



# Aragonito®

BOLETÍN INFORMATIVO COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS TÉCNICOS Y DE GRADO EN MINAS Y ENERGÍA DE ARAGÓN

AÑO 15

NÚMERO 26

JUNIO 2016



# Almadén



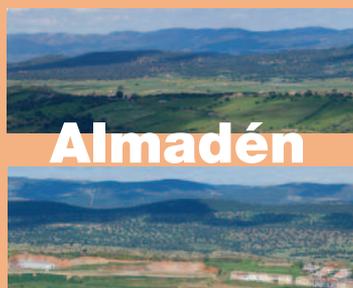
Espeleoterapia: Las minas también curan

Metalurgia: Arte de ayer y Ciencia de hoy

Entrevista: Presidente de la CEOE Aragón

Colaboración: Almadén. Patrimonio de la Humanidad

# Sumario



## Almadén

Portada: Almadén.  
Foto cedida por Antonio Trenado Naharro

### ARAGONITO N.º 26

Año 15, junio de 2016  
Revista del Colegio Oficial de Ingenieros  
Técnicos y de Grado en Minas  
y Energía de Aragón

### EDITA

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos  
y Grados en Minas y Energía de Aragón

### CONSEJO DE REDACCIÓN

José Lorenzo Daniel  
Juan M. Romero Morales  
Modesto Úbeda Rivera  
Emilio Querol Monfil

### COLABORADORES

Paula Llabata Babiano (L. Biotecnología)  
Juan Mulet Ariño (I.T.M.)  
Fernando Callizo Oliván (D. Empresariales)  
Luis Mansilla Plaza (I.T.M.)

### REALIZACIÓN Y PRODUCCIÓN

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos  
y de Grado en Minas y Energía de Aragón

### IMPRESIÓN Y DISTRIBUCIÓN

Servicios administrativos del Colegio:  
Sra. Celina Jiménez

Página Web: [www.coitma.com](http://www.coitma.com)  
E-mail: [coitma@coitma.com](mailto:coitma@coitma.com)

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos  
y de Grado en Minas  
y Energía de Aragón,  
Paseo M.º Agustín, 4-6, oficina 14,  
Teléfono 976 442 400  
50004 Zaragoza

## Aragonito

ARAGONITO es propiedad del Colegio  
Oficial de Ingenieros Técnicos y de Grado  
en Minas y Energía de Aragón.

Los artículos, informaciones  
y reportajes firmados expresan la opinión  
de sus autores, con las que ARAGONITO  
no se identifica necesariamente.

Depósito Legal  
HU-15/2001

Editorial .....	3
Información Colegial .....	4
Noticias del Sector .....	11
Nuestros compañeros. Juan Mulet Ariño .....	14
Espeleoterapia: Las minas también curan ...	16
Metalurgia: Arte de ayer y ciencia hoy .....	18
Legislación .....	26
Entrevista: Presidente de la CEOE Aragón, Fernando Callizo Oliván .....	27
Colaboración: Almadén, Patrimonio de la Humanidad. Un largo camino .....	30



AMBIENTAL - CIVIL - ENERGÉTICA - GEOLÓGICA - INDUSTRIAL - MINERA - TOPOGRÁFICA

- Ingeniería minera, tierra y agua • Medio Ambiente
  - Ingeniería de explosivos y voladuras
- Industrias de tratamiento y beneficios de minerales
  - Investigación: sondeos eléctricos y mecánico
  - Geotecnia y geofísica • Formación • Topografía
- Obras subterráneas • Dirección facultativa y técnica

Domingo Lobera, 1, local - 50008 ZARAGOZA - Tel. 976 13 32 30 - [zaragoza@tecmina.net](mailto:zaragoza@tecmina.net)  
Paseo Maragall, 48-50, 1.º, 1.ª - 08041 BARCELONA - Tel. 93 450 01 73 - [info@tecmina.net](mailto:info@tecmina.net)



## “MALOS TIEMPOS... para la minería”

Dicen, decimos, que son malos tiempos. Que son malos tiempos para todo y por supuesto también para la minería. Pero como profesionales que somos no podemos estar lamiéndonos las lágrimas respecto a la situación global mundial

sobre la que nosotros difícilmente podemos cambiar el rumbo. Tenemos que analizar nuestro sector e intentar darle un aire fresco que nos permita ayudar a desarrollar la minería, la profesión y las posibilidades de trabajo.

En nuestra profesión existe un mineral que, para Aragón y en concreto para Teruel, ha sido y es motor de la economía de muchos pueblos. Muchos de nosotros hemos trabajado en el Carbón durante más o menos años, pero actualmente ya son pocos los que quedan trabajando exclusivamente en él. El cierre de las últimas minas de interior de carbón es inminente y contra esa cuestión ya no existe batalla que luchar. Pero no nos podemos quedar callados ninguno de nosotros. El carbón no tiene alternativa, el cierre de sus minas es el cierre de esta parte de Aragón, es echar la persiana a nuestro territorio, es la vuelta a los años 50, cuando se produjo la gran emigración desde los pueblos en los que no existía ningún recurso hacia la capital, es volver a decir que Aragón es Zaragoza. Pero además la defensa del carbón en Aragón no tiene, no debe ser únicamente un tema romántico de la defensa de lo nuestro. Es la defensa de poder disponer de una energía barata y propia, y esa lucha es y debe ser la lucha de toda la sociedad para poder disponer de esta energía. Nadie puede discutir que el kw de la central térmica de Andorra es el más barato que se puede poner a disposición de la sociedad y esta cuestión, y más en estos momentos de crisis, debería movilizar a la sociedad en general y por supuesto a la sociedad de todo el arcoiris político para que exigiera el funcionamiento de la Central, única destinataria de nuestro carbón. Las Centrales Térmicas han mejorado sus emisiones y se sigue estudiando procesos que minimicen estas emisiones mientras se buscan energías alternativas de flujo constante que garanticen el suministro que toda la sociedad no estamos dispuestos a renunciar. No se puede negar que el gran desarrollo, del que todos nos alegramos, de las energías renovables ha sido favorecido por la existencia de

*...en Aragón, esta “minería de segunda”, se maltrata por muchos estamentos*

una energía alternativa constante y barata que permitía el suministro de energía a la sociedad. Con las necesidades prioritarias cubiertas es cuando se puede investigar y trabajar en el desarrollo de nuevas tecnologías. Esto es lo que ha pasado y lo que seguirá pasando hasta que podamos obtener energía limpia y constante para abastecimiento total de la sociedad pero, hasta entonces, tenemos que seguir contando con nuestra central, con nuestro carbón.

Tenemos que ser conscientes que la minería en Aragón es algo más que el carbón. Cuando vemos el apoyo mediático, asociativo y político que tiene el carbón, nos gustaría que lo trasladarán a otros sectores de la minería que igualmente luchan por mantener una actividad en el medio rural utilizando personal autóctono y aprovechando nuestros recursos endógenos, en definitiva creando riqueza en nuestros pueblos. **La Arcilla, el Alabastro, el Hierro, la Sal, los Carbonatos, los Áridos**, etc., hacen que el panorama minero de Aragón sea tan amplio como su geografía y que los recursos estén repartidos a lo largo de todo el territorio, proporcionando la existencia de pequeñas empresas mineras, que si bien no hacen eco mediático por sus dimensiones y por el número de empleados, sí que, en cada uno de los pueblos mineros con estos recursos, suelen ser las empresas las que fijan la población al territorio y a los hijos a las escuelas. Sin embargo, los que nos dedicamos a la minería en Aragón, observamos que esta minería, esta “minería de segunda”, se maltrata por muchos estamentos, no se le tiene en cuenta ni por la sociedad, ni por los medios, ni por las asociaciones ni, por supuesto, por ningún político aragonés.

Me gustaría que todos estos estamentos que nos ignoran, que ignoran la otra minería de Aragón, la “minería de segunda”, se dieran un paseo por otras regiones mineras españolas y vieran el panorama minero que se ha planteado con la desaparición del carbón. La desaparición del carbón es el fin de la minería en otras comunidades autónomas porque carecen de otra minería.

No existe la alternativa a la minería del Carbón y quien diga lo contrario miente. Pero sí que existe en Aragón una minería “complementaria” que puede ayudar a minimizar el impacto descendente del carbón. Por tanto defendamos todos el futuro del Carbón y la minería **complementaria** de que dispone Aragón.

EMILIO QUEROL MONFIL  
Decano-Presidente



# Información Colegial

## Altas y bajas en el Colegio

Desde la aparición del número 24 de este Boletín Informativo hasta el cierre del actual se han producido los siguientes movimientos en el censo de colegiados:

### ALTAS COLEGIACIÓN:

- 427. Jesús M<sup>a</sup> de Miguel González (19-05-2015)
- 428. Andrea Rubio González (26-05-2015)
- 429. José A. Lorente Escalona (02-12-2015)
- 430. M.<sup>a</sup> Remedios Gil Ortega (14-12-2015)

### BAJAS COLEGIACIÓN:

- 224. Pedro P. Rodríguez Trapiella (30-06-2015)
- 406. Jesús Izquierdo Jiménez (30-06-2015)
- 415. Rodrigo Arellano Atienza (12-11-2015)
- 297. Pedro M.<sup>a</sup> Rodríguez Pérez (27-11-2015)
- 416. Juan M. Miranda Domínguez (01-12-2015)
- 337. Concepción Carracedo de Luis (11-12-2015)
- 136. Estanislao Puerto Mancebo (31-03-2016) †

## Jornada de Transparencia Pública



El día 11 (Jueves) de Febrero, el Colegio fue invitado a la Jornada de Transparencia de la Actividad Pública y Participación Ciudadana, organizada por la Asociación de Colegios Profesionales junto con el De-

partamento de Ciudadanía y Derechos Sociales del Gobierno de Aragón. Dicha Jornada tuvo como objetivo **“aclarar las posibles dudas sobre el ámbito de aplicación de la reciente Ley 8/2015, de 25 de Marzo, y las obligaciones de transparencia que exige, en concreto, a los Colegios Profesionales”**.

Entre los principales artículos que nos afectan están desde el **2 al 4** sobre los **Sujetos obligados a formular el Informe de Transparencia** y desde el **5 al 8** en los que se detallan la **Información que debe contener dicho Informe de Transparencia**.

La Jornada tuvo lugar en la Sala Ordesa del Edificio Pignatelli del Gobierno de Aragón.

El Colegio estuvo representado.

## Información variada

El 14 (jueves) de Enero de 2016, el Colegio fue invitado al “Foro Tecnológico y Empresarial: Beneficios de la responsabilidad y la sostenibilidad en la Empresa”, organizado por el Instituto de Investigación en Ingeniería de Aragón (I3A Universidad de Zaragoza), la Cátedra SAMCA (EINA-I3A) de la Universidad de Zaragoza y la Confederación de Empresarios de Aragón (CREA).

Se celebró en el Salón de Actos del Edificio CREA y la asistencia fue para profesionales e investigadores.

El Colegio estuvo representado.

En Junta de Gobierno se acordó, en realizar una reunión con los colegiados ejercientes en el ejercicio libre de la profesión. El Decano, Emilio Querol, en fecha 2 de Febrero, comunica que la reunión está abierta a todos los colegiados y que tendrá lugar el día 17 de Febrero a las 9,30 h en la sede del Colegio. Con el fin de mantener esta primera reunión de trabajo para recoger los problemas e inquietudes de nuestro quehacer diario y de las actuales relaciones con la Administra-

ción. Reunidos en la citada fecha se recogen en Acta, las principales inquietudes y se acuerda solicitar una reunión con la Administración.

La asistencia fue de 14 colegiados ejercientes.

El Colegio ha sido invitado por el Presidente de la Comunidad de Aragón y el Presidente de las Cortes de Aragón, al Acto Institucional de celebración del Día de Aragón, que, con motivo de la festividad de San Jorge, patrón de Aragón, tuvo lugar el sábado, 23 de Abril, en el Palacio de la Alfarería. Recibiendo en dicho Acto

– **Medalla de Aragón**, Luisa Fernanda Rudi Úbeda, como reconocimiento de los servicios prestados a los aragoneses durante su mandato como presidenta de Aragón en la VIII Legislatura.

– **Premio Aragón**, Carlos López Otín, distinguiendo su trayectoria, el esfuerzo y el ejemplo de este egrejo científico aragonés, nacido en Sabiñánigo, por su labor investigadora en campos diversos como el cáncer, artritis o las enfermedades raras.

– **Medalla de las Cortes**, Fundación DFA, rindiendo homenaje a los 40 años de trabajo y compromiso con la Fundación para lograr la plena integración social de las personas con discapacidad, impulsando la formación, facilitando la incorporación al mundo laboral y fomentando la eliminación de las barreras y la accesibilidad.

El Colegio estuvo representado.

El Instituto de Graduados en Ingeniería e Ingenieros Técnicos de España (INGITE) ha obtenido la acreditación de ENAC para la certificación de personas según la Norma UNE-EN ISO/IEC 17024:2012, N° de Acreditación 15/C-PE024, para el Esquema de Certificación EC1-01 TÉCNICO EN CERTIFICACIÓN ENERGÉTICA EN VIVIENDAS Ed. 7, siendo la primera acreditación de España para estos profesionales. Esta noticia llena de satisfacción al INGITE que, desde hace varios años, tuvo claro que había que apostar por desarrollar un sistema de certificación de personas. Para ello se creó un Organismo de Certificación independiente que comenzó a trabajar en diversos alcances.

Entre los días 6 y 11 de Septiembre de 2016 se va a celebrar el XI Congreso Internacional de Historia de la Minería (IMHC) en Linares (Jaén), en la que se puede participar presentando alguna comunicación relacionada con su temática: “**Minas: historia e influencia en el desarrollo industrial y social de las comunidades mineras**”. Las sesiones se celebrarán en el Auditorio Municipal y en el Campus Científico-Tecnológico de Linares de la Universidad de Jaén.

Para más información en:

[www.mining2016linares.com](http://www.mining2016linares.com)

o en [www.coitma.com](http://www.coitma.com)

Tras su aprobación por la Junta General, el Colegio ha decidido volver a instalar el servicio de **Visado Electrónico** para proyectos. Con esta plataforma se va a facilitar a los colegiados y no colegiados el visado de documentos sin tener que desplazarse y de una forma sencilla.

Se puede acceder a toda la información sobre los trámites y procedimiento desde nuestra **web**.

## Entrevista a nuestro Decano

Como la mayoría de nosotros estábamos de vacaciones, reproducimos con autorización de su autora (M. A. M), la entrevista que el **Heraldo de Aragón (H. A.)** realizó a nuestro **Decano (D.)** el día 26 (Domingo) de Julio de 2015.

**H. A.**—¿Qué futuro ve a la minería del carbón de Teruel, que sufre una progresiva reducción de la actividad?

**D.**—Teruel tiene la minería de carbón más competitiva de toda España, con las mayores reservas, a unos costes de extracción más bajos que en otras zonas y con empresas punteras a nivel mundial. Las minas que se cierran son las de interior, que han dejado de ser rentables, pero no las que están a cielo abierto. Hablar del futuro del carbón de Teruel es hablar el futuro del carbón en España.

**H. A.**—¿La competencia de las energías renovables perjudica al sector?

**D.**—No lo veo así. Mientras no se desarrollen acumuladores que permitan abastecer de forma constante a la sociedad con esa energía renovable, hemos de disponer de una producción energética barata y flexible que se ponga en marcha cuando no exista otra posibilidad. Eso es lo que hace la Central Térmica de Andorra, que produce la energía más barata del mercado. Creo que el mejor aliado de las energías renovables es la energía térmica.

**H. A.**—¿Qué pasará si Endesa finalmente no invierte para adaptar la central de Andorra a las exigencias medioambientales de Europa?

**D.**—Aquí no hay término medio. La inversión de Endesa supondrá un nuevo empuje al desarrollo económico de una zona muy importante de Aragón. La no inversión no es opción. Significaría el fin de la minería del carbón y, con ella, de la economía del Bajo Aragón Histórico. La potencia económica de la Térmica va más allá de los que trabajan en ella o en las minas de carbón, pues afecta a otros sectores. Sería como borrar de golpe 40 años de desarrollo de una parte de Aragón.

**H. A.**—¿En qué situación se encuentra la minería del carbón?

**D.**—El carbón ha sufrido una reducción de actividad excesivamente drástica y rápida, lo que ha dejado al país con poca minería en relación con la demanda energética. Hemos tenido que importar carbón para poder disponer de la suficiente capacidad energética en momentos puntuales.

**H. A.**—¿Hay alternativas económicas al carbón en Teruel?

**D.**—Yo hablaría de complementos económicos relacionados con la minería que, a la sombra del carbón durante muchos años, se han desarrollado de forma muy positiva, con esfuerzo de las empresas y colaboración municipal.

**H. A.**—¿Cuáles son?

**D.**—Uno de ellos son las arcillas, con grandes inversiones en I+D+i por parte de las empresas explotadoras que han hecho que el sector azulejero del Levante –el segundo más



CONFIANZA PARA  
LAS PERSONAS




TRANQUILIDAD PARA  
LAS EMPRESAS

**Bantierra**  
Banca | Cooperación | Personas

Somos  
la otra banca.



GRUPO CAJA RURAL

importante del mundo— empiece a depender del abastecimiento de Aragón. Me refiero también a piedras ornamentales o áridos, de los cuales tenemos yacimientos de muy alta calidad, y al hierro, muy abundante en Teruel y que se dejó abandonado por la reconversión de los altos hornos de Sagunto.

**H. A.**—¿Incluye también el alabastro, cuyo aprovechamiento impulsa desde hace años la comarca del Bajo Martín?

**D.**—Por supuesto. Es una piedra ornamental cuyo origen se ciñe casi exclusivamente a Aragón y que cada vez es más apreciada por los arquitectos contemporáneos de todo el mundo. Es el momento de que la Administración haga una apuesta fuerte por el alabastro y de que los jóvenes de localidades con yacimientos se formen como especialistas en la colocación de esta piedra.

**H. A.**—¿Las empresas mineras pueden volver a ser yacimiento de empleo en la provincia de Teruel?

**D.**—Sin lugar a dudas. Ya lo son en muchos municipios donde la inmensa mayoría de la población en edad activa trabaja en las explotaciones mineras de la localidad o en municipios próximos. Pero esto no es suficiente. Hay que seguir apostando por la I+D+i en recursos minerales. Nos llevará a disponer de más y mejores puestos de trabajo en nuestra tierra.

**H. A.**—¿Cómo reparar los daños paisajísticos que dejan las minas y que tantas quejas provocan entre los ecologistas?

**D.**—Sería engañoso no reconocer que una parte del sector y en un tiempo determinado, cuando no existía una correcta regulación, las explotaciones mineras se hicieron muy mal. Pero eso es parte del pasado. Ahora toca rehabilitar esos espacios, dar a la sociedad las aclaraciones pertinentes y, con la ley en la mano, no repetir el error.

**H. A.**—Cómo nuevo decano del Colegio de Ingenieros Técnicos de Minas y Energía en Aragón, ¿qué mensaje lanza a las empresas turulenses?

**D.**—Tanto a las empresas como al Gobierno de Aragón les digo que tenemos recursos únicos y de calidad, gente preparada, empresas emprendedoras y un alto índice de inversiones realizadas en la provincia. En definitiva, todo lo necesario para que la minería en Teruel siga siendo un referente como motor de la economía.

**H. A.**—¿Qué proyectos lleva en cartera?

**D.**—Lograr que la administración y las empresas no vayan por caminos distintos. Nosotros, los técnicos, somos la correa de transmisión de las necesidades del sector. La coordinación entre todos relanzaría la minería en Aragón.

# Santa Bárbara

El pasado 4 de Diciembre, nuestro Colegio, como viene siendo habitual, organizó una serie de actos en honor de nuestra Patrona Santa Bárbara, a los que asistimos 37 personas.

Celebramos la ceremonia religiosa



asistentes su presencia, manifestando su deseo de fraternidad en este día.



A continuación disfrutamos de unas horas de baile, barra libre y grata charla entre los compañeros y acompañantes.

Para culminar nuestra festividad en honor de Santa Bárbara celebramos el Almuerzo Minero el día 5, a las 11 horas, con una asistencia de 36 personas.

Nuestros más sinceros deseos para que en años venideros podamos seguir reuniéndonos en tan fraternal encuentro.

**NOTA:** Se ha reiterado a los compañeros de Teruel, mandasen la información de su celebra-



en la Basílica-Parroquia de Santa Engracia, a las 13,15 horas y, a continuación, comida de hermandad en el Gran Hotel, donde, tras un coctel de bienvenida, disfrutamos de un generoso y estupendo menú. Al inicio de ésta, nuestro compañero Emilio Querol, como Decano, tomó la palabra para agradecer a todos los



ción de Santa Bárbara. Hasta la fecha de salida de este Boletín, no se ha recibido ninguna comunicación.



## In Memoriam

La Junta de Gobierno del Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos y de Grado en Minas y Energía de Aragón, en nombre de todos los colegiados, lamenta profundamente la pérdida tan sentida de nuestro compañero don **Estanislao Puerto Mancebo** (31-3-2016) al que tuvimos el honor de conocer y tratar personalmente durante muchos años, siendo una persona muy querida por todos. Acompañamos en el sentimiento de dolor y desconsuelo a su esposa, hijos y nietos dedicándole un recuerdo sincero de admiración y respeto. Descanse en paz.



# Consejo General

El pasado 4 de Junio se celebró en la ciudad de León la reunión del Consejo General de Colegios Oficiales de Ingenieros Técnicos y Grados en Minas y Energía, correspondiente al primer semestre del año.

El Colegio de Castilla-León (Norte) y Cantabria, ha actuado como un magnífico anfitrión.

Comienza la reunión por parte del Presidente haciendo unas reflexiones para todos los Decanos y que lo acordado en Consejo se transmita a las Juntas Generales de cada Colegio.

Se crean 4 comisiones de trabajo:

**1.ª Legislación:** La forman los Colegios de Madrid, Aragón y Cartagena.

**2.ª Minería:** La forman los Colegios de Galicia, Cataluña y Huelva.

**3.ª Energía:** La forman los Colegios de León, País Vasco y Asturias.

**4.ª Formación y Universidad:** La forman los Colegios de Linares, Córdoba y C-Real.

Nuestro Decano propone al Consejo, la revisión de la **ITC 02.0.01**, en la que regula la potencia de la maquinaria, quedando encargado de hacer o elaborar un borrador de esta revisión de la ITC, al fin de poder llevarla en noviembre al comité de Seguridad Minera.

Entre otras cuestiones, se aprueban las Cuentas de Resultados y Balances.

Se aprueba por unanimidad volver a formar parte de la Unión Profesional.

En la clausura del Consejo, se procedió a homenajear a los Decanos salientes, y entre ellos a nuestro querido Juan Miguel Romero, al que se le ha impuesto la Medalla de oro y brillantes del Consejo.

La jornada resultó muy emotiva y del agrado de todos.

**Nuestro Decano, Emilio Querol, le dedica las siguientes palabras a nuestro Ex Decano, Juan Miguel Romero.**

Me resulta muy fácil el escribir unas palabras respecto del homenajead.

Para dar la credibilidad de honestidad a mis palabras, creo que es necesario que indique que Juan Miguel y yo hemos sido competencia en cuanto al desarrollo de nuestra profesión dado que en los últimos años hemos tenido un cierto paralelismo profesional y vinculado al Colegio.

Hace unos años, cuando empecé a trabajar en la profesión libre me encontré a Juan Miguel trabajando en lo mismo; pero él hacía más y mejor, por lo que llegué a tenerle una pequeña envidia pero una gran admiración profesional hacia él.



Posteriormente, cuando coincidimos en diversas Juntas Generales del Colegio, su conocimiento de la profesión y de la legislación, su retórica en la exposición de sus posturas, sus planteamientos jurídicos y técnicos de cualquier cuestión eran difícilmente rebatibles. Todo ello me hicieron incrementar mi admiración por él y también sentir una sana envidia de no poseer ese conocimiento, esa cultura, para poder exponer las cuestiones más simples.

Luego coincidimos en unas elecciones a Decano. Me ganó; simplemente me ganó electoralmente como Decano de nuestro Colegio y todos comprobamos que fue un gran Decano, una buena elección, sobre todo porque empezaron los tiempos difíciles de trabajar por y para el Colegio (la crisis económica y el fin de la obligatoriedad de los visados). A partir de entonces crecía mi admiración por como trabajaba en el Colegio pero desde luego ya no le envidiaba por dicho trabajo.

Le llegó un susto, un susto grande para su salud. Algo que obviamente nadie envidiamos. Pero Juan Miguel, a diferencia de otros, no se rindió y no se rinde, ha luchado contra sus músculos desde las neuronas que tiene tan bien desarrolladas en su cabeza. Además, como si sus neuronas todavía les sobrara el tiempo y las ganas, ha estado llevando el Colegio hasta el año pasado de una forma ejemplar. Has conseguido ser admirado por todos los colegiados por tu lucha y por el servicio que has realizado al Colegio.

Ahora, desde mi puesto como Decano, veo que no desfalleces, que no abandonas y que no te cansas de colaborar y ayudar a todos los que nos toca trabajar por y para el Colegio. Tus músculos menos obedientes hacen más por el Colegio que muchos de nosotros.

Ya no te envidio Juan Miguel, simplemente te admiro.

## Manifiesto

**La Comisión Especializada de la Minería de Aragón manifiesta su apoyo a las Cortes de Aragón en orden a que se les exija al Gobierno de España, y a la Red Eléctrica de España, mantener un hueco térmico suficiente para el carbón, dado su carácter de único combustible autóctono capaz de contribuir a la seguridad de suministro, fijando la generación eléctrica con carbón en el 7,5 % del mix energético de generación, medido en términos anuales, para garantizar el consumo del carbón en la central Térmica de Andorra y asegurar el empleo y desarrollo de las comarcas mineras.**

**Asimismo, la Comisión Especializada de la Minería de Aragón también manifiesta su apoyo a las Cortes de Aragón en orden a que se le exija al Gobierno de España la aprobación de medidas de apoyo a Endesa para la realización de las inversiones medioambientales exigidas por la Directiva Europea de Emisiones Industriales, que asegure la continuidad de la Central Térmica de Andorra, asegurando su futuro y el de la minería del carbón turolense, y que se encaminen al mantenimiento de la industria competitiva del carbón que garantice la seguridad del suministro.**

# Viaje cultural



Durante los días 21, 22, 23 y 24 de abril el Colegio organizó nuevamente nuestro habitual viaje cultural, este año a Córdoba y Granada.

Hemos visitado en Córdoba, la Mezquita-Catedral y el Alcázar de los Reyes Católicos, tanto el palacio como los jardines e igualmente visitamos el Palacio de Viana con sus 12 patios, lo cual nos permitió una visión muy amplia de la cultura de los patios cordobeses.

La Mezquita-Catedral de Córdoba, antes conocida como "Santa María Madre de Dios" y actualmente como la Catedral de la Asunción de Nuestra Señora. Comenzó su construcción en el siglo VIII y terminó en el siglo XVI. Es de estilo Islámico, Gótico, Renacentista y Barroco. Es Patrimonio de la Humanidad desde 1985. En el año 2015 la visitaron 1,67 millones de personas. Tiene una extensión de

23.000 m<sup>2</sup>, es la tercera Mezquita el mundo. Desde 1236, la Mezquita fue consagrada como Catedral cristiana.

En Granada, la Alhambra, Generalife, la Catedral, la Capilla Real y la Basílica de Nuestra Señora de las Angustias.

La Alhambra-Generalife, inscrita como Patrimonio de la Humanidad desde 1984. Alcanzó su record de visitas en 2011 con más de 2.300.000 visitantes. Es un conjunto de palacios, jardines, fortalezas y ciudadela. Construida entre los siglos XIII y XIV, fue la joya del reino nazarí, su origen era una sencilla fortaleza erigida en el siglo IX y llamada "Alhambra", La Roja, por el color de la tierra que se había empleado en su construcción. Tiene una superficie de 140.000 m<sup>2</sup>.

La Catedral de Granada denominada, Santa Iglesia Catedral Metropolitana de la Encarnación. Es una de las obras cumbres del Renacimiento español, con estilos Barroco y Plateresco. En 1523, mandó construirla, Isabel la Católica y terminó su construcción en 1704. Es la primera catedral renacentista y la segunda más grande del país. Está asentada sobre la Gran Mezquita nazarí de Granada. Es un gran edificio de 5 naves, doble girola, crucero y 2 torres. Por Decreto de 1 de mayo de 1962 se declaró Monumento Histórico Artístico.



## UNA ALTERNATIVA A LOS EXPLOSIVOS PARA ROMPER ROCA Y HORMIGÓN

**ZEODOS** comercializa un generador de gas para romper roca y hormigón donde el uso de explosivos detonantes no es aconsejable

- ☑ Desmontes
- ☑ Construcciones urbanas
- ☑ Canteras
- ☑ Zonas acuáticas
- ☑ Túneles



3854.IV.B57193260.0.0432.1.4S  
1170-P2-01172



**RÁPIDO, SENCILLO Y EFECTIVO**

[www.tecmina.net](http://www.tecmina.net) 976 133 230





**provoDit**  
ingeniería



*Ofrecemos asesoramiento integral en:*

- **Minería y Recursos Naturales**
- **Medio Ambiente**
- **Geología e Hidrogeología**
- **Instalaciones Industriales**
- **Topografía**
- **Energías Renovables**
- **Gestión de Residuos**
- **Asesoramiento**

*Ampliamos servicios con nuevas áreas:*



**FORMACION**



Cursos en aplicación de la I.T.C. 02.1.02 "Formación preventiva para el desempeño del puesto de trabajo" del RGNBSM, con las características y periodicidad recogidas en las siguientes Especificaciones Técnicas:

- E.T. 2000-1-08 Operadores de maquinaria de transporte, camión y volquete, en actividades extractivas de exterior.
- E.T. 2001-1-08 Operadores de maquinaria de arranque/carga y viales, en actividades extractivas de exterior.
- E.T. 2002-1-08 Actividades de interior.
- E.T. 2003-1-10 Actividades de exterior e investigación. (Incluido operadores de perforación y corte, etc.)
- E.T. 2004-1-10 Operadores de establecimientos de beneficio. (Incluido taller de elaborados de roca ornamental, etc).

**VUELOS AEREOS CON DRON**

Campos de aplicación:

- Fotogrametría aérea: ortofotos, modelos y videos 3D.
- Topografía, cartografía, geología, arqueología,...
- Aplicaciones en construcción e infraestructuras y su conservación.
- Aplicaciones agrícolas, ganaderas, forestales y medioambientales.
- Inspecciones industriales: obras, energía solar, eólica, eléctrica y presas.
- Otras aplicaciones: salvamento, rescates, logística, labores policiales, vigilancia, incendios, etc...



La empresa dispone de:

- Personal técnico acreditado con formación oficial y certificado de aptitud para el manejo de drones de ala fija y multirrotor (Piloto de RPA y Formación ATO).
- Empresa acreditada en el Registro de Operadores de Aeronaves RPAS (Remotely Piloted Aircraft System) de la Agencia Estatal de Seguridad Aérea del Ministerio de Fomento (AESA).
- Empresa asociada a AEDRON (Asociación Española de Drones y Afines) y ADRONARAGON (Asociación Aragonesa de Pilotos y Operadores de Drones - RPAS).



## Abre en Alemania la mayor planta de producción de hidrógeno del mundo

[Xataka.com/energía](http://Xataka.com/energía) (12-11-2015)



En 2014 Siemens anunció que iba a construir la planta de producción de hidrógeno más grande del mundo. Este mes entra en funcionamiento. Hace un par de años, comentábamos que las plantas de electrolisis eran una de las alternativas más interesantes para resolver el problema de almacenamiento de la energía. Con la planta que se abre en Alemania, entramos en una nueva fase de aprovechamiento masivo de las energías renovables.

En realidad, es un proceso muy sencillo que conocemos desde hace más de dos siglos. Consiste en usar una corriente eléctrica para descomponer el H<sub>2</sub>O en O e H. De esta forma, obtenemos un combustible limpio que al usar-

se nos devuelve agua: la batería perfecta. No obstante, aunque sencillo no es trivial. A día de hoy, la mayor parte del combustible de hidrógeno se extrae del gas natural porque permite un tratamiento industrial más sencillo y eficiente.

En este sentido, este tipo de fábricas van a ser claves a corto plazo porque son una buena forma de almacenar las energías renovables. A través de una tecnología llamada PEM (Membrana de intercambio de protones), esta tecnología utiliza un polímero sólido para conducir la energía y separar los gases. Usando la tecnología de Siemens, el Energy Park Mainz consigue procesar unos seis megavatios de electricidad. Este tipo de cosas junto al avance de las baterías nos hacen tener fe en que por más que lo senten, el futuro de las energías son las renovables.

## Cierra la última mina de carbón de Reino Unido

[Elmundo.es/economía](http://Elmundo.es/economía) (18-12-2015)

La última mina de carbón subterránea del Reino Unido echó hoy el cierre cuando los trabajadores de Kellingley Colliery, también conocida como "Big K", cerca de la ciudad de Leeds, en el condado de Yorkshire (Norte de Inglaterra), emergieron por última vez del subsuelo con el rostro ennegrecido y lágrimas en los ojos.

La crisis económica de 2008 sacudió a una industria que llevaba décadas en declive y el desplome de las materias primas en los últimos meses ha dado la puntilla a unas explotaciones que han marcado la historia del Reino Unido desde la revolución industrial.

Pocos días antes de Navidad, la compañía UK Coal pagará 12 semanas de sueldo como indemnización de despido a los 450 obreros de un sector combativo que en los años 80 libró una cruenta batalla contra la ex primera ministra Thatcher, que forjó en ese enfrentamiento el mito de la "Dama de Hierro".

"Este es un día triste. La geología tardó cerca de 30 millones de años en producir el carbón y nosotros hemos quemado gran parte en menos de 100 años", decía un ejecutivo del sector.

Las minas pasaron a ser propiedad del Estado junto con el Banco de Inglaterra, la red ferroviaria, las carreteras, los canales, la telefonía, el gas, entre otros activos, cuando Clement Attlee, nacionalizó el 20% de la economía, después de la Segunda Guerra Mundial.

El declive del Carbón y la caída de los salarios en el sector hizo estallar en 1972 la primera huelga general del sector desde 1926, un paro masivo obligó a cortar electricidad durante varias horas al día en todo el país a lo largo de semanas.

El Reino Unido logró su producción de carbón más alta en 1917 (292 millones de Tn). En 2014, ya solo quedaban 4.000 mineros en el R.U. respecto a los 1.200.000 de hace 100 años. Tras la Segunda Guerra Mundial, eran 800.000. El año pasado importó 42 millones de Tn ya que las térmicas quieren sustituirlos por nucleares y de gas.

Solo se quedarán con unas pocas minas a cielo abierto.



## Las torres solares 3D serían la solución ante la baja eficiencia en los paneles solares

[Xataka.com/energía](http://Xataka.com/energía). Raúl Álvarez (25-3-2016)



Los desarrollos en torno al uso de energías renovables sigue adelante, la reducción en los costes de las células fotovoltaicas, permite que cada vez más usuarios puedan adoptar el uso de paneles solares para el hogar y así disminuir la factura de energía eléctrica. Los paneles solares, no son los más eficientes, ya que su diseño plano limita su eficiencia a las horas de mayor intensidad de luz solar, pero esto podría cambiar en un futuro gracias a un nuevo proyecto del Instituto Tecnológico de Massachusetts (MIT) que elimina los paneles y los transforma en torres 3D.

Investigadores del MIT han desarrollado las primeras torres solares 3D con una estructura fabricada en una impresora 3D, a la que se han adaptado pequeños paneles solares en dos de sus caras, esto con la idea de adaptarse a la trayecto-

ria del sol y así tener una mayor eficiencia, sus creadores mencionan que habría un incremento de hasta 20 veces mayor captación de energía solar, ya que prácticamente se estaría recibiendo luz solar durante todo el día. Para resolver la orientación de las torres para que siempre estén apuntando en la dirección correcta, la base contaría con un motor conectado a un sistema de algoritmos, que hará que la torre gire dependiendo de la latitud y de la estación del año.

Las primeras pruebas realizadas sobre edificios del MIT, detectó una captación de energía constante, sin caídas, esto desde que salió el sol hasta que se ocultó.

La fabricación de la estructura 3D y la base incrementarían los costes en comparación de los paneles solares, por ello están trabajando de analizar la energía obtenida y el coste promedio para saber si se compensa la fabricación de estas torres.



## Oro gris en las entrañas de Galicia

Elprogreso.galiciae.com (26-3-2016). María Celeiro

Una empresa canadiense pretende extraer tantalio en Viana do Bolo y una española estudia la misma opción en Forcarei.

El tantalio es un metal brillante, pesado, muy duro y esencial para la fabricación de dispositivos electrónicos, conocido también como "oro gris", se extrae de la tantalita, un recurso natural no renovable que se encuentra principalmente en la República Democrática del Congo, Brasil, Australia y también en Galicia. Por ahora se conocen dos yacimientos en la Comunidad, en Viana do Bolo y Forcarei.

La firma Pacific Strategic Minerals cuenta con una autorización previa para "el aprovechamiento de los residuos y tratamiento de antiguas minas de Penouta (Viana do Bolo) depositados en balsas y escombreras", informó la Consejería de Industria. Más de 184 Ha. de terreno de las que se pretenden extraer estaño, tantalio, caolín y feldespatos durante 15 años.

El Proyecto Penouta contempla una inversión superior a los 9,7 millones y prevé crear entre 70 y 100 puestos de trabajo directos y alrededor de 350 indirectos. Todo un filón para un ayuntamiento de poco más de 3.000 habitantes que tiempo



atrás vivió una época de esplendor gracias a la antigua mina.

La explotación de Forcarei, bautizada como Alberta I, pretende convertirse en la mina de tantalio más grande de Europa, con una extensión de 2.395 Ha.

de terreno entre los montes de Presqueira (Forcarei) y de Rubilón (Beariz). En este caso, la empresa Recursos Minerales de Galicia S. A., tiene un permiso de investigación, tras comprar el 100 % de la participación en el proyecto a la canadiense Iberian Minerals por 5 millones.

En el proyecto inicial de Iberian Minerals expuesto a información pública se contemplaba la extracción de tantalio, estaño, niobio, litio, cesio y rubidio durante, al menos, diez años pero con una concesión por 30, prorrogable, que generaría 50 puestos de trabajo.

## Una mina a 40 años genera expectativas laborales en la Comarca de Sangüesa

Noticiasdenavarra.com (27-2-2016). Marian Zozaya



"Es un proyecto en el que el Consistorio y los Técnicos de Gobierno de Navarra van de la mano desde el inicio" siempre que cumpla todos los parámetros pertinentes.

Muga supondrá una inversión total de 413 millones de euros y su vida estimada será de un mínimo de 47 años, según informa la promotora Geoalcali.

Hasta que el Ministerio de Medio Ambiente no resuelva la declaración de Impacto Ambiental el responsable de Relaciones de la promotora, apunta a un plazo de dos años para que la mina se ponga en marcha. Afirma el responsable institucional de la empresa que las relaciones con los ayuntamientos navarros son fluidas y comprende que la mina despierte cierta expectativa y nerviosismo.

Sin concretar plazos ni datos de los 800 puestos de trabajo barajados inicialmente, Geoalcali se mantiene y que su implantación supone "en cierta manera, la transformación económica de la comarca". El principal destino de la potasa que se extraiga es para uso industrial como fertilizante.

El alcalde de Sangüesa se muestra tranquilo con el contenido del plan asegurando que si la normativa europea es "exigente a nivel medioambiental, la de Navarra es más rígida todavía".

El alcalde de Sangüesa cree que es una oportunidad para la comarca a largo plazo.

El proyecto de la mina la ubica a unos 50 Km de Pamplona, dentro de los términos de Undués de Lerda y Urriés (Aragón), Sangüesa y Javier (Navarra). Muga contará con 2 bocaminas, en territorio aragonés, en Undués de Lerda. La planta de tratamiento se levantará cerca de Sangüesa.

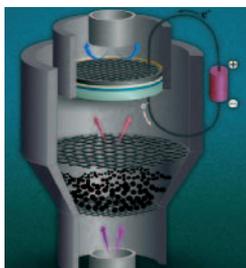
## ¿El renacer del carbón? Desarrollan un sistema que recorta a la mitad las emisiones

elEconomista.es (4-4-2016)

Las centrales de carbón de los países más desarrollados tienen los días contados por culpa de las emisiones de gases de efecto invernadero que llevan aparejadas. Ahora, una nueva tecnología desarrollada por el Instituto Tecnológico de Massachusetts (MIT) podría abrir una nueva era para la generación de electricidad a partir de este combustible fósil.

Investigadores de este Instituto han diseñado un sistema de producción que duplica la eficiencia respecto a las centrales de carbón convencionales pero que, sobre todo, reduce en un 50 % las emisiones por unidad de energía producida. La clave de esta tecnología es que combina la técnica de la gasificación con las denominadas pilas de combustible. En primer lugar, se hace pasar vapor a través de capas de carbón pulverizado. El resultado es que el mineral se gasifica, y libera partículas de monóxido de carbono e hidrógeno.

Ese gas es usado a su vez como combustible de un reactor: un dispositivo que crea una reacción a través de una membrana, que separa el oxígeno que está presente en el aire libre de



la mezcla de monóxido de carbono e hidrógeno producida a partir del carbón.

La reacción electroquímica libera entonces electrones que, convenientemente canalizados, se convierten en una corriente aprovechable de forma directa. Ambos sistemas operan más o menos a la misma temperatura, por lo que apenas es necesario aportar energía: la reacción eléctrica genera el calor que necesita la gasificación, incrementando el saldo neto de producción. El carbono excedente del proceso se acumula en una corriente pura de gas, localizada y es mucho más fácil de capturar que los gases procedentes de la quema de

carbón convencional. Eso facilitará, según sus creadores, el secuestro del gas de efecto invernadero y su almacenamiento lejos de la atmósfera.

El proceso está en fase de experimentación pero, de triunfar, esta tecnología podría ayudar a cumplir los objetivos de reducción de emisiones que se necesitan para detener el cambio climático en aquellos países, como los emergentes, que no pueden permitirse aun prescindir del carbón.

# Bacterias para recuperar los metales de los teléfonos móviles

Elperiódico.com (24-4-2016). Antonio Madrಿದೆjos



Las placas base de los teléfonos móviles y otros muchos aparatos electrónicos ya en desuso contienen hasta un 40% de metales, algunos tan valiosos como el oro, plata, platino o el paladio, pero su recuperación es un proceso sumamente difícil porque los circuitos integrados están soldados al plástico y no se pueden separar manualmente. No basta con triturarlos. Las opciones principales son la fundición en hornos a 1200°, o bien el uso de reactivos agresivos que lo disuelven todo. Un equipo de investigadores de la Universidad de Cataluña (UPC) ofrece una alternativa basada en el uso de unos microorganismos que de forma natural se pueden encontrar, por ejemplo, en las aguas residuales de las depuradoras. Sus trabajos en laboratorio han demostrado que bacterias "Acidithiobacillus ferrooxidans" son capaces de oxidar y separar los metales

de los otros materiales no recuperables. El proceso es conocido como "biolixiviación".

Una vez retirada la carcasa y la batería del móvil, la placa se somete a una trituración para facilitar el buen contacto con los microorganismos, es necesario controlar las condiciones que afectan a la actividad de los microorganismos, como el pH, la temperatura o las concentraciones de sales. Como resultado del proceso, el metal queda disuelto y, mediante un proceso de separación, se recupera para ser utilizado de nuevo.

En una tonelada de placas puede haber, 130 kilos de Cu, unos 350 gramos de Au. En el 2014, último año con cifras disponibles, se recogieron en Cataluña 2.287 toneladas de aparatos electrónicos de informática y telecomunicaciones, incluyendo teléfonos móviles.

En un teléfono estándar de unos 100 gramos se pueden extraer 62 gramos de plástico, 25 gramos de metales (Cu y Al), 0,08 de metales preciosos (Au, Pa, Pt) y un 10% de sustancias irrecuperables como la fibra de vidrio.

## El gas natural será "protagonista" en el cumplimiento de los objetivos de la UE para 2030

Energia16 (19-5-2016). Patricia Alfaro

El gas natural (GN) jugará un papel "protagonista" en el cumplimiento de los objetivos de la U.E para 2030, que tiene como meta alcanzar una economía baja en carbono y que el 27% de la energía proceda de renovables.

El Presidente de Sedigas ha explicado que el gas puede ayudar en la transición del modelo energético español hacia los objetivos marcados por la U.E al disponer de unas "tecnologías eficientes", unas infraestructuras que cumplen con una "altísima garantía de suministro". España podría ahorrar hasta 223 millones de euros si opta por aumentar el peso del GN en el mix energético del 27% marcado por la U.E. para el año 2030 al 33% mediante la sustitución de la biomasa y otros combustibles "más contaminantes". En el sector terciario se

produciría un ahorro de unos 38 millones de euros al año mediante el incremento del peso del GN. También ha defendido el papel del GN como energía de "respaldo" a las renovables, pero ha asegurado que con la capacidad instalada en la actualidad haría falta entre 5,5 y 10 GW de capacidad adicional para garantizar la demanda de renovables, una inversión que ascendería a entre 5.500 y 10.000 millones de euros, que serían necesarios entre 2025 y 2030, dependiendo de la demanda.



## Aragón impulsa una cumbre del carbón para salvar los empleos en el sector

Eleconomista .es (19-5-2016). Eva Sereno



Sindicatos, asociaciones empresariales, alcaldes y habitantes de la Comarca Andorra Sierra de Arcos se manifiestan dentro de una concentra-

ción, convocada por la Mesa Ciudadana, para pedir que se tomen medidas y se puedan salvar los 3.000 empleos que dependen de la minería y del carbón y de la Central Térmica Andorra.

Nos manifestamos para llamar la atención de la situación de la comarca porque no tenemos ninguna respuesta al futuro de la minería, de la extracción del carbón, ni respuesta desde las industrias de si se van o no a realizar las inversiones en la central térmica de Andorra porque, si no se hacen, va a significar el cierre y la pérdida de empleo.

Se ha explicado que, en caso de que se hagan las inversiones necesarias en la central, no implica que pueda fun-

cionar si no se bonifica o subvenciona el carbón nacional para que se queme en la zona.

La representante sindical de CCOO Aragón ha explicado "estamos en una situación de in-pass", a pesar de las diversas reclamaciones que se han realizado en los últimos meses a nivel nacional y de las comunidades implicadas en el sector del carbón, así como Carboundión, porque no se está cumpliendo el mix energético y "no se vende el carbón".

Un motivo por el que se va a continuar de brazos cruzados y ya se preparan nuevas acciones para "estar preparados" para cuando surja un nuevo gobierno de las elecciones del 26 J, que se suman a las ya realizadas de reuniones sindicales y con presidentes de las comunidades de Aragón, Castilla-León y Asturias.

De este modo se está organizando una cumbre del carbón en la que está previsto que participen representantes sindicales, presidentes de comunidades autónomas, ayuntamientos y Carboundión "nos queremos preparar para estar en primera línea tras la formación del nuevo gobierno".



# Nuestros compañeros



**JUAN  
MULET ARIÑO**

## ¿Dónde y cuándo naciste?

Nací en Alcañiz, el 21-08-1944

## ¿Dónde estudiaste Minas y, por qué escogiste esta carrera? ¿Crees que fue acertada esta decisión?

Estudié Minas en Manresa influenciado por mi padre ya que él tenía una explotación minera de arcilla refractaria en La Cañada de Verich, denominada Predio Mulet. Era el año 1960 y por aquel entonces nuestro principal cliente era la Cia. Fabril de Carbones Eléctricos de San Vicente de Castellet, a 10 Km de Manresa. Eso me permitía tener fácil transporte en camión y estar bien provisto de buenos paquetes de comida. Yo tenía entonces 16 años recién cumplidos.

En cuanto a si fue acertada la decisión, te diré que yo tenía otras inquietudes pero las decisiones paternas, por aquel entonces, eran irrevocables y no me atreví a discutirla.

Estudié con mucha desgana pero he de reconocer que gracias a mi profesión he podido trabajar los últimos 28 años en el negocio familiar sin tener que deambular de un lado para otro con la familia auestas.

## ¿Has realizado otros estudios? ¿Cuáles?

No, solamente cursos de Formación profesional; Productividad, Programación, Autocad, Medio Ambiente y Normas de Seguridad e Higiene en el Trabajo.

## ¿Tienes antecedentes familiares mineros?

Mi abuelo paterno, Francisco Mulet Serrano, haciendo trashumancia por La Cañada de Verich, en un día lluvioso, se dio cuenta de que el ganado resbalaba más de lo normal. Se trataba de un afloramiento de arcilla muy plástica.

Entre él y un primo de su esposa, Manuel Suñer, con el que solía hacer negocios, compraron los terrenos que creyeron oportunos y se constituyeron los actuales Predio Mulet y Predio Suñer.

Desde entonces, la empresa siempre familiar, ha ido cambiando de nombre hasta llegar a la actual ARCI-MU, S. A. (Arcillas Mulet, S.A.) de la que soy socio y Director Facultativo desde 1982, año en el que decidí afincarme en Alcañiz, hasta mi jubilación en el año 2008.

## Una vez terminados tus estudios ¿encontraste trabajo pronto?

No fui buen estudiante y cuando estaba en el último curso, falleció mi padre, me tiré un año sabático. Mi intención era abandonar los estudios. Fue el peor año de mi vida. No pedí prórroga para el servicio mi-

litar y tuve que hacer la mili normal. Al terminarla, mi madre me puso en la tesitura de trabajar en casa o estudiar por mi cuenta sin ayuda económica. Lo de que la mili te hace un hombre, fue cierto en mi caso. Acepté el reto, me monté en un camión de casa y con 100 pesetas en el bolsillo me fui a Manresa. Vendí durante tres días para pagar a la patrona y a continuación me fui a Minas de Potasa de Suria para hablar con el director, que había sido mi profesor de matemáticas en la Escuela de Minas. Le conté mi caso y me hizo la siguiente proposición: Seis meses recorriendo todos los puestos de la mina; cargador de vagonetas, escrapista, ayudante minero, un mes con los electricistas, otro con los mecánicos y a continuación después de estos seis meses de formación me nombraría vigilante, hasta que terminase los estudios. Cuando terminara pasaría a ser Facultativo de Minas en la empresa.

Después de seis meses de vigilante, al año de entrar en la mina, ya había comenzado el nuevo Plan de estudios para Ingeniería Técnica y me presenté a la última convocatoria para Peritos. Si no aprobaba, tenía que cambiar de Plan y empezar prácticamente desde el principio. Los profesores por aquel entonces no tenían cátedra, pues eran los ingenieros de todas las cuencas mineras de la zona: Suria, Cardona, Balsareny, Sallent y Figols. Creo que mi director, el Sr. Ron, me echó una mano porque aprobé todo, por supuesto, con muchas horas de sacrificio.

## Háblanos de tu carrera profesional

Después de tres años como facultativo en M. P. S. me pasé a la empresa CYT (Cubiertas y Tejados) con el fin de practicar topografía, pues mi idea era adquirir la máxima formación para posteriormente llevar la dirección de mi empresa familiar. Me afiliaron como Auxiliar Técnico en los puertos deportivos de Masnou y San Andrés de Llavaneras y a las pocas semanas ya ganaba más que el Jefe de Obra. La penalización por demora en la entrega de las obras y el retraso de las mismas me llevó a trabajar 12 horas diarias y domingos por la mañana. Por mi condición de Auxiliar Técnico, cobraba por horas trabajadas, con lo que me llevaba a casa 10.500 pesetas todas las semanas. El doble de lo que ganaba en la mina y al aire libre junto a la playa. Estoy hablando del año 1973.

Al terminar estas dos obras, dentro de plazo, la dirección me propuso ir a Lérida a preparar la traza de la Autopista del Mediterráneo en el tramo Castellans-Soses como topógrafo hasta que empezaran los desmontes. Después, pasaría como ayudante del Jefe de Movimiento de Tierras con lo cual me permitiría experimentar en voladuras a cielo abierto.

Tuve la suerte de trabajar con un facultativo canario muy experto en voladuras el cual me enseñó todo lo que él sabía y al que estoy muy agradecido. Gracias, Moreno.

Terminado el tramo de Autopista, la empresa me propuso ir a Galicia donde asociada con M.Z.O.V. iban a hacer cinco tramos de la Autopista del Atlántico. Allí coordinaría las voladuras de los cinco tramos desde la central en Santiago de Compostela donde estaba el tramo Sigueiro-Santiago. Cogí mi Seat 127 y con mi mujer y mis dos niños pequeños nos lanzamos a la aventura.

El promedio de lluvias del primer año fue algo que no se veía desde hacía 100 años. 30 l/m<sup>2</sup> al día. El alquiler de los pisos carísimos. 10.000 pesetas al mes, en Lérida y 16.000 pesetas, en Santiago. Los sueldos muy por debajo de lo normal. Al año y medio consideré que había que cambiar de aires pensando en la educación de mis hijos ya que se vislumbraba obra para 5 años más.

Hice gestiones y me ofrecieron un trabajo en Barcelona. Se trataba de una empresa multinacional de prefabricados de hormigón con los que construían grandes bloques de viviendas por toda España, se llamaba C.I.D.E.S.A. (Construcción Industrial de Edificios S.A.).

Estaban construyendo 5.000 viviendas en Ciudad Badía Y Belvitge (Barcelona) y necesitaban un Jefe de obra para hacer 240 viviendas en Playa Puebla de Farnals a 10 kilómetros de Valencia.

Mi falta de experiencia no les importaba porque se trataba de un montaje tal y como si fuera un mecano, me ofrecieron un tiempo de formación en el que me introdujeron en el conocimiento del método Pert para programación de obras. Fue una experiencia muy bonita.

Después de 4 años en la construcción, consideré que ya era hora de venir a Alcañiz a trabajar en mi empresa familiar. Empecé llevando la dirección facultativa de siete canteras que por aquel entonces, año 1982, explotaba Arcimusa, más cinco canteras que explotaba Intrasa. Todas ellas de arcillas.

En el año 1990 murió mi hermano mayor, Francisco, que llevaba la gerencia de la empresa y a partir de entonces y hasta mi jubilación, pasé a dedicarme exclusivamente, junto con mi hermano pequeño, Julio, a llevar la Dirección de nuestra empresa.

#### **¿A qué te gusta dedicar tu tiempo libre?**

La fotografía, el cultivo de mi huerto y mis nietos, ocupan todo el tiempo del que dispongo.

#### **¿Cómo ves el futuro de la profesión?**

Por desgracia muy mal. La minería del carbón tiene los días contados. A largo plazo si se consigue capturar el CO<sub>2</sub> emitido e inyectarlo a más de 800 metros de profundidad, tal y como se está investigando, sería una solución. Las reservas de carbón de España superan en 100 años a las del petróleo mundial.

Por otro lado, la minería de la arcilla que depende del sector de la construcción está en sus peores momentos. El estallido en el 2008 de la burbuja inmobiliaria, ha tenido graves consecuencias en el sector y no se vislumbra ningún brote de recuperación.

#### **¿Qué destacarías de tu vida profesional?**

De lo que más orgulloso me siento es que a la hora de irme de las empresas donde he trabajado, en todas ellas, han hecho lo imposible para que no me marchara.

#### **De no ser Ingeniero Técnico de Minas, ¿qué te hubiera gustado ser?**

Mis inquietudes de joven eran mayoritariamente de tipo deportivo. De hecho, al llegar a Manresa, antes de matricularme en la Escuela ya me había enrolado con el equipo juvenil de fútbol. Durante toda mi vida he practicado algún deporte en particular fútbol y tenis. Practicando este último deporte, me di cuenta, de que mi verdadera vocación era la enseñanza deportiva y llegué a sacar el carnet de monitor de tenis y de tenis de mesa. Practiqué la enseñanza con mis hijos y con pocos meses de entrenamiento les hi-

ce campeones de Aragón de Tenis de Mesa en sus respectivas categorías. También ejercí de entrenador de fútbol en el colegio de mi hijo.

#### **¿Qué destacas de positivo y de negativo en nuestro Colegio Profesional?**

Para mí, la labor del colegio es inmejorable. La información que recibimos a través del correo electrónico, es excelente. No quiero desaprovechar la ocasión de compartir un recuerdo cariñoso del que fue nuestro Secretario Técnico y amigo, compañero de estudios y de patrona en Manresa, Enrique Jiménez Chamero. También de Javier Sanjosé y Javier Jarilla con los que me unía una buena amistad.

#### **¿Y de nuestra profesión?**

De nuestra profesión, creo que no está suficientemente reconocida a nivel salarial, teniendo en cuenta la gran responsabilidad que recae sobre nosotros. Las medidas de seguridad siempre van en contra de los intereses económicos del explotador y eso nos perjudica.

El lado positivo está en la satisfacción que se siente por el trabajo bien realizado. En mi caso lo experimentaba, sobre todo, cuando realizaba voladuras.

#### **¿Qué opinión te merece el nuevo plan de estudios?**

España es líder de la Unión Europea en fracaso escolar, con una tasa del 21,9% de jóvenes entre 18 y 24 años que han abandonado prematuramente el sistema educativo. Este porcentaje duplica la media comunitaria que es del 11,1%. No creo que este dato esté relacionado con los distintos Planes de Estudio que vienen aplicando los políticos de turno.

A mi entender es un problema antropológico, un problema de evolución social y que tardará un par de generaciones a resolverse.

Hay que mentalizar a los padres para que aceleren esta evolución motivando el inconsciente de los hijos hasta los 6 años en el concepto de cultura a través del estudio. Es una tarea difícil pero necesaria. Los padres tienen que tener interés en aprender a educar a sus hijos.

#### **¿Qué consejo de los que te hayan dado has seguido con éxito?**

De pequeño, los clásicos de los padres: "Sé honesto y trabajador". De mayor con la competitividad que existe a nivel profesional es difícil recibirlos. Más bien zancadillas.

#### **¿Quieres transmitir alguna propuesta a la Junta de Gobierno y, en especial para nuestro Boletín Aragonito?**

Siempre he admirado a las personas que altruistamente trabajan para el bien de un colectivo. Mi más sincero agradecimiento a estos compañeros que formáis la Junta de Gobierno. Como propuesta, animarles a que sigan así y concienciar a los más jóvenes a que completen esas vacantes que hay en la actual Junta. Ellos son los que tienen el futuro de nuestro Colegio.

Muchas gracias, Juan. Agradecemos que, a través de esta entrevista, hayas hecho un breve, pero intenso recorrido de tu vida profesional. Esperamos que esta entrevista haya sido el inicio para que recibamos de tu larguísima experiencia algún otro artículo, como el que me propusiste sobre Arcillas.

Un saludo

**El Consejo de Redacción**





**Paula Llabata Babiano**

*Licenciada en Biotecnología  
Máster em Genética*

## Espeleoterapia: las minas también curan

Tradicionalmente, la mina ha sido sinónimo de polvo, contaminación, silicosis, hidrargirismo, neu-moconiosis, bronquitis... Se asociaba a penuria, riesgo, dureza. Sin embargo, las minas también tienen propiedades curativas que en Europa oriental llevan siendo explotadas desde hace siglos. Hoy en día, estas propiedades terapéuticas que poseen ciertas minas se utilizan como tratamiento y se denomina espeleoterapia.

La espeleoterapia se define como el tratamiento de enfermedades crónicas, como el asma y la artritis. Dicho tratamiento consiste en la permanencia durante periodos determinados de tiempo y de forma repetida, en cuevas o galerías mineras que poseen condiciones ambientales especiales, que proporcionan un beneficio terapéutico. Durante la estancia, se realizan ejercicios físicos y/o respiratorios. Esta terapia encuentra su fundamento en el hecho de que la calidad y presión del aire, junto con la radiación y los aerosoles de minerales que existen en el ambiente de la mina, son óptimos para el tratamiento de enfermedades respiratorias (asma, bronquitis crónica, rinitis...), locomotoras (artritis reumatoide, artrosis osteoporosis...) y de la piel (psoriasis, esclerodermia...).

La espeleoterapia encuentra su origen en el siglo XIX, cuando el médico de los mineros de la mina de sal Wieliczka, al sur de Polonia, Feliks Boczkowski, describió la ausencia de problemas respiratorios (pulmonares, tuberculosis) en los trabajadores de la mina, mientras el resto de la población sí los padecía. El doctor concluyó que eran las características del ambiente de la mina lo que protegía a los mineros. En 1836 consiguió que esta mina se abriera al público para estudiar el efecto de dicho ambiente sobre más de 30 patologías. Finalmente, en 1843 Boczkowski publicó sus trabajos con estos pacientes, confirmando el efecto beneficioso para la salud que suponía la exposición al microclima de la mina.

### Antiguas minas de oro, potasio, magnesio y sal son ahora centros de tratamiento

A pesar de ser desconocida en Europa occidental, la espeleoterapia es una terapia común en el centro y este de Europa. Países como Alemania, Austria, Eslovaquia o Rusia han convertido sus mi-

nas en spas y sanatorios. Lógicamente, cada mina tiene unas condiciones climáticas y ambientales distintas, por lo que en función de la patología que sufra el paciente se le tratará en una determinada mina. De modo general, los pacientes pueden ser tratados en 5 tipos de minas:

- Minas de potasa con temperatura (13-20°C) y radiación moderada, niveles de humedad relativa normales (45-70%) y alta presión (Berezniki, Rusia; Soligorsk, Bielorusia). En este tipo de minas se realizan tratamientos largos (8-10 horas 4 veces a la semana).
- Minas de sal cálidas (30-41°C), baja humedad relativa, alta presión y bajos niveles de radiación (Solotivo, Ucrania; Targu Ocna, Rumanía; Wieliczka, Polonia).
- Minas de sal y cuevas con temperatura moderada y bajos niveles de humedad, presión y radiación (Chon-Tus, Kirgizia).
- Cuevas calizas con temperaturas frías o moderadas (6-10°C), elevados niveles de humedad (80-100%), y presión y radiación normal (cuevas naturales de Eslovaquia). En este tipo de minas se realizan tratamientos cortos (3-4 semanas).
- Cuevas calizas y graníticas cálidas, con elevada humedad relativa, presión normal y elevada radiación debido a la presencia de radón (Gasteiner Hellistonen, Bad Gastein/Böckstein, Austria). El radón se considera clave en este tipo de tratamientos, por ello los pacientes permanecen durante un mes ininterrumpidamente bajo tierra, donde se han construido complejos de salud destinados a este fin



*Galería rehabilitada para su uso en espeleoterapia.*



Usuarios de la espeleoterapia realizando ejercicios de respiración.

## El ambiente subterráneo de las minas como medicina

La gran cantidad de elementos presentes en el ambiente subterráneo de minas y cuevas, la calidad de su aire y el clima, se consideran claves en el tratamiento de enfermedades respiratorias. Por su aislamiento del exterior, el clima de las minas de sal es constante y el aire presenta bajos niveles de polvo, polen y gases contaminantes. Asimismo, la movilidad del aire es muy reducida y contiene aerosoles de agua, minerales higroscópicos y elementos vitales como sodio, potasio, magnesio y calcio. La moderada o elevada humedad relativa genera un proceso constante de condensación que contribuye a preservar la pureza de aire, ya que se capturan las partículas de polvo y polen. En ciertas minas, también existe un elevado ratio de ionización (debido al radón o al potasio) que se considera muy beneficioso para el tratamiento de la artritis y otras enfermedades del sistema locomotor. Además, la concentración bacteriana en el aire es mínima, por lo que también constituye un beneficio para aquellas personas que caen frecuentemente enfermas.

## La experiencia de los pacientes reconoce los beneficios de la espeleoterapia

Los pacientes que han sido tratados con este método han mostrado, tras finalizar el tratamiento, mejoras en la capacidad y función pulmonar. Además, la espeleoterapia combinada con otros tratamientos convencionales puede reducir los días de hospitalización o las dosis de fármacos en algunos pacientes, especialmente en niños.

## Espeleoterapia, ¿una segunda oportunidad para antiguas explotaciones mineras?

La espeleoterapia está incluida en el sistema de salud ruso como terapia oficial, también está reconocida en Inglaterra, y en Italia está llegando para quedarse. España cuenta con una diversidad de minas, no explotadas, algunas abandonadas, que están siendo aprovechadas por el sector turístico. Sin embargo, se podría diversificar su explotación mediante su reconversión en centros especializados de tratamiento. La espeleoterapia es pues un argumento más para dar una segunda oportunidad a las minas, cuya explotación originaria ha sido cesada al considerar que el rendimiento económico no era suficiente. Sin embargo, el descubrimiento de esta opción terapéutica da una nueva oportunidad y nos hace pensar que las minas tienen aún mucho que ofrecernos.

### BIBLIOGRAFÍA

Beamon SP, Falkenbach A, Fainburg G and Linde K. Speleotherapy for asthma (Review). The Cochrane Library. Issue 2. 2001.

Chervinskaya AV, Zilber NA. Halotherapy for treatment of respiratory diseases. J Aerosol Med. 1995. Issue 8(3):221-232.

[www.saltium.es](http://www.saltium.es)

<http://saltmed.blogspot.com/es/>

<http://www.eslovaquia.sk/espeleoterapia-en-eslovaquia/>

## Publicidad

Estimados compañeros y simpatizantes, os animamos que anunciéis vuestras empresas en nuestra revista "Aragonito"

### "Aragonito" quiere ser tu espacio publicitario

#### Tarifas (precios sin IVA)



Opción A, B y C



Opción D



Opción D



Opción E

#### Página completa:

Opción A: Contraportada, 300 €

Opción B: En interior contraportada, 240 €

Opción C: En interior revista, 220 €

#### Media página interior:

Opción D: Horizontal o vertical, 160 €

#### Un cuarto de página interior:

Opción E: 100 €

- La confección del anuncio corre a cargo del anunciante.
- El anuncio se entregará en soporte digital, en formato tif, jpg o eps.



## Metalurgia: Arte en el pasado y Ciencia hoy

Metalurgia, del griego (minero, metal y trabajo), es el conjunto de procedimientos de extracción, elaboración, conformado y tratamiento de los metales, de sus fuentes naturales o de los materiales de reciclado para su utilización. Es una disciplina compleja en la que intervienen un elevado número de variables cuya relación se describe empleando generalmente la física, la química y la ingeniería. No es siempre suficiente aplicar los conocimientos teóricos en problemas metalúrgicos, hay algo más que física y química, puede ser esta la razón de que problemas, como la solidificación y la recristalización, no se hayan resuelto. En los últimos años han ocurrido grandes avances en este campo.

Como cualquier proceso histórico, el empleo de los metales en la fabricación de diversos objetos no partió simultáneamente en todos los lugares del mundo.

Para comprender su evolución y desarrollo debemos recordar cuales fueron sus orígenes ya que se remonta a tiempos muy antiguos. La mayoría de los autores suponen que el foco principal donde se originó el primer centro metalúrgico estuvo situado en la antigua región de Cólquida, al S. del Cáucaso, E. de Armenia en lo que hoy es Georgia y en las proximidades del Nilo. El gran paso fue, sin duda, el metal, sustituyendo a la piedra al final del Neolítico. No se sabe con certeza como se llegó a este resultado, pero existen evidencias y es muy probable que el hombre prehistórico se viera atraído por los metales que aparecen puros en la superficie de la tierra, estos son el oro, el cobre y la plata. El oro se encuentra en la naturaleza en las vetas de cuarzo y en los depósitos de aluviones secundarios como metal en estado libre o combinado, apareciendo en forma de pepitas. El oro puro es el más dúctil y maleable de todos los metales, puede golpearse con un martillo hasta conseguir un espesor de 0,00010 mm y una cantidad de 30 g se puede estirar hasta lograr un cable de 8 Km de largo. Es resistente a la corrosión y resiste la acción del fuego sin ennegrecerse y pautó el ritmo de la economía mundial. El primer oro trabajado en el mