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

## RESUMEN TRABAJO DE GRADO

AUTOR(ES): NOMBRES Y APELLIDOS COMPLETOS

NOMBRE(S): JOSÉ GREGORIO APELLIDOS: GUTIÉRREZ DURAN

NOMBRE(S): LUZ KARINE APELLIDOS: PÉREZ CONTRERAS

FACULTAD: INGENIERÍA

PLAN DE ESTUDIOS: INGENIERÍA DE MINAS

DIRECTOR:

NOMBRE(S): YESID APELLIDOS: CASTRO DUQUE

TÍTULO DEL TRABAJO (MONOGRAFÍA DE INVESTIGACIÓN): EVALUACIÓN DEL RIESGO POR ESTRÉS TÉRMICO Y SU MITIGACIÓN MEDIANTE TEXTILES INTELIGENTES PARA TRABAJADORES EN MINERÍA SUBTERRÁNEA

La presente revisión monográfica se enfoca en la recopilación de información relevante y necesaria relacionada al fenómeno de estrés térmico por calor, clasificado como riesgo físico; el cual es generado en las minas subterráneas; dicha información se seleccionó mediante el apoyo tecnológico registrado en la web y la confiabilidad de artículos, revistas, normatividad vigente e informes tanto nacionales como internacionales asociados al estrés térmico y las alternativas para subsanar dicha problemática por medio de los textiles inteligentes. A partir de esta información se realizaron los análisis y ahondamiento en las posibles soluciones a la problemática en la actividad que son generadas a diario con las bases informativas para la creación futura de un vestuario minero el cual genere confort laboral en los trabajadores de minería subterránea expuestos y así prevenir tasas de accidentalidad teniendo trabajadores física y mentalmente dispuestos a laborar en óptimas condiciones.

PALABRAS CLAVES: MINERÍA SUBTERRÁNEA, ESTRÉS TÉRMICO, TEXTILES INTELIGENTES

PÁGINAS: \_92\_ PLANOS: \_0\_ ILUSTRACIONES: \_24\_ CD ROOM: \_No\_

\*\*Copia No Controlada\*\*

EVALUACIÓN DEL RIESGO POR ESTRÉS TÉRMICO Y SU MITIGACIÓN  
MEDIANTE TEXTILES INTELIGENTES PARA VESTUARIO DE TRABAJADORES EN  
MINERÍA SUBTERRÁNEA.

JOSÉ GREGORIO GUTIÉRREZ DURÁN

LUZ KARINE PÉREZ CONTRERAS

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER

FACULTAD DE INGENIERÍA

PLAN DE ESTUDIOS DE INGENIERÍA DE MINAS

CÚCUTA

2022

EVALUACIÓN DEL RIESGO POR ESTRÉS TÉRMICO Y SU MITIGACIÓN  
MEDIANTE TEXTILES INTELIGENTES PARA VESTUARIO DE TRABAJADORES EN  
MINERÍA SUBTERRÁNEA.

JOSÉ GREGORIO GUTIÉRREZ DURÁN

LUZ KARINE PÉREZ CONTRERAS

Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de:

Ingeniero de minas

DIRECTOR:

YESID CASTRO DUQUE

Ing. de Minas

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, 8 de noviembre de 2022

HORA: 4:00 p.m.

LUGAR: AUDITORIO DE TERREOS

PLAN DE ESTUDIOS: INGENIERIA DE MINAS

TITULO DE LA TESIS: "EVALUACIÓN DEL RIESGO POR ESTRÉS TÉRMICO Y SU MITIGACIÓN MEDIANTE TEXTILES INTELIGENTES PARA VESTUARIO DE TRABAJADORES EN MINERÍA SUBTERRÁNEA."

**JURADOS:** Ing. RAIMUNDO ALONSO PEREZ G.  
Ing. GERMAN MIGUEL MENDEZ  
Ing. MARHA ISABEL MONSALVE

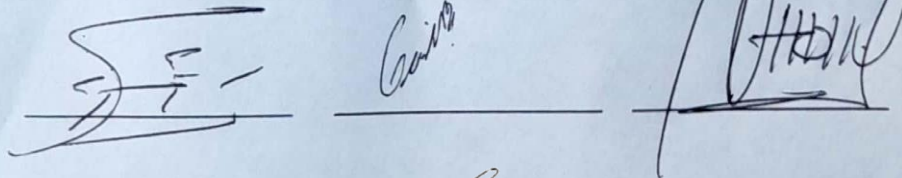
**ENTIDAD:** U. F. P. S.  
**ENTIDAD:** U. F. P. S.  
**ENTIDAD:** U. F. P. S.

**DIRECTOR:** Ing. YESID CASTRO DUQUE

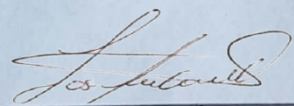
NOMBRE DE LOS ESTUDIANTE	CODIGO NUMERO	CALIFICACIÓN LETRA	APROBACIÓN	
			(A)	(M) (L)
LUZ KARINE PEREZ CONTRERAS	1181218	4.0	CUATRO, CERO	APROBADA
JOSE GREGORIO GUTIERREZ P.	1181188	4.0	CUATRO, CERO	APROBADA

OBSERVACIONES:

FIRMA DE LOS JURADOS:



Vº. Bº.

  
COORDINADOR COMITÉ CURRICULAR

## AGRADECIMIENTOS

*En primer lugar, agradecemos a Dios, por acompañarnos a lo largo de este proceso de preparación profesional.*

*A nuestro director de monografía, Ingeniero Yesid Castro Duque, quien con sus amplios conocimientos y disposición de enseñanza nos guio e hizo posible que este trabajo de grado se realizara con éxito.*

*Asimismo, agradecemos a nuestros maestros, nuestras familias y todas las personas que nos apoyaron a lo largo de nuestra etapa universitaria.*

**TABLA DE CONTENIDO**

Introducción	13
Objetivos	16
2.1    Objetivo general	16
2.2    Objetivos específicos	16
Método de investigación	17
3.1    Técnicas e instrumentos de recolección y selección de información.	17
3.2    Fuentes de información.	17
Capitulo I. Riesgos laborales	19
4.1    Riesgos laborales	19
4.2    Evaluación de riesgos laborales	20
4.2.1    Guía técnica colombiana para la identificación de los peligros y la valoración de los riesgos en seguridad y salud ocupacional. (GTC 45)	22
4.3    Plan de prevención de riesgos laborales.	24
4.4    Tipos de riesgos laborales.	25
4.4.1    Riesgos físicos	26
4.4.2    Riesgos locativos	27
4.4.3    Riesgos biológicos	28
4.4.4    Riesgos químicos	29
4.4.5    Riesgos ergonómicos	30

	7
4.4.6 Riesgos psicosociales	31
4.4.7 Riesgos mecánicos	32
4.4.8 Riesgos ambientales.	33
4.5 Factores involucrados en el estudio	34
4.5.1 Agente por temperatura.	35
4.5.2 Agente por vibración.	35
4.5.3 Agente por ruido.	35
4.5.4 Agente por radiación.	36
4.6 Agente de riesgo físico por temperatura.	36
4.6.1 Estrés térmico.	36
4.7 Efectos sobre la salud.	36
4.8 Factores que intervienen.	38
4.9 Medidas preventivas para los trabajadores	38
4.10 Índice de medición de estrés térmico.	39
4.11 Humedad relativa	40
4.12 Gradiente geotérmico.	41
4.13 Entalpia.	42
Capitulo II. Textiles inteligentes	45
5.1 Tipos de textiles inteligentes	47
5.1.1 Pasivos	47

	8
5.1.2 Activos	48
5.1.3 Ultra inteligentes o muy activos	49
5.2 Tipos de fabricación de textiles inteligentes	49
5.2.1 Materiales inteligentes y sus usos en SFIT (Smart Fabrics and Interactive Textiles)	49
5.2.2 Materiales de cambio de fase para termorregulación	50
5.2.3 Materiales de forma de memoria	54
5.3 Tendencias a nivel internacional	55
5.3.1 Sensores	56
5.3.2 Textiles electrónicos	58
5.3.3 Microencapsulación	59
5.3.4 Propiedad de los tejidos	61
5.3.5 Patentes destacadas objeto de estudio.	67
5.3.5.1 Textil inteligente termosensible	68
5.3.5.2 Textiles inteligentes termorreguladores y su método de preparación.	69
Capitulo III. Normatividad asociada	71
6.1 Constitución Política de Colombia de 1991	71
6.2 Ley 685 de 2001. Código de minas	72
6.3 Decreto 1886 de 2015- Decreto 944 de 2022	73
6.4 Decreto 1072 de 2015. Decreto Único Reglamentario del Sector Trabajo.	75



	9
6.5 Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo (SG-SST)	75
6.6 Organización Internacional del Trabajo (OIT)	76
6.7 Ley 1562 de 2012.	77
6.8 Norma ISO 13688 de 2013	77
Conclusiones	79
Recomendaciones	82
Bibliografía	85

**LISTA DE FIGURAS**

Figura 1. Actividades por seguir en la identificación de los peligros y valoración de riesgo.	23
Figura 2. Plan de prevención de riesgos laborales.	24
Figura 3. Factores de Riesgo Físico.	26
Figura 4. Riesgo locativo	27
Figura 5. Riesgo Biológico	28
Figura 6. Manipulación de Sustancias Químicas	29
Figura 7. Manera adecuada de tomar asiento	30
Figura 8. Factores del acoso laboral	31
Figura 9. Riesgo Mecánico.	32
Figura 10. Riesgos Ambientales	33
Figura 11. Enfermedades por riesgo físico	37
Figura 12. Formula Humedad Relativa.	41
Figura 13. Detalle de Gradiente Geotérmico típico en los primeros kilómetros de profundidad.	42
Figura 14. Representación de Entalpia.	42
Figura 15. Formula de la Entalpia	43
Figura 16. Tejidos inteligentes al microscopio.	45
Figura 17. Principio de funcionamiento de PCM en un tejido	50
Figura 18. Parafina	52
Figura 19. Grafeno incorporado en textil electrónico.	54
Figura 20. Sensores	57

	11
Figura 21. Textiles electrónicos	58
Figura 22. Microencapsulación	60
Figura 23. Propiedad de los tejidos	61
Figura 24. Alargamiento diferencial térmico.	68

**LISTA DE TABLAS**

Tabla 1. Escala de Riesgo.	19
Tabla 2. Patentes destacadas sobre las tendencias internacionales de textiles inteligentes.	62
Tabla 3. Tiempos de permanencia en frentes de trabajo	74

## Introducción

La presente monografía de investigación evalúa los riesgos laborales que se encuentran en minería subterránea y a su vez asocia los fenómenos involucrados al estrés térmico por calor generado en los trabajadores, así como la mitigación mediante la implementación de textiles inteligentes incorporados en el vestuario minero.

El uso de textiles inteligentes ha sido muy amplio a nivel internacional en cuanto a otras actividades realizadas por el ser humano, sin embargo, el uso de los mismos en minería subterránea no ha sido muy específico y por lo tanto a nivel nacional no se encuentran estudios de su implementación, de ello nace la necesidad de ir más allá de las alternativas secundarias como bebidas energéticas que consuman los trabajadores para contrarrestar la problemática que se genera cada día en la minería tanto al interior de la mina como al exterior; la ventilación juega un papel importante dentro de la actividad pero los estudios y resultados demuestran que a día de hoy es deficiente en la pequeña y mediana minería para garantizar la necesidad básica de ventilar las minas y así evitar acumulación de gases; ahora bien, teniendo en cuenta que se es deficiente para dicha necesidad que es crucial en la vida del ser humano, la problemática es aún más grande para el confort laboral del trabajador vinculada al estrés térmico.

El estrés laboral no solo afecta al individuo, sino también a la productividad en el trabajo, el rendimiento y la economía local. Puesto que el aumento de la temperatura reduce la productividad en el trabajo, la productividad económica mundial podría disminuir y afectar de manera desproporcionada a países en la zona climática tropical. (Gutiérrez, Guerra, & Gutiérrez, 2018).

Con el aumento de la temperatura en los ambientes subterráneos se crean riesgos, que pueden causar tragedias en el peor de los casos. Debido al riesgo que generan las altas temperaturas, se deben tener en cuenta dos aspectos: uno es el impacto en la salud de los trabajadores y el otro es el impacto en la seguridad y productividad de la mina (Z. Su & Sun, 2009). Cuando la humedad y las temperaturas son elevadas en un ambiente subterráneo, los trabajadores experimentan una sensación de malestar, que genera estrés, y esto a su vez produce desconcentración, y la posibilidad de provocar accidentes, en última instancia, disminuye la productividad. A medida que aumenta la profundidad y el nivel de mecanización, las altas temperaturas y los efectos del calor son los mayores problemas para la seguridad minera, lo que limita la actividad en las minas de carbón. (X & Xie, 2011) (Xie, 2012).

En la evaluación de los posibles riesgos laborales derivados de la exposición al calor, intervienen una serie de variables a considerar, entre las que se incluyen, la existencia de fuentes de irradiación, elevados porcentajes de humedad y temperatura ambiente, condiciones corporales específicas de cada trabajador, vestimenta y la carga de exigencias físicas en las tareas realizadas. (Gutiérrez, Guerra, & Gutiérrez, 2018).

La importancia de prevenir riesgos en las actividades a realizar por el ser humano ha tomado más fuerza y validez que la de remediar dichas consecuencias, por ello es primordial hacer énfasis e investigación en las posibles soluciones con la implementación de los materiales tecnológicos que al final se realizan con el fin de dar calidad de vida, y para ello se va de la mano de la normatividad vinculada al trabajador como lo es el Decreto 1072 del 2015. Decreto Único Reglamentario del Sector Trabajo y el Decreto 1886 del 2015. Reglamento de Seguridad en las Labores Mineras Subterráneas con su modificación en el Decreto 944 de 2022 para la implementación futura de textiles inteligentes en el vestuario minero, mejorando su

condición y calidad de vida.

## **Objetivos**

### **2.1 Objetivo general**

Evaluar los riesgos que se originan por el estrés térmico en los trabajadores de minería subterránea, para identificar un material que permita estabilizar su temperatura corporal.

### **2.2 Objetivos específicos**

- Identificar los riesgos que afectan a los trabajadores en minería subterránea vinculados al estrés térmico.
- Describir los tipos de textiles inteligentes usados en el mercado para contrarrestar el estrés térmico en cualquier ámbito laboral.
- Analizar la normatividad vigente asociada al confort laboral.
- Obtener conclusiones base para la implementación futura del vestuario minero a partir de textiles inteligentes.



## **Método de investigación**

### **3.1 Técnicas e instrumentos de recolección y selección de información.**

Mediante el apoyo tecnológico, como lo es documentación registrada en la web se recolectará y seleccionará la información relevante y necesaria para el debido desarrollo de la presente monografía de investigación, la cual consta de artículos, revistas, decretos e informes tanto nacionales como internacionales asociados al estrés térmico y su implicación en el trabajo, así como también los materiales usados por los textiles inteligentes para contrarrestar dicha problemática.

La presente investigación es de dos tipos, descriptiva y documental.

Es importante mencionar que la investigación documental implica el análisis de documentos, por tanto, tanto lo personal como lo subjetivo hacen que el elemento cualitativo se vuelva característico en este tipo de investigaciones (Tena y Rivas-Torres, 1998).

Por otro lado, una investigación de tipo descriptiva tiene como objetivo inicial especificar las propiedades importantes de cualquier fenómeno que sea sometido a análisis. Es decir, mide y evalúa diversos aspectos y dimensiones del fenómeno de interés de manera independiente, después integra dichas observaciones con el fin de definir como es y cómo se manifiesta (Hernández, Fernández y baptista, 1998).

