riesgo a la exposición a la radiación UV.</li> <li>- Publicar diariamente el índice UV estimado.</li> <li>- Identificar y detectar el personal con mayor exposición a rayos UV.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Implementar sombraje adecuado en los sitios de trabajo, periodos de descanso y alimentación.</li> <li>- Elementos de protección personal según el grado de exposición</li> </ul>
Decreto Supremo DS N°024 de 2016	Perú	A criterio del profesional en seguridad y salud en el trabajo	Establecer periodos de exposición de los trabajadores a rayos solares.	Obliga al empleador a dotar de elementos de protección personal como ropa manga larga, viseras con protector de nuca y orejas y protector solar mínimo de 30FPS, que ayuden a mitigar el impacto de la radiación ultravioleta

Decreto 249/2007	Argentina	No especifica	No especifica	No especifica
Guía de actuación y diagnóstico de enfermedades profesionales N°09 Cáncer cutáneo ocupacional, Ministerio de producción y trabajo	Argentina	No especifica.	<p>Contenidos de salud, higiene y seguridad laboral deberían ser implementados en los sitios de trabajo de forma regular.</p> <p>Para la prevención secundaria o terciaria, reuniones grupales de protección cutánea específica para favorecer cambios conductuales, así como la implementación individual de buenas prácticas de higiene.</p> <p>Dermatólogos u otros profesionales deberán estar disponibles para examen pre-ocupacional., además de asesorar a los empleadores sobre diagnóstico temprano y prevención de cronicidad.</p>	<p>Techado de los sitios de trabajo permanente al aire libre (por ej. cabinas de peaje).</p> <p>Uso de paneles de sombra móviles.</p> <p>Uso de cristales absorbentes de luz solar en vehículos.</p> <p>Provisión de sitios de sombra o interiores para los descansos.</p> <p>Evitar la luz solar del mediodía</p> <p>Anteojos protectores solares.</p> <p>Ropa de mangas largas y pantalones largos con demostración de protección solar.</p> <p>Sombreros con visera anterior y protector del cuello.</p> <p>Pantallas solares en todas las áreas no cubiertas con protección UVA y UVB (FSP+50UVA-PF&gt;1/3FSP) fácilmente aplicables y que no irriten ni piel ni ojos.</p>

**7.7.2. Normatividad en Latinoamérica sobre protector solar.** Cuando nos referimos a normatividad sobre protectores solares en Latinoamérica encontramos que no existe una armonización en cuanto a los marcos regulatorios de estos países; el bloque económico Mercosur (Argentina, Brasil, Paraguay, Uruguay y Venezuela), seguido de México y Chile cuentan con una normatividad más específica sobre protectores solares, en comparación con los demás países y bloques económicos como la Comunidad Andina de Naciones y Centroamérica, aún no establecen normas relacionadas y evalúan los protectores solares con los requisitos de las normativas generales para productos cosméticos. (Macías Díaz, 2014)

La Tabla 11 nos muestra las diferentes normatividades latinoamericanas sobre protectores solares.

Tabla 11 Comparativo de normatividad en Latinoamérica sobre protector solar

	Mercosur	Chile	Comunidad Andina	México	Sistema de la Integración Centroamericana
Regulación	Mercosur/GMC/RE S, n° 08/11 Reglamento técnico Mercosur sobre protectores solares en cosméticos. 17 de junio del 2011.	Norma General Núm. 41 que modifica Decreto supremo 239 de 2002, Diario oficial, 4 de marzo de 2010.	Decisión 516, “Armonización de la legislación en materia de productos cosméticos”, 14 de marzo del 2002	Normal oficial Mexicana NOM-141-SSA1/SCFI-2012, etiquetado para productos cosméticos preenvasados. Etiquetado sanitario y comercial. 19 de Septiembre del 2012.	Reglamento Técnico Centroamericano, Requisitos para la etiqueta de productos cosméticos, RTCA71.01.36:06, 2006.
Países	Argentina, Brasil, Paraguay, Uruguay, Venezuela.	Chile	Bolivia, Colombia, Ecuador, Perú.	México	Guatemala, Nicaragua, Costa Rica, El Salvador, Honduras, Panamá, República Dominicana.
Estatus	Aprobado, Junio 17, 2011. Necesita internalización en cada país:	Vigente	Vigente	Vigente	Vigente

---

Argentina  
internalizo en  
Febrero del 2012

Uruguay internalizo  
en Marzo del 2012

Brasil internalizo en  
Junio del 2012.

---

Fuente: Autores adaptación de (Macias, 2014)

El grupo de países que conforma el Mercosur se rigen por el reglamento técnico Mercosur sobre protectores solares en cosméticos, esta resolución será aplicada en los estados que conforman este grupo, así mismo de su comercio e importaciones extra zona, por lo que cada país contara con un Organismo encargado de implementar esta resolución. (MERCOSUR, 2012)

La Comunidad Andina de Naciones no cuenta con una normativa específica sobre protectores solares. Sin embargo, en Colombia existe la Resolución 3132 de agosto de 1998, por la cual se reglamentan las normas sobre protectores solares y que aplica en las partes que no contravienen la Decisión 516 de 2002. Adicionalmente en Colombia el Instituto Colombiano de Normas Técnicas (ICONTEC) cuenta con el documento DE 144/11 - Guía sobre protectores solares, la cual no es de obligatorio cumplimiento, pero podrá ser seguida por algunas industrias (CAN, 2002)

La normatividad sanitaria vigente en Chile es el Decreto Supremo No. 239 de 2002 que aprueba el Reglamento del Sistema Nacional de Control de Cosméticos. La Norma General Número 41, que modifica el Decreto Supremo 239 de 2002, fue publicada en el Diario Oficial de la República de Chile, en marzo de 2010. Allí se introdujo la reglamentación sobre protectores solares, adicional a la Resolución 193 de 2007 que define criterios respecto de la rotulación de los productos cosméticos destinados a la protección solar (MINISTERIO DE SALUD, 2007)

México según la Ley General de Salud en su artículo 376, establece los casos en los que se requieren registros sanitarios, Por lo tanto, en México los productos cosméticos no requieren registro sanitario. El 19 de septiembre del 2014, fue publicada en el Diario Oficial la Norma Oficial

Mexicana NOM-141-SSA1/SCFI-2012, Etiquetado para productos cosméticos preenvasados. Etiquetado sanitario comercial. Esta Nomenclatura incluye el apéndice normativo A sobre protectores solares y entrará en vigencia a partir del 17 de diciembre de 2012 y es competencia de la Comisión Federal para la Protección contra Riesgos Sanitarios (COFEPRIS) vigilar su cumplimiento.(Norma Oficial Mexicana, 2012)

Los países de Centroamérica han establecido escenarios de integración económica regional dentro del marco de SICA (sistema de la integración centroamericana) que contienen entre otros, elementos de armonización de la regulación de los productos cosméticos; Sin embargo, la Unión Aduanera es un acuerdo comercial que establecieron algunos países miembros de SICA (del cual no hacen parte Panamá y República Dominicana). La normatividad sanitaria vigente es el Reglamento Técnico Centroamericano RTCA 71.01.35:06 Productos cosméticos. Registro e inscripción sanitaria de productos cosméticos. Los productos cosméticos requieren para su comercialización, de Registro o Inscripción Sanitaria presentado ante la Autoridad Nacional Competente. (MINECO et al., n.d.)

En la Tabla 12 podemos observar que los países que conforman el bloque económico Mercosur, Chile y México cuentan con una definición de protector solar similares y corroboran que estos hacen parte de los productos cosméticos debido a su área de aplicación, los demás países no tienen una definición para los protectores solares, pero también los consideran productos cosméticos.

Para el país de México y el bloque Mercosur, no se consideran protectores solares aquellos cosméticos que contengan una pantalla o filtro solar en su composición, el cual no es el elemento primario.

Tabla 12 Definición de protector solar en Latinoamérica

	Mercosur	Chile	Comunidad Andina	México	Sistema de la Integración Centroamericana
Protectores Solares	<b>Producto de Protección Solar o Protectores Solares:</b> cualquier preparación cosmética destinada a entrar en contacto con la piel y labios, con la finalidad exclusiva o principal de protegerla contra la radiación UVB y UVA, absorbiendo, dispersando o reflejando la radiación.	<b>Protector solar:</b> aquellos destinados a ser aplicados sobre la piel, con la finalidad exclusiva o principal de protegerla de la radiación ultravioleta A y/o B, ya sea absorbiéndola, dispersándola o reflejándola.	N/A	<b>Producto de Protección Solar o Protector Solar:</b> cualquier preparado como crema, aceite, gel o aerosol, entre otros, de aplicación sobre la piel humana con la finalidad exclusiva o principal de protegerla de la radiación UV absorbiéndola, dispersándola o reflejándola.	N/A
Primarios	Los productos para la piel cuya función primaria sea la protección solar.	Los productos para la piel cuya función primaria sea la protección solar.	N/A	Los productos para la piel cuya función primaria sea la protección solar.	N/A
Secundarios	<b>Productos Multifuncionales:</b> cualquier preparación cosmética destinada a entrar en contacto con la piel y labios, cuyo beneficio de protección contra la radiación UV no es la finalidad principal, pero es un beneficio adicional del producto.	N/A	N/A	Los productos que ofrezcan protección solar como función secundaria no se consideran protectores solares.	N/A

Fuente: Autores adaptación de (Macias, 2014)

En cuanto a la definición de Radiación ultravioleta entre la normatividad de los diferentes países solo el bloque económico Mercosur especifica los tipos de rayos UV y sus respectivas longitudes de onda, y acerca del Factor de protección solar todas las definiciones son formuladas de manera similar y en el cual se determina la protección que el protector solar puede ofrecer contra los rayos UVB; ver Tabla 13.



Tabla 13 Definición de radiación UV y factor de protección solar en Latinoamérica

	Mercosur	Chile	Comunidad Andina	México	Sistema de la Integración Centroamericana
Radiación Ultravioleta (UV)	Entiéndese por la radiación ultravioleta a la región del espectro electromagnético emitido por el sol comprendida entre las longitudes de ondas de 200 a 400 nanómetros. Esta región esta conceptualmente dividida en 3 franjas: a) Ultravioleta C: de 200 a 290 nm; b) Ultravioleta B: de 290 nm a 320 nm; c) Ultravioleta A: de 320 a 400 nm	N/A	N/A	N/A	N/A
Factor de Protección Solar (FPS o SPF)	Valor obtenido del cociente entre la dosis mínima eritematosa en una piel protegida con un protector solar y la dosis mínima eritematosa en la misma piel sin proteger.	Cociente entre la dosis mínima eritematogena en una piel protegida por un producto de protección solar y la dosis mínima eritematogena en la misma piel sin proteger.	N/A	Cociente entre la dosis eritematogena mínima en una piel protegida por un producto de protección solar y la dosis eritematogena mínima en la misma piel sin proteger.	N/A

\*n.a= no aplica

Fuente: Autores adaptación de (Macias, 2014).

**7.7.2.1. Requisitos de etiquetado para los países latinoamericanos.** Factor de Protección Solar (FPS): México y Chile en su normatividad vigente se guían por las recomendaciones dadas por la Unión Europea acerca del FPS, que sugiere un valor según el rango en que se encuentre, por ejemplo, si la determinación del FPS da un valor de 40 según la unión europea se encuentra en el rango de 30-49.9 por lo que el valor del FPS final será de 30 (ver tabla), a diferencia de Mercosur que el producto se puede rotular con un numero entero, desde 6 hasta 99 sin ningún tipo de rango. Para México y Chile el FPS máximo a rotular en los etiquetados es de

50+, lo que es considerado como categoría de protección muy elevada siguiendo las recomendaciones de la Unión Europea y la FDA.

En la Tabla 14 se muestra la categorización según la protección que ofrece un protector solar contra la radiación UVB y se debe clasificar con baja, media, alta y muy alta, para el caso de la normatividad mexicana y chilena.

Para el bloque económico Mercosur y México el producto debe indicar en el rotulado si ofrece protección contra la radiación UVA, con la diferencia de que México solo lo exige si el producto tiene como función primaria la protección solar.

En el caso de la normatividad de Mercosur si el producto que va a ser rotulado tiene resistencia al agua se debe etiquetar así: "Resistente al agua", "Muy resistente al agua", "Resistente al agua / sudor" o "Resistente al agua / transpiración", siempre que se demuestre esta característica para el producto, para los demás países no se especifica acerca del tema.

Tabla 14 Requisitos para el etiquetado de los protectores solares

Requisitos para la etiqueta	Mercosur	Chile	Comunidad Andina	México	Sistema de la Integración Centroamericana
FPS-Mínimo	2 para multifuncionales 6 para protectores solares	2 para bronceadores 6 para protectores solares	N/A	6	N/A
FPS-Máximo	99	50+		50+	N/A
UVA	Sí	No		Si, pero solamente en productos para la piel cuya función primaria sea la protección solar	N/A
Resistente al agua	Permitido: "Resistente al agua", "Muy Resistente al agua", "Resistente al agua/sudor", "Resistente al agua/transpiración"	N/A	N/A	N/A	N/A
Categoría indicada en la etiqueta	Sí	Sí	N/A	Sí	N/A
Otras consideraciones	Es obligatorio indicar de forma destacada el numero entero de protección solar	Indicación del factor de	N/A	Indicar el valor de protección solar (FPS), en caso de	N/A

precedido de la sigla “FPS” o de las palabras “Factor de Protección Solar”	protección solar	que se utilicen las siglas FPS o SPF, señalar su significado
--	---------------------	---

\*n.a= no aplica

Fuente: Autores adaptación de (Macias, 2014).

En la Tabla 15, se clasifica según el FPS para los bloques de México y Chile Vs Mercosur, comparando el factor de protección solar que indica la etiqueta con el factor de protección solar medido para todas las protecciones desde la más baja hasta la protección muy alta.

Tabla 15 Etiquetado de los factores de protección solar de los protectores solares

Clasificación según el FPS	México y Chile		Mercosur		
	Factor de protección solar que se indica en la etiqueta	Factor de protección solar medido	Indicaciones no obligatorias en el rótulo	Factor de protección solar que se indica en la etiqueta	Factor de protección solar medido
Protección baja	6	6-9.9	“Piel poco sensible a la quemadura solar”	N/A	6.0-14.9
	10	10-14.9			
Protección media	15	15-19.9	“Piel moderadamente sensible a la quemadura solar”	N/A	15.0-29.9
	20	20-24.9			
	25	25-29.9			
Protección alta	30	30-49.9	“Piel muy sensible a la quemadura sola”	N/A	30.0-50.0
	50	50-59.9			
Protección muy alta	50+	Igual o mayor a 60	“Piel extremadamente sensible a la quemadura sola”	N/A	Mayor que 50.0 y menor que 100

\*n.a= no aplica

Fuente: Autores adaptación de (Macias, 2014).

Debido a que las personas usan de manera inadecuada los protectores solares, en países como México, Chile y los que Mercosur ha incluido en sus normativas, la obligación de etiquetar en sus productos las instrucciones de uso, tal como se muestra en la Tabla 16, a diferencia que los países de la Comunidad Andina (Bolivia, Colombia, Ecuador y Perú) y del Sistema de Integración Centroamericana (Guatemala, Nicaragua, Costa Rica, El Salvador, Honduras, Panamá y República Dominicana) en los cuales no se tienen exigencias acerca de ese tema.

Tabla 16 Instrucciones de uso para productos de protección solar

Mercosur	Chile	México
Carácter obligatorio	Carácter obligatorio	Carácter obligatorio
Apliqué abundantemente antes de la exposición al sol.	Aplíquese el protector solar media hora antes de la exposición al sol.	Que se aplique antes de la exposición al sol.
Es necesaria la replicación del producto para mantener la efectividad.	Para mantener la protección, repita cada dos horas la aplicación del producto, especialmente al transpirar, bañarse o secarse.	Que, para mantener la protección, se repita con frecuencia la aplicación del producto, especialmente después de transpirar, bañarse o secarse.
Cuando haya un tiempo determinado por el fabricante o un periodo de espera (antes de la exposición), también deberá constar en el rotulado.	Que se aplique a la piel la cantidad suficiente para alcanzar la eficacia declarada del producto.	Que se aplique a la piel en cantidad suficiente.

Fuente: Autores adaptación de (Macias, 2014).

En la Tabla 17 se presenta una síntesis de las leyendas no permitidas en protectores solares, debido a que inducen a engaño para los consumidores. Como puede observarse, se hace referencia a proclamas que usualmente se asocian al desempeño de este tipo de productos, tales como “protección total”, “100% de protección contra la radiación”, “a prueba de agua” y “bloqueador solar”. Adicionalmente, estas exigencias son de obligatorio cumplimiento en las tres normativas, Mercosur, Chile y México, que las han explicitado.

Tabla 17 Leyendas no permitidas en el etiquetado de productos de protección solar

Mercosur	Chile	México
Carácter obligatorio	Carácter obligatorio	Carácter obligatorio
100% de protección contra la radiación UV o efecto pantalla solar.	“protección total”	Protección al 100% frente a la radiación UV.
No es necesario repetir la aplicación del producto en ningún caso.	“A prueba de agua”	No es necesario repetir la aplicación del producto en ningún caso.
Denominaciones que sugieran una protección total o bloqueo de la radiación solar.	Frases que aludan al mismo significado, así como toda otra que; no pueda ser acreditada en cuanto a las cualidades y propiedades que invocan.	Que se aplique en la piel en cantidad suficiente.

Fuente: Autores adaptación de (Macias, 2014)

## **7.8. Metodología de identificación de peligros y valoración del riesgo y medidas de intervención.**

La guía técnica colombiana GTC 45 se aplica para identificar peligros y valorar riesgos de seguridad y salud en el trabajo permitiendo aplicar medidas correctivas según su naturaleza, alcance de sus actividades y presupuestos establecidos. (Baquero et al., 2017)

El propósito de la identificación de peligros y valoración de riesgos en seguridad y salud en el trabajo, es entender los peligros a los que se expone el trabajador en el desarrollo de las actividades, con el objetivo que la organización establezca los controles necesarios asegurando que la seguridad en el desarrollo de las actividades sea aceptable. (INCONTEC, 2012)

El empleador debe contar con una herramienta que le permita documentar y analizar los diferentes peligros y efectuar la valoración los riesgos, la cual se debe actualizar periódicamente para tomar medidas de intervención en el siguiente orden jerárquico:

Eliminación del peligro

Sustitución, en caso que el peligro no se pueda eliminar

Controles de ingeniería, si el peligro no se puede sustituir

Control administrativo, para organizar el trabajo y capacitar el personal con el objetivo que tengan percepción del riesgo

EPP, para protección del personal.

**7.8.1. Identificación de peligros.** Es recomendable plantear una serie de preguntas que permitan identificar los peligros cuestionando las situaciones que puedan generar daño, los bienes que puedan sufrir daños, la forma en que puede ocurrir el daño y el momento en el que ocurre. (INCONTEC, 2012).

Los efectos posibles se deben evaluar según el impacto que genere en el trabajador o partes interesadas procurando que los efectos descritos reflejen el impacto de cada peligro identificado, teniendo en cuenta los efectos a corto plazo como accidentes de trabajo y a largo plazo como enfermedades laborales. En la Tabla 18 clasifican los daños según la categoría para leves, moderado y extremo.

Tabla 18 Descripción de los efectos en seguridad y salud por niveles de daño

Categoría del daño	Daño leve	Daño moderado	Daño extremo
<b>Salud</b>	Molestias e irritación (ejemplo: Dolor de cabeza); Enfermedad temporal que produce malestar (Ejemplo: Diarrea)	Enfermedades que causan incapacidad temporal. Ejemplo: pérdida parcial de la audición; dermatitis; asma; desordenes de las extremidades superiores.	Enfermedades agudas o crónicas; que generan incapacidad permanente parcial, invalidez o muerte.
<b>Seguridad</b>	superficiales; heridas de poca profundidad, contusiones; irritaciones del ojo por material particulado	Laceraciones; heridas profundas; quemaduras de primer grado; conmoción cerebral; esguinces graves; fracturas de huesos cortos.	Lesiones que generen amputaciones; fracturas de huesos largos; trauma cráneo encefálico; quemaduras de segundo y tercer grado; alteraciones severas de mano, de columna vertebral con compromiso de la medula espinal, oculares que comprometan el campo visual; disminuyan la capacidad auditiva.

Fuente: Autores adaptación de Guía Técnica colombiana GTC45, (Incontec, 2012)

Es importante identificar los controles existentes en cada operación y verificar las actividades a ejecutar rutinariamente, revisar que los colaboradores hagan uso adecuado de los EPP, realicen

sus actividades según los procedimientos o protocolos establecidos y tengan percepción del riesgo, ya que esto influye en la valoración del riesgo (Sanchez, 2016).

**7.8.2. Valoración del riesgo.** Incluye la evaluación de los riesgos contemplando la capacidad de los controles existentes, la definición de los criterios de aceptabilidad del riesgo y la decisión si es aceptable o no según los criterios definidos verificando que cumplan con los requerimientos legales, las políticas de seguridad y salud en el trabajo, los objetivos de la organización, opiniones de las partes interesadas y aspectos operacionales, técnicos, financieros y sociales.

La evaluación del riesgo es el proceso de determinar la probabilidad de que ocurran eventos específicos y evaluar la magnitud de sus consecuencias con la información disponible. El nivel de riesgo se determina con el producto de nivel de probabilidad por el nivel de consecuencia. La determinación del Nivel de Deficiencia se puede realizar de forma cualitativa o cuantitativa. Para una identificación detallada de este nivel, se deben identificar los peligros desde el inicio de los procesos ya que estos influyen en el presupuesto de la labor. En la Tabla 19 se presentan los parámetros para determinar este nivel.

Tabla 19 Nivel de deficiencia

Nivel de Deficiencia	Valor de ND	Significado
Muy Alto (MA)	10	Se ha(n) detectado peligro(s) que determina(n) como posible generación de incidentes consecuencias muy significativas, o la eficacia del conjunto de medidas preventivas existentes respecto al riesgo es nula o no existe, o ambos.
Alto (A)	6	Se ha(n) detectado algún(os) peligro(s) que pueden dar lugar a consecuencias poco significativa(s), o la eficacia del conjunto de medidas preventivas existente es baja, o ambos.
Medio (M)	2	Se han detectado peligros que puedan dar lugar a consecuencias significativa(s) o de menor importancia, o la eficacia del conjunto de medidas preventivas existentes es moderada, o ambos.
Bajo (B)	No se asigna valor	No se ha detectado consecuencia alguna, o la eficacia del conjunto de medidas preventivas existentes es alta, o ambos. El riesgo está controlado.  Estos peligros se clasifican directamente en el nivel de riesgo y de intervención cuatro (IV) véase Tabla 22

Fuente: Autores adaptación de Guía Técnica colombiana GTC45, (Icontec, 2012)

Para el caso de radiación solar la GTC 45 en el Anexo C, *Determinación cualitativa del nivel de deficiencia de los peligros higiénicos*, utiliza las escalas que se indican en el Cuadro 9. para determinar el nivel de deficiencia según el tiempo de exposición por jornada o turno y con esto iniciar la valoración de los riesgos, los cuales se pueden derivar de estos peligros, teniendo en cuenta que se seleccionan de forma subjetiva lo que se puede prestar para cometer errores en la selección del nivel de deficiencia. También se debe considerar las condiciones particulares presentes en cada labor a desempeñar, como horario en que realizara la labor, altitud y longitud del lugar, climatología de la zona, nubosidad, o materiales que reflejen los rayos UV y la eficacia de las medidas preventivas que se tengan implementadas en cada frente de trabajo.

Cuadro 9 Nivel de deficiencia para radiaciones no Ionizantes

<b>Radiaciones no ionizantes</b>	
Muy alto	Ocho horas o más de exposición por jornada o turno
Alto	Entre seis y ocho horas por jornada o turno
Medio	Entre dos y seis horas por jornada o turno
Bajo	Menos de dos horas por jornada o turno

Adaptado: Autores adaptación de Guía Técnica colombiana GTC45, (Icontec, 2012)

El Nivel de Exposición se determina según la frecuencia en la que el trabajador realiza la actividad dando una valoración de 1 a 4, siendo 1 la puntuación para actividades que se realicen esporádicamente y 4 las actividades rutinarias o de mayor continuidad, la Tabla 20 presenta los parámetros para determinar el Nivel de Exposición (NE).

Tabla 20 Nivel de exposición

Nivel de exposición	Valor de NE	Significado
Continua (EC)	4	La situación de exposición se presenta sin interrupción o varias veces con tiempo prolongado durante la jornada laboral.
Frecuente (EF)	3	La situación de exposición se presenta varias veces durante la jornada laboral por tiempos cortos.
Ocasional (EO)	2	La situación de exposición se presenta alguna vez durante la jornada laboral y por un periodo de tiempo corto.
Esporádica (EE)	1	La situación de exposición se presenta de manera eventual.

Fuente: Autores adaptación de Guía Técnica colombiana GTC45, (Icontec, 2012)



La probabilidad en que el trabajador se vea afectado por la exposición o las condiciones del lugar se determina con la Tabla 21 que muestra los diferentes parámetros con los que se determina el Nivel de Probabilidad (NP).

Tabla 21 Nivel de probabilidad

Nivel de probabilidad	Valor de NP	Significado
Muy alto (MA)	Entre 40 y 24	Situación deficiente con exposición continua, o muy deficiente con exposición frecuente. Normalmente la materialización del riesgo ocurre con frecuencia.
Alto (A)	Entre 20 y 10	Situación deficiente con exposición frecuente u ocasional, o bien situación muy deficiente con exposición ocasional o esporádica. La materialización del Riesgo es posible que suceda varias veces en la vida laboral.
Medio (M)	Entre 8 y 6	Situación deficiente con exposición esporádica, o bien situación mejorable con exposición continua o frecuente. Es posible que suceda el daño alguna vez.
Bajo (B)	Entre 4 y 2	Situación mejorable con exposición ocasional o esporádica, o situación sin anomalía destacable con cualquier nivel de exposición. No es esperable que se materialice el riesgo, aunque puede ser concebible.

Fuente: Autores adaptación de Guía Técnica colombiana GTC45, (Icontec, 2012)

El Nivel de Consecuencia se determina llevando al caso más extremo los efectos en la salud del trabajador producto de las condiciones de trabajo y la forma en que se ejecuta la actividad, como se muestra en la Tabla 22.

Tabla 22 Nivel de Consecuencia.

Nivel de consecuencia	NC	Significado Efectos en la salud
Mortal o Catastrófico (M)	100	Muerte (S)
Muy grave (MG)	60	Lesiones o enfermedades graves irreparables (incapacidad permanente o parcial o invalidez)
Grave (G)	25	Lesiones o enfermedades con incapacidad laboral temporal (ILT)
Leve (L)	10	Lesiones o enfermedades que no requieren incapacidad

Fuente: Autores adaptación de Guía Técnica colombiana GTC45, (Icontec, 2012)

El Nivel de Riesgo es el producto del Nivel de Consecuencia por el Nivel de Probabilidad; en la Tabla 23 se determina el Nivel de Riesgo y se categorizan con colores los Niveles de riesgo y de intervención en escala de I a IV cuyo significado se indica en la Tabla 24.

Tabla 23 Nivel de riesgo

Nivel de riesgo NR= NP X NC		Nivel de probabilidad (NP)			
		40-24	20-10	8-6	4-2
Nivel de consecuencias (NC)	100	I 4000-2400	I 2000-1200	I 800-600	II 400-200
	60	I 2400-1440	I 1200-600	II 480-360	II240 III 120
	25	I 1000-600	II 500-250	II 200-150	III 100-50
	10	II 400-240	II200 III 100	III 80-60	III40 IV20

Fuente: Autores adaptación de Guía Técnica colombiana GTC45, (Icontec, 2012)

Tabla 24 Significado nivel de riesgo e intervención

Nivel de Riesgo y de intervención	Valor de NR	Significado
I	4000-600	Situación crítica. Suspender actividades hasta que el riesgo este bajo control. Intervención urgente.
II	500-150	Corregir y adoptar medidas de control inmediato.
III	120-40	Mejorar si es posible. Sería conveniente justificar la intervención y su rentabilidad.
IV	20	Mantener las medidas de control existentes, pero se deberían considerar soluciones o mejoras y se deben hacer comprobaciones periódicas para asegurar que el riesgo aun es aceptable.

Fuente: Autores adaptación de Guía Técnica colombiana GTC45, (Icontec, 2012)

Una vez determinado el Nivel de Riesgo el empleador junto al área de Sistema de Gestión de La Seguridad y Salud en el Trabajo SG-SST deberán decidir cuáles son los riesgos aceptables y cuales no y establecer los límites de aceptabilidad del riesgo. Inicialmente se deberán establecer los criterios de aceptabilidad para proporcionar una base que brinde consistencia en todas sus

valorizaciones de riesgo. En la Tabla 25 se indican los significados de la aceptabilidad del riesgo en los diferentes Niveles de Riesgo

Tabla 25 Significado nivel de riesgo e intervención

Nivel de Riesgo		Significado Explicación
I	No Aceptable	Situación crítica, corrección urgente
II	No Aceptable o Aceptable con control específico	Corregir o adoptar medidas de control
III	Mejorable	Mejorar el control existente
IV	Aceptable	No intervenir, salvo que un análisis más preciso lo justifique.

Fuente: Autores adaptación de Guía Técnica colombiana GTC45, (Icontec, 2012)

Al aceptar el nivel de riesgo se deberá tener en cuenta el personal que estará expuesto por turno y evaluar otros peligros que aumenten este nivel en su labor. También es importante evaluar el riesgo para trabajadores nuevos o inexpertos ya que estos por el desconocimiento del área y labor a desarrollar tienen mayor probabilidad de resultar afectados.

**7.8.3. Medidas de intervención.** El empleador deberá establecer las medidas de intervención que sean pertinentes, teniendo en cuenta el número de trabajadores para identificar el alcance de la medida de intervención a implementar, la peor consecuencia para que dicha medida evite siempre el peor de los casos cuando el trabajador estará expuesto, y la existencia del requisito legal asociado donde la empresa establece un requisito legal específico a la actividad que se evalúa para parametrizar y priorizar las medidas de intervención.

Una vez realizada la valoración del riesgo, de conformidad con lo establecido en el numeral **8.1.2. (Eliminar peligros y minimizar riesgos para la Seguridad y Salud en el Trabajo SST) de la Norma Internacional ISO 45001 de 2018 (Sistemas de gestión de la seguridad y salud en el trabajo- Requisitos con orientación para su uso)**, la organización debe mantener procesos para la eliminación de los peligros y la reducción de los riesgos para la SST, utilizando la siguiente jerarquía de controles:

- a) Eliminar peligro
- b) Sustituir con procesos, operaciones, materiales o equipos menos peligrosos
- c) Utilizar controles de ingeniería y reorganización del trabajo
- d) Utilizar controles administrativos, incluyendo la formación
- e) Utilizar equipos de protección adecuado

### **7.9. Estructura de un Programa de Prevención y Control de Enfermedades**

#### **Producto de la Exposición Solar en actividades mineras e industriales.**

La exposición prolongada a la radiación ultravioleta solar es un factor de riesgo que está afectando al ser humano en el ámbito mundial, especialmente en Latinoamérica incluyendo a Colombia, debido a su ubicación geográfica sobre la línea del ecuador; por lo tanto, los rayos UV en esta zona son más fuertes, por la corta distancia entre el sol y la superficie terrestre, además de contar con regiones de alta montaña que intensifican aún más estos rayos.

En el ser humano, la exposición prolongada a la radiación ultravioleta solar puede producir efectos agudos y crónicos en la salud de la piel, ojos y el sistema inmunitario, los eritemas son de los efectos agudos generados por la sobreexposición a los rayos solares y que, a largo plazo, causa daños acumulativos en las diferentes capas de la piel, que se pueden convertir en envejecimiento prematuro y en algo más crónico como el cáncer, generándose un problema de salud pública, por lo cual las empresas deben empezar a implementar programas en los que se promulguen conductas de cuidado y protección contra los rayos UV.

