Protección & Seguridad

No. 417

Hábitos para
cuidar la salud cardiovascular en ámbitos laborales

Tecnologías 4.0
aplicadas a la identificación de riesgos biomecánicos

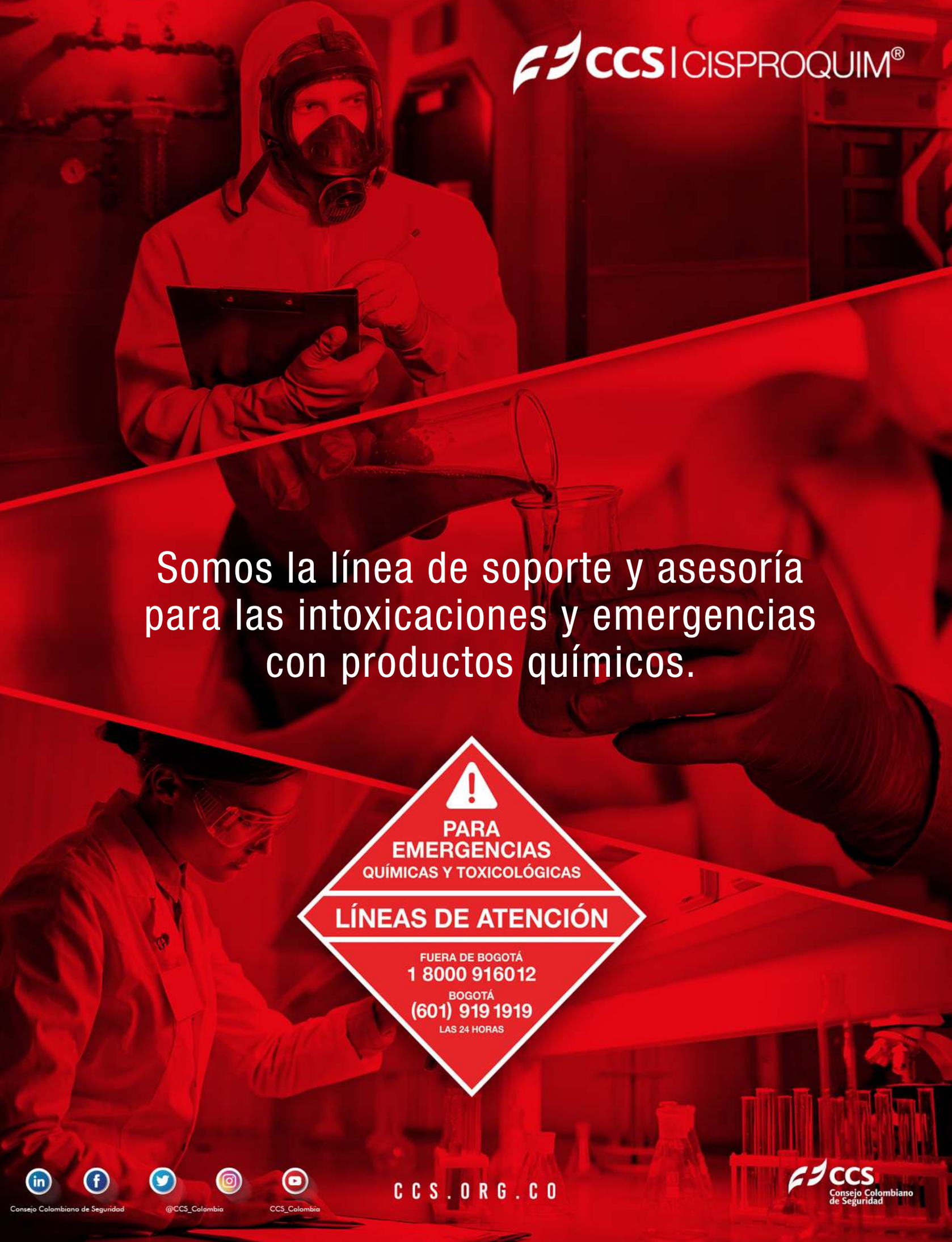
Especial

Cambio climático y gestión del riesgo de desastres

Claves para la resiliencia empresarial y la continuidad de los negocios

Revista del Consejo Colombiano de Seguridad / Año 70 / No. 417 / Septiembre - Octubre de 2024 ISSN 0120 - 5684

CCS
Consejo Colombiano de Seguridad


CCS | CISPROQUIM®
Somos la línea de soporte y asesoría para las intoxicaciones y emergencias con productos químicos.
PARA EMERGENCIAS
QUÍMICAS Y TOXICOLÓGICAS
LÍNEAS DE ATENCIÓN
FUERA DE BOGOTÁ
1 8000 916012
BOGOTÁ
(601) 919 1919
LAS 24 HORAS
Consejo Colombiano de Seguridad
@CCS_Colombia
CCS_Colombia
CCS.ORG.CO
CCS
Consejo Colombiano de Seguridad

Cambio climático, un desafío frente al que TODOS debemos actuar

Pocos temas en la humanidad han requerido la atención y acción coordinada y urgente de todas las personas que habitamos este planeta como lo es el cambio climático. Hoy enfrentamos una realidad innegable que nos plantea la necesidad de implementar medidas de mitigación, adaptación y resiliencia ante este fenómeno de modo que, tanto individuos como organizaciones y gobiernos, tenemos la responsabilidad de actuar para cuidar nuestra casa común y asegurar un futuro sostenible.

En principio, se pensó que el compromiso estatal de reducir las emisiones contaminantes, detener la pérdida de biodiversidad, mejorar la capacidad de respuesta ante desastres e integrar la gestión del riesgo climático en los procesos de toma de decisiones sería un faro suficientemente inspirador para alinear las acciones de toda la comunidad hacia ese propósito. Pero, infortunadamente, si no existe una comprensión profunda entre los diversos actores sobre la importancia de desarrollar resiliencia y afrontar estos desafíos de manera conjunta, será imposible alcanzar los objetivos planteados.

Es aquí donde el papel del sector privado adquiere gran relevancia: su participación activa es vital y debe articularse con el sector público y, en general, con todos los actores de la sociedad. La clave radica en una acción coordinada y en la sensibilización de todos los sectores para enfrentar el calentamiento global y promover el desarrollo sostenible de las naciones.

De esta manera, cobran gran importancia iniciativas como la Alianza del Sector Privado para Sociedades Resilientes a los Desastres (ARISE), un programa de la Oficina de las Naciones Unidas para la Reducción del Riesgo de Desastres, a través de la cual se priorizan las acciones necesarias que permitan avanzar en este sentido.

Dentro de los aspectos que promueve Arise, vale destacar la importancia de comprender cómo el entorno corporativo debe instar el apoyo e inversión en las pequeñas y medianas empresas, entendiendo que estas garantizan el funcionamiento de las cadenas de valor y, solo así, se puede promover un mundo con resiliencia empresarial.

Si no aseguramos las cadenas de suministro, las organizaciones no podrán adaptarse y mantener la continuidad de las operaciones que velen por los activos, la marca y, lo más importante, las personas. Es acá donde la transferencia de los riesgos se hace fundamental, a través del aseguramiento y, por ello, debemos generar inversiones que financien este tipo de iniciativas y promuevan la creación de sociedades resilientes.

Y es que los asuntos de adaptación ya tienen consecuencias económicas sobre el país. Cabe recordar que, durante el Congreso de Seguridad, Salud y Ambiente del Consejo Colombiano de Seguridad, en su edición 56 (año 2023), dimos a conocer un análisis que nos permitió estimar que el Fenómeno de El Niño podría generar más de 3,7 billones de pesos en pérdidas sobre la productividad laboral de Colombia. Este cálculo consideró el salario promedio de la población trabajadora formal e informal del país y la disminución de sus horas laborales por cuenta del incremento de temperaturas.

Así las cosas, entendiendo la prioridad de proteger la vida de las personas, de asegurar entornos prósperos y de mitigar las consecuencias económicas y sociales que dejan los desastres, se hace indispensable desarrollar acciones conjuntas y comprometidas ante las adaptaciones que exige el cambio climático. Solo así se podrán crear estrategias sostenibles que fortalezcan la capacidad de respuesta de nuestras sociedades, reduzcan la vulnerabilidad y garanticen un futuro seguro y viable para todos.

Por ello, confío que esta edición de *Protección & Seguridad* los deje a ustedes, nuestros lectores, con una profunda motivación a ACTUAR.



Adriana Solano Luque
Presidenta Ejecutiva
presidencia@ccs.org.co

CCS Consejo Colombiano de Seguridad
Protección & Seguridad

Indicaciones para los autores



Año 70 / No. 417
Septiembre - Octubre / 2024

Presidenta Ejecutiva
Adriana Solano Luque

Consejo Editorial
Diana Carolina Forero Buitrago
Lizeth Viviana Salamanca Galvis
Jacqueline Mesa Sierra
Johan Andrés García Meneses
Carolina Antolinez Figueroa
Johanna Valencia Grimaldos

Coordinación Periodística Comunicaciones CCS
Diana Carolina Forero Buitrago
Lizeth Viviana Salamanca Galvis
Andrés Felipe Roa Cuevas
Alejandra Omaña Vergara

Corrección de Estilo
Diana Carolina Forero Buitrago
Lizeth Viviana Salamanca Galvis
Lina Fernanda Sánchez Alvarado

Concepto gráfico, diseño y diagramación
Daniel Ricardo Murillo Hernández

Centro de Diseño CCS
Germán Bonil Gómez
Diego Andrés Chisco Arias
Andrés Méndez Medina
Juan Ricardo Mendoza Plazas
Johan Santiago Miranda Pachon
Daniel Ricardo Murillo Hernández
Yudy Katherine Ramírez Martínez
Jessica Villalobos Muñoz
Jaime Alberto Valero Vergel

Publicidad
Danuber Herrera Calderón

Fotografía
Envato®

Consejo Técnico
Armando Agudelo Fontecha
Carlos Ignacio Correa
Clara Inés Cárdenas
Felipe Muñoz
Héctor Gutiérrez Pulido
Jorge Arturo Isaza
Nelcy Blanco
Patricia Canney
Ricardo Vásquez

Protección & Seguridad es una publicación especializada del Consejo Colombiano de Seguridad (CCS). Incluye artículos sobre seguridad industrial, salud ocupacional, incendios y emergencias, desastres naturales, security, protección ambiental, entre otros, elaborados por personal especializado en estas áreas de entidades nacionales e internacionales, previa aprobación del consejo editorial.

Los artículos no necesariamente tienen que ser inéditos y pueden publicarse en otras revistas especializadas. Los artículos serán sometidos a evaluación por árbitros especializados en el campo cubierto por la revista. Para su aprobación y posterior reproducción deben cumplir con los siguientes requisitos:

- El artículo debe estar escrito en letra Arial 12 puntos a espacio sencillo en todo el documento.
- Revise la ordenación: página del título, resumen y palabras claves, texto, agradecimientos, referencias bibliográficas, tablas (en páginas por separado) y leyendas.
- El tamaño de las ilustraciones no debe superar los 254 mm.
- Incluya las autorizaciones para la reproducción de material anteriormente publicado o para la utilización de ilustraciones que puedan identificar a personas.
- El artículo debe ser enviado en impreso y medio magnético (cd o e-mail).
- Conserve una copia del material enviado.

Preparación del original

El texto de los artículos observacionales y experimentales se estructura habitualmente (aunque no necesariamente) en las siguientes secciones: Introducción, Métodos, Resultados y Discusión. En el caso de artículos extensos resulta conveniente la utilización de subapartados en algunas secciones (sobre todo en las de Resultados y Discusión) para una mayor claridad del contenido.

Página del título

La página del título contendrá:

1. El título del artículo, que debe ser conciso pero informativo.
2. El nombre de cada uno de los autores, acompañados de su grado académico más alto y su afiliación institucional.
3. El nombre del departamento o departamentos e institución o instituciones a los que se debe atribuir el trabajo.
4. El nombre y la dirección del autor responsable de la correspondencia.
5. El nombre y la dirección del autor al que pueden solicitarse separatas o aviso de que los autores no las proporcionarán.

Autoría

Todas las personas que figuren como autores habrán de cumplir con ciertos requisitos para recibir tal denominación. Cada autor deberá haber participado en grado suficiente para asumir la responsabilidad pública del contenido del trabajo. Uno o varios autores deberán responsabilizarse o encargarse de la totalidad del trabajo. El orden de los autores dependerá de la decisión que de forma conjunta adopten los coautores.

Tras el resumen, los autores deberán presentar e identificar como tales, de 3 a 10 palabras claves que faciliten a los documentalistas el análisis del artículo y que se publicarán junto con el resumen, usando los términos del tesauro especializado "Thesauros" del Centro Internacional de Información sobre Seguridad y Salud en el Trabajo (CIS), Oficina Internacional del Trabajo o Tesauro de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente del Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente.

Agradecimientos

Las personas que hayan colaborado en la preparación del original, pero cuyas contribuciones no justifiquen su acreditación como autores podrán ser citadas bajo la denominación de "investigadores clínicos" o "investigadores participantes" y su función o tipo de contribución deberá especificarse, por ejemplo, "asesor científico", "revisión crítica de la propuesta de estudio", "recogida de datos" o "participación en el ensayo clínico".

Referencias bibliográficas

Numere las referencias consecutivamente según el orden en que se mencionen por primera vez en el texto. En las tablas y leyendas, las referencias se identificarán mediante números arábigos entre paréntesis. Las referencias citadas únicamente en las tablas o ilustraciones se numerarán siguiendo la secuencia establecida por la primera mención que se haga en el texto de la tabla o figura en concreto. Estos son los ejemplos de bibliografía más comunes, pero para todos los casos se deben tener en cuenta las Normas Técnicas desarrolladas por el Icontec para Colombia:

Para libros

Autor. Título. Pie de Imprenta. Paginación. Ejemplo: García Márquez, Gabriel. Cien años de soledad. Bogotá: La oveja Negra, 1985. 347 p.

Artículos de revistas

Autor del artículo. Título del Artículo. Título de la publicación en la cual aparece el artículo. Número del volumen. Número de la entrega. Fecha de publicación. Paginación. Ejemplo: Zamora Garzón, José. Seguridad en instalaciones. En: Protección y Seguridad. Vol. 18, No. 5 (ene – mar 2002). 57 p.

El papel de las páginas internas de esta publicación está elaborado 100% con fibra de caña de azúcar y 0% de químicos blanqueadores. Biodegradable y renovable en cortos periodos de tiempo.

Publicación bimestral del Consejo Colombiano de Seguridad. Cra. 20 No. 39 – 52. PBX: (601) 9191920 Bogotá, Colombia. Las declaraciones y opiniones presentadas en los artículos son expresiones personales de los autores; no reflejan necesariamente el pensamiento del Consejo Colombiano de Seguridad, con excepción de las declaraciones institucionales así consignadas.

El contenido de esta publicación está protegido por derechos de autor. Queda prohibida su reproducción total o parcial con fines comerciales y/o de divulgación masiva sin la previa autorización expresa y por escrito del Consejo Colombiano de Seguridad. En caso de utilizar parte del contenido para fines académicos, se debe incluir una referencia adecuada que identifique claramente la fuente, indicando el título de la publicación, el autor (si corresponde), el año de publicación y el Consejo Colombiano de Seguridad como la entidad editora de la publicación [o editora de la publicación y titular de los derechos de autor]. Para solicitudes de reproducción comercial, comuníquese al correo **publicaciones@ccs.org.co.**

Presidentes Eméritos: Fundador, Dr. Armando Devia Moncaleano, Dr. Carlos E. Cuéllar Jiménez, Sr. Guillermo González Aponte, Dr. Alberto Lobo Guerrero, Ing. Jaime Ayala Ramírez, Dr. Pablo J. Mora Rodríguez, Dr. Enrique Guerrero Medina, Dr. Cástulo Rodríguez Correa, Sr. Roberto Langthon Arango, Dr. Héctor Manuel Ángel Correa, Sr. Heliodoro Herrera Ospina, Dr. José A. García Betancourt, Ing. Héctor Hernán Orjuela Amaya, Dr. Santiago Osorio Falla, Dr. Jorge Oswaldo Restrepo Villa, Ing. Marco Antonio Gómez Albornoz. **JUNTA DIRECTIVA: Presidente:** Dr. Carlos Mauricio Vásquez Páez, director general, CAJA DE COMPENSACIÓN FAMILIAR COMPENSAR. **Secretario:** Dr. Ricardo Gutiérrez Tejeiro, BANCO POPULAR. **Miembros Activos Personas Jurídicas:** CAJA DE COMPENSACIÓN FAMILIAR COMPENSAR, Dr. Carlos Vásquez, director general. BANCO POPULAR, Dr. Ricardo Gutiérrez Tejeiro, director de Seguridad y Salud en el Trabajo; DROGUERÍAS Y FARMACIAS CRUZ VERDE S.A.S., Dra. María Clara Gaitán, gerente de Recursos Humanos; GEOPARK COLOMBIA S.A.S., Dr. Carlos Gómez Real, gerente de Salud y Seguridad; DRUMMOND LTD., Ing. Oscar Vega, gerente de Seguridad Industrial; EMPRESA DE ENERGÍA DE BOYACÁ S.A. E.S.P., Dr. Hernán Contreras Peña, director de Gestión Social; HELICOL S.A.S., Dr. Juan David Restrepo, gerente general; ESENTTIA S.A., Dr. Juan Diego Mejía, presidente; MECÁNICOS ASOCIADOS S.A.S., José Antonio Botero, director regional de Garantía de Calidad | América Latina; EMPRESA DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO DE BOGOTÁ E.S.P., Dr. Bernardo Hernández, jefe de Seguridad y Salud en el Trabajo; BAKER HUGHES, Ing. Carolina Abril F., HSE Manager Andean; SURTIDORA DE GAS DEL CARIBE - SURTIGAS S.A. E.S.P., Dr. Santiago Mejía Medina, gerente general; FRONTERA ENERGY COLOMBIA CORP., SUCURSAL COLOMBIA, Dra. Renata Campagnaro Pietrobon, vicepresidente de marketing, logística y sostenibilidad empresarial. **Representantes Presidentes Eméritos:** Dr. Héctor Manuel Ángel Correa, Dr. Santiago Osorio Falla. **Miembros Activos Personas Naturales:** Dr. Marco Fidel Suárez B., administrador de empresas; Dr. Álvaro Casallas Gómez, médico especialista en cirugía de tórax; Ing. Mario Aldo Solano, ingeniero industrial, magíster en HSEQ; Dr. Álvaro José Mendoza, médico especialista. **Delegados:** FASECOLDA, Dr. Gustavo Morales Cobo, presidente ejecutivo. **Representante de los trabajadores:** Confederación de Trabajadores de Colombia – CTC, Sr. Jorge Galindo Reyes. **Revisora Fiscal:** Sra. Betty Sánchez Arenas. **Suplente:** Eduardo Castillo Rodríguez.

Contenido

Protección & Seguridad
Septiembre - Octubre / 2024

Legislación

Resolución 1857 de 2024. Avances en la seguridad de calderas en Colombia 8



Especial:
Cambio climático y resiliencia empresarial

14 Desastres y continuidad de los negocios: prioridades y desafíos

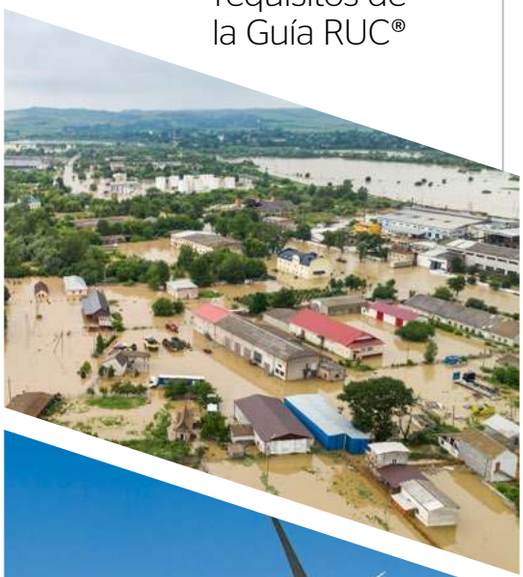
19 Resiliencia empresarial frente a la acción climática y la reducción del riesgo de desastres

23 La red del financiamiento climático

32 Seguridad de procesos, un aspecto crítico

Miembros afiliados

Gestión del riesgo de desastres, planes de ayuda mutua y requisitos de la Guía RUC® 39





Control operacional del riesgo

46 Sistemas de almacenamiento: aspectos clave

Salud laboral

55 Modelo semiautomatizado para la identificación del nivel de riesgo biomecánico aplicando IA

Ambiente laboral seguro

Transformación de hábitos y estilos de vida saludable en espacios laborales 61





Gestión sostenible

73 'Mundo espejo: Protege tu Páramo', una iniciativa de cultura ambiental

avianca
el cielo es de todos

En avianca, la seguridad en el trabajo, la salud y el medio ambiente **son nuestra máxima prioridad y también nuestro mayor activo.**

Es la promesa que hacemos a nuestros clientes y empleados, y es esencial para nuestro éxito como aerolínea.

el cielo es de todos y la seguridad también



Más información en

www.avianca.com

VIGILADO SuperTransporte

A STAR ALLIANCE MEMBER



Legislación

Resolución 1857 de 2024. Avances en la seguridad de calderas en Colombia

8

Implementación de la Resolución 1857 de 2024.

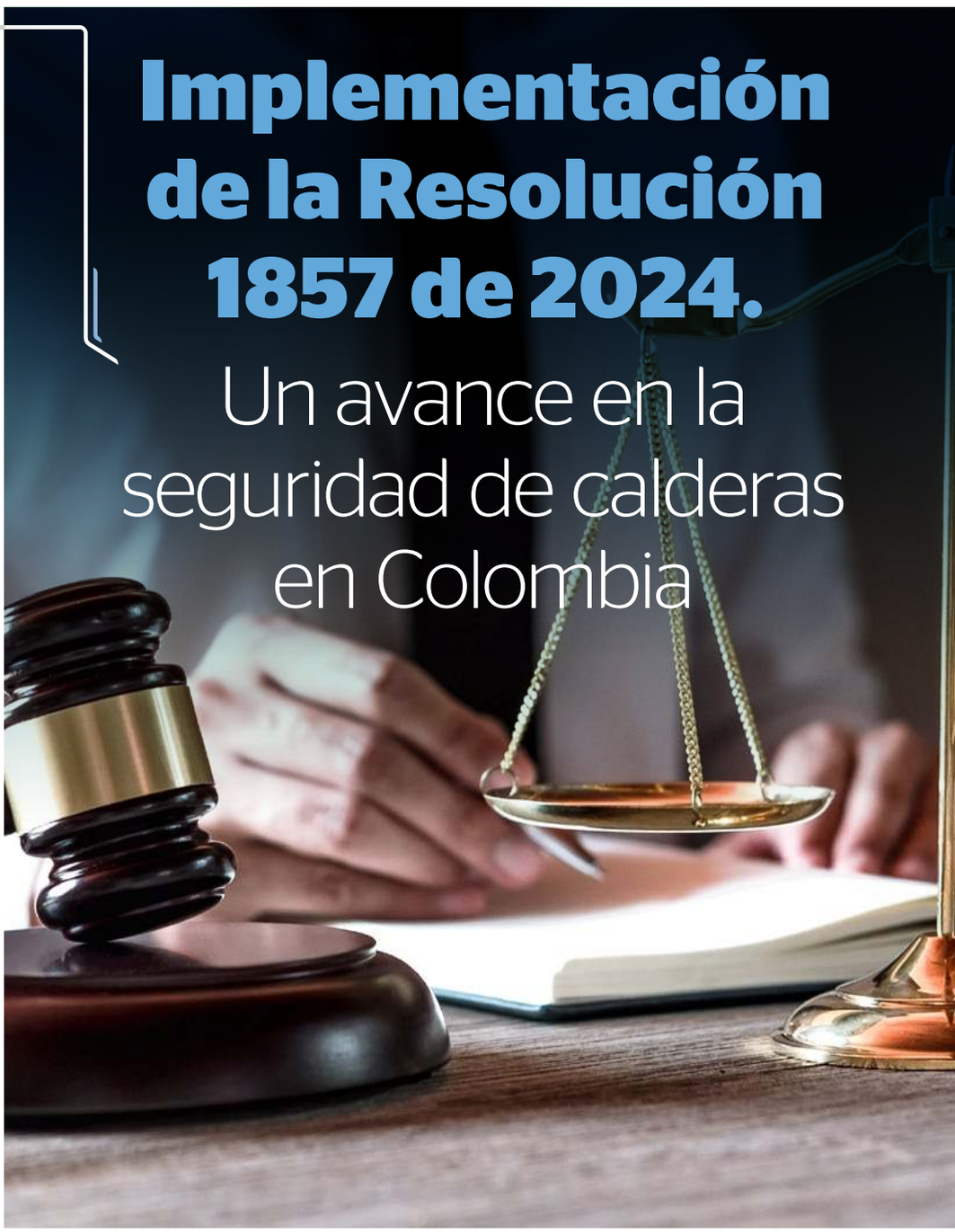
Un avance en la seguridad de calderas en Colombia



Humberto Carmona G.
Ingeniero mecánico
Especialista en Seguridad y Salud en el Trabajo / Experto en seguridad industrial, tareas de alto riesgo y construcción de normativa



Héctor Hernández
Ingeniero Industrial
Especialista en salud ocupacional y en sistemas gerenciales de ingeniería / Candidato a magíster en prevención de riesgos laborales / Líder coach formado en Coaching Hall internacional.