### **3.2 Fuentes de información.**

Teniendo en cuenta que dicha investigación será tipo documental se tomará como base informativa principal las siguientes referencias:

- Evaluación de Riesgo por Estrés Térmico en Trabajadores de los Procesos de Incineración y Secado de una Empresa de Tableros Contrachapados.
- Estrés térmico. Consejo Colombiano de Seguridad
- Evaluación de Exposición a Calor. Alcances y Limitaciones de los Indicadores. Su interpretación y Correcta Aplicación.
- Estrés térmico. Boletín para la Prevención de Riesgos Laborales.
- Riesgos Laborales, Prevención, Medidas y Leyes.
- Gestión de la prevención de riesgos laborales en la pequeña y mediana empresa. Instituto Nacional de seguridad e higiene en el trabajo.
- Boletín tecnológico textiles inteligentes. Superintendencia de industria y comercio
- Decreto 1886 del 2015. Reglamento de Seguridad en las Labores Mineras Subterráneas.
- Ley 685 de 2001. Código de Minas.
- Decreto 1072 del 2015. Decreto Único Reglamentario del Sector Trabajo.
- Norma EN ISO 13688 de 2013

## Capítulo I. Riesgos laborales

### 4.1 Riesgos laborales

Los riesgos laborales es un tema de vital importancia en las organizaciones del país. Al presente, la legislación colombiana exige medidas de prevención frente a accidentes en el trabajo. Sin importar la posición o cargo, toda empresa debe evaluar los riesgos existentes en el cumplimiento de las labores.

“En Colombia los niveles de riesgo son medidos en una escala del 1 al 5. En el primer nivel, encontramos los cargos donde el riesgo laboral es mínimo. Por otro lado, el quinto nivel de riesgo corresponde a los puestos con mayor probabilidad de accidentes. Es importante que todas las empresas pueden cotizar sobre diferentes clases de riesgo y deben hacerlo por ley según el Decreto 1295 de 1994” (David, 2021).

“Teniendo en cuenta la definición de la Organización Mundial de Salud (OMS), la salud ocupacional es una actividad multidisciplinaria dirigida a promover y proteger la salud de los trabajadores a través de la prevención y el control de enfermedades y accidentes, y la eliminación de los factores y condiciones que ponen en peligro la salud y la seguridad en el trabajo.”

(Instituto Europeo de Posgrado)

Existe cierta escala, la cual es un instrumento utilizado para categorizar el grado de riesgo o peligrosidad en actividades laborales. En la siguiente tabla está representada.

*Tabla 1. Escala de Riesgo.*

CLASIFICACIÓN	ESCALA DE RIESGO
CLASE I	Riesgo mínimo
CLASE II	Riesgo bajo
CLASE III	Riesgo medio
CLASE IV	Riesgo alto
CLASE V	Riesgo máximo

Nota: Tomado de (David, 2021).

“Los primero que se debe aclarar es que una empresa puede cotizar sobre diferentes clases de riesgo, dependiendo de los centros de trabajo que haya establecido. Así, una empresa puedo tener un centro de trabajo administrativo que cotiza sobre riesgo clase I y otro centro de trabajo que cotiza sobre riesgo clase V.” ( SafetYA, 2021).

El siguiente artículo, hace referencia al trámite realizado para el proceso de riesgo el cual debe estar afiliado el trabajo, y su posición respectiva respecto a pagos, y entregas.

El artículo 25 del Decreto-Ley 1295 de 1994 establece la clasificación de empresa así:

«El empleador será responsable:

Del pago de la totalidad de la cotización de los trabajadores a su servicio;

Trasladar el monto de las cotizaciones a la entidad administradora de riesgos profesionales correspondiente, dentro de los plazos que para el efecto señale el reglamento; ...»

## 4.2 Evaluación de riesgos laborales

Al presente se reconoce que la evaluación de riesgos es la base para una gestión activa de la seguridad y la salud en el trabajo.

Toda entidad o empresa tiene como obligación realizar estos procedimientos:

- Realizar una evaluación inicial de riesgos.
- A partir de esta, planificar la acción preventiva.

La Evaluación de riesgo “es el proceso dirigido a estimar la magnitud de aquellos riesgos que no hayan podido evitarse. Obteniendo la información necesaria para que el empresario esté en condiciones de tomar una decisión apropiada sobre la necesidad de adoptar medidas preventivas y, en tal caso, sobre el tipo de medidas que deben adoptarse.” (Portal de los riesgos laborales de los trabajadores de la enseñanza., s.f.)

La evaluación de riesgos es una actividad que debe ser realizada por personal debidamente cualificado y su procedimiento de actuación debe ser examinado con los representantes de los trabajadores.

En la evaluación de riesgos deberían considerarse tres fases: Preparación, Ejecución y Registro documental.

- Preparación: Se tiene que determinar, quien lo va a ejecutar y proporcionarle la información pertinente, y los medios para realizarla. De la misma forma el procedimiento que va a seguir y el tiempo para concluirla.
- Ejecución: Revisar minuciosamente, el entorno de lugar de trabajo, las instalaciones, la maquinaria, los equipos, las herramientas, y la adecuación de medidas y controles manejados.
- Registro documental: “En la última fase ya se habrá concluido la actividad en el lugar de trabajo, teniendo que registrar documentalmente todo lo observado en los diferentes puestos y tareas analizado para facilitar el seguimiento por quien

corresponda. En aquellos puestos en los que deban adoptarse medidas preventivas o de control, éstas deberán quedar debidamente registradas especificando de qué puesto de trabajo o tarea se trata, qué riesgos existen, a qué trabajadores afecta, cuáles han sido los resultados de la evaluación y cuáles son las medidas preventivas que deben adoptarse con indicación de plazos y responsables. Deberá comprobarse que dichas medidas se llevan a cabo en los plazos establecidos y que resultan eficaces.” (Instituto Nacional de seguridad e higiene en el trabajo)

Para la evaluación de los riesgos se toma en cuenta la Guía técnica colombiana para la identificación de los peligros y la valoración de los riesgos en seguridad y salud ocupacional (GTC 45) como se expresará a continuación:

#### **4.2.1 Guía técnica colombiana para la identificación de los peligros y la valoración de los riesgos en seguridad y salud ocupacional. (GTC 45)**

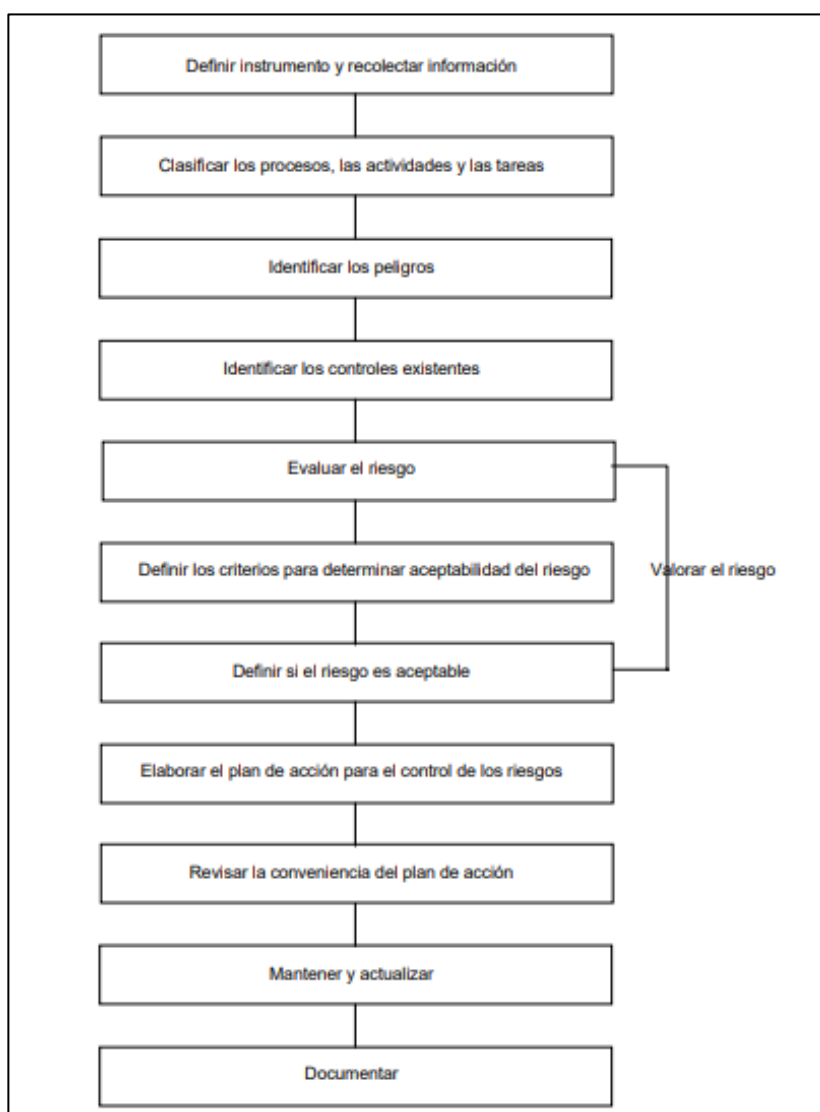
Es la guía para la identificación de peligros y la valoración de riesgos en seguridad y salud de los trabajadores, que plantea las directrices para identificar peligros y valorar los riesgos de seguridad y salud en el trabajo; este proceso se hace a partir del Panorama de Factores de Riesgo, los cuales incluyen:

- Definir el instrumento para recopilar información
- Clasificar los procesos, actividades y tareas
- Identificar peligros
- Identificar los controles existentes
- Valorar riesgo
- Elaborar un plan de acción para el control de los riesgos

- Revisar la conveniencia del plan de acción
- Mantener y actualizar, es decir, llevar un seguimiento
- Documentar el seguimiento e implementación realizados para presentar responsable y una gestión ejecutable

La siguiente figura hace referencia al paso a paso, mencionando anteriormente, y los pasos que competen el valorar el riesgo.

*Figura 1. Actividades por seguir en la identificación de los peligros y valoración de riesgo.*



Tomado de (CCS, 2012)

### **4.3 Plan de prevención de riesgos laborales.**

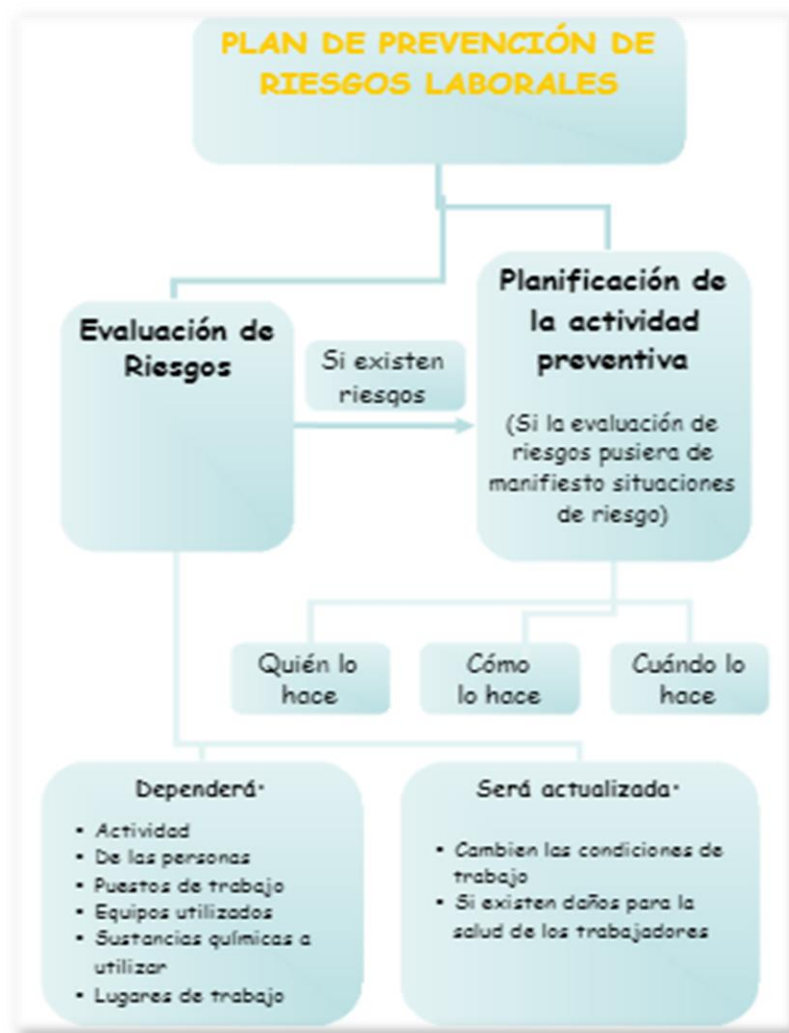
El plan de prevención de riesgos laborales es una herramienta necesaria para llevar a cabo la gestión de la prevención en tu organización o empresa. “La ley también señala que todo plan de prevención de riesgos tiene que contener, en primer lugar, la estructura organizativa de la organización. Además, tiene que especificar las responsabilidades, las funciones, las prácticas, procedimientos, procesos y recursos necesarios. Todo se encamina siempre para llevar a cabo las acciones preventivas concretas en los lugares de trabajo.” (ISOTools, s.f.)

Cada entidad u organización debe tener su propio plan de prevención de riesgos, en base o como apoyo de la Guía técnica colombiana para la identificación de los peligros y la valoración de los riesgos en seguridad y salud en el trabajo (GTC 45), es decir será independiente de los demás, debido a que debe estar hecho a su medida de la mano de las actividades y trabajos realizados en ella, cada sector maneja su proceso diferente a otro, en el caso de que sean del mismo sector, al realizar una actividad ajena que no realiza el otro de manera inmediata el plan de prevención de riesgos debe ser ajustado y acomodado con los parámetros concretos que requieran.

La siguiente figura, representa el plan que se debe realizar para para prevención de riesgos labores, y lo que debemos ejecutar dependiendo de la información o situación que nos encontremos.

*Figura 2. Plan de prevención de riesgos laborales.*





Nota: Tomado de (StuDocu, 2013)

#### 4.4 Tipos de riesgos laborales.

Un riesgo laboral estará presente en cualquier situación, debido a que existen bastantes tipos de ellos, son sinónimos de daños, incidentes, amenazas, obstáculos y accidentes que pueden suceder en nuestro trabajo,

“En este punto podemos deducir que un riesgo laboral es la posibilidad de que ocurra una enfermedad o una lesión como resultado de la exposición a un factor o proceso peligroso en determinadas condiciones”. (Support Brigades, 2021).

Los riesgos laborales se clasifican por su nivel de peligro y sus factores que lo caractericen. Es decir, no todos son iguales, un trabajador que labore en el campo no tendrá el mismo peligro que en una oficina en la ciudad.

A continuación, los tipos de riesgos laborales:

#### **4.4.1 Riesgos físicos**

Se representan con los factores de riesgo relacionados con las condiciones del sitio de trabajo en el cual el trabajador debe trabajar, por ello es uno de los factores de riesgo que más presente está en las zonas de trabajo de cualquier industria.

“Son los más habituales y pueden ser provocados por diversas razones, como las condiciones peligrosas en el trabajo, los ruidos excesivos, la iluminación (tanto el deslumbramiento como la oscuridad excesiva, según el nivel de luz), la temperatura, la humedad, las radiaciones, la manipulación de maquinaria pesada, trabajar en alturas elevadas, etc.” (Instituto Europeo de Posgrado).

La siguiente figura, demuestra las diferentes situaciones que se localiza el riesgo físico.

*Figura 3. Factores de Riesgo Físico.*



Nota: Tomado de (SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO 2731, s.f.).

#### 4.4.2 Riesgos locativos

Este riesgo influye demasiado en la minería, debido a que se hace un enfoque en la geografía, instalaciones o en el área de trabajo, y respecto a estos se pueden ocasionar accidentes si no tenemos una adecuada dotación, señalización o avisos.

“Podemos definir el riesgo locativo como aquellas condiciones inseguras o de peligro presentes en un área o espacio definido.” (Safe Mode)

La figura 4 demuestra, como mitigar este riesgo mediante señalización como conos, y también el personal con un letrero diciendo peligro.

*Figura 4. Riesgo locativo*



Nota: Tomado de (Safe Mode)

#### 4.4.3 Riesgos biológicos

En este caso, este tipo de riesgo ya es más microscópico, esta se representa por virus, enfermedades, bacterias, debemos ser precavidos con estas infecciones, con la higiene específicamente en cualquier actividad realizada utilizando guantes, mascarillas, etc.

“Se entiende por riesgo biológico laboral cualquier infección, alergia o toxicidad causada por microorganismos (con inclusión de los genéticamente modificados, los cultivos celulares y los endoparásitos humanos), que pueda contraer un(a) trabajador(a)”. (Escamilla, s.f.).

“Aquellas enfermedades producidas por las bacterias, hongos, virus o parásitos con los cuales se ha tenido contacto de algún tipo. Es recomendable tener un control de las vacunas y protegerse con los equipos adecuados en cada trabajo.” (Instituto Europeo de Posgrado).

La figura 5 hace representación a la señal que nos indica que en respectiva actividad laboral tenemos un riesgo biológico, el cual debemos estar precavidos.

*Figura 5. Riesgo Biológico*



Tomado de (Riesgos Laborales, Prevencion, medidas y Ley, 2019).

#### 4.4.4 Riesgos químicos

Este tipo de riesgo hace referencia a todo procedimiento realizado químicamente, en algunos casos por el medio ambiente, que generan contaminantes que nos afectan al tener contacto con ellos, si no utilizamos los EPP necesarios.

“Los riesgos químicos o también conocidos como peligros químicos son aquellas condiciones con elevado potencial de causar daño a la salud debido a la exposición indebida a agentes químicos contaminantes.” (Riesgos Laborales, Prevencion, Medidas y Ley, 2019). Estos “se producen en ciertos procesos químicos y por el medio ambiente, a través de la inhalación, la ingestión o absorción de ciertas sustancias dañinas. Por eso, hay que tener especial cuidado con aquellas personas que sufran alergias o intolerancias. Es necesario protegerse con mascarillas, guantes y delimitar el área de trabajo.” (Instituto Europeo de Posgrado).

La siguiente figura hace representación a la señal que nos indica que en respectiva actividad laboral tenemos un riesgo químico, el cual debemos estar precavidos.

*Figura 6. Manipulación de Sustancias Químicas*



Nota: Tomado de (Martinez, Robayo, & Farfan, 2015).

#### 4.4.5 Riesgos ergonómicos

La ergonomía es un caso muy común, y más en estos tiempos de pandemia, el cual todo trabajo se volvió remoto, desde lo más básico podemos ser afectados, la postura y como realizamos nuestras actividades, deben realizarse de forma correcta y cuidadosa.

“Bueno pues se define como el estudio de la relación entre el entorno de trabajo (lugar de trabajo), y quienes realizan el trabajo (los trabajadores). Su objetivo es adaptar el trabajo a las capacidades y posibilidades del trabajador y evitar así la existencia de los riesgos ergonómicos específicos, en particular los sobre esfuerzos” (Martinez, Robayo, & Farfan, 2015).

“Actualmente, son muy numerosos porque existen puestos de trabajo remoto o de oficina, sedentarios o de repetición. Así, incorrectas posturas, levantamiento de peso excesivo o movimientos repetitivos pueden provocar daños físicos que, con el tiempo, pueden convertirse en crónicos.” (Instituto Europeo de Posgrado).

La siguiente figura, nos demuestra un caso de riesgo ergonómico que nos indica como debemos sentarnos para prevenir a largo plazo lesiones o enfermedades.

*Figura 7. Manera adecuada de tomar asiento*



Nota: Tomado de (Prevencionar.com, 2020)

#### 4.4.6 Riesgos psicosociales

El acoso laboral es hoy en día, uno de los mayores problemas en la empresa, el opacar y hacer sentir inferior a un trabajador, trae problemas a esa misma persona como a la compañía, debido que cada uno cumple un rol, y el trabajo en equipo es importante para ello, esto ocasiona falta de interés y productividad al individuo por falta de confianza y concentración.

“Asociados al estrés, la monotonía, la fatiga... Para prevenirlas es esencial respetar los horarios laborales, facilitar la conciliación familiar y personal, los descansos de 15 minutos a partir de las 6 horas. Un buen ambiente de trabajo y la reducción de estos factores ayudaran a tener una buena salud ocupacional.” (Instituto Europeo de Posgrado).

“El mobbing o acoso moral en el trabajo se puede entender como "el continuo deliberado maltrato verbal y modal que recibe un trabajador por parte de otro u otros, con el objeto de lograr su afectación o destrucción psicológica, a través de actitudes y conductas ilegales, ilícitas, o ajenas a un trato respetuoso o humanitario, que atentan contra la dignidad del trabajador” (Martinez, Robayo, & Farfan, 2015).

La figura 8 indica algunas de las razones por las cuales los trabajadores son afectados de manera psicosocial en las empresas.

*Figura 8. Factores del acoso laboral*



Nota: Tomada por (MEZZA, 2019).

#### 4.4.7 Riesgos mecánicos

El sector industrial encargado de transformar materia prima en producto, su manufactura y realización de utilidad, se realiza en totalidad por maquinaria, debido a la eficacia y resultados que entrega, en este punto, los riesgos mecánicos se ven reflejados más que en otros sectores

“Están asociados a trabajos en altura, un mal uso de herramientas o equipos defectuosos. Para ello es importante revisar la maquinaria con la que se trabaja para evitar posibles incidentes.” (Instituto Europeo de Posgrado). De esta misma forma “se entiende por riesgo mecánico el conjunto de factores físicos que pueden dar lugar a una lesión por la acción mecánica de elementos de máquinas, herramientas, piezas a trabajar o materiales proyectados, sólidos o fluidos. La lesión sobreviene generalmente por fricción, golpes, atrapamientos, proyección de materiales o caídas”. (Martinez, Robayo, & Farfan, 2015).

La siguiente figura hace representación a la señal que nos indica que en respectiva actividad laboral tenemos un riesgo mecánico, el cual debemos estar precavidos.

*Figura 9. Riesgo Mecánico.*





Nota: Tomado de (SESASELCA, C.A., 2017).

#### 4.4.8 Riesgos ambientales.

Este tipo de riesgo es diferente a los demás, debido que es a causa de todo evento ambiental, así como lo son catástrofes o desastres provocados por este, como lo son inundaciones, terremotos, tornados, entre otros.

“Se conoce como riesgo ambiental o ecológico a la probabilidad de que ocurra un evento o catástrofe en el medio ambiente; bien sea, por un fenómeno propio de la naturaleza o por la acción del hombre que lo genere.” (Riesgos Laborales, Prevencion, Medidas y Ley, 2019).

De esta misma forma “son aquellos propios de la naturaleza: las tormentas, las lluvias, las inundaciones, los terremotos. Es decir, aquellos riesgos que no se pueden controlar y, en ese sentido, hay que ser previsible y prudente.” (Instituto Europeo de Posgrado).

La figura 10 ilustra los riesgos ambientales que se pueden presentar.

*Figura 10. Riesgos Ambientales*



Nota: Tomado de (Castro, 2021).

#### **4.5 Factores involucrados en el estudio**

En la presente monografía de investigación, el riesgo laboral dominante es el de riesgo físico, estos se pueden definirse como aquellas exposiciones de la energía que pueden provocar daños a las personas, en diferentes grados de intensidad.

En este caso, existen ciertos agentes, que predominan en este riesgo laboral, como lo son:

- Por temperatura
- Por vibración
- Por ruido
- Por radiación

Y demás involucrados, exactamente en el agente por temperatura (Estrés térmico, Humedad relativa, Gradiente geotérmico y Entalpia).

#### **4.5.1 Agente por temperatura.**

“En este caso se hace referencia a situaciones donde se presentan temperaturas extremas, bien sea, muy altas o bajas.” (Riesgos Laborales, Prevencion, Medidas y Ley, 2019)

En caso de temperaturas muy bajas, el trabajador puede desarrollar hipotermia, y hablando de temperaturas muy altas, puede generar quemaduras. Este agente presenta efectos secundarios, como deshidratación, mareo, desorientación, cansancio, fatiga entre otras.

#### **4.5.2 Agente por vibración.**

“Las vibraciones son todo tipo de movimiento que el cuerpo hace alrededor de un punto fijo. Cuando un cuerpo genera vibración tiene dos características: la frecuencia y la intensidad; donde la frecuencia indica la velocidad y la intensidad refleja la amplitud de movimiento.” (Riesgos Laborales, Prevencion, Medidas y Ley, 2019)

Estos generan efectos que dependerán de la posturas y sensibilidad de cada individuo, ocasionando dolores de cabeza, problema de equilibrio y trastornos visuales.

#### **4.5.3 Agente por ruido.**

“Las principales fuentes de ruido son las industrias metalmecánicas, automotriz, tránsito aéreo y la de construcción. En el caso del ser humano, este puede tolerar el ruido hasta los 100 decibeles; a partir de allí se empieza a sentir cierta incomodidad; después de los 130 se presenta el dolor; y superior a los 160 decibelios puede traer daños físicos irreversibles.” (Riesgos Laborales, Prevencion, Medidas y Ley, 2019)

Algunos efectos ocasionados por el ruido son pérdida de audición, fatiga auditiva.

#### **4.5.4 Agente por radiación.**

“La radiación se puede definir con una energía que transmite en forma de ondas o partículas de energía.

Los efectos causados por este tipo de radiación dependerán de la cantidad de dosis, la energía de la radiación, la fragmentación de esta y la edad. Y pueden llegar a afectar la médula ósea, testículos y mucosa gástrica.” (Riesgos Laborales, Prevencion, Medidas y Ley, 2019)

#### **4.6 Agente de riesgo físico por temperatura.**

##### **4.6.1 Estrés térmico.**

El estrés térmico por calor es la carga de calor que las personas trabajadoras reciben y almacenan en su cuerpo, es el resultado de la interacción entre las condiciones ambientales (temperatura y humedad), la actividad física que cumplen y la ropa que llevan.

El riesgo de sufrir cambios en la salud para una persona expuesta a un ambiente caluroso depende de la producción de calor de su organismo como resultado de la actividad física y de las características del ambiente que lo rodea, que condiciona el intercambio de calor entre el ambiente y su cuerpo.

#### **4.7 Efectos sobre la salud.**

Los efectos provocados por el estrés térmico en el ámbito laboral son los siguientes:

- **Sincope por calor:** Este es una señal de sobrecarga térmica, como consecuencias desmayos o pérdida de conciencia.

- **Agotamiento por calor:** Se produce cuando existe un nivel alto de deshidratación, con síntomas como disminución de las habilidades psicomotoras, náuseas, fatiga, entre otros.
- **Deshidratación:** La exposición prolongada al calor implica una pérdida de agua en nuestro organismo.
- **Golpe de calor:** “Se desarrolla cuando la termorregulación ha sido superada, y el cuerpo ha utilizado la mayoría de sus defensas para combatir la hipertermia (aumento de la temperatura interna por encima de la habitual). Se caracteriza por un incremento elevado de la temperatura interna por encima de 40,5 °C, y la piel caliente y seca debido a que no se produce sudoración. En este caso es necesaria la asistencia y tratamiento médico ya que puede esta situación mantenerse por algunos días.” (Consejo Colombiano de Seguridad)

Una vez analizados por efectos que se pueden generar en cuanto a la salud de los trabajadores, se tomara como referencia o base informativa el decreto 1477 de 2014 por el cual se expide la tabla de enfermedades laborales, enfocada en los riesgos físicos como se ilustra en la figura

*Figura 11. Enfermedades por riesgo físico*

AGENTES FÍSICOS		
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.	ENFERMEDADES
Temperaturas extremas  Calor  Frio	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Todos los trabajos efectuados en ambientes donde las condiciones de temperatura, humedad del aire y actividad física sobrepasen los valores límites permisibles (VLP).</li> <li>- Labores en cámaras frigoríficas, sitios de almacenamiento en frio.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Golpe de calor e insolación (T67.0)</li> <li>➤ Síncope por calor (T67.1)</li> <li>➤ Calambre por calor (T67.2)</li> <li>➤ Urticaria debida al calor o al frio (L50.2)</li> <li>➤ Leucodermia no clasificada en otra parte (Incluye "vitiligo ocupacional") (L81.5)</li> <li>➤ Congelamiento superficial (T33)</li> <li>➤ Congelamiento con necrosis de tejidos (T34)</li> <li>➤ Hipotermia (T68)</li> <li>➤ Otros efectos de la reducción de la temperatura (T69)</li> </ul>

(Decreto 1477 de 2014. Tabla de enfermedades laborales, 2014)

#### 4.8 Factores que intervienen.

- **El tiempo de exposición:** Hace referencia a la duración en la que el trabajador ejerce su labor, debido a que, al paso del tiempo, acumula cantidad de calor.
- **Factores personales:** Son características del trabajador, el cual, si las posee complica su desempeño y facilita el estrés térmico, como lo son (obesidad, edad, toma de medicamentos, mala forma física, falta de descanso, consumir alcohol o drogas).

#### 4.9 Medidas preventivas para los trabajadores

- Llevar una comunicación activa con sus superiores, informar respecto dificultades que tengan en favor al estrés térmico, y dar previo aviso a su estado de salud.

- Beber agua con frecuencia, es de vital importancia hidratarse.
- No consumir drogas ni alcohol.
- Mantener una dieta adecuada, y saludable.
- Descansar lo necesario.
- Vestimenta adecuada, de tejidos frescos y confortables.
- Un buen sistema de ventilación, el cual regule la temperatura.
- Enfoque técnico en un excelente diseño de ventilación principal mecanizada y de ventilación auxiliar para llegar a todos los frentes de trabajo.

#### **4.10 Índice de medición de estrés térmico.**

Este índice es el encargado de detectar la temperatura y la clasificarla dependiendo la humedad existente. A mayor el índice de estrés térmico perjudica la integridad del trabajador, debido a que la actividad que este realizando, será afectado por cansancio, deshidratación, falta de concentración, entre otros.

“Existen índices que pueden medir el estrés térmico a la cual es sometido un individuo, dependiendo del clima y la forma del medio ambiente.” (H2O TEK, 2017)

- Sequedad de temperatura en el aire. Es decir que no contiene agua de ninguna forma. (Medida por termómetro)
- Humedad natural en la temperatura. Todo ecosistema o zona contiene una humedad propia de él, las cuales por factores externos puede llegar a aumentarse o a reducirse. (Medida por termómetro, pero con muselina húmeda en su extremo)
- Humedad psicométrica. Hace referencia a la humedad atmosférica en los materiales y en el confort humano. (Medida por Psicómetro)

- Velocidad del viento. Es uno de los cálculos de la sensación térmica, se expresa en m/s. (Medida por Anemómetro)
- Calor radiante. La transferencia de calor de un cuerpo a otro, estando en contacto. (Medida por Termómetro de Globo)

#### **4.11 Humedad relativa**

“La humedad relativa es el porcentaje de saturación de un volumen específico de aire a una temperatura específica. La humedad relativa del aire depende de la temperatura y la presión del volumen de aire analizado. Como la unidad de humedad relativa es por ciento, varía entre 0 (aire completamente seco) y 100% (aire saturado).” (Meteoblue, s.f.)

Un ambiente agradable debe tener una humedad relativa de 50-60% y se considera aceptable entre un 40% y un 70%. De esta forma sabemos a lo que se enfrentan los trabajadores en minería subterránea, la carencia o exceso de humedad perjudica de cierta forma ambas partes, un ambiente seco provoca problemas como sequedad en la piel, irritación en ojos, mayor riesgo de infecciones respiratorias, y un ambiente muy húmedo, dificulta respirar y provoca alergias, debido a esto la humedad relativa se debe tener regular.

En pocas palabras la humedad relativa representa la cantidad de agua que se transporta por el aire, es importante para establecer el factor de precipitación y la formación de las nubes. Donde entendemos por factor de precipitación como “la caída al suelo del agua contenida en la atmósfera. Puede ser en forma de agua, de nieve, de brumas o de rocío y se produce cuando la atmósfera no puede contener más agua y esta se condensa y precipita.” (Meteorología y climatología de Navarra).



“El parámetro de mayor incidencia en cuanto al confort de los trabajadores de minería subterránea es la humedad relativa, ya que el índice de calor aumenta con el incremento de esta variable, así la temperatura seca se mantenga estable” (Castro Duque, Caceres Santos, & Caceres Santos, 2014).

En la siguiente figura se ilustra la fórmula para calcular la humedad relativa y los parámetros involucrados.

*Figura 12. Formula Humedad Relativa.*

$$HR = \frac{P_v}{P_{vs}} \times 100\%$$

HR: Humedad Relativa  
Pv: Presión de vapor  
Pvs: Presión de vapor de saturación

Nota: Tomado de (Akrimet).

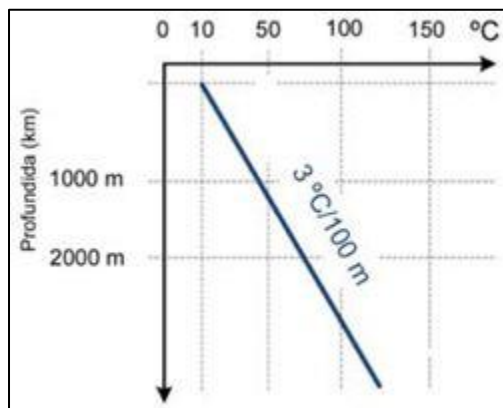
#### **4.12 Gradiente geotérmico.**

“Es la variación de temperatura entre las zonas profundas de la Tierra, a elevada temperatura, hacia la superficie terrestre, a temperaturas mucho más suaves. Este gradiente de calor se conoce como gradiente geotérmico, el cociente que defina la variación de la temperatura con la profundidad.” (Catedra Hunosa)

En general la temperatura aumenta 3°C por cada 100 metros de profundidad. (Catedra Hunosa)

En la figura 13 se ilustra la gráfica del comportamiento que se tiene en cuanto a la profundidad y la temperatura.

*Figura 13. Detalle de Gradiente Geotérmico típico en los primeros kilómetros de profundidad.*



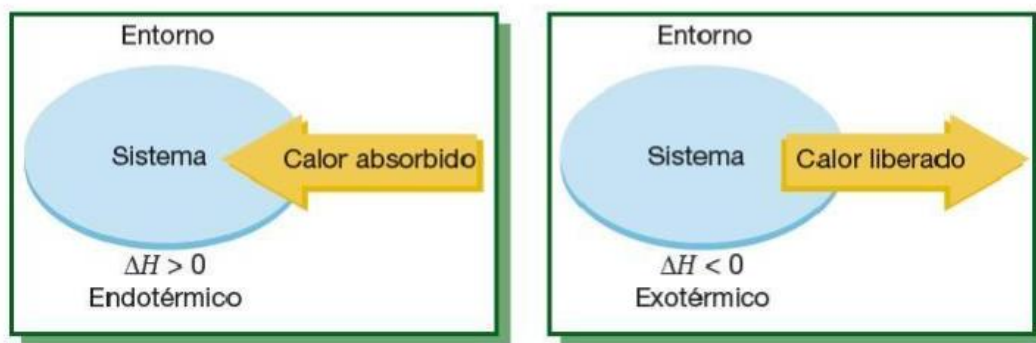
Tomada de (Cymper.com, 2015).

#### **4.13 Entalpia.**

“Propiedad utilizada para medir el calor absorbido o liberado por un sistema durante un proceso a presión constante. Es una propiedad extensiva, depende de la cantidad de sustancia.”  
(Perez).

La entalpia es la transformación de energía, el espacio ocupado por un cuerpo en cuanto a factores de calor ya se absorbido o liberado dentro del sistema como se puede observar en la figura 14.

*Figura 14. Representación de Entalpia.*



Nota: Tomado por (Brainly, 2016)

“Es una combinación de propiedades termodinámicas, energía interna (U) (energía a nivel molecular de los cuerpos), presión (P) y volumen (V), de un sistema, hallada con mucha frecuencia. Los recursos geotérmicos desde el punto de vista energético son de alta y baja entalpía. En general, los recursos de alta entalpía están asociados a fuentes de calor magmática y los de baja, a la energía generada por la dinámica de fallas. Para hablar de la entalpía de agua o vapor geotérmicos, se utiliza la entalpía específica, es decir, relativa a la masa. Por lo tanto, las unidades son J/g. (julio por gramo)” (Ministerio de Minas y Energía, 2003).

En la figura 15 se ilustra la fórmula de la entalpía y los parámetros a tener en cuenta para su cálculo.

*Figura 15. Formula de la Entalpía*

La entalpía se define mediante la siguiente fórmula:

$$H = U + pV$$

Donde:

- U es la energía interna.
- p es la presión del sistema.
- V es el volumen del sistema.

Tomada por (Curso de Maquinas Mecanicas)

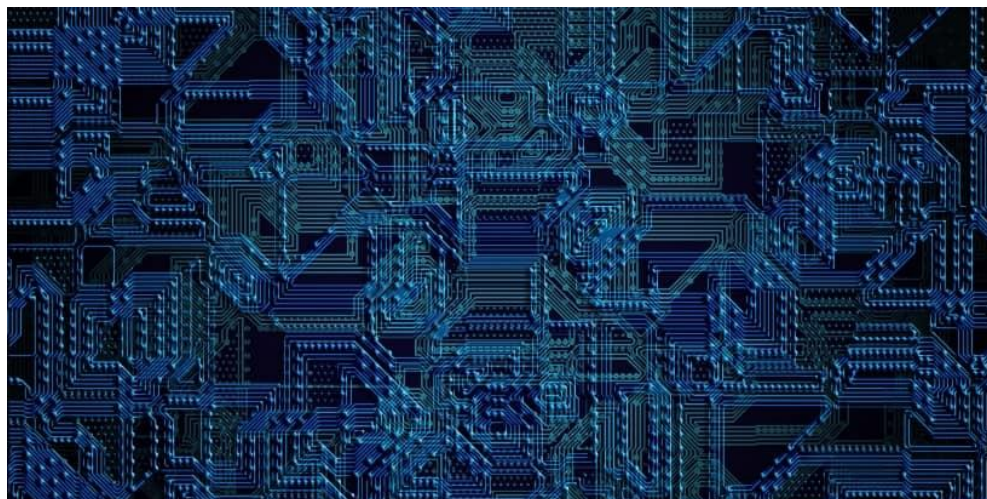
## Capítulo II. Textiles inteligentes

A medida que los siglos pasan, la tecnología progresa con mayor fuerza y certeza en la ciencia y los beneficios a nivel de calidad de vida de los seres humanos. La industria textil ha tomado gran importancia en todos los procesos y actividades realizadas por el ser humano debido a que dicho sector hace parte de forma inminente en el diario vivir y aún más si se trata de textiles inteligentes.

“Los tejidos inteligentes son textiles que tienen la capacidad de alterar sus propiedades físicas y/o químicas como respuesta a los cambios del entorno, proporcionando de este modo algún tipo de beneficio a los usuarios” (F., s.f.), es decir que dichos textiles inteligentes interactúan con el ambiente al que está expuesto el ser humano y así mismo obtiene una reacción y transformación en pro de las funciones por las cuales fue diseñado, por ende a estos textiles inteligentes también se les conoce como funcionales por su independencia y beneficio al ser humano.

En la figura 16 se muestra la vista de un textil inteligente bajo el microscopio, por lo tanto, es posible apreciar su composición con la implementación de los dispositivos electrónicos de forma detallada.

*Figura 16. Tejidos inteligentes al microscopio.*



Nota: Tomado de (F., s.f.)

“Los textiles inteligentes son tejidos que tienen componentes electrónicos incorporados. Estos componentes pueden incluir dispositivos como conductores, circuitos integrados, diodos emisores de luz, baterías y hasta pequeñas computadoras. Tienen los dispositivos electrónicos entretejidos de manera imperceptible, lo que les permite ser flexibles. Mientras que algunas formas de textiles inteligentes se utilizan para fabricar ropa, también se pueden usar para textiles destinados a diseño de interiores.” (Bustamante C. , Raúl;, 2018).

“En términos generales, los materiales inteligentes son nuevos materiales funcionales con siete funciones: función de detección, función de retroalimentación, función de reconocimiento y acumulación de información, función de respuesta, capacidad de autodiagnóstico, capacidad de autorreparación y capacidad de adaptación.” (Textextextile), las cuales en conjunto obtienen las diferentes respuestas ante los estímulos recibos por el medio externo, al cual fue diseñado para reaccionar.

“Las principales ventajas de los textiles inteligentes son:

- Repeler la suciedad.
- Mejorar el confort

- Reducir el impacto ambiental
- Mantener la temperatura corporal
- Menguar los impactos negativos del entorno en el cuerpo de los usuarios

“También se usan para liberar agentes terapéuticos o cosméticos, así como sustancias antioxidantes y cicatrizantes, e incluso pueden cambiar de color. En cuanto a sus áreas de aplicación, son tan diversas que van de la aeronáutica a la moda, pasando por la industria clínica, militar, deportiva, arquitectónica, ingenieril, del diseño e inmobiliaria, entre otras.”

(Superintendencia de Industria y Comercio , 2016)

Como se mencionó anteriormente los textiles inteligentes abarcan amplios campos de aplicación que gracias a la implementación de los dispositivos electrónicos o la incorporación de materiales inteligentes es posible suplir las necesidades de los seres humanos en cuanto a comodidad y salud de estos.

## **5.1 Tipos de textiles inteligentes**

En el mundo actual la humanidad cada vez más se encuentra ante nuevos retos y por ende nace la necesidad de ir creando e innovando nuevos materiales los cuales cumplan con las necesidades planteadas y requeridas por el ser humano para obtener calidad de vida; por ello en la industria textil existen diferentes tipos de textiles inteligentes, los cuales son:

### **5.1.1 Pasivos**

“Constituyen la primera generación de textiles inteligentes, los cuales solamente pueden sentir las condiciones medioambientales o estímulos exteriores” (Bustamante C. , Raúl;, 2018).

“Los textiles inteligentes pasivos son la generación inicial de textiles inteligentes que detectan circunstancias externas, como la ropa con protección UV, las fibras conductoras, etc. Al

ser meros sensores, los textiles inteligentes pasivos solo pueden percibir su entorno; tienen una funcionalidad superior a la de los tejidos estándar. Sin embargo, hay que tener en cuenta que los materiales pasivos no suelen adaptarse debido a la información que capturan” (Techfashionista, 2021).

Es decir que dichos textiles inteligentes no cambian con las alteraciones del medio, sino que su tejido sigue siendo el mismo y no realiza una función de transformación del tejido y sus propiedades.

### **5.1.2 Activos**

“Estos van un paso más allá, ya que tienen la capacidad de sentir, pero además reaccionan frente a una determinada situación. Son textiles con memoria de la forma, camaleónicos, termorreguladores, que pueden almacenar calor, absorber el vapor, etc.” (Bustamante C. , Raúl;, 2018).

“Los tejidos inteligentes activos se adaptan y modifican su funcionamiento como reacción a los cambios en el entorno externo o a la intervención humana, como el movimiento o el clima. Estos tejidos pueden modificar su forma, almacenar y controlar el calor, y realizar otras funciones.” (Techfashionista, 2021)

“Mientras que los tejidos pasivos dependen de su estructura, los activos se apoyan en la electricidad, actuadores y sensores. Estos actuadores y sensores permiten al material inteligente detectar el tacto y la temperatura y analizar e interpretar una amplia gama de datos ambientales.” (Techfashionista, 2021)



Dichos textiles inteligentes activos son denominados de segunda generación debido a su capacidad de detección del cambio y transformación ante el estímulo generado en el ambiente dependiendo de la propiedad adquirida por el mismo.

### **5.1.3 Ultra inteligentes o muy activos**

“Los textiles ultra inteligentes no solo pueden detectar y reaccionar, sino que además se adaptan a las condiciones y estímulos del medio.” (Bustamante C. , Raúl;, 2018).

“Los tejidos ultra inteligentes perciben, reaccionan y se adaptan a las situaciones ambientales del mismo modo que los tejidos inteligentes activos, pero van un paso más allá. Los tejidos ultra inteligentes son materiales que detectan, responden, controlan y se adaptan a estímulos o condiciones ambientales como las térmicas, mecánicas, químicas, magnéticas o de otro tipo.” (Techfashionista, 2021)

“Un textil ultra inteligente está formado por una unidad que funciona de forma similar a un cerebro, con capacidades de cognición, razonamiento y activación.” (Techfashionista, 2021)

Dichos textiles ultra inteligentes se catalogan como de tercera generación debido a su capacidad de detección, reacción y adaptación ante los estímulos del medio a través de las propiedades diseñadas para el textil.

## **5.2 Tipos de fabricación de textiles inteligentes**

### **5.2.1 Materiales inteligentes y sus usos en SFIT (Smart Fabrics and Interactive Textiles)**

“Los materiales Inteligentes o Funcionales generalmente forman parte de un Sistema Inteligente que tiene la capacidad de detectar el ambiente y sus efectos y, si es de segunda o

tercera generación es también capaz de responder a ese estímulo externo gracias a un mecanismo activo de control. Los materiales Inteligentes y sistemas ocupan un espacio de la tecnología que también incluyen las áreas de sensores y de detectores” (StudyLib, 2019).

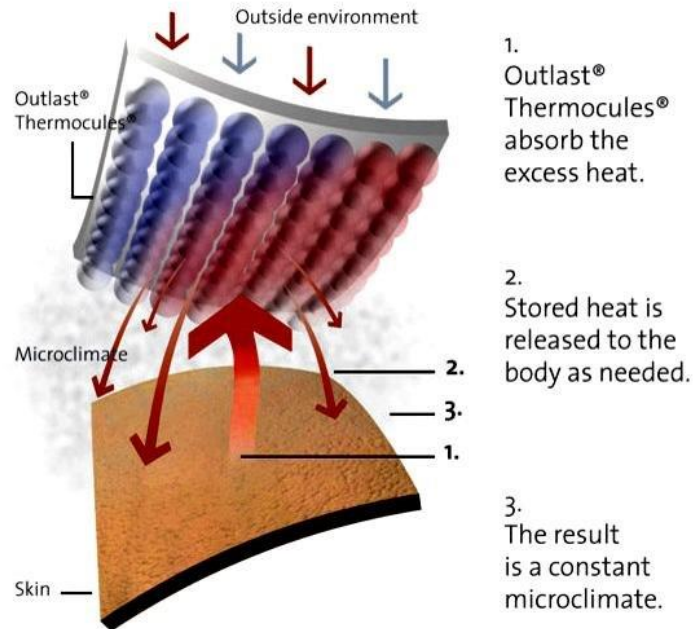
Gracias a la innovación de los nuevos materiales inteligentes es posible que se den los SFIT ( Smart Fabrics and Intereactive Textiles) o tejidos inteligentes y textiles interactivos, a continuación, se explicaran los tipos de textiles inteligentes en cuanto a su fabricación.

### **5.2.2 Materiales de cambio de fase para termorregulación**

Para la implementación de los textiles inteligentes con capacidad en sus propiedades para la termorregulación se emplean los materiales de cambio de fase, los cuales se denominan PCMs (Phase-change material) dichos materiales tienen la capacidad de relación tanto en cuanto a liberar/absorber energía en la transición de fase o cambio de fase como reacción de calor/enfriamiento útil a generar en el usuario. “Los PCMs cuentan con tres etapas las cuales son: absorción del calor, almacenamiento de calor y liberación del calor y tienen la cualidad de cambiar su estado físico de sólido a líquido y viceversa dentro de un determinado rango de temperaturas” (Canales Sectoriales Interempresas, 2017).

En la figura 17 se ilustrará el funcionamiento de los PCM’s (Phase Change Materials) o materiales de cambio de fase implementados por la empresa Outlast.

*Figura 17. Principio de funcionamiento de PCM en un tejido*



Nota: Tomado de (Hawas)

Analizando la figura 17, tomado de la empresa Outlast la cual desarrolla y vende materiales de cambio de fase en los Estados Unidos e internacionalmente. Outlast ofrece Thermocules, materiales de cambio de fase microencapsulados, que se incorporan a las telas y fibras para absorber, almacenar y liberar el exceso de calor; en ella se especifica el funcionamiento de los PCMs en los tejidos, donde:

1. Outlast, thermocules absorbe el exceso de calor.
2. El calor almacenado se libera al cuerpo según sea necesario.
3. El resultado es un microclima constante

El material clave y activo para el buen funcionamiento de los materiales de cambio de fase son las parafinas como se verá ilustrada en la figura 18, las cuales son una “cera extraída del petróleo, sólida a temperatura ambiente, utilizada para la elaboración de una gran variedad de productos, el más conocido es la fabricación de velas. Se trata de un producto inerte, impermeable, brillante, biodegradable y cuya combustión tiene lugar sin liberación de vapores

nocivos o corrosivos” (CEPSA); las parafinas cuentan con amplia utilización en diferentes actividades realizadas por el ser humano, entre las cuales se encuentran los textiles cuya función es darle principalmente flexibilidad, suavidad y elasticidad; entre otras propiedades tales como la de aportar a la termorregulación activa al cuerpo humano a través de los PCMs.

*Figura 18. Parafina*



Nota: Tomado de (EcuRed, s.f.)

Por lo tanto, “si la piel se sobrecalienta, esta energía se utiliza para aportar el calor latente necesario para que la parafina cambie de fase sólida a líquida, almacenándose esa energía; si por el contrario cambian las condiciones medioambientales y la piel se enfría, la energía previamente almacenada en las microcápsulas es liberada pasando la parafina de estado líquido a sólido proporcionando el calor necesario” (Ayora, 2016).

Para que los procesos de los materiales de cambio de fases se den en los tejidos se hace necesario la microencapsulación que es una “técnica mediante la cual mínimas porciones de un principio activo, tales como gas, líquido o sólido; en este caso la parafina, son recubiertas por un envoltorio de un segundo material (membrana) para proteger dicho principio activo del entorno que lo rodea. La membrana suele ser muy fina, del orden de  $1\mu\text{m}$  de grosor, mientras que el

diámetro habitual de las microcápsulas puede variar desde unas pocas micras hasta unos 150  $\mu\text{m}$ , aunque puede haber tamaños mayores” (Sanchez Martin, 2007).

Teniendo en cuenta lo anterior donde se hace énfasis a la parafina como material de cambio de fase que contribuye a la termorregulación del cuerpo, se tiene en cuenta que asimismo como la ciencia es muy amplia, también se han realizado estudios con el grafeno que “es un material compuesto por átomos de carbono de uso industrial muy utilizado en diversas industrias por sus propiedades, como ser muy ligero y resistente” (El mundo, 2021).

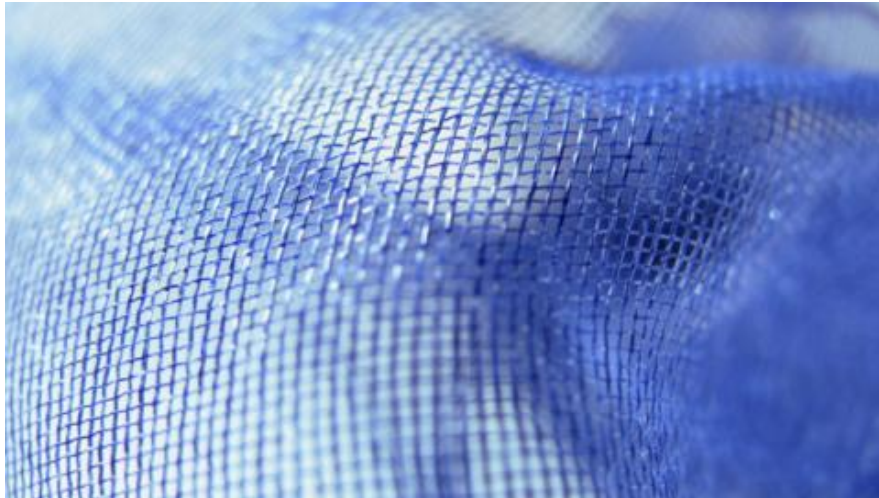
“El grafeno tiene en el sector textil, como en muchos otros sectores, un amplio espectro de aplicaciones. En los medios de comunicación tienen más repercusión, por lo espectacular de las mismas, aquellas que tienen que ver con el concepto electrónica vestible, es decir, todas aquellas aplicaciones que convierten la prenda de vestir en un dispositivo electrónico, como una camiseta que detecte las constantes vitales o gafas que son a la vez una pantalla de dispositivo electrónico” ( The Graphene Box).

“Utilizando grafeno como composite con otras fibras textiles se pueden materializar las siguientes aplicaciones:

- Tejidos antibacterianos para ser utilizados en quirófanos y como vendas.
- Zapatos que protegen de la electricidad estática
- Vestuario que repele insectos y roedores'
- Tejidos más elásticos y resistentes que los conocidos hasta la fecha
- Tejidos que repelen las manchas
- Pinturas que mantienen el calor en el interior del hogar
- Calzado antibacteriano y sin olor”. ( The Graphene Box).

A continuación, en la figura 19 se ilustrará la vista de un textil con grafeno incorporado en su composición.

*Figura 19. Grafeno incorporado en textil electrónico.*



Nota: Tomado de (Arteaga, 2015)

### **5.2.3 Materiales de forma de memoria**

“Existen dos tipos de materiales con memoria de la forma. La primera clase son materiales estables en dos o más estados de temperatura. En estos diversos estados de temperatura, tienen el potencial de asumir diversas formas, cuando han alcanzado su temperatura de transformación. UK Defence Clothing and Textiles Agency han sido pioneras en esa tecnología. Los otros tipos de materiales con memoria de forma son los polímeros electroactivos que pueden deformarse en respuesta a estímulos eléctricos. En la última década ha habido acontecimientos significativos en polímeros electroactivos (EAPs: Electroactive polymers) capaces de producir un cambio substancial en el tamaño o forma y generar fuerza para la actuación de mecanismos en una variada serie” (StudyLib, 2019).

“En la práctica, una aleación con memoria de forma tiene por lo general la forma de un resorte. El resorte es plano en condiciones bajo la temperatura de activación, pero se alarga por encima de ésta. Imaginemos un material de este tipo insertado entre capas adyacentes de tejido. Si baja la temperatura y estos materiales alcanzan la temperatura de activación, el espacio de aire encerrado entre las capas incrementa su volumen, aumentando así la capacidad de aislamiento y protección contra el frío. Por el contrario, si hace calor el sentido de la deformación de las capas es inverso y la bolsa de aire disminuye. Existen también materiales textiles de permeabilidad variable que, al aumentar el calor desprendido por el cuerpo, incrementan el tamaño de los intersticios y, por tanto, la capacidad de evaporación del sudor a su través. Por el contrario, cuando el cuerpo se enfría, el material textil recupera su forma inicial aumentando su capacidad de abrigo” (Ayora, 2016).

Los materiales con memoria de la forma son aquellos textiles capaces de recuperar su forma inicial una vez hayan cambiado los entornos externos o las condiciones medioambientales por las cuales ha estado sujeto.

### **5.3 Tendencias a nivel internacional**

Al hablar de textiles inteligentes, se entiende que estos abarcan amplios procesos de fabricación para satisfacer diferentes necesidades que surgen en los seres humanos con los avances de la ciencia; así mismo tomamos en cuenta que para la fabricación de dichos textiles, se puede por medio de la aplicación de:

- Sensores
- Textiles Electrónicos
- Microencapsulación
- Propiedad de los tejidos

Ahora bien, teniendo identificados los principales medios para que dicho textil sea inteligente, se realizara un análisis estadístico de su influencia a nivel internacional en cuanto a las invenciones y patentes solicitadas, debido a que para este tipo de tecnologías a nivel nacional no se ha encontrado información relevante para la investigación.

“Las principales tendencias tecnológicas en torno a textiles inteligentes se definieron teniendo en cuenta las condiciones actuales en I+D+i (Investigación, desarrollo e innovación) que presenta el sector a nivel mundial y local. A partir de este parámetro identificamos las siguientes tendencias: sensores, con 69 invenciones en 206 solicitudes de patente; textiles electrónicos, con 44 invenciones en 226 solicitudes; microencapsulación, con 43 invenciones en 188 solicitudes; y propiedades de los tejidos, con 36 invenciones en 54 solicitudes de patente” (Superintendencia de Industria y Comercio , 2016)

De acuerdo con lo anterior, es claro que los sensores son la tendencia en textiles inteligentes con mayor esfuerzo en materia de investigación y desarrollo a nivel mundial.

### **5.3.1 Sensores**

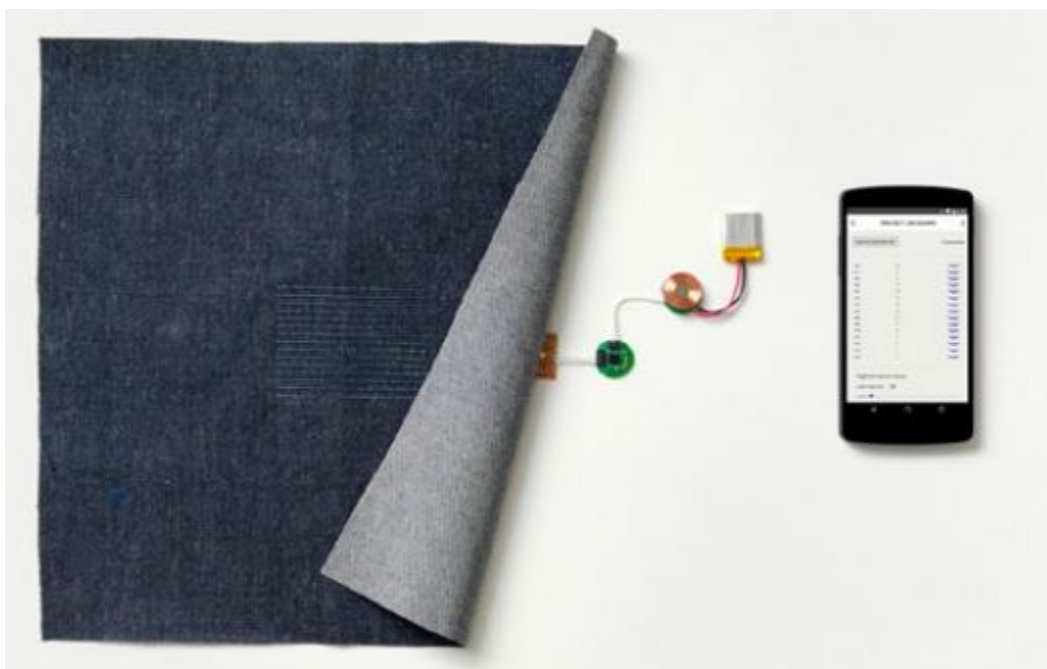
“Este grupo comprende todas aquellas invenciones relacionadas con dispositivos electrónicos cuyas señales captan distintos estímulos que conllevan una reacción inteligente en el material textil. Los adelantos de la nanotecnología han llegado incluso a permitir la combinación de nanotubos de carbono con tejidos modificados a través de procedimientos ingenieriles; el material resultante tiene la cualidad de ser conductor (y por consiguiente la prenda puede llegar a ser desde semiconductora hasta superconductora)” (Superintendencia de Industria y Comercio , 2016).



Al hablar de nanotubos de carbono se hace referencia a diminutivos tubos los cuales están compuestos por láminas de átomos de carbono enrolladas y su implementación se asienta en el área de la salud.

El desarrollo de este tipo de tendencia a nivel internacional ha tomado fuerza debido a la interacción que es posibles mediante la implementación de sensores en el textil y la posibilidad de ver reflejados las alteraciones en el mismo por medio de dispositivos electrónicos como se ve ilustrado en la figura 20.

*Figura 20. Sensores*



Nota: Tomado de (Superintendencia de Industria y Comercio , 2016)

“Las invenciones de la tendencia para las cuales se ha buscado mayor protección tienen que ver con:

- Textiles cuyos tejidos tienen electrodos que permiten enviar información fisiológica del usuario en tiempo real.

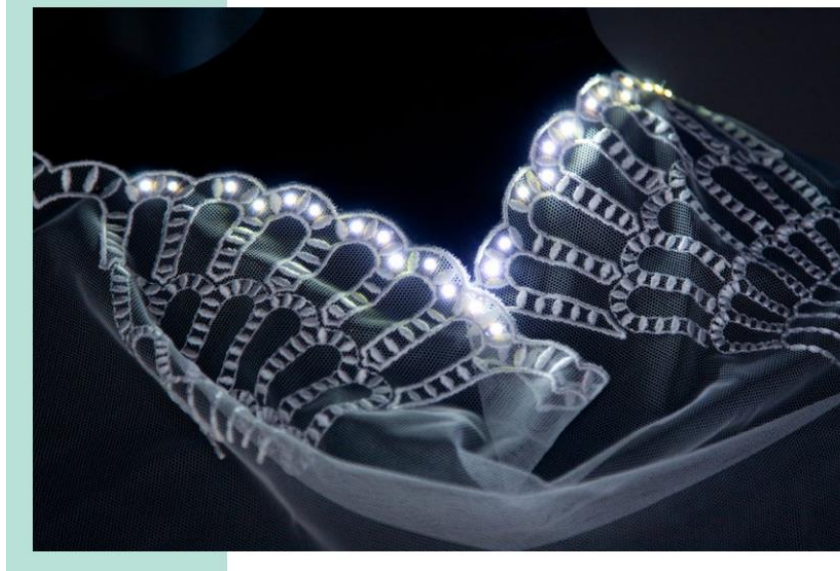
- Prendas con sensores de señal en sus tejidos, los cuales aumentan la conectividad entre los usuarios, así como entre estos y su entorno.
- Tejidos con hilos conductivos dispuestos para conectarse a dispositivos electrónicos que sirven para recargar la energía de los sensores incorporados dentro del material textil.
- Artículos de vestir que, en tiempo real, determinan la temperatura corporal del usuario, su ritmo cardíaco, la intensidad de sus movimientos, o las condiciones del medio ambiente (como la humedad)". (Superintendencia de Industria y Comercio , 2016)

### 5.3.2 Textiles electrónicos

“Como tales designamos a todos los tejidos en cuya composición se encuentran dispositivos electrónicos y aquellos que, por estar fabricados con nanofibras conductivas o nanotubos de carbono, pueden llamarse “interactivos”” (Superintendencia de Industria y Comercio , 2016).

Este tipo de textiles inteligentes se asocian más con la implementación de dispositivos electrónicos capaces de transportar señales, sonido o luz dentro de un circuito como se observa en la figura 21.

*Figura 21. Textiles electrónicos*



Nota: Tomado de (Superintendencia de Industria y Comercio , 2016).

“En términos generales, lo más destacado de esta segunda tendencia es:

- Tejidos con nanofibras de cobre o plata, metales que por ser conductores eléctricos permiten que la prenda transporte luz, sonido o señales dentro de un circuito.
- Materiales que recargan sus dispositivos electrónicos incorporados mediante energía solar.
- Prendas dotadas de circuitos eléctricos, chips o sensores que posibilitan, por ejemplo, que las zapatillas se ajusten solas, las chaquetas se cierren automáticamente al ponérselas o los bolsillos de seguridad se activen de manera programada” (Superintendencia de Industria y Comercio , 2016).