El diseño de la estructura de un *Programa de Prevención y Control de Enfermedades Producto de la Exposición Solar en actividades mineras e industriales* tiene como objetivo mitigar y controlar el factor de riesgo ambiental generado por la radiación UV en la salud de los

trabajadores, tomando como base la guía técnica colombiana GTC 45, en la cual se establecen criterios que permiten identificar y evaluar el riesgo de exposición a radiación UV solar, además de implementar las medidas de prevención y control pertinentes. La estructura que proponemos para este programa se fundamenta en el contenido que se detalla en el Anexo 1.

**7.10. Medidas de prevención y control.** Las empresas luego de identificar y conocer los peligros y/o riesgos a los que está expuesto el trabajador, debe adoptar medidas que aseguren que dichos factores de riesgo no se materialicen, por lo que se deben tener en cuenta 3 escenarios, medidas de prevención y control en la fuente, medidas de prevención y control en el medio y medidas de prevención y control en el trabajador, garantizando de esta manera englobar por completo los riesgos y las respectivas medidas a tomar con el fin de minimizar o eliminar los efectos causados por estos.

A continuación, se nombrarán las medidas de prevención y control en la fuente, el medio y el trabajador, de los riesgos generados por la radiación UV solar:

**7.10.1. Medidas de prevención y control en la fuente.**

**7.10.1.1. Medidas de prevención.** Identificar el lugar, zona o región donde se realizarán las respectivas labores como país, altura sobre nivel del mar, climatología del lugar y así implementar los respectivos planes de prevención y control.

Identificar y caracterizar la cantidad de colaboradores que harán parte del proyecto económico para llevar a cabo una planeación de largo y corto plazo evaluando las áreas de periodos de descanso y cantidad de elementos de protección personal y protectores solares a utilizar y tener como inventario en caso de imprevistos.

Identificar el horario y turnos a trabajar para clasificar los trabajadores que estarán expuestos a rayos ultravioleta siendo estos los que laboren en turnos diurnos

Gestionar los recursos para la aplicación del programa teniendo en cuenta todos los factores que influyen en la intensidad de la radiación UV para de este modo reducir los niveles de riesgo a los que se expondrán los trabajadores debido a su actividad.

Identificar los trabajadores que toman medicamentos que los hace sensibles al sol para llevar un seguimiento detallado del bienestar del colaborador.

Identificar el personal cuyo fototipo de piel puede ser afectado en mayor grado por los rayos UV, para tomar medidas preventivas controlando el tiempo de exposición en sus actividades, en periodos que no afecten la salud del trabajador según la dosis eritémica y garantizando al trabajador los elementos de protección y protectores solares adecuados.

**7.10.1.2. Medidas de control.** Cubrir las zonas en las que se permita con polisombra o árboles que minimicen el índice de radiación ultravioleta y garanticen al trabajador un lugar más seguro ante este factor de riesgo.

## **7.10.2. Medidas de prevención y control en el medio.**

**7.10.2.1. Medidas de prevención.** Identificar áreas donde el trabajador pueda realizar pausas minimizando el periodo de exposición a los rayos UV. En caso de no contar con zonas que eviten el contacto directo de los rayos del sol con el trabajador, se deben adecuar zonas con polisombra que cumplan con las condiciones que requieren los trabajadores para sus periodos de descanso.

Consultar diariamente en la página del IDEAM el índice de radiación ultravioleta y publicarlo a los trabajadores con sus respectivas medidas de prevención y control.

Instalación de lugares para hidratación de los trabajadores y aplicación de protector solar.

Llevar registro del protector solar para monitoreo de fechas de expiración, de tal forma que se garantice el adecuado uso por parte de los trabajadores, y que sirva como comparativo entre los diferentes protectores solares que venden en el mercado, evaluando el más eficiente para actividades industriales.

Establecer los tiempos máximos en los que el trabajador puede estar expuesto a los rayos UV e implementar periodos de descanso, hidratación y replicación de protector solar.

**7.10.2.2. Medidas de control.** Limitar el tiempo de exposición en el que se realizaran los trabajos según el índice de radiación ultravioleta consultado de la página del IDEAM y corregido según los factores que afectan este índice.

Señalar los riesgos a los que se expone el trabajador ante los rayos del sol en cada área en la que se realizaran las labores.

**7.10.3. Medidas de prevención y control en el trabajador.**

**7.10.3.1. Medidas de prevención.** Capacitar a los trabajadores a cerca del factor de riesgo al que se exponen al realizar labores a cielo abierto como los rayos UV y las consecuencias de estos en la salud.

Capacitar a los trabajadores que estén expuestos a rayos solares, evaluando nivel de riesgo, tiempo de exposición, índice de radiación ultravioleta, condiciones climatológicas, factores como altitud, longitud y nubosidad.

Capacitar a los trabajadores sobre el adecuado uso de protector solar y la frecuencia de su aplicación según el fototipo de piel e índice de radiación UV.

Dotar a los trabajadores de adecuados EPP como cofias, gafas de protección, camisa manga larga, e incentivarlos para que los utilicen de forma correcta.

Elaborar e implementar un adecuado programa de vigilancia epidemiológica a los trabajadores mediante exámenes dermatológicos y visuales periódicos de control para evitar y detectar deficiencias que afecten la salud y evaluar la eficiencia del programa de prevención y control de enfermedades laborales generadas por exposición a radiación ultravioleta emitida por el sol en actividades mineras e industriales en superficie.

**7.10.3.2. Medidas de control.** Limitar al trabajador los tiempos de ejecución de sus labores por periodos en los que se puede exponer a los rayos UV.

Limitar el acceso a trabajadores cuyo fototipo de piel es muy sensible a los rayos UV.

Realizar tratamiento a los trabajadores que presentan enfermedades cutáneas u oculares producto de la exposición a los rayos ultravioleta.

## **7.11. VentajasdelaImplementacióndeunProgVentajas de la Implementación de un Programa de Prevención y Control de Enfermedades Producto de la Exposición Solar.**

Un adecuado diseño e implementación de un Programa de esta naturaleza, tal como se propone en la estructura planteada en el Anexo 1, permitirá a los empresarios y a los trabajadores prevenir y disminuir considerablemente las enfermedades laborales generadas por la exposición solar, las que poco han sido tratadas en el ámbito laboral, como son el cáncer de piel, efectos oculares y afectaciones al sistema inmunológico. En este sentido, es pertinente precisar que el índice de radiación ultravioleta promedio en Colombia es de los más altos en Latinoamérica por su proximidad a la línea del ecuador y altura sobre el nivel del mar, por lo que es de suma importancia la prevención y control de este factor de riesgo.



Una óptima implementación de este programa permitirá a los trabajadores, mediante capacitaciones pertinentes, tomar conciencia acerca de los efectos negativos que trae sobre ellos la sobreexposición a la Radiación Ultravioleta y por ello la importancia de las medidas preventivas que deben tomar para evitar sufrir alguna afectación a causa de los rayos solares.

Asimismo, la implementación de este programa, además podrá ayudar significativamente a disminuir los índices y estadísticas de cáncer de piel, ya que en los últimos años en Colombia ha tenido significancia según el Instituto Nacional de Cancerología, también ayudará a disminuir las enfermedades oculares como cataratas y las afecciones del sistema inmunológico, teniendo en cuenta que por temas climáticos y ubicación geográfica nuestro país es afectado en alto grado por la Radiación Ultravioleta solar.

Este tipo de programa puede contribuir a que en nuestro país se tomen mejores medidas al abordar el tema de radiación solar, y que se contemple este factor de riesgo para establecer la normatividad pertinente en seguridad y salud en el trabajo, de tal forma que contribuya a prevenir y controlar en los trabajadores las enfermedades laborales generadas por la radiación ultravioleta de origen solar.

La prevención temprana a enfermedades laborales generadas por radiación ultravioleta le permitirá al empleador minimizar pérdidas que afectan la productividad y así mismo el ausentismo laboral, ya que la mayoría de las enfermedades que se producen por la radiación solar requieren de tratamientos largos y que después de un tiempo pueden volver a reaparecer o reincidir en los pacientes, afectando directamente los costos y la productividad de las empresas.

## Conclusiones

El programa de prevención contra la radiación UV solar le aporta, tanto al empleador como a los trabajadores, el conocimiento pertinente acerca de las medidas de promoción, prevención y control que se deben establecer para contrarrestar los efectos negativos en la integridad y la salud generados por este factor de riesgo.

El diseño y la implementación del Programa de Prevención y Control de Enfermedades Producto de la Exposición Solar, permitirá al empleador y trabajador prevenir y minimizar las enfermedades laborales causadas por la exposición a los rayos UV, como el cáncer de piel, afecciones oculares y efectos negativos en el sistema inmunitario; así mismo, por medio de capacitaciones brindará a los trabajadores el conocimiento pertinente que les permita tomar conciencia sobre el riesgo de sobreexposición a la Radiación Ultravioleta y de la importancia de las medidas preventivas que deben tomar para evitar sufrir alguna afectación en su salud por dicha causa.

La implementación de un adecuado programa de prevención contra la radiación UV en actividades mineras e industriales en superficie, incide en el mejoramiento de los índices de seguridad y salud en el trabajo, facilitando la identificación de condiciones inseguras producidas por dicho factor de riesgo, además de evitar la generación de enfermedades laborales generadas por exposición a los rayos solares.

El espectro electromagnético en la zona del trópico es mayor en comparación con las regiones al norte y al sur de América, debido a que la distancia del sol al ecuador terrestre es menor y los rayos solares tendrán mayor magnitud, Colombia por su ubicación geográfica se encuentra en la zona del trópico, con zonas de alta montaña, por lo que es de vital importancia implementar este tipo de programas en las empresas cuyas actividades exponen a los trabajadores a la radiación

ultravioleta solar, con el objetivo de que el empleador y los trabajadores conozcan el factor de riesgo al que se exponen, sus consecuencias a corto, mediano y largo plazo y las medidas de prevención y de control que se deben implementar..

La vigilancia epidemiológica periódica a los trabajadores permite una alerta temprana para prevenir el cáncer de piel, que en Colombia ha tenido incidencia en los últimos años ya que se encuentra en el tercer puesto de mayor frecuencia entre la población colombiana con 11.4% en mujeres (318 casos) y con 14.5% en hombres (285 casos), por este motivo es importante la definición implementación de medidas de prevención y control adecuadas, máxime que en nuestro país no se dispone de normatividad que permita regular y exigir a los empleadores prevenir y controlar este factor de riesgo.

Las actividades mineras que se desarrollan en superficie y en plantas de beneficio y de transformación de minerales requieren de personal que este en contacto con los rayos del sol, es importante que se haga seguimiento al tiempo de exposición y a otros factores que condicionan la intensidad de la radiación solar, como la latitud, altitud, climatología y el horario en que se ejecuten las actividades, ya que estos permiten calcular el índice de radiación ultravioleta, permitiendo que las empresas y el encargado del SG-SST tomen las medidas de prevención y control necesarias para evitar la generación de enfermedades laborales por este factor de riesgo.

Cada fototipo de piel reacciona de manera diferente a la exposición a los rayos solares, debido a que cada tipo de piel tiene diferentes dosis eritemicas, por este motivo es importante caracterizar a los colaboradores según su tipo de piel y el tiempo en el que estarán expuestos a los rayos UV, para identificar el alcance de la medida de control que se debe implementar.

La actual normatividad colombiana no contempla, ni especifica acerca de los riesgos generados por la Radiación UV solar, a comparación de un país como Chile, donde la normatividad vigente

es de las más completas a nivel de Latinoamérica, dado que es más específica, catalogando que tipo de trabajadores son los que están expuestos a los rayos solares, según su horario de trabajo, meses del año en que laboran; igualmente, indica cual es el nivel mínimo de índice de radiación UV y su corrección según las variables nubosidad, altitud, latitud, entre otros, factores, que en otras normatividades como la de países como Perú, Argentina y Colombia no se contemplan. Por lo tanto, es necesario que en nuestro país se establezca en su legislación este factor de riesgo, tomando como base la legislación chilena, para mediante disposiciones legales pertinentes, poder mejorar las condiciones de todos los trabajadores que laboran en superficie expuestos a este factor de riesgo.

## Recomendaciones

De manera rutinaria se debe consultar en una fuente confiable como el IDEAM, el índice de radiación ultravioleta en la región donde se encuentren, este se debe corregir según los factores que condicionen el área donde se encuentren los trabajadores, para así tomar las medidas adecuadas.

Se debe tener un mayor seguimiento a los trabajadores con fototipo de piel I y II que realicen trabajos en largas jornadas y en horarios comprendidos entre las 10 am y las 4 pm, ya que en este periodo el índice de radiación ultravioleta tiene mayor impacto en la salud de los trabajadores y estos fototipos de piel son los más afectados por su sensibilidad a los rayos del sol.

El área de seguridad y salud en el trabajo deberá contemplar en su programa de prevención el uso de elementos de protección personal, así mismo el uso adecuado de estos, además se deberá delimitar un área para hidratación, aplicación de protector solar y descanso por periodos, controlando así el tiempo de exposición a los rayos UV.

Es de suma importancia la capacitación del personal administrativo y operativo sobre los efectos de los rayos UV en la salud de los trabajadores, para que coordinen la implementación del programa y garanticen los recursos necesarios para prevenir y controlar los factores de riesgo existentes.

Es necesario que la empresa capacite a todos los trabajadores, pues de esta manera se mantiene informado de los factores de riesgo a los que pueden estar expuestos, en el caso de la Radiación UV, es de vital importancia que el trabajador tenga conocimiento para poder prevenir cualquier enfermedad que se genere por la exposición al sol, así mismo de controlarlos usando los elementos de protección personal pertinentes y aplicarse el protector solar de manera adecuada.

Se debe realizar una planeación estratégica que distribuya las actividades a desarrollar durante el año determinando y controlando los factores de riesgo por radiación UV, ya que el índice de radiación UV cambiara según los meses del año por la distancia de la tierra con el sol, siendo los meses de septiembre a marzo en los que los rayos UV tienen mayor intensidad.

En caso de trabajadores nuevos se deberá realizar acompañamiento, debido a que por su falta de experiencia o desconocimiento de la zona estos trabajadores tienen mayor exposición a los diferentes factores de riesgo, así que quien realice el plan padrino deberá ayudar al trabajador a identificar, prevenir y controlar dichos factores.

Los controles establecidos se deberán diseñar según el número de personal que se requiere para realizar las actividades, esto permite controlar el inventario de los elementos de protección personal y protectores solares, controlando el agotamiento de estos y evitar sobrecostos o altos inventarios de productos que pueden caducar.

El trabajador deberá notificar al empleador o al área de Seguridad y Salud en Trabajo las condiciones en la que se encuentra el lugar donde realizara su labor, con esto se tomaran las medidas de control necesarias para cerrar las desviaciones notificadas y garantizar un área de trabajo seguro para los colaboradores.

La academia también juega un rol importante en este escenario, desde allí se comienza a brindar conocimiento a los estudiantes, que después se convertirán en profesionales, es sustancial que los docentes inculquen a sus estudiantes en formación acerca del factor de riesgo generado por Radiación UV y sus consecuencias en la salud de los trabajadores, además, de las falencias que existen en cuanto a normatividad colombiana acerca del tema, para cuando se enfrenten a la vida laboral puedan implementar este tipo de programas que vayan en pro de la salud y seguridad en los trabajadores y de ellos mismos.

Este trabajo compila documentación e investigaciones realizadas a los efectos de los rayos UV en la salud de los trabajadores, así mismo es importante complementar con una investigación más profunda, ya que son escasos los estudios aplicados a labores mineras en superficie y plantas de beneficio y transformación del material, obteniendo estudios detallados de las condiciones de salud de los trabajadores expuestos a los rayos UV y las respectivas medidas a tomar.

El Ministerio de Minas y Energía como autoridad minera de Colombia, encargada de promover el aprovechamiento óptimo y sostenible de los recursos minerales, debería contemplar en la Normatividad de Seguridad y Salud en el Trabajo para la industria minera, acerca de la Radiación UV de origen solar, además de requerirle al empleador las medidas que este debe tomar para prevenir y controlar las enfermedades laborales generadas por este factor de riesgo físico, teniendo en cuenta que son importantes y han ido en crecimiento en los últimos años en el país, como lo es el cáncer de piel, enfermedad que al igual que las otras se puede prevenir si se dispusiera de una Normatividad que exija al empleador dentro de sus obligaciones, la elaboración e implementación de un programa de prevención y control de las enfermedades generadas por la Radiación UV solar.

Es importante que, en la normatividad minera, industrial, de seguridad y salud en el trabajo, se establezcan los parámetros para prevenir y controlar los factores de riesgo relacionados con la radiación UV y, así mismo, obligar al empleador a acatar y dar oportuno cumplimiento a las medidas definidas en la normatividad.

Las aseguradoras de riesgos laborales ARL, como encargadas de proteger y asegurar la vida de los trabajadores en las empresas, además de cubrir tanto enfermedades laborales como accidentes de trabajo que se puedan generar en el ejercicio de sus labores, deberían elaborar y divulgar entre las empresas aportantes una Guía o Programa de prevención contra la Radiación UV de origen solar, con el fin de brindar asesoría a aquellas empresas en que sus actividades se vean involucradas

con este factor de riesgo, con lo cual estarían aportando a la disminución de la enfermedades laborales asociadas al mismo.



## Referencias bibliográficas

- Ávila, S., Carbone, R., Leal, J., & Padilla, J. (2020). *Diseño de un sistema de vigilancia de la exposición a factores de riesgo asociados a la radiación ultravioleta de origen solar en la población del ejército nacional de Colombia y sus efectos en la salud.*
- Ballesteros, H. O. B. (2010). *Información técnica sobre la radiación ultravioleta, el índice uv y su pronóstico.*
- Borge, A. M. (2013). *Epidemiología, patogénesis y diagnóstico clínico del melanoma cutáneo* *Andrea*. 608, 581–585.
- Cortez, A., Enciso, J., Reyes, C., Arriaga, E., Romero, C., Ribes, J., Reyes, J., & Hernandez, M. (2011). *El índice ultravioleta en el ámbito laboral\_ un instrumento educativo \_ Enhanced Reader.pdf.*
- Jara, C., & Mercedes, J. (2015). *Efectos de la radiación solar en la piel*. 4, 5–6.
- Macri, I. M. (2019). *09 cáncer cutáneo ocupacional.*
- Mesa, M. C. V., Villanueva, J. A. N., & Vanegas, G. S. (2020). Dosis eritematosa mínima: correlación con el fototipo y método de medición en una muestra de población colombiana. *Actas Dermosifiliográficas*, 111(5), 390–397. <https://doi.org/10.1016/j.ad.2019.12.003>
- Ministerio de minas y energías. (1993). *Decreto 2222 de 1993 Reglamento de higiene y seguridad en las labores mineras a cielo abierto*. 1993(Noviembre 5) antiguo Decreto.
- Ministerio del Trabajo. (2015). *DECRETO 1072 de 2015 Decreto único reglamentario del sector trabajo.*
- OMS; OMM; UNEP. (n.d.). *Guía practica índice UV.*
- Andre, B., Bergmanson, J., Butler, J., Chou, R., Crowley, E., Dianne, G., Good, G., Pope, S., & Sliney, D. (2016). EL OJO Y LA RADIACION SOLAR ULTRAVIOLETA. *International Review of Ophthalmic Optics*, 1(3), 1–234. <http://www.pointsdevue.com/sites/default/files/uv-bluelight-e-book-esp.pdf>
- Baquero, A., Gamba, E., & Rodriguez, Y. (2017). *DIAGNÓSTICO DE PELIGROS A TRAVÉS DE LA GTC 45 PARA ESTABLECER MEDIDAS DE CONTROL EN ARCILLAS TERRANOVA S.A.S. BOGOTÁ D.C.* (Issue 1) [UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS]. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Bernstein, E. F., Sarkas, H. W., Boland, P., & Bouche, D. (2020). Beyond sun protection factor: An approach to environmental protection with novel mineral coatings in a vehicle containing a blend of skincare ingredients. *Journal of Cosmetic Dermatology*, 19(2), 407–415. <https://doi.org/10.1111/jocd.13007>
- Bielinski, K., & Bielinski, N. (2014). UV radiation transmittance: regular clothing versus sun-protective clothing. *Cutis*, 94(3), 135–138.
- CAN. (2002). *DECISIÓN 516 de 2002 Armonización de Legislaciones en materia de Productos*

- Cosméticos LA. February 1921, 1–4.*
- Garnacho Saucedo, G. M., Salido Vallejo, R., & Moreno Giménez, J. C. (2020). Effects of solar radiation and an update on photoprotection. *Anales de Pediatría (English Edition)*, 92(6), 377.e1-377.e9. <https://doi.org/10.1016/j.anpede.2020.04.003>
- IDEAM. (n.d.). *INDICE ULTRAVIOLETA (IUV) - IDEAM*. Retrieved August 10, 2022, from <http://www.ideam.gov.co/web/tiempo-y-clima/indice-ultravioleta-iuv->
- INC. (2020). *Anuario Estadístico 2020*.
- INCONTEC. (2012). *Guía técnica gtc colombiana 45 guía para la identificación de los peligros y la valoración de los riesgos en seguridad y salud ocupacional. E: GUIDANCE FOR HAZARD IDENTIFICATION AND OCCUPATIONAL HEALTH AND SAFETY RISK ASSESSMENT. 571.*
- Lim, H. W., Arellano-Mendoza, M. I., & Stengel, F. (2017). Current challenges in photoprotection. *Journal of the American Academy of Dermatology*, 76(3), S91–S99. <https://doi.org/10.1016/j.jaad.2016.09.040>
- Macías Díaz, M. A. (2014). *Situación actual de la legislación sobre protectores solares en Latinoamérica*. 50. <http://bdigital.unal.edu.co/12959/1/1836069.2014.pdf>
- MERCOSUR. (2012). Mercosur/gmc/res. n° 08/11 reglamento técnico mercosur sobre protectores solares en cosméticos. *Acta Materialia*, 33(10), 348–352. [http://dx.doi.org/10.1016/j.actamat.2015.12.003%0Ahttps://inis.iaea.org/collection/NCLCollectionStore/\\_Public/30/027/30027298.pdf?r=1&r=1%0Ahttp://dx.doi.org/10.1016/j.jmrt.2015.04.004](http://dx.doi.org/10.1016/j.actamat.2015.12.003%0Ahttps://inis.iaea.org/collection/NCLCollectionStore/_Public/30/027/30027298.pdf?r=1&r=1%0Ahttp://dx.doi.org/10.1016/j.jmrt.2015.04.004)
- MINECO, OSARTEC, MIFIC, SDE, MEIC, & MICI. (n.d.). *PRODUCTOS Y COSMETICOS. ETIQUETADO DE PRODUCTOS Y COSMETICOS. 2–7.*
- Decreto 539 DE 8 DE abril 2022 Reglamento de Higiene y Seguridad en las Labores Mineras a Cielo Abierto, Pub. L. No. 539 (2022).
- MINISTERIO DE SALUD, I. D. S. P. (2007). *Resolución 193 EXENTA*. 1–3. <https://bcn.cl/2k66t>
- Monteiro-Riviere, N. A., Wiench, K., Landsiedel, R., Schulte, S., Inman, A. O., & Riviere, J. E. (2011). Safety evaluation of sunscreen formulations containing titanium dioxide and zinc oxide nanoparticles in UVB sunburned skin: An In vitro and in vivo study. *Toxicological Sciences*, 123(1), 264–280. <https://doi.org/10.1093/toxsci/kfr148>
- Norma Oficial Mexicana, N. (2012). *NOM-141-SSAI/SCFI-2012, Etiquetado para productos cosméticos preenvasados. etiquetado sanitario y comercial* (pp. 1–13).
- Pereira, L. A., Luz, F. B., Carneiro, C. M. M. D. O., Xavier, A. L. R., Kanaan, S., & Miot, H. A. (2019). Evaluation of vitamin D plasma levels after mild exposure to the sun with photoprotection. *Anais Brasileiros de Dermatologia*, 94(1), 56–61. <https://doi.org/10.1590/abd1806-4841.20198070>
- Rivas, M., Rojas, E., Mendez, J., & Contreras, G. (2014). *Dosis eritémicas , sobrexposición a la*

*radiación solar ultravioleta y su relación con el cáncer de piel en arica chile.*

Romero, E., Zurita, G., Briones, M. C., Úraga, E., & Cornejo, M. (2012). Determinación de factor de protección ultravioleta en telas producidas en el Ecuador. *Medicina*, 17(3), 165–169. <https://editorial.ucsg.edu.ec/ojs-medicina/index.php/ucsg-medicina/article/view/551/507>

Sanchez, H. (2016). *Identificación de peligros, valoración de riesgos y determinación de controles, bajo metodología gtc 45 para el cumplimiento de la norma ohsas 18001\_2007 punto 4.3.1, EN LA EMPRESA EQUIRENT S.A MINA CALENTURITAS.*

SUPERINTENDENCIA DE RIESGOS EN EL TRABAJO. (2017). *Resolución 844* | *Argentina.gob.ar*. <https://www.argentina.gob.ar/normativa/nacional/resolución-844-2017-278079/texto>

Uribe, A. (2017). Descubre tu fototipo de piel y aprende a cuidarlo del sol - El Carabobeño. © C.A. Editora de El Carabobeño J-00012240-7. <https://www.el-carabobeno.com/1395208-2/>

Urrets, J. (2007). *Queratopatía climática en la Argentina* [Universidad Católica de Córdoba]. [http://pa.bibdigital.ucc.edu.ar/1257/1/TD\\_UrretsZavalía.pdf](http://pa.bibdigital.ucc.edu.ar/1257/1/TD_UrretsZavalía.pdf)

## Anexos

### Anexo 1 Programa de Prevención y Control de Enfermedades Producto de la Exposición

#### Solar en Actividades mineras e industriales

1. Introducción.
2. Objetivos.
3. Definiciones
  - 3.1. Radiación UV
    - 3.1.1. Tipos de radiación UV
      - 3.1.1.1. Radiación UV- A
      - 3.1.1.2. Radiación UV- B
      - 3.1.1.3. Radiación UV – C
    - 3.2. Índice de radiación UV
    - 3.3. Factores que condicionan la radiación UV
      - 3.3.1. Altitud
      - 3.3.2. Latitud
      - 3.3.3. Elevación solar
      - 3.3.4. Reflexión
      - 3.3.5. Ozono atmosférico
      - 3.3.6. Nudosidad
      - 3.3.7. Polvo en suspensión
    - 3.4. Clasificación por fototipo de piel.
      - 3.4.1. Fototipo de piel I
      - 3.4.2. Fototipo de piel II

- 3.4.3. Fototipo de piel III
- 3.4.4. Fototipo de piel IV
- 3.4.5. Fototipo de piel V
- 3.5. Efectos en la salud por exposición a los rayos UV
  - 3.5.1. Efectos cutáneos
  - 3.5.2. Efectos oculares
  - 3.5.3. Efectos en el sistema inmunológico
- 4. Responsabilidades
  - 4.1. Responsabilidades del empleador
  - 4.2. Responsabilidades del trabajador
- 5. Metodología de evaluación de riesgos mediante la guía GTC -45 de 2012.
  - 5.1. Identificación de peligros

Tabla 1 Identificación de peligros para trabajos a exposición de radiación UV

Categoría del daño	Daño leve	Daño moderado	Daño extremo
Salud	Alergias y enrojecimientos en la piel, irritación en los ojos.	Pterigium, queratopia climática en gotas y quemaduras solares.	Cancer de piel, cataratas.

Fuente: Autores adaptación de GTC 45

## 5.2. Valoración del riesgo

### 5.2.1. Nivel de deficiencia

Tabla 2 Nivel de deficiencia para trabajos expuestos a la radiación UV

Según el tiempo de exposición		Según el índice UV		
Nivel de deficiencia	Tiempo de exposición	Valor ND	Intervalo índice UV	Valor ND
Muy alto (MA)	> 8 horas por jornada o turno	10	>8	10
Alto A	6 – 8 horas por jornada o turno	6	6 - 7	6
Medio (M)	2 – 6 horas por jornada o turno	2	3 - 5	2
Bajo (B)	< 2 horas por jornada o turno	0	< 2	0

Fuente: Autores adaptación de GTC 45

### 5.2.2. Nivel de exposición

Tabla 3 Nivel de exposición para trabajos expuestos a la radiación UV

Nivel de exposición	Valor de NE	Significado
Continua (EC)	4	Realiza actividades a intemperie durante toda la jornada laboral
Frecuente (EF)	3	Realiza actividades a intemperie varias veces durante la jornada laboral por tiempos cortos
Ocasional (EO)	2	Realiza actividades a intemperie no rutinarias o algunas veces durante la jornada laboral y por un tiempo corto.
Esporádica (EE)	1	Realiza actividades a intemperie de manera ocasional.

Fuente: Autores adaptación de GTC 45

### 5.2.3. Nivel de Probabilidad

Tabla 4 Nivel de probabilidad en trabajos expuestos a los rayos UV

Nivel de probabilidad	Valor de NP	Significado
Muy alto	Entre 40 y 24	Realiza actividades a intemperie durante toda la jornada laboral, o el índice de radiación UV es mayor o igual a 8. Normalmente la exposición al sol ocurre con frecuencia.
Alto	Entre 20 y 10	Realiza actividades a intemperie durante periodos cortos en la jornada laboral o el índice de radiación UV varia de 6-7.
Medio	Entre 8 y 6	Realiza actividades a intemperie no rutinarias y por cortos periodos, o el índice de radiación UV varia de 3-5.
Bajo	Entre 4 y 2	Realiza actividades a intemperie esporádicamente y por periodos muy cortos, o el índice de radiación UV es menor de 2.

Fuente: Autores adaptación de GTC 45

## 5.2.4. Nivel de consecuencia

Tabla 5 Nivel de consecuencia para trabajos expuestos a rayos UV

Nivel de consecuencia	NC	Significado
		Efectos en la salud
Mortal o catastrófico (M)	100	Muerte o pérdida de visión.
Muy grave (MG)	60	Cáncer de piel y cataratas
Grave (G)	25	Pterigium, queratopia climática en gotas y quemaduras solares.
Leve (L)	10	Enrojecimiento o alergias en la piel e irritación en los ojos.

Fuente: Autores adaptación de GTC 45

## 5.2.5. Nivel de riesgo

Tabla 6 Nivel de riesgo en trabajos expuestos a rayos UV

Nivel de riesgo NR= NP*NC		Nivel de probabilidad							
		40-24		20-10		8-6		4-2	
Nivel de consecuencias	100	4000-2100		2000-1100		800-600		400-200	
	60	2000-1100		1200-600		480-360		200	120
	25	1000-600		500-250		200-150		100-50	
	10	400-240		200	100	80-60		40	20

Fuente: Autores adaptación de GTC 45

Tabla 7 significado de nivel de riesgo

Nivel de riesgo	Valor NR	Significado
I	4000-600	Situación crítica. Suspender actividad Hasta que el riesgo esté bajo control. Intervención urgente
II	400-150	Corregir y adoptar medidas de control de inmediato.
III	120-40	Mejorar si es posible. Sería conveniente justificar la intervención y su rentabilidad.
IV	20	Mantener la medida de control existente, pero se deberían considerar soluciones o mejoras y se deben hacer comprobaciones periódicas para asegurar que el riesgo Aún es aceptable

Fuente: Autores adaptación de GTC 45

Tabla 8 Aceptabilidad del nivel de riesgo en trabajos expuestos a radiación UV

Nivel de riesgo	Significado	
I	No aceptable	Situación crítica, corrección urgente
II	No aceptable o aceptable con control específico	Corregir o adoptar medidas de control
III	Mejorable	Mejorar el control existente
IV	Aceptable	No intervenir, salvo que un análisis más preciso lo justifique

Fuente: Autores adaptación de GTC 45

### 5.3. Medidas de intervención

#### 5.3.1. Medidas de prevención y control

##### 5.3.1.1. En la Fuente

##### 5.3.1.2. En el Medio

##### 5.3.1.3. En el Trabajador.

### 6. Recomendaciones