La Seguridad y la Salud en el Trabajo (SST) es un pilar fundamental para el desarrollo sostenible de cualquier industria. No en vano, en Colombia, la reciente Resolución 1857 de 2024, emitida por el Ministerio del Trabajo, establece un marco normativo actualizado para la operación segura de calderas lo que respalda el compromiso del país con la protección de los trabajadores en tareas de alto riesgo y establece los requisitos mínimos de SST que deben aplicarse para realizar actividades que involucren este tipo de artefactos.

Con base en este contexto, este artículo abordará los aspectos clave de dicha resolución y su impacto en la seguridad de las personas, el medio ambiente y los procesos.

Para iniciar, es preciso recordar que las calderas, por su naturaleza y función, representan un componente clave en múltiples procesos industriales. Sin embargo, su operación conlleva riesgos significativos que incluyen explosiones, incendios y fugas de sustancias peligrosas que pueden tener consecuencias catastróficas tanto para los trabajadores como para la infraestructura. En este sentido, la Resolución 1857 de 2024 surge como respuesta a la necesidad de modernizar las normativas existentes, alineándolas con las mejores prácticas internacionales en seguridad industrial y seguridad de procesos.

Por lo tanto, establece requisitos detallados para la instalación, operación, mantenimiento y revisión periódica de las calderas, buscando minimizar los riesgos inherentes a su operación. Entre los puntos más relevantes, se encuentra la obligación de contar con personal capacitado, la implementación de un programa de gestión de seguridad específico para calderas y la realización de inspecciones regulares por parte de entidades acreditadas. Es importante señalar que, aunque la gestión de la seguridad en las calderas se rige actualmente por la Resolución 1857 de 2024, esta debe integrarse dentro de un marco normativo más amplio, que debe estar debidamente reflejado en las matrices de requisitos legales de las empresas. En este contexto, se debe prestar especial atención a la Resolución 2400 de 1979.

Contexto y alcance de la norma

La Resolución 1857 de 2024 aplica a todas las actividades económicas que involucren la operación, mantenimiento y funcionamiento de calderas, ya sean públicas, privadas, nacionales o extranjeras. Esta normativa abarca a empleadores, contratistas, aprendices y trabajadores que desarrollen labores en cualquier tipo de calderas, así como en equipos auxiliares y tuberías sujetas a presión asociadas.



La Resolución 1857 de 2024 aplica a todas las actividades económicas que involucren la operación, mantenimiento y funcionamiento de calderas, ya sean públicas, privadas, nacionales o extranjeras".

Clasificación

La resolución clasifica las calderas en cuatro categorías según su potencia, con especificaciones que van desde menos de 50 kilovatios (kW) hasta más de 3000 kW, lo que sirve de referencia para su gestión de manera distintiva.

Esta clasificación se complementa con la diferenciación entre calderas de baja, media y alta presión definida por la Resolución 2400 de 1979 en los artículos 458 a 499. Además, la Resolución 2400 también considera el tipo de combustible utilizado, lo que permite una gestión más precisa y adecuada de los riesgos asociados a cada tipo de caldera, ya sea que funcionen con gas, petróleo, carbón u otros combustibles. Esta combinación de criterios de clasificación asegura una evaluación integral y específica para dichos elementos, mejorando la seguridad y eficiencia en su operación.

Aseguramiento técnico y capacitación: pilares de la nueva normativa

Uno de los aspectos centrales de la Resolución 1857 es el énfasis en el aseguramiento técnico. Este concepto abarca un conjunto de prácticas que garantizan que las calderas operen dentro de parámetros seguros, minimizando el riesgo de fallas catastróficas. La norma establece que todas las calderas deben estar sujetas a un riguroso proceso de inspección periódica y antes de su puesta en marcha. Este proceso debe ser realizado por

ingenieros especializados y avalados por organismos de certificación acreditados.

Además, subraya la importancia de la capacitación continua de los operadores y del personal encargado del mantenimiento. Se requiere que estos profesionales no solo tengan conocimientos técnicos sólidos, sino que también estén familiarizados con las últimas actualizaciones normativas y tecnológicas, asegurando que los operadores estén siempre preparados para manejar situaciones de emergencia y que puedan operar las calderas de manera segura y eficiente.

Requisitos de Seguridad y Salud en el Trabajo

Uno de los pilares de la Resolución 1857 de 2024 es la implementación de un programa de gestión para la seguridad en calderas. Este programa debe incluir la identificación de peligros, que no debería limitarse a los peligros de SST, sino que debe tener un alcance más amplio como los peligros asociados a la seguridad de procesos, la valoración de riesgos y la implementación de medidas de prevención y control.



Este programa debe ser parte integral del Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo (SG-SST) de cada organización lo que hace evidente el reto de integrar la gestión de las calderas en las diferentes esferas que componen la seguridad (seguridad industrial, salud laboral e higiene, control ambiental y seguridad de procesos).

La norma también destaca la importancia de la documentación y el registro de todas las actividades relacionadas con la operación de calderas, incluyendo inspecciones, mantenimientos y capacitaciones. Estos registros son esenciales no solo para cumplir con la normativa, sino también para tener un riguroso control sobre el estado de las calderas y la capacitación del personal operativo. La falta de un programa de gestión adecuado puede resultar en sanciones significativas para las empresas, además de poner en riesgo la vida de los trabajadores.



Plan de emergencias

Las emergencias en una caldera pueden ser extremadamente graves y peligrosas, superando en severidad a muchas otros incidentes industriales. Un fallo en una caldera puede provocar explosiones, incendios y liberación de gases tóxicos, poniendo en riesgo no solo a los operarios que trabajan directamente con este tipo de equipos, sino también a aquellos que se encuentran en las proximidades, así como a la comunidad circundante. Esto sin contar la amenaza para la continuidad del negocio.

Por ello, la resolución exige la elaboración de un plan de emergencias que contemple procedimientos claros y específicos para actuar en caso de incidentes. Este plan debe ser conocido por todos los trabajadores y debe incluir simulacros periódicos para asegurar su efectividad. Este nuevo reto permitirá a las organi-

zaciones contar con planes capaces de responder a los diversos escenarios de emergencia que se pueden generar derivados de la operación de calderas asegurando así que la organización es capaz de atender este tipo de eventos.

Obligaciones de los empleadores y trabajadores

Diferentes normas relacionadas con la Seguridad y la Salud en el Trabajo definen responsabilidades para los empleadores y trabajadores. Es así como la Resolución 1857 de 2024 sintetiza y refuerza la obligación que tienen los empleadores (entre otras) de seleccionar personal idóneo y capacitado, elaborar listas de chequeo para las calderas, garantizar la divulgación diaria de actividades y procedimientos, inspeccionar equipos de prevención y protección, conservar registros de revisiones y mantenimiento, desarrollar planes de prevención y respuesta ante emergencias, verificar el cumplimiento de la resolución por parte de trabajadores y contratistas, exigir manuales en español a fabricantes y proveedores, asegurar la comprensión de estos manuales por los trabajadores y adoptar estrategias de prevención y protección en nuevas instalaciones.

Por su parte, los trabajadores deben seguir las normas de seguridad y participar activamente en los programas de capacitación y entrenamiento. La colaboración entre empleadores y trabajadores es esencial para garantizar el éxito de las medidas de seguridad implementadas.

Implicaciones y beneficios

La implementación de la Resolución 1857 de 2024 no solo mejora la Seguridad y Salud en el Trabajo, sino que también puede incrementar la eficiencia operativa y reducir los costos asociados a accidentes y paradas no planificadas. Además, un entorno laboral seguro y saludable contribuye a mejorar la moral y el bienestar de los trabajadores, lo que se traduce en una mayor productividad y satisfacción laboral.

Esta norma representa un avance muy importante en la gestión de los riesgos laborales ya que reta a las organizaciones a integrarla con la seguridad de la operación lo cual, a pesar de parecer algo obvio y natural para muchos, no es la costumbre en muchas organizaciones.

La implementación de la Resolución 1857 de 2024 no solo mejora la Seguridad y Salud en el Trabajo, sino que también puede incrementar la eficiencia operativa y reducir los costos asociados a accidentes y paradas no planificadas".



Conclusión

La Resolución 1857 de 2024 representa un avance significativo en la seguridad industrial y de procesos en Colombia. Su enfoque integral y detallado en la gestión de riesgos, la capacitación de los trabajadores y la condición de los equipos garantiza una operación segura y eficiente de las calderas. La colaboración entre empleadores y trabajadores es fundamental para el éxito en la implementación de esta normativa que, al final, tiene por objetivo proteger la vida y la salud de los trabajadores, promoviendo un entorno laboral seguro, saludable y sostenible.

Su adopción presenta una oportunidad del trabajo mancomunado entre las áreas de SST, operaciones y mantenimiento para crear un marco robusto donde las empresas adopten medidas para proteger a sus trabajadores y minimizar los riesgos operacionales.

La implementación efectiva de esta normativa no solo reducirá la incidencia de accidentes graves en la industria, sino que también mejorará la eficiencia operativa y prolongará la vida útil de las calderas.

A medida que las empresas colombianas adopten estas nuevas exigencias, es probable que veamos una mejora notable en los estándares de seguridad industrial en el país, alineando a Colombia con las mejores prácticas internacionales en este ámbito.

"Las emergencias en una caldera pueden ser extremadamente graves y peligrosas, superando en severidad a muchas otros incidentes industriales."

Referencias

Ministerio del Trabajo. (2024). Resolución 1857 de 2024. (27 de mayo). Por la cual se establecen los requisitos mínimos de seguridad y salud para el desarrollo de trabajo en calderas y se dictan otras disposiciones. Diario Oficial.

Ministerio de Trabajo y Seguridad Social. (1979). Resolución 2400 de 1979. (22 de mayo). Por la cual se establecen algunas disposiciones sobre vivienda, higiene y seguridad en los establecimientos de trabajo. Diario Oficial.





Especial

Cambio climático y resiliencia empresarial

14 Desastres y continuidad de los negocios: prioridades y desafíos

19 Resiliencia empresarial frente a la acción climática y la reducción del riesgo de desastres

La red del financiamiento climático 23

Seguridad de procesos, un aspecto crítico 31

Los desastres, el cambio climático, la resiliencia y la continuidad de los negocios: **prioridades necesarias**





Jacqueline Mesa Sierra
Gerente técnica del CCS
Ingeniera forestal / Especialista en Gestión Medioambiental / Magíster en Salud y Seguridad en el Trabajo

Los costos asociados a una inadecuada gestión de los riesgos relacionados con amenazas ambientales, el cambio climático y los que se pueden generar por las mismas operaciones del sector productivo siguen en aumento. A pesar de los esfuerzos por proporcionar el financiamiento necesario para la mitigación y adaptación al cambio climático, el mundo sigue lejos de implementar plenamente la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible, el Marco de Sendai, el Acuerdo de París y la Nueva Agenda Urbana, entre otros acuerdos internacionales.

Las inversiones en adaptación y reducción de riesgos de desastres siguen estando insuficientemente financiadas y, en algunos casos, pueden representar tan solo entre el 1 y el 2 % de la financiación climática (Press-Williams et al., 2024), factor que está poniendo en riesgo los esfuerzos y la consecución de las metas del Marco de Sendai.

Los costos derivados de los pagos de primas de seguros, así como de las pérdidas y daños manifiestos, siguen aumentando. Al revisar los indicadores interanuales de eventos extremos, las reaseguradoras han encontrado que, en los últimos cuatro años consecutivos, las pérdidas aseguradas a nivel mundial han superado los 100 mil millones de dólares consecutivos (Banerjee et al., 2024).

De acuerdo con los datos reportados por CRESTA[1], las pérdidas para el sector de seguros generados por

[1] CRESTA proporciona datos sobre pérdidas para la industria de seguros por eventos catastróficos internacionales (fuera de EE. UU.).

eventos catastróficos siguen en aumento de acuerdo con el informe preliminar del segundo trimestre del 2024. La lista de estas pérdidas incluye, a la fecha del reporte, 197 grandes catástrofes naturales, 117 de las cuales superan el umbral de notificación. En conjunto, los acontecimientos por encima del umbral representan más de 344 billones de dólares en pérdidas para la industria, siendo las inundaciones los eventos más recurrentes, pero no los únicos (CRESTA, 2024).

Al revisar estas cifras, se evidencia que invertir en reducción de riesgo de desastres, adaptación al cambio climático y resiliencia tiene beneficios a nivel económico y social para las regiones y los sectores productivos. Cada dólar invertido en reducción y prevención de riesgos puede ahorrar hasta 15 dólares en recuperación posdesastre. Cada dólar invertido en hacer que la infraestructura sea resiliente a los desastres ahorra cuatro dólares en reconstrucción. Los beneficios en términos de invertir en prevención y resiliencia son claros. Sin embargo, de acuerdo con la Oficina de Naciones Unidas para la Reducción de Riesgo de Desastres (UNDRR), por cada 100 dólares estadounidenses de asistencia oficial para desastres, tan solo se invierten 50 centavos en proteger del impacto de los mismos (UNDRR, 2024). Esto indica una falta de iniciativas privadas y públicas en la inversión en prevención, adaptación y resiliencia en todos los ámbitos y, aún más, en los sectores productivos.

Modelos de negocios: el desafío en el análisis del riesgo sistémico

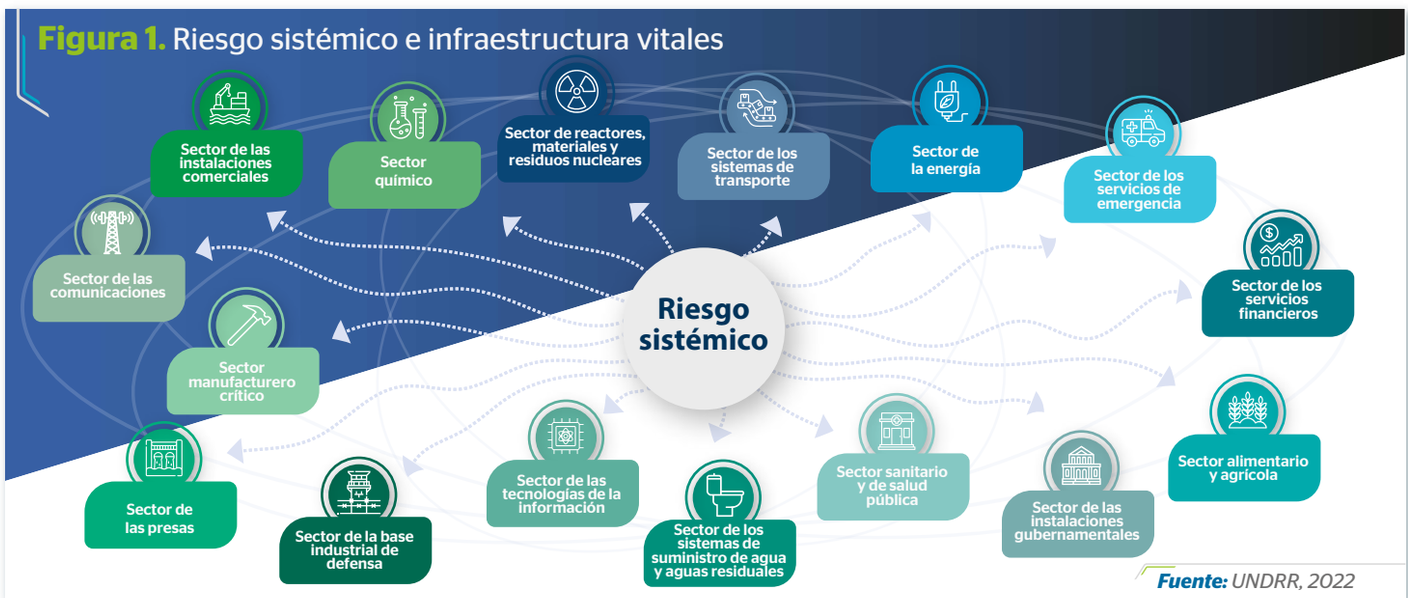
Con los desafíos del cambio climático y la exacerbación del riesgo de desastres producto de este fenómeno, queda la inquietud acerca de si los negocios y organizaciones, sin importar su tamaño, han incluido en sus modelos de negocios los análisis suficientes para poder prepararse, adaptarse y recuperarse de manera más eficaz y eficiente. Y quizá la respuesta es que no de manera general. Los gerentes y administradores de las organizaciones aún continúan desarrollando o manteniendo modelos de negocios y planes estratégicos, sin contemplar estos temas lo que, en realidad, genera una alta vulnerabilidad y reduce la posibilidad de mantenerse en el tiempo.

Lo primero que debe ocurrir en los ámbitos administrativos y gerenciales, sin importar el tamaño de la empresa, es que los modelos de negocio y su estructuración deben integrar de manera eficaz el análisis del 'riesgo sistémico'[2] y el 'megarriesgo sistémico'[3]. Bajo este enfoque, se analiza a la organización y a su operación como parte de un sistema económico, social y ambiental. Además, se incluyen dentro de los análisis financieros y económicos todos los aspectos y amenazas que pueden impactar, impedir y/o potencializar la continuidad de las operaciones.

De acuerdo con la interrelación en el sistema, existen algunos sectores con mayor probabilidad de ser impactadas y/o impactar un sistema completo. Por ejemplo, la llegada de huracanes extremadamente dañinos a los Estados Unidos ha puesto en manifiesto que la vulnerabilidad de las infraestructuras críticas es una realidad en las economías desarrolladas.

A continuación, se presenta la relación de las infraestructuras vitales de los sistemas y cómo estas se interrelacionan, pudiendo impactar áreas que no habían sido mapeadas.

Figura 1. Riesgo sistémico e infraestructura vitales



Fuente: *UNDRR, 2022*

[2] Las características clave del 'riesgo sistémico', de acuerdo con UNDRR (2022), pueden clasificarse en cinco temas: "la escala del sistema, la relación de los elementos dentro de un sistema, el nivel de comprensión del sistema, los efectos transfronterizos y los resultados del riesgo sistémico".

[3] El 'megarriesgo sistémico' tiene el potencial de generar un daño considerable o mayor a los sistemas y las infraestructuras vitales de los que dependen las sociedades y las economías humanas y en donde los sectores productivos tienen una relevancia importante, ya que se gestionan en una proporción importante desde el sector privado (UNDRR, 2022).

La resiliencia y sus dividendos

Con el contexto anterior, es evidente que las organizaciones deben tomar decisiones basadas en riesgos, como un paso importante para alcanzar la resiliencia y la continuidad de sus negocios.

De acuerdo con Tanner et al. (2015), "los métodos existentes para evaluar las inversiones en gestión de riesgo de desastres subestiman los beneficios asociados con la resiliencia". Esto está vinculado a la percepción común de que invertir en resiliencia a los desastres solo generará beneficios una vez que ocurra el desastre. La interpretación de quienes invierten va por el mismo camino: se ve como una apuesta que solo da frutos en caso de desastre. Y es esta la misma apuesta que hacen los tomadores de decisiones a nivel de las empresas.

"Es evidente que las organizaciones deben tomar decisiones basadas en riesgos, como un paso importante para alcanzar la resiliencia y la continuidad de sus negocios".

En este sentido, también es importante resaltar los beneficios que puede traer la resiliencia a partir de lo que se ha denominado el 'triple dividendo de la resiliencia' aplicado a los entornos empresariales (Tanner et al., 2015):

1. **Primer dividendo. Evitar pérdidas:** salvar vidas humanas, minimizar los daños a la infraestructura, reducir las pérdidas económicas, mantener los empleos y medios de vida, entre otros.
2. **Segundo dividendo. Estimular la actividad económica:** gracias a la reducción del riesgo de desastres se genera fomento del ahorro, del emprendimiento, se estimula la innovación y los excedentes se reinvierten, entre otros.





3. **Tercer dividendo. Cobeneficios:** beneficios sociales, económicos y ambientales positivos, derivados del mismo sistema en el que está inmersa la organización.

Entender los dividendos derivados de invertir en la gestión de riesgos de desastre, la adaptación al cambio climático y la resiliencia, e incluirlos en la planificación y definición de los modelos de negocios, es el argumento para apalancar las inversiones. Esto porque se mapean las pérdidas evitadas, los estímulos a nivel económico y los cobeneficios que se obtienen de las inversiones, que también apalancan las estrategias de sostenibilidad de las organizaciones.

Lo anterior es un reto, principalmente por la falta de datos y las dificultades que puede surgir en las organizaciones para identificar los beneficios en esos términos. Sin embargo, es necesario superar este desafío, toda vez que no se pueden seguir revisando los indicadores medidos por las pérdidas causadas y, mucho menos, gestionar las inversiones en la atención y no en la preparación y adaptación, continuando con ciclos de contabilización de pérdidas que socaban, cada vez más, los sectores productivos.

Este especial comparte un análisis sobre el cambio climático, la gestión del riesgo de desastres y la importancia de generar entornos productivos resilientes, no solo como la única alternativa para generar la necesaria continuidad de los negocios, sino como el aporte que desde sector productivo se puede realizar para alcanzar las metas de los diferentes acuerdos internacionales, asegurando un mundo resiliente y sostenible.



Referencias

Banerjee, C., Bevere, L., Garbers, H., Grollimund, B., Lechner, R., & Weigel, A. (2024). Natural catastrophes in 2023: gearing up for today's and tomorrow's weather risks. 1, 1–37.

CRESTA. (2024). CRESTA CLIX Quarterly Update Q2 2024 – CRESTA. *https://about.cresta.org/news/clix-update-2024-q2*

Press-Williams, J., Negreiros, P., Fernandes, P. de A., Meattle, C., Hamza Abdullah, A. V., & Jose Diaz, B. M. (2024). 2024 State of Cities Climate Finance - CPI. *https://www.climatepolicyinitiative.org/publication/2024-state-of-cities-climate-finance/*

Tanner, T. M., Surminski, S., Wilkinson, E., Reid, R., Rentschler, J. E., & Rajput, S. (2015). The triple dividend of resilience. 34. *www.worldbank.org*

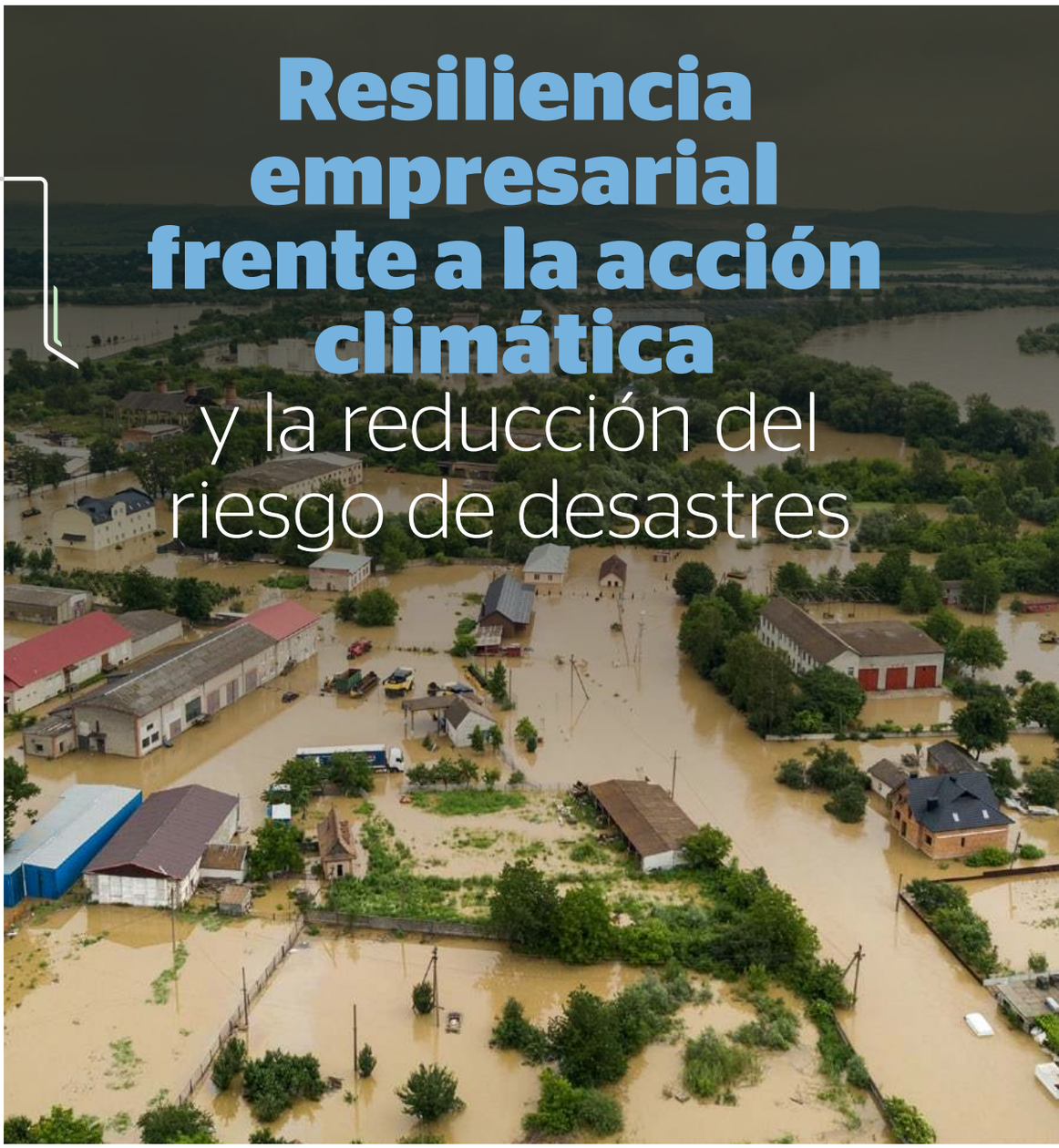
UNDRR. (2022). Informe de evaluación global sobre la reducción del riesgo de desastres 2022. Nuestro mundo en peligro: transformar la gobernanza para un futuro resiliente. *www.undrr.org/GAR2022*

UNDRR. (2024). Investing in resilience. Our Impact. *https://www.undrr.org/our-work/our-impact*



Protección & Seguridad
Septiembre - Octubre / 2024

Resiliencia empresarial frente a la acción climática y la reducción del riesgo de desastres





Camila Tapias
Especialista en resiliencia ante desastres en SPIN Global
Miembro de la Junta Global de UNDRR ARISE, la mayor alianza del sector privado de la ONU para la resiliencia ante desastres/ Magíster en Administración Pública, con pregrado en Ciencias Organizacionales

El cambio climático no es una amenaza lejana, sino una realidad urgente que impacta directamente al sector empresarial. Los eventos climáticos extremos, el aumento del nivel del mar y las fluctuaciones de temperatura representan riesgos significativos para las operaciones, las cadenas de suministro y la estabilidad empresarial. En la actualidad, las empresas tienen el desafío no solo de adaptarse a estas condiciones cambiantes, sino también de contribuir a la resiliencia de la sociedad en general. Este doble papel las pone a la vanguardia de la acción climática y la reducción del riesgo de desastres (RRD).