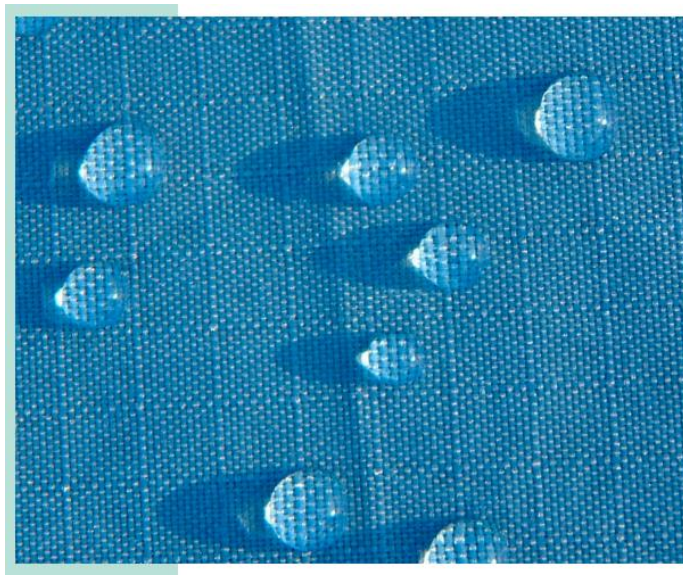
### 5.3.3 Microencapsulación

“La microencapsulación textil es una técnica industrial de embalaje mediante la cual es posible almacenar y liberar de manera controlada cantidades mínimas de múltiples principios

activos salúferos o cosméticos contenidos dentro de una microscópica membrana semipermeable. Gracias a este procedimiento se pueden confeccionar prendas que mejoran la salud o la apariencia del usuario” (Superintendencia de Industria y Comercio , 2016).

Esta tendencia o proceso de fabricación se destaca por la capacidad de desprender progresivamente el principio activo que se encuentra en el interior de la microcápsula o por su capacidad de repeler el agua como se observa en la figura 22.

*Figura 22. Microencapsulación*



Nota: Tomado de (Superintendencia de Industria y Comercio , 2016)

“En cuanto a la microencapsulación como tendencia, queremos dejar constancia de que priman prendas que:

- Humectan la piel, protegen de la radiación ultravioleta y suministran medicamentos
- Liberan sus principios activos aun después de múltiples ciclos de lavado
- Responden inmediatamente a los estímulos.

- Previenen infecciones y eliminan bacterias (especialmente en el caso de la ropa interior)
- No se ensucian o repelen el agua” (Superintendencia de Industria y Comercio , 2016).

#### **5.3.4 Propiedad de los tejidos**

“Por tal designamos todas las características que, gracias al desarrollo de la nanotecnología (sea en materia electrónica, mediante microencapsulación o modificando la estructura del tejido), permiten que el textil interactúe con su usuario o el entorno. Esta tendencia no comprende la microencapsulación de principios activos salutíferos o cosméticos, ya que corresponden a la tendencia anterior” (Superintendencia de Industria y Comercio , 2016).

La tendencia de propiedad de los tejidos, al involucrar los procesos realizados mediante la nanotecnología, se enfoca en la fabricación de textiles mediante sensores y tejidos electrónicos, lo que se asociaría a los circuitos incorporados en el textil como se ilustra en la figura 23; para obtener resultados o la interacción entre el textil y el usuario.

*Figura 23. Propiedad de los tejidos*



Nota: Tomado de (Superintendencia de Industria y Comercio , 2016).

“Las invenciones sobre propiedades de los tejidos proponen, sobre todo, la creación del siguiente tipo de materiales:

- Con posibilidad de usarse para hacer filtros usados en biorremediación de aguas.
- Autobiodegradables gracias al uso de microcápsulas.
- Que regulen su temperatura según el cambio de estación climática.
- Capaces de conectarse a dispositivos móviles (como los smartphones)”

(Superintendencia de Industria y Comercio , 2016)

En la tabla 2 se consignan las diferentes patentes destacadas relacionadas a las tendencias internacionales mencionadas anteriormente, las cuales tienen relevancia en cuanto al tipo de textil inteligente diseñado para el respectivo funcionamiento.

*Tabla 2. Patentes destacadas sobre las tendencias internacionales de textiles inteligentes.*

TENDENCIAS	PATENTES DESTACADAS		
	TITULO EN ESPAÑOL	TITULO EN INGLES	CONTENIDO TÉCNICO

Sensores	Prenda de monitoreo fisiológico	Physiological Monitoring Garmen	Prenda con bus de datos que incluye múltiples conductores eléctricos, los cuales conectan hasta 32 sensores. También incluye una fuente de alimentación energética. El sistema permite monitorear distintas señales fisiológicas gracias a ciertas sondas que se entretrejen con las fibras del tejido convencional.
	Sistema para la prevención y tratamiento de insuficiencias venosas crónica	A System for the Management and Prevention of Venous Pooling	Este sistema permite monitorear datos de postura por medio de un sensor integrado en el textil. El sensor capta una señal de postura que se correlaciona con la presión sanguínea y la insuficiencia venosa crónica, de modo que el sistema genera el impulso necesario para variar la presión sanguínea en las venas en tiempo real.
	Dispositivo para monitorear y corregir la postura	Device for Monitoring a User's Posture	Sistema que permite monitorear la posición del cuerpo a través de sensores. Los datos se envían al procesador remoto que, a su vez, informa al usuario sobre la posición correcta.
	Prendas de vestir inteligentes que permiten monitorear los parámetros fisiológicos humanos en tiempo real	Wearable Intelligent Garment for Monitoring Human Physiological Sign Parameters in Real Time	Prendas de vestir que monitorean parámetros fisiológicos en tiempo real por medio de sensores de temperatura, ritmo cardiaco y respiración, entre otros. Estos sensores son electrodos conectados al procesador central, que transmite el mensaje a una pantalla LCD para visualizar y registrar los parámetros.
	Sistema de monitoreo independiente que permite la interacción con dispositivos médicos externos	Independent Wearable Health Monitoring System, Adapted to Interface with a Treatment Device	Prenda compuesta por distintos sensores interconectados que permiten tomar datos cardiacos (como electrocardiogramas). Puede conectarse a equipos médicos externos o personales

	Prendas inteligentes, hechas con nanofibras que perciben variaciones emocionales	Intelligent Emotion Perceiving Clothes Based on Nanofibers	Esta prenda inteligente tiene un monitor hecho de sensores nanotecnológicos que se comunican por bluetooth. La prenda debe estar ceñida al cuerpo para que la medición de señales fisiológicas y variaciones emocionales sea efectiva
Textiles Electrónicos	Método y artículo para fabricar un textil electrónico recubierto con tejido plural	Plural Layer Woven Electronic Textile, Article and Method	La urdimbre del material presentado aquí tiene la particularidad de entretejer hilos conductores con hilos no conductores. Además, en cavidades dispuestas especialmente para tal fin se sitúan circuitos electrónicos interconectados. Sirve para fabricar prendas de control térmico o señalización.
	Tela calefactora y método para fabricarla	Heating Fabric and Method for Fabricating the Same	Textil calefactor integrado por capas poliméricas cuyo tejido de unos 20mm de espesor cuenta con eficientes propiedades conductoras, gracias a la incorporación de metales como plata, oro, cobre, paladio o platino, entre otros. La invención, además, presenta cómo deben urdirse los tejidos conductores junto a otros que carecen de dicha propiedad eléctrica. Las prendas fabricadas con este textil, además de ser flexibles y durables, generan calor a partir de la resistencia que aportan los metales, junto al control de la intensidad y el voltaje.
	Método para conectar eléctricamente hilos conductivos integrados en tejidos	Methods for Electrically Connecting Textile Integrated Conductive Yarns	Método para interconectar apropiadamente dispositivos electrónicos usando hilos conductores. Incluye cómo deben disponerse estratégicamente las almohadillas conductoras que funcionan como interruptores del circuito eléctrico



	Textiles interactivos	Interactive Textiles	Los hilos conductores que componen este textil interconectan sensores táctiles. Además, cuenta con un microprocesador que se encarga de captar las señales y emitir una frecuencia inalámbrica cuya información permite controlar los dispositivos electrónicos que se encuentren en el entorno.
	Método para estampar sistemas electrónicos en sustratos textiles	Method of Printing Electronic Systems on Textile Substrates	Técnica de estampación textil o serigrafía con tintas que tienen materiales dieléctricos, partículas conductoras de electricidad y macropartículas magnéticas o electroluminiscentes.
	Textil inteligente y método para fabricarlo	Smart Textile Product and Method for Fabricating the Same	Método para fabricar textiles inteligentes cuyo entramado está integrado por hilos conductores y no conductores. La composición debe incluir al menos un dispositivo electrónico óptico, fijo y rígido que se debe ubicar en un lugar determinado dentro del material. Además, el circuito electrónico integrado debe estar recubierto por una capa de elastómero que lo proteja de las torceduras y lavados que sufren las prendas.
Microencapsulación	Procesos de fijación para microcápsulas con grupos funcionales reactivos	Microcapsules with Functional Reactive Groups for Binding to Fibres and Process of Application and Fixation	Método que agrega grupos funcionales a la membrana externa de la microcápsula para facilitar la conexión con la fibra textil y aumentar la vida útil del producto.
	Textiles inteligentes termorreguladores y su método de preparación	Intelligent Temperature Adjustment Textile and Making Method Thereof	Este textil termorregulador microencapsula una sustancia que puede cambiar su estado físico de sólido a líquido según las variaciones térmicas
	Fabricación de textil repelente o insecticida	Fabric Material	Procedimiento para microencapsular una sustancia que repele insectos. El agente activo microencapsulado entre

			25% y 30% del peso total de la microcápsula.
	Método de aplicación de microcápsulas en el acabado textil	Application Method of Microcapsules in After-Finishing of Textile Products	Método de microencapsulación que utiliza células de levadura. Su principio activo en cambio de fase es la parafina. También incluye antibacteriales o compuestos ignífugos como agentes activos
	Microencapsulación de microcápsulas de permetrina insecticida para la aplicación textil, en tejidos cosméticos, técnicos o industriales	Microencapsulation of Permethrin or Pyrethroid Class of Compounds for Application in Cosmetic, Industrial & Technical Textiles and Surface Coatings	Método para producir microcápsulas cuya membrana está compuesta por un polímero de urea-formaldehído con un anhídrido como iniciador del proceso polimérico.
	Procedimiento para la obtención de un producto textil con microencapsulado aromático y producto textil obtenido a partir del mismo	Method to Obtain an Aromatic Microencapsulated Textile Product, and the Product Itself	Proceso para fijar las microcápsulas en el tejido a través de un mecanismo físico que posteriormente se complementa con un proceso de ligación térmica.
Propiedad de los tejidos	Textil inteligente termosensible	Temperature Responsive Smart Textile	Textil cuyo tejido superficial está compuesto por fibras poliméricas que responden a los cambios de temperatura del ambiente (en un rango de 0 a 48,5 °C). Con el objetivo de mantener la temperatura corporal dentro del rango ideal, las prendas fabricadas con este textil pueden aumentar la distancia entre sus fibras cuando se requiera liberar calor o disminuirla para conservarlo cuando sea necesario
	Fibra de composición no uniforme y método para fabricarla	Fiber Having Non-Uniform Composition and Method for Making Same	Las fibras que integran este textil tienen la capacidad de permanecer separadas o entremezclarse en una superficie de contacto (o interface) dispuesta para tal fin. Dado lo

			anterior, el material es ideal para la fabricación de toda prenda que requiera notables cualidades elásticas micrométricas. Opinión del experto: El aporte de este desarrollo se enfoca hacia el tejido, posteriormente deberá ser tratado con otras técnicas para darle propiedades inteligentes
	Electrohila do de fibras poliméricas y porosas	Electrospinning of polymer and mesoporous composite fibers	La técnica expuesta en esta patente sirve para hacer una fibra, de estructura porosa, que conduce electricidad. Puede aprovecharse para, a partir de ella, fabricar textiles inteligentes que contengan biosensores o dispositivos de respuesta electrónica
	Método para fabricar un material conductor de estructura macromolecular metálica	Macromolecular/ Metal Composite Conductor and Manufacture Method Thereof	La patente expone cómo fabricar un material conductor a partir de la aleación entre un metal y un polímero termoplástico que actúa como tejido
	Fibra termorreguladora con cambio de fase que puede combinarse con poliéster	Phase-Change Intelligent Temperature Adjustment Fiber Capable of Being Combined with Polyester Fiber	Fibra cuyo material permite cambiar de fase y así regular la temperatura corporal; sus polímeros, de entre 300nm y 600nm, permiten que las fibras del material se hilen fácilmente junto al poliéster.
	Método para producir microfibras y nanofibras de etilcelulosa	Preparation Method For Ethyl Cellulose Micro- Nanofibers	La invención expone de manera detallada el proceso para confeccionar fibras de etilcelulosa en escalas micrométricas y nanométricas.

Nota: Tomado de (Superintendencia de Industria y Comercio , 2016).

### 5.3.5 Patentes destacadas objeto de estudio.

Una vez descritas las patentes asociadas a las tendencias internacionales de textiles inteligentes, se tomó como patentes significativas para la presente revisión monográfica debido

al enfoque realizado por las mismas sobre la termorregulación activa del cuerpo humano a través de los dispositivos electrónicos; las patentes:

- Textil inteligente termosensible
- Textiles inteligentes termorreguladores y su método de preparación.

#### **5.3.5.1 Textil inteligente termosensible**

“Un tejido textil tiene al menos una superficie elevada que incorpora fibras multicomponente formadas por al menos un primer material y un segundo material dispuestos en una relación de lado a lado. El primer material y el segundo material exhiben un alargamiento térmico diferencial, lo que hace que las fibras multicomponente se doblen o se arruguen y se recuperen reversiblemente en respuesta a los cambios de temperatura, ajustando así el rendimiento de aislamiento de la tela textil en respuesta a las condiciones ambientales” (Patente nº US2008057261A1, 2008).

La presente patente asocia los factores relacionados al acondicionamiento del cuerpo humano a través del textil como respuesta a los cambios del entorno, dicha innovación se da por medio de propiedad de los tejidos gracias al alargamiento térmico incorporado en sus fibras como se puede observar en la figura 24.

*Figura 24. Alargamiento diferencial térmico.*

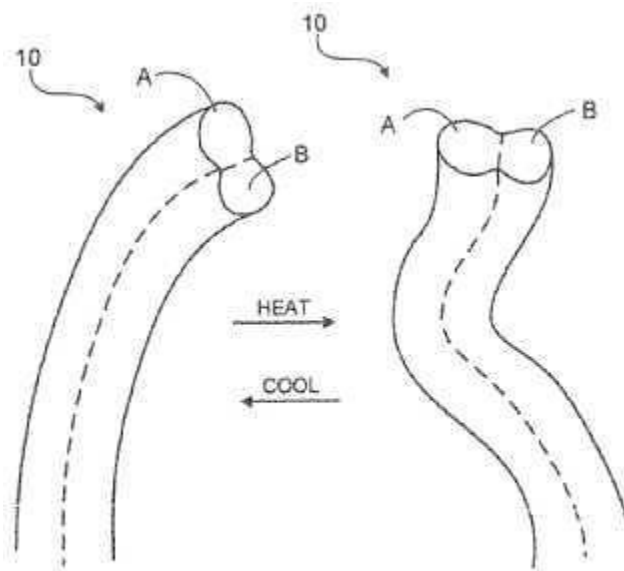


FIG. 1C

Nota: Tomado de (Patente nº US2008057261A1, 2008)

### 5.3.5.2 Textiles inteligentes termorreguladores y su método de preparación.

“La invención se refiere a un textil de ajuste de temperatura inteligente y un método de fabricación de este. El textil de ajuste de temperatura inteligente se obtiene envolviendo una microcápsula de cambio de fase con un adhesivo de recubrimiento y recubriendo la superficie de un tejido textil. El recubrimiento anterior comprende 30-35 % en peso de la microcápsula de cambio de fase, 20-40 % en peso de una emulsión, 0,2-2 % en peso de un dispersante, 0,1-1 % en peso de un agente antiespumante, 2-8 % en peso de un espesante, 0,1-0,5 % en peso de un agente de eliminación neto y 20-30 % en peso de agua desionizada. El método comprende los pasos de batido, preacabado, recubrimiento, horneado y laminado en frío. El material de cambio de fase adopta la microcápsula de cambio de fase, por lo que no aparece ninguna inmersión en aceite como los efectos negativos de la tela durante la fusión endotérmica; el textil que adopta un

revestimiento uniforme similar a una pintura tiene un tacto suave y un buen rendimiento de ventilación; y la temperatura de un horno de aire caliente de última etapa se controla en un rango de 150-180 DEG C, por lo que se lleva a cabo una reacción de reticulación del anhídrido maleico y el material de cambio de fase, por lo que el revestimiento textil de ajuste de temperatura inteligente tiene buena solidez y resistencia al lavado con agua” (Patente nº CN104153203A, 2014).

