



mineriaesmas@outlook.es

<https://www.mineriaesmas.com/>



MÁS MINERÍA

*LA REVISTA DE LOS JÓVENES
PROFESIONALES PARA LA MINERÍA*



SEPTIEMBRE 2021 • VOLUMEN 3

ÍNDICE

06

The Briefcase of Mineral Applications

La Geotermia, el Oro bajo nuestros Pies

¡Pongámonos al día! Noticias de Actualidad

38

Medio Ambiente Posts Instagram

04

¡Conócenos!

10

"La Palma Viva": Aclaraciones sobre la Erupción

18

El Vulcanismo de las Islas Canarias

36

Panticosa: Patrimonio Histórico y Minero

46

Materias Primas en el Dentista Video-divulgación

Edición contenidos:

Adriana Merino Zamora
Carmen Merino Zamora
Santiago Rosado Calderón
Virginia San Narciso Sáez

Edición revista:

Adriana Merino Zamora
Carmen Merino Zamora
Virginia San Narciso Sáez

50

La Rehabilitación de Minas

52

León: Transición Energética hacia un Nuevo Modelo más Diversificado

62

La Restauración de la Mina El Machorro

66

Almacenamiento de CO₂

74

Proyecto Life RIBERMINE

82

Geofísica: métodos electromagnéticos

86

Las Cuevas el Soplao

56

La Revolución Industrial y la Minería

64

El carbón mallorquín y su contribución al crecimiento económico insular

70

El renacer de la minería como sector básico de desarrollo (I)

78

Explosivos Industriales

84

Técnicas eléctricas vs. electromagnéticas

¡Conócenos!



Minería es Más es una asociación de jóvenes profesionales para la minería que nació en 2019 en la feria *Mining and Minerals Hall (MMH)*, Sevilla.

MISIÓN

- Desde Minería es Más queremos **impulsar** la participación y **fomentar** el interés de jóvenes de todo tipo de perfiles en el sector minero. Como bien dice nuestro nombre, la Minería es Más de lo que se ha venido pensando.
- Queremos dar a conocer la minería desde una perspectiva actualizada y multidisciplinar, donde infinidad de perfiles tienen cabida para desarrollar su carrera profesional.
- En Minería es Más ofrecemos un espacio para **jóvenes** profesionales, donde puedan informarse sobre la actualidad de la industria minera en España y también a nivel global.
- Y estamos creando una red de jóvenes profesionales en donde se intercambian **contactos**, **experiencias** y se generan **oportunidades** de futuro, porque la minería, tiene un potencial enorme.

VISIÓN

Minería es Más quiere lograr que el esfuerzo de nuestro equipo nos convierta en el nexo entre estudiantes, egresados y jóvenes profesionales de diversas titulaciones, y el sector minero en España.

VALORES

- **Iniciativa** y dedicación.
- Profesionalidad y trabajo en **equipo**.
- **Respeto** por el medio ambiente.
- Apoyo a la minería **sostenible** y la economía circular.
- **Compromiso** con nuestros compañeros, la minería y la sociedad.

¿Te gustaría conocernos?

Visita nuestras redes sociales



¿Sabías que...?

Tenemos un **grupo de LinkedIn** creado como foro de información? En él publicamos semanalmente noticias de relevancia y actualidad del sector, nuevos materiales, energías, ofertas de empleo, cursos de formación y mucho más.



También, te dejamos el link al **formulario de inscripción**, rellenándolo nos ayudarás a llevar la cuenta de cuántas personas están interesadas por formar parte de Minería es Más.

Y además, si quieres **colaborar** de manera directa con nosotros, te gustaría escribir algún artículo para el siguiente Volumen, o tienes alguna **sugerencia** o **inquietud**, no dudes en ponerte en contacto con nosotros en cualquiera de nuestras redes sociales. ■

¡QUIERO UNIRME AL GRUPO DE LinkedIn!



¡QUIERO ASOCIARME!



¡ME INTERESA COLABORAR CON VOSOTROS!



The Briefcase of mineral applications

Lidia Gullón Corral
23 de julio de 2021.

Utilizamos minerales en todos los sitios y para todas las cosas: en la casa en la que vivimos, en la bicicleta que montamos y en el teléfono móvil. Sin embargo, la mayoría de nosotros somos incapaces de reconocer los minerales que usamos en nuestra vida diaria, en qué productos se encuentran y de dónde se obtienen.

La mayoría de los minerales que utilizamos se extraen fuera de Europa, a veces en malas condiciones de trabajo, utilizando trabajo forzoso o infantil, de formas insostenibles o dañinas para el medio ambiente, y en ocasiones los minerales son la causa de conflictos armados, o la fuente de ingresos que los financia. Los minerales de conflicto están lejos, tanto geográfica como emocionalmente, y rara vez reflexionamos sobre el aspecto ético de los productos que compramos.

El proyecto 3DBriefcase está financiado por el EITRaw Materials y propone talleres de dos horas de duración en los que plantea cuestiones importantes sobre el origen de los



*Niños aprendiendo el bateo de oro.
Foto cedida por Briefcase.*

minerales que utilizamos, alentando a los niños a reflexionar sobre las cuestiones éticas de la minería. El proyecto tiene por objeto conducir las respuestas de los alumnos en un razonamiento lógico que les lleve a concluir sobre la necesidad de los minerales, pero también sobre la necesidad de que se extraigan de forma justa, sostenible, medioambientalmente respetuosa y sobre todo, respetando los derechos de los que trabajan en el sector. El proyecto incide en que la mejora de calidad de vida obtenida gracias a la existencia y aplicación de minerales en el primer mundo no debe

ser el lastre de la sostenibilidad en los países del tercer mundo, sino su motor de desarrollo. Como clientes, somos el motor del cambio en nuestras decisiones de compra, y por eso vale la pena reflexionar sobre sus consecuencias.

El proyecto además alienta a los alumnos a descubrir el atractivo de la geología, la metalurgia y la minería, contribuye a mostrar aspectos importantes en el desarrollo de sus carreras profesionales, como la dificultad de ser mujer en un sector dominado por hombres, la recompensa del esfuerzo continuo, el tesón y la resiliencia, la importancia de marcarse unos objetivos o la influencia de nuestros valores morales en el desarrollo de nuestro trabajo. El proyecto pretende ser un agente facilitador del cambio, poniendo al alcance de los más jóvenes los



*Maleta de la magnesita.
Foto cedida por Briefcase.*

El proyecto tiene por objeto conducir las respuestas de los alumnos en un razonamiento lógico que les lleve a concluir sobre la necesidad de los minerales, pero también sobre la necesidad de que se extraigan de forma justa, sostenible, medioambientalmente respetuosa y sobre todo, respetando los derechos de los que trabajan en el sector.

The Briefcase of mineral applications

conocimientos necesarios para promover el desarrollo sostenible, entrenando su comportamiento en los hábitos de reciclaje, el cambio climático, el consumo razonable de recursos, la importancia de preservar el medioambiente, el *BetterInMyBackyard* que garantiza las condiciones de seguridad y vigilancia ambiental en los yacimientos europeos.

El proyecto 3DBRIEFCASE ha desarrollado un conjunto de herramientas didácticas formado por maletines físicos que permiten experiencias en primera persona y que se ofrecen en calidad de préstamos gratuito a los centros educativos que lo [solicitan](#). Cada maletín propone una temática diferente: los minerales de uso diario, las potasas y la agenda 2030, la maleta de exploración, la magnesita y sus aplicaciones, el oro y los minerales de conflicto, el platino y la importancia del reciclaje, las materias primas secundarias, la maleta del plomo y el zinc, la importancia de los minerales industriales, el cobalto y las baterías, el estaño en el día a día, los minerales del móvil.

El proyecto también ofrece un maletín digital dedicado a profesores, poniendo a su alcance recursos didácticos que faciliten la preparación de sus clases y ofreciendo recursos

didácticos clasificados en función de la temática y del público objetivo al que están dirigidos para que los profesores puedan proponerlos durante sus [clases](#). También ofrece dos maletines virtuales dedicados a los alumnos de diferentes edades que proponen juegos educativos con los que aprender de forma [autodidacta](#) y que están disponibles en 31 idiomas (español, catalán, gallego, vasco, árabe, japonés, checo, holandés, polaco, noruego, portugués, eslovaco, francés, esloveno, alemán, griego, italiano, suizo, macedonio, vietnamita, chino, búlgaro, finlandés, rumano, hindi, tamil, hebreo, ladino, estonio y bengalí), y un maletín 3D que permitirá una experiencia interactiva en 3D y de realidad aumentada dirigida a alumnos de más edad y que podremos disfrutar a partir de septiembre, también como préstamo gratuito. ■

Lidia Gullón Corral





“La Palma Viva”: Aclaraciones sobre la Erupción

Entrevista 23 de Septiembre de 2021

Irene Croche Picón, Geóloga estructural

La erupción del volcán de Cumbre Vieja en la isla de la Palma (Islas Canarias) ha sido, y es, un tema candente estas semanas. Hemos tenido el placer de entrevistar a Irene Croche Picón, geóloga estructural con 15 años de experiencia, quien nos respondió a una serie de preguntas acerca de la erupción, cómo está afectando a los agricultores de la isla y qué es lo que sucederá cuando el magma entre en contacto con el océano.

P: ¿Qué tipo de volcán podríamos decir que es el que está entrando en erupción en la Palma?

R: Es un volcán nuevo fisural, de tipo estromboliano. La lava de estos volcanes y de la zona son de composición sálica, que confiere a la lava una densidad importante, lo que generará una morfología de **malpaís**.



Malpaís. Volcán de la Corona, Lanzarote (Islas Canarias). (Fuente: Luis Miguel Bugallo Sánchez)

Aclaración: *un ejemplo de geomorfología malpaís es la mostrada en la imagen del volcán de la Corona en Lanzarote. La morfología esperada tras la erupción del nuevo volcán en la Palma será de este tipo debido a la similitud de los magmas.*

La composición del magma es muy **básica**, debido a esto, tiene bastante proyección de piroclastos que por la noche tienen muy buena visibilidad. Existen piroclastos con tamaños inferiores (“lapilli”) y luego están los piroclastos de gran tamaño conocidos como “bombas” con diámetros de 1 metro. Estas bombas, al ser tan pesadas, caen cerca del **cono** que ha ido desarrollándose durante estos primeros días.



Bomba volcánica (Fuente: Pixabay)

El viento es muy importante en esta situación, existe un peligro muy elevado a sufrir lesiones en los ojos por la introducción de estas **cenizas** en los ojos.

Cabe recalcar que el volcán es una formación nueva, es decir, se está

“La Palma Viva”: Aclaraciones sobre la Erupción

formando un volcán en una zona volcánica antigua que se ha vuelto a abrir.

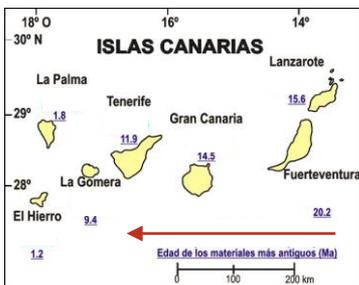


Coche con cenizas de la erupción.
Foto cedida por Irene Croche

P: ¿De qué manera afectará esta erupción al resto de las islas?

R: Desde mi punto de vista nada. En la isla de la Palma y el Hierro tenemos el manto bastante más cerca (14-15km). Es la zona más activa puesto que la evolución sigue de esta manera, la isla de la palma no ha terminado de crearse todavía, **está creciendo**.

Aclaración: La pluma que formó las islas se mueve de Este a Oeste, de manera que las islas más antiguas se encuentran al Este (Fuerteventura y Lanzarote), y las más nuevas al Oeste (El Hierro y la Palma). En la imagen de la derecha se indica la edad de cada isla del archipiélago en millones de años.



Edad de cada isla del archipiélago Canario (Modificado de Carracedo et al, 2002)

P: ¿De qué manera afectará esta erupción a los agricultores? ¿Se podrá recuperar la tierra?

A partir de aquí, conociendo los riesgos y trayectorias posibles y qué zonas son más activas, espero que se realice una ordenación como corresponde del territorio, puesto que no tenían en cuenta los riesgos volcánicos- terremotos- inundaciones y tsunamis. Y probablemente a partir de ahora se realizará un **mapa de riesgos** y se tomará en cuenta a la hora de construcción.

En lo que respecta a la recuperación de la tierra, actualmente no es posible, e inmediatamente tampoco.

P: ¿Se han construido casas en zonas de **alto riesgo**?

R: Sí, se sabe perfectamente que es una isla **activa** y que la lava se comporta

como un fluido, si construyes en un barranco, la lava irá hacia allí. Estoy casi segura de que existe un mapa de riesgos pero nadie lo toma en consideración, probablemente porque no está dictaminada la construcción tomando en cuenta estos valores por la ley. Ergo la gente hace lo que les da la gana.

He trabajado en Chile y claro, en estos países están preparados para este tipo de desastres. Sabiendo que existen periodos de recurrencia también aquí en la península.

En la costa del sur de España existen riesgos de tsunami y no existen planes de evacuación. Y también existe periodo de retorno para los terremotos de Lisboa y no hay nada preparado para este tipo de desastres.



El Volcán de Cumbre Vieja de la Palma en erupción. Foto cedida por Irene Croche

P: ¿Qué es lo que sucederá cuando el magma entre en contacto con el océano?

El cambio tan brusco de temperatura, provocará explosiones y **desgasificaciones** en las que es mejor no estar cerca (bromea).

Claramente los seres vivos que viven fijos al sustrato quedarán expuestos al magma y morirán. No hay que preocuparse por los peces como dice la gente por *Twitter*, ellos vienen sintiendo los temblores desde hace un tiempo y no estarán cerca cuando el magma llegué al mar.

En cuanto a las emanaciones de gases tóxicos, es peligroso en esta zona.

P: ¿Existe peligro de **cenizas** de alta temperatura?

Las cenizas en este tipo de explosiones son muy finas. Se las lleva el aire, por eso esa **columna** de cenizas tan grande. Es peligroso respirarlas y por ello, es necesario llevar mascarilla y estar **protegido** contra ello. ■

Sobre el profesional:

Irene Croche
Picón



La Geotermia, el Oro bajo nuestros Pies

Rodrigo J. Bueno
19 de septiembre de 2021

La **energía**. Uno de los temas que llenan titulares hoy en día y que más polémica lleva consigo. Que si es de origen fósil o renovable, que si es moralmente buena o debemos de cambiar a otros sistemas menos cuestionables...

La energía es fundamental para cualquier sistema en el presente. Desde tener luz en el hogar, a poder cargar el coche eléctrico. Y el aumento de la demanda actual acarrea consigo un terrible presagio si no encontramos otras fuentes (ahora incluso más si nos privamos de la **nuclear**...)

Por eso mismo, hoy os vengo a hablar de manera superficial sobre un tipo de energía que proviene de las profundidades. ¡Ni nada más ni nada menos que desde el núcleo terrestre!

En efecto, os hablo de la **Energía Geotérmica**. La geotermia es una rama de la geofísica, que estudia las condiciones térmicas de la tierra. Estudia tanto los fenómenos térmicos internos del planeta como el conjunto de procesos industriales para su

explotación, así como la obtención de energía eléctrica o la producción de calefacción y agua caliente sanitaria.

La idea de aprovechar el calor interno de la tierra y pionero de la energía geotérmica fue el príncipe Giovanni Conti. A principios del siglo 20 en Larderdi (Italia), construyendo una central que transformaba la energía térmica en eléctrica y que hoy sigue en funcionamiento y alimenta la red eléctrica ferroviaria en el centro de Italia.

La diferencia principal entre la energía Geotérmica y el resto de renovables es sin duda la **eficiencia**. La energía geotérmica ocupa el segundo lugar en eficiencia por detrás de la energía eólica presentando valores de eficiencia del 75%, mientras que la siguiente, la energía solar



Imagen subjuntiva del comportamiento núcleo-manto-corteza.

tiene valores comprendidos alrededor del 30%.

¿Qué tipos de energía geotérmica hay?

Existen diversos tipos que los podemos subdividir según la cantidad de calor geotérmico (tanto de origen interno como superficial) que llegan a la superficie o a una profundidad admisible para su captación.



Central Hellisheiði, Reykjavik Energy
(Fuente: Flickr)

Así los dividimos en los siguientes tipos como muestra la siguiente tabla:

ORIGEN	Tª	TIPO DE YACIMIENTO	USOS
Profundo	> 150°C	Alta T °C	Permite transformar directamente el vapor de agua en energía eléctrica
	90-150°C	Media T °C	Permite producir energía eléctrica utilizando un fluido de intercambio que alimenta las centrales
Superficial	30-90°C	Baja T °C	Suficiente para producir energía eléctrica, pero adecuado para la calefacción de edificios y en determinados procesos industriales y agrícolas (uso directo)
	< 30°C	Muy Baja T °C	Utilizada principalmente para la climatización, se precisa de bomba de calor

Como se puede observar en la tabla, la energía geotérmica es capaz de aprovechar focos de temperaturas menores a los 30°C, para su uso en **climatización** y utiliza los focos de mayor temperatura para poder generar **electricidad**. Lo que nos permite establecer que la energía geotérmica se puede aprovechar en cualquier lugar del planeta para solventar en resumidas cuentas el gasto energético.

El mejor ejemplo, Islandia

Si hablamos de geotermia, tenemos que hablar de Islandia, donde han conseguido que este tipo de energía renovable sea la fuente principal, en conjunto con las derivadas del deshielo de glaciares (de las que hablaremos en otro momento). En Islandia con sus cinco centrales esjavellir, Reykjanes, Hellisheiði, Krafla y Svartsengi, producen el 85% de la energía eléctrica

La Geotermia, el Oro bajo nuestros Pies

y el 100% en climatización geotérmica.

Hay que mencionar que el caso de Islandia, es particular y sucede gracias a su situación geológica, en medio de la **dorsal meso-atlántica**, lo que supone focos de calor de altísimas temperaturas que producen gracias a estas centrales energía limpia que incluso almacenan y venden.

¿Y en España?

En la península, tenemos varias zonas con mucho potencial para centrales que generen electricidad, principalmente en las zonas de Galicia, el sistema central, Cataluña y Andalucía. Sin embargo como hemos explicado antes, focos térmicos de menor temperatura pueden ser aprovechados para climatización y agua caliente sanitaria lo que supone un ahorro muy significativo en energía.

En resumidas cuentas, la energía geotérmica tiene cabida en cualquier lugar de España (y del mundo) puesto que se puede llevar a cabo en cualquier foco térmico.

Esto permitiría una transición energética sostenible, sin abusar de otras fuentes que requieren más espacio, son menos eficientes o generan residuos.

Una vez más es nuestro planeta el que nos da todo cuanto necesitamos, y está justo bajo nuestros pies. ■

Referencias

Björnsson, Sveinbjörn, ed. (2010). *Geothermal Development and Research in Iceland*. Reykjavik, Orkustofnun

Dumas, Philippe y Bartosik, Angelina (2014). *Geothermal DH Potential in Europe*



Pozo de agua caliente en Furnas, San Miguel (Azores, Portugal). Foto cedida por Adriana Merino

Rodrigo J. Bueno



Furnas do Enxofre, Terceira (Azores, Portugal). Foto cedida por Adriana Merino

El Vulcanismo de las Islas Canarias

Javier Martín Blázquez
21 de septiembre de 2021.

En **España** existen varias zonas volcánicas: la Garrotxa en Girona, Cabo de Gata en Almería, Cofrentes en Valencia, Columbretes en Castellón y los campos de Calatrava en Ciudad real. Sin embargo, únicamente las islas canarias parecen tener actividad en la actualidad, teniendo registradas erupciones prácticamente desde que los españoles colonizaron las islas hasta la actualidad. Las primeras referencias escritas sobre el vulcanismo en las islas datan de 1492, durante el primer viaje de Colon a Las Indias (Periódico ABC, 2015).

El vulcanismo de las islas canarias es, junto con el de Hawái uno de los más

estudiados del planeta. Más allá del interés científico, y como se ha demostrado estos últimos días, por cuestiones de seguridad ciudadana. En las islas viven aproximadamente 2 millones de personas, a la que se suman decenas de miles de turistas todos los años. La monitorización **geológico - geofísica** es fundamental para la seguridad de la población y, además, aporta datos valiosísimos para la investigación científica.

Las islas canarias se caracterizan por una actividad volcánica longeva, que no corresponde con un modelo volcánico y tectónico de borde pasivo (no hay ni creación ni destrucción de corteza terrestre). En parte se puede



Mapa de erupciones (en rojo) en las Islas Canarias. (Fuente IGN)

explicar por el marco compresivo generado por el movimiento dextrógiro (contrario a las agujas del reloj) de la placa africana al chocar con la europea y frenar su desplazamiento hacia el este (Instituto Geográfico Nacional, s.f.), y las alineaciones volcanotectónicas coincidentes con las fracturas del basamento en la prolongación de las fallas del Atlas africano. Más concretamente existen **cinco teorías** (Gobierno de Canarias, s.f.):

- *Teoría del punto caliente:* argumenta que en la zona de las canarias existe una especie de pluma mantélica por debajo de la placa africana. La combinación de este punto con el movimiento contrario a las agujas del reloj generaría los abombamientos que son hoy las islas. Esto, en combinación con los sistemas de fracturas, daría lugar al origen a las erupciones volcánicas. Esta teoría es una adaptación de la formación de las islas Hawái al contexto canario, actualmente en desuso.
- *Teoría de la fractura propagante* (Anguita y Hernán, 1975): argumenta que las islas se forman debido a la prolongación del sistema de fallas del Atlas africano, estas fallas adelgazan la corteza de forma que al reducirse la presión se facilita la fusión parcial y el ascenso de los magmas por las fracturas. La litosfera oceánica es

“Dice aquí Cristóbal Colón que, una noche de aquellas que andaba cerca de Tenerife, salió tanto fuego del pico de la sierra que (...) es una de las altas que se saben del mundo, que fue causa de gran maravilla”

Fray Bartolomé de las Casas.
Erupción en Tenerife (1942)

“y pasó aquella noche cerca de Tenerife, de cuya cumbre, que es altísima, se veían salir grandísimas llamaradas de lo que maravillándose su gente les dio a entender el fundamento y la causa de tal fuego, aduciendo al respecto el ejemplo del monte Etna en Sicilia, y de otros muchos montes, donde se veía lo mismo. Pasada aquella isla, el sábado 25 de agosto llegaron a Gran Canaria...”

Hernando Colon, hijo de Cristóbal Colon. Historias del Almirante (1571)

El Vulcanismo de las Islas Canarias

más gruesa y, por lo tanto, las fracturas tensionales no pueden propagarse desde el continen hacia canarias (Carracedo 2004), lo que es el principal punto en contra de esta teoría.

- *Teoría de los bloques levantados:* considera el levantamiento de bloques durante la orogenia alpina. Los esfuerzos tectónicos generaron una red de fracturas que eventualmente provocaron el levantamiento de alguno de ellos. Las descompresiones facilitaron la fusión parcial y el ascenso de los magmas.
- *Teoría del "doming" o empujes ascensionales:* siendo una variación de la teoría anterior, considera que la formación de las islas fue al mismo tiempo que la de otros sistemas cercanos como las Cabo Verde o las Islas de Guinea. La formación de estas islas se debería, por un lado, a los empujes verticales del magma y, por otro lado, a la detención de la deriva de la placa africana.
- *Teoría del modelo unificador* (Anguita y Hernán, 2000): considera que el magma, originado en un punto caliente de carácter residual, sale al exterior como

de compresión y distensión que origina la tectónica. Durante la distensión se fractura la corteza, y por la compresión se elevan los bloques.

Los magmas canarios de los que se alimentan las islas canarias son magmas **básicos** originados en el manto a unos 70km de profundidad, sin embargo, su rápido ascenso hace que su composición pueda modificarse, dando lugar a una petrología verdaderamente rica.

Las erupciones de las Islas Canarias son de tipo **Estromboliano**, estas se caracterizan por ser erupciones de carácter explosivo con expulsión de material de forma poco violenta o moderada, junto una columna de



Erupción estromboliana y ríos de lava de La Palma. (Fuente: 20 minutos)

erupción con una altura entre los 2km y los 10km. Las lavas son fluidas forman ríos de lava, rápidos al principio, pero que a medida que se alejan del cráter pierden velocidad y ganan altura, pudiendo convertirse en frentes de varios metros de altura. Mientras el volcán siga expulsando material estos ríos siguen avanzando, en este caso, hasta llegar al mar. ■

Referencias

Anguita, F., Hernán, F. (s.f.). [El Origen De Las Islas Canarias: Un Modelo De Síntesis. The Canary Islands Origin: A Unifyng Model](#)

Carracedo et al. (2004). [Origen y evolución del vulcanismo en las islas canarias](#)

Gobierno de Canarias. (s.f.). [Origen Del Archipiélago Canario](#)

Instituto Geográfico Nacional (IGN). (s.f.). [Teoría de vulcanología.](#)

Periódico ABC. (2015). [Cristóbal Colon fue testigo de una erupción volcánica. R.L.P](#)

Javier Martín Blázquez





**¡Pongámonos
al día!**

Noticias de Actualidad



¡Pincha aquí para leer la noticia completa!

Cosentino afianza su proyecto con una cifra de negocio estimada en 2019 que alcanzó 1.110 millones de euros. EuropaPress.

Cosentino presenta HybriQ+, una nueva evolución de Silestone

La revalorización de residuos en la industria de la construcción y minería junto al compromiso con el medio ambiente están de moda y son una realidad.

Un ejemplo es la tecnología "Hybriq" que Cosentino presentó a finales del año pasado, que consiste en una nueva composición y proceso productivo de Silestone basado en la economía circular, pues se vale en mayor parte de agua reutilizada (98 %), energía eléctrica renovable (100 %) y materiales reciclados (ej.: vidrios o espejos), como mínimo en un 20 % en la gama Hybriq+.

El silestone fabricado con esta formulación híbrida destaca por su bajo contenido en sílice cristalina (inferior al 10% o al 50% dependiendo

del color producto final) a la vez que sus propiedades de resistencia y durabilidad se han visto modificadas. El menor porcentaje de sílice cristalina no solo permite hacer un uso racional y sostenible de las materias primas y secundarias, sino que también supone una disminución de riesgo de la salud del trabajador, promoviendo un entorno de trabajo seguro y anticipándose a legislaciones más restrictivas sobre el uso de la sílice.

Como Cosentino, hay otras empresas están apostando por innovación y desarrollo de procesos productivos más sostenibles y respetuosos con el medio ambiente, teniendo en cuenta la huella hídrica (Cosentino pertenece a la Red EsAgua), además de la huella de carbono así como el impacto social.

Energía Eólica Flotante

Últimamente, se oye hablar mucho acerca de una “novedosa” modalidad de generación de electricidad: la **eólica marina** u “**offshore**”. Esta no es otra que la tradicional eólica terrestre llevada a los mares. El aprovechamiento de la energía contenida en las masas de aire en movimiento sigue los mismos principios, aunque existen algunos condicionantes y particularidades propios de los ambientes en que se localizan este tipo de instalaciones.

«Iberdrola se convierte en el mayor jugador de eólica marina flotante de España: invertirá unos 3.000 millones para desarrollar 1.000 MW en Galicia»

Las principales ventajas de la eólica marina con respecto a la terrestre son:

Mayor disponibilidad y calidad de recurso eólico.

Tanto en términos de continuidad como de magnitud (mayores velocidades), las características del viento sobre mar son más favorables para su aprovechamiento que sobre tierra. Esto se debe sobre todo a la inexistencia de obstáculos ni relieves.

Menor impacto visual. Al localizarse mar adentro, se da solución a uno de los mayores problemas de la eólica tradicional, el impacto visual provocado por los aerogeneradores de grandes dimensiones.



Mayores potencias. Esta ventaja se deriva realmente de las anteriores y básicamente viene a decir que es posible instalar aerogeneradores más potentes.



Relativo menor coste. Relacionado con el punto de anterior, al instalarse aerogeneradores mayores, la economía de escala hace que disminuyan los costes unitarios (€/MW). Si bien es cierto, que existen otros costes que se incrementan, como por ejemplo los costes de obra civil.



Aerogeneradores del parque eólico marino flotante en Galicia. Iberdrola (2021).

Los principales inconvenientes:



Obra civil más compleja y cara. Obviamente, realizar una obra en medio marino implica una mayor dificultad y, por tanto, mayores costes que en medio terrestre.



Corrosión salina. Los materiales empleados deben estar preparados para resistir las condiciones acuosas de alta salinidad a que se verán sometidos.



Posible destrucción de la fauna marina. Este tipo de instalaciones puede interceder en el desarrollo normal de los ecosistemas marinos.

Próximamente, realizaremos una nueva publicación enfocada en el presente y el futuro de la eólica marina en España, que si bien aún se encuentra en pañales, parece preparada para despegar y tomar el relevo de la eólica e incluso la fotovoltaica terrestres.

Mientras tanto, si queréis aprender un poco más acerca de este tema, aquí os dejamos el enlace a un interesante informe realizado por la Agencia Internacional de las Energías Renovables (IRENA) titulado “Las energías renovables marinas: Impulsan la economía azul”

«Las energías renovables marinas: Impulsan la economía azul»

España y las Tierras Raras

Hoy venimos a hablaros de las Tierras Raras, aprovechando las infografías del pasado mes de junio sobre **Materias Primas Críticas (CRM)** dado que estas están incluidas en dicho listado.

Las **Tierras Raras** son un tema bastante actual y que todo el mundo ubica de manera automática en China. Las llamadas Tierras Raras, no tienen nada que ver con la tierra, son un grupo de 17 elementos químicos: escandio, itrio y los 15 elementos del grupo de los lantánidos (lantano, cerio, praseodimio, neodimio, prometeo, samario, europio, gadolinio, terbio, disprosio, holmio, erbio, tulio, iterbio y lutecio). El **escandio** y el **itrio** se incluyen en este grupo porque aparecen frecuentemente mezclados con los lantánidos en los mismos yacimientos.

A pesar de su nombre no son "raros", se les llama así porque no se presentan en altas concentraciones en la naturaleza, además de no hallarse de manera pura, sino formando parte de

óxidos o **silicatos** y muchas otras veces aparecen como **impurezas**.

Algunos de estos elementos tienen unas propiedades electroquímicas y **magnéticas** que los hacen muy preciados, principalmente porque son esenciales en el sector las **energías renovables**, dado que se emplean en la fabricación de turbinas eólicas o coches eléctricos, además de utilizarse para la fabricación de productos de **alta tecnología**.

Como sabréis, China es desde hace años el líder en producción de este grupo de elementos, pero en España también contamos con un proyecto de Tierras Raras, único en Europa hasta ahora, pero que está parado. Se trata del **proyecto Matamulas** (Ciudad Real), donde se encuentra un yacimiento muy rico en **monacita**, que contiene dos de los elementos de este grupo los cuales se utilizan en la fabricación de imanes para coches eléctricos y aerogeneradores.

57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71
La	Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu

21
Sc
39
Y



(MREE)



Tierras Raras Ligeras
Tierras de Cerio
(LREE)

Tierras Raras Pesadas
Tierras de Itrio
(HREE)



¡Lee aquí la noticia completa!

¿Estamos haciendo lo suficiente para capacitar al personal de rescate en minas para los desafíos futuros? Ilustración: NORCAT.

Automatización y rescate en mina

Cuando leemos "**automatización en minería**" o "**la mina 4.0**" lo primero que a muchos se nos viene a la cabeza es "**seguridad**".

La automatización en minería está teniendo un gran empujón en el sector, especialmente en la minería de interior debido a los numerosos riesgos a los que los trabajadores tienen que hacer frente, los cuales se ven incrementados hoy en día debido a que la profundidad de los depósitos minerales tiende a ser cada vez mayor.

Como cabe esperar, la implementación de tecnología en minería (un ambiente cambiante si lo comparamos con el de una fábrica de coches fácilmente automatizable) no se hace del día a la

mañana, sino que es un proceso gradual y con muchos retos. Países con experiencia en minería como Australia, Sudáfrica, Chile o Suecia ya han implantando en muchas minas tecnologías de control remoto (LHD, perforadoras...) e incluso palas autónomas, en donde los equipos son capaces de tomar decisiones por sí mismos.

Esto hace unos años se veía como ciencia ficción, pero hoy en día ya es una realidad en muchas partes del mundo que logra aumentar la seguridad y la productividad de muchas minas. En cuanto al tema de emergencias y rescate, numerosos avances en tecnología están permitiendo acelerar el proceso.

Demanda de minerales para la transición energética



De capitales nórdicos y de los Estados Unidos, SSAB acaba de mandar a China su primer batch de acero verde libre de fósiles del mundo.

Últimamente las *commodities* "verdes" están de moda, como el cobre "verde" chileno. ¿Qué es del acero? La industria del acero genera altas emisiones de efecto invernadero, pero no se puede prescindir de su papel esencial en la transición hacia una economía baja en carbono.

A finales de agosto pudimos leer en las noticias que la compañía acerera sueca SSAB, junto a Vantenfall y la minera LKAB, anunciaba su primer cliente de acero fabricado bajo la tecnología HYBRIT (Hydrogen Breakthrough Ironmaking Technology), el Grupo Volvo. Este

acero ha sido reconocido como el primer "acero verde" del mundo, producido sin utilizar carbón. En junio de 2021, las tres empresas mostraron el primer hierro "verde" producido en la planta piloto de HYBRIT en Luleå (Suecia), que se utilizó para fabricar el primer acero libre de carbono.

¿Cómo lo consiguen? En vez de emplear coque como agente reductor, se emplea hidrógeno verde producido a partir de electrólisis con energía renovable (en concreto, eólica de la empresa Vanttenfall). La ruta que se sigue

se basada en una planta de planta de reducción directa del mineral de hierro (DRI), y un horno eléctrico alimentado por energías 100% renovables, en vez de horno alto y convertidor BOF. Sin embargo, este "acero verde" no se comenzará a producir a escala industrial hasta 2026.

Pero HYBRIT no es el único proyecto con potencial de revolucionar la industria del acero, cabe destacar la sueca H2 Green Steel, que planea construir una planta de hidrógeno verde y fabricar acero verde para 2024.

Y... ¿qué es de España? En nuestro país, destaca el compromiso de ArcelorMittal y el Gobierno de España de impulsar la transición hacia una industria siderúrgica descarbonizada, comenzando con la electrificación del proceso siderúrgico de la planta de Gijón (Asturias), que entraría en producción antes del final de 2025, tal y como se indicó en un comunicado de prensa en Julio.



El primer objeto realizado en acero verde libre de fósiles del mundo, un candelabro diseñado por Lena Bergström. Foto SSAB.

Demanda de minerales para la transición energética



Mina de litio de Cáceres. Híbridos y eléctricos (2020)

Seguimos rodeados de noticias sobre las *commodities* que liderarán nuestra futura dependencia energética.

Está cada vez más claro que los combustibles fósiles pasarán a un segundo plano siendo superados por las materias primas minerales que permitan seguir avanzando en la transición energética hacia un mundo medioambientalmente más amigable.

Los expertos debaten sobre cuáles serán esas *commodities* que favorecerán el compromiso verde, y aunque existen dudas con algunas, lo que es innegable es que el **litio** será uno de los principales beneficiarios. Según Chris Berry, estrategia de metales energéticos de la consultora neoyorquina House Mountain Partners, la demanda con crecimiento exponencial del litio podría llegar a superar a la oferta existente debido a la proliferación de vehículos eléctricos

y sistemas de almacenamiento de energía renovable.

También afirma que esta misma tendencia se podría aplicar a otras materias primas como el cobre, el níquel, el cobalto, el grafito y las tierras raras. En nuestro país tenemos muchos de esos recursos necesarios; la minería y la metalurgia son el camino a seguir para la transición energética y son garantía de futuro.

Os dejamos el enlace de la entrevista de Chris Berry con BNamericas sobre la creciente demanda de litio, los riesgos implícitos y la importancia de las buenas prácticas ESG (ambientales, sociales y de gobernanza).

Entrevista a Chris Berry con BNamericas

Incertidumbre política y precio de materias primas

A principios de septiembre se anunciaba el golpe de estado ocurrido en la ciudad de Conakri, capital de la República de Guinea. Pero, ¿qué tiene esto que ver con las materias primas? Pues bien, Guinea es el segundo mayor productor de bauxita (el primero es Australia) y el mayor suministrador de esta materia prima a China (a nivel mundial suministra el 25%).

La bauxita es una roca compuesta principalmente por minerales de **aluminio**. Este metal tiene infinidad de aplicaciones, desde la fabricación de latas de cerveza hasta la construcción de automóviles. Además, la bauxita es considerada por la UE una de las materias primas críticas para la transición energética.

El precio del aluminio lleva **subiendo** con fuerza desde comienzos de año, en torno al **40 %** hasta el presente mes de septiembre. Estas alzas han venido ligadas al aumento de la demanda a nivel global justo cuando las fundiciones en China, el mayor productor, intentaba controlar las emisiones de carbono del país para reducir la contaminación.

A todo ello hay que añadirle ahora la controversia ocurrida en Guinea, que ha desencadenado una subida del precio en un 1 % llegando a alcanzar los 2.776 \$/t en la Bolsa de Metales de Londres (LME), el nivel más alto desde mayo de 2011. Las acciones de los productores de aluminio en China y Europa también están subiendo...



El aluminio toca máximos de diez años. Unidades en dólares por tonelada. *ElEconomista*.

Hito histórico en la central nuclear de Chernobyl

Hace casi un año se tuvieron noticias sobre la nueva instalación provisional de almacenamiento de combustible nuclear gastado que se está construyendo en la planta de Chernobyl. Esto permitirá a Ucrania reducir su dependencia de terceros países para el vertido de combustibles nucleares.

En el enlace tienes acceso a un video de 5 minutos que explica este proyecto donde puedes ver sus enormes dimensiones de ingeniería.



Primer bote de combustible gastado cargado en la nueva instalación de almacenamiento ISF-2 (2021).

Además, debemos considerar todos los demás metales y materias primas que no solo forman parte de la infraestructura, sino también de dispositivos y equipos de tecnología puntera empleados, como los vehículos de control remoto para manipular el combustible de manera segura, los dosímetros usados por el personal y otros equipos de medición de radiación empleados

Si has visto el video, es posible que te hayas dado cuenta de la importancia de la minería y de los materiales de construcción. ¡Piensa en las grandes cantidades de acero inoxidable, placas de plomo y cemento que se usan solo para la infraestructura de esta instalación! Especialmente este último juega un papel crucial en este proyecto debido a sus propiedades de blindaje contra la radiación gamma.

¡Ve aquí el video!

para el control de las condiciones de almacenamiento de los residuos radiactivos una vez almacenados.

Sin lugar a duda, la transformación digital que muchos sectores llevan experimentando desde hace unos años, apuesta por la seguridad y salud de los trabajadores, que, en este caso, al tratarse de material radiactivo, presenta enormes ventajas.

Los inversores apuestan por este combustible de energía nuclear

A parte de un gran amigo de Homer Simpson, ¿Qué es el uranio? Se trata de un metal radiactivo sólido de color blanco (no, no es verde fosforito), muy duro y denso, y que en la naturaleza se encuentra como óxido o sal compleja en algunos minerales.

El principal interés de este elemento es su isótopo radiactivo el U-235, empleado como "combustible" principal (realmente no hay una combustión como podría ocurrir en un motor de gasolina, por eso no emite CO₂) de los reactores nucleares para producir energía eléctrica.



Esta materia prima también se une a la tensión existente entre los precios de las *commodities* necesarias para alcanzar la transición energética hacia una producción libre de emisiones. El precio del uranio ha pasado de los 26,04€ a principios de 2021 hasta los 34,10€ a fecha de 10 de septiembre de este año, lo que supone un incremento del precio en un 30,90% en lo que va de año... Y se espera que siga subiendo.



Las empresas generadoras de energía nuclear compiten por conseguir el uranio necesario ante el constante descenso de oferta y aumento de la demanda, provocado entre otras cosas por un solo inversor, quien acapara casi 1/3 del uranio físico del mundo (la firma de inversores *Sprott*, que a principios de año lanzó su propio fondo para el uranio).

Según el *Financial Times*, los inversores consideran este tipo de generación de energía la mejor alternativa para dejar de lado a los combustibles fósiles. Todo ello, junto con la falta de nuevas minas de uranio es lo que está y seguirá provocando el crecimiento del precio.

En lo que respecta a España, podríamos disponer de nuestro propio uranio, gracias a una mina en Retortillo (Salamanca), lamentablemente el pasado mes de julio se anunciaba la denegación del permiso para el proyecto, pese a cómo está evolucionando el sector.

¿Cómo reducir la intensidad energética y la huella de carbono de la industria minera?

Para hacernos una idea, una mina (gran escala) puede llegar a requerir 250 MW, lo mismo que una ciudad de 150.000 habitantes.

La minería y el procesamiento de minerales para producir metales requieren gran cantidad de energía, lo cual va ligado con las emisiones de carbono. De hecho, en la encuesta de minería y metales de EY, la reducción de la huella de carbono (descarbonización) se encuentra en el puesto 4 de los 0 principales riesgos y oportunidades comerciales en 2021.

En lo que respecta a la huella de carbono, es importante recalcar los esfuerzos que muchas mineras están realizando para reducir las emisiones de Alcance 1 y 2. Y las nuevas estrategias para el seguimiento de las emisiones de Alcance 3, siendo de relevante importancia para el sector minero, las *upstream*.

La intensidad energética es la energía requerida por tonelada de metal. La minería tiene que hacer frente a la creciente intensidad energética, la cual está fomentada por:

- 1) **Depósitos a gran profundidad:** que conlleva mayor movimiento de tierras para acceder al

depósito mineral, así como mayores distancias para mover el mineral (¡y el estéril! por el cual no se obtiene ningún beneficio).

- 2) **Leyes más bajas:** lo cual significa que se tendrá que procesar mayor roca estéril para conseguir las mismas cantidades de metal. Un ejemplo fácil: una ley de 0,1 % de Cu significa que en 100 g de mineral de cobre hay solamente 0,1 g de metal de cobre.
- 3) **Granos minerales de menor tamaño:** que obliga a romper el mineral en partículas más finas para separar el mineral de interés de la ganga o del estéril. Ello supone aumentar lo ya elevados consumos de energía en procesos de molienda.

¿Qué se puede hacer para minimizar la energía y las emisiones de CO₂ de la minería? Según las tendencias descritas con anterioridad, algunas propuestas son:

- Recurrir a métodos de explotación de interior selectivos, con rutas eficientes;
- Automatización de flotas que permitan acelerar el proceso de

acarreo y aumenten la precisión de los ciclos de transporte;

- Sustituir vehículos diésel por cintas o vehículos eléctricos;
- Autoconsumo con energías renovables *on-site*, preferible a los contratos PPAs;
- Estrategias como la conocida "Mine to Mill" y la "Mill to Melt" basados en reducir el total de energía requerida, empleando la cantidad correcta en el lugar correcto. Por ejemplo, "Mine to Mill" consiste en optimizar la rotura de roca en la voladura aprovechando la energía de los explosivos, y así reducir la energía requerida en las etapas posteriores de trituración y molienda (que son más costosas). Por otro lado, "Mill to Melt" apuesta por focalizar mayor energía en la molienda de concentrados de alta ley y la eliminación de ganga para así reducir la energía de los procesos de fundición.
- Métodos basados en hidrometalurgia frente a pirometalurgia (e.j.: lixiviación). ■

¿Se te ocurren algunas más? ¡Compártelas con nosotros!

Los PPA ("Power Purchase Agreement") son contratos de compraventa de energía entre un generador (de energía renovable) y un comprador, generalmente por un largo plazo de tiempo

Panticosa: Patrimonio Histórico y Minero

Ana Miguel Dombriz
26 de junio de 2021

Uno de los ejemplos que ilustran que la minería es más podríamos encontrarlo en el **Balneario de Panticosa** (Huesca).

Las aguas termales y mineromedicinales también están incluidas en la Ley 22/1973, de Minas, dentro de los recursos de la sección B. Toda su regulación básica está incluida en el Título IV de la Ley, y complementada con el Estatuto de la Explotación de Manantiales de Aguas mineromedicinales (RDL de 25 de abril de 1928). En términos generales, el procedimiento para la declaración de la condición de mineral de un agua está descrito en los arts. 24 y 25 de la Ley de Minas y 39 del Reglamento para el Régimen de la Minería.

El Balneario de Panticosa tiene una larga historia que se remonta al tiempo de los **romanos** quienes ya se beneficiaban de las bondades de sus aguas termales a 52°C.

Enclavado en un circo glaciar a 1.636 metros de altitud, consta principalmente de 6 manantiales o fuentes:

- Tiberio
- Fuente de la Belleza (Estómago)
- La Laguna
- Fuente del Carmen (Herpes) en la Casa del Reloj
- Azoada (Hígado)
- Fuente de San Agustín (Riñón)



Lago pirenaico. Foto cedida por Ana Miguel

Las dos primeras fueron descubiertas y aprovechadas por los romanos. Las tres siguientes se descubrieron durante el S.XVII y la última a finales del S. XIX.

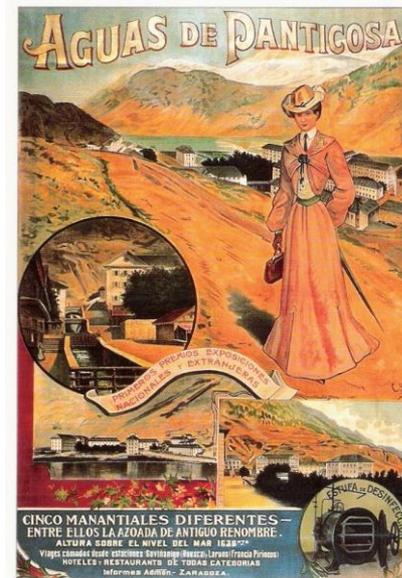
Durante este tiempo se creía que las propiedades **minero-medicinales** de las fuentes se debía a sus aguas nitrogenadas y sulfurosas, que estarían especialmente indicadas para el tratamiento de afecciones renales, digestivas, respiratorias, reumáticas, nerviosas y de piel.

Los primeros documentos que hablan del lugar y sus curativas aguas datan del S.XIII, aunque su mayor auge tuvo lugar en el S.XIX con el desarrollo urbanístico-hotelerero del Balneario y recibiendo la visita de grandes e ilustres personajes.

A mediados del S.XX su actividad y apogeo comienza a decaer y sume al entorno en un halo de decadencia. Se intentó recuperar partiendo de su declaración como **Bien de Interés Cultural** en 1992 (conjunto histórico, para evitar su demolición), y con megalómanos proyectos como el “Panticosa Resort” (NOZAR, 2000) en el participaron renombrados arquitectos (Moneo, Siza,...), pero que la crisis del 2008 se llevó por delante.

Desde hace unos años, con un resurgir más modesto, se pueden disfrutar de las Termas de Tiberio (edificio del estudio de arquitectura Moneo & Brock), y de algunos de los edificios originales y remodelados.

Sin embargo, este lugar no sólo forma parte del patrimonio histórico, sino del



Cartel anunciador del balneario de Panticosa. (Fuente: Panticosa Resort)

patrimonio minero.

Los templetos de sus fuentes en evidente estado de abandono, sino derruidos, se merecen ser objeto de una recuperación que incluya la tanto la divulgación de su historia, como de su utilidad pública. ■

Ana Miguel Dombriz





Medio Ambiente

La actividad minera y el medio ambiente

No te pierdas cada **jueves** una publicación en la que te mostraremos lo importante que es **restaurar el medio ambiente durante o después del aprovechamiento minero**.

En esta sección daremos respuesta a muchas preguntas como: ¿Cuál es la importancia de la biodiversidad en las zonas mineras?, ¿Puede una mina restaurarse de forma pasiva?,

¿Qué hay que hacer tras la repoblación? ¿Cuál es la importancia a nivel ecológico de los taludes en una mina?, ¿Cómo se pueden crear hábitats en una mina?, ¿Qué es el agua ácida de mina?, ¿Qué son la huella hídrica y la huella del agua?, ¿Qué es la fitorremediación?, ¿Qué condicionantes tiene un proyecto de restauración? ¿Cuántas huellas del agua hay?, y muchas más.

¿Sabías que..?

Una de las técnicas para evitar la pérdida suelo en zonas de pendientes fuertes consiste en la instalación de "barreras" en la ladera.

Esta técnica puede ser muy útil ya que en muchas ocasiones en la restauración de minas hay pendientes elevadas.



¿SABÍAS QUÉ?
Una de las técnicas para evitar la pérdida de suelo en zonas de pendientes fuertes consiste en la instalación de "barreras" en la ladera

¿Cuál es la importancia de la biodiversidad en zonas mineras?

Los insectos son componentes esenciales de muchos ecosistemas, en donde realizan funciones muy importantes como la polinización de las flores o el control de poblaciones de otros insectos.

Tras la actividad minera se pretende recuperar la estructura y funciones del ecosistema, así que recuerda: la biodiversidad es muy importante para el funcionamiento de los ecosistemas,

¡cuidala!



¿Puede una mina restaurarse de forma pasiva?



Siempre se habla de la restauración de minas como una actividad realizada por el ser humano, pero ... ¿puede una mina restaurarse de forma pasiva? No siempre, pero en algunas ocasiones SI, como es el caso de las Lagunas de Ambroz (Madrid, España).

Actualmente estas lagunas albergan una gran biodiversidad: plantas, aves, mamíferos, anfibios, reptiles e invertebrados, muchos de ellos incluidos en catálogos de especies protegidas (a nivel regional, nacional e internacional).

¿Qué hay que hacer tras la repoblación?

Tras la repoblación forestal de zonas mineras, es necesario realizar un seguimiento de las plántulas para asegurar el éxito de la restauración.

En la fotografía se observa un ejemplar joven del género *Quercus* partido por la parte apical.

En el presupuesto de un proyecto de restauración siempre se debe contemplar la reposición de árboles que no han conseguido sobrevivir, lo que se conoce como reposición de marras.



¿Cuál es la importancia a nivel ecológico de los taludes en una mina?

El avión zapador (*Riparia riparia*) es un ave migratoria protegida en España. Es una especie colonial cuyos hábitats de nidificación son los taludes de los ríos, arroyos y lagos con bancos arenosos recientemente erosionados, y también nidifica en espacios mineros.

En el caso de las Lagunas de Ambroz, estas aves nidifican en los taludes con pendientes mayores a 60° y se alimentan de los insectos que viven en las cercanías del lago.

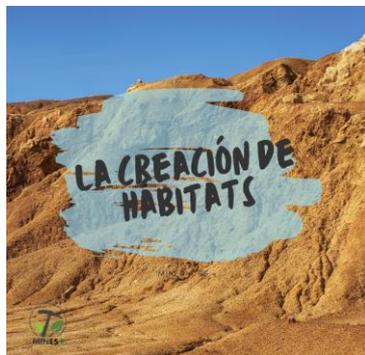


¿Cómo se pueden crear hábitats en una mina?

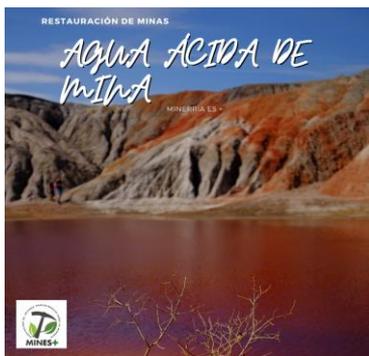
Una propuesta de restauración de minas indicada si el espacio minero ha sido colonizado por el avión zapador durante la vida útil de la explotación, consiste en recrear hábitats rupícolas.

Para promover colonización del avión zapador, se propone la preparación de frentes inactivos durante el invierno para que puedan ser utilizados por los aviones zapadores más adelante. Estas paredes verticales tienen que tener una altura de entre 4 y 6 m y pendientes de más de 70°.

En las partes verticales se deben realizar unos pequeños agujeros manualmente de 5 cm de diámetro y profundidad, separados al menos 20 cm entre sí.



¿Qué es el agua ácida de mina?



El agua ácida de mina es un agua de pH ácido (<7) que además contiene una gran cantidad de metales sólidos en suspensión. La calidad de estas aguas no es la apropiada ni para la salud humana ni para el ecosistema.

Existen varios métodos para tratar el agua ácida de mina enfocados a disminuir su acidez y eliminar sustancias contaminantes, como por ejemplo las mundialmente empleadas plantas químicas de neutralización o las balsas orgánicas.

¿Qué son la huella hídrica y la huella del agua?

Ambos son indicadores de gestión de agua basados en diferente metodología. Ambos contemplan el consumo de agua dulce directo e indirecto en el proceso y en la cadena de suministro de una empresa.

La huella hídrica se rige por la metodología del Water Footprint Network y contempla la contaminación del agua dulce y volúmenes de agua dulce total consumidos por una entidad durante un periodo de tiempo para producir bienes y servicios.

La huella de agua se basa en la ISO 14046 y en Análisis de Ciclo de Vida desde la perspectiva de uso de agua

regional, degradación del medio y escasez o disponibilidad de agua en el medio en relación a las actividades de la empresa.



¿Qué es la fitorremediación?

La fitorremediación es un conjunto de tecnologías que se basan en el uso de plantas para descontaminar suelos o depurar las aguas residuales.

Frente a las tradicionales técnicas físico-químicas, la fitorremediación presenta una aproximación más respetuosa con los procesos ecológicos del ecosistema edáfico y en algunos casos puede suponer un menor coste económico.



¿Qué condicionantes tiene un proyecto de restauración?

La minería perturba la tierra y tiene una influencia significativa en lo que se convierte el paisaje y el ecosistema después de la actividad.

En los casos de minas que no se han restaurado correctamente resulta complicado devolver el medio a su estado original (o uno próximo), no solo por los condicionantes ambientales, sino también los sociales.

La comunidad local afectada es la que más apego tiene a este tipo de paisajes, por ello, su participación en la toma de decisiones durante

La restauración necesaria. Este proceso debe tener en cuenta los tres aspectos: social, ambiental y económico.



¿Cuáles son las técnicas de restauración de minas?



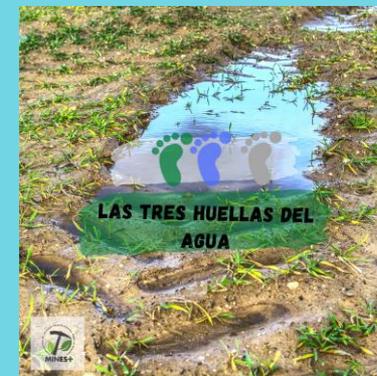
La rehabilitación de minas es un proceso costoso y, por lo tanto, debe planificarse e implementarse cuidadosamente.

Para ello, es necesario involucrar a todas las partes interesadas en su desarrollo, evaluación y durante el proceso. La rehabilitación de minas tiene diferentes objetivos según las condiciones del momento, por ejemplo:

¿Cuántas huellas del agua hay?

- Huella verde: es el volumen de agua de lluvia almacenada en el suelo y evaporada, evapotranspirada o incorporada por las plantas. Es relevante en productos agrícolas y forestales.
- Huella azul: Es el volumen de agua dulce extraída de recursos hídricos superficiales o subterráneos, evaporada, incorporada al producto o devuelta a masas de agua. Importante para la agricultura de regadío, industrias y consumo.
- Huella gris: es el volumen de agua dulce requerido para asimilar la

carga de contaminantes del proceso de producción, con el objetivo de mantener la calidad de las aguas y los estándares de seguridad.



¿Aceitunas y minería?

Sí, has leído bien, las aceitunas y la minería pueden estar relacionadas...

En la mina Emma (Puertollano, Ciudad Real), donde antes se extraía carbón, hoy vemos pastos y cultivos de olivar que producen aceite virgen extra de calidad superior.

Este es un ejemplo de cómo tras el cese de la actividad minera se le puede dar un nuevo uso al suelo, respetuoso con el medio ambiente y capaz de mejorar la economía local.





Materias Primas en el Dentista

Video-Divulgación

Con la colaboración especial de Laura Casado de la Cruz, Odontóloga

Cuando vamos al dentista, vemos todos los instrumentos que utilizan estos profesionales, ya sea para hacernos una limpieza bucal, una endodoncia o alinearnos los dientes. Pero, ¿de qué están hechos estos instrumentos? ¿de dónde proceden? ¿qué uso tienen? En el video “Materias primas en el dentista”, Christian Peña y Laura Casado, odontóloga de formación, nos lo cuentan.

En el video, podemos ver el material empleado en el dentista según tres categorías: material básico, de endodoncia y de ortodoncia.

Video “Las materias primas en el dentista”.

El instrumental básico de los dentistas se compone de:

1. Guantes quirúrgicos, que son de nitrilo, un polímero compuesto de dos elementos esenciales, propano-nitrilo (acrilonitrilo) y monómeros de butadieno.
2. Explorador dental y sonda periodontal, que son de acero inoxidable. Están compuestos de hierro y carbono y además cromo, níquel, molibdeno, aluminio, cobre y manganeso, que confieren propiedades especiales inoxidables al acero.

3. Atacador de endodoncias y espátula para composite, que son también de acero inoxidable con una capa de nitruro de aluminio y titanio, que aporta resistencia al rayado.
4. Espejo bucal, compuesto de titanio en el mango y una delgada capa de plata o aluminio sobre una plancha de vidrio (sílice, feldespato, etc.) que forma el espejo.

En cuanto al instrumental empleado en endodoncias, destaca:

1. Limas de acero inoxidable.
2. Turbina, contrángulo y acople. Comúnmente su cuerpo es de titanio, aunque también los hay de acero. Destaca el revestimiento “duragrip”, que consiste en un recubrimiento de resina polimérica epoxi, óptica de vidrio celular (polvo de vidrio cocido, 73% de sílice, en combinación con óxidos de metales ligeros) y los rodamientos de acero y cerámicos (nitruro de silicio).
3. Fresas troncocónicas de turbina, de diversas formas. Pueden estar compuestas de diamante o tungsteno/ wolframio.
4. Cemento Grossman, compuesto De óxido de zinc, resina hidrogenada, carbonato sulfato

Materias Primas en el Dentista

de bario, borato de sodio anhidro). Este cemento es esencial en las endodoncias ya que permite el sellado. Además es un material reconocible en las radiografías.

4. Gutapercha, que es una resina natural procedente de los árboles del sudeste asiático (árboles Isonandra guta), que sirve de relleno en los conductos creados en las endodoncias.



Puntas de gutapercha. (Fuente: Dentallix)

Para finalizar, entre los instrumentos empleados en odontología destacan:

1. Hojas de bisturí nº 15., que son de acero al carbono, empleados como elemento de corte.
2. Periostotómos y curetas de periodoncia, de acero inoxidable.

3. Puntas de ultrasonido, de acero inoxidable, altamente templado y endurecido en estricta conformidad con el procedimiento de templado.
4. Pasta de pulir composites, que es una aglomerado de partículas de cristales de óxido de aluminio (alúmina). Esta pasta es imprescindible para el acabado estético de los empastes y que no retengan las bacterias.
5. Flúor: compuesto de fluoruro de sodio, ácido fluorhídrico y ácido fosfórico. Esencial para prevenir las caries. ■

Christian Peña Narciso



Laura Casado de la cruz



En definitiva, la minería es imprescindible para la obtención de las materias primas que conforman los instrumentos empleados por los dentistas.

La Rehabilitación de Minas

La **rehabilitación** de minas tiene por objetivo principal restablecer la estructura y funciones del ecosistema, aunque probablemente suponga un una composición de especies **diferentes** al ecosistema original.



Mina comenzando con la restauración
(Fuente: Pixabay)

La rehabilitación de minas es una obligación **legal** de los proyectos mineros en muchos países dentro y fuera de la Unión Europea. Esta comprende el diseño y la construcción de formas del terreno así como el establecimiento de ecosistemas sostenibles según el uso de la tierra posterior a las operaciones mineras (Grant et al., 2016). La rehabilitación es un proceso **costoso** y, por lo tanto, debe planificarse e implementarse cuidadosamente. Para ello, es

necesario involucrar a todas las partes interesadas en su desarrollo y evaluación. La rehabilitación de minas tiene diferentes objetivos según las condiciones del momento, por ejemplo:

1. **Restauración** o recuperación del área para que se repitan las condiciones previas a la explotación minera. Para ello, se recurre al uso de especies de plantas autóctonas para lograr la autosostenibilidad y resiliencia de los ecosistemas recreados. Sin embargo, tras la explotación minera el paisaje se ha modificado severamente, haciendo que la restauración sea un gran reto.
2. Rehabilitación para **mejorar las condiciones previas** a la explotación minera. Por ejemplo, recuperación de tierras para el ganado o cultivos de olivos, como hicieron en la mina de carbón Emma cerca de Puertollano, aumentando incluso la calidad del aceite producido.
3. Rehabilitación de una **nueva forma de relieve o uso final** de

la tierra. Por ejemplo, mediante la plantación, creación de humedales, construcción de campos de golf, viviendas, zonas de descanso, e incluso hoteles.

En líneas generales, para llevar a cabo una restauración de minas exitosa, se deben seguir los siguientes pasos:

PASO 1. Establecer los **objetivos y metas** de rehabilitación: diversos factores se deben tener en cuenta, como la escala y el tipo de impactos de la minería, factores ambientales locales, sociales, etc. Por ejemplo, se debe considerar el método de explotación, ya sea a cielo abierto o por métodos de interior, así como el mineral extraído y las potenciales consecuencias negativas hacia el medio ambiente, como por ejemplo la minería de uranio o ciertas arenas como la monacita (radioactividad) o la minería metálica de cobre y la de carbón (agua ácida de mina). Además, se debe contemplar la posibilidad de hacer la rehabilitación a la par con las labores mineras, a lo que se suele denominar **minería de transferencia**.

PASO 2. Planificar la rehabilitación en las **primeras etapas** de desarrollo del proyecto, para minimizar costes y poder cumplir con los requerimientos legales.

PASO 3. Aplicar las **técnicas** de rehabilitación, preferiblemente

modernas frente a las tradicionales, que constan de: modelado del relieve, reconstrucción del perfil del suelo, selección de especies apropiadas para la zona, y revegetación, así la fauna recolonizará de manera natural la zona.

PASO 4. Aplicar los criterios establecidos como especificaciones, medidas y requerimientos, que se retroalimentan con el siguiente punto 5 y permiten contrastar las actividades de cierre de minas con los objetivos preestablecidos.

PASO 5. Gestionar, monitorizar y llevar un seguimiento de la rehabilitación, con la finalidad de mantener una mejora continua de la labor de restauración. ■

Referencias

Grant, C., Loch, R. J., McCaffrey, N., & Doley, D. (2016). [Mine Rehabilitation. Leading Practice Sustainable Development Program for the Mining Industry](#). September.

Adriana
Merino
Zamora

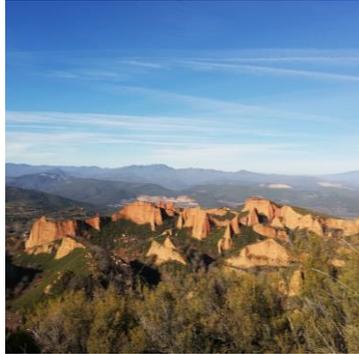


León: Transición Energética hacia un Nuevo Modelo más Diversificado

Diego Colado Rodríguez
30 de marzo de 2021

El sector energético en la provincia siempre ha ido de la mano del sector minero. Así, las 132 minas de carbón que llegaron a haber en la provincia (daban trabajo a 13 mil personas), abastecieron durante años a las centrales térmicas de la provincia que concentraban la principal producción energética. Esta actividad terminó en el año 2018 y poco después, la de las centrales térmicas. La provincia llegó a contar hasta con tres centrales actualmente en proceso de reconversión: La Robla (propiedad de Naturgy, cerrada en 2020), Anllares (cerrada en 2018) y Compostilla (propiedad de Endesa, cerrada en 2020).

Dentro del proceso de transición energética en la provincia, este se inicia en el 2002 con la instalación de los primeros aerogeneradores en la comarca de El Bierzo. Posteriormente en el 2005 se produce la primera instalación de un parque solar en la provincia. Esta transición gradual, dentro de la que nos encontramos sumergidos, va de la mano de una



Las Médulas, Patrimonio de la Humanidad en el Bierzo de León. Foto cedida por Adriana Merino

paulatina reducción el consumo y producción de electricidad con el carbón. Pero esto no implica que la actividad en estas zonas tenga que desaparecer, ¿o sí?

Actualmente la provincia de León sufre una fuerte despoblación (entre las tres primeras que más población pierde de España), que se está intentando frenar con diversas alternativas de índole industrial, de turismo rural, de explotación de recursos y de transición energética. Entre estos dos últimos aspectos que nos incumben, nos

encontramos con propuestas muy interesantes y de futuro en la provincia.

Por un lado, en cuanto a explotación de recursos, actualmente la provincia cuenta con la pizarra como principal adalid. Somos el principal productor de pizarra de España, con un sector en crecimiento con la apertura de una mina en el municipio de Benuza que se espera se explote durante 100 años y que puede dar trabajo hasta a 100 personas.



Laguna de Fuente Blanca, Chozas de arriba, León. Foto cedida por Diego Colado Rodríguez

Actualmente se está trabajando en limitar el impacto ambiental de las explotaciones de pizarra con nuevos protocolos ambientales y de restauración para hacerlas más sostenibles. Pero, además, la provincia posee otros recursos en explotación como es el caso de la caliza, sílice, oro, etc. De especial importancia son los proyectos en marcha para empezar a

Industria, turismo rural, explotación de recursos y transición energética

León: Transición Energética hacia un Nuevo Modelo más Diversificado

extraer minerales como el hierro, wolframio, plomo y zinc que se espera reactivarán la actividad minera en la provincia, lo cual puede ayudar a fijar población.

Por otro lado, además del impulso a las energías renovables en la provincia, que en la actualidad cuenta con multitud de parques eólicos y solares en funcionamiento y en construcción, tanto Endesa como Naturgy, han realizado propuestas interesantes para el futuro de las zonas próximas a las centrales térmicas que acaban de cerrar. En Compostilla, Endesa plantea construir una planta de reciclaje de baterías y de palas eólicas junto con un pequeño parque eólico y un electrolizador con el que producir hidrógeno verde. En el entorno de La Robla, Naturgy, de la mano de Enagás, prevén la construcción de un parque fotovoltaico de 400 MW junto con un electrolizador de 60 MW con el que producir hidrógeno verde que será de los más grandes del país. Junto a todo esto, está prevista la instalación de parques eólicos en el entorno de la central con los que poder aprovechar la conexión a la red disponible tras el cierre de la térmica.

Como conclusión, la provincia de León se encuentra en un momento de profundo cambio y transición en su

sector energético hacia un modelo más verde. En este modelo se refuerza la importancia de la energía solar y eólica junto con proyectos vanguardistas en torno al hidrógeno verde, así como la explotación de minerales relevantes como el wolframio, hierro o pizarra con los que poder relanzar la economía de una provincia maltrecha tras el final de la minería del carbón. Todo ello, en el marco de una explotación minera con unas condiciones cada vez mejores, con un estudio riguroso de los impactos ambientales y con proyectos de restauración que permitan reducir el impacto de la minería en el paisaje. Todos estos aspectos, junto con la apuesta por la industria en la provincia son un acicate para sacar a la provincia de la depresión demográfica y conseguir dinamizar la economía. ■

**Diego Colado
Rodríguez**



La Revolución Industrial y la Minería

Adriana Merino
13 de agosto de 2021.

La industria minera ha experimentado cambios tecnológicos lentos en comparación con otras industrias desde sus orígenes que se remontan a 450.000 a.C., cuando el mineral se extraía manualmente, hasta hoy en día, donde vehículos no tripulados están teniendo cada vez más protagonismo en las minas a cielo abierto y de interior. La postura hacia la minería tradicional, considerada como ardua y exigente ha cambiado, y hoy en día, la minería moderna, está caracterizada por la digitalización, la automatización y la seguridad.

Históricamente, la minería, en especial la de interior, ha sido considerada como una industria extremadamente peligrosa (Hartman, HL, Mutmansky, 2002) debido a la naturaleza de sus operaciones, que involucran características geológicas complejas, diferentes entornos laborales desafiantes y peligrosos, el uso de maquinaria pesada y, ocasionalmente, explosivos industriales.

Primera revolución industrial

Con la primera revolución industrial en 1784 apareció la mecanización con agua y vapor. Este avance mejoró las condiciones de trabajo y la seguridad en la industria en general, ya que se requería menos personal para operar las máquinas. Sin embargo, en industria minera la mecanización no se implementó en este momento, sino que los trabajos manuales con picos, palas y el uso de pólvora permanecieron hasta 1844, cuando se desarrollaron sistemas de aire comprimido motorizados para herramientas y ventilación.



Niños trabajadores de las minas de carbón (Fuente: Lewis Hine, 1912)

Algunos avances importantes que hicieron contribuciones significativas a la industrialización de la industria minera en el siglo XIX fueron la lámpara de seguridad o Davy y la dinamita. En primer lugar, la lámpara Davy en 1815 redujo considerablemente el número de muertes por explosiones, que en ese momento eran la causa más común en minas subterráneas de carbón (*The Royal Institution*, 2015). Además, se aumentó la producción ya que se podía acceder a vetas más profundas. Y, en segundo lugar, la invención de la dinamita en 1867, no solo aumentó la rotura y la eficiencia en las operaciones de voladura, sino también la seguridad en el manejo y transporte de explosivos.

Segunda revolución industrial

Alrededor de 1870, la llegada de la electricidad y las líneas de montaje trajo consigo sistemas de producción en masa que transformaron radicalmente muchas industrias como la automotriz. Sin embargo, no fue hasta 1903 cuando esto tuvo cabida en la industria minera, destaca el primer minador continuo en una operación minera de carbón en Estados Unidos que data de 1940 (Hartman, H. L., Mutmansky, 2002). Sin embargo, surgieron nuevos peligros, como el mayor riesgo de explosión debido a la electricidad y las igniciones por



Carbón (Fuente: Pixabay)

fricción, y los peligros relacionados con la seguridad y la salud derivados de la caída de techo y enterramiento de equipos, y el aumento de los niveles de ruido y exposición al polvo.

A lo largo del siglo XX, la mentalidad hacia la salud y la seguridad cambió de lo que era en los orígenes de la minería, donde la extracción de mineral era primordial para las compañías mineras. Se adoptaron gradualmente más medidas de seguridad, por ejemplo, Equipo de Protección Individual (EPIs) como cascos y otros artilugios que protegían las partes del cuerpo más expuestas. Además, la iluminación en las minas con electricidad se correlacionó con una disminución de los accidentes en las minas subterráneas (Smithsonian, s.f.).

“Lo más importante que sale de una mina es el minero”

Frédéric Le Play (1806-1882)

La Revolución Industrial y la Minería

Y por último, pero no menos importante, se desarrollaron nuevos métodos de producción, como el conocido *lean manufacturing* en 1930 en el sector automotriz, que comenzó a ser adoptado progresivamente en el sector minero para optimizar los procesos mediante la eliminación de residuos provenientes de actividades sin valor añadido y controlar la variabilidad de procesos.

Tercera revolución industrial

La tercera revolución industrial tuvo lugar en 1969 gracias a la introducción de las computadoras y los primeros robots. A menudo se le conoce como la "Revolución Digital", ya que incluía la producción automatizada utilizando electrónica, controladores lógicos programables, sistemas de IT y robótica. Este hito se basó en el control remoto, la digitalización y la automatización, es decir, la transición de formatos analógicos a digitales; y digitalización, que consiste en hacer uso de datos digitalizados adaptados a los procesos de negocio para culminar la transformación digital.

En primer lugar, considerando las aplicaciones de control remoto en la industria minera, estas hicieron su primera aparición en los años 60 en algunas minas de carbón de tajo largo en los Estados Unidos (ACARP, sf) y en

Alemania en forma de vagones de ferrocarril minero (Lynas, 2011), aunque no fue hasta mediados de los años 70 y 80 cuando se introdujo la tecnología de control remoto en palas LHD con motor diésel. A mediados de los años 90, las minas de roca dura comenzaron a adaptar algunas de las tecnologías desarrolladas en la industria del carbón, como las máquinas de hormigón proyectado y bulonadoras. Al principio, se implementó el control remoto con mando a distancia desde posiciones cercanas a los equipos (en línea de vista), y cuando se desarrolló aún más la tecnología de sensores y navegación, así como la conectividad y sistemas de comunicación más eficientes, se pudo establecer el control remoto desde las salas de control localizaciones en interior más seguras e incluso desde superficie.



Control remoto de equipos mineros. (Fuente: Epiroc)

En segundo lugar, la digitalización es el paso más difícil y fundamental de la transformación digital de la minería,

ya que requiere grandes cantidades de datos e interconexión de dispositivos. En la última década, numerosas empresas han invertido tiempo, dinero y recursos para desarrollar software y herramientas digitales que mejoran el conocimiento de la localización en tiempo real de equipos y personal; brindan apoyo en caso de emergencia; y realizan un seguimiento del progreso de la operación mediante aplicaciones SIC (*Short Interval Control*), entre otras.

Por último, con respecto a los vehículos autónomos, actualmente existe una brecha tecnológica considerable en el sector minero a nivel mundial, impulsada por diferentes niveles de madurez de la tecnología y la segmentación del mercado, que dependen principalmente de las capacidades de la mina, la escala de operación, requisitos de la mina y *business case*, por ejemplo, decisiones de inversión impulsadas por seguridad o por producción (Barnewold & Lottermoser, 2020).

Cuarta revolución industrial

Desde 2011, destaca la cuarta revolución industrial o "Industria 4.0", caracterizada por la Inteligencia Artificial (IA), el *Machine Learning* (ML), el Big Data, la interoperabilidad a través del IoT (*Internet of Things*) y la robótica (Bertayeva et al., 2019). La



Industria 4.0 (Fuente: edm2)

digitalización y la automatización han tenido un gran impulso en los últimos 30 años, promoviendo fusiones y adquisiciones entre fabricantes de equipos originales (OEMs) y desarrolladores de tecnología. Sin embargo, gran parte de la industria minera se caracteriza por la tecnología obsoleta, la aversión al riesgo y la desconfianza en la colaboraciones, (Deloitte, 2019).

Los sistemas autónomos y de control remoto se están abriendo paso en las operaciones mineras (Lynas, 2011) y los vehículos eléctricos de baterías (VEB) están sustituyendo a los vehículos diésel, permitiendo así una mejora en la salud de los trabajadores de las minas de interior al eliminar las partículas diésel y otros gases originados en los motores de combustión.

Observaciones finales

De la revisión de la industrialización anterior, es evidente que la industria minera se ha mostrado reacia a enfrentar los desafíos, riesgos e

La Revolución Industrial y la Minería

incertidumbres que los avances industriales hasta las últimas décadas. Sin embargo, este sector está experimentando un cambio rápido impulsado por las actuales condiciones de los depósitos minerales, caracterizados por leyes bajas, grandes profundidades, así como los cambios demográficos y la naturaleza de los trabajos como resultado de la adopción de tecnología.

La componente social y humana ha ido ganando impulso junto a la técnica a lo largo del tiempo, siendo los temas relacionados con la seguridad, salud y el bienestar del trabajador de capital importancia.

Si bien es cierto que la minería moderna ofrece más ventajas que desventajas en términos de productividad, eficiencia y seguridad y salud, no hay que descuidar este último como los trastornos psicológicos derivados de la nueva forma de trabajo impulsada por la tecnología.

**Adriana
Merino
Zamora**



Referencias

ACARP. (s.f.). [Underground Coal Fundamentals: longwall mining](#)

Barnewold, L., & Lottermoser, B. G. (2020). [Identification of digital technologies and digitalisation trends in the mining industry](#). International Journal of Mining Science and Technology, 30(6), 747–757

Bertayeva, K., Panaedova, G., Natocheeva, N., Kulagovskaya, T., & Belyanchikova, T. (2019). [Industry 4.0 in the mining industry: Global trends and innovative development](#)

Deloitte. (2019). [Future of mining with AI: Building the first steps towards an insight driven organization](#)

Hartman, H. L., Mutmansky, J. M. (2002). Health and safety issues. In Introductory Mining Engineering (Second, pp. 33–37)

Lynas, D. (2011). [Human Factor Issues with Automated Mining Equipment](#) The Ergonomics Open Journal, 4(1), 74–80

Smithsonian. (s.f.). [Mining Lights and Hats](#)

The Royal Institution. (2015). [Humphry Davy's miners' safety lamp](#)



El carbón mallorquín y su contribución al crecimiento económico insular

Miguel Ángel Corado
30 de julio de 2021.

Nos proponemos a exponer una pequeña aproximación a la significación de la minería del lignito en Mallorca y su intrínseca relación con la economía insular. A pesar de lo que se pueda pensar a simple vista, durante el S. XIX y XX en Mallorca se vivió una verdadera fiebre del carbón en la isla, dado que según los datos del Distrito Minero Balear; el 83% de los municipios tenían una concesión minera para la explotación del lignito. Esta dimensión e importancia, se veía empañada por las pequeñas dimensiones de las explotaciones, muchas familiares y escasamente mecanizadas. No obstante, la actividad continuó, viendo su primera edad dorada durante el desarrollo del primer conflicto a escala mundial (1914-1918), para después empezar una lenta decadencia.

Vale la pena decir que el segundo renacimiento del lignito vendría de la mano de la autarquía franquista, iniciándose una investigación y explotación de los recursos como nunca se había visto. El Estado



Central Térmica Alcudia I. Miguel Ángel Corado

español, después del conflicto civil se encontraba aislado y sin recursos. Es por esta razón que las autoridades económicas se fijaron en las cuencas mallorquinas, como una forma de autoabastecimiento en una región que no había sido tan damnificada como el resto de cuencas mineras donde la hulla y la antracita tardarían años en recuperar las producciones de 1935.

El Instituto Nacional de Industria, con la Nueva Ley de minas de 1944 y a través de ADARO, permitió el renacimiento de pequeñas empresas mineras insulares, tales como Lignitos y Cementos SA, Ramis Bernat SL, Minas Isern, SA, Minas San Cayetano SA; explotando de esta forma los 50 millones de toneladas que ADARO

había atestado con sus prospecciones e investigaciones durante los años cincuenta y sesenta, desde su central de operaciones en Inca.

Este mineral debía servir para la reindustrialización nacional, sin embargo, en el caso insular este debía de hacer frente a los fletes hacia la península, haciéndolo poco rentable. Por esa razón se promovió la construcción de una nueva central eléctrica para subsanar el deficiente estado del abastecimiento en Mallorca, el cual contaba con una maquinaria desfasada, con poco rendimiento que permitía, a lo sumo, cuatro horas de luz diarias, según los datos recopilados.

Por esta razón se inició la construcción de la Central Térmica de Alcudia I, parte de un proyecto más amplio de renovación del tejido térmico nacional, con centrales como la de Berga, Escucha o As Pontes. Este emplazamiento era óptimo por la cercanía a los filones de lignito y diseñándose específicamente para el consumo de carbón local. Es más, su inauguración fue motivo de la visita de Franco a la isla, en 1960, de ahí la importancia de este momento para la isla y su sociedad.

Esta fecha, no es baladí, ya que se inició la década del boom turístico insular.



Central Térmica Alcudia I. Miguel Ángel Corado

Este sector podía sustentarse gracias a la energía proporcionada por las minas. Por ello, es interesante realizar esta relación de ideas: la existencia de estas reservas de carbón posibilitó su promoción e investigación y la subsiguiente construcción de la C.T. de Alcudia I. Los años de crecimiento pasarían, dando paso a la C.T. de Alcudia II, con mayores posibilidades. No obstante, esta vez, las minas insulares colapsarían y no podrían abastecer a la central. La cual comenzó a comprar carbón en Sudáfrica, Polonia y América. En 1989 se cerraría la última mina en Alaró: era el fin del lignito insular. Pero su legado, así como su contribución a la isla continúan hoy vigentes, como fruto de un pasado donde el lignito permitió a la isla un crecimiento y un estado del bienestar inaudito hasta entonces en el archipiélago. ■

Miguel Ángel Corado



Almacenamiento de CO₂

Pilar Muñoz Martín
1 de septiembre de 2021.

El tema que nos ocupa en el siguiente escrito es de suma importancia debido a que es un asunto global y de constante actualidad que nos afecta en todos los ámbitos de nuestra vida: las emisiones de CO₂ y su aumento sustancial. Pero ¿Qué es el CO₂ y por qué es tan importante no contribuir a su ascenso en la atmósfera?

El dióxido de carbono es uno de los gases responsables del efecto invernadero, junto a él se encuentran otros también bastante conocidos, como el metano, óxido nitroso o gases fluorados. Ahora bien ¿Qué provocan estos gases invernadero? ¿Y qué actividades los generan?

El aumento de CO₂ en la atmósfera y del resto de gases mencionados acentúan el efecto invernadero, también conocido como calentamiento global o cambio climático.

Esta alta concentración de gases reduce la dispersión de calor acumulado por la radiación solar en la superficie del planeta hacia el espacio y provoca un mayor calentamiento de la Tierra,

medioambientales como el deshielo del permafrost (suelo congelado de regiones muy frías o glaciares que retienen gases de efecto invernadero) y de los casquetes glaciares aumentando así el nivel del mar.

Para que sea algo más visible y entendible vamos a hablar de números.

A principios de 2020, con el comienzo de la pandemia de coronavirus, se predijo que habría una disminución en las emisiones de CO₂ debido a la caída de la actividad económica y los viajes. Las emisiones globales de CO₂ descendieron un 5,3 % entre el 1 de enero y el 30 de noviembre de 2020, debido en su mayoría a la reducción del uso del transporte terrestre (-15,2 %).

España registró la mayor caída de las emisiones en comparación con 2019, concretamente se estiman en 234,9 millones de toneladas de CO₂ equivalente, lo que supone una reducción de 15,2 % respecto a 2019.

Con esta cifra las emisiones de CO₂ han disminuido un 6,4 % respecto a

1990 y un 38,6 % respecto al año 2005. Siendo la primera vez que las emisiones descienden con respecto al año de referencia (1990).

Por todo ello, se vuelve necesaria la búsqueda de soluciones y la toma de medidas específicas para mitigar el cambio climático. Una de las técnicas que pueden usarse para reducir las emisiones de CO₂ es la captura y almacenamiento de dióxido de carbono (CAC). Puede aplicarse para emisiones de grandes centrales eléctricas o plantas industriales. El proceso se divide en:

- **Capturar el CO₂** en su fuente, separándolo del resto de gases producidos.
- **Transportar el CO₂** capturado a un lugar de almacenamiento apropiado.
- Almacenar el CO₂ fuera de la atmósfera durante un largo

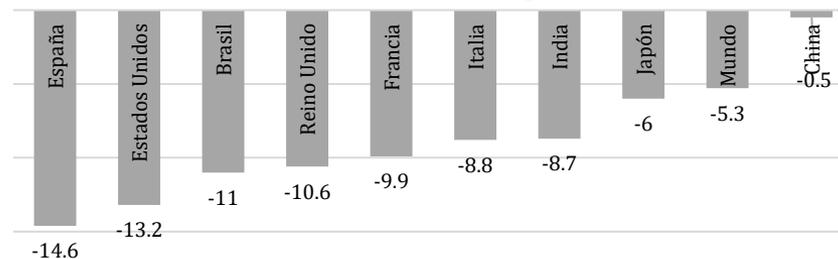
periodo de tiempo, en formaciones geológicas o antiguas minas subterráneas, en las profundidades oceánicas o dentro de ciertos compuestos minerales.

Es muy importante la combinación de almacenamientos de CO₂ con otras técnicas para lograr la estabilización de la concentración de gases invernadero en la atmósfera y así prevenir graves afecciones al clima.

Otras opciones tecnológicas posibles son:

- Aumentar la eficiencia energética para reducir la demanda.
- Utilizar combustibles con menos cantidad de carbono (gas natural).
- Mayor uso de energías renovables y/o nuclear.
- Fomentar los sumideros naturales de carbono (bosques).

Reducción de emisiones de CO₂ en 2020 (%)



Reducción de emisiones de CO₂ en 2020 por países y en el mundo. (Statista, 2021)

Almacenamiento de CO₂

- Disminuir otros gases de efecto invernadero (metano).

En conclusión, el aumento de las emisiones de CO₂ a la atmósfera supone un problema a nivel mundial del que debemos poner remedio ya, tratando de reducir esas emisiones o capturándolas y almacenándolas. A pesar de que debido a la cuarentena causada por el virus SARS-CoV-2 las emisiones han disminuido a nivel mundial notoriamente, no podemos cesar en el intento de seguir mejorando nuestras condiciones actuales, ya que tanto nuestro futuro como el de nuestro planeta dependen de ello.

La captura y almacenamiento de CO₂ sería una buena opción para los países desarrollados que necesitan reducir sus emisiones. Ya que estos, suelen tener importantes fuentes de CO₂ propicias a ser capturadas, acceso a los lugares de almacenamiento y experiencia con el tratamiento del gas y del petróleo. Pero no sirve de nada si solo unos pocos lo intentan y el resto sigue aumentando sus emisiones, ya que el resultado será el mismo o incluso peor. Por tanto, la creación de condiciones que faciliten la difusión de esta tecnología en los países en vías de desarrollo resultaría esencial para que la técnica de CAC se adopte a nivel mundial.

Referencias

El [Independiente](#). (5 de Julio de 2021).

Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Minas y Energía (Universidad Politécnica de Madrid).(2021). [Avanza CO2. Almacenamiento Geológico de CO2](#)

Green Facts. (10 de Agosto de 2021). [Facts on Health and the Environment. Obtenido de Captura y almacenamiento de CO2](#)

Statista. (2021). [¿Cuánto han disminuido las emisiones de CO2 en 2020?](#)

**Pilar Muñoz
Martín**



El renacer de la minería como sector básico de desarrollo (I)

Ana Miguel Dombriz
26 de junio de 2021

En tiempos de grandes incertidumbres y grandes reflexiones que hacen replantearnos nuestro modo de vida y nuestro sistema productivo, ha quedado patente la enorme importancia de la **industria**, y en concreto, del sector de las materias primas (la **minería**) para la garantía de los servicios y productos básicos y esenciales para la sociedad.

La Ley de Minas vigente en España es de 1973, y desde entonces, poco o nada ha cambiado salvo el aumento progresivo de trabas al sector.

Sin embargo, la actitud en Europa en estos años ha sido muy diferente, con un importante cambio en los últimos 15 años.

En el año 2008, la UE a través de su Comité Económico y Social elaboró un Dictamen sobre «La minería no energética en Europa», donde ya se contemplaban aspectos tan en boga hoy en día como el “suministro interno”, el “reforzar la compatibilidad entre extracción y protección medio-ambiental” y el “incrementar la infor-

mación sobre los minerales a nivel de la UE estableciendo un centro geológico europeo y un Sistema Europeo de Información sobre los Recursos Minerales”.

En 2009 se publicó un nuevo Dictamen del Comité Económico y Social Europeo sobre la «Comunicación de la Comisión al Parlamento Europeo y al Consejo – La iniciativa de las materias primas: cubrir las necesidades fundamentales en **Europa** para generar crecimiento y empleo». Cabe destacar de este dictamen las siguientes recomendaciones y observaciones:

- *La Unión Europea debería llevar a cabo una revisión de los análisis nacionales sobre materias primas fundamentales y estratégicas y redactar un informe sobre la situación en la UE [...]. En particular, los Estados miembros deberían revisar sus políticas de abastecimiento de materias primas para determinar cuál es su grado de **importancia** para cada uno de los Estados miembros de la UE y para la UE en su conjunto. El grado de importancia de cada materia prima debe ser revisado regular-*

mente, posiblemente cada dos o tres años, con el fin de vigilar los posibles cambios.

- *La Unión Europea tiene una gran **dependencia** de las importaciones de metales de «alta tecnología» y no logrará cambiar el rumbo hacia una producción sostenible y una tecnología ecológica hasta que no disfrute de un acceso seguro a esos metales de alta tecnología y a las materias primas raras (en términos de competencia, riesgos, concentración geográfica de los recursos e instalaciones de producción).*

Y como consecuencia de ello el establecimiento de varios “pilares” entre los que sobresalía el segundo: *potenciar un suministro sostenible de materias primas de fuentes europeas.*

Fruto de estas indicaciones, en 2010, la UE publica el primer **listado de minerales críticos**: estableciendo 14 materias primas minerales fundamentales.

En 2015 se formaliza el *EIT Raw Materials*, una comunidad de innovación (KIC - *Knowledge and Innovation Community*) perteneciente al *European Institute of Innovation and Technology* (EIT), un organismo de la Unión Europea por el Acuerdo Marco de Asociación (FPA).

El *EIT Raw Materials* nació con el

objetivo de convertir las materias primas en una de las principales fortalezas de Europa. En sus bases ya reconocía a los minerales, metales y materiales avanzados como elementos clave para lograr los objetivos del Pacto Verde Europeo, poniendo el foco en el hecho de que sólo una fracción de las materias primas más importantes se produce en Europa. La intención era cambiar este hecho mediante un enfoque de **economía circular**, mediante la innovación en el reciclaje, la sustitución, el procesamiento, la minería y la exploración. El objetivo final del *EIT Raw Materials* es asegurar un suministro sostenible de materias primas impulsando la innovación, la educación y el espíritu empresarial en los ecosistemas industriales europeos.

En 2020, con el estallido de la pandemia, el cierre de las fabricas en China y los fallos en las cadenas de suministro, se hizo patente en todo el mundo occidental la necesidad de reindustrializar las economías y garantizar el suministro de materias primas que las alimenten, y poder garantizar así el abastecimiento de servicios y productos básicos para el día a día de las personas.

El *EIT Raw Materials* recibió el encargo de la UE entonces de crear ERMA, la **European Raw Materials Alliance**, cuyo fin principal era ese mismo: asegurar el acceso a materias primas críticas y estratégicas, materiales

El renacer de la minería como sector básico de desarrollo (I)

avanzados y conocimientos de procesamiento para los ecosistemas industriales de la UE.

ERMA fue anunciada en plena pandemia, el 3 de septiembre de 2020, como parte de un Plan de Acción sobre Materias Primas Críticas, junto con la publicación de la Lista de Materias Primas Críticas de 2020.

Con el espíritu de ahondar en el conocimiento y desarrollo de los recursos minerales en Europa, se concibió **GeoERA**, la unión en un Servicio Geológico Europeo de 45 organizaciones geológicas y 32 países.

El principal objetivo de GeoERA es contribuir al uso y manejo óptimo del subsuelo. En 2018 se iniciaron 15 proyectos de investigación que apoyarán: una gestión más integrada y eficiente, y una explotación y uso del subsuelo más responsable y públicamente aceptado. Los proyectos cubren las geociencias aplicadas, abordando los siguientes cuatro temas: geo-energía, aguas subterráneas, materias primas y sistemas de información. Se espera la presentación de resultados al fin de 2021. Por lo que nos atañe, la sección más relevante es la relativa a las materias primas.

Con todas estas iniciativas la Comisión

Europea reconoce la importancia de las materias primas.

Sin embargo, Europa se enfrenta a una difícil situación al tener que destronar los muy integrados conceptos en la sociedad europea del NIMBY (*not in my back yard*) y de la mal entendida “justicia social” como elemento arrojado de los territorios para decidir su futuro, por encima del interés general.

Además, hay que abordar de una manera clara y transparente la aparente **paradoja** actual sobre el incremento del sector minero para lograr los objetivos verdes de transición energética y desarrollo tecnológico.

No hay que olvidar el auténtico significado de **desarrollo sostenible**: el equilibrio entre medio ambiente, desarrollo social y desarrollo económico. Por lo que, para que haya desarrollo sostenible hay que velar por el medioambiente y el bienestar de la sociedad, pero también por el desarrollo económico. La sostenibilidad es el desarrollo que satisface las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las futuras generaciones, garantizando el equilibrio entre el crecimiento económico, el cuidado del medio ambiente y el bienestar social.

En lo que se refiere a nuestro país, España ha ido por libre en estos aspectos, ignorando las iniciativas europeas. La vigente ley de minas de 1973, no ha sido revisada ni actualizada a las nuevas realidades (económicas, tecnologías, y de desarrollo), algo que dificulta la estabilidad y el desarrollo del sector, así como la atracción de inversión.

Por contra, en medio del discurso de la necesidad de reindustrialización y la necesidad de reequilibrar los sectores productivos aprovechando el shock de la pandemia, se aprobó la **Ley de Cambio Climático y Transición Energética**. Uno de los principales objetivos de esta norma es que España alcance en 2050 la neutralidad de sus emisiones, es decir que su balance de gases de efecto invernadero (GEI) sea cero de aquí a entonces. La entrada en vigor de la Ley de Cambio Climático y Transición energética pone fin a la posibilidad de nuevas autorizaciones de exploración o explotación de hidrocarburos así como de minería de materiales **radiactivos**.

Como reflexión cabe aquí hacer hincapié en la necesidad de divulgación y asesoramiento experto, transparente e independiente a la hora de abordar de manera seria estos temas.

Por supuesto es necesario un cambio de mentalidad y de acción en relación

2020 critical raw materials (new as compared to 2017 in bold)		
Antimony	Hafnium	Phosphorus
Baryte	Heavy Rare Earth Elements	Scandium
Beryllium	Light Rare Earth Elements	Silicon metal
Bismuth	Indium	Tantalum
Borate	Magnesium	Tungsten
Cobalt	Natural graphite	Vanadium
Coking coal	Natural rubber	Bauxite
Fluorspar	Niobium	Lithium
Gallium	Platinum Group Metals	Titanium
Germanium	Phosphate rock	Strontium

Listado de CRM del informe de la Comisión Europea de 03/09/2020

al Cambio Climático, que avanza de manera exponencial según los datos de los científicos, y eso obliga a que todos los aspectos del desarrollo de la sociedad den un giro hacia la sostenibilidad real: potenciando no sólo el reciclaje, sino la economía circular y los procesos productivos sostenibles. En ese aspecto, la minera lleva ya mucho tiempo haciendo los deberes con desarrollo de tecnologías más sostenibles que permitan más y mejores aprovechamientos, con reducciones significativas de emisiones en todas las fases del ciclo minero, con tecnificación y automatización de procesos, incluyendo poco a poco tecnologías de IA y *machine learning* que optimicen los procesos y reduzcan los riesgos. ■

Ana Miguel Dombriz



El Proyecto Life RIBERMINE

El Proyecto Europeo LIFE Ribermine, de aproximadamente tres millones de euros y cofinanciado por la Unión Europea, tiene como objetivo la **restauración ecológica** de dos minas en la península Ibérica. Éstas son la mina Santa Engracia situada en el parque Natural del Alto Tajo (Peñalén, Guadalajara, España) y la mina Lousal (Grândola, Portugal), mediante metodologías pioneras de **restauración geomorfológica**, para así mejorar la calidad de los ecosistemas fluviales situadas aguas abajo.

Los impactos ambientales de la actividad minera sobre la calidad de los cursos y ecosistemas fluviales cercanos son, frecuentemente, negativos, ya que pueden causar cambios físico-químicos además de hidromorfológicos, afectando a la **biodiversidad** y sostenibilidad de los ecosistemas. Por lo tanto, para paliar estos impactos, en estos proyectos se realizaron las siguientes actuaciones:

1. Diseño y construcción de una forma similar al terreno

colindante para dar naturalidad al paisaje, aportar vías de drenaje de agua de lluvia y evitar grandes niveles de erosión (restauración geomorfológica).

2. Aporte de substrato a estos terrenos para dar soporte al ecosistema, preparándolo para la revegetación, y enterrar los materiales mineros potencialmente peligrosos para evitar la generación de **Drenaje Ácido de Minas**.
3. Aporte de semillas y plantación con especies presentes en terrenos naturales colindantes.
4. Monitoreo del progreso de la restauración y evaluación de las actuaciones realizadas.

En este proceso, siempre se tiene en cuenta la diversidad de técnicas para la creación de diferentes nichos, para así aumentar la biodiversidad y **resiliencia** del ecosistema restaurado. Además, otros objetivos han sido posibilitar el uso recreativo de los espacios restaurados y fomentar **empleo local**.

El proyecto de **Santa Engracia** comprende dos minas, situadas al norte y sur del municipio de Peñalén, además de una escombrera denominada "Hoya Grande" y ubicada aún más al norte. Se utilizaron los softwares de *GeoFluv-Natural Degrade* y *Talud ROYAL*, para diseñar la topografía más apropiada para todos los espacios, y *SIBERIA*, para predecir el cambio por erosión con el tiempo de las topografías diseñadas.



Mina Santa Engracia antes de las actuaciones de restauración (izquierda) y 3 meses después de las actuaciones de restauración (derecha). Foto cedida por DIEDRO y Miguel Ángel Langa.

El método GeoFluv es una de las Mejores Técnicas Disponibles incluidas en la Directiva 2006/21/CE sobre la gestión de los residuos de industrias extractivas.

En definitiva, se quiere demostrar que es posible restaurar holísticamente estos espacios, reflejando que es también posible compatibilizar la actividad minera con la calidad ambiental

El Proyecto Life RIBERMINE

El **proyecto de Lousal**, por los esfuerzos tomados para la estabilización química del Drenaje Ácido de Mina. Por un lado, se aportaron diferentes capas de suelo (arcilla y caliza, tierra vegetal y estiércol) sobre los materiales mineros, para así disminuir la exposición de estos materiales reactivos sobre el agua de lluvia y otras condiciones atmosféricas. Por otro lado, se construyeron canales artificiales con materiales básicos y revegetado por motivos de descontaminación mediante **fitorremediación**. ■

Referencias

[Proyecto Life RIBERMINE](#)

[Web](#) del grupo de restauración geomorfológica de la Universidad Complutense de Madrid



Trabajos de topografía. (Fuente: Proyecto RIBERMINE)

**Ramón
Sánchez
Donoso**



**Claudia
Yélamos
Pérez**



Los materiales explosivos son mezclas o compuestos de sustancias en cualquiera de los tres estados (sólido, líquido o gaseoso) capaces de convertirse de manera prácticamente instantánea mediante reacciones **químicas de oxidación-reducción**, en otros productos cuyo estado inicial se transforma en una masa gaseosa que alcanza temperaturas y presiones muy elevadas.

Los explosivos **comerciales** son una combinación de sustancias combustibles y oxidantes, que iniciadas de una forma adecuada, desencadenan una reacción exotérmica muy rápida que libera productos gaseosos a muy elevada presión y temperatura, químicamente más estables, y que ocupan un volumen mucho mayor al que espacio donde inicialmente se introdujo el explosivo. Estos cambios de volumen tan bruscos y repentinos son aprovechados para romper materiales o masas rocosas de alta dureza.



Caja de explosivos. (Fuente: Pixabay)

Tipos de explosión química según velocidad de reacción

Los procesos de reacción atendiendo a su carácter físico-químico y al tiempo del que precisan, se pueden clasificar en: combustión, deflagración y detonación.

- **Combustión:** cualquier reacción química que desprende calor, pudiendo este ser captado o no por nuestros sentidos, y cuyo tiempo de reacción es bastante o muy lento. El agente oxidante es normalmente el oxígeno del aire, y la velocidad de reacción es del orden de **mm/s o m/s**.
- **Deflagración:** proceso exotérmico donde la reacción se va transmitiendo principalmente por **conductividad térmica**. Es decir, es un fenómeno superficial en el que el frente de deflagración se va propagando por el explosivo en capas paralelas a una velocidad que no suele **superar los 1000 m/s**, motivo por el cual también se conoce a este proceso como “combustión rápida”.
- **Detonación:** a diferencia de los anteriores, este proceso se caracteriza por su gran velocidad de reacción y por la generación de una cantidad muy abundante de productos gaseosos a altas

temperaturas con potentes fuerzas expansivas. En los explosivos detonantes la velocidad a la que gasifican las sustancias es tan elevada que el calor a la zona inalterada es transmitido por **onda de choque** y no por conductividad térmica. Esa onda de choque provoca una deformación que deriva en un calentamiento y explosión adiabática (sin que haya intercambio de calor entre el interior y el exterior) que genera nuevos gases. Las velocidades alcanzadas en este caso oscilan entre los **1.500 y los 7.000 m/s** según la composición química del explosivo y su forma de iniciación.

Tipos de explosivos detonantes

En términos generales, por su forma de reacción, los explosivos detonantes se clasifican en **industriales** o químicos y **nucleares**.

Los nucleares están vinculados a la **desintegración** de materiales como U-235 y plutonio, proceso que desprende enormes cantidades de energía. Se emplea en el campo militar y en investigación.

Los industriales actúan por procesos de reacción **química** de detonación, de ahí el nombre, generados por efecto de una onda de choque. Son los aplicados

comúnmente en **minería** y **construcción civil** y que son los que detallamos a continuación.



Construcción de túnel (Fuente: Pixabay)

Según la sensibilidad al detonador óctuple o número 8 (0,8 g de pentrita):

- Altos explosivos (sensibles): dinamitas, explosivos permisibles o de seguridad para minería de carbón, explosivos hidrogel y

¿QUÉ ES EL “ANFO”?

Su nombre proviene del inglés “Ammonium Nitrate-Fuel Oil”. Es una mezcla de nitrato de amonio y combustible derivado del petróleo, de composición variable, siendo la típica 94,5% NA y 5,5% FO.

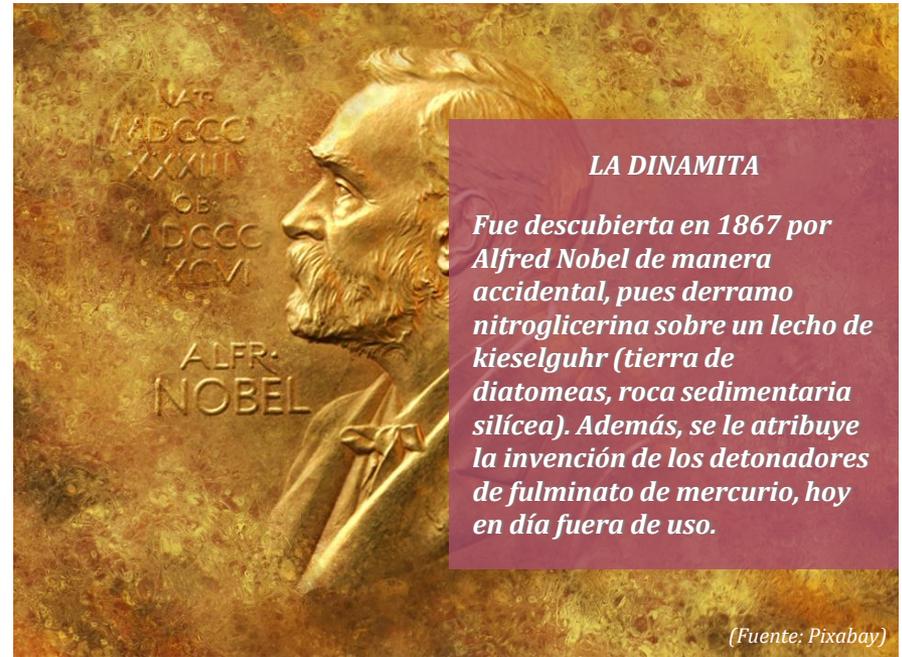
Explosivos Industriales

- emulsión sensibilizados, explosivos especiales.
- Agentes de voladura (no sensibles): existen dos tipos:
 - Agentes de voladura NCN (nitrocarbonitratos) granulares, secos: ANFO y similares.
 - Agentes acuosos: hidrogeles, emulsiones y agentes mixtos (emulsión/ANFO o ANFOs pesados).
- Potencia explosiva
- Resistencia al agua
- Estabilidad química
- Energía
- Sensibilidad
- Densidad
- Humos ■

Características para la elección del explosivo

- Velocidad de detonación
- Poder rompedor

Lucía
Camporro
Calero



LA DINAMITA

Fue descubierta en 1867 por Alfred Nobel de manera accidental, pues derramo nitroglicerina sobre un lecho de kieselguhr (tierra de diatomeas, roca sedimentaria sílicea). Además, se le atribuye la invención de los detonadores de fulminato de mercurio, hoy en día fuera de uso.

(Fuente: Pixabay)

Los explosivos industriales son ampliamente empleados en minería y construcción civil



(Fuente: Pixabay)

Geofísica: métodos electromagnéticos

Los métodos electromagnéticos (EM) pueden detectar minerales o estructuras geológicas mediante la interpretación de propiedades eléctricas como la distribución de resistividades del terreno. Algunas de sus ventajas con respecto a otras técnicas son las siguientes: Bajo coste, rapidez ejecución, amplia extensión de investigación, menor ocupación en superficie.

En **España** empresas como **Orbis Terrarum, Centro Tecnológico del Mármol, la Piedra y los Materiales o Gama Geofísica SI**, la conocen bien.

A continuación se muestra una breve explicación de las técnicas **electromagnéticas**, los **tipos**, las diferentes **aplicaciones** que tiene y las **ventajas y desventajas**.



Sondeos electromagnéticos en dominio del tiempo (TDEM). Investigación. Foto cedida por Pilar Muñoz.

¿Qué son los métodos electromagnéticos?

Es una técnica geofísica basada en la medida de los campos eléctricos y magnéticos asociados a corrientes inducidas en el subsuelo por un campo Electromagnético en la superficie, registrando la variación de las propiedades eléctricas (resistividad/conductividad).

Dependiendo del origen de la fuente de energía se pueden considerar naturales o artificiales, los cuales necesitan un equipo emisor-receptor que genere el pulso y reciba la respuesta.

¿Qué tipos existen?

Fuente artificial:

- Magnéticas.
- Sondeos electromagnéticos en el dominio del tiempo (TDEM)
- Sondeos electromagnéticos en el dominio de la frecuencia (FDEM)
- Very Low Frequency (VLF)
- Radar de penetración terrestres (GPR)
- Técnicas radiomagnetotéluricas
- Técnicas audiomagnetotéluricas de fuente controlada (CSAMT)
- Polarización inducida

Fuente natural:

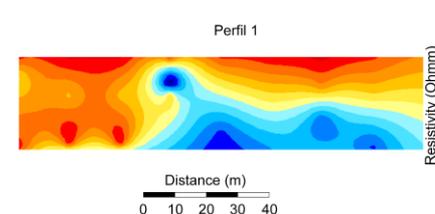
- Magnetotélúrico
- Audiomagnetotélúrico

Aplicaciones

- Hidrogeología, detección de acuíferos salinos e intrusiones,
- Medio ambiente
- Exploración de recursos minerales
- Detección y control de contaminantes
- Mapeo geológico
- Caracterización de zonas de falla



Colocación de TDEM. Investigación. Foto cedida por Pilar Muñoz.



Ventajas

- Son menos sensible a errores por la geometría del dispositivo
- Tienen mejor resolución lateral

Desventajas

- Tienen una gran sensibilidad a ruidos externos ya que trabajan con altas frecuencias
- Es necesario registrar centenas de respuestas para poder mejorar la señal ruido.



Equipo TerraTEM. Foto cedida por Pilar Muñoz y Grupo PROMEDIAM.

Interpretación de TDEM. Investigación. Foto cedida por Pilar Muñoz.

Técnicas eléctricas vs. electromagnéticas

En este apartado vamos a **comparar** las técnicas geofísicas que hemos visto hasta ahora, las eléctricas y las electromagnéticas.

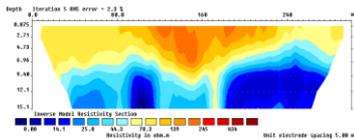
¿Cuál es la mejor manera de conocer la geofísica?

Pues ciertamente, una de las maneras más sencillas es explicando las diferencias entre varios equipos y comparándolos entre si.

En este caso nos hemos centrado en cuatro muy conocidos:

- Sondeos eléctricos verticales (SEV)
- Tomografías eléctricas (ERT)
- Sondeos Electromagnéticos en Dominio del Tiempo (TDEM)
- Georradar (GPR)

Con ello vais a poder descubrir qué técnica se usa comúnmente para descubrir **cuerpos enterrados en misiones policiales**, también las que son más rentables o nos aportan mejores resultados.



Pseudosección ERT. Cedita por: Grupo Promediam.

Tomografías eléctricas (ERT):

Es un método multielectrónico que realiza perfiles 2D y 3D de la resistividad del terreno.

Se obtienen imágenes en profundidad (pseudosecciones) de los estratos geológicos con diferente comportamiento eléctrico.

Ventajas

- Las medidas se realizan de forma automatizada, sin necesidad de mover los electrodos manualmente.
- Tienen mayor resolución lateral y en profundidad que los TDEM.

Georradar (GPR)

Método electromagnético que se basa en emitir impulsos electromagnéticos de corta duración.

- Usa frecuencias UHF-VHF.
- Detectan elementos del subsuelo como tuberías, accesorios hidráulicos, cables, restos arqueológicos...
- Su aplicación más conocida son las **investigaciones policiales** para la búsqueda de cuerpos enterrados.

Sondeos Electromagnéticos en Dominio del Tiempo (TDEM)

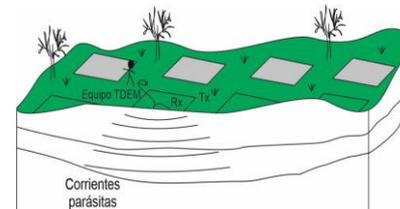
Técnica electromagnética que consiste en inducir un campo magnético artificial al terreno con un equipo emisor-receptor que posteriormente recibe la respuesta.

Con ello se obtiene la **resistividad/conductividad** eléctrica del subsuelo.

Ventajas

- Obtienen una mayor profundidad de estudio con una menor implementación en campo.
- Necesita menor mano de obra.
- Las mediciones son más rápidas.

Todo ello supone **reducción del tiempo total del estudio y de los costes** en comparación con otras técnicas.



Movimiento de las corrientes parásitas generadas por los Sondeos Electromagnéticos en Dominio del Tiempo. Ceditas por Pilar Muñoz

Sondeos Eléctricos Verticales (SEV):

Realizan lecturas con distintos valores de un parámetro desde una estación en superficie.

Los SEV (1D) detectan capas horizontales o sub-horizontales del terreno (estratos).

Desventajas:

- Necesitan grandes extensiones en superficie para poder alcanzar mayores profundidades de estudio
- Tienen una menor resolución lateral y vertical. ■



Sondeos Eléctricos Verticales. (Fuente: Ingeosonda)

Pilar Muñoz
martín



Las Cuevas el Soplao

La Cueva de 'El Soplao', situada en Cantabria, es un enclave geológico conocido por mucha gente por el paisaje que alberga. Si quieres conocer la historia minera que hay detrás quédate a leer este artículo.

Este conocido sitio se encuentra en la sierra de Arnero, que históricamente fue explotada por el 'Grupo Minero de La Florida' para extraer calaminas (carbonatos mixtos de zinc) y posteriormente aprovechar la galena y la blenda, dos de las mejores menas para la obtención de plomo y zinc, respectivamente.

Los primeros pasos de explotación fueron a cielo abierto, y fue a principios de siglo XX cuando se descubrió la cueva, con motivo de la apertura de 'La Isidra', actual entrada a la cavidad y primera galería subterránea. Cuando las labores mineras iniciaron el avance subterráneo se encontraron con que la sierra albergaba en su interior una cueva y se decidió utilizar distintas galerías de la misma como zona de transporte de personas y de mineral, de comunicación entre labores mineras y de aireación de las mismas.

Como resultado de esta actividad encontramos los restos de arqueología

industrial minera que marcan muchas de sus galerías. Hacia los años 50 es cuando las labores de la cavidad tuvieron su máximo esplendor, con un aumento de la producción gracias a importantes cambios en la manera de extraer el mineral y la mecanización tanto interior como exterior.

Esta cavidad es considerada una de las grandes maravillas de la geología. Actualmente, el interior de la cueva se puede visitar, donde se observa el patrimonio geológico y la arqueología industrial minera de aquella época. Este complejo también es turístico por la vía ferrata que se encuentra en el interior, con dos kilómetros de recorrido.



Estalactitas (Fuente: Pixabay)



Visita Minera en Cueva el Soplao (Fuente: Javier Rosendo, Diario Montañés)

También se desarrolla una importante actividad investigadora tanto en el interior de la cavidad como en su entorno. Más de ocho grupos de trabajo investigan en el Territorio El Soplao aspectos como: geología de los materiales de la cueva, petrografía, metalogenia, patrimonio geológico y minero, hidrogeología, geomorfología, formación de guías, etc. Fruto de esta investigación ha sido el hallazgo de un yacimiento de ámbar del Cretácico inferior en las proximidades de la Cueva El Soplao, descubierto en 2008. ■

'El Soplao' es un término minero alusivo al aire que se percibe al calar una galería desde otra con menos oxígeno, de ahí el nombre de esta cavidad

Marina Cánovas González





mineriaesmas@outlook.es

<https://www.mineriaesmas.com/>



MÁS MINERÍA

LA REVISTA DE LOS JÓVENES
PROFESIONALES PARA LA MINERÍA



SEPTIEMBRE 2021 • VOLUMEN 3