



Plan Nacional de Educación **Multimodal** en SST 2026

Talentos que **hacen país**

Comunidad Nacional de Conocimiento en

Prevención de Peligros en el Sector Minería

Talentos que **hacen país**



SESIÓN 2:
**MEDICIONES AMBIENTALES A DESARROLLAR EN EL
SECTOR MINERO PARA PREVENCIÓN DE
ENFERMEDADES LABORALES**



JOSÉ ALFREDO GUÍO GARZÓN

COMUNIDAD NACIONAL DE CONOCIMIENTO EN PREVENCIÓN DE PELIGROS EN EL SECTOR MINERÍA



josealfredog@hotmail.com



3108717198

Perfil profesional:

Ingeniero en Minas, experiencia de 35 años en Minería
Especialista en salud Ocupacional y protección de Riesgos Laborales
Magister en Seguridad y Salud en el trabajo, experiencia de 23 años en SST
Entrenador Ludico Internacional en SST
Entrenador en labores mineras Bajo tierra
Auditor interno ISO 9001, 14001, 18001, 45000
Experto en ventilación de minas Subterráneas



Ruta del conocimiento

01

SESIÓN 1:
NORMATIVIDAD
ACTUALIZADA EN SST EN
EL SECTOR MINERO - AÑO
2026

02

SESIÓN 2:
MEDICIONES AMBIENTALES A
DESARROLLAR EN EL SECTOR
MINERO PARA PREVENCIÓN
DE ENFERMEDADES
LABORALES

03

SESIÓN 3:
SISTEMAS DE VENTILACIÓN
DE MINAS INTELIGENTES

04

SESIÓN 4:
DESARROLLO TECNOLÓGICO
EN EL SOSTENIMIENTO DE
MINAS

05

SESIÓN 5:
HACIA UNA MINERÍA A CIELO
ABIERTO CON ALTA
TECNOLOGÍA - DECRETO
0539/2022

Ruta del conocimiento



06

SESIÓN 6:
SISTEMAS DE TRANSPORTE
PARA MINERÍA
INTELIGENTES



07

SESIÓN 7:
INVESTIGACIÓN DE
ACCIDENTES DE TRABAJO
CON EL APOYO DE
INTELIGENCIA ARTIFICIAL



08

SESIÓN 8:
MONITOREO CONTINUO -
APUESTA HACIA EL
DESARROLLO TECNOLÓGICO
MINERO



09

SESIÓN 9:
CONTROL DE ATMÓSFERAS
EXPLOSIVAS Y TÉCNICAS DE
INERTIZACIÓN DE MINAS

Evaluémonos


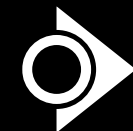




Presta atención al trabajo que realizas, la prisa es el mejor aliado del accidente.

Anónimo.



Contenido

-  **01.** Introducción
-  **02.** Análisis de accidentalidad Minera..
-  **03.** Normativa en mediciones Ambientales
-  **04.** Mediciones de prevención de EL



01.

Dar a conocer las principales estadísticas de accidentalidad Minera en Colombia.

02.

Dar a conocer la normatividad legal y como se realizan las mediciones ambientales en minería.

03.

Identificar, evaluar y controlar los factores de riesgo ambientales para proteger la salud de los trabajadores en actividades mineras

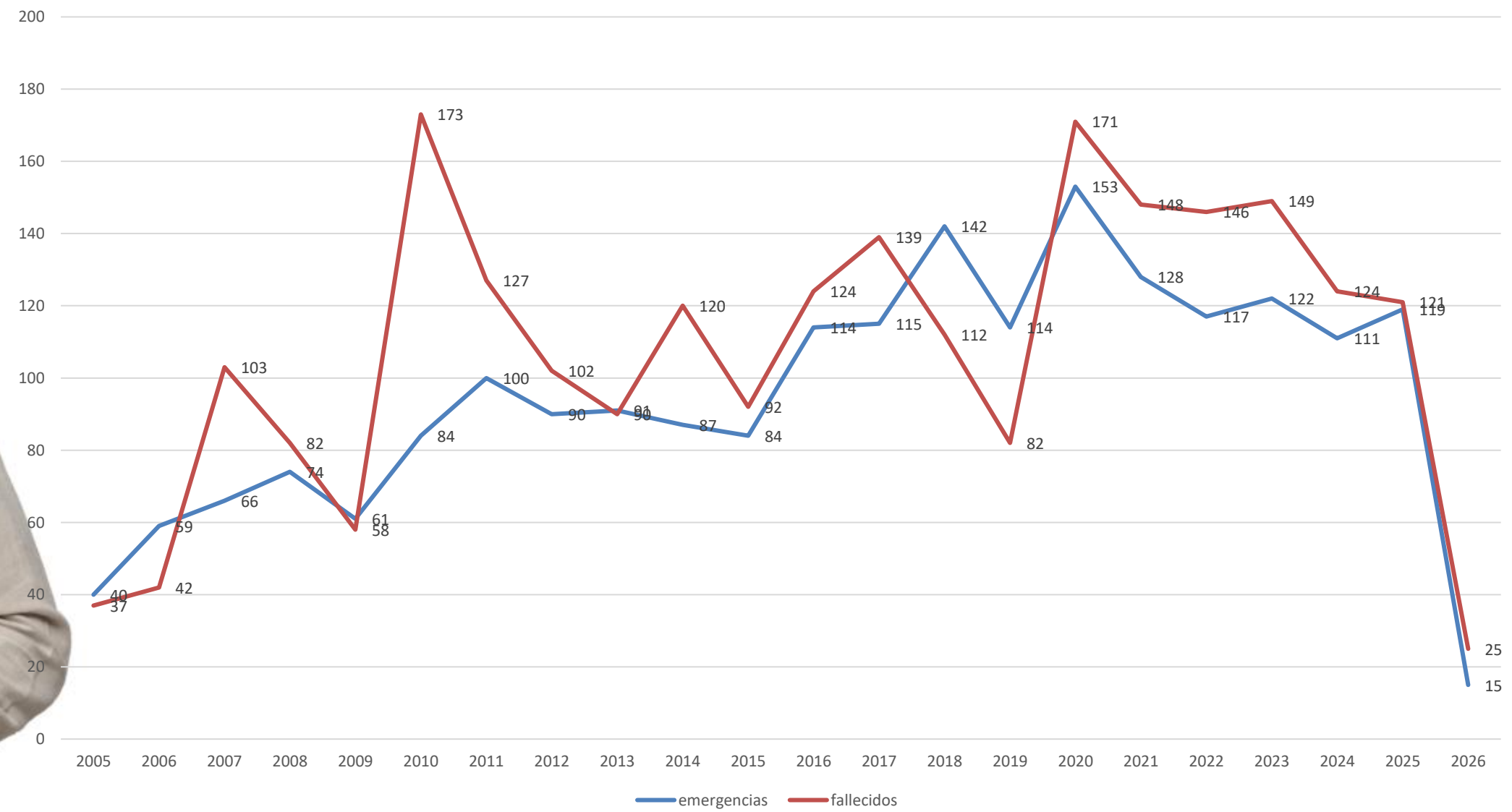
Objetivo



Fatalidades a 18/02/2026



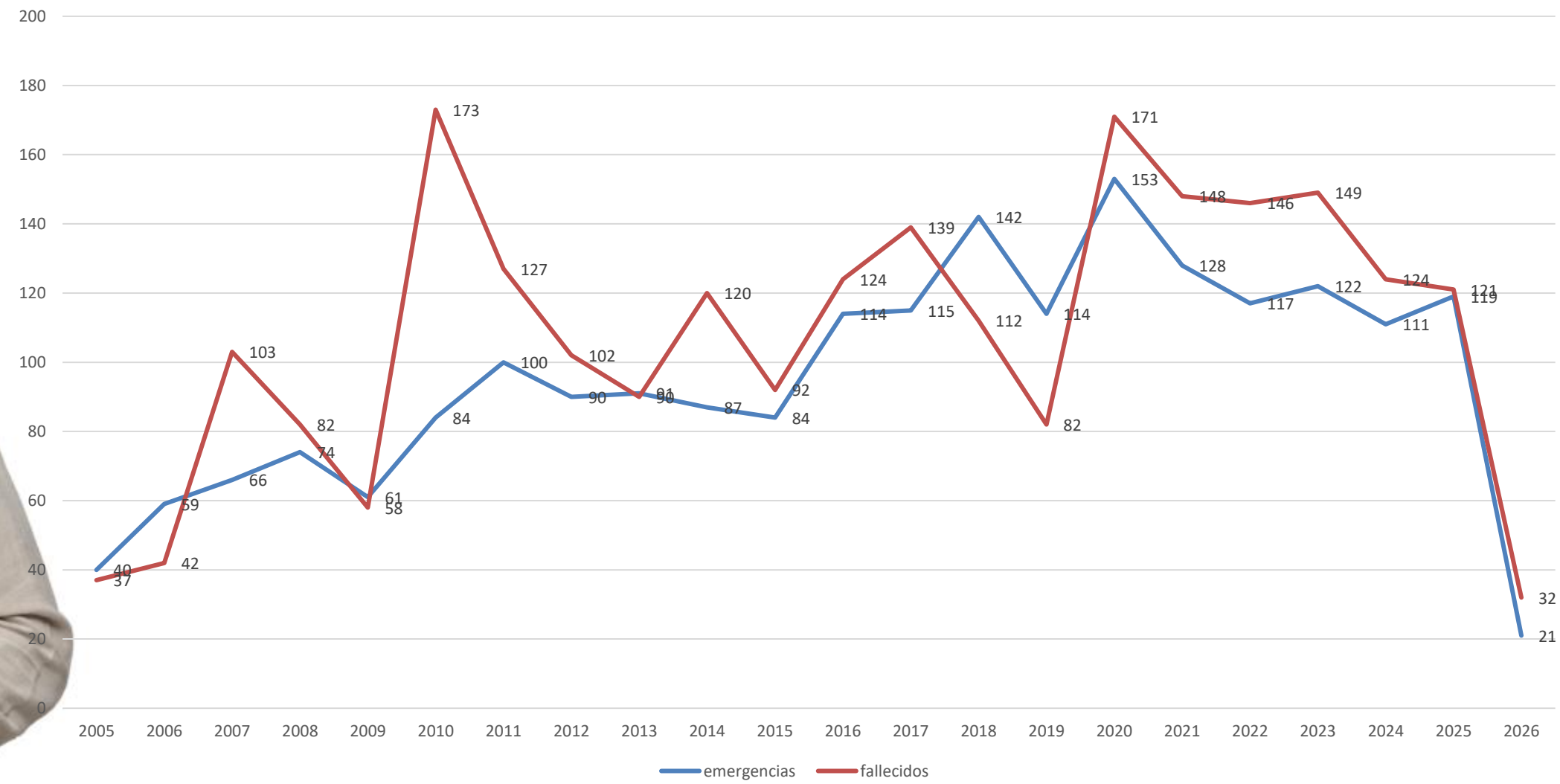
Accidentes y Emergencias a 18/02/2026



Fatalidades a 27/03/2026



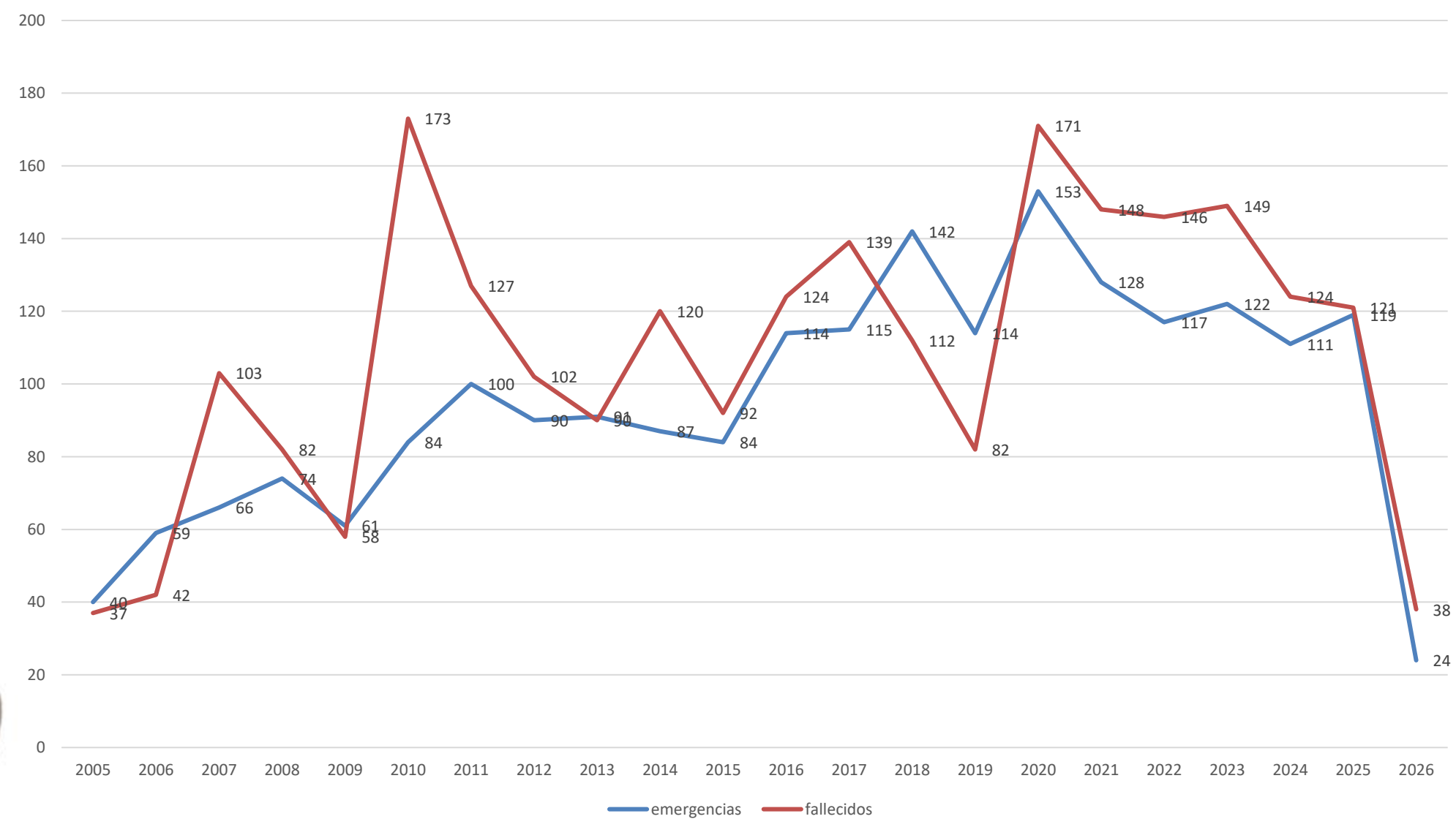
Accidentes y Emergencias a 27/03/2026



Fatalidades a 15/04/2026

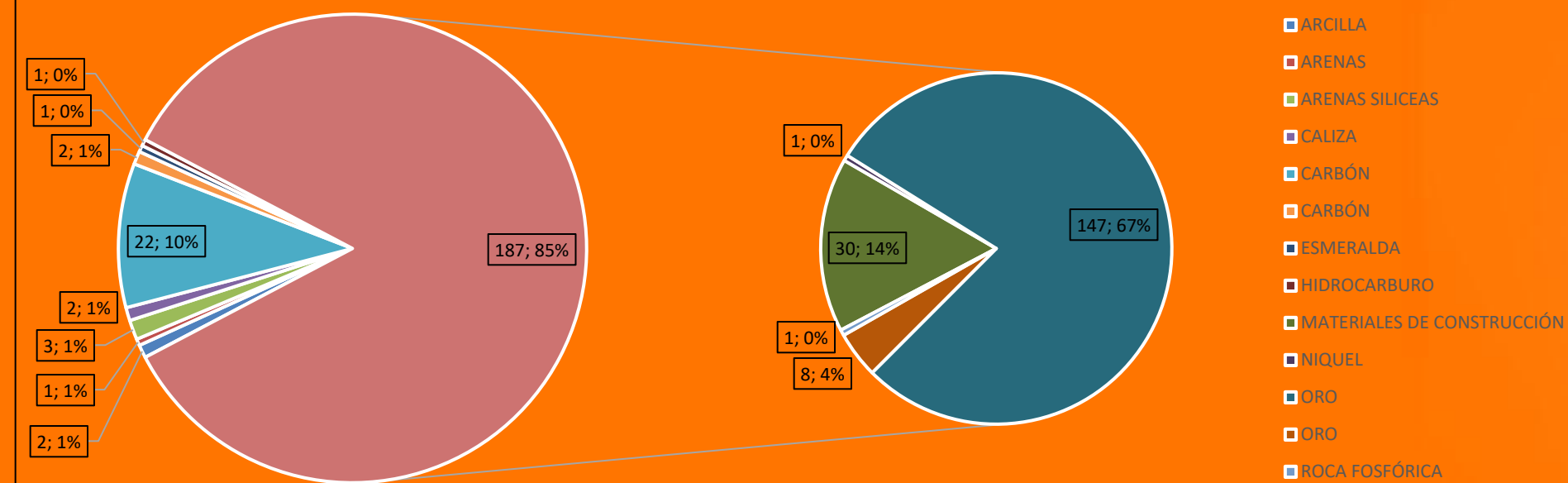


Accidentes y Emergencias a 15/04/2026

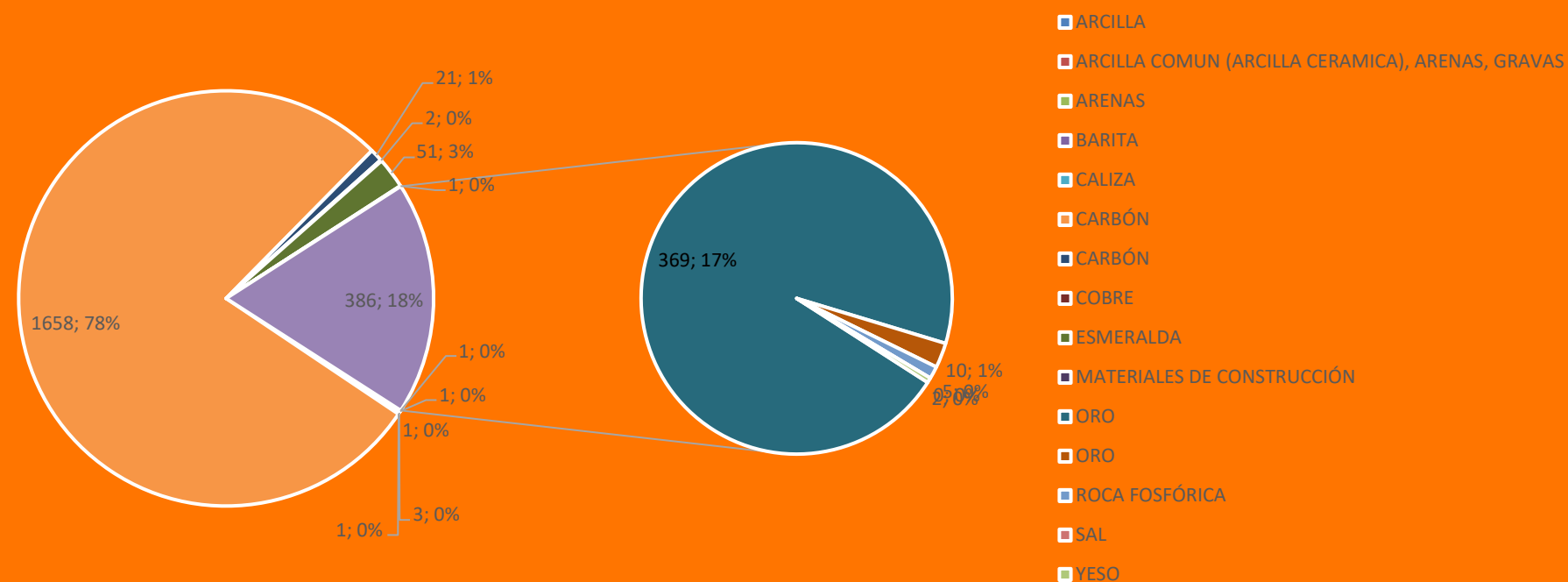


Accidentalidad

Suma de Número de fallecido minería a Cielo Abierto



Suma de Número de fallecidos Minería Subterránea



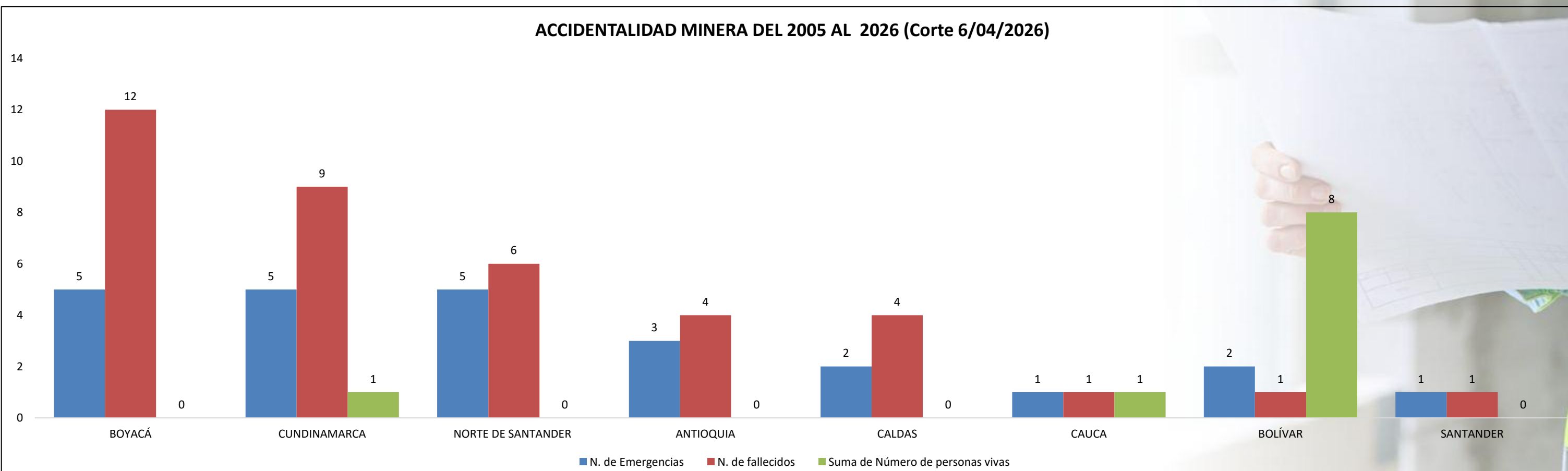
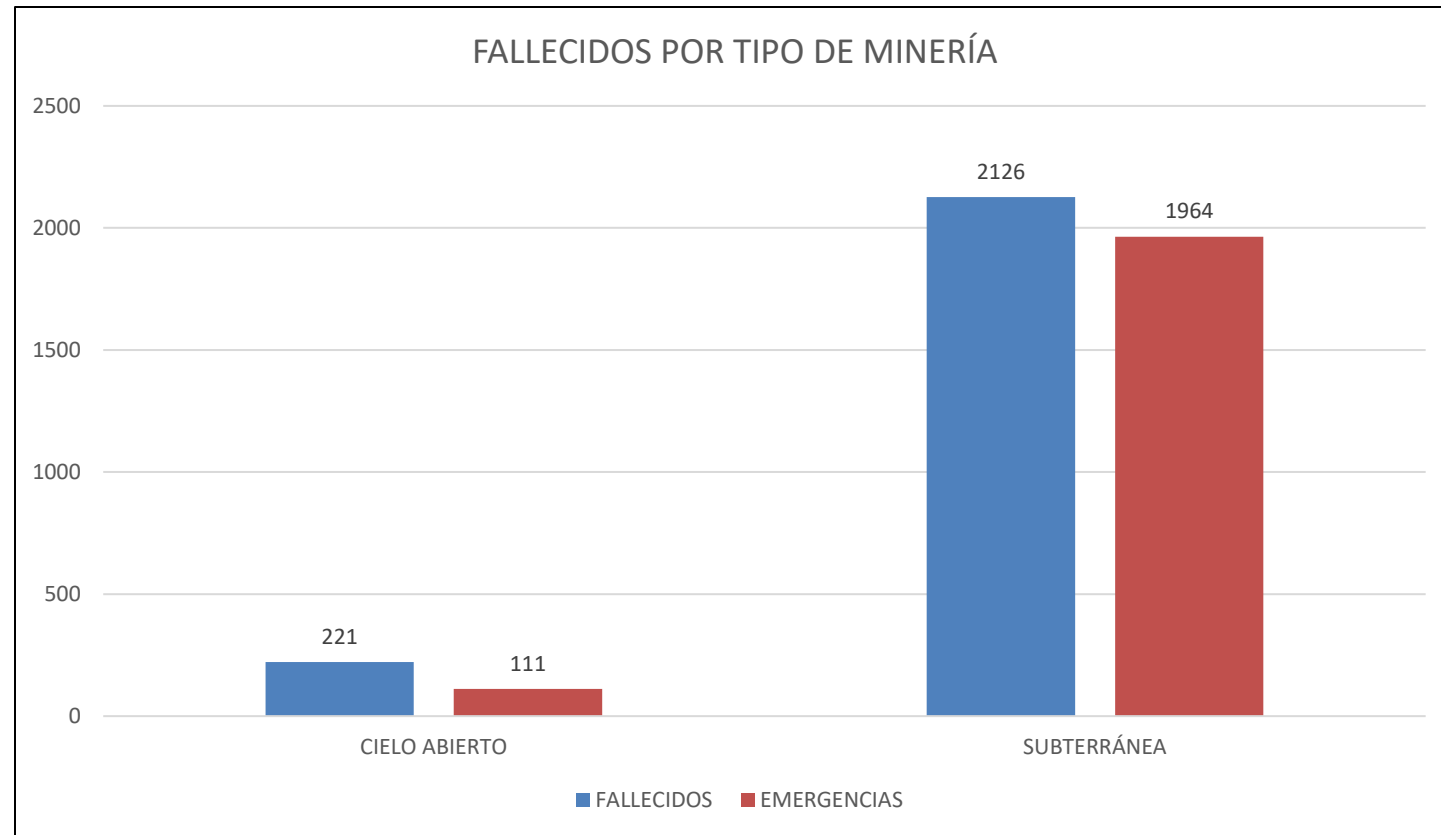


Actividad Económica – Minería	2024	2025
Extracción de oro y otros metales preciosos	144.223	168.815
Extracción de hulla (carbón de piedra)	67.717	53.946
Extracción de piedra, arena y arcillas	19.239	26.761
Extracción de esmeraldas y piedras preciosas	6.357	5.304
Extracción de minerales de níquel	2.549	2.301
Extracción de arcillas y bentonitas	2.304	1.697
Extracción de carbón lignito	293	1.526
Extracción de otros minerales metalíferos no ferrosos	985	866
Actividades de apoyo para otras actividades de explotación de minas y canteras	687	854
Extracción de halita (sal)	278	380
Extracción de minerales de hierro	7	357
Extracción de otros minerales no metálicos	623	182
Extracción de minerales para la fabricación de abonos y productos químicos	124	39
Extracción de minerales de uranio y de torio	10	----
Total personas ocupadas en el sector minero	245.397	263.028

Porcentaje de afiliados sector minero =56,57%

Sector económico	Trabajadores Dependientes C	Trabajadores Independientes C	Estudiantes C	Total Trabajadores C
EXPLOTACIÓN MINAS Y CANTERAS	145.882	2.399	522	148.803

Datos generales



Marco legal



Constitución Política de Colombia.
Derecho al trabajo seguro y seguridad social.



Decreto Ley 1295 de 1994
Crea el Sistema General Riesgos Profesionales.
Decreto 1072/2015
Resolución 0312/2019 .



Reglamento de seguridad Minera bajo tierra y a Cielo abierto



Resolución 2400/1979, ley 9 de 1979

POLITICA NACIONAL DE SEGURIDAD MINERA
Resolución No. 40209 DE 2022

Tipos de mediciones ambientales

01

Material Particulado
(Polvos y Fibras)

02

Ruido
Ocupacional

03

Gases y
Vapores Tóxicos

04

Iluminación
Industrial

05

Vibración
Mecánica

06

Radiaciones
Ionizantes

MEDICIONES AMBIENTALES EN EL SECTOR MINERO.



01 MATERIAL PARTICULADO — POLVOS Y FIBRAS

Agentes a Medir

- Sílice cristalina libre (cuarzo) — principal causante de silicosis
- Polvo de carbón — pneumoconiosis del minero
- Asbesto y fibras minerales — asbestosis y mesotelioma
- Polvo total en suspensión (TSP)
- Fracción inhalable, torácica y respirable (PM2.5 / PM10)
- Metales pesados: plomo, arsénico, manganeso

Métodos y Equipos

- Muestreadores personales de bomba de bajo flujo
- Ciclones de nylon para fracción respirable (GK 2.69)
- Filtros de PVC y MCE para análisis gravimétrico
- Microscopía de contraste de fase (MOCF) para fibras
- Difracción de rayos X (DRX) para cuantificar sílice
- Contadores de Partículas.
- Valores límite: TLV-TWA ACGIH / Resolución 1792/1990



Ruido Ocupacional.

85 dB(A)

Límite de acción
(8 horas)

115 dB(A)

Nivel máximo
permitido

140 dB

Equipos de Medición

- Sonómetros integradores clase 1 y 2
- Dosímetros personales de ruido
- Analizadores de espectro en frecuencia (octava/tercios)
- Calibradores acústicos certificados

Normas y Efectos

- NTC 3410 / Resolución 1792/1990 Colombia
- ISO 9612:2009 — Medición en el lugar de trabajo
- Hipoacusia neurosensorial inducida por ruido (HNIR)
- Mapa de ruido e identificación de zonas críticas

Enfermedad profesional: Hipoacusia Neurosensorial por Ruido (HNIR)

03 GASES, VAPORES Y AGENTES QUÍMICOS

Agente Químico	Límite Permisible (TLV-TWA)	Enfermedad Asociada
Monóxido de carbono (CO)	25 ppm (ACGIH) / 50 ppm (OSHA)	Intoxicación aguda, daño neurológico
Dióxido de nitrógeno (NO ₂)	0.2 ppm	Edema pulmonar, bronquitis crónica
Dióxido de azufre (SO ₂)	0.25 ppm	Broncoespasmo, EPOC
Sulfuro de hidrógeno (H ₂ S)	1 ppm	Pérdida de consciencia, muerte
Metano (CH ₄)	LEL 5% v/v — explosivo	Asfixia simple, explosión
Óxidos de nitrógeno (NO _x)	Según compuesto	Irritación respiratoria crónica