La patente anteriormente mencionada asocia la tendencia o proceso de fabricación por microencapsulación gracias a la tecnología de incorporar las microcápsulas con el principio activo que ayudaran a la termorregulación activa del cuerpo humano, por tal motivo es la patente que más se asocia al cumplimiento del objetivo principal de la monografía de investigación.

### Capítulo III. Normatividad asociada

Para la óptima realización de cualquier proyecto o estudio a realizar, se debe tener como base e imprescindible la normatividad vinculada a los procedimientos ejecutados durante la realización del mismo, por ende este capítulo tratara de dicha normatividad a la cual relaciona factores relevantes tales como minería subterránea, estrés térmico, confort laboral de los trabajadores que ejecutan dicha actividad; por lo tanto a continuación se enunciará tanto como constitución, decretos, leyes y guías con sus respectivos artículos asociados a la presente revisión monográfica.

#### 6.1 Constitución Política de Colombia de 1991

**Artículo 53.** El Congreso expedirá el estatuto del trabajo. La ley correspondiente tendrá en cuenta por lo menos los siguientes principios mínimos fundamentales:

Igualdad de oportunidades para los trabajadores; remuneración mínima vital y móvil, proporcional a la cantidad y calidad de trabajo; estabilidad en el empleo; irrenunciabilidad a los beneficios mínimos establecidos en normas laborales; facultades para transigir y conciliar sobre derechos inciertos y discutibles; situación más favorable al trabajador en caso de duda en la aplicación e interpretación de las fuentes formales de derecho; primacía de la realidad sobre formalidades establecidas por los sujetos de las relaciones laborales; garantía a la seguridad social, la capacitación, el adiestramiento y el descanso necesario; protección especial a la mujer, a la maternidad y al trabajador menor de edad.

El estado garantiza el derecho al pago oportuno y al reajuste periódico de las pensiones legales.

Los convenios internacionales del trabajo debidamente ratificados hacen parte de la legislación interna.

La ley, los contratos, los acuerdos y convenios de trabajo no pueden menoscabar la libertad, la dignidad humana ni los derechos de los trabajadores.

Se tomo en cuenta el artículo 53 de la constitución política de 1991 debido a que se enfoca en la igualdad de oportunidades laborales, específicamente hablando de la calidad del trabajo que dichas personas ejecutan.

**Artículo 366.** El bienestar general y el mejoramiento de la calidad de vida de la población son finalidades sociales del Estado. Será objetivo fundamental de su actividad la solución de las necesidades insatisfechas de salud, de educación, de saneamiento ambiental y de agua potable.

Al realizar énfasis en la calidad de vida de los seres humanos asociado a las condiciones de trabajo, es de vital importancia el apoyo o la base normativa para el cumplimiento de este, por tal motivo se menciona el artículo 366 de la constitución política de 1991 el cual habla del bienestar general y el mejoramiento de la calidad de vida.

## **6.2 Ley 685 de 2001. Código de minas**

**Artículo 97.** Seguridad de personas y bienes. En la construcción de las obras y en la ejecución de los trabajos de explotación, se deberán adoptar y mantener las medidas y disponer del personal y de los medios materiales necesarios para preservar la vida e integridad de las personas vinculadas a la empresa y eventualmente de terceros, de conformidad con las normas vigentes sobre seguridad, higiene y salud ocupacional.



El artículo 97 de la ley 685 de 2001 se enfoca en la responsabilidad que tienen los empresarios mineros en preservar la seguridad de las personas y bienes, claramente el sector minero necesita el apoyo constante y la atención en asuntos de seguridad sobre cualquier proceso ejecutado que asocie a los trabajadores.

### **6.3 Decreto 1886 de 2015- Decreto 944 de 2022**

El 1 de junio de 2022 fue modificado el decreto 1886 de 2015 reglamento de seguridad en las labores mineras subterráneas por el decreto 944 de 2022, el cual modifica ciertos artículos de su antecesor, sin embargo, existen artículos asociados a la revisión monográfica que abarcan los dos decretos, por tal motivo se mencionan los dos en la presente monografía de investigación.

**Artículo 3- Decreto 944 de 2022.** Modificar el artículo 11 del decreto 1886 de 2015, el cual quedara así:

“Artículo 11. Obligaciones del empleador minero. Están obligados al cumplimiento de este artículo los enunciados en el ámbito de aplicación del presente Reglamento, en lo siguiente:

5. Proveer los recursos financieros, físicos y humanos necesarios para el mantenimiento de máquinas, herramientas, materiales y demás elementos de trabajo.

Es de suma importancia que los titulares o empleadores mineros estén obligados en proveer los recursos necesarios para que los trabajadores estén en óptimas condiciones de trabajo prevaleciendo siempre la seguridad ante cualquier proceso.

**Artículo 22- Decreto 1886 de 2015.** Obligación de uso de elementos y equipos de protección personal. Los trabajadores deben utilizar los elementos y equipos de protección personal en la forma que se les indique en el Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo y los empleadores vigilar que se utilicen debidamente, quedando facultados estos

últimos para proceder con las medidas requeridas en los casos de renuencia o uso inadecuado de conformidad con el literal b) del artículo 91 del Decreto 1295 de 1994 o la norma que lo modifique, adicione o sustituya.

Al realizar actividades como la minería la cual está clasificada como riesgo 5, se toma en cuenta que todos sus procesos ejecutados tanto dentro como fuera de las labores subterráneas este cobijadas bajo la norma en cuanto a los elementos y equipos de protección personal para prevalecer la integridad y vida de los trabajadores.

**Artículo 217- Decreto 1886 de 2015.** Temperatura efectiva. Se define como temperatura efectiva ( $t_e$ ) en un frente de trabajo, el valor obtenido al aplicar la fórmula:

$t_e = 0.7 t_h + 0.3 t_s - V$ , donde:

$t_h$  = temperatura húmeda en grados centígrados.

$t_s$  = temperatura seca en grados centígrados.

$V$  = Velocidad de la corriente del aire m/s.

Se toma el artículo 217 del decreto 1886 de 2015, por su énfasis en la temperatura efectiva, la cual es la que se asocia a la sensación térmica que sienten los seres humanos y su relación con las afectaciones de la temperatura corporal.

**Artículo 218- Decreto 1886 de 2015.** Tiempos de permanencia en frentes de trabajo. De acuerdo con la caracterización anterior, se definirán los tiempos de permanencia del personal en los frentes de trabajo, según la siguiente tabla:

*Tabla 3. Tiempos de permanencia en frentes de trabajo*

<b>TE (°C)</b>	<b>TIEMPO DE PERMANENCIA (HORAS)</b>
<b>28</b>	Sin limitaciones
<b>29</b>	Seis (6)
<b>30</b>	Cuatro (4)
<b>31</b>	Dos (2)
<b>32</b>	Cero (0)

El artículo 218 del decreto 1886 contempla los tiempos de permanencia de los trabajadores de minería subterránea frente a las distintas temperaturas que se den en el ámbito laboral, cabe mencionar su relación con la revisión monográfica debido al estrés térmico que se generan en las diferentes zonas de las labores subterránea.

#### **6.4 Decreto 1072 de 2015. Decreto Único Reglamentario del Sector Trabajo.**

**Artículo 2.2.4.6.3. Seguridad y salud en el trabajo (SST).** La Seguridad y Salud en el Trabajo (SST) es la disciplina que trata de la prevención de las lesiones y enfermedades causadas por las condiciones de trabajo, y de la protección y promoción de la salud de los trabajadores. Tiene por objeto mejorar las condiciones y el medio ambiente de trabajo, así como la salud en el trabajo, que conlleva la promoción y el mantenimiento del bienestar físico, mental y social de los trabajadores en todas las ocupaciones.

Se toma en cuenta el presente decreto por la importancia y su amplitud en cuanto a la protección de los trabajadores en Colombia.

#### **6.5 Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo (SG-SST)**

“El Ministerio de trabajo en Colombia basado en las políticas de protección de los trabajadores, desarrolló y estableció el Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo

(SG-SST) bajo el decreto 1072 de 2015 decreto único reglamentario del sector trabajo, disciplina que debe ser ejecutada por todos los empleadores y consiste en prevenir lesiones y enfermedades originadas por las condiciones de trabajo, el sistema se basa en el mejoramiento continuo incorporando la política, la planificación, la aplicación, evaluación, auditoría y las acciones de mejora con la finalidad de anticipar, reconocer, evaluar y controlar los riesgos que puedan impactar en la seguridad y la salud del ámbito laboral.

El SG-SST se aplica a todos los empleadores públicos y privados, de igual manera, a los trabajadores dependientes e independientes, los trabajadores cooperados, los trabajadores en misión y administrativos. También cobija las organizaciones de economía solidaria y del sector cooperativo, las empresas de servicios temporales, agremiaciones y asociaciones que vinculan trabajadores independientes al sistema de seguridad social integral, de la misma manera se integran las administradoras de riesgos laborales y todo el personal civil de las fuerzas militares.” (SANITCO, 2019)

El Decreto 1072 del 2015 es quien compila todas las normas que reglamentan el trabajo y que antes estaban dispersas. Se convirtió en la única fuente para consultar las normas reglamentarias del trabajo en Colombia llamado El Decreto Único Reglamentario del Sector Trabajo.

## **6.6 Organización Internacional del Trabajo (OIT)**

Al analizar la importancia que tienen los trabajadores como pilar fundamental en cualquier actividad a realizar cabe mencionar a la OIT la cual es la organización internacional del trabajo, encargada de desarrollar y supervisar el uso de las normas internacionales de trabajo,

dichas normas cubren todos los aspectos asociados al trabajo y establece principios básicos y derechos para garantizar un trabajo digno.

### **6.7 Ley 1562 de 2012.**

El sistema de riesgos laborales es el conjunto de entidades públicas y privadas, normas y procedimientos, destinados a prevenir, proteger y atender a los trabajadores de los efectos de las enfermedades y los accidentes que puedan ocurrirles con ocasión o como consecuencia del trabajo que desarrollan.

### **6.8 Norma ISO 13688 de 2013**

#### Requisitos generales de la ropa de protección.

Esta Norma especifica los requisitos generales de ergonomía, inocuidad, designación de tallas, envejecimiento, marcado de la ropa de protección y la información que tiene que suministrar el fabricante con la ropa de protección. Tiene que cumplir los requisitos básicos de salud y de ergonomía que son relevantes para muchos tipos de ropa de protección.

La ropa de protección debe diseñarse y fabricarse como se indica a continuación:

- **Inocuidad:** La ropa de protección no debe afectar negativamente sobre la salud del usuario. Se fabricará con materiales que hayan demostrado ser químicamente apropiados.
- **Ergonomía:** El diseño de la ropa de protección debe facilitar su correcta colocación sobre el usuario y debe garantizar que permanecerá en su lugar durante el tiempo del empleo previsible, teniendo en cuenta los factores ambientales,

junto con los movimientos y posturas que el usuario pueda adoptar durante el curso de su trabajo u otra actividad.

- Envejecimiento: Puede ser producido por un solo factor o varios.
- Tallas: La ropa de protección debe marcarse con su talla basada en las dimensiones corporales en centímetros.

Es una norma de referencia para ser utilizada con las normas específicas relativas o aplicables a la ropa de protección. La ropa de protección sustituye o cubre la ropa personal y está diseñada para proporcionar protección contra uno o más peligros. (EPI BALEAR, s.f.).

## Conclusiones

Tras el análisis anteriormente expuesto, mediante el presente trabajo de grado bajo la modalidad de monografía de investigación se puede llegar a concluir aspectos fundamentales, los cuales se puntualizan a continuación:

- Se concluye que existe la necesidad de que tanto empleadores como empresarios, cuenten con conocimientos mínimos en materia de riesgos laborales, esto es; su definición, tipos, entidades a cargo, la normativa aplicable y los agentes que intervienen en cada uno de ellos. Todo esto, para prevenir e interpretar en qué lugar el empleador labora sus funciones y las condiciones en que se encuentra para finalmente aplicar el sistema de gestión de seguridad y salud en el trabajo correctamente.
- Se destaco el enfoque hacia el estrés térmico, primordial tema de esta investigación el cual influye directamente a los trabajadores en minería subterránea. Este mismo debe ser regulado, para prevenir accidentes o enfermedades a los empleadores, el estrés térmico afecta psicológicamente como físicamente, evitando su desempeño en su labor y su concentración necesaria en esta que posteriormente se verá reflejado en condiciones de salud pésimas lo que como profesionales encargados del área se debe analizar y prevenir puesto que el pilar primordial en cualquier actividad es el ser humano; por ende se destaca dicha afectación; a su vez esto conlleva a una ineficiencia en su labor que finalmente afectara la empresa y rendimientos en cuanto a producción.
- Una vez analizados los textiles inteligentes en cuanto a tipos, materiales, fabricación y tendencias a nivel internacional, se refleja la falencia que se tiene a

nivel nacional por falta de tecnologías como estas que ayuden al progreso nacional para mejorar las condiciones de vida de los trabajadores; así mismo detallados los mecanismos de reacción de los mismos se destaca para el objetivo del estudio aquellos textiles inteligentes los cuales son fabricados mediante microencapsulación, debido a la capacidad de reacción y termorreguladora que tienen estos ante estímulos exteriores por los materiales de cambio de fase o PCMs que son incorporados para mantener al ser humano bajo óptimas condiciones y obtener el confort térmico.

- Se analizó la problemática que se tiene respecto a la normatividad vigente, y que es de vital importancia, el cual es que no existen normas que aborden de manera exclusiva la vestimenta que deben usar los trabajadores de minería subterránea y los índices de estrés térmico consecuentes al ámbito laboral.

- Se evidenció que la normativa vigente en “Requisitos generales de la ropa de protección” específicamente Norma ISO 13688 de 2013, es la ISO que compete toda nuestra investigación en cuanto a los textiles, la cual se enfoca en la salud y ergonomía del trabajador, razón trascendental para que su zona de confort térmica sea la apropiada y de esta forma realizar sus labores de forma adecuada; así como también la importancia de ser implementada por los distribuidores o fabricantes de la ropa de protección para trabajadores de minería subterránea.

- Se concluye que el estrés térmico es un factor asociado al riesgo físico, por tal motivo se analizaron los textiles inteligentes y el proceso de fabricación por microencapsulación es el más adecuado para contrarrestar dicho factor por su capacidad de almacenar y liberar de manera controlada un principio activo con



PCM's o materiales de cambio de fase, el cual sería la parafina como material clave para la termorregulación activa del cuerpo humano.

## Recomendaciones

Para obtener óptimos resultados en cuanto al bienestar laboral de los trabajadores en minería subterránea se hace necesario la capacitación constante al personal sobre los riesgos laborales que se encuentran dentro y fuera de mina para poder tener amplio conocimiento de su debido puesto de trabajo, el modo de prevenir y actuar ante cualquier eventualidad; asimismo aplicar las respectivas medidas preventivas para obtener el confort laboral.

Como empleadores del sector minero, garantizar que los servicios mineros sean ejecutados de la mejor manera y sin falencias, esto en cuanto a la ventilación específicamente; debido a que como su nombre lo indica ventile las labores mineras para expulsar el aire viciado e ir inyectando aire limpio para el óptimo trabajo de los mineros, así como también de una u otra manera mantener un ambiente de trabajo sano en cuanto a la exposición de calor de cada uno de los trabajadores, dependiendo de su lugar de trabajo; es decir que además de mantener su función principal de expulsar e inyectar aire, cumpla con el flujo de aire preciso para mantener al trabajador en buenas condiciones laborales; esto como factor complementario al objetivo primordial planteado, es decir a la futura implementación del vestuario minero con textiles inteligentes.

