

PUBLICACIÓN DE MEMORIAS DE EVENTO DE DIVULGACIÓN TECNOLÓGICA EN ARTICULACIÓN CON EL CENTRO DE FORMACIÓN PARA EL DESARROLLO RURAL Y MINERO – CEDRUM DE LA REGIONAL NORTE DE SANTANDER

1er Encuentro Regional de Servicios Tecnológicos del Centro de Formación para el Desarrollo Rural y Minero – CEDRUM – MINERIA Y MEDIO AMBIENTE

Equipo Directivo

Director general
Jorge Eduardo Londoño Ulloa
Servicio Nacional de Aprendizaje SENA

Director Regional Antioquia
Carlos Arturo Contreras Monroy
Servicio Nacional de Aprendizaje SENA

Subdirector
Centro de Formación para el Desarrollo Rural y Minero - CEDRUM
Freddy Abelardo Calderon Orduz
Servicio Nacional de Aprendizaje - SENA

Activador Nacional de Servicios Tecnológicos
Cristina Camilo Buitrago Escamilla
Servicio Nacional de Aprendizaje – SENA

Comité Organizador y Compiladores de las memorias

Marisabel Garcia Navarro
Responsable de Servicios Tecnológicos - CEDRUM
Regional Norte de Santander
Colombia

Daniel Mauricio Reyes Rodriguez
Responsable de Sistema de Gestión de Servicios Tecnológicos -
CEDRUM
Regional Norte de Santander
Colombia

Jenny Paola Parra Cañas
Responsable de la Gestión Técnica – Laboratorio de Calidad de
Aire - CEDRUM
Regional Norte de Santander
Colombia

Nancy Lorena Zapata Rosas
Personal Técnico – Laboratorio de Calidad de Aire - CEDRUM
Regional Norte de Santander
Colombia

Lady Johana Moreno Villamizar
Responsable de la Gestion Técnica – Laboratorio de Calidad de
Carbón - CEDRUM
Regional Norte de Santander
Colombia

Joan Arlexis Patiño Villamil
Personal Técnico – Laboratorio de Calidad de Carbón -
CEDRUM
Regional Norte de Santander
Colombia

Preámbulo

La presente publicación forma parte de un número especial que el comité editorial de la Revista Ruta Minera ha decidido difundir con el objetivo de promover espacios para la divulgación del conocimiento científico. En este sentido, se presentan las memorias del Evento de Divulgación Científica organizado por el Centro de Formación para el Desarrollo Rural y Minero - CEDRUM de la Regional Norte de Santander, evento que fue denominado “Primer Encuentro Regional de Servicios Tecnológicos del Centro de Formación para el Desarrollo Rural y Minero - CEDRUM.

Desde el comité editorial de la Revista Ruta Minera, reconocemos que la apropiación de la ciencia, la tecnología y la cultura de la innovación es un eje fundamental de la estrategia nacional de SENNOVA. Por ello, buscamos fomentar un flujo constante de conocimiento a través de la divulgación y la apropiación social del mismo. En este contexto, los Eventos de Divulgación Científica adquieren una relevancia significativa para contribuir a dicha estrategia nacional.

Al generar un espacio para la publicación de las memorias de este evento, que se llevó a cabo en el Centro de Formación para el Desarrollo Rural y Minero, un centro de formación con líneas de trabajo afines a las del Centro de Formación Minero Ambiental de El Bagre, estamos abriendo oportunidades para que centros aliados compartan información valiosa que inspire e impulse el avance de la minería en el país. A continuación, se presenta el contenido compilado y enviado para publicación por Centro de Formación para el Desarrollo Rural y Minero - CEDRUM de la Regional Norte de Santander.

Sistema de Investigación, Desarrollo Tecnológico e Investigación - SENNOVA

Daniel Mauricio Reyes Rodríguez - Responsable del Sistema de Gestión Servicios Tecnológicos, Centro de Formación para el Desarrollo Rural y Minero – CEDRUM. Correo electrónico: dmreyes@sena.edu.co

El Sistema de Investigación, Desarrollo Tecnológico e Innovación del SENA (SENNOVA) es una estrategia institucional para promocionar y apoyar la formación integral y la inclusión de procesos de Investigación, Desarrollo Tecnológico e Innovación - I+D+i en las regiones, buscando contribuir al desarrollo tecnológico, la competitividad de las empresas del país, así como al fomento de la gestión en investigación, innovación y el conocimiento, a través de diferentes acciones que incentiven el desarrollo de proyectos y/o estrategias que generan resultados cuantificables y verificables en el sector productivo, la formación profesional integral y la formación para el trabajo.

SENNOVA se fundamenta en tres ejes de trabajo: Investigación e innovación, Apropiación de la CTeI y Servicios especiales de I+D+i que soportan la ejecución de nueve líneas programáticas. Estas líneas son: Modernización Tecnológica de Ambientes de Formación, Grupos de Investigación y Semilleros, Red Nacional de Tecnoparque, Servicios Tecnológicos, Extensionismo Tecnológico, Fomento a la Innovación en las Empresas y Tecnoacademia. También se cuenta con dos líneas transversales: Cultura de la Innovación y la Competitividad y Gestión del Conocimiento. Por medio de estas acciones, los aprendices e instructores tienen la oportunidad de generar nuevo conocimiento y de responder a las necesidades del sector social y productivo, en las regiones y el país.

La estrategia de I+D+i del Centro de Formación para el Desarrollo Rural y Minero, implementada mediante SENNOVA, tiene como propósito desarrollar habilidades en Ciencia, Tecnología e Innovación para fortalecer la educación y apoyar la productividad, competitividad y generación de conocimiento. Esto se logra a través de las diversas líneas programáticas que han

influido de manera positiva en las áreas clave del Centro de Formación para el Desarrollo Rural y Minero, como la agroindustria, la agropecuaria, la minería y el medio ambiente.

Servicios Tecnológicos, Servicio Nacional de Aprendizaje – SENA

Marisabel García Navarro - Responsable de Servicios Tecnológicos, Centro de Formación para el Desarrollo Rural y Minero – CEDRUM. Correo electrónico: marigarcia@sena.edu.co

Los Servicios Tecnológicos son escenarios de apoyo al sector productivo y a la formación con servicios especializados, técnicos y de laboratorios, en temas asociados a la calidad, normalización, acreditación, metrología e investigación aplicada; a través de los cuales, EL SENA vincula la investigación aplicada, la innovación, el recurso humano especializado, los ambientes de formación con infraestructura tecnológica avanzada y su red de laboratorios para generar valor agregado en todos los niveles de la cadena productiva propias de la región.

Esta oferta de Servicios Tecnológicos para las empresas tiene como fundamento jurídico la Ley 119 DE 1994. Capítulo I Art. 4 núm. 14, en donde se establece como una de las funciones del SENA, la prestación de servicios tecnológicos en función de la formación profesional integral, cuyos costos serán cubiertos plenamente por los beneficiarios.

De igual forma, en el Decreto 585 de 1991, Título III. Artículo 28. numeral 3. Al Servicio Nacional de Aprendizaje, SENA, se especifica que corresponde: El Consejo Directivo Nacional del Sena podrá crear y organizar centros de servicios tecnológicos e investigación aplicada y reorientar los existentes.

Por otra parte, el Decreto 249 de 2004 Art. 27 número 22. Establece: Organizar y prestar los servicios tecnológicos en función y para el fortalecimiento de los programas de Formación Profesional Integral. Las acciones de Servicios Tecnológicos se enmarcan en el enfoque de desarrollo tecnológico, las políticas estatales de Ciencia y tecnología y el fortalecimiento de los

programas de Formación Profesional Integral. En consecuencia, SENA, amplía el contexto de "Servicios Tecnológicos" bajo el marco del Acuerdo 008 de 1997 SENA.

En razón al contexto jurídico expuesto anteriormente, los servicios tecnológicos de SENA, se ofrecen a los sectores productivos, educativos y a la comunidad en general, para satisfacer una demanda real, dirigida a suministrar información, asistencia y consultoría técnica y tecnológica sobre la operación y mantenimiento de nuevas tecnologías, prestar servicios de laboratorios de ensayos y calibración, servicios técnicos (Consultoría, Asistencia y Asesoría Técnica, Diseño y Fabricación de Prototipo) y servicios especiales (Automatización, TICs, Investigación Aplicada) y realizar simulaciones o aplicaciones de plantas pilotos, así como servicios de normalización, metrología y calidad.