04 - 05 VIBRACIONES E ILUMINACIÓN

04 — VIBRACIONES MECÁNICAS

Mano-brazo (HAV): Perforadoras, martillos
Norma ISO 5349-1:2001
Límite: 2.5 m/s² (8h TWA)
Acción: 2.5 m/s² · Límite: 5 m/s²

Cuerpo entero (WBV): Maquinaria pesada
Norma ISO 2631-1:1997
Límite: 0.5 m/s² (8h TWA)

Equipos: Acelerómetros triaxiales
certificados, sistemas de adquisición
de datos en tiempo real

05 — ILUMINACIÓN INDUSTRIAL

Niveles mínimos (RETILAP):

Galerías subterráneas	
Áreas de control	≥ 50 lux
Zonas de trabajo	≥ 200 lux
Talleres / mantenimiento	
Áreas de control	≥ 300 lux
	≥ 500 lux

Equipos: Luxómetros certificados
Métodos: NTC 2230 / UNE-EN 12464-1
Efectos: Fatiga visual, accidentes



06 RADIACIONES IONIZANTES Y NO IONIZANTES

Radón (Rn-222)

Principal riesgo radiológico en minas subterráneas de carbón y uranio

Límite: 300 Bq/m³ (ICRP 65)

Equipo: Detectores de trazas (CR-39), detectores electrónicos

Mayor riesgo: galerías mal ventiladas

Radiación Gamma y X

Presente en minerales radioactivos (uranio, torio, radio)

Límite: 20 mSv/año (trabajador expuesto)

Equipo: Dosímetros TLD, Geiger-Müller, cámaras de ionización

Vigilancia epidemiológica obligatoria

Radiación UV Solar

Afecta mineros a cielo abierto y en frentes de excavación

Riesgo: Cáncer de piel, fotoqueratitis

Medición: Radiómetros UV, índice UV

Control: EPP (gafas UV, protector solar FPS 50+)

Riesgo: Leucemia, cáncer de pulmón por radon.



PROTOCOLO DE MEDICIÓN — ETAPAS

1	2	3	4	5	6
Identificación de Peligros	Diseño del Muestreo	Toma de Muestras	Análisis de Laboratorio	Evaluación y Diagnóstico	Medidas de Control
Panorama de factores de riesgo, recorrido de reconocimiento, revisión de procesos	Selección de puestos críticos, número de muestras (GEH), duración y estrategia	Personal calificado (higienista), equipos calibrados, cadena de custodia documentada	Laboratorio acreditado por ONAC, métodos NIOSH/OSHA, control de calidad	Comparación con TLV-TWA/STEL, índice de riesgo higiénico, priorización	Jerarquía de controles: Eliminación Sustitución Ingeniería Admin → EPP



ENFERMEDADES LABORALES PREVENIBLES



Neumoconiosis

Silicosis

Causa: Polvo de sílice

Neumoconiosis

Neumoconiosis del Minero

Causa: Polvo de carbón

Auditiva

Hipoacusia Neurosensorial

Causa: Ruido > 85 dB(A)

Química

Intoxicación Crónica por CO

Causa: Monóxido carbono

Músculo-esq.

Síndrome Mano-Brazo

Causa: Vibración HAV

Radiológica

Dermatitis / Cáncer de Piel

Causa: Radiación UV

Oncológica

Cáncer de Pulmón

Causa: Radón + sílice

Respiratoria

EPOC Laboral

Causa: Polvos/gases mix

Decreto 1477/2014 — Tabla de Enfermedades Laborales Colombia

MEDIDAS DE CONTROL Y PREVENCIÓN

1. ELIMINACIÓN — Suprimir el proceso o agente peligroso

2. SUSTITUCIÓN — Reemplazar por material/proceso de menor riesgo

3. CONTROLES DE INGENIERÍA — Ventilación local, encapsulamiento, aislamiento de fuente, sistemas húmedos de perforación

4. CONTROLES ADMINISTRATIVOS — Rotación de personal, limitación de exposición, señalización, capacitación

5. EPP — Respiradores (APF según contaminante), protección auditiva, guantes antivibratorios, gafas UV

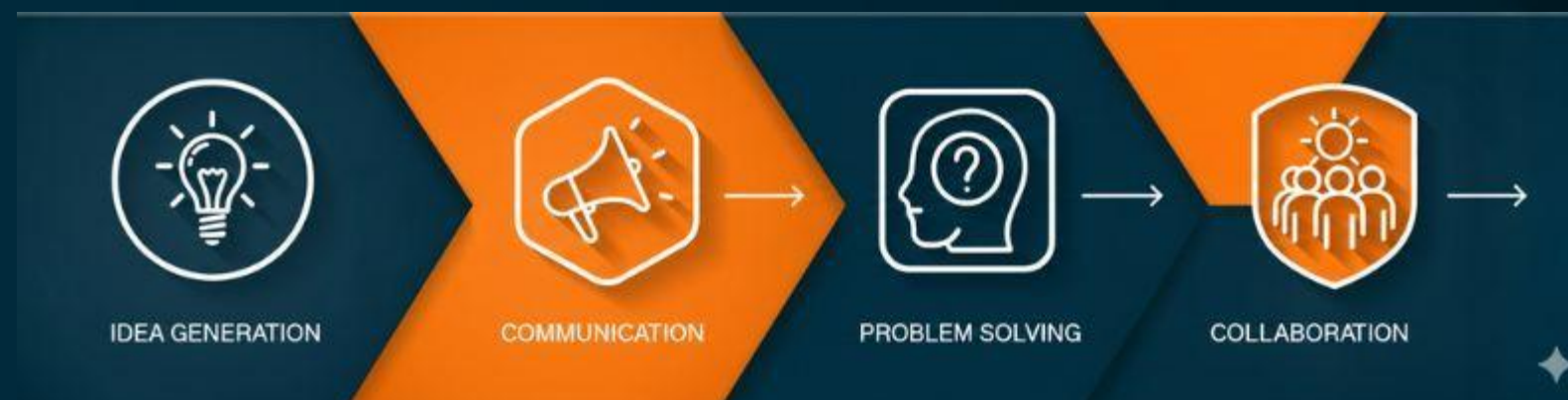
JERARQUIA DE CONTROLES



Conclusiones.

Las mediciones ambientales son la base científica para la prevención de enfermedades laborales en el sector minero y son de obligatorio cumplimiento

Se deben realizar por profesionales idóneos (higienistas industriales) con equipos calibrados y acreditados ante ONAC



Los resultados deben integrarse al Sistema de Gestión SST (SG-SST) con planes de acción y seguimiento periódico

Documentar y reportar a la ARL y Ministerio del Trabajo. Incumplimiento genera sanciones según Ley 1562/2012.

Complementar con vigilancia epidemiológica: espirometrías, audiometrías, radiografías de tórax según perfil de riesgo.

ESTUDIO DE CALIDAD DE AIRE DE LAS MINAS

MATERIAL PARTICULADO · GASES TÓXICOS · VENTILACIÓN · ORGÁNICOS VOLÁTILES

424

puntos de aforo

22

variables medidas

30

minas evaluadas

4

departamentos

Oro · Carbón · Esmeraldas · Boyacá · Cundinamarca · Norte de Santander · Caldas



Material particulado

PM 0.3–PM 10 μm
Generado por perforación, voladura, transporte del mineral y rozamiento mecánico. Fracción respirable: silicosis, antracosis, EPOC.



Gases tóxicos

CO · CO₂ · H₂S · CH₄ · NO₂
Producidos por explosivos, combustión de equipos diésel, actividad biogénica y respiración.



Déficit de oxígeno

O₂ < 19.5%
Desplazamiento por CO₂ y N₂, oxidación de minerales, fermentación de madera y oxidación de carbón.



Orgánicos volátiles

HCHO · TVOC
Provenientes de madera en sostenimiento, aceites de equipos, plastificantes y aditivos de explosivos.



Estrés térmico

T. efectiva > 28°C · HR > 90%
Calor geotérmico, equipos, humedad de infiltraciones y calor metabólico del personal.

Ventilación deficiente

Caudal < 0.25 m³/s
Factor amplificador de todos los demás. Sin flujo de aire, los contaminantes se acumulan.



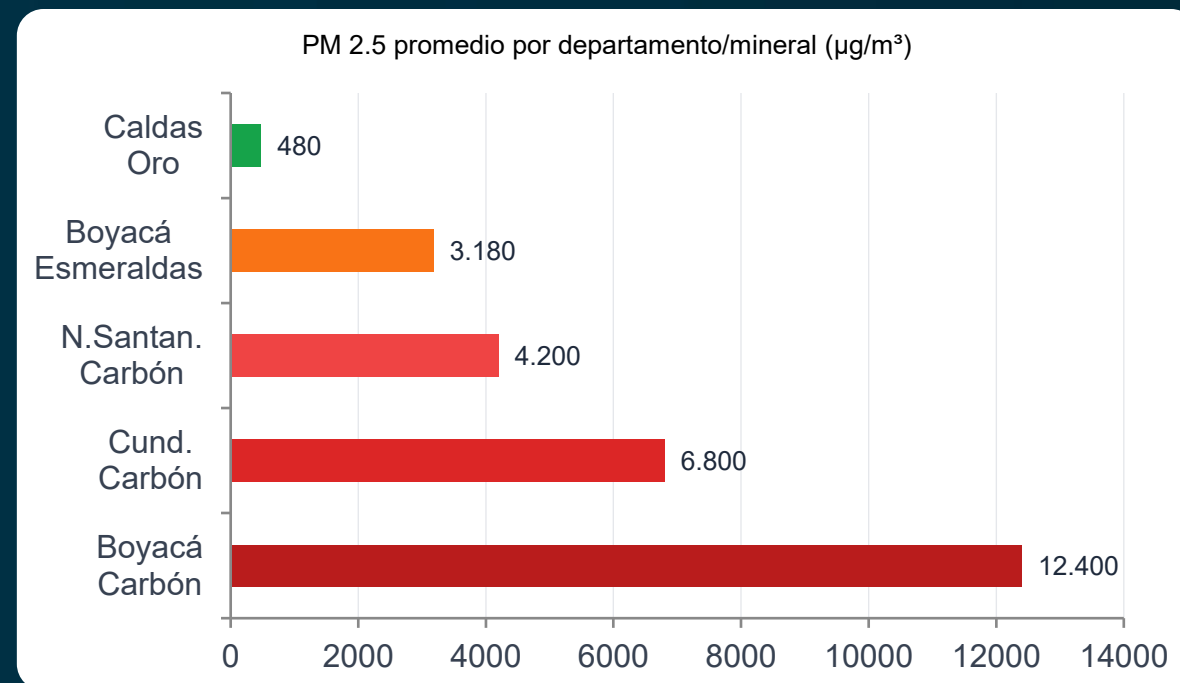
MATERIAL PARTICULADO — CONCENTRACIONES MEDIDAS



496x

el límite OMS de 25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
en minas carbón Boyacá

Media global: 6,847 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Máximo: 138,422 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
P90: 18,200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

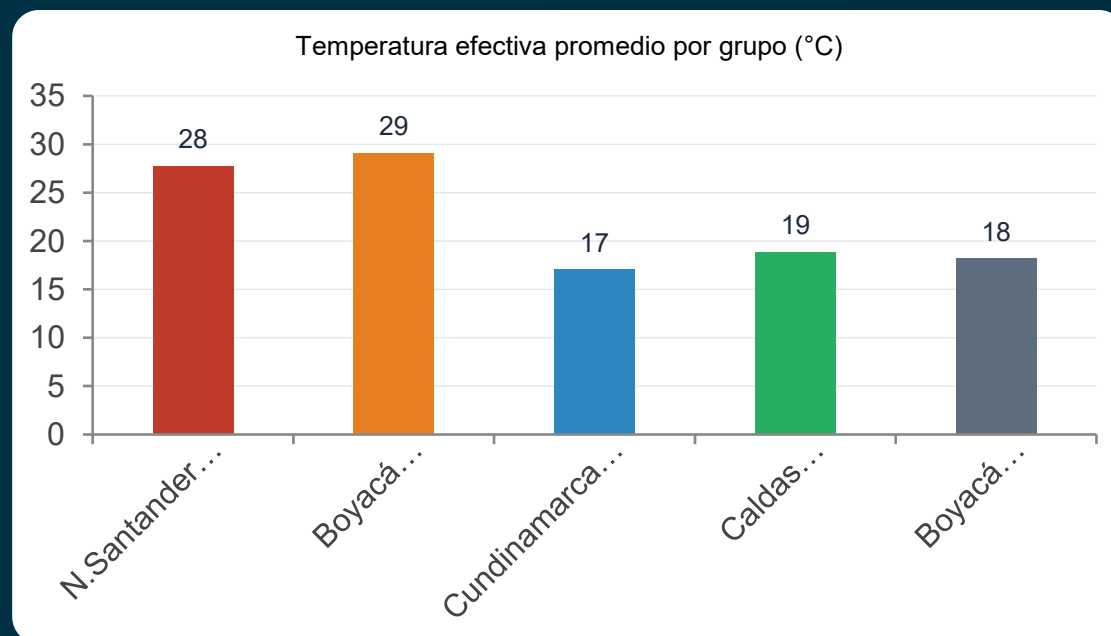


100%
aforos superan límite OMS 25
 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

38%
de puntos con caudal < 0.25
 m^3/s (acumulación de PM)

PM 0.3
fracción más peligrosa —
penetra alvéolos
directamente

ESTRÉS TÉRMICO — TEMPERATURA EFECTIVA Y HUMEDAD



Riesgo por estrés térmico

32.4 $^{\circ}\text{C}$ Temperatura efectiva máxima registrada (Fortaleza 5 — N.Santander)

100% Humedad relativa en múltiples puntos de minas de esmeraldas

45 min Tiempo máximo recomendado de exposición continua sobre 28 $^{\circ}\text{C}$

2 depto. Norte de Santander y Boyacá (esmeraldas) sobre umbral de alerta



CO-CO2, OXIGENO

O₂

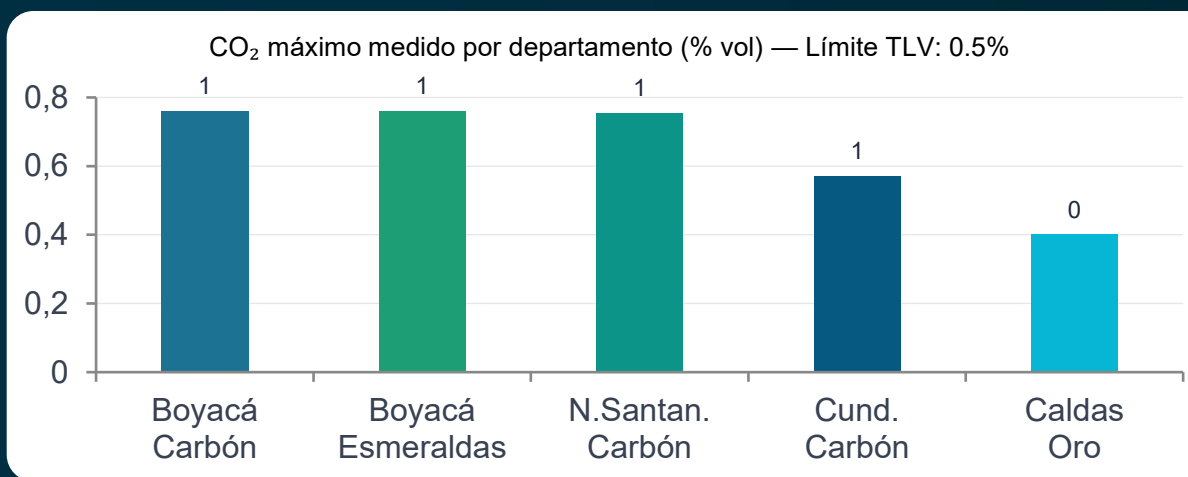
16-17% — Deterioro cognitivo grave

17-19% — Dificultad respiratoria

19-19.5% — Zona de alerta (ANM)

19.5-20% — Vigilancia obligatoria

> 20.5% — Normal, seguro



CO — Monóxido de carbono

Media: 0 ppm · Detectado puntualmente sobre 0.06 ppm
TLV-TWA: 25 ppm · IDLH: 1,200 ppm
Fuentes: explosivos (gases de fondo), motores diésel, incendios de carbón.
Silencioso e inodoro — conocido como el 'asesino silencioso'.

CO₂ — Correlación con O₂

r de Pearson: -0.55 (CO₂ ↑ = O₂ ↓)
8 puntos superaron TLV-TWA de 0.5%
CO₂ elevado es indicador indirecto de ventilación deficiente y actividad biogénica — puede usarse como proxy de alerta sin sensor de O₂.

GASES DE ALTA PELIGROSIDAD — H₂S Y CH₄ (METANO)

H₂S — Sulfuro de hidrógeno

Mina Guadalupe
5.0 ppm 5x el TLV-C de 1 ppm

Salvo 1 y 2
0.96 ppm Cerca del TLV-C

Llano Grande
0.43 ppm Zona de vigilancia

Las Lajas (N.S.)
0.45 ppm Presencia crónica

⚠️ Minas M5/M1
0.10 ppm Detectable

TLV-TWA: 1 ppm · TLV-C: 5 ppm · IDLH: 50 ppm
Parálisis olfativa > 100 ppm · Mortal > 300 ppm en min.

CH₄ — Metano (grisú)



0 %LEL
en 424 aforos

Interpretación crítica:

El sensor registró 0 %LEL en todos los puntos. Esto indica concentración POR DEBAJO del límite de detección — NO ausencia de metano.

La presencia simultánea de H₂S elevado y CO₂ > 0.5% es un biomarcador clásico de entornos geológicos que también generan grisú.

Se requieren mediciones específicas en labores selladas, zonas de falla y detrás de tabiques con sensor de rango 0-5% CH₄.

LEL de metano = 5% en aire. Entre 5% y 15% = mezcla explosiva. Una chispa en ese rango = catástrofe.



COMPUESTOS ORGÁNICOS VOLÁTILES – HCHO Y TVOC

Formaldehído y compuestos orgánicos totales: fuentes, datos y riesgos

Estadísticos HCHO y TVOC

Estadístico	HCHO	TVOC
Mínimo	0.001 ppm	0.004 ppm
Máximo	0.090 ppm	0.022 ppm
Media	0.007 ppm	0.012 ppm
Mediana	0.007 ppm	0.012 ppm
P90	0.011 ppm	0.016 ppm
TLV ref.	0.10 ppm (ACGIH)	≤0.06 recom.
Estado	OK	OK

Fuentes identificadas en las minas

- Madera de sostenimiento (marcos, cuadros, pilares): principal fuente de HCHO por descomposición
- Aceites y lubricantes de equipos diésel (malacates, locomotoras): aportan TVOC
- Plastificantes de cables eléctricos y mangueras de aire comprimido
- Aditivos de explosivos (ANFO y mezclas): compuestos nitrogenados en gases de fondo

Correlación HCHO – TVOC: $r = 0.88$

La correlación muy fuerte indica una fuente común de generación. Controlar la fuente (reemplazar madera por acero o concreto, usar lubricantes de bajo contenido orgánico) elimina simultáneamente HCHO y TVOC.

Situación actual: dentro de límites normativos

Los valores medidos de HCHO (máx. 0.090 ppm vs TLV 0.10 ppm) y TVOC (máx. 0.022 ppm) se encuentran por debajo de los límites normativos actuales. Sin embargo, la exposición crónica combinada con PM respirable puede tener efecto sinérgico sobre la mucosa respiratoria y aumentar el riesgo de cáncer de pulmón a largo plazo.



ÍNDICE DE CALIDAD DEL AIRE EN MINERÍA SUBTERRÁNEA POR DEPARTAMENTO Y MINERAL

Comparativa integrada de todas las variables de calidad del aire medidas

Boyacá Carbón	Cundinamarca Carbón	N.Santander Carbón	Boyacá Esmeraldas	Caldas Oro
7 minas · 228 aforos	4 minas · 68 aforos	6 minas · 64 aforos	3 minas · 36 aforos	2 minas · 28 aforos
PM 2.5 12,400 µg/m³ CRÍTICO	PM 2.5 6,800 µg/m³ CRÍTICO	PM 2.5 4,200 µg/m³ CRÍTICO	PM 2.5 3,180 µg/m³ ALTO	PM 2.5 480 µg/m³ ALTO
O ₂ mín. 19.6% ALERTA	O ₂ mín. 19.3% ALERTA	O ₂ mín. 19.9% VIGILAR	O ₂ mín. 19.7% VIGILAR	O ₂ mín. 20.0% NORMAL
H ₂ S máx. 0.43 ppm VIGILAR	H ₂ S máx. 0.96 ppm ALERTA	H ₂ S máx. 0.45 ppm VIGILAR	H ₂ S 0 ppm OK	H ₂ S 0 ppm OK
CO ₂ máx. 0.76% SUPERA TLV	CO ₂ máx. 0.57% SUPERA TLV	CO ₂ máx. 0.755% SUPERA TLV	CO ₂ máx. 0.76% SUPERA TLV	CO ₂ máx. 0.40% OK
HCHO 0.009 ppm OK	HCHO 0.090 ppm VIGILAR	Temp.ef. 27.8 °C ALERTA	Temp.ef. 29.1 °C ALERTA	Temp.ef. 18.9 °C NORMAL
Vel. aire 0.52 m/s BAJO	Vel. aire 0.80 m/s ACEPTABLE	Vel. aire 1.1 m/s ADECUADA	HR% 88-100% CRÍTICO	Vel. aire 0.65 m/s ACEPTABLE

ÍNDICE DE CALIDAD DEL AIRE EN MINERÍA SUBTERRÁNEA POR DEPARTAMENTO Y MINERAL ANÁLISIS COMPARATIVO


ALTO	ALTO	MEDIO-ALTO	MEDIO	BAJO
Boyacá — Carbón	Cundinamarca — Carbón	N.Santander — Carbón	Boyacá — Esmeraldas	Caldas — Oro
7 minas · 228 aforos	4 minas · 68 aforos	6 minas · 64 aforos	3 minas · 36 aforos	2 minas · 28 aforos
PM 2.5 prom. 12,400 µg/m³	PM 2.5 prom. 6,800 µg/m³	PM 2.5 prom. 4,200 µg/m³	PM 2.5 prom. 3,180 µg/m³	PM 2.5 prom. 480 µg/m³
Temp. efect. 18.2°C	Temp. efect. 17.1°C	Temp. efect. 27.8°C	Temp. efect. 29.1°C	Temp. efect. 18.9°C
H ₂ S máx. 0.43 ppm	H ₂ S máx. 0.96 ppm	H ₂ S máx. 0.45 ppm	H ₂ S máx. 0 ppm	H ₂ S máx. 0 ppm
O ₂ mín. 19.6%	O ₂ mín. 20.0%	O ₂ mín. 19.9%	O ₂ mín. 19.7%	O ₂ mín. 20.0%

ÍNDICE DE CALIDAD DEL AIRE EN MINERÍA SUBTERRÁNEA POR DEPARTAMENTO Y MINERAL MECANISMOS DE CONTROL


Jerarquía ISO 45001:2018 · ACGIH · NIOSH · Decreto 1886/2015

1. Ingeniería	2. Administrativo	3. EPP	4. Vigilancia SST
 <p>Ventilación mecánica forzada (caudal mín. 0.5 m³/s por frente)</p> <p>Aspersión de agua en frentes: reducción 60–80% PM 2.5</p> <p>Sellamiento hermético de labores abandonadas (CH₄, H₂S)</p> <p>Ventiladores auxiliares en labores > 100 m de longitud</p>	 <p>Protocolo 30 min ventilación previa al reingreso post-voladura</p> <p>Monitoreo continuo con alarma multigas en todos los frentes</p> <p>Rotación por calor: máx. 45 min exposición > 28°C</p> <p>Registro sistemático en base de datos de 22 variables</p>	 <p>Respirador P100+OV/AG para PM 2.5 > 1,000 µg/m³</p> <p>Detector personal 4 gases (O₂, CO, H₂S, CH₄)</p> <p>SCBA cada 200 m de galería principal en carbón</p> <p>Dosímetro WBGT personal en zonas > 25°C</p>	 <p>Espirometría anual: FVC, FEV1, FEV1/FVC</p> <p>Base de datos 22 variables con alertas automáticas</p> <p>Correlación exposición ↔ ausentismo + enfermedad laboral</p> <p>Reporte trimestral SG-SST con eficacia post-control</p>


Controles priorizados según parámetro, urgencia y tipo de mineral

 **PM / Polvo mineral**


- Aspersión de agua en frentes (4 bar mín.) → 60–80% reducción PM 2.5
- Ventilación mecánica forzada con caudal ≥ 0.5 m³/s por frente activo
- Humectación de vías de transporte con agua o agentes higroscópicos
- Respirador P100 para PM > 1,000 µg/m³ · Espirometría anual

 **Déficit de O₂ y presencia de CH₄**

- Monitoreo en labores selladas con sensor 0–5% CH₄ de alta sensibilidad
- Prohibición de fuentes de ignición en zonas con H₂S y CO₂ elevado
- Verificación diaria de O₂ antes de inicio de turno en labores profundas
- SCBA disponible cada 200 m de galería en minas de carbón

 **Gases tóxicos (H₂S, CO, CO₂)**

- Detectores fijos multigas con alarma audiovisual en todos los frentes de carbón
- Protocolo: 30 min ventilación forzada antes del reingreso post-voladura
- Sellamiento de labores abandonadas con tabiques de concreto y válvula de muestreo
- Procedimiento evacuación inmediata si H₂S > 1 ppm o O₂ < 19.5%

 **TVOC / HCHO / Orgánicos**

- Sustituir madera de sostenimiento por perfiles metálicos o concreto lanzado
- Usar lubricantes y aceites de bajo contenido de compuestos orgánicos
- Ventilación cruzada en zonas de almacenamiento de insumos y explosivos
- Monitoreo semestral de HCHO en minas con sostenimiento mayoritariamente en madera

Bibliografías

- AGENCIA NACIONAL DE MINERÍA ESTADÍSTICAS
- LEY 9 DE 1979
- DECRETO 2490 DE 1979
- Ministerio de Minas y Energía 2015-2026.
- Ministerio del trabajo 1979-2026
- Ministerio de Salud 2000-2026.
- Administradoras de riesgos Laborales. 2026
- Estudio de Calidad del aire de las minas en Colombia, 2026

Evaluémonos



Preguntas



Recuerda que Positiva tiene para ti:



posipedia

<https://www.posipedia.com.co/>



Cursos virtuales



Artículos



Audios



Juegos digitales



OVA's



Guías



Mailings



Videos



¿Quieres profundizar tus conocimientos y potenciar tus competencias en SST?

¡Capacítate y fortalece la seguridad de tu empresa!

CURSOS

**VIRTUALES SG-SST
DE 50 Y 20 HORAS**

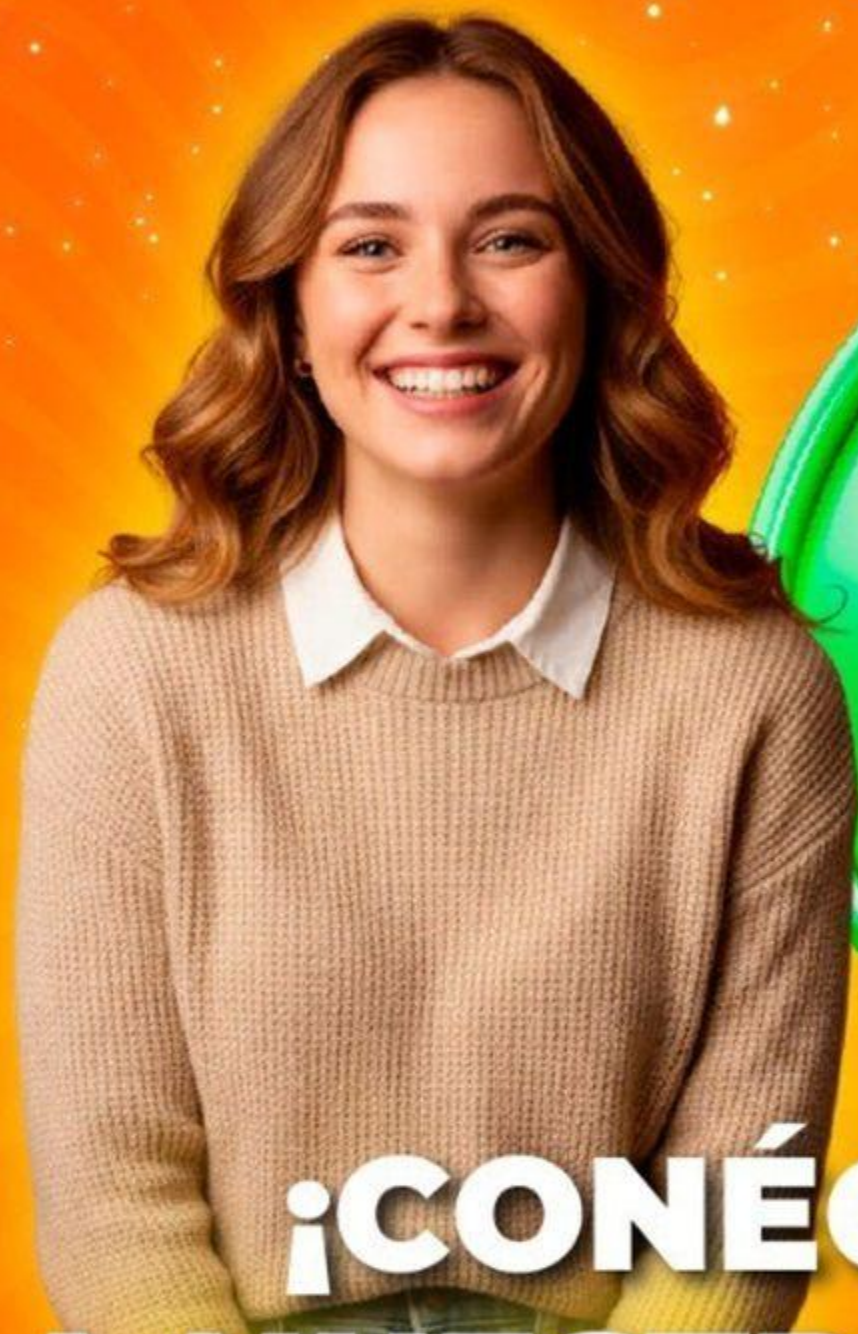
Escanea e insíbete



Para trabajadores de todas las empresas, áreas y sectores.

¡TE ESPERAMOS!





**¡CONÉCTATE
A NUESTRO CANAL
de WhatsApp!**

POSITIVA PREVENCIÓN



Descubre campañas, novedades y tips en Seguridad y Salud en el Trabajo (SST) que te ayudarán a fortalecer tu bienestar y la cultura de prevención laboral.

**¡Únete y sé parte de la
comunidad de Positiva!**

¡Síguenos en nuestra COMUNIDAD EDUCATIVA!



Escanea el código QR para entrar
a nuestro Canal de Whatsapp