Todo personal que administre o dirija la empresa minera debe tener claridad y consciencia que la vestimenta en los trabajadores de minería subterránea influye tanto como los demás elementos de protección personal, cada uno de ellos cumple y sacia una necesidad que se presenta en dichos ambientes y por ende su objetivo es mantener en conjunto al cuerpo humano en excelentes condiciones tanto por su salud como por la eficiencia en su puesto de trabajo, una vez se entienda y garantice la importancia de la vestimenta se podrá avanzar en ámbitos que como minería local o nacional no se están teniendo en cuenta y así implementar nuevas

tecnologías que cumplan con óptimas condiciones y altos estándares de calidad por el bienestar laboral.

Como empresarios mineros deberán analizar la innovación de nuevas tecnologías que se están realizando a nivel internacional y que a nivel nacional no; específicamente en la implementación de textiles inteligentes en el vestuario minero, teniendo como base que dichas prendas si obtienen óptimos resultados en el cuerpo humano, manteniéndolo en su confort laboral, con su capacidad termorreguladora y que así mismo abrir nuevos ámbitos y conocimientos para entender que si se tiene a todo un personal trabajando a su 100% en cuanto a la salud de los mismos, estará en buenas condiciones; lo que conlleva a mayor producción por hombre que sumara al final colectivamente; aplicando dichas tecnologías innovadoras que trascienden para mejorar la seguridad del trabajador, donde se dejaría de ser aquella minería convencional para aplicar tecnologías que obtienen excelentes resultados en los rendimientos de cada uno de los trabajadores en minería subterránea y así obtener un mejoramiento empresarial.

En cuanto a la aplicación de leyes, decretos, resoluciones y demás normatividad asociada; incluir en el decreto 1886 de 2015 el cual es el reglamento de seguridad en las labores mineras subterráneas y demás leyes que le competen, un artículo donde especifique la importancia del vestuario minero en óptimas condiciones y su influencia en los trabajadores de minería subterránea para el desarrollo de sus actividades. Teniendo una normatividad más específica que aborde uno de los tantos temas que están sin protección legal en el país obtendremos un reglamento consolidado donde al final de él, se evidencie la importancia que tiene el gobierno por mantener trabajadores en buenas condiciones por temas de salud y a su vez crecimiento a nivel nacional para posesionar a la minería en otros aspectos importantes tales como la

implementación del vestuario minero fabricado mediante textiles inteligentes y sobresalir por grandes proyectos implementados.

## Bibliografía

- Akrimet. (s.f.). *Humedad Relativa*. Obtenido de [http://www.akrimet.com/nuevo/humedad-relativa/#:~:text=Humedad%20Relativa%20\(%25HR\)%20es,donde%20se%20forman%20las%20gotas](http://www.akrimet.com/nuevo/humedad-relativa/#:~:text=Humedad%20Relativa%20(%25HR)%20es,donde%20se%20forman%20las%20gotas).
- Arteaga, S. (11 de Mayo de 2015). *Computer hoy*. Obtenido de Crean el primer material textil electrónico con grafeno: <https://computerhoy.com/noticias/hardware/crean-primer-material-textil-electronico-grafeno-28257>
- Ayora, A. (12 de Septiembre de 2016). Tejidos inteligentes: La tecnología detrás de las prendas. *Desnivel*.
- Brainly. (01 de 12 de 2016). ¿Como se relaciona la entalpía con la vida cotidiana? Obtenido de <https://brainly.lat/tarea/4433672>
- Bustamante C. , Raúl;. (2018). Textiles inteligentes . *Asociacion Peruana de Tecnicos Textiles* , 4.
- Canales Sectoriales Interempresas. (30 de Marzo de 2017). *Textiles inteligentes con material de cambio de fases (PCM), entre la oferta de Techtextil* . Obtenido de Canales Sectoriales Interempresas: [https://www.interempresas.net/Proteccion-laboral/Articulos/212875-Textiles-inteligentes-con-material-de-cambio-de-fases-\(PCM\)-entre-la-oferta-de-Techtextil.html](https://www.interempresas.net/Proteccion-laboral/Articulos/212875-Textiles-inteligentes-con-material-de-cambio-de-fases-(PCM)-entre-la-oferta-de-Techtextil.html)
- Castro Duque, Y., Caceres Santos, & Caceres Santos, J. J. (2014). Análisis del índice de impacto térmico generado en. págs. 32-40.

Castro, M. (1 de Febrero de 2021). *Lifeder*. Obtenido de <https://www.lifeder.com/riesgos-ambientales/>

Catedra Hunosa. (s.f.). *Geotermia nueva*. Asturias. Obtenido de <https://www.unioviedo.es/catedrahunosa/index.php/geotermia/>

CCS, C. C. (2012). *Guia Tecnica Colombiana GTC45*.

CEPSA. (s.f.). *CEPSA*. Obtenido de Usos y aplicaciones de la parafina : [https://www.cepsa.com/stfls/CepsaCom/Coorp\\_Comp/Infograf%C3%ADas/Ficheros-infografias/usos-y-aplicaciones-de-la-parafina.pdf](https://www.cepsa.com/stfls/CepsaCom/Coorp_Comp/Infograf%C3%ADas/Ficheros-infografias/usos-y-aplicaciones-de-la-parafina.pdf)

Consejo Colombiano de Seguridad. (s.f.). *Estres Termico*. Obtenido de <https://ccs.org.co/estres-termico/#:~:text=Entre%20las%20diez%20de%20la,t%C3%A9rmicas%20sean%20las%20m%C3%A1s%20favorables>.

Curso de Maquinas Mecanicas. (s.f.). *Entalpía entropía en Vapor de Agua*. Obtenido de [https://portalelectromecanico.com/CURSOS/MaquinasMecanicas/entalpa\\_entropa\\_en\\_vapor\\_de\\_agua.html](https://portalelectromecanico.com/CURSOS/MaquinasMecanicas/entalpa_entropa_en_vapor_de_agua.html)

Cymper.com. (2015). *Geotermia I – Aplicaciones de la energía geotérmica*. Obtenido de <https://www.cymper.com/blog/geotermia-i-aplicaciones-de-la-energia-geotermica/>

David, J. (2021). *Riesgos laborales en Colombia: Todo lo que debes saber*. Obtenido de <https://www.geovictoria.com/co/recursos-humanos/riesgos-laborales-en-colombia/>

Decreto 1477 de 2014. Tabla de enfermedades laborales. (04 de 08 de 2014).

DING , A., XIAO , L., GAO , J., GAO , J., GAO , P., & GAO , W. (2014). *Patente n° CN104153203A*.

EcuRed. (s.f.). *EcuRed*. Obtenido de Parafina: <https://www.ecured.cu/Parafina>

El mundo. (16 de Abril de 2021). *El mundo* . Obtenido de <https://www.elmundo.es/ciencia-y-salud/salud/2021/04/16/60793c48fdddffc7728b4604.html>

EPI BALEAR. (s.f.). *Profesionales de la seguridad laboral*. Obtenido de Norma EN ISO

13688:2013: Requisitos generales de la ropa de protección.:

<http://www.epibalelear.es/noticia.aspx?Noticia=4570>

Escamilla, D. (s.f.). *Riesgos Biologicos en el ambito laboral*. Obtenido de Uso de elementos de Proteccion Personal:

[https://www.ispch.cl/sites/default/files/Nota\\_Tecnica\\_N\\_014\\_Riesgos\\_Biologicos\\_en\\_el\\_Ambito\\_Laboral\\_Uso\\_de\\_Elementos\\_de\\_Proteccion\\_Personal.pdf](https://www.ispch.cl/sites/default/files/Nota_Tecnica_N_014_Riesgos_Biologicos_en_el_Ambito_Laboral_Uso_de_Elementos_de_Proteccion_Personal.pdf)

F., K. (s.f.). *Desafio inteligente la tecnologia que potencia tu mente* . Obtenido de

<https://desafiointeligente.com/tejidos-inteligentes/#respond>

Gutiérrez, R. E., Guerra, K. B., & Gutiérrez, M. D. (2018). Evaluación de Riesgo por Estrés

Térmico en Trabajadores de los Procesos de Incineración y Secado de una Empresa de Tableros Contrachapados. *Informacion Tecnologica*, 1-12.

H2O TEK. (2017). *Factores de medición para la mejor implementación de la ventilación industrial*.

Hawas, H. S. (s.f.). Functioning principle of PCM in a fabric. *Functioning principle of PCM in a fabric*. Outlast Europe.

Instituto Europeo de Posgrado. (s.f.). *El Riesgo en Salud Ocupacional: Definición y Tipos*.

Obtenido de <https://www.iep-edu.com.co/el-riesgo-en-salud-ocupacional-definicion-y-tipos/>

Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. (2015). *Guía técnica para la evaluación y prevención de los riesgos relativos a la utilización de los lugares de trabajo*. Obtenido de <https://www.insst.es/documentacion/catalogo-de-publicaciones/guia-tecnica-para-la-evaluacion-y-la-prevencion-de-los-riesgos-relativos-a-la-utilizacion-de-los-lugares-de-trabajo>

Instituto Nacional de seguridad e higiene en el trabajo. (s.f.). *Gestión de la prevención de riesgos laborales en la pequeña y mediana empresa*. Madrid. Obtenido de <https://www.insst.es/documents/94886/454629/3.+Plan+de+Prevenci%C3%B3n+de+Riesgos+Laborales.+Evaluaci%C3%B3n+de+riesgos.pdf/2214bc78-086d-4f01-b691-bead889c0780?t=1532346923938>

ISOTools. (s.f.). *¿Qué contiene un plan de prevención de riesgos laborales?* Obtenido de <https://hse.software/2021/04/14/que-contiene-un-plan-de-prevencion-de-riesgos-laborales/#:~:text=%C2%BFQu%C3%A9%20es%20un%20plan%20de,uno%20de%20los%20niveles%20jer%C3%A1rquicos.>

Laurig, W., & Vedder, J. (1998). ERGONOMIA. En *ENCICLOPEDIA DE SALUD Y SEGURIDAD EN EL TRABAJO* (pág. 29.2). Obtenido de <https://www.insst.es/documents/94886/161958/Cap%C3%ADtulo+29.+Ergonom%C3%ADa>

Martinez, M., Robayo, Y., & Farfan, J. (2015). *¿Qué son los factores de riesgo?*



Meteoblue. (s.f.). *Variables Meteorológicas*. Obtenido de Humedad Relativa:

<https://content.meteoblue.com/es/especificaciones/variables-meteorologicas/humedad>

Meteorología y climatología de Navarra. (s.f.). *Elementos y factores del clima. Tipos de climas*.

Navarra. Obtenido de

<http://meteo.navarra.es/definiciones/elementosFactores.cfm#:~:text=Los%20factores%20del%20clima%20son,los%20distintos%20tipos%20de%20climas>.

MEZZA. (2019). *APLICACIÓN BATERIA RIESGO PSICOSOCIAL*. Obtenido de

<https://mezza.com.co/aplicacion-de-baterias-riesgos-psicosociales/>

Ministerio de Minas y Energía. (2003). *Glosario Técnico Minero*. Obtenido de

<https://www.minenergia.gov.co/documents/10180/698204/GLOSARIO+MINERO+FINAL+29-05-2015.pdf/cb7c030a-5ddd-4fa9-9ec3-6de512822e96>

Perez, A. (s.f.). *Entalpia*. Obtenido de

<https://es.scribd.com/presentation/383186686/ENTALPIA-pptx>

Portal de los riesgos laborales de los trabajadores de la enseñanza. (s.f.). *Gestión de la PRL*.

Obtenido de Evaluación de riesgos: <https://riesgoslaborales.saludlaboral.org/portal-preventivo/conceptos-generales-de-la-prl/2-evaluacion-de-riesgos/>

Prevencionar.com. (2020). *Definición y objetivos de la ergonomía*. Obtenido de

<https://prevencionar.com/2020/11/08/definicion-y-objetivos-de-la-ergonomia/>

Riesgos Laborales, Prevención, Medidas y Ley. (2019). *Riesgo ambiental: Qué es, causas y*

*ejemplos*. Obtenido de <https://riesgoslaborales.info/riesgo-ambiental/>

Riesgos Laborales, Prevencion, medidas y Ley. (2019). *Riesgo biológico: Qué es, Tipos y Ejemplos*. Obtenido de <https://riesgoslaborales.info/riesgo-biologico/>

Riesgos Laborales, Prevencion, Medidas y Ley. (2019). *Riesgo físico: Definición, agentes y ejemplos*. Obtenido de <https://riesgoslaborales.info/riesgo-fisico/>

Riesgos Laborales, Prevencion, Medidas y Ley. (2019). *Riesgo químico – Qué es, tipos y ejemplos*. Obtenido de <https://riesgoslaborales.info/riesgo-quimico/>

ROCK , M., HUNT , V., DURANT , B., & GILBERT , D. (2008). *Patente nº US2008057261A1*.

Rodríguez, A. (s.f.). *PREVENCIÓN DE RIESGOS ERGONÓMICOS Y PSICOSOCIALES A BECARIOS DE INVESTIGACIÓN*. Obtenido de <http://bibing.us.es/proyectos/abreproy/5403/>

Safe Mode. (s.f.). *Que es Riesgo Locativo?*

SafetYA. (2021). *Clases de riesgo para cotización en la ARL según la actividad económica*. Bogota. Obtenido de <https://safetya.co/clases-de-riesgo-cotizacion-arl/>

Sanchez Martin, J. R. (2007). Los tejidos inteligentes y el desarrollo tecnológico de la industria textil. *Asociación Nacional de Peritos Industriales*, 38-45.

SANITCO. (2019). *¿En qué consiste el SG SST en Colombia?* Obtenido de <https://www.sanitco.com/blog/nwarticle/73/2/En-que-consiste-el-SG-SST-en-Colombia>

SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO 2731. (s.f.). *Seguridad y salud en el trabajo*. Obtenido de Riesgo Fisico: <https://sites.google.com/site/seguridadysaludeneltrabajo2731/home/clases-de-riesgos/riesgo-fisico>

- SESASELCA, C.A. (2017). *RIESGOS LABORALES (MECÁNICO)*. Obtenido de <https://empresa1sesaselca.wixsite.com/sesaselca/single-post/2017/06/21/riesgos-laborales-mec%C3%A1nico>
- StuDocu. (2013). *Resumen De La Ley De Prevención De Riesgos Laborales*. Sevilla. Obtenido de <https://www.studocu.com/es/document/universidad-de-sevilla/prevencion-y-seguridad/resumen-de-la-ley-de-prevencion-de-riesgos-laborales/789502>
- StudyLib*. (2019). Obtenido de Un estado del arte de los Textiles Inteligentes: <https://studylib.es/doc/388897/el-estado-del-arte-en-los-tejidos-inteligentes-y-tejidos-...>
- Superintendencia de Industria y Comercio . (2016). *Textiles inteligentes* . Bogota .
- Support Brigades. (2021). *¿Que son los riesgos laborales?* Lima. Obtenido de <https://www.supportbrigades.com/principales-riesgos-laborales-en-peru/>
- Techfashionista. (6 de Noviembre de 2021). *Techfashionista*. Obtenido de Techfashionista: <https://thetechfashionista.com/es/textiles-inteligentes-ejemplos/#:~:text=Los%20textiles%20inteligentes%20pasivos%20son,solo%20pueden%20percibir%20su%20entorno.>
- Testextextile. (s.f.). Clasificación y aplicación de textiles de tejido inteligente. *Testex*.
- The Graphene Box. (s.f.). *The Graphene Box*. Obtenido de Textiles anti-bacterianos de grafeno ya son posibles: <https://www.thegraphenebox.com/es/textil-38>
- X, S. a., & Xie, Z. (2011). *Research on Mine Cooling Measures for Zhangshuanglou coal Mine*. Procedia Engineering. doi:<https://doi.org/10.1016/j.proeng.2011.11.2316>

Xie, Z. (2012). *Distribution law of high temperature mine's thermal environment parameters and study of heat damage's causes*. Procedia Engineering.

doi:<https://doi.org/10.1016/j.proeng.2012.08.104>

Z. Su, J. a., & Sun, Z. (2009). *Study on the heat hazard of deep exploitation in high-temperature mines and its evaluation index*. Procedia Earth and Planetary Science.

doi:<https://doi.org/10.1016/j.proeps.2009.09.066>