Como miembro de la junta global de ARISE, la alianza más grande del sector privado para sociedades resilientes a los desastres de las Naciones Unidas y como ejecutiva de una empresa en Estados Unidos, dedicada a la preparación de comunidades, gobiernos y organizaciones frente a los riesgos, he sido testigo de cómo las empresas pueden impulsar cambios positivos. Incorporar la resiliencia climática y la planificación de la continuidad del negocio en la estrategia empresarial ya no es solo una cuestión de gestión de riesgos, se trata de garantizar un crecimiento sostenible y contribuir a la resiliencia de las

comunidades para las que trabajan.

ARISE: liderazgo del sector privado

La Alianza del Sector Privado para las Sociedades Resilientes a los Desastres (ARISE) es una plataforma para la participación del sector privado en la RRD que fomenta la colaboración entre empresas, gobiernos y comunidades para construir sociedades capaces de enfrentar el aumento en la frecuencia e intensidad de los desastres. Con más de 400 miembros y 29 redes en todo el mundo, ARISE reúne diversas experiencias y recursos para promover prácticas empresariales resilientes.

En la junta global de ARISE trabajo junto a líderes de la industria para desarrollar estrategias que integren la reducción del riesgo de desastres en la toma de decisiones corporativas. Desde mi rol de colíder de la línea de trabajo de movilización de recursos contribuyo a que las empresas que participan en la alianza aprovechen, compartan y gestionen dichos recursos para construir resiliencia en sus compañías, así como en sus comunidades.

También, abogamos por la implementación del Marco de Sendai para la Reducción del Riesgo de Desastres y la Agenda 2030, enfatizando en la necesidad de hacer inversiones informadas, a partir de los riesgos y la planificación proactiva. A través de ARISE, las empresas son empoderadas para contribuir activamente a la construcción de resiliencia en todos los niveles.

El nexo clima-desastres

El cambio climático y el riesgo de desastres están inherentemente vinculados. Así, el primero exacerba la frecuencia y la gravedad de los eventos naturales, como inundaciones, huracanes e incendios forestales lo que, a su vez, aumenta la vulnerabilidad de las empresas. Reconocer este nexo clima-desastre es crucial para este sector, en especial para quienes buscan proteger sus activos, fuerza laboral y posición en el mercado.



Algunas empresas ya están liderando con el ejemplo: en los sectores manufacturero y minorista están invirtiendo en cadenas de suministro resilientes al obtener materiales de regiones menos propensas a las interrupciones producidas por el clima. Otras organizaciones están adoptando fuentes de energía renovable y prácticas eficientes en el uso de la energía para reducir su huella de carbono y protegerse contra los mercados energéticos volátiles.

Tanto en ARISE como en SPIN Global[1] enfatizamos en la necesidad de que las empresas realicen exhaustivas evaluaciones de riesgos que consideren las proyecciones climáticas y las probabilidades de ocurrencia de desastres. Al integrar la acción climática en sus marcos de gestión de riesgos, las compañías pueden anticipar mejor las posibles interrupciones y lograr operaciones más resilientes. Este enfoque proactivo es esencial para garantizar la continuidad frente a las diversas amenazas y, al mismo tiempo, apoyar a las comunidades donde operan.

Invertir en resiliencia, estrategia clave

Para construir resiliencia climática y ante los desastres, las empresas deben adoptar un enfoque multifacético, alineando sus estrategias a estándares internacionales como el Marco de Sendai para la Reducción del Riesgo de Desastres o el Acuerdo de París e integrando estos principios en sus políticas y operaciones corporativas, lo que garantiza que las empresas contribuyan a los objetivos globales de resiliencia.

Invertir es otra estrategia clave. Implica asignar recursos para mejorar la calidad de la infraestructura, desarrollar programas para capacitar a sus empleados e innovar en productos y servicios inteligentes desde el punto

[1] SPIN Global es una empresa de beneficio público dedicada a prevenir desastres, desde el ámbito local (vecindarios) hasta global (los países).

de vista climático. También incluye adelantar planes de emergencia y de continuidad de negocio y asumir un liderazgo para entender los niveles de riesgo y vulnerabilidad de la empresa frente a diferentes amenazas climáticas o creadas por el ser humano. Por ejemplo, durante la COP28 en Dubái se enfatizó en la necesidad de adelantar asociaciones público-privadas e impulsar más iniciativas lideradas por el sector privado para apoyar a las comunidades con actividades y objetivos relacionados con el clima.

En la COP28, tuve la oportunidad de participar en una sesión en la que reflexionamos sobre la importancia de cambiar la cultura de preparación y priorizar el trabajo con la comunidad y no para la comunidad. Muchas veces las empresas o líderes creen saber lo que sus comunidades necesitan, pero no trabajan con ellas para cumplir sus objetivos o propósitos y, así, poder crear soluciones sostenibles.

El sector privado desempeña un papel crítico en el apoyo a los esfuerzos de financiamiento climático sostenible. Se deben establecer alianzas estratégicas entre sectores para desarrollar instrumentos que reduzcan el riesgo y amplíen la inversión del sector privado en esfuerzos de resiliencia y RRD.

En SPIN Global hemos lanzado el Fondo comunitario de resiliencia ante desastres, un mecanismo de capital privado destinado a hacer de la resiliencia un objetivo en el que se puede invertir. Buscamos apoyar proyectos globales de mitigación e infraestructura resiliente, que van desde 100 millones de dólares hasta 50 billones de dólares por proyecto (o grupo de proyectos). Nuestro objetivo es apoyar el desarrollo económico, el impacto social y el beneficio público, priorizando a las comunidades históricamente marginadas y vulnerables.

Este fondo es una iniciativa liderada por el sector privado para diversificar los mecanismos de financiamiento que dependen, en su mayoría, de fondos públicos, los cuales suelen ser demasiado engorrosos, restrictivos e insuficientes. Ofrece también una oportunidad para establecer asociaciones público-privadas que mejoren la resiliencia comunitaria y creen riqueza al abordar algunos de los desafíos más urgentes de nuestro tiempo.

El sector privado desempeña un papel crítico en el apoyo a los esfuerzos de financiamiento climático sostenible. Se deben establecer alianzas estratégicas entre sectores para desarrollar instrumentos que reduzcan el riesgo de desastres".



La resiliencia empresarial en la era del cambio climático no es un lujo, sino una necesidad. El sector privado tiene tanto la oportunidad como la responsabilidad de liderar la construcción de un mundo mejor preparado para los desafíos de la actualidad.

Hago un llamado a las empresas a participar en redes como ARISE, a adoptar estrategias informadas por el riesgo y hacer de la resiliencia un elemento central de su ADN corporativo. Al hacerlo, no solo protegen sus intereses, sino que también contribuyen a un futuro resiliente y sostenible.

CCS
Consejo Colombiano de Seguridad

Una publicación que revolucionará tu acceso al conocimiento está por llegar

Espera muy pronto la revista

Salud
Trabajo y Sostenibilidad



Secciones que abordan aspectos clave de la sostenibilidad empresarial, la gestión de la SST, la salud de los trabajadores y el riesgo químico.

Mayor rigor académico y respaldo científico.

Investigaciones que exploran nuevas fronteras de la ciencia.

Sé protagonista de esta nueva era informativa.

¡No te la pierdas!



Lina Fernanda Sánchez Alvarado
Comunicadora social y periodista
Magíster en Estudios Sociales Latinoamericanos



Financiamiento climático, la red que teje un país más resiliente

En el mundo, de acuerdo con el Índice global de riesgo climático (Germanwatch, 2021), entre 2000 y 2019 se presentaron más de 11.000 eventos climáticos extremos, cobrando la vida de más de 475.000 personas y dejando pérdidas por 2,56 trillones de dólares. América Latina ha sido una de las regiones más afectadas: durante los últimos 30 años, los desastres climáticos se han duplicado, lo que ha profundizado las desigualdades sociales y frenado el desarrollo económico de los países, aumentando así los niveles de pobreza.

De ahí que tomar medidas para enfrentar estos fenómenos meteorológicos como sociedad, sea un asunto que compete tanto al sector público como al privado. Colombia, uno de los países con mayor vulnerabilidad dada su ubicación geográfica presenta una alta recurrencia y magnitud de desastres asociados al clima (PNUD, 2010). El informe 'Nuevos escenarios de cambio climático para Colombia 2011-2100: herramientas científicas para la toma de decisiones' reveló que la temperatura promedio en Colombia para 2100 sería 2,14 °C mayor a la actual (La República, 2015). Por eso el país busca reducir en un 51 % sus emisiones de carbono al 2030 y espera lograr la meta de neutralidad de carbono para

el 2050, de acuerdo con el 'Programa nacional de carbono neutralidad y resiliencia climática' del Ministerio de Medio Ambiente (s.f).

Para enfrentar este desafío, se requiere de un conjunto de recursos financieros, como la movilización de fondos internacionales, el acceso a mecanismos de financiamiento climático y la creación de incentivos económicos que promuevan inversiones sostenibles. Asimismo, es fundamental fortalecer la capacidad de los países para acceder a recursos de fondos multilaterales dedicados a financiar proyectos climáticos en países en desarrollo ya sea para impulsar proyectos de mitigación (reducción de emisiones) o de adaptación (resiliencia ante el cambio climático).

También se hace necesario fomentar las alianzas público-privadas y establecer mercados de carbono que impulsen la reducción de emisiones. Estos instrumentos son esenciales para financiar la transición hacia economías bajas en carbono y enfrentar los efectos del cambio climático.

Para enfrentar este desafío, se requiere de un conjunto de recursos financieros, como la movilización de fondos internacionales, el acceso a mecanismos de financiamiento climático y la creación de incentivos económicos que promuevan inversiones sostenibles".

¿Qué es el financiamiento climático?

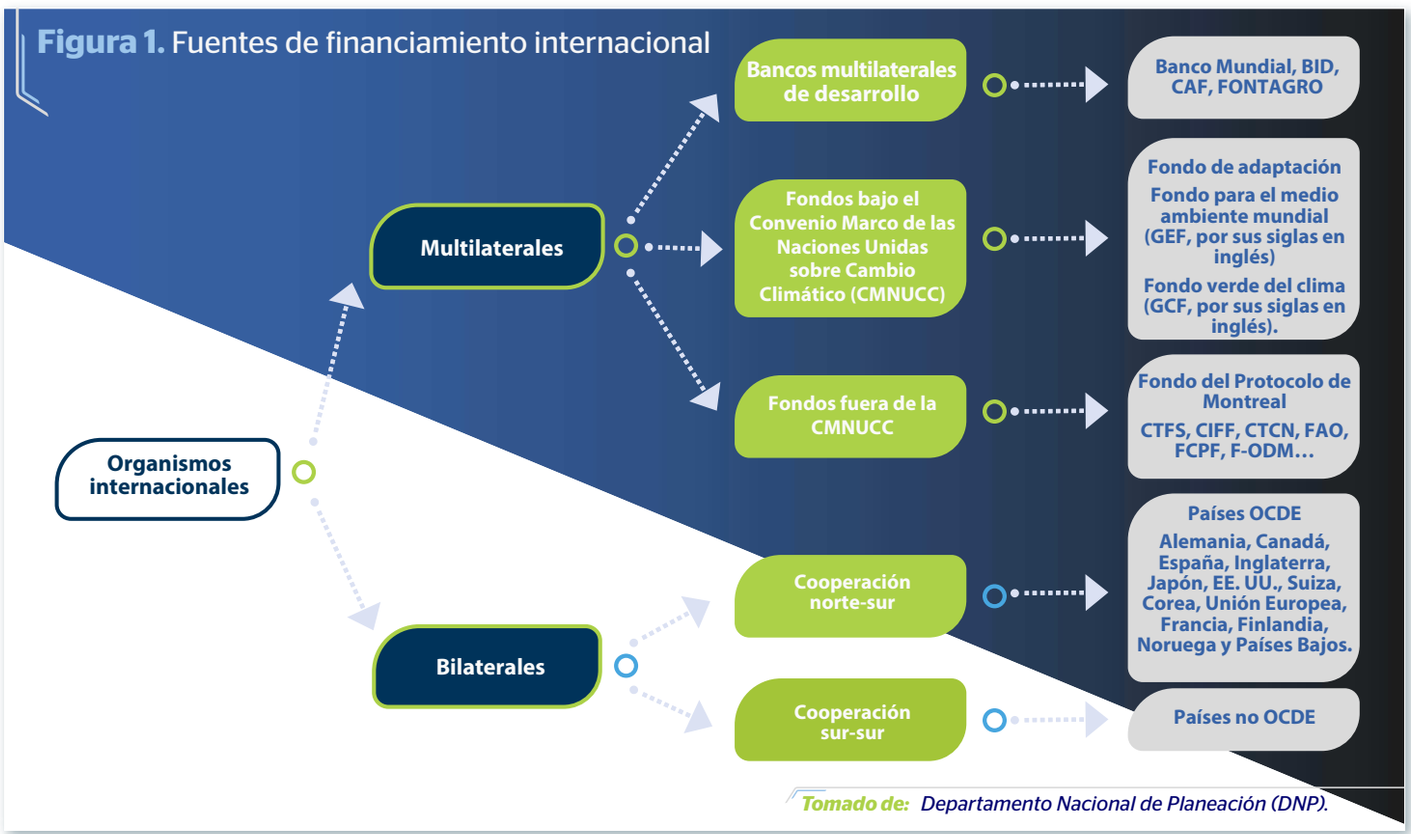
El financiamiento climático se refiere al flujo de recursos destinados para acciones de adaptación y mitigación al cambio climático (Departamento Nacional de Planeación, s.f). En las figuras 1, 2 y 3 se detallan las diversas fuentes de financiación.

El Comité Permanente de Finanzas (CPF) de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático (CMNUCC) define el financiamiento climático como los flujos financieros que buscan reducir las emisiones y mejorar los sumideros de gases de efecto invernadero (GEI), al tiempo que busca mitigar la vulnerabilidad y mantener e incrementar la resiliencia de los sistemas humanos y ecológicos ante los efectos negativos del cambio climático (CPF, 2014). Por su parte, la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) define el financiamiento climático como "los flujos de capital que buscan el desarrollo bajo en carbono y resiliente al clima, los cuales pueden ser públicos o privados" (OCDE, 2015).

La apuesta por los bonos verdes

Ejemplo de ello, son los bonos verdes, un vehículo de inversión que ha

Figura 1. Fuentes de financiamiento internacional



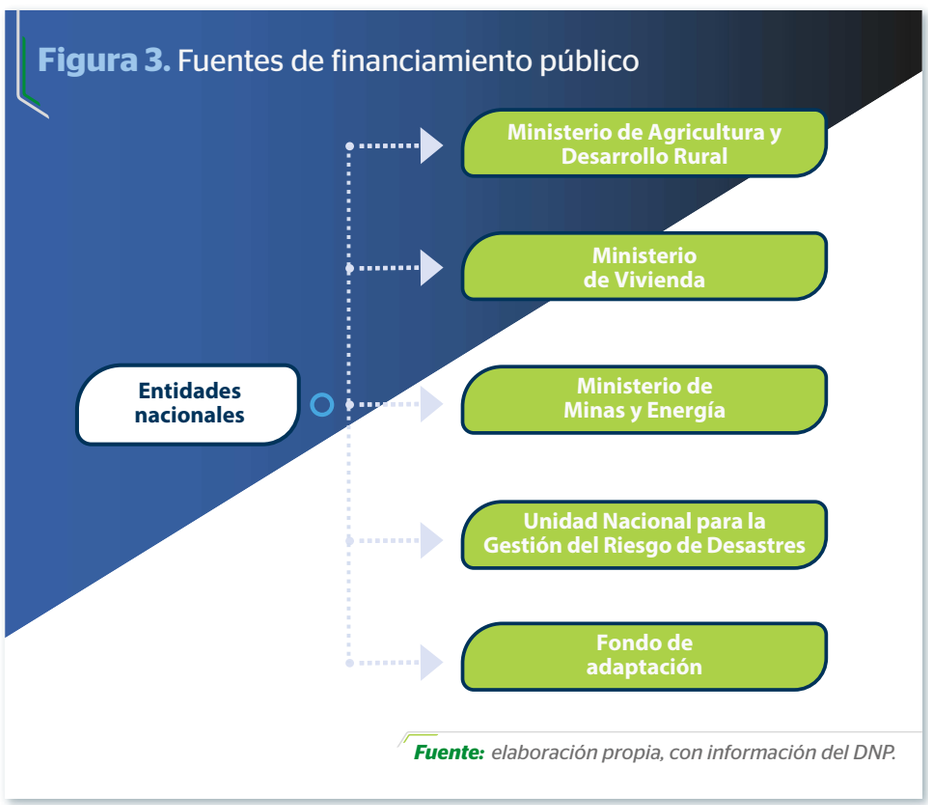
Tomado de: Departamento Nacional de Planeación (DNP).



dinamizado el mercado de renta fija (Asobancaria, 2018). En su estructura se asemeja a un título tradicional diferenciándose en el uso que se les da a los recursos que se captan: en este caso tendrá una destinación exclusiva y relativa a materializar iniciativas, que generen un impacto positivo sobre el medio ambiente.

Combina recursos privados, públicos e, incluso, de cooperación internacional. De esta forma, se emiten en mercados financieros para impulsar proyectos de infraestructura verde, energías renovables, transporte limpio, entre otros:

- Bancolombia y Davivienda, por ejemplo, enfocaron su alcance a proyectos de construcción verde y energías renovables. Específicamente en el tema de construcción verde, los emisores han desarrollado una estrategia que permite demostrar al sector que sí se puede construir de manera sostenible, a través de normas o certificaciones reconocidas regional,



nacional o internacionalmente (ej. EDGE, LEED).

- Bancóldex ha financiado proyectos de eficiencia energética, principalmente, seguido por proyectos destinados al control de la contaminación y eficiencia en el uso de los recursos.
- El alcance del bono verde del Grupo Celsia tiene relación con las energías renovables y eficiencia energética.
- El bono de Findeter fue emitido para financiar proyectos que mitiguen el cambio climático y que tengan un impacto social positivo. (Superintendencia Financiera de Colombia, s.f).

De esta manera, los bonos verdes permiten a las empresas recaudar capital para invertir en proyectos que mitiguen el cambio climático y promuevan la sostenibilidad ambiental, como la transición a energías renovables. Entre 2016 y 2018 se emitieron los primeros bonos verdes en el país, la mayoría por entidades financieras. Este instrumento, que ha tenido un impulso en los últimos años y se ha convertido en una opción al déficit de financiamiento para proyectos de energía limpia y eficiencia energética

Y es que para lograr la reducción de emisiones al 2030, expertos calculan que se requerirá asignar el equivalente al 0,87 % del PIB nacional anual, es decir, alrededor de 15,9 billones de pesos (Alianza, clima y desarrollo, 2016), razón por la cual este mecanismo adquiere gran relevancia.

El mundo de los mercados de carbono

Las empresas también han empezado a incorporar la lucha contra el cambio climático en sus modelos de negocio, al proponer productos y servicios que contribuyan a la reducción de emisiones. Otras han creado políticas y estrategias que apuntan a la mitigación y adaptación, que al final van a terminar impactando su competitividad en el futuro. En la gráfica 4 se citan algunos mecanismos para promover el financiamiento climático.

Al 2023, el corredor de financiamiento climático, que busca cerrar las brechas entre la oferta de recursos de financiación y la demanda (empresas y proyectos que contribuyen con la gestión del cambio climático) del Departamento Nacional de Planeación (DNP), reportaba en su inventario de productos financieros verdes del sector bancario un total de 72 instrumentos financieros (Iniciativa de Divulgación de Activos y Cambio Climático de Colombia -CCADI, 2023).

Cifras que incluyen la banca comercial, la banca nacional de desarrollo y las microfinancieras, reportando apoyo para sectores como la construcción, el agropecuario, el transporte,

Tabla 1. Mecanismos de financiamiento climático









Donaciones	Subvenciones	Participaciones de capital. Bonos Verdes	Pago por resultados / mercado de carbono	Créditos (concesiones, microcréditos, capital semilla)	Garantías / Seguros
Recursos no reembolsables dirigidos a financiar la acción climática (DNP, 2016).	Recursos canalizados para financiar inversiones sin expectativa de que el dinero sea reembolsado (DNP, 2016).	Son un tipo de inversión de renta fija donde los recursos se destinan exclusivamente a proyectos sostenibles. Existen tres tipos de bonos: soberanos, corporativos y de inversión (MinHacienda, 2021).	El pago por resultados es un sistema que recompensa a quienes actúan para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero o aumentar la resiliencia. Un ejemplo son las subastas de reducción de emisiones (Visión Amazonía, 2020).	Recursos de concesionarios no reembolsables dados bajo modalidades que ofrecen tasas de interés bajas o un mayor plazo de gracia. Existen también capitales semilla y microcréditos para iniciar proyectos sostenibles (DNP, 2016).	Un garante se compromete a cumplir con las obligaciones de un prestatario a cambio de una comisión, reduciendo el riesgo para el prestamista (DNP, 2016).

Fuente: elaboración propia con información tomada del DNP.

la energía, el saneamiento básico, la bioeconomía y la vivienda.

Dentro de estos instrumentos se puede hablar de las líneas de financiamiento verde, créditos que son destinados a proyectos para el uso sostenible de los recursos naturales renovables, la competitividad de los sectores y la protección del medio ambiente (Asobancaria, s.f.). Es posible aplicar a estos si el proyecto busca generar o aumentar el uso de energías renovables, implementar la eficiencia energética, el ecoturismo o la tecnología de 'fin de ciclo'.

Los beneficios de estas líneas van desde incentivos como el reembolso de una parte de la inversión, de acuerdo con la reducción del impacto ambiental; incentivos tributarios y tasas preferenciales. Bancos comerciales, bancas multilaterales[1] y bancos de segundo piso[2] son los organismos que actualmente ofrecen estas posibilidades.

Para la muestra y con un 11 % de su cartera enfocada en sostenibilidad, Alejandra Díaz, directora de Sostenibilidad de Davivienda, aseguró que cuentan con un énfasis en agricultura sostenible para la conservación de agua, la biodiversidad y para prevenir la deforestación (Departamento Nacional de Planeación, 2023). Con sus líneas verdes se financian estos campos:

- **Energía renovable:** proyectos para la generación y uso de energía solar, eólica, biomasa y otras fuentes.
- **Eficiencia energética:** apoyan la construcción de empresas y comunidades amigables con el medio ambiente, financiando equipos e infraestructura para el uso eficiente de energía.
- **Construcción sostenible:** apoyan proyectos con esta certificación.



Para lograr la reducción de emisiones al 2030, expertos calculan que se requerirá asignar el equivalente al 0,87 % del PIB nacional anual, es decir, alrededor de 15,9 billones de pesos".

- **Hipotecas verdes:** impulso de proyectos inmobiliarios y vivienda de interés social (VIS), con certificaciones en construcción sostenible.
- **Infraestructura sostenible:** apoyo de proyectos que aportan al bienestar de las comunidades, con el fin de adelantar obras para mitigar el riesgo ambiental de la región.
- **Producción más limpia:** se promueve la mitigación de riesgos ambientales en el ciclo de vida de los procesos y los servicios que financian.

[1] Los bancos multilaterales de desarrollo son organismos conformados por tres o más naciones, que se unen para solucionar problemáticas y que se convierten en intermediarios financieros con carácter internacional.

[2] Los bancos de segundo piso son instituciones financieras que no trata directamente con los usuarios de los créditos, sino que transfiere esas colocaciones mediante otras entidades financieras.

- **Agrosostenible:** se financian destinos verdes clasificados por Finagro, relacionados con temas ambientales como turismo rural y ecológico, gestión eficiente del agua o siembra y protección de bosques. Además del apoyo a los productores que por sus buenas prácticas cuentan con una certificación que corrobora sus criterios sostenibles.
- **Vehículo eléctrico e híbrido:** se respalda el uso de esta movilidad, generando familiaridad con la tecnología, manejo de energías limpias y promoción de la sostenibilidad (Davivienda, s.f.)

Un país con potencial energético

De acuerdo con el Climatescope 2022 de BloombergNEF, Colombia es el cuarto destino global de inversión en energía renovable, con un mercado dinámico y más de 2.000 proyectos abiertos a realizar alianzas estratégicas con inversionistas.

De hecho, en el país hay potencial para generar energía a partir del sol, el viento, el agua, la biomasa y la geotermia. Los incentivos en este caso van desde la deducción del 50 % en el impuesto de renta durante 15 años, exclusión de arancel e IVA para la importación de equipos para el desarrollo de proyectos de generación y la exclusión automática del Impuesto sobre el valor añadido (IVA) en la adquisición de paneles y equipos para generación solar. Procolombia (s.f), entidad del Estado que promueve las exportaciones, la inversión extranjera directa, entre otras tareas, se encarga de apoyar y asesorar a las empresas p ara obtener estos beneficios.

Esta disponibilidad de recursos renovables como el sol son habilitadores para la producción de hidrógeno verde a gran escala y con costos competitivos. Sus aplicaciones en sectores de energía eléctrica, refinería, amoniaco verde e inyección a red de gas natural, ya cuenta con lazos de cooperación con los gobiernos de Francia, Alemania, Países Bajos, Corea, entre otros. El desarrollo de proyectos en esta área cuenta también con un marco fiscal atractivo como la exención de pago de derechos arancelarios, la exclusión del IVA, la depreciación acelerada y la deducción del impuesto de la renta.



En este desafío por un país resiliente, la Banca de Desarrollo Territorial - Findeter lanzó el año pasado una línea de crédito por 64.660 millones de pesos para que empresas privadas, públicas y entidades del Estado inviertan en proyectos que reduzcan las emisiones de efecto invernadero. Las iniciativas pueden estar relacionadas con transporte, desarrollo urbano, vivienda, educación y Tecnologías de Información y Comunicación (TIC's), es decir, que cumplan con los criterios de la taxonomía verde, un sistema de clasificación de actividades económicas que contribuyen al logro de los objetivos ambientales del país. "Así aportamos a reducir la vulnerabilidad al riesgo de los sistemas naturales", explicó Ricardo Bonilla González, presidente de Findeter, entidad que en el 2023 formalizó su acreditación ante el Fondo Verde del Clima (Findeter, 2023).

La descarbonización también viene siendo impulsada en el sector agrícola, donde Finagro y el Ministerio de Agricultura dispusieron este año de más de 173.000 créditos de fomento para la producción sostenible, la agroecología y la agricultura regenerativa. Pequeños, medianos y grandes agricultores tendrían una tasa final de interés que oscila entre el 16,5 % y el 19 % efectivo anual (Ministerio de Agricultura, 2024).

[3] Conozca la taxonomía verde en Colombia: https://www.taxonomiaverde.gov.co/webcenter/portal/TaxonomaVerde

Un chance para comunidades y microemprendedores

Los fondos climáticos también se han convertido en instrumentos clave para este objetivo. Entre 2013 y 2020, la cantidad de recursos provenientes de estas fuentes en América Latina sumó 3,83 mil millones de dólares (Banco de Desarrollo de América Latina-CAF, s.f). En Colombia, el Fondo Colombia Sostenible (2023) se financia con fondos donados por Suiza, Suecia y Noruega y buscan maximizar los dividendos ambientales, económicos y sociales de la paz en Colombia. Para agosto de 2023, se reportaban 714.947 hectáreas intervenidas: 520.925 con procesos de conservación y 194.022 con procesos productivos agropecuarios sostenibles.

Dora Moncada, directora del Centro Nacional del Agua y la Biodiversidad de la Asociación Nacional de Empresarios de Colombia (ANDI), aseguró que las empresas también pueden ser protagonistas en la financiación de proyectos que contribuyan a los objetivos climáticos (Departamento Nacional de Planeación, 2023). De hecho, desde la asociación que representa destacó la apuesta a la ruta de descarbonización, desde más de 30 cámaras sectoriales, así como la creación del Centro Nacional del Agua y la Biodiversidad, que promueve buenas prácticas en gestión del agua y desarrollo sostenible.

En este trabajo de acelerar la movilización de recursos en proyectos para la gestión del cambio climático, Carolina Díaz Giraldo, directora de Ambiente y Desarrollo Sostenible del DNP, destacó la importancia de trabajar con empresas que tengan acciones de gestión del cambio climático, al igual que con innovadores y emprendedores. Una tarea que hace necesario establecer un sistema de incubación, el fortalecimiento de capacidades y la consolidación de un portafolio de proyectos viables.

¿Ha imaginado reciclar baterías viejas para extraer materias primas como cobre y aluminio y así producir unas nuevas? Pues este es uno de los proyectos que fue seleccionado por la Aceleradora de Financiamiento Climático este año y que contará con asesoría técnica y financiera para los emprendedores. Esta aceleradora es una iniciativa internacional financiada por el UK-Pact del Departamento de Seguridad Energética y Net Zero del Reino Unido (DESNZ por sus siglas en inglés), cuyo objetivo es impulsar el diseño de proyectos de financiamiento mezclado *(blended finance)* que estén en línea con la agenda climática de Colombia.



Otro de los proyectos seleccionados propone la construcción de granjas marinas permaculturales, donde se desarrollarán productos cosméticos y alimentos para animales a base de algas, beneficiando a las comunidades locales. Esta aceleradora acepta proyectos en sectores como energía, transporte, agricultura, silvicultura y otros usos del suelo.

La protección de páramos, manglares, biodiversidad y la reducción de la emisión de carbono vienen convirtiéndose en el 'caballito de batalla' para afrontar lo que parece un imparable cambio climático. Sector público, privado y diferentes organismos saben que es uniendo fuerzas que se podrá garantizar la vida de las personas y de los ecosistemas, lo que conlleva retos como el fortalecimiento de un financiamiento climático que garantizará también un mejor futuro para los sistemas productivos y los mercados.

Dentro de estos instrumentos se puede hablar de las líneas de financiamiento verde, créditos que son destinados a proyectos para el uso sostenible de los recursos naturales renovables, la competitividad de los sectores y la protección del medio ambiente".



Referencias

Carex Canadá. (2023). Perfil de sílice (cristalina). Disponible en: *https://www.carexcanada.ca/profile/silica_crystalline/*

Germanwatch (2021). Índice global de riesgo climático 2021. *https://www.germanwatch.org/sites/default/files/Global%20Climate%20Risk%20Index%202021_2.pdf*

PNUD (2010). Transversalización del cambio climático en Colombia. *https://www.undp.org/sites/g/files/zskgke326/files/publications/es/CC%20risk%20Transversalizac%C3%ADon%20del%20cambio%20climatico%20en%20Colombia_ES.pdf*

La República (2015). Colombia, el tercer país más vulnerable al cambio climático. *https://www.larepublica.co/archivo/colombia-el-tercer-pais-mas-vulnerable-al-cambio-climatico-2243441*

Minambiente (s.f). Programa nacional de carbono neutralidad y resiliencia climática. *https://carbononeutral.minambiente.gov.co/*

Departamento Nacional de Planeación (s.f.). ¿Qué es el financiamiento climático? *https://finanzasdelclima.dnp.gov.co/financiamientoclimatico/generalidades/Paginas/que-es-el-financiamiento-climatico.aspx*

Superintendencia Financiera de Colombia (s.f.). Guía de bonos verdes *https://www.superfinanciera.gov.co/p?lServicio=Tools2&lTipo=descargas&lFuncion=descargar&idFile=1047743*

Davivienda (s.f.). Finanzas sostenibles *https://sostenibilidad.davivienda.com/economico.html*

Ministerio de Agricultura (2024). Con nueva línea de crédito, Minagricultura y FINAGRO apuestan por acelerar la descarbonización del sector agropecuario. *https://www.minagricultura.gov.co/noticias/Paginas/Con-nueva-l%C3%ADnea-de-cr%C3%A9dito,-MinAgricultura-y-FINAGRO-apuestan-por-acelerar-la-descarbonizaci%C3%B3n-del-sector-agropecuario.aspx*

Alianza, clima y desarrollo (2016). Marco para la estrategia colombiana de financiamiento climático. *https://cdkn.org/sites/default/files/files/Marco-para-la-Estrategia-Colombiana-de-Financiamiento-Clim%C3%A1tico.pdf*

Asobancaria (2018). Bonos verdes, una alternativa al financiamiento climático. Semana económica. *https://www.asobancaria.com/wp-content/uploads/1158-V2.pdf*

Iniciativa de Divulgación de Activos y Cambio Climático de Colombia -CCADI (2023). *https://www.asobancaria.com/sostenibilidad/estadisticas-productos-verdes/*

Asobancaria (s.f). ¿Qué son las líneas de financiamiento verde? *https://www.sabermassermas.com/que-son-lineas-de-financiamiento-verde/*

Procolombia (s.f). Energía renovable. *https://investincolombia.com.co/es/sectores/energia/energia-renovable*

Procolombia (s.f). Hidrógeno verde. *https://investincolombia.com.co/es/sectores/energia/hidrogeno-verde*

Departamento Nacional de Planeación, DNP (2023). Memorias evento Finanzas del clima, Barranquilla. *https://finanzasdelclima.dnp.gov.co/movilizacionrecursos/generacion-capacidades/eventos/Documentos%20compartidos/Memorias%20EFC%20Barranquilla%202023.pdf*

Findeter (2023). Findeter financiará proyectos sostenibles que cumplan con los criterios de taxonomía verde de Colombia. *https://www.findeter.gov.co/noticias/comunicados/findeter-financiara-proyectos-sostenibles-que-cumplan-con-los-criterios-de-taxonomia-verde-de-colombia*

Banco de desarrollo de América Latina, CAF (s.f). Financiamiento internacional para el cambio climático en América Latina y el Caribe. *https://scioteca.caf.com/bitstream/handle/123456789/2028/Financiamiento%20para%20el%20cambio%20clim%c3%a1tico%20en%20Am%c3%a9rica%20Latina%20y%20el%20Caribe.pdf?sequence=1&isAllowed=y*

Fondo Colombia Sostenible (2023). Misión de seguimiento salvaguardas ambientales y sociales. *file:///C:/Users/sanfe/Downloads/Mision-de-Salvaguardas-Ambientales-y-Sociales-FCS-2023.pdf*





Seguridad de procesos, aspecto crítico de **la resiliencia empresarial y la continuidad de los negocios**



Entrevistado
Julián Camargo
jefe de seguridad de procesos de Ecopetrol

Gerencia de Comunicaciones y Gerencia Técnica
Consejo Colombiano de Seguridad (CCS)

Hace algunos años, el término "seguridad" se asociaba principalmente con la prevención de accidentes laborales y se centraba en la protección de los trabajadores. Sin embargo, este enfoque ha evolucionado hacia una visión más amplia que se enfoca en los peligros y fallas que pueden causar pérdidas de vidas humanas, económicas, ambientales o del proceso productivo. Este nuevo enfoque, conocido como prevención de pérdidas, requiere que las plantas industriales conciban desde un principio un diseño, construcción y operación segura para limitar los riesgos y reducir su posible materialización.

Como resultado, se ha producido un cambio de paradigma en toda la industria hacia una visión más holística e integrada de la seguridad de los procesos productivos. En particular, la industria química, petroquímica y de petróleo maneja sustancias peligrosas, de modo que es especialmente importante destinar esfuerzos a garantizar la seguridad de las operaciones y de los trabajadores. A raíz de lo anterior, en la actualidad la seguridad ha alcanzado el mismo nivel de importancia que la producción y se ha consolidado como una disciplina científica que abarca teorías y prácticas altamente técnicas y complejas, principalmente desarrolladas por ingenieros especializados en seguridad de procesos.

Pero ¿a qué se refiere la seguridad de procesos? Consiste en una disciplina clave para la protección de la vida y el entorno, especialmente, en industrias de alto riesgo. Su principal objetivo es prevenir la liberación de sustancias

peligrosas que puedan causar daños significativos tanto para la salud de las personas como del medio ambiente, garantizando así la continuidad operacional y la sostenibilidad de las organizaciones.

Julián Camargo, jefe del Departamento de Seguridad de Procesos de Ecopetrol explica que este suele ser, en gran medida un trabajo "invisible" mientras no se presenta un evento catastrófico, pero, a su vez, se trata de tema técnico con un alto grado de importancia y profundidad. De ahí la razón de la Décima Conferencia Latinoamericana de Seguridad de Procesos que se desarrolló del 18 al 20 de septiembre de 2024 en Barranquilla, Colombia.

El evento, en el que Camargo fungió como presidente, fue liderado por el Centro de Seguridad de Procesos (CCPS) del Instituto Americano de Ingenieros Químicos (AIChE) y el Consejo Colombiano de Seguridad (CCS) y contó con la asistencia de más de 650 prevencionistas, líderes empresariales, expertos en la materia y estudiantes provenientes de delegaciones de más de 15 países.

Bajo este contexto, *Protección & Seguridad* habló con Julián Camargo para explorar un poco más acerca de la seguridad de procesos y su incidencia en la continuidad de los negocios y la resiliencia empresarial, máxime en un contexto en el que la incidencia del calentamiento global y la exacerbación de eventos climáticos cada vez más frecuentes y extremos, podría detonar accidentes mayores.

Protección & Seguridad: **¿existe una relación intrínseca entre cambio climático y seguridad de procesos?**

Julián Camargo: definitivamente, sí. Los eventos de origen natural, como los fenómenos meteorológicos extremos, pueden afectar de manera directa los activos de las compañías y desencadenar incidentes de seguridad de procesos.

Estos eventos, conocidos como "Natech" (accidentes tecnológicos provocados por fenómenos naturales), impactan la infraestructura industrial, aumentando el riesgo de liberar sustancias peligrosas o de generar fallos operacionales graves.

> *Los eventos de origen natural, como los fenómenos meteorológicos extremos, pueden afectar de manera directa los activos de las compañías y desencadenar incidentes de seguridad de procesos".*

Por eso, es esencial identificar y monitorear continuamente estas posibles amenazas, ya que su frecuencia y severidad están en aumento. Esto permite a las empresas prepararse mejor y gestionar los riesgos de forma eficaz, minimizando los impactos potenciales. Actualmente, las organizaciones a nivel global están inmersas en la transición hacia nuevas fuentes de energía, lo que también introduce riesgos específicos y emergentes que deben ser abordados.

En este contexto, la seguridad de procesos, cuyo objetivo principal es proteger la vida y asegurar la continuidad de las operaciones, cobra un valor aún más significativo. Es fundamental que vaya de la mano con los esfuerzos para mitigar y adaptarse a los efectos del cambio climático y las transformaciones energéticas.

Por eso es importante entender cuáles son esas posibles afectaciones, lo que denominamos los eventos Natech, que son de origen natural pero que tienen una afectación sobre mi tecnología, sobre mi activo industrial.

Entonces tengo que estar monitoreando este asunto que puede estar pasando con mayor probabilidad y así prepararme y gestionar ese riesgo.

Hoy en el mundo todas las organizaciones trabajan en temas de transición a nuevas energías, que implican



también unos peligros particulares, que deben tenerse en cuenta. Al final, la seguridad de procesos con su objetivo de proteger la vida de las personas y la continuidad de las organizaciones cobra un valor relevante y deben ir de la mano.

P&S: ¿cómo deberían integrar estos temas las industrias más vulnerables?

J.C.: tendría dos recomendaciones. Una que se haga la debida identificación de los peligros propios de las operaciones y que esta redunde en una gestión que mantenga el riesgo en un nivel tolerable. Una tolerabilidad que puede definir la misma compañía. La segunda, relacionada con los riesgos Natech, es el trabajo en conjunto de las organizaciones. Es importante unirnos como compañías y trabajar de la mano con las entidades del Estado, como la Unidad Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres y los ministerios del Trabajo y de Ambiente. La problemática debe entenderse de manera conjunta y luego sí particularizarse.

P&S: ¿cuáles son los retos que enfrenta el país para tener industrias más seguras y resilientes?

J.C.: sin duda, armonizar la regulación que tenemos. Aunque somos pioneros en legislación asociada a seguridad de procesos, existen diferentes decretos, leyes y resoluciones. Es necesario articularlas para que la interpretación sea la misma en el entorno empresarial. Esto implica ayudar a la empresa mediana y pequeña porque podemos estar generando un mundo muy complejo para estas organizaciones. Aterrizar estos temas será clave.

El segundo gran reto es llevar este asunto a las universidades, que haga parte de las formaciones de los pregrados y posgrados de ingeniería. En este aspecto será clave la participación desde el sector empresarial. Una iniciativa que además contribuirá en la formación de expertos para que haya un mayor entendimiento a nivel país: industria, academia y Estado.

P&S: ¿cuáles serán las nuevas tendencias en los próximos años?

J.C.: la seguridad de procesos debe integrarse plenamente en el ámbito de las energías alternativas, ya que esto es parte de nuestro futuro. A su vez, es crucial comprender muy bien los posibles eventos adversos que pueden surgir al utilizar nuevas tecnologías, cualquiera que estas sean.

En ese sentido, la tecnología debe ser aliada de la seguridad. Cuando hablo de tecnología, me refiero a herramientas como la inteligencia artificial y el análisis de datos. Aunque a veces se perciben con desconfianza, si se utilizan adecuadamente, pueden ayudarnos a prevenir muchos accidentes. Por ejemplo, ya existen aplicaciones en las que un robot realiza tareas críticas en la industria, reduciendo así la exposición del personal a situaciones de riesgo.

Es fundamental analizar y entender cómo estas innovaciones pueden implementarse de manera efectiva. No podemos oponernos a la tecnología; al contrario, debe estar orientada hacia la mejora de la seguridad. Este es uno de los principales retos: cómo comprendemos y capitalizamos estas herramientas dentro de nuestras organizaciones.

P&S: ¿cómo pueden las mipymes incursionar en la seguridad de procesos?

J.C.: la primera recomendación es conocer sus peligros y esto puede sonar cliché. Pero debo saber cuál es la sustancia o material peligroso con el que trabajo, las afectaciones reales, probables y las que podrían ocurrir sobre mi entorno o la compañía misma. En segundo lugar, es fundamental comprender a fondo lo que actualmente está disponible para el público en relación con la seguridad de procesos y la legislación pertinente. Si comienzo a trabajar sin tener claro el objetivo y lo que la normativa exige, es probable que no logre el éxito en mis esfuerzos. Finalmente, a las mipymes les recomiendo unirse para



El Centro de Seguridad de Procesos (CCPS) del Instituto Americano de Ingenieros Químicos (AIChE) y el Consejo Colombiano de Seguridad (CCS) llevaron a cabo la Décima Conferencia Latinoamericana de Seguridad de Procesos en Barranquilla, Colombia, del 18 al 20 de septiembre de 2024.

maximizar sus esfuerzos. Colaborar en conjunto puede generar mejores resultados que intentar enfrentar los desafíos de manera individual. En este sentido, el Consejo Colombiano de Seguridad es un excelente recurso para ofrecer apoyo. Además, las ARL del país desempeñan un papel crucial, ya que pueden brindar ese respaldo esencial en los procesos de implementación y en la comprensión del ámbito de la seguridad de procesos.

P&S: ¿cómo lograr una articulación exitosa entre la sostenibilidad y la seguridad de procesos?

J.C.: por definición, los incidentes o eventos de seguridad de procesos tienen una baja probabilidad de ocurrencia, pero su impacto es alto cuando se materializan. Este "alto impacto" puede poner en riesgo la continuidad y la sostenibilidad de una empresa. Entendiendo esto, se trata de un riesgo empresarial que, si no se gestiona adecuadamente, puede resultar en la desaparición de la compañía o en daños significativos y, muchas veces, irreparables. Hay numerosos ejemplos en la historia y en el mundo que ilustran esta realidad. Por lo tanto, es crucial gestionar estos eventos como riesgos empresariales para garantizar la sostenibilidad de la organización.

P&S: ¿desde Ecopetrol han explorado esta temática como un componente crítico para los reportes de sostenibilidad?

J.C.: sí, lo hacemos de manera anual. Evaluamos tanto las medidas preventivas como los incidentes que han ocurrido. Hemos establecido una hoja de ruta de sostenibilidad con proyección hacia el año 2040, donde tanto la seguridad industrial como la seguridad de procesos se gestionan de forma integral. Todas las empresas deberían adoptar este enfoque para demostrar cómo están contribuyendo a la sostenibilidad y para que las comunidades donde operan comprendan que se están realizando las actividades de manera responsable. En última instancia, nuestro objetivo es garantizar no solo la sostenibilidad



de la empresa, sino también del entorno en el que operamos.

P&S: si hablamos de indicadores ASG (Ambiente, Social y Gobernanza), ¿cómo se integran estos aspectos en la toma de decisiones corporativas alrededor de la seguridad de procesos?

J.C.: un indicador reactivo clave es el índice de frecuencia de seguridad de procesos, que es reconocido a nivel internacional y se reporta en nuestros informes anuales de sostenibilidad. También consideramos el nivel de riesgo individual, que evalúa la probabilidad de causar un daño fatal fuera de los límites de la empresa. Aunque existen criterios establecidos a nivel nacional, tenemos la capacidad de aplicar estándares más rigurosos, los cuales deben reflejarse en nuestros informes de gestión.

P&S: hoy por hoy, las empresas están volcadas a lograr que sus cadenas de suministro sean sostenibles, apalancándose en sus proveedores y contratistas, ¿cómo entra ahí la seguridad de procesos?

J.C.: definitivamente, uno tiene que trabajar con sus aliados y es el caso también del Grupo Ecopetrol. Nuestros aliados están en todo el territorio y yo tengo que trabajar de la mano con ellos, porque la compañía no va a ser exitosa si yo no involucro a toda la

cadena de suministro. No solo a mis aliados contratistas, sino a proveedores e, inclusive, a quienes vendemos nuestros productos, porque puede haber una afectación a quien ya tiene el producto.

La seguridad de procesos juega un papel crucial en este escenario. Debemos asegurarnos de que todos los actores en la cadena de suministro comprendan y apliquen las prácticas de seguridad adecuadas para prevenir incidentes que podrían afectar no solo a la empresa, sino también al entorno y a las comunidades circundantes. Esto implica implementar estándares de seguridad rigurosos, capacitar a todos los involucrados y fomentar una cultura de seguridad que priorice la prevención.

No es una tarea sencilla, especialmente en Colombia, donde la alta rotación de personal entre nuestros aliados puede representar un desafío. Para abordar esto, en el Grupo Ecopetrol, por ejemplo, hemos integrado un sistema de gestión de contratistas que incluye guías y estándares específicos en materia de seguridad de procesos. A pesar de los obstáculos, es esencial no subestimar esta labor, ya que trabajar de manera colaborativa con toda la cadena de suministro es el camino para alcanzar nuestros objetivos de sostenibilidad, asegurando al mismo tiempo la integridad y la seguridad de nuestros procesos.

Los eventos de seguridad de procesos tienen una baja probabilidad de ocurrencia, pero cuando se materializan pueden poner en riesgo la continuidad y la sostenibilidad de una empresa".





CCS
Consejo Colombiano de Seguridad

PROGRAMAS DE FORMACIÓN CCS

Virtual | Presencial | Virtual / Sincrónico

Desarrollamos habilidades para aprender, reconociendo la esencia de nuestros participantes (SER), para que el conocimiento (SABER) y la motivación (QUERER), se vean reflejados en acciones reales (HACER), logrando los resultados esperados (TENER).

Nuestra oferta de formación

- Programas de profundización
- Formación de auditores en sistemas de gestión
- Formación de auditores técnicos especializados
- Diplomados
- Conferencias de alto impacto
- Conferencias internacionales
- Foros especializados
- Congresos

En los últimos 5 años hemos formado más de 430.000 personas

Cobertura en todo el territorio nacional, la región Andina y Centroamérica

Contamos con más de 200 expertos técnicos en SSTA y sostenibilidad

Más de 120 programas de formación

Más de 100 congresos nacionales y regionales

Amplia red de expertos internacionales

Formamos a través de nuestro propio campus virtual

Estudios propios de grabación con tecnología de vanguardia

GENERAMOS EXPERIENCIAS DE APRENDIZAJE
QUE PERMITEN A NUESTROS PARTICIPANTES VIVIR Y APLICAR EL CONOCIMIENTO

Consejo Colombiano de Seguridad | @CCS_Colombia | CCS_Colombia

www.ccs.org.co/formacion



Miembros **afiliados**

39 Gestión del riesgo de desastres, planes de ayuda mutua y requisitos de la Guía RUC®

Gestión del riesgo de desastres,

planes de ayuda mutua y el requisito 3.2.7 de la Guía RUC®



Mauricio Gómez Triana
Auditor líder II
Ingeniero químico / MSc. en Gestión y Evaluación Ambiental / Especialista en Seguridad Industrial, Higiene y Gestión Ambiental.



Uno de los aspectos clave en la auditoría y evaluación de la Guía RUC® es el relacionado con los planes de ayuda mutua, de los cuales habla el numeral 3.2.7 y que son exigidos por el Decreto 1072 de 2015[1], requisito que, además, está estrechamente alineado con el espíritu de las responsabilidades establecidas en la Ley 1523 de 2012[2].

Esta última normativa adopta la Política Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres y en su articulado define los deberes y obligaciones para el sector privado. De hecho, el artículo 2 define que "la responsabilidad de la gestión del riesgo es de todas las

[1] Decreto 1072 de 2015, Ministerio del Trabajo, Diario Oficial No. 49523 del 26 de mayo de 2015
[2] Ley 1523 de 2012, Congreso de la República, Diario Oficial 48411 de abril 24 de 2012.

autoridades y habitantes del territorio colombiano[3]" y que "en cumplimiento de esta responsabilidad, las entidades públicas, privadas y comunitarias desarrollarán y ejecutarán los procesos de gestión del riesgo, proceso que incorpora el conocimiento y reducción del riesgo y el manejo de los desastres en el marco de sus competencias, su ámbito de actuación y su jurisdicción como componentes del Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres".

Adicionalmente, en su artículo 42 define responsabilidades más específicas para el sector privado, en particular, para las empresas que desarrollen actividades industriales o de otro tipo que puedan significar riesgo de desastre para la sociedad.

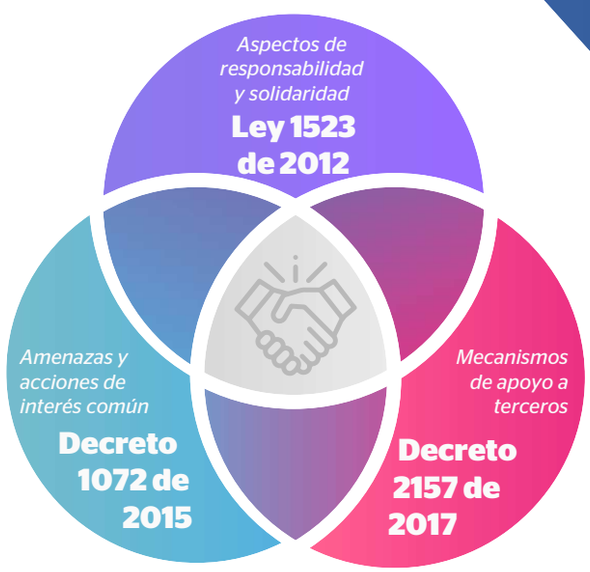
En complemento, el Decreto 2157 de 2017 establece las directrices generales para la elaboración de los planes de gestión del riesgo de desastres por parte de entidades públicas y privadas, reglamentando así el artículo 42 de la Ley 1523 de 2012.

En ese sentido, se reglamenta la necesidad de contar con análisis específicos de los escenarios de riesgo y de llevar a cabo la formulación del Plan de Gestión del Riesgo de Desastres de las Entidades Públicas y Privadas (PGRDEPP) que incluye, entre otros elementos, los protocolos y procedimientos de respuesta para cada tipo de emergencia, considerando los posibles efectos de eventos naturales sobre la infraestructura expuesta y aquellos que se deriven de daños de las mismas en su área de influencia, así como las que se deriven de su operación[4]. En otras palabras, asigna a la empresa la responsabilidad de identificar y gestionar las amenazas externas (de orden natural, socio-natural y tecnológicas) que puedan afectar sus instalaciones, así como los riesgos que su actividad productiva suponen para las comunidades vecinas y su entorno próximo.



Ahora bien, el Ministerio del Trabajo establece que, para las empresas en general, las emergencias y la gestión del riesgo de desastres deben ser gestionadas de acuerdo con lo requerido el Decreto 1072 de 2015. En esta norma, particularmente, el artículo 2.2.4.6.25 'Prevención, preparación y

Figura 2. Normatividad



Tomado de: Idiger (s.f.) https://www.idiger.gov.co/web/cam/fortaleza

[3] Idem
[4] Idem

respuesta ante emergencias' define las responsabilidades de las empresas, incluyendo la formulación de un plan de emergencia para responder ante la inminencia u ocurrencia de eventos potencialmente desastrosos. Además, conmina a desarrollar programas o planes de ayuda mutua, identificando los recursos para la prevención y respuesta ante emergencias en el entorno de la empresa y articulándose con los planes que para el mismo propósito puedan existir en la zona donde se ubica.

Bajo este panorama, la pregunta que se podría hacer un prevencionista es ¿cómo dar cumplimiento a dichos requisitos tanto desde la Ley 1523 de 2012, como desde lo exigido en el Decreto 1072 de 2015 sobre el plan de prevención, preparación y respuesta ante emergencias?



"Las organizaciones deben evaluar la aplicación de la normatividad relacionada con la reducción del riesgo de desastres y los planes de atención en emergencias ante cualquier escenario de riesgo".

Para responder a esta duda, en primer lugar, es fundamental considerar las condiciones operativas y las actividades de la empresa u organización, así como las responsabilidades del sector público, en particular las de las entidades territoriales y sus autoridades en la gestión del riesgo de desastres. Estas entidades son las encargadas de dirigir el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres a nivel territorial y, en el caso de los alcaldes, son los responsables directos de implementar los procesos de gestión del riesgo en su ciudad o municipio, lo que incluye el conocimiento, la reducción del riesgo y el manejo de desastres dentro de su jurisdicción[5].

En cumplimiento de las responsabilidades asignadas a las autoridades locales, los entes territoriales deben contar con instrumentos de planificación como los Planes Municipales de Gestión del Riesgo de Desastres y las estrategias de respuesta. Estos planes deben incluir la identificación de posibles escenarios de emergencia, incluyendo los generados por actividades industriales, así como las afectaciones a la infraestructura empresarial expuesta. Además, deben evaluar los riesgos, definir acciones para su reducción y establecer mecanismos de respuesta ante emergencias.

Por lo tanto, la articulación del sector público y del sector privado tanto en lo referente al conocimiento del riesgo cómo a la reducción y el manejo del desastre, es fundamental.

Volviendo a la pregunta planteada inicialmente, es crucial reconocer si la actividad industrial desarrollada puede significar algún tipo de riesgo de desastre para la sociedad. En este caso, es necesario que se adelante lo correspondiente a lo definido por el Decreto 2157 de 2017[6] (adicionado al capítulo 5, título 1 de la parte 3 del libro 2 del Decreto 1081 de 2015 Único del Sector de la Presidencia

[5] ídem
[6] Decreto 2157 de 2017, Presidencia de la República, Diario Oficial No. 50453 del 20 de diciembre de 2017.

de la República). Esto implica la elaboración de un plan de gestión del riesgo de desastres, basado en los tres procesos clave: conocimiento, reducción y manejo del riesgo. Así, se garantizará la articulación de la respuesta de emergencia con los instrumentos de planeación de la entidad territorial.

Se deberá identificar en qué estado se encuentran los instrumentos de planificación (planes de gestión del riesgo y estrategias de respuesta) de la entidad territorial en la cual se encuentra las instalaciones de la empresa, quién es el responsable o el coordinador del Consejo Territorial de Gestión del Riesgo y qué acciones de articulación se han adelantado en ese territorio, esto con miras a vincularse activamente a tales iniciativas.

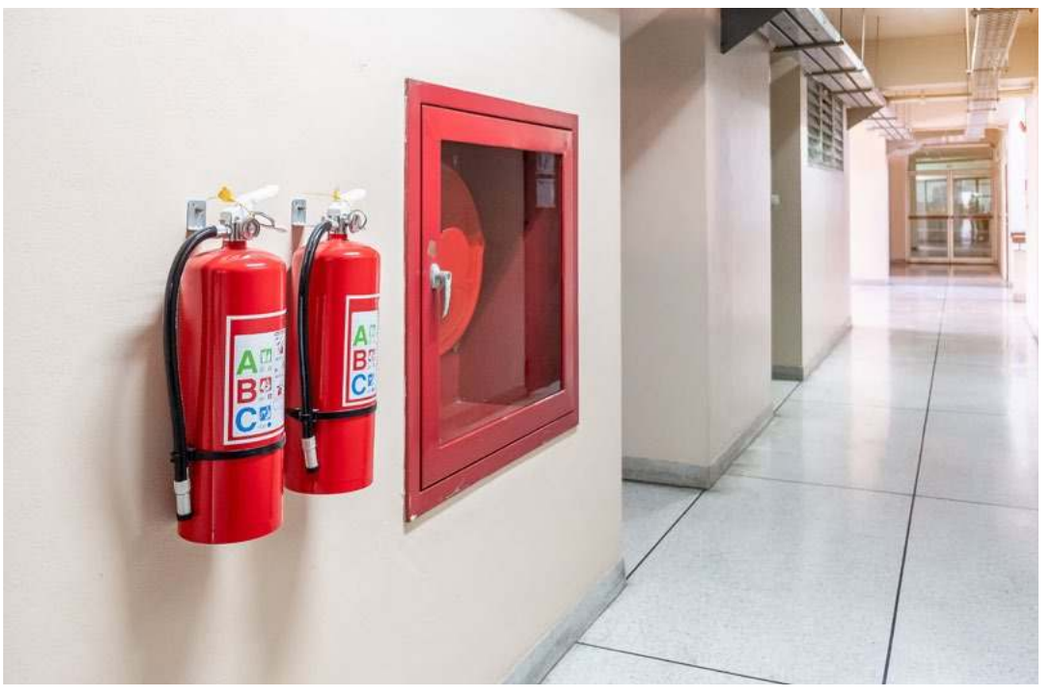
Será necesario, a su vez, promover la conformación de Comités de Ayuda Mutua (CAM). Los CAM son asociaciones autónomas y voluntarias de comunidades, organizaciones, empresas e instituciones, tanto públicas como privadas, que se unen con el objetivo de coordinar recursos humanos y físicos para gestionar y responder de manera conjunta ante distintos tipos de eventos,



optimizando así la atención inmediata[7].

Dentro de los acciones y actividades que pueden orientar la conformación de los CAM están:

- Convenio privado con compromiso de los representantes.
- Firma voluntaria de documento formal de ayuda mutua.
- Convenio recíproco y con compromiso de compensación económica o reintegro de los materiales utilizados.
- Delimitación clara de los recursos humanos y físicos disponibles para el CAM.
- Procedimientos unificados.
- Plan de capacitación compartido.
- Revisar el plan de emergencias por parte de todos miembros del comité y adaptarlo a la asistencia coordinada.
- Armonizar las tareas.
- Definir la ayuda técnica y material conjunta en caso de emergencia, entre otras que la acción voluntaria y autónoma les permita y les beneficie.



Requisito 3.2.7 de la Guía RUC®

Las organizaciones deben evaluar la aplicación de la normatividad relacionada con la reducción del riesgo de desastres y los planes de atención en emergencias ante cualquier escenario de riesgo. Es crucial que este proceso se articule con las demás compañías que operan en el territorio, las comunidades vecinas y las entidades territoriales. La manera más efectiva de conocer y mitigar el riesgo es a través de una articulación colectiva entre todos los actores del territorio. No

[7] Definición tomada de la página web del Idiger: www.idiger.gov.co/web/cam/fortaleza

basta con controlar las operaciones propias; es esencial comprender el entorno que podría poner en riesgo la actividad empresarial y tomar medidas conjuntas que aseguren la continuidad de los negocios y las operaciones en caso de que un escenario de riesgo previsto se materialice.

Desarrollar estas acciones permitiría cumplir con los requisitos legales pertinentes y asegurar la conformidad con lo establecido en el numeral 3.2.7 de la Guía RUC sobre planes de emergencia. Este numeral establece que el plan debe incluir, como mínimo, un plan operativo que contemple "convenios o acuerdos para obtener el apoyo (equipos, brigadas, entre otros) de otras entidades, así como las capacidades existentes en las redes institucionales y de ayuda mutua".

No basta con controlar las operaciones propias; es esencial comprender el entorno que podría poner en riesgo la actividad empresarial y tomar medidas conjuntas que aseguren la continuidad de los negocios y las operaciones en caso de que un escenario de riesgo previsto se materialice".

NUTRICIÓN

Explora tu plan de alimentación ideal



Personaliza tu plan de alimentación, recibe recomendaciones adaptadas a tus preferencias y hábitos, y descubre nuevas recetas cada día.

ACTIVIDAD FÍSICA

Mantente saludable y en movimiento



¡Ejercita a tu propio ritmo y desde cualquier lugar! Personaliza tus rutinas con la ayuda de tu entrenador y registra tu progreso.

SALUD PSICOSOCIAL

Cuida tu salud mental y emocional



Evalúa tu bienestar con el Índice de Salud Psicosocial, obtén el acompañamiento de tu Coach de Salud y lleva un registro de tus emociones.

AUSENTISMO INTELIGENTE

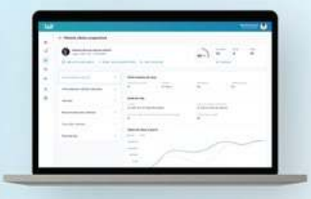
Detecta fraude en la gestión de incapacidades



Audita con IA las incapacidades médicas para detectar fraude o abuso en las enfermedades de origen común. Analítica avanzada en tableros de gestión para tomar mejores decisiones.

HISTORIA CLÍNICA OCUPACIONAL

Conoce el estado de salud de tu organización



Conoce a fondo la salud de tus colaboradores para brindarles un cuidado personalizado.
Diseña programas específicos para cada grupo.

Somos la evolución en bienestar y salud ocupacional.

www.uell.ai

Uell


CCS
Consejo Colombiano
de Seguridad
MIEMBROS
AFILIADOS
Ingresando a
https://ccs.org.co/miembros-afiliados-ccs/
o escaneando el código QR, podrás conocer aquellas empresas o personas
naturales que han creído en el Consejo Colombiano de Seguridad:
+ Nuevos afiliados Asociación de Profesionales
+ Nuevas empresas afiliadas
+ Empresas que cumplen cinco años o más de afiliación al CCS
+ Empresas certificadas en ISO 45001, 39001, 14001 y 9001
+ Nuevos inscritos RUC®
EL
CCS
¡SIEMPRE CONTIGO!



Control operacional del riesgo

Gestión del riesgo es sistemas de almacenamiento: aspectos clave para tener en cuenta



Johan Andrés García Meneses
Líder Técnico del CCS
Ingeniero químico / Magíster en Ingeniería Química

La gestión de riesgos en los sistemas de almacenamiento es una disciplina crítica esencial para garantizar la seguridad operativa, la protección ambiental y el cumplimiento normativo en los entornos industriales. Estos sistemas, además, desempeñan un papel fundamental en sectores tales como el petrolero, químico, farmacéutico y de tratamiento de agua. A su vez, sirven como depósitos para líquidos, gases, sólidos y otras sustancias clave de los procesos productivos.



Los sistemas de almacenamiento de sustancias químicas se clasifican según diversos criterios, incluyendo el tipo de contenedor, la naturaleza de las sustancias almacenadas y las condiciones de seguridad requeridas. En primer lugar, se encuentran los sistemas de almacenamiento en tanques que pueden ser subterráneos, a nivel del suelo o aéreos, los cuales están diseñados para almacenar líquidos y gases químicos a gran escala. Otros sistemas comunes incluyen los depósitos de almacenamiento como contenedores, adecuados para productos químicos envasados y líquidos a granel. Asimismo, se utilizan áreas de almacenamiento segregadas y etiquetadas para sustancias incompatibles, así como sistemas de almacenamiento específicos para materiales peligrosos, como bodegas de seguridad y almacenes refrigerados (SURA, 2011).

Contenedores

Los contenedores sirven como recipientes indispensables para el transporte, almacenamiento y manipulación de una amplia gama de mercancías, incluyendo productos químicos, combustibles, productos farmacéuticos y materiales peligrosos. Sin embargo, la utilización de contenedores introduce riesgos inherentes que requieren prácticas adecuadas

de gestión de riesgos para mitigar los peligros potenciales y consecuencias negativas.

La naturaleza diversa de las sustancias almacenadas en contenedores presenta un panorama complejo de riesgos que van desde derrames y fugas de productos químicos hasta riesgos de incendio y contaminación ambiental. Cada tipo de material conlleva propiedades y peligros únicos, lo que requiere evaluaciones del riesgo y estrategias de mitigación personalizadas para abordar desafíos específicos de manera efectiva. Además, los propios contenedores plantean riesgos relacionados con la integridad estructural, la compatibilidad con las sustancias almacenadas y la vulnerabilidad a factores externos como las fluctuaciones de temperatura, el estrés mecánico y la manipulación inadecuada. Como tal, los enfoques integrales de gestión de riesgos deben abarcar evaluaciones exhaustivas tanto de los peligros de las sustancias como de las características de los contenedores para garantizar el almacenamiento y manipulación segura de las mercancías (Petros, 2017).



Un claro ejemplo de una mala gestión del riesgo en este tipo de almacenamiento fue lo ocurrido el 12 de agosto de 2015, en Tianjin, China (IChemE, 2022). Este puerto se convirtió en el epicentro de una de las explosiones artificiales no nucleares más grandes del mundo. Trágicamente, 173 personas, entre ellas, 104 bomberos, perdieron la vida en una serie de explosiones, la mayor de las cuales registró la actividad sísmica de un terremoto de magnitud 2,92. Los residentes en un radio de tres kilómetros debieron ser evacuados debido al riesgo de que toxinas se filtraran a los sistemas de agua potable. El mal manejo y el almacenamiento incorrecto de la nitrocelulosa permitieron que el compuesto se quemara espontáneamente.

Se determinó que el fuego se originó en un contenedor de almacenamiento ubicado en el área del patio del puerto. A pesar de los intentos por determinar el contenido del mismo, la falta de documentación impidió que los empleados pudieran informar a los bomberos.

Adicionalmente, los oficiales que atendieron la emergencia enfrentaron dificultades para combatir el incendio, ya que los contenedores estaban apilados demasiado cerca, obstaculizando el acceso de los camiones cisterna y facilitando, a su vez, la propagación del fuego. La primera explosión se produjo aproximadamente a las 11:30 p.m. y provocó una onda expansiva. Una segunda explosión, se produjo 30 segundos después y destruyó las puertas y ventanas de 17.000 hogares, mientras que provocó seis grandes incendios que tardaron más de 41 horas en extinguirse.

Tanques de almacenamiento

Dentro de estos sistemas se encuentran los tanques de almacenamiento, cuya operación presenta inherentemente una gran cantidad de riesgos que van desde preocupaciones sobre la integridad estructural hasta peligros ambientales, los cuales requieren protocolos sólidos de gestión de riesgos para mitigar posibles resultados adversos.

Uno de los principales desafíos en este sentido radica en la naturaleza diversa de las sustancias almacenadas y en las características únicas de los propios sistemas de tanques. Diferentes productos químicos, combustibles y materiales plantean distintos peligros que pueden ir desde la inflamabilidad y la toxicidad hasta la corrosividad y la volatilidad. Además, los tanques vienen en varios diseños y configuraciones, cada

uno con su propio conjunto de vulnerabilidades y modos de falla, como fugas, rupturas, corrosión y sobrellenados. Como tal, un enfoque integral de gestión de riesgos debe abarcar evaluaciones exhaustivas, adaptadas a sustancias y tipos de tanques específicos, considerando factores como la compatibilidad de los materiales, las condiciones operativas y los impactos ambientales (Chaparro Castañeda, 2021).

Además, la ubicación geográfica y el entorno circundante influyen aún más en los factores de riesgo asociados a la operación de los tanques de almacenamiento. Las instalaciones situadas cerca de cuerpos de agua, áreas residenciales o áreas ambientalmente sensibles enfrentan una mayor inspección y requisitos regulatorios con el propósito de evitar posibles derrames, fugas o eventos de contaminación que podrían tener consecuencias graves en el entorno. Por lo tanto, las estrategias de gestión de riesgos deben integrar consideraciones específicas del sitio, incluida la planificación de respuesta a emergencias, así como medidas de contención y monitoreo ambiental para mitigar los riesgos y minimizar el daño potencial a los ecosistemas y comunidades vecinas (Pabón Figueroa & Quintero Castillo, 2019).

De igual manera, el cumplimiento de códigos, normas y regulaciones que rigen el diseño, la construcción, la operación y el mantenimiento de los tanques es imperativo para mitigar las responsabilidades legales, los riesgos reputacionales y las sanciones financieras asociadas al incumplimiento.

El de Caribbean Petroleum Corporation – Capeco permite contextualizar sobre las posibles situaciones que se pueden presentar en parques de almacenamiento. El 23 de octubre de 2009 una fuerte explosión sacudió las instalaciones de esta compañía en San Juan, Puerto Rico (CSB, 2015). Todo inició, dos días antes, el miércoles 21 de octubre de 2009, cuando se realizó una transferencia de rutina de más de 10 millones de galones de gasolina desde un tanque ubicado en el muelle a cuatro kilómetros del predio. Para entonces, solo existía un tanque con capacidad de almacenar todo el combustible transportado; sin embargo, ya estaba en uso. Por ello, Capeco decidió distribuir la gasolina en cuatro tanques más pequeños. Esta operación tardaría más de 24 horas en completarse. Para ello, un operador se ubicaba en el muelle mientras que otro monitoreaba las válvulas en el parque de almacenamiento. La secuencia de eventos descritos en el informe de la investigación de este accidente por parte del Chemical Safety Board se expone a continuación (CSB, 2015):



Octubre 22

- **12:00 m.** Los operarios desviaron el flujo a los tanques 409 y 411. Capeco usaba un sencillo método de medición de nivel del líquido dentro de los tanques. Este consistía en un flotador y una cinta de medición. Una tarjeta de medición electrónica se encargaba de enviar las mediciones a la sala de control, pero la tarjeta del tanque 409 no funcionaba. Así que los operarios debían registrar de forma manual las lecturas de nivel del tanque una vez, cada hora.
- **10:00 p.m.** El tanque 411 alcanzó su máxima capacidad. Por ende, los operarios desviaron el flujo al abrir totalmente la válvula hacia el tanque 409. Uno de ellos, realizó la lectura del nivel del tanque 409 en el indicador y se lo informó a su supervisor. Este último calculó que el tanque 409 se llenaría a la 1:00 am.
- **11:50 p.m.** El tanque empezó a rebosarse. La gasolina se derramó por los respiradores; se formó una nube de vapor y una piscina de líquido en el dique del tanque. La nube de vapor creció hasta cubrir una zona de 43 hectáreas.
- **12:00 a.m.** Un operario se disponía a hacer el control de nivel del tanque 409. Antes de llegar a este, percibió un fuerte olor a gasolina. Le comunicó al operario del muelle que cerrara el flujo. Una niebla blanca se elevaba un metro sobre

el suelo. El operario de parques y el supervisor se desplazaron a una parte alta para tratar de identificar el origen de la fuga.

Mientras tanto, la gasolina fluyó a través de las válvulas abiertas en el dique de contención hacia la zona de tratamiento de aguas residuales. Allí, el vapor alcanzó los equipos eléctricos originando el incendio. Una ráfaga de fuego regresó hacia los tanques de almacenamiento. Siete segundos más tarde hubo una gran explosión de 2,9 grados en la escala de Richter.

Octubre 23

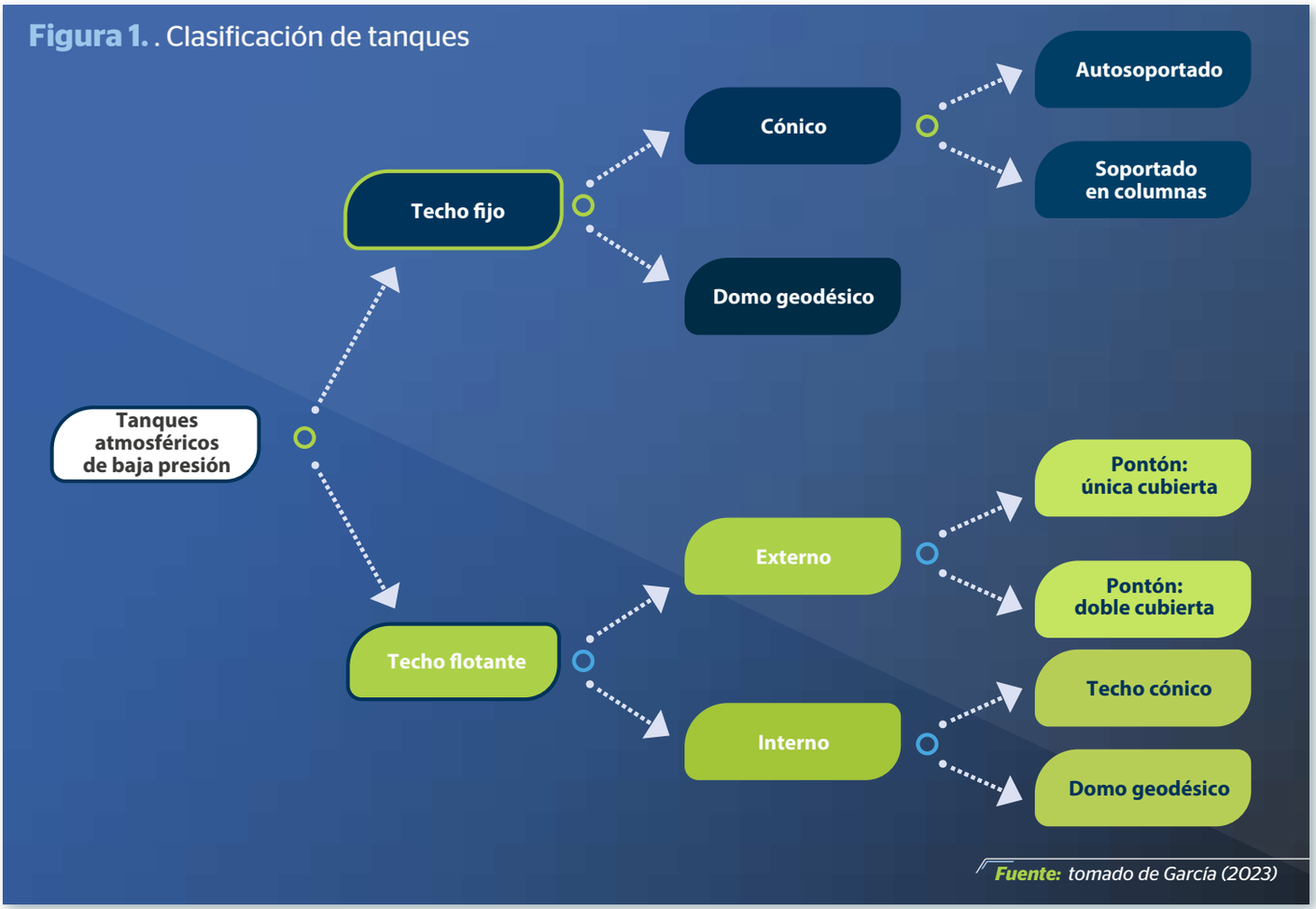
- **12:23 a.m.** Casi 26 minutos después del inicio del rebosamiento, 17 tanques del parque estaban en llamas. Por suerte, los empleados de Capeco evacuaron el parque a tiempo y no hubo víctimas. Se determinó que se derramó un total de 200 mil galones de gasolina (20 camiones cisterna llenos). Las llamas podían verse a 13 kilómetros de distancia y siguieron ardiendo por más de dos días. La onda explosiva dañó más de 300 casas y negocios vecinos.

Los sistemas de almacenamiento de sustancias químicas se clasifican según diversos criterios, incluyendo el tipo de contenedor, la naturaleza de las sustancias almacenadas y las condiciones de seguridad requeridas".

Tipos de tanques de almacenamiento

Para lograr una buena gestión de los riesgos asociados a la operación de tanques de almacenamiento es importante, primero, conocer su clasificación. Dentro de los tanques atmosféricos de baja presión se encuentran los tanques de techo fijo y los tanques de techo flotante (BP-IChemE, 2006). En cada una de estas dos grandes categorías se encuentran otras, tal y como se puede observar en la figura 1.

Figura 1. . Clasificación de tanques



Fuente: tomado de García (2023)

Tanques de techo fijo

Utilizados para sustancias con puntos de inflamación altos y que no se evaporan fácilmente. Esto evita la acumulación de gases al interior del tanque. Están formados por un solo cuerpo, con un techo no móvil y válvulas de venteo que permiten la salida de vapores (no soportan sobrepresiones). El techo puede ser auto soportado o soportado con columnas.

El vapor que se encuentra encima del líquido dentro de un tanque de techo fijo está en contacto con la atmósfera a través de los respiraderos del mismo. Si la sustancia almacenada es lo suficiente volátil, el vapor puede combinarse con el aire y formar una mezcla inflamable.

Las atmósferas inflamables deben evitarse en los tanques de techo fijo a través de sistemas de control adecuados y, cuando sea necesario, contar con unidades de inertización. De igual manera, los tanques deben estar bien protegidos de fuentes de ignición.

Aparte de las operaciones de carga, en los tanques de techo fijo se pueden generar atmósferas explosivas de diferentes maneras, entre ellas (García, 2023):

Figura 2. Tanque de techo fijo



Fuente: tomado de *www.pipingengineer.org/wp-content/uploads/dished-roof-storge-tank.jpg*

- Degradación de los combustibles almacenados, particularmente, aquellos que contienen residuos de craqueo (proceso térmico o catalítico para descomponer un compuesto en otros más simples).
- Producción de una atmósfera inflamable cuando se almacena un producto volátil como combustibles derivados del petróleo por medio de la mezcla, contaminación o sobrecalentamiento de estos.
- Inadecuada separación de los productos livianos y pesados.
- Formación de nubes o niebla de vapor como consecuencia de chapoteo o salpicaduras en las operaciones de llenado.

Tanques de techo flotante

Los tanques de techo flotante son aquellos que cuentan con un techo móvil que, como su nombre lo indica, flota encima del producto almacenado. Se clasifican de acuerdo con el tipo: interno o externo. Los tanques de techo flotante interno son aquellos que tienen un techo fijo adicional en la cima (generalmente tipo domo) mientras que los tanques de techo flotante externo no cuentan con cubierta adicional, es decir, están expuestos directamente al clima. La emisión de vapores de un tanque con techo flotante interno es, por lo general, mucho menor que la de aquellos con techo flotante externo debido a que el efecto del viento ha sido eliminado.

Las siguientes son algunas ventajas de los tanques con techo flotante:

- No dejan espacio para la acumulación de vapor por lo que se elimina la posibilidad de formación de una atmósfera explosiva.
- Reducen pérdidas del producto por evaporación.
- Reducen la contaminación del aire.

- Los flotadores internos incrementan la protección contra el fuego. Instalar una cubierta tipo domo sobre el techo flotante disminuye considerablemente la posibilidad de ignición.

Figura 3. Tanque de techo flotante externo



Fuente: tomado de *https://stock.adobe.com/co/images/large-oil-tank-with-floating-roof/383727507?prev_url=detail*

Figura 4. Tanque de techo flotante interno



Fuente: tomado de https://stock.adobe.com/co/images/fuel-storage-tanks/14032812?prev

Corrosión de los tanques

La mayoría de los tanques son fabricados en acero al carbono (acero de construcción), el cual puede corroerse cuando es expuesto al aire y al agua. Con el paso del tiempo la corrosión puede debilitar o dañar las láminas que forman los tanques, generando orificios o fallas estructurales que pueden desencadenar fugas o accidentes. El óxido, el residuo que se desprende de las partes corroídas, puede restringir o bloquear los sumideros de drenaje y, de esta forma, generar la acumulación de agua, ocasionando aún más corrosión.

La oxidación del acero se acelera debido a varios factores, entre ellos, el incremento de la temperatura, la exposición a un ambiente corrosivo o, incluso, la corriente eléctrica. Existen estrategias de control que pueden aplicarse para evitar la oxidación de los tanques. Algunas de estas son (Wermac, 2018):

- Uso de materiales resistentes a la corrosión tanto para la estructura del tanque como en los accesorios adicionales.
- Aplicación de revestimientos como pintura, anticorrosivos o fibra de vidrio.
- Protección catódica para prevenir la corrosión de los componentes del

tanque que están en contacto con el suelo.

- Uso de químicos inhibidores de corrosión en mezcla con el producto almacenado para evitar la corrosión de las paredes interiores.

Inspección de tanques

Por lo general, hay tres tipos de inspección en tanques de almacenamiento:

- Inspección visual
- Inspección en servicio
- Inspección fuera de servicio

Las inspecciones, internas y externas, deben realizarse en periodos regulares de tiempo, ya sea por personal propio o por parte de una autoridad de inspección externa a la empresa y organización que confirme la seguridad e integridad de los tanques examinados. La norma API 653 'Inspección, reparación, modificación y reconstrucción de tanques de almacenamiento' contiene los procedimientos y formatos para esta labor.

Los intervalos entre las inspecciones aplicadas a un tanque (ya sean internas o externas) se deben determinar con base en los siguientes aspectos (García, 2023):

- El historial de servicio y operación del tanque.
- El nivel o tasa de corrosión del tanque.
- La naturaleza de los productos almacenados.
- Los resultados de los chequeos de mantenimiento.
- Los resultados de inspecciones previas.
- La localización del tanque, por ejemplo, si se encuentra en áreas de alto riesgo.
- Los cambios en los procedimientos de operación, por ejemplo, la frecuencia del asentamiento del techo flotante.
- La legislación aplicable o los estándares internacionales.

Figura 5. Tanque con corrosión



Fuente: tomado de *https://stock.adobe.com/co/images/big-industrial-oil-tanks-in-a-refinery-in-the-morning/327404101?prev_url=detail*

En conclusión, una gestión eficaz de los riesgos en los sistemas de almacenamiento ya sea que involucren tanques o contenedores, es fundamental para garantizar la seguridad operativa, la protección ambiental y el cumplimiento normativo. Al implementar protocolos integrales de evaluación de riesgos, prácticas de mantenimiento proactivo y planes sólidos de respuesta a emergencias, las organizaciones pueden mitigar los peligros potenciales asociados con las operaciones de almacenamiento. Además, el cumplimiento de los estándares de la industria, los requisitos reglamentarios y la adopción de mejores prácticas desempeña un papel crucial a la hora de minimizar los pasivos y proteger los activos y los intereses de los diversos actores. En general, priorizar la gestión de riesgos en los sistemas de almacenamiento no solo mejora la seguridad y la resiliencia, sino que también fomenta prácticas sostenibles y responsables que benefician tanto a las empresas como a las comunidades.

Referencias

Carex Canadá. (2023). Perfil de sílice (cristalina). Disponible en: *https://www.carexcanada.ca/profile/silica_crystalline/*

ANSI/API STD 2350, 5th Edition, September 2020). Overfill Prevention for Storage Tanks in Petroleum Facilities

API RP 2026, 4th Edition, July 2022 - Safe Access/Egress Involving Floating Roofs of Storage Tanks in Petroleum Service

API RP 2003, 8th Edition, September 2015 - Protection Against Ignitions Arising Out of Static, Lightning, and Stray Currents

API STD 2015, 8th Edition, January 2018 - Requirements for Safe Entry and Cleaning of Petroleum Storage Tanks

API STD 653, 5th Edition, November 2014 - Tank Inspection, Repair, Alteration, and Reconstruction

API RP 2021, 4th Edition, May 2001 - Management of Atmospheric Storage Tank Fires

BP-IChemE. (2006). BP Process Safety Series: Safe Tank Farms and (Un)loading Operation. Rugby, Reino Unido: IChem*E*.

Chaparro Castañeda, A. C. (2021). Evaluación de riesgo de tanques de almacenamiento de crudo en ambiente costero de acuerdo con metodologías API581 y EEMUA159. Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia. Obtenido de *https://repositorio.uptc.edu.co/bitstream/001/8544/1/Evaluacion_riesgo_tanques_de_almacenamiento_crudo.pdf*

CSB. (2015). Caribbean Petroleum Refining Tank Explosion and Fire. Recuperado el 08 de Febrero de 2024, de *https://www.csb.gov/caribbean-petroleum-refining-tank-explosion-and-fire/*

García, J. A. (2023). Operación segura de tanques. Aspectos clave y recomendaciones. Series El Supervisor, Consejo Colombiano de Seguridad.

IChemE. (2022). Failures, repeated – the Tianjin explosion. Loss Prevention Bulletin, 286. Obtenido de *www.icheme.org/media/18714/lpb286_pg17.pdf*

Pabón Figueroa, J. A., & Quintero Castillo, A. F. (2019). Diseño de un plan de inspección para los tanques de almacenamiento. Universidad Industrial de Santander.

Petros, P. (2017). Port Risk Management in Container Terminals. Transportation Research Procedia, 25, 4411-4421.

SURA. (2011). Almacenamiento seguro de sustancias químicas. Centro de Información de Sustancias Químicas, Emergencias y Medio Ambiente.

Wermac. (2018). Storage Tanks Safety. Obtenido de *www.wermac.org/equipment/storage_tanks_safety.html*

Secur App

ACIN

Reporta Actos y condiciones inseguras con IA y Machine Learning



- **IA** y **MACHINE LEARNING** para la gestión de actos y condiciones inseguras
- Reportes sin límites de usuarios
- Planes de acción con diversas metodologías
- **Predice** posibles ocurrencias de acuerdo a comportamientos en tus centros de trabajo
- Genera tips y **medidas de prevención**
- Modela y establece procedimientos de **trabajo seguro**
- Mejora tus indicadores de siniestralidad
- Dashboards e informes automatizados

Escríbenos y agenda tu **DEMO GUIADO** **www.securapp.co**



Salud laboral

Identificación del riesgo biomecánico aplicando tecnologías 4.0 55



Mónica Andrea Camargo Salinas
Administradora ambiental
Magíster en Salud Ocupacional y Ambiental



Nasli Yuceti Miranda Arandia
Ingeniera industrial
Especialista en Higiene y Salud Ocupacional / Magíster en Sistemas Integrados de Gestión

Modelo semiautomatizado para la identificación del nivel de riesgo biomecánico aplicando tecnologías 4.0 bajo la metodología 'Checklist OCRA'



El riesgo biomecánico contribuye significativamente a la carga global de desarrollo de enfermedades laborales (Driscoll, 2018). Dentro de las consecuencias derivadas de la exposición a este riesgo, los trastornos musculoesqueléticos (TME) se convierten en una de las de mayor predominancia, ya que abarcan más de 150 tipos de trastornos que pueden afectar el sistema locomotor humano. Además, ocasionan un aumento en los índices de ausentismo laboral, debido a dolencias y/o molestias osteomusculares, que generan pérdida y limitación en sus capacidades funcionales, lo que afecta el desempeño y la productividad laboral (Organización Mundial de la Salud-OMS, 2021).

Los trabajos en donde hay presencia de actividades y tareas repetitivas pueden materializar este riesgo ya que se trata de labores

con ciclos recurrentes donde se realizan las mismas acciones durante más del 50 % del tiempo laboral (ISO, 2014) o en las que la duración del ciclo en las que se ejecutan es inferior a 30 segundos (ISO, 2007). Debido a ello, aproximadamente el 20 % del dolor lumbar y cervical en adultos se atribuye a la exposición laboral (OMS, 2018), lo que resalta la importancia de continuar con la investigación, innovación y desarrollo tecnológico en esta área.

Por ende, la evaluación del riesgo biomecánico hace parte de las estrategias de la gestión de riesgos en el ámbito de la seguridad y salud en el trabajo y permite la toma de decisiones de manera oportuna en términos de prevención de accidentalidad y enfermedad laboral (Ayres, et al, 2018). Dentro de estos procesos de evaluación, los métodos tradicionales, como OCRA, RULA, REBA, OWAS, entre otros, demandan tiempo y experticia por parte del evaluador e implican, en algunos casos, sesgos asociados al criterio del observador (Aqueveque, et al, 2023).

Por su parte, la tecnología ha impulsado un crecimiento exponencial de herramientas digitales para evaluar riesgos en los entornos laborales. Sin embargo, según Poddar et al. (2024), existe una notable brecha entre la investigación en ciencia de datos y su implementación en el sector salud donde apenas el 10 % de estas herramientas se utilizan en entornos reales. En la mayoría de los casos, las tecnologías se limitan a entornos de investigación en laboratorio y existen grandes limitaciones en el acceso a códigos y datos (Celi, et al, 2019) lo que obstaculiza su adopción por parte de muchas empresas.

Para impulsar el desarrollo de soluciones tecnológicas innovadoras que respondan a los desafíos del país, es crucial fomentar una estrecha colaboración entre el sector empresarial y la academia, que contribuya a la prevención de riesgos laborales, la promoción de la salud ocupacional y el cumplimiento de las normativas vigentes en materia de Seguridad y Salud en el Trabajo.

Metodología

En una colaboración interdisciplinaria entre docentes investigadores y estudiantes de la Maestría en Gerencia de la Calidad y la Especialización en Seguridad y Salud en el Trabajo, así como del pregrado en Ingeniería Industrial, de la Universidad de América, se llevó a cabo un estudio descriptivo de corte transversal que combina investigación aplicada y experimental. A través de este estudio, se desarrolló un modelo semiautomatizado para la evaluación del riesgo biomecánico en miembros superiores de trabajadores del sector farmacéutico, de una empresa transnacional de origen colombiano, en su planta ubicada en Sopó (Cundinamarca).

El proyecto inició con el análisis de las metodologías de evaluación de riesgos biomecánicos disponibles y validadas, a través de la indagación documental de fuentes secundarias como estudios previos, artículos de investigación y libros, con el fin de seleccionar la metodología que se pudiera adaptar a las actividades de acondicionamiento y producción de la empresa farmacéutica objeto de estudio. Como resultado de este proceso, se seleccionó la metodología 'Checklist OCRA' debido a su énfasis en evaluar el riesgo en las extremidades superiores frente a la presencia de movimientos repetitivos en la actividad.

Posteriormente, se desarrollaron tres fases, presentadas en la figura 1., para lograr el desarrollo del modelo que semiautomatiza la metodología 'Checklist OCRA'.

Figura 1. Fases del proceso metodológico



Fuente: elaboración propia.

En la primera fase denominada Parametrización de variables se procedió a evaluar el nivel de automatización de los seis factores de medición constituyentes de esta metodología, que se presentan en la figura 2, con el fin de parametrizar las variables para su detección automática. Al examinar cada parámetro, se concluyó que algunos de estos requieren el ingreso manual de datos, mientras que otros pu eden medirse utilizando herramientas basadas en visión por computadora, lo que dio como resultado un modelo semiautomático, concluyendo que cuatro de los seis factores se parametrizan para la detección automática de su valor y los dos restantes requerirán la entrada manual de datos organizacionales de la actividad. Las condiciones de entrada para el modelo se presentan en la figura 2.

Figura 2. Parametrización de las variables



Fuente: elaboración propia.

En la fase 2 se desarrolló el modelo basado en redes neuronales convolucionales (CNN) en donde se califican numéricamente las condiciones de la tarea, permitiendo la estimación del índice de riesgo, para la detección en tiempo real de las posturas adoptadas en los miembros corporales superiores. Se emplearon dos modelos basados en redes neuronales convolucionales (CNN) para clasificar imágenes y reconocer objetos: 'MediaPipe Pose' modelo desarrollado por Google que facilita la detección y el seguimiento en tiempo real de las 21 articulaciones de cada mano y 'YOLO', sistema de código abierto para detección de objetos en tiempo real. Este último, ha sido entrenado con mil imágenes seleccionadas de un conjunto de datos filmográficos y fotográficos capturados a una velocidad de 30 fotogramas por segundo, etiquetadas con la herramienta de código abierto 'Label Studio' que permite el etiquetado y anotación de tipos de datos como audio, texto, imágenes y videos.

De esta forma, el modelo permitió obtener las coordenadas 3D de las articulaciones de hombros, codos y manos. Así mismo, facilitó el reentrenamiento de un nuevo modelo llamado por los investigadores 'YOLO-GRIPS', el cual identifica los tipos de agarre abordados en la metodología 'Checklist OCRA' (gancho, presa palmar y pinza), para permitir la identificación como se muestra en la imagen 1, junto con la identificación de articulaciones de las manos, brazos, antebrazos y hombros.

Una vez entrenado el modelo 'YOLO-GRIPS', se procedió a su evaluación utilizando el sensor 'Kinect Azure' de Microsoft en las áreas de acondicionamiento y producción de la empresa farmacéutica, específicamente en las actividades de empaque de ampolletas y viales. La evaluación reveló un nivel de precisión de 0,804 en el área bajo la curva, tanto para la mano derecha como para la izquierda.

Imagen 1. Identificación de tipo de agarre y articulaciones de las manos y miembros superiores mediante algoritmos IA



Fuente: *elaboración propia*

Entrenado el modelo se procedió con la parametrización de la metodología 'Checklist OCRA' como sistema informático. La validación del modelo se llevó a cabo mediante pruebas piloto con 43 trabajadores participantes y comparación con evaluaciones realizadas por expertos, confirmando así la fiabilidad de los resultados, fase que aún se encuentra en desarrollo.

La fase 3 corresponde al diseño de la interfaz, en editor de código fuente, 'Visual Studio Code' para permitir el contacto con el usuario evaluado. En la figura 3, se identifica la interfaz del prototipo del *software*.

Figura 3. Fases del proceso metodológico



Fuente: elaboración propia.

Resultados

Como resultado de este proyecto de investigación, se diseñó un modelo semiautomatizado para la aplicación de la metodología 'Checklist OCRA' que permite evaluar el nivel de riesgo biomecánico en miembros superiores, basado en algoritmos de visión por computadora. A través de la evaluación de diferentes modelos de detección de articulaciones de miembros superiores, se optó por la elección del modelo 'YOLO Pose' —como fue denominado por los investigadores— ya que evidenció adecuado desempeño en la precisión en la detección de articulaciones, con una tasa de identificación del 90 % frente al 75 % respecto al modelo 'MediaPipe Pose' también evaluado.

El modelo continúa en proceso de validación para asegurar su confiabilidad. La evaluación constante permitirá adaptar y optimizar el sistema a las necesidades y condiciones cambiantes de la industria farmacéutica, así como su inclusión y aplicación en otras industrias. Así mismo, el desarrollo y prueba de la interfaz también se encuentran en proceso.

> *"La tecnología ha impulsado un crecimiento exponencial de herramientas digitales para evaluar riesgos en los entornos laborales".*

Conclusiones

Como conclusión del proyecto de investigación presentado en este artículo, se logró el desarrollo de un modelo semiautomatizado para el proceso de identificación del nivel de riesgo biomecánico, a través de la aplicación de la metodología 'Checklist OCRA'. Así, mediante el uso de un sensor de video 'Kinect' se capturarán los datos visuales de trabajadores durante la ejecución de tareas rutinarias, para que, a través de algoritmos de visión por computadora, el modelo traduzca la captura de los videos en identificación de las variables evaluadas en la metodología, logrando

cuantificar el índice de riesgo biomecánico.

Este desarrollo que se enfoca en la evaluación de actividades con presencia de movimientos repetitivos de miembros superiores, sienta las bases para la creación de modelos más versátiles, capaces de evaluar una amplia gama de actividades laborales. Además, facilita la adopción de tecnologías innovadoras por parte de las empresas colombianas. Muestra, de esta manera, la importancia de la sinergia entre la industria y la academia, así como la implementación de tecnologías 4.0 en los procesos de gestión de riesgos.



Referencias

Aqueveque, P., Peña, G., Gutiérrez, M., Gómez, B., Alemania, E., Retamal, G., & Ortega-Bastidas, P. (2023). Utilización de sistemas de captura de movimiento para instrumentar el índice OCRA: un estudio sobre la clasificación de riesgos para las actividades relacionadas con el trabajo de las extremidades superiores. Sensores, 23(17), 7623.

Ayres, JR, Paiva, V. y Franca, I. (2018). De la historia natural de la enfermedad a la vulnerabilidad. Conceptos y prácticas en transformación en la salud pública contemporánea. V. Paiva, JR Ayres, A. Capriati, A. Amuchástegui, M. Pecheny (ed.), Prevención, Promoción y Atención. Enfoques de vulnerabilidad y derechos humanos, 35-64.

Celi, LA, Citi, L., Ghassemi, M., y Pollard, TJ (2019). La colección PLOS ONE sobre aprendizaje automático en salud y biomedicina: hacia el código abierto y los datos abiertos. PloS one , 14 (1), e0210232.

Driscoll, T. (2018). La carga global de enfermedades derivadas de exposiciones ocupacionales en 2016 en Medicina ocupacional y ambiental, 75 (suplemento 2): A1-A650.

Camargo-Salinas, MC, Miranda N., Suárez-Pérez J.F. (2024). Estado del arte en evaluación de métodos de detección automatizada de riesgo ergonómico en entornos de trabajo industrial.

ISO/TR 12295:2014 Ergonomía. Documento de aplicación de normas internacionales sobre manipulación manual (ISO 11228-1, ISO 11228-2 e ISO 11228-3) y evaluación de posturas de trabajo estáticas (ISO 11226).

ISO 11228-3:2007. Ergonomía. Manipulación manual. Parte 3: manipulación de cargas bajas a alta frecuencia.

Organización Mundial de la Salud (OMS). (2018). Prevención de enfermedades mediante un lugar de trabajo saludable y seguro (Ginebra).

Organización Mundial de la Salud (OMS). (2021). Centro de Prensa. Trastornos musculoesqueléticos. *https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/musculoskeletal-conditions*

Poddar, M., Marwaha, J. S., Yuan, W., Romero-Brufau, S., & Brat, G. A. (2024). An operational guide to translational clinical machine learning in academic medical centers. NPJ Digital Medicine, 7(1), 129.

Redmon, J., Divvala, S., Girshick, R. y Farhadi, A. (2016). Solo miras una vez: detección de objetos unificada y en tiempo real. En: actas de la conferencia IEEE sobre visión por computadora y reconocimiento de patrones (p. 779-788).

Equipo investigador	
Docentes	**Estudiantes**
Mónica Andrea Camargo Salinas	Luna Kamila Pérez
Nasli Miranda Arandia	Gustavo Duarte Castro
John Fredy Suárez P.	Daniel Santiago Calderón
	Carolina Polo



Ambiente laboral **seguro**

Transformación de hábitos y estilos de vida saludable en espacios laborales

Protección & Seguridad
Septiembre - Octubre / 2024



Transformación de hábitos y estilos de vida saludable en espacios laborales **para la conservación de la salud cardiovascular**



Magaly Yaguara Bernal
Fisioterapeuta
Especialista en Seguridad y Salud en el Trabajo



Bibiana Díaz Roncancio
Doctora en Medicina
Especialista en Seguridad y Salud en el Trabajo



Henry Tocaruncho
Gerente Health and Safety de Parex Resources

Parex Resources Colombia, empresa del sector *Oil&Gas*, realizó un análisis retrospectivo de los diagnósticos más frecuentes en los últimos cinco años de la compañía, donde se evidenció que las patologías derivadas de los estilos de vida ocuparon un lugar importante en los índices de morbilidad. En aras de impulsar la prevención de enfermedades cardiovasculares (ECV) y otras enfermedades crónicas no transmisibles (ECNT), la compañía diseñó diferentes estrategias desde la medicina preventiva, con el objetivo de disminuir los factores de riesgo modificables, hasta el desarrollo de estrategias relacionadas con la cultura del cuidado, como el estilo de vida. De esta forma, el programa ha logrado disminuir la prevalencia del síndrome metabólico y RCV (Riesgo cardiovascular) moderado o alto en un 40 %.

Contexto

La patología cardiovascular es la primera causa de muerte a nivel mundial. Según los últimos datos publicados en 2019 por la Organización Mundial de la Salud (OMS), esta fue responsable de más de 17,9 millones de fallecimientos. Esto representa un 32 % de todas las muertes registradas ese año. En Colombia, según cifras del Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE), en 2023, las enfermedades isquémicas del corazón siguen siendo la primera causa de defunción con 45.465 casos y un porcentaje del

17,2 % del total de defunciones, seguido por las enfermedades cerebrovasculares que acumularon 16.946 defunciones, equivalentes al 6,4 %.

La importancia de las enfermedades cardiovasculares en el entorno laboral es indiscutible, no solo por la incidencia en cifras de morbimortalidad, sino por el impacto en la productividad, el ausentismo laboral, los costos médicos asociados y el aumento del riesgo de accidentes laborales debido a la disminución de la capacidad física y mental, afectando así los resultados de la organización. Para la muestra, de acuerdo con la Fundación Española del Corazón, la enfermedad cardiovascular causa el 43,5 % de los accidentes laborales mortales

Teniendo en cuenta estas cifras alarmantes, es necesario desarrollar estrategias a nivel intralaboral que permitan fortalecer las habilidades individuales y colectivas en pro de adoptar un estilo de vida saludable mejorando así, las condiciones de salud y bienestar de los colaboradores.

Antecedentes para la creación del programa

Se realizó un análisis comparativo de los diagnósticos de salud de los últimos cinco años de la compañía, donde se evidenció que las patologías derivadas de los estilos de vida como dislipidemias, sobrepeso y obesidad ocuparon un lugar importante en los índices de morbilidad lo que derivó, año tras año, en un mayor número de trabajadores con síndrome metabólico y riesgo cardiovascular (RCV) moderado o alto, de acuerdo con la clasificación de Framingham:

Tabla 1. Variables individuales más frecuentes según categoría CIE 11[1] Parex, 2017-2021

Variable		2017	2018	2019	2021
Síndrome metabólico		8,7 %	11,6 %	9,2 %	6,8 %
RCV alto		3,5 %	2,8 %	3 %	1,9 %
Sobrepeso		43 %	42 %	44,7 %	6,8 %
Obesidad		12 %	14 %	12,7 %	1,9 %
Colesterol HDL		27 %	31 %	30 %	27 %
Perfil lipídico alterado	Colesterol LDL	42 %	13 %	12 %	16 %
	Colesterol total	47 %	16 %	13 %	17 %
	Triglicéridos	42 %	19 %	20 %	20 %
Hipertensión arterial		1 %	3,1 %	4,2 %	3,2 %
Diabetes		0,3 %	0,3 %	0,6 %	0,5 %.

Fuente: Matriz Exámenes Médicos Ocupacionales Parex 2017-2021.

Clasificación de los trabajadores, de acuerdo con el RCV

Las condiciones de salud especificas de cada individuo fueron identificadas a partir de las Evaluaciones Médicas Ocupacionales, donde los participantes fueron clasificados en las siguientes categorías:

- Sin riesgo: individuos con dos o menos de los cinco criterios para el diagnóstico de síndrome metabólico o con riesgo cardiovascular acorde con la escala de Framingham <10 %.
- Grupo de riesgo: individuos con riesgo de padecer enfermedad cardiovascular asociada a los estilos de vida, por presentar tres de los cinco criterios para el diagnóstico clínico de síndrome metabólico y/o con RCV moderado o alto, de acuerdo con la escala de Framingham.

Análisis de la información

1. Índice de Framingham

Para el programa aquí descrito, se realizó la caracterización del riesgo cardiovascular a través del índice de Framingham, el cual está definido como la posibilidad de tener un infarto o muerte de origen cardiovascular en los siguientes diez años.

Las tablas de riesgo de Framingham utilizan un método de puntuación según las variables de edad (30–74 años), sexo, HDL, colesterol, colesterol

Tabla 2. Categorías de riesgo cardiovascular global, correspondencia entre probabilidades y categorías

Categoría	Porcentaje de riesgo
Riesgo alto	≥20 %
Riesgo intermedio	≥10 % y < 20%
Riego latente	<10 %

Fuente: Matriz Exámenes Médicos Ocupacionales Parex 2017-2021.

[1] La CIE-11 (Clasificación Internacional de Enfermedades. Versión 11) es la norma internacional para el registro, la notificación, el análisis, la interpretación y la comparación sistemática de los datos de mortalidad y morbilidad.

total, presión arterial sistólica, tabaquismo, diabetes e hipertrofia ventricular izquierda. Con estas, se calcula el riesgo coronario a los diez años que incluye: angina estable, infarto de miocardio y muerte coronaria.

2. Síndrome metabólico ATP III[2]

Dentro de los criterios de inclusión para el programa se realizó la caracterización del riesgo cardiovascular además del análisis del síndrome metabólico, que se refiere al conjunto de trastornos que aumentan el riesgo de desarrollar enfermedades cardiacas, accidente cerebrovascular y diabetes. Estos trastornos incluyen aumento de la presión arterial, niveles altos de azúcar en sangre, exceso de grasa corporal alrededor de la cintura y niveles anormales de colesterol o triglicéridos.

Desarrollo del programa

De acuerdo con los resultados obtenidos y con el fin de impulsar la prevención de enfermedades cardiovasculares (ECV) y otras enfermedades crónicas no transmisibles (ECNT) derivadas de los estilos de vida, en 2022 la compañía Parex desarrolló el programa 'Cuidándote de corazón'. Desde entonces, el equipo de salud de la compañía se propuso investigar metodologías y desarrollar herramientas que los trabajadores pudieran aprovechar en su cotidianidad y generar compromiso en todos los niveles de la organización, transformando espacios y haciendo realidad escenarios y experiencias del autocuidado.

En sus dos años de vigencia, el programa ha logrado impactar significativamente en tres hitos fundamentales, contribuyendo al logro de objetivos y metas que se consideraban difíciles de alcanzar. Esto ha permitido intervenir de manera efectiva en áreas clave de salud y bienestar dentro de la compañía.

Hito no. 1: la salud como valor no negociable

El sector de hidrocarburos es considerado uno de los más atractivos de la economía, diferenciándose por sus buenas condiciones salariales y los múltiples beneficios, que permiten que los colaboradores fijen sus metas y objetivos de vida por muchos años dentro de la industria.

La historia del sector se caracteriza por su éxito en el incremento de la producción anual, sus adquisiciones y en su expansión nacional, llegando a ser un lugar competitivo para el crecimiento personal de muchos trabajadores y



favoreciendo el desarrollo social y económico en las áreas donde se opera.

Adicionalmente, se trabaja de forma responsable con el ambiente, el compromiso con las comunidades y demás grupos de interés.

Es importante resaltar que el recurso humano de la compañía se reserva para la operación y los temas de interés mencionados. Sin embargo, es fundamental reconocer que el desarrollo de todas las actividades depende del bienestar físico y mental de los colaboradores, lo que les permite afrontar el estrés diario, ser productivos tanto en el ámbito laboral como personal, y contribuir positivamente a la sociedad y a la economía del país.

Por ello, avanzar en la operación sin comprometer la salud se ha convertido en uno de los principales desafíos que Parex ha asumido, con la misma relevancia que otros aspectos clave.

En cuanto a la percepción individual de la salud, es evidente que la formación del individuo juega un papel clave en el aprendizaje y la práctica de buenos o malos hábitos, tanto a nivel personal,

[2] LATP III define el síndrome metabólico como un conjunto de factores de riesgo interrelacionados, de origen metabólico, que parecen promover directamente el desarrollo de enfermedad cardiovascular ateroesclerótica

familiar como colectivo. A lo largo de los años, muchos adultos adoptan hábitos poco saludables, como el bajo consumo de fibra, el alto consumo de alimentos grasos y azucarados, el aumento en la ingesta de café y alcohol, así como el sedentarismo y el tabaquismo. Estos factores han afectado negativamente la calidad y esperanza de vida, aunque muchos los perciben como parte de la "nueva normalidad".

Como respuesta a esta realidad, el programa 'Cuidándote de Corazón' implementó una estrategia de comunicación enfocada en socializar las condiciones de salud de cada gerencia y sus equipos de trabajo. Su enfoque estuvo centrado en presentar resultados concretos de variables clave como el Índice de Masa Corporal (IMC), nivel de sedentarismo y alteraciones en los exámenes de laboratorio (perfil lipídico y glicemia) de los 362 colaboradores de la compañía. Para sensibilizar a los equipos, se compararon los resultados entre las gerencias, lo que permitió identificar las áreas con mayor concentración de trabajadores con IMC elevado, riesgo de síndrome metabólico, riesgo cardiovascular moderado o alto, sedentarismo y perímetro abdominal alterado.

Para 2022, los resultados mostraron que el peso total de los colaboradores de la compañía era de 66.727,5 kilogramos, de los cuales 220 personas estaban clasificadas con sobrepeso u obesidad de grado 1 y 2. En ese momento, se identificaron 53 casos de síndrome metabólico (SMB) y cuatro colaboradores con riesgo cardiovascular (RCV) moderado a alto. Además, más de la mitad de los trabajadores (58,6 %) presentaba sedentarismo, ya que dedicaban menos de dos días a la semana a realizar actividad física.

De esta manera se conformó un equipo multidisciplinario de salud, con el fin de evaluar las condiciones físicas de todos los trabajadores como fuerza y flexibilidad; impedanciometría (que considera el peso, porcentajes de grasa total visceral, porcentaje de masa muscular, tasa metabólica y perímetros relacionados con el abdomen, cadera y cuello); frecuencia cardiaca (FC); tamizajes de perfil lipídico y glicemia de los colaboradores que voluntariamente quisieran participar, especialmente quienes presentaban riesgo por SMB y RCV, generando así, datos más específicos para generar estrategias de intervención en cada uno de los participantes.

Hito no. 2: desarrollar un sistema de alimentación que rompiera paradigmas nutricionales

Con el tiempo, se ha consolidado la percepción de la delgadez como el ideal de perfección, lo que representa una distorsión del verdadero significado de la salud. Esta idea se refuerza con el conjunto de conocimientos y creencias que los individuos adquieren a lo largo de su vida. Sin embargo, estos paradigmas pueden ignorar y, en ocasiones, perjudicar las necesidades fisiológicas individuales. Por ello, es crucial investigar metodologías adecuadas para el tratamiento eficiente en el mantenimiento, reducción o aumento de peso, estableciendo metas que se ajusten a las necesidades nutricionales específicas de cada persona.



Como repuesta se han desarrollado diversos programas, informes e intervenciones de salud como el 'Informe sobre la prevención de las enfermedades no transmisibles en el lugar de trabajo', a través del régimen alimentario y la actividad física. Dicho documento, elaborado con la participación de la OMS y el Foro Económico Mundial, pone de manifiesto la posibilidad de promover la salud en los centros laborales, mediante la incentivación de pautas y conductas alimentarias, así como hábitos de ejercicio físico para los trabajadores, donde se involucren estrategias elaboradas por ellos mismos y auspiciadas por las organizaciones (OMS/WEF, 2008).

En línea con lo anterior, los profesionales del programa Cuidándote de Corazón analizaron el consumo de sodio, azúcar y grasa en los 34 productos más vendidos en 2022 en las máquinas expendedoras y de café. Los resultados revelaron que el 59 % de los productos vendidos eran ricos en grasa, mientras que el 41 % tenían un alto contenido de azúcar y en ambos casos se observó una considerable cantidad de sodio en su composición.

Los productos más vendidos con alto contenido de azúcar incluían galletas, ponqués, chocolatinas, jugos en caja y gaseosas. En cuanto a los productos ricos en grasas, estos estaban representados principalmente por maní y galletas, mientras que los productos con mayor contenido de sodio incluían papas, maní y, nuevamente, galletas. Además, se identificaron las bebidas más azucaradas, como el chocolate con leche, el *capuchino* y el *capuchino* de vainilla, cada una con 10 gramos de azúcar por porción. Para fomentar decisiones de alimentación más conscientes, se sensibilizó a los trabajadores sobre las cantidades de azúcar, sodio y grasa consumidas a través de estas máquinas.

Tras la fase de sensibilización, se inició una intervención para transformar hábitos nutricionales, con el objetivo de modificar conductas y motivar un cambio en la salud sin recurrir a dietas restrictivas ni prohibiciones. Se promovió la idea de la Fundación Colombiana



del Corazón, enfocada en enseñar a las personas a comer de manera consciente, considerando sus necesidades individuales. Además, como parte del programa, se creó la cartilla 'Cuidándote de Corazón, por una vida en equilibrio (Tomo 1)', que ofrecía recomendaciones de actividad física adaptadas a la edad, género, estatura y peso corporal de cada persona.

> *Es crucial investigar metodologías para el tratamiento eficiente en el mantenimiento, reducción o aumento de peso, estableciendo metas que se ajusten a las necesidades nutricionales de cada persona".*

Para su elaboración, se investigaron y revisaron diversas fuentes de literatura, lo que llevó a conocer la metodología 'Weight Watchers Weight - Loss Program'. Este método ayuda a calcular la cantidad de alimento que el cuerpo puede metabolizar sin aumentar de peso, considerando factores individuales como la edad, el sexo, la estatura y el peso, sin prohibir el consumo de ningún alimento. Se trata de una metodología que promueve la educación sobre la importancia de comer sin restricciones, respetando las porciones y tamaños adecuados. Esta aproximación permite una pérdida de peso de entre tres a cuatro kilos en una semana y, posteriormente, una reducción de dos kilos por mes hasta alcanzar el peso ideal o saludable.

Hito no. 3: crear espacios de bienestar con resultados de salud

En 2022, se intervino la máquina de ventas automáticas, dividiéndola en dos secciones: costado derecho zona saludable con productos lácteos como avenas, yogures, quesos y paquetes horneados bajos en sal y grasas, contando con el subsidio del 30 % otorgado por la gerencia de HS (Health and Safety) y en la sección izquierda, productos ultra procesados sin descuento, permitiendo así la libre elección. Así mismo, se realizó la entrega de podómetros con el fin de analizar la cantidad de pasos e intensidad y frecuencia de la actividad física que realizaba cada trabajador.

Luego, en 2023 se creó y adaptó un salón para realizar clases de cardio y fuerza dirigida por dos profesionales en educación física, en las cuales podían participar todos los trabajadores de la organización. Además, se patrocinaron dos carreras atléticas en este mismo año: la Carrera de la Mujer y la Media Maratón de Bogotá (MMB).

Un año más tarde, en 2024, se desarrolló el tomo 2 del programa 'Cuidándote de Corazón – Piensa sano y vive sano', el cual incluye temas de salud mental y física, mediante la puesta en práctica de 11 retos. Dormir bien, leer en papel y consumir batidos de remolacha son algunas de las herramientas antiinflamatorias desarrolladas para reducir factores de estrés que fueron identificadas mediante los controles realizados a las personas.

Con el fin de dar cumplimiento al objetivo mencionado, se vincularon profesionales y conferencistas para educar y entregar herramientas para el manejo del cortisol, en los cuales se incluyó a un médico deportólogo, un otorrinolaringólogo experto en trastornos del sueño, una psicóloga para el manejo del estrés y las emociones, varios especialistas de la Fundación Colombiana del Corazón y un chef experto en la preparación de proteínas.

El programa implementa una nueva estrategia de consumo educativo para continuar promoviendo los alimentos saludables, nutritivos, deliciosos, variados y económicos. Es así como las gerencias de HS y Recursos humanos ponen a disposición de la compañía la tienda saludable. En la misma, los productos están organizados por góndolas de colores como se describe a continuación:

- **Verde:** todos los productos y alimentos son altos en fibra y proteína y son endulzados con productos naturales provenientes de la fruta y/o la panela. Son ideales para el consumo diario de todas las personas y se venden con el 50 % de descuento.
- **Amarilla:** los productos bajos en sal y azúcar están indicados para todos los consumidores, incluyendo personas prediabéticas e hipertensas. Estos se venden con el 40 % de descuento.
- **Azul:** se encuentran los enlatados, barras de cereal y bebidas con mayor contenido de azúcar que, a pesar de tener un contenido de azúcar moderado y considerable de sodio, son importantes para aquellos momentos en los que se requiere reponer energía. La elección de estos productos tiene un 30 % de descuento y los mismos deben ser consumidos con precaución.



- **Roja:** productos con exceso de sodio, grasas saturadas y azúcares y poco aporte nutricional. No tienen descuento.

Por otro lado, y continuando con el fomento de la actividad física, en 2024 se han patrocinado dos carreras atléticas: la 'Carrera Verde' en la cual participaron los colaboradores y sus hijos y la Media Maratón de Bogotá. Para el segundo semestre, Parex participará en la 'Carrera de la mujer' y 'Corre mi tierra', entregando así más de 195 cupos al año en total para colaboradores y sus familias.

Resultados del programa

A continuación, se muestran los resultados de las valoraciones de impedanciometría realizadas a los 220 trabajadores participantes del programa.

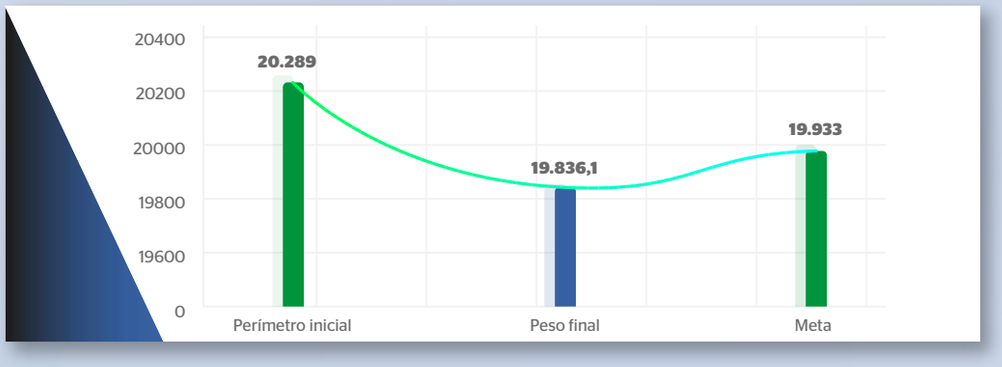
Gráfico 1. Kilogramos de peso reducidos por el total de participantes en el 2023



Fuente: Matriz de condiciones físicas e impedanciometría. Parex, 2023.

El 56,3 % de los participantes tenía como meta reducir peso, logrando una disminución de 252,7 kilogramos, en cinco meses, entre todos los participantes.

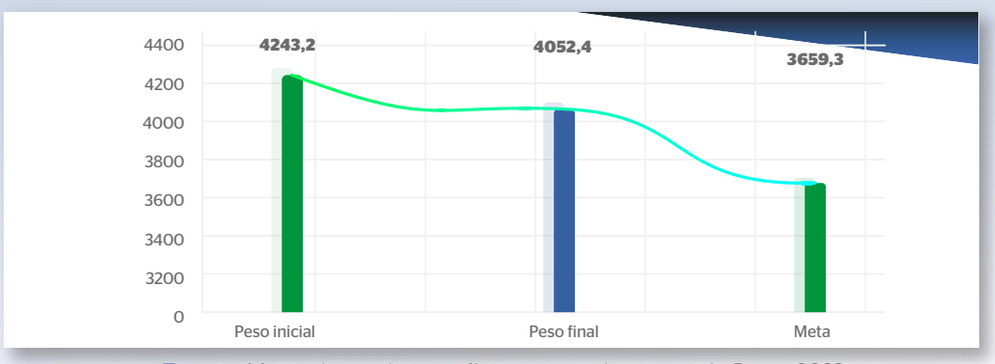
Gráfico 2. Cantidad de centímetros de cintura reducidos por los participantes en el 2023



Fuente: Matriz de condiciones físicas e impedanciometría. Parex, 2023.

Se logró reducir en total 452,9 centímetros de perímetro abdominal, logrando un cumplimiento del 127 % de la meta.

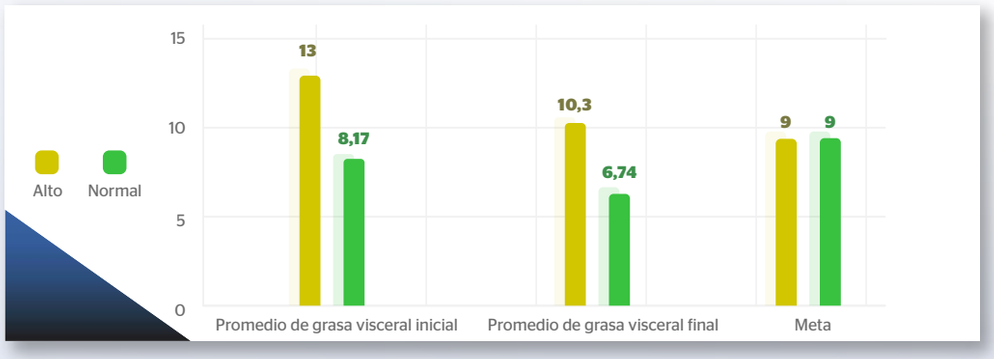
Gráfico 3. Cantidad de grasa total reducida por los participantes en el 2023



Fuente: Matriz de condiciones físicas e impedanciometría. Parex, 2023.

Teniendo en cuenta que, en promedio y bajo estrictas medidas de entrenamiento, se logran pérdidas del 2 al 4 % de grasa total, en mujeres, y del 4 al 6 %, en hombres, en un periodo de dos meses, se evidencia que los participantes tuvieron constancia para buscar resultados de pérdidas de peso. En cinco meses se logró reducir la grasa total en un 190,8 %, para un cumplimiento del 32,6 %.

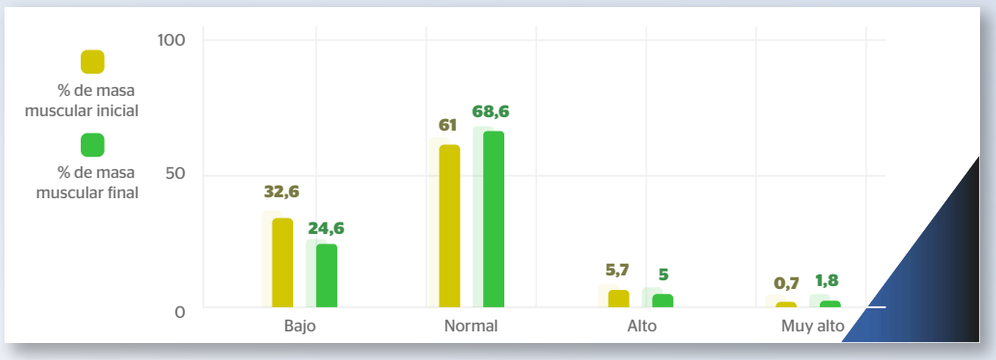
Gráfico 4. Porcentaje promedio de grasa visceral de los participantes en 2023.



Fuente: Matriz de condiciones físicas e impedanciometría. Parex, 2023.

Se compararon los porcentajes de grasa visceral alta y normal entre el inicio y el final del programa, logrando una reducción promedio del 2,7 % en la grasa visceral de la población en riesgo o con niveles elevados, y una mejora del 1,43 % en la población con grasa visceral clasificada como normal. En ambos casos, se evidenció una mejora significativa.

Gráfico 5. Porcentaje de masa muscular mejorada de los participantes en 2023



Fuente: Matriz de condiciones físicas e impedanciometría. Parex, 2023.

Se analizaron las cuatro variables de clasificación relacionadas con el porcentaje de masa muscular, evidenciando un aumento en este componente en todas ellas durante el periodo evaluado.

Tabla 3. Número de participantes que mejoraron su clasificación de riesgo dado por Índice de Masa Corporal (IMC)

Clasificación IMC	Personas
Obesidad 2	2
Obesidad 1	7
Sobrepeso alto	8
Sobrepeso bajo	2
Normal	11
Total	**30**

Fuente: Matriz Exámenes Médicos Ocupacionales Parex 2017-2021.

La tabla de datos muestra la cantidad de personas que ahora se encuentran clasificadas en un nivel menor de riesgo dado por el Índice de Masa Corporal (IMC).

Además, se realizaron análisis de perfil lipídico y glicemia al inicio y al final de 2023. Los resultados mostraron una reducción de 10 mg/dl en el colesterol LDL, un aumento de 6,7 mg/dl en el colesterol HDLy una disminución de 26 unidades en los triglicéridos. Entre tanto, la glicemia se mantuvo dentro de valores normales. Asimismo, el sedentarismo se redujo en un 60 % y el 49 % de los casos de síndrome metabólico fueron cerrados (26 personas). De las cuatro personas con riesgo cardiovascular moderado-alto, dos ya no presentan esta condición.

Conclusiones

Con la implementación del programa, se ha logrado reducir la tasa de morbilidad por Síndrome Metabólico (SMB) y Riesgo Cardiovascular moderado-alto (RCV). Se cerraron 26 casos de SMB y dos de RCV, gracias al mantenimiento de los niveles de azúcar en sangre dentro de los parámetros normales, resultado de la sensibilización sobre los efectos perjudiciales del azúcar, la venta de alimentos bajos en azúcar y el compromiso de los trabajadores. Además, se redujo en promedio entre 2 y 5 cm de cintura por trabajador, controlando el exceso de grasa abdominal. Esto se acompañó de disminuciones significativas en triglicéridos y colesterol total, y un aumento del colesterol HDL, logrado mediante la incorporación rutinaria de actividad física de intensidad moderada. Como resultado, los trabajadores adoptaron hábitos deportivos en tres semanas, y los beneficios se hicieron evidentes después de 14 semanas.

La importancia y el éxito del programa radican en la comprensión, por parte de los profesionales de la salud, de que el ser humano no responde bien a imposiciones o restricciones, ya sea en alimentación o ejercicio. El enfoque del programa se basa en dos aspectos clave: primero, explicar y aclarar qué ocurre con los patrones y hábitos negativos, y cómo estos conducen a enfermedades derivadas de estilos de vida poco saludables. Para lograrlo, se abordaron temas como las razones por las que no se logra bajar de peso, el origen de la ansiedad y el estrés, los efectos del ejercicio en el cuerpo, las consecuencias de un mal descanso y la falta de recuerdo de los sueños, o incluso, por qué se cae el cabello. Estos temas despertaron el interés de los trabajadores y fomentaron su deseo de participar. En segundo lugar, se motivó a los participantes a través de recompensas, accesibles solo si lograban desarrollar y mantener la voluntad necesaria. Además, se proporcionaron las herramientas necesarias para que pudieran alcanzar sus metas de manera progresiva.

Desarrollar una cultura del cuidado en toda la compañía generó un efecto contagioso, donde todos deseaban



estar más saludables. Esto no solo fortaleció el trabajo en equipo, sino que facilitó la búsqueda de resultados colectivos, maximizando el uso de las herramientas proporcionadas por la empresa. Entre estas herramientas se incluyeron carreras atléticas para empleados y sus hijos, clases grupales con entrenadores físicos, subsidios para alimentos saludables y estrategias antiestrés, como salidas a reservas forestales y batidos saludables con frutas y remolacha. Además, se ofreció la asesoría de un equipo multidisciplinario de salud, dispuesto a apoyar los objetivos individuales de cada colaborador.

Más allá de los resultados numéricos positivos que reflejan mejoras progresivas en la salud de los participantes tras la implementación del programa, es crucial destacar que este ha sido clave para comprender el enorme impacto que nuestra alimentación tiene en el bienestar físico y mental a largo plazo. El programa también permitió desafiar, de forma progresiva, creencias arraigadas sobre lo que realmente necesita el cuerpo para mantener una salud y un rendimiento óptimos. Ayudó a los trabajadores a cambiar su forma de pensar, liberándolos de mitos y creencias erróneas sobre la alimentación saludable y a restablecer una buena relación con sus hábitos para convertirlos en estilos de vida más saludables.

La importancia y el éxito del programa radican en la comprensión, por parte de los profesionales de la salud, de que el ser humano no responde bien a imposiciones o restricciones, ya sea en alimentación o ejercicio".

Referencias

Alonso Luna J. (2013). Paradigmas nutricionales en pacientes que inician un tratamiento de restricción de peso. Universidad del Valle de Atemajac. Guadalajara Jalisco México.

Departamento Administrativo Nacional de Estadística - Dane. (2024). Comunicado de prensa Estadísticas vitales (nacimientos y defunciones). Bogotá D.C. Disponible en: *cp-EEVV-IVtrim2023.pdf (dane.gov.co)*

Fundación Colombiana del Corazón. (2024). Corazones responsables. . Disponible en: *https://corazonesresponsables.org*

OMS. (2021) Enfermedades cardiovasculares. Notas descriptivas, datos y cifras. Disponible en: Enfermedades cardiovasculares (who.int)

Weight Watcher – Weight Loss Program and Nutritionist – Design Food Plan. (2024) Disponible en: *https://www.weightwatchers.com*



CCS
Consejo Colombiano de Seguridad

70 AÑOS

¡No te quedes sin leerlo!

¿Cómo hemos llegado a tener las condiciones laborales y de protección social que, hoy por hoy, nos permiten desempeñar oficios y profesiones con dignidad y bienestar?

El Anhelo de un Abrazo

traza un viaje cronológico que sumerge al lector en la historia de la Seguridad y la Salud en el Trabajo en Colombia, Latinoamérica y el mundo.

Conoce los principales hitos, avances, logros y desafíos en la evolución de la conciencia social y la legislación en torno al cuidado de la vida y la gestión de riesgos.

Consulta la edición digital

CLICK aquí





Gestión **sostenible**

73 'Mundo espejo: Protege tu Páramo', una iniciativa de cultura ambiental

‘Mundo espejo: Protege tu Páramo’

por la sostenibilidad de los recursos naturales a través de la cultura ambiental



La innovación educativa tecnológica (IET) surge como estrategia pedagógica para la preservación de ecosistemas estratégicos en este proyecto. Al respecto, es preciso recordar que la IET se refiere a la creación de nuevas soluciones aplicadas a ambientes de aprendizaje por medio de herramientas novedosas o de tecnologías de la información (TICS) para un fin específico, como la investigación o la divulgación. También es utilizada en el sector organizacional o empresarial para agregar tecnologías que optimicen sus procesos, fortalezcan sus valores y potencien el liderazgo.

En este caso, se utilizó IET, especialmente, para el aprendizaje acerca de las áreas degradadas en Colombia y la divulgación de información relevante y de libre acceso a todos los actores, como estudiantes de colegios y universidades, comunidades afrodescendientes y étnicas, empresas y organizaciones, entre otros, en cumplimiento de normatividad colombiana como la Ley 2427 de 2024 mediante la cual se dispuso la necesidad de fortalecer la formación en sostenibilidad ambiental, cambio climático y gestión del riesgo de desastres en todos los niveles educativos, desde la infancia hasta la adultez.

Así las cosas, en el Laboratorio de Experiencias de Aprendizaje Inmersivo de Educación Virtual, del Politécnico Grancolombiano, se desarrolló un *software* denominado ‘Mundo espejo 360, protege tu pá-



Ramón Gabriel Aguilar Vega
Docente
Tecnólogo en Gestión Ambiental / Administrador ambiental/ Magíster en Prevención de Riesgos Laborales / (c) Magíster en Innovación Educativa



Luis Martín Trujillo Flórez
Candidato a doctor en Ciencias de la Educación
Magíster en Ambientes Virtuales de Aprendizaje

ramo' a través del cual se diseñó una estrategia pedagógica y digital para llegar de forma más eficaz a las distintas comunidades y, de esta manera, promover la conservación de los recursos naturales.

El objetivo, además, se centró en mejorar las competencias de los profesionales, especialmente de aquellos líderes de la comunidad académica, empresarial y organizacional, para incrementar su compromiso con la sostenibilidad mediante la contextualización del aprendizaje en ecosistemas estratégicos.

En este caso, se optó por abordar los cerros orientales de Bogotá como escenario del proyecto debido a su papel como uno de los principales pulmones verdes de la ciudad (Méndez et al., 2024). Estos cerros no solo son cruciales para la calidad del aire, sino también por su relevancia dentro de la estructura ecológica principal del país. Además, los páramos presentes en esta región juegan un rol fundamental en la gobernanza del agua, al ser fuentes esenciales de regulación hídrica y protección de los ecosistemas, aspectos clave para la sostenibilidad ambiental y el bienestar de las comunidades locales.

Uno de los principios clave que potencian el uso del *software* es su carácter de libre acceso, lo que lo convierte en una herramienta valiosa para la ciencia ciudadana y el impulso de acciones en áreas como la acción climática, la gobernanza del agua y la educación ambiental (Flores Macías et al., 2023). Además, al integrar conceptos ambientales con la realidad local de Bogotá, permite ampliar su aplicación a otros ecosistemas nacionales amenazados, asegurando que la información sea relevante y significativa. En este sentido, destaca la presentación de especies endémicas como la tingua bogotana, el oso de anteojos y el pez capitán, entre otras (García Huérfano, 2020), fortaleciendo el vínculo entre la conservación y el conocimiento de la biodiversidad local.

Este proyecto académico se vio influenciado por diversas situaciones de emergencia y resiliencia ambiental, como incendios forestales, deforestación y vertimientos ilegales, con el objetivo de promover la educación en estos temas, la protección de la estructura ecológica principal y los movimientos de conservación de la naturaleza (López-Mendoza et al., 2024). Desde esta perspectiva y bajo el enfoque del desarrollo sostenible, surge 'Mundo Espejo 360: Protege tu Páramo' como respuesta a preocupantes hallazgos derivados de la contaminación y destrucción de los ecosistemas estratégicos en los cerros orientales de la ciudad. Esta estrategia está diseñada para que el aprendizaje sea significativo y de acceso libre, permitiendo así que cualquier persona pueda utilizarla sin restricciones.

El término "360" hace referencia a la captura de imágenes basadas en un modelo tridimensional (3D) que, a través de gafas de realidad virtual, permite explorar distintas zonas con libertad de movimiento. Por su parte, la metodología de "mundo espejo" es utilizada en proyectos interactivos, como videojuegos, en los que recrea fielmente la realidad mediante el uso de datos binarios (Paladines Enríquez, 2023).

Acceda al proyecto en el siguiente enlace: *https://recorridos360.poligran.edu.co/recorrido6/Recorrido/index.htm*

Desarrollo

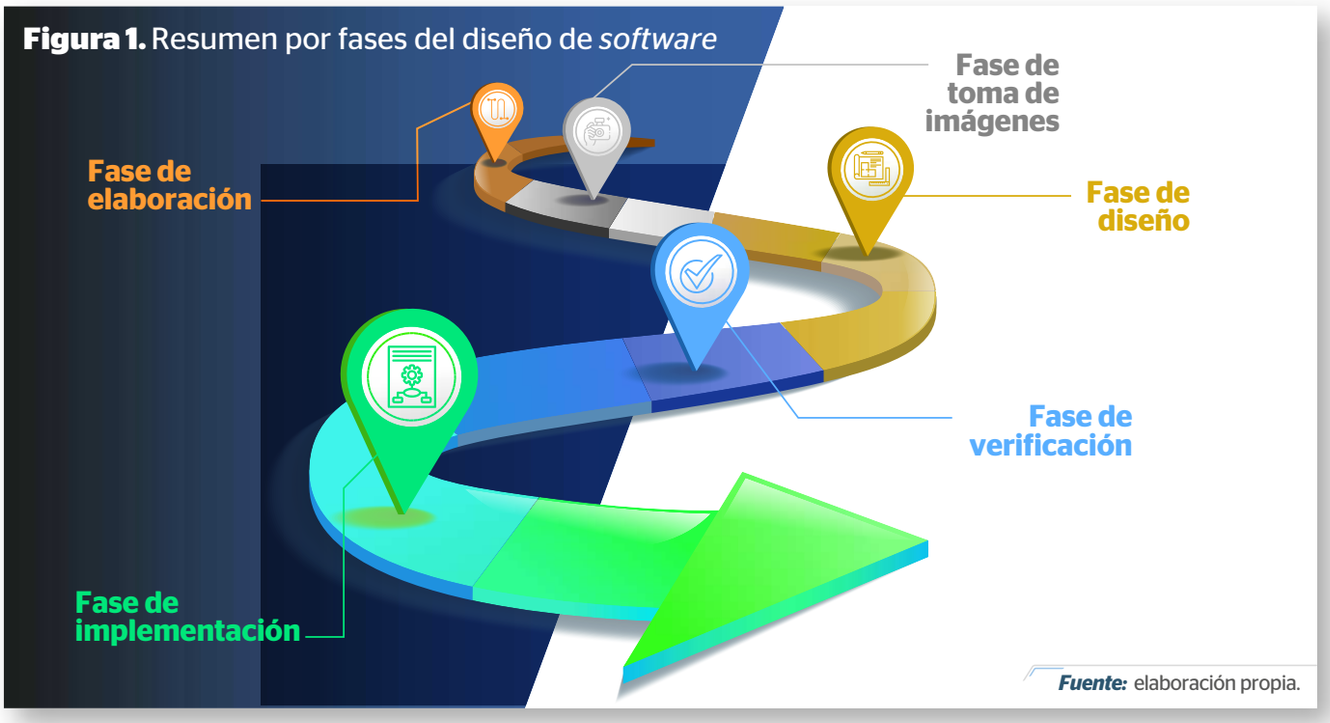
Así mismo, la "metodología 360" en el diseño de *software* es un enfoque integral que abarca todos los aspectos del desarrollo de un producto digital (Alemán, 2013). En este enfoque, se considera no solo la parte técnica del proceso (simulación), como la programación y la arquitectura del *software*, sino también aspectos como la experiencia del usuario, la usabilidad, la seguridad, la escalabilidad del aprendizaje con las actividades y la integración de sistemas móviles y fijos (computadores, celulares, tabletas, televisores), especialmente, para plataformas de aprendizaje como Canvas o Moodle (Jiménez Mora et al., 2023).

De este modo, se buscó abarcar todos los aspectos del proceso de desarrollo para garantizar un producto de calidad que cumpliera con las expectativas de aprendizaje de diversos actores, como empresarios, estudiantes y comunidades en general. Esto se orienta hacia un desarrollo endógeno,



promoviendo el aprendizaje sobre especies naturales y servicios ecosistémicos, todo en un marco de sostenibilidad. (ver figura 1).

Figura 1. Resumen por fases del diseño de *software*



Fuente: elaboración propia.

La metodología 'mundo espejo' es ampliamente utilizada en la creación de *software,* similar al modelo digital 'Design Thinking' para la enseñanza de diferentes temas en contextos universitarios y organizacionales. También se utiliza en simuladores para el aprendizaje en sectores con actividades de alto riesgo, donde se recrean condiciones reales por medio de las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC). Algunos ejemplos incluyen espacios confinados, trabajo en alturas, vuelos espaciales, cirugías y reparaciones de maquinaria industrial, entre otros. A continuación, se describen las fases ejecutadas en el estudio realizado:

- **Fase de elaboración del material y de los textos guiones:** se identificaron y comprendieron las necesidades y objetivos de los estudiantes, lo que permitió diseñar un *software* que cumpliera con sus expectativas. Además, se realizó un análisis exhaustivo de los requerimientos funcionales y no funcionales del sistema.

Fase de toma de imágenes 360 en campo: tras definir los requerimientos, se diseñó la arquitectura del *software,* definiendo la estructura del sistema, los componentes, las tecnologías utilizadas y las interacciones entre sí.

- **Fase de implementación:** se procedió a la implementación en el entorno de producción coordinando estrechamente con el cliente para asegurar una transición fluida y sin contratiempos.
- **Fase de retroalimentación y mantenimiento:** con el programa en funcionamiento, se verificó la usabilidad, identificando áreas de mejora a partir de las variables detectadas en el simulador.

Resultados

Los resultados han sido significativos. Aunque el *software* se encuentra en etapa de implementación, ya ha sido probado en los cursos de cultura ambiental que se imparten a inicios de semestre universitario de los diferentes programas académicos interdisciplinarios de las facultades de ciencias administrativas, y de ciencias humanas, contabilidad, derecho y psicología de instituciones de educación superior en Colombia y en sectores producti-



vos como agricultura y minería, entre otros, a través del ejercicio de huella de carbono, donde se busca reducir la emisión de contaminantes derivados de los hábitos de producción y consumo.

El simulador 360 comienza con imágenes panorámicas de los cerros orientales y el sendero de Guadalupe, desde donde se puede observar toda la ciudad de Bogotá. Allí se muestran los problemas de la estructura ambiental de los cerros orientales capitalinos (véase figura 2).

Este contexto les permite a los usuarios comprender la importancia de la conservación y la sostenibilidad, según lo dispuesto por la Ley 2427 del 2024 de acción climática según la cual la enseñanza en riesgos climáticos y sostenibilidad ambiental es fundamental.

Incluye una interfaz de ayuda y un tutorial guiado por el búho negro, un símbolo representativo del bosque andino. Además, se puede acceder a las rutas de la quebrada La Abuela y las cascadas La Chorrera y El Chiflón. Finalmente, si el usuario dispone de gafas de realidad virtual, puede conectarlas para mejorar la experiencia, la cual se complementa con un sonido envolvente que estimula todos los sentidos.

De esta manera, los participantes pueden explorar el ecosistema de alta montaña de forma gratuita y desde sus teléfonos celulares, computadoras y otros dispositivos electrónicos. Esta iniciativa no solo permite disfrutar de la belleza natural, sino que también ayuda a reconocer y valorar los servicios ecosistémicos que la naturaleza y los territorios nos ofrecen, como la regulación del clima, la conservación del suelo, la seguridad alimentaria y la polinización, entre otros.

Así, el uso generalizado de plataformas de aprendizaje en línea, aulas virtuales y herramientas colaborativas ha transformado radicalmente la manera en que los profesores enseñan y los estudiantes acceden a la información y ha fortalecido el conocimiento alrededor de los ecosistemas estratégicos bajo experiencias inmersivas en la naturaleza. Por ello, el simulador, con sus resultados parciales, es una apuesta de vanguardia en el terreno digital.

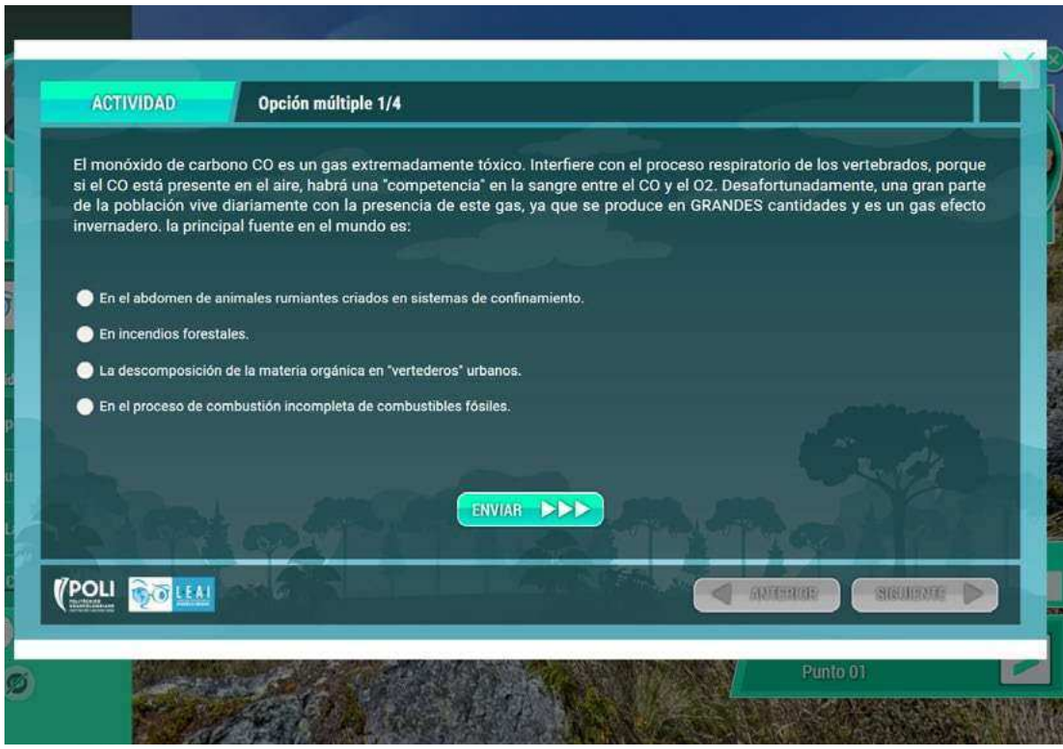
Desarrollar competencias digitales es crucial para cerrar la brecha entre la enseñanza presencial y la virtual. Además, un desafío relevante que merece atención es la posibilidad de explorar ecosistemas de alta y mediana montaña, como los páramos, de manera virtual, permitiendo a los estudiantes acceder a estos entornos sin necesidad de salir de casa. Esto no solo amplía su conocimiento, sino que también fomenta una mayor conciencia sobre la importancia de la preservación ambiental.

Estos resultados ponen a prueba la integración de tecnología en la educación, evidenciando su potencial como herramienta para ampliar las posibilidades de aprendizaje. La transición hacia la educación virtual ha puesto de relieve los desafíos asociados a la brecha di-



gital, lo que ha llevado a un aumento en las inversiones en acceso a la tecnología, formación docente y desarrollo de métodos de enseñanza adaptados. En este contexto, 'Mundo Espejo 360: Protege tu páramo' se presenta como un recurso innovador para el aprendizaje y el conocimiento interactivo de los ecosistemas.

Una de las transformaciones más significativas impulsadas por esta innovación tecnológica es la ampliación del acceso a la información. El simulador ofrece acceso a múltiples fuentes y se caracteriza por su alta interactividad. De este modo, el entorno natural se integra en las aulas, especialmente a través de recursos educativos como los simuladores de ecosistemas estratégicos. Esta característica resulta particularmente beneficiosa para estudiantes con dificultades de aprendizaje, ya que el simulador incorpora audio, video e imágenes que brindan una experiencia inmersiva en los ecosistemas.





'Mundo espejo 360: Protege tu páramo' ha demostrado su capacidad en la promoción de la cultura ambiental entre los estudiantes y se perfila como una herramienta clave para empresas y organizaciones".

Tras aplicar una encuesta de satisfacción en los cursos de cultura ambiental de la Facultad de Administración y Competitividad que se ofrece de manera transversal a todas las carreras del Politécnico Grancolombiano, 39 estudiantes que participaron de forma voluntaria aseguraron tener una buena aceptación del recurso. Por eso, se planea implementarlo en los cursos virtuales del instituto en mención, también de forma transversal a todos los programas educativos, conforme a lo establecido en la Ley 2427 de 2024, para realizar mejoras en función de las necesidades de los usuarios finales: estudiantes y empresarios.

El objetivo es aplicar esta herramienta en distintos sectores y destacar el potencial de la academia para brindar soluciones en educación ambiental, cambio climático y biodiversidad.

Conclusiones

El *software* 'Mundo espejo 360: Protege tu páramo' ha demostrado su capacidad para integrarse con las políticas educativas del Politécnico Grancolombiano, especialmente, en la promoción de la cultura ambiental entre los estudiantes y se perfila como una herramienta clave para empresas y organizaciones.

Al tratarse de una plataforma inmersiva, de uso libre, ha facilitado su implementación, permitiendo una mayor

personalización en los procesos de enseñanza y aprendizaje, tanto en el sector educativo como en el empresarial. Además, su carácter abierto lo convierte en un modelo aplicable en entornos corporativos, donde los empleados pueden conocer de primera mano los ecosistemas estratégicos.

El avance tecnológico continúa generando oportunidades para un desarrollo más sostenible. Las empresas que logren adaptar sus modelos de negocio a este nuevo paradigma no solo mejorarán su competitividad, sino que también contribuirán a la protección del ambiente. Además, la creciente demanda de productos y servicios sostenibles por parte del consumidor abrirá nuevas puertas en el mercado.

El uso de *softwares* de simulación y modelado ambiental les permite a las empresas predecir el impacto de sus decisiones antes de implementarlas. La responsabilidad recae en cada ciudadano y, mediante la tecnología, se puede hacer la diferencia en las organizaciones. De ahí, la importancia vital de 'Mundo espejo 360: Protege tu páramo', para diferentes sectores.



El uso de softwares de simulación y modelado ambiental les permite a las empresas predecir el impacto de sus decisiones antes de implementarlas".

Referencias

Alemán, L. (2013). Mundo y espejo: la arquitectura como ciencia. World and mirror: architecture as a science., 43.

Flores Macías, R. G., Coronado Ibarra, M. A., & Soberano Palomares, M. A. (2023). El uso del software libre en la educación. Revista Digital de Tecnologías Informáticas y Sistemas, 6(6). *https://doi.org/10.61530/redtis.2022.6.6.119.6*

García Huérfano, J. E. (2020). Análisis de los conflictos socioambientales en páramos de Colombia y su relación con la normatividad actual de delimitación de páramos. Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD.

Jiménez Mora, J., Moreno Bayardo, M., & De la Cruz Torres Frías, J. (2023). Significados sobre metodología de la investigación en programas de doctorado en Educación. Una exploración desde su componente curricular. Educación, 32(62), 161-184. *https://doi.org/10.18800/educacion.202301.007*

López-Mendoza, B. B., Mora-Vargas, G. G., & Gaspar-Franco, J. M. (2024). Vigilancia epidemiológica de riesgos ambientales en salud. MQR Investigar, 8(1). *https://doi.org/10.56048/mqr20225.8.1.2024.4077-4088*

Méndez, L. J. S., Bolaños, D. B., Dueñas, A. C. S., & del Pilar Cardona Arciniegas, D. (2024). Calidad del aire en Bogotá: in Transparente como el aire. *https://doi.org/10.2307/jj.16192198.6*

Paladines Enríquez, N. R. (2023). Implementación efectiva de las TIC en la educación para mejorar el aprendizaje: una revisión sistemática. Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar, 7(1). *https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v7i1.4862*









CCS
Consejo Colombiano de Seguridad

Con 70 años de experiencia, estamos presentes a través de la certificación de sus sistemas de gestión aportando mejora continua de la organización, mediante procesos confiables y de calidad.

Ente acreditador

ONAC ACREDITADO

ISO/IEC 17021-1:2015 11-CSG-001

www.ccs.org.co





CCS
Consejo Colombiano de Seguridad

70 AÑOS

CONTRIBUYENDO A LA **PRODUCTIVIDAD, SEGURIDAD Y SALUD DE** LOS COLOMBIANOS

Alberto Santamaría, 70 años

Un carpintero experto, con el paso de los años, ha convertido su oficio en arte, trasmitiendo su conocimiento a nuevas generaciones. Él ha entendido que para llegar a la excelencia y a la perfección... la experiencia es fundamental.

Un Buen Consejo proviene de la Experiencia

Consejo Colombiano de Seguridad
@CCS_Colombia
CCS_Colombia

CCS.ORG.CO