Laboratorio de Calidad de Aire, Centro de Formación para el Desarrollo Rural y Minero - CEDRUM

Jenny Paola Parra Cañas - Responsable Gestión Técnica Servicios Tecnológicos, Servicio Nacional de Aprendizaje, Centro de Formación para el Desarrollo Rural y Minero - CEDRUM. Correo electrónico: jpparrac@sena.edu.co

El Laboratorio de Calidad de Aire hace parte del Centro de Formación para el desarrollo Rural y Minero, Regional Norte de Santander, código de dependencia presupuestal (SIIF) línea programática 68- fortalecimiento de la oferta de servicios tecnológicos para las empresas, perteneciente a la Línea técnica ambiental (agua, suelos y calidad de aire), este laboratorio nace de la necesidad de contribuir con la política de prevención y control de la contaminación del aire adoptada por el gobierno nacional tiene como objetivo "impulsar la gestión de la calidad del aire en el corto, mediano y largo plazo, con el fin de alcanzar los niveles de calidad de aire adecuados para proteger la salud y el bienestar humano, en el marco del desarrollo sostenible". A través de la prestación de servicios de ensayo de calidad al sector productivo de la región que permitan monitorear las inmisiones y emisiones de contaminantes atmosféricos.

En el año 2017 se inicia la idea de implementar un laboratorio de calidad del aire en las instalaciones del SENA – CEDRUM, el cual comienza su etapa de documentación e implementación del Sistema de Gestión bajo la norma NTC ISO/IEC 17025:2017 a través del proyecto SGPS 8592 2021, durante el año 2022, se realiza fortalecimiento del Sistema de Gestión y se presenta ante la primera auditoría interna logrando un avance de implementación del 86% a través del proyecto SGPS 9098 2022, en el año 2023 bajo el proyecto SGPS 17025 se logra alcanzar una madurez del Sistema de Gestión del 96%, en la presente vigencia se pretende el fortalecimiento del portafolio de servicios por medio del proyecto SGPS 12098, para una determinación más amplia de los parámetros ambientales que incluya emisiones de NO₂ y SO₂, PMT en fuentes fijas, y la acreditación de material particulado PM₁₀ y PM_{2.5} y mediciones de emisión de ruido y ruido ambiental cumpliendo con los requerimientos del Sistema de Gestión implementado bajo la norma NTC ISO/IEC 17025:2017 en el laboratorio de calidad de aire.

Se cuenta con un portafolio de servicios que incluye mediciones de contaminantes atmosféricos como material particulado de tamaño de 2.5 µm y 10 µm, emisión de ruido y ruido ambiental, así mismo se prestan servicios de medición de gases de combustión en fuentes fijas y móviles. En la actualidad se está ampliando el portafolio de servicios para la medición de contaminantes en fuentes fijas como: material particulado total, dióxido de azufre SO₂, óxidos de nitrógeno NO_x.

Laboratorio de Calidad de Carbón, Centro de Formación para el Desarrollo Rural y Minero - CEDRUM

Lady Johana Moreno Villamizar - Responsable Gestión Técnica de Laboratorio de Calidad de Carbón, Servicio Nacional de Aprendizaje, Centro de Formación para el Desarrollo Rural y Minero - CEDRUM. Correo electrónico: ljmorenov@sena.edu.co

Joan Arlexis Patiño Villamil - Personal Técnico de Laboratorio de Calidad de Carbón, Servicio Nacional de Aprendizaje, Centro de Formación para el Desarrollo Rural y Minero - CEDRUM. Correo electrónico: joapatino@sena.edu.co

El Laboratorio de Calidad de Carbón hace parte del Centro de Formación para el desarrollo Rural y Minero - CEDRUM, Regional Norte de Santander, código de dependencia presupuestal

(SIIF) línea programática 68 – Fortalecimiento de la oferta de servicios tecnológicos para las empresas. La actividad Minera del carbón ha sido fundamental para Colombia tanto por sus aportes macroeconómicos y sus contribuciones al desarrollo de las regiones productoras, y que ahora busca cumplir con los estándares ambientales y producir carbón de mayor calidad es fundamental para lograr alcanzar metas de reducción de emisiones al año 2030 y neutralidad de carbono 2050. En este sentido, la creación del Laboratorio de Calidad de Carbón - CEDRUM permitirá realizar análisis precisos y confiables de las propiedades del carbón, proporcionando información valiosa para producir carbón de mayor calidad contribuyendo en la reducción de emisiones de azufre, esto coherente con las metas ambientales nacionales, mejora de la calidad del aire y la salud de la población.

Por lo anterior, el Laboratorio de Calidad de Carbón de CEDRUM, cuenta actualmente con un portafolio de servicios que incluye cinco metodologías: Análisis de Humedad Total, Determinación de Azufre Total, Determinación de Poder Calorífico Bruto, Análisis de Tamaño de Partícula, Determinación de Cenizas en Muestras de Carbón y Coque, con un sistema de Gestión de acuerdo con la norma NTC ISO/IEC 17025:2017 que permita garantizar la confiabilidad de los resultados al sector productivo.

El laboratorio surge de la pregunta problema ¿Cómo documentar un sistema de gestión que cumpla con los requisitos de la norma NTC ISO/IEC 17025, cuyo objetivo sea asegurar la confiabilidad de resultados de los ensayos para la determinación de la calidad del carbón en el departamento de Norte de Santander? y se enmarca en el proyecto denominado "Fortalecimiento del Laboratorio de Calidad de Carbón de Norte de Santander, elaborando un sistema de gestión bajo la norma ISO/IEC 17025:2017, para prestar servicios con resultados confiables al sector productivo y a los programas de formación de la regional".

Atención de Eventos o Episodios de Contaminación Atmosférica

Miguel Antonio Ramírez Salcedo. Ingeniero Ambiental de la Subdirección de Medición y Análisis Ambiental de Corporación Autónoma Regional de la Frontera Nororiental (CORPONOR). Correo electrónico: rguerrero@corponor.gov.co

Los niveles de calidad del aire en centros urbanos están determinados principalmente por las emisiones generadas dentro de la ciudad y por el comportamiento de la meteorología. Sin embargo, ocurren situaciones en las que fuentes de emisión que se ubican fuera de la ciudad se les denomina eventos regionales de contaminación y corresponden a una carga de contaminantes que ingresa a la ciudad pero que se genera fuera de ella.

Las fuentes de contaminación son naturales y antropogénicas, las fuentes naturales corresponden accidentes geográficos o entidades naturales como: volcanes, incendios forestales, erosión del suelo, entre otras; Las antropogénicas, son fuentes fijas y móviles, las fuentes fijas hacen referencia a las industrias, las fuentes móviles corresponden los vehículos motorizados, estos a su vez se dividen como fuentes dentro de la vía y fuentes fuera de la vía.

Existen varios contaminantes atmosféricos, pero nos centramos especialmente en tres, los cuales son el material particulado correspondientes a partículas sólidas y líquidas suspendidas en el aire, o coloquialmente llamado hollín, estos son peligrosos debido a su tamaño y composición y se dividen en dos materiales particulados: PM10 el cual tiene el poder potencial de llegar y penetrar las vías respiratorias recibiendo el nombre de la fracción respirable y, el material particulado de PM 2.5 que puede llegar hasta los alveolos pulmonares, esta es una fracción fina de este contaminante, siendo así, las industrias del coque con un 24% y la industria de la arcilla con un 46.6 % los que presentan mayor aportación a las emisiones de la ciudad de Cúcuta; las fuentes móviles contribuyen con el 53% del total de las misiones con las motocicletas.

CORPONOR cuenta con cuatro estaciones de monitoreo de material particulado ubicadas en las siguientes localidades: El centro, Barrio comuneros, Barrio El salado y el Barrio punto

blanco, con el objeto de realizar el monitoreo diario de la ciudad de Cúcuta y poder tomar acciones de prevención ante cualquier evento que perjudique la salud humana y contaminación por emisiones atmosféricas fuera de los límites permisibles por la normatividad.

El aire en movimiento favorece las condiciones de dispersión de contaminantes Inversión térmica: Este fenómeno se presenta cuando la temperatura del aire a nivel del suelo es muy frío dificultando la dispersión de contaminantes e incrementando la concentración de los mismos.

Efectos Asociados a La Contaminación del Aire en Municipios de Norte de Santander

Miryam Reyes Ortega. P.U. Coordinadora Subgrupo Vigilancia y Control de Salud Pública en el Instituto Departamental de Salud, Norte de Santander. Correo electrónico: saludambiental@ids.gov.co

Jenny Carolina Gallego Rodríguez. Profesional vinculada al equipo de vigilancia en Salud Pública del Instituto Departamental de Salud, Norte de Santander. Correo electrónico: saludambiental@ids.gov.co

El Instituto Departamental de Salud de Norte de Santander, a través de la coordinación de salud Ambiental, lleva a cabo acciones de promoción, prevención, inspección y vigilancia de los eventos relacionados con el agua, aire, el cambio climático, el saneamiento básico, la seguridad química y los entornos saludables. Así mismo, se realiza atención a las problemáticas sanitarias generadas por fuentes de contaminación atmosférica, con el propósito de implementar pautas que ayuden a mitigar, minimizar y prevenir afectaciones a la salud de la población.

Las actividades económicas realizadas en algunos municipios del departamento de Norte de Santander pueden generar eventos relacionados con enfermedades asociadas a la calidad del aire, que pueden afectar a los trabajadores y a la comunidad. Estos eventos son considerados de interés público y son objeto de seguimiento por parte de la coordinación de vigilancia epidemiológica en salud pública de nuestra entidad.

Minería Verde: Estrategias para una Industria Sostenible

Cristhiam Humberto Jiménez Arévalo. Secretario de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Sostenibilidad, Gobernación de Norte de Santander. Correo electrónico: secambiente@nortedesantander.gov.co

En Colombia se tiene vocación minera, la minería se puede clasificar en: pequeña (oro=150 Ha), mediana (150 a 5000 Ha) o gran escala (5000 a más Ha), actualmente existen 9602 títulos en explotación minera que comprende entre otros: Carbón, oro, arcilla, los cuales involucran el tema de recursos naturales como el petróleo, etc. Norte de Santander (N. de S.) es un departamento minero, la producción se da en carbón, arcilla, roca fosfórica y materiales de construcción. Así como se tiene minería legal a nivel nacional, también se tiene de carácter ilegal.

En N. de S. en los últimos años ha incrementado la informalidad del sector minero a causa de diferentes situaciones que se vive en los contextos de la región, por ej. Poco conocimiento de los empresarios para pasar a una formalización minera; impactos negativos al medio ambiente de la minería, no solamente ha sido de la minería ilegal sino también de la minería legal principalmente la minería a gran escala (impactos por generación de escombros, deforestación, destrucción de acuíferos, entre otros), la utilización de agua en la minería es importante teniendo en cuenta la demanda del agua en la actividad minera; es decir, la huella ecológica de la minería es grande.

No es posible mencionar el desarrollo de una minería verde o ecológica en Colombia, pero si es evidente el desarrollo de una minería moderada que a través de los años y la legislación ha logrado tener planes de manejo ambiental para tratar de compensar esa huella ecológica irreversible, también ha tomado medidas de compensación para retribuir a las comunidades afectadas por cualquier proyecto minero, obra o actividad minera, además, han adelantado acciones mediante proyectos, por ej.: proyectos de restauración, reforestación, para reparar las condiciones del medio ambiente afectado, medidas de mitigación a los impactos y efectos negativos, medidas de prevención.

Respecto a los impactos negativos, se debe cambiar el paradigma, este debe ser “Producir más, dañar menos”, involucrar dentro del proceso de la industria de N. de S. una minería moderada, con menos impactos al ambiente, reducir la huella medio ambiental, minería de carácter legal, y esa minería que está por fuera de la legislación, que está generando algunas afectaciones, geológicas, biológicas: afluentes hídricos, alguna minería ilegal que utiliza recursos hídricos de zona de paramo. Frente a la realidad, se debe fortalecer todas las herramientas de carácter jurídico para entrar a combatir la ilegalidad, hablar de una minería moderada, aunque es importante la rentabilidad económica, se debe tener en cuenta los compromisos a nivel mundial correspondientes a garantizar los recursos naturales.

Tener responsabilidad ambiental frente al cambio climático, impulsa la implementación de tecnologías limpias en la industria minera a mediano y largo plazo; para lo cual, se debe considerar instalaciones de turbinas eólicas con vientos consistentes, realizar las actividades de manera responsable con el cuidado al medio ambiente, recurso hídrico, lo que requiere una normatividad más fuerte, que la estructura legislativa este de la mano con el medio ambiente. Para hablar de economía y minería, se debe hablar del término de transición energética, como se contempla en el Plan Nacional de Desarrollo Departamental, a la altura de los retos del sector minero con una conciencia ambiental.

En Norte de Santander el sector primario, la economía de explotación de recursos naturales tiene que ir encaminado a poder tener proyectos de medio ambiente con los objetivos de cuidar los ecosistemas y uso de combustibles más amigables, el Plan Integral de Cambio Climático Departamental, da cuenta de la articulación interinstitucional para un plan de choque. Se necesita empezar a trabajar de manera articulada con la academia en general, la autoridad ambiental, alcaldías como entes territoriales y demás instituciones para aportar al desarrollo de un territorio resiliente al clima, entendiendo que para hablar de paz hay que hablar de seguridad ambiental.

Para hablar de una minería verde, ecológica, sostenible en Colombia, hay que hablar de una minería moderada, entender el contexto en el que estamos, proteger nuestros recursos naturales para garantizar la permanencia de la humanidad y demás seres vivos en el planeta.

Minería de Carbón en Norte de Santander

Andrea Margarita Cárdenas Rangel. Profesional de la Secretaría de Gestión Minero Energética Sostenible del Departamento de Norte de Santander. *Correo electrónico:* secminas@nortedesantander.gov.co

Yarokcy Bautista Uribe. Profesional de la Secretaría de Gestión Minero Energética Sostenible del Departamento de Norte de Santander. *Correo electrónico:* secminas@nortedesantander.gov.co

La minería respecto al carbón genera 5000 empleos de forma directa y 16000 empleos de forma indirecta una cifra importante en lo que concierne a ese impacto social en la economía, contamos con dos principales tipos de carbones que son el carbón térmico y el carbón coquizable. El Carbón térmico Tiene un alto poder calorífico y bajos contenidos de azufre, cenizas y humedad, lo que lo hace muy reconocido en el mundo por su excelente calidad, usado para generar calor y cuyos principales consumidores son las empresas generadoras de energía, como las termoeléctricas, industrias como la cementera, y las ladrilleras. y todas aquellas que utilizan procesos de calentamiento por medio de calderas. Su producción anual se encuentra entre 1,5 y 2,0 millones de toneladas al año.

El Carbón coquizable en Norte de Santander es carbón metalúrgico bajo en fósforo, único en el mundo, lo cual le ha abierto a este producto el acceso a diferentes mercados y en los últimos años ha venido consolidando a Colombia como un proveedor confiable de este producto para la industria mundial de las ferroaleaciones, el carbón coquizable se caracteriza por una propiedad física principal que es el índice de hinchamiento.

En Norte de Santander el carbón incentivo el 40 % de los puestos de trabajo en más de 18 municipios donde existe actividad minera. El departamento cuenta en la actualidad con doscientos noventa y siete (297) títulos mineros activos que explotan Carbón, de ellos dos (2) títulos mineros se encuentran en exploración, diez (10) en etapa de construcción y montaje, y doscientos ochenta y cinco (285) en etapa de explotación para la producción de carbón, dentro de Norte de Santander

a grandes rasgos cuenta con dos clases de carbón térmico: usado para el consumo interno en la generación de energía eléctrica en todo el país. Tipo exportación (coquizable): posterior a un proceso de beneficio es exportado, contando así, con una amplia lista de países a donde su material explotado, es exportado a continentes como Europa, Asia, África, América del Norte y América del Sur. Cuando el recurso mineral tiene como destino la exportación, el comercializador internacional tiene la obligación de acreditar ante la DIAN el pago de la correspondiente regalía.

Gestión de Atmósferas Contaminadas en Minería Subterránea de Carbón

Raimundo Alonso Pérez Gómez. Docente-Investigador adscrito al Departamento Geotecnia y Minería y al Grupo de Investigación GEOENERGIA del Programa de Ingeniería de Minas de la Universidad Francisco de Paula Santander. Correo electrónico: planingminas@ufps.edu.co

De acuerdo con información suministrada por la Agencia Nacional de Minería ANM, con fecha de corte 18 de abril de 2024, en el periodo 2005 a 2024 se presentaron en la industria minera en Colombia 1880 emergencias que generaron un total de 2135 fatalidades. Por causa de atmósferas viciadas o contaminadas se generaron 300 emergencias (15.95% del Total) y 362 fatalidades (16.96% del Total).

El gas metano está incluido dentro de uno de los gases que contaminan la atmósfera minera subterránea, disminuyendo la concentración de oxígeno; igualmente, el polvo de carbón en suspensión también es un factor contaminante de la atmosfera minera. Ambos factores de riesgo tienen seria incidencia en detrimento de la salud de los trabajadores, la medida preventiva y de control más eficiente para prevenir la generación de explosiones por gas metano es el diseño e implementación de un circuito principal de ventilación mecanizado, complementado con la instalación de ventilación auxiliar y los elementos de regulación pertinentes, que garantice el suministro del caudal de aire requerido en cada frente de trabajo.

Es necesario que cada empresa minera realice un estudio técnico para cuantificar y caracterizar el polvo de carbón que se acumula en las labores mineras, con el fin de diseñar e implementar un programa de inertización con polvo de caliza, el cual es el método más recomendado para suspender la posible generación de explosiones de polvo de carbón, cuando fallan las dos primeas fronteras de defensa.

Referencias bibliográficas

Agencia Nacional de Minería (sin fecha). <https://www.anm.gov.co/?q=anna-mineria>

Agencia Nacional de Minería (2022).

Agencia Nacional de Minería. (2024). Estadística de Accidentabilidad, Tipología Colombia 2005 – 2024.

Asociación de Carboneros del Norte - ASOCARBONO. (4 de marzo de 2023). La voz del carbón en Norte de Santander

Asocarbor - Cúcuta - Colombia. <https://asocarbor.com/la-voz-del-carbon-en-norte-de-santander/>

Decreto 1076 de 2015 (Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible).

Decreto 001649 de 2021 (Gobernación de Norte de Santander).

Decreto 1886 de 2015 (Ministerio de Minas y Energía).

Decreto 944 de 2022 (Ministerio de Minas y Energía).

Fortalecimiento del laboratorio de calidad de aire, manteniendo el SG implementado bajo la norma ISO/IEC 17025:

2017 garantizando resultados confiables, para prestar servicios al sector productivo y a programas académicos de la regional Norte de Santander durante la vigencia 2024. Proyecto SGPS-12098, derechos de autor SGPS-SIPRO © 2023.

Gobernación de Norte de Santander. (2024-2027). Plan de Desarrollo Departamental. Sensor vital "Medimos para la vida" (sin fecha). <https://sensorvital.com/>

Grupo SENNOVA. Sistema de Investigación y Desarrollo Tecnológico - SENNOVA. [Online].; 2022. <https://www.sena.edu.co/es-co/formacion/paginas/tecnologia-innovacion.aspx>

Grupo Gestión de la Investigación, el Desarrollo y la Innovación Tecnológica y Formativa. (2023). Cap. 4. Perfiles Sistema de Investigación, Desarrollo Tecnológico e Innovación Sennova. En Guía para la Contratación de Perfiles Sennova en las Regionales y Centros de Formación. (pp. 29). Bogotá, Colombia.

Instituto Departamental de Salud de Norte de Santander. <https://ids.gov.co/>

Ministerio de Minas. (2020). Minería de Carbón en Colombia Transformado el futuro de la industria. Gobernador Co.

<https://www.minenergia.gov.co/static/mineriaco/src/document/documento%20carbon.pdf>.

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (sin fecha). <https://www.minambiente.gov.co/>

Plan de Calidad del Aire Cúcuta – Región. (marzo de 2022). Plan prevención, reducción y control de la contaminación del Aire Cúcuta-Región. <https://corponor.gov.co/web/wp-content/uploads/2022/05/Plan-prevencion-reduccion-control-contaminacion-Cucuta-Region.pdf>

Resolución 2254 de 2017 (Ministerio del Medio Ambiente).

Resolución 18-1467 de 2011 (Ministerio de Minas y Energía).

Resolución 40209 de 2022 (Ministerio de Minas y Energía).

Sistema Nacional de Vigilancia en Salud Pública -SIVIGILA. Norte de Santander.

<https://www.ins.gov.co/Direcciones/Vigilancia/Paginas/SIVIGILA.aspx>

Unidad de Producción Minero Energética (sin fecha). <https://www1.upme.gov.co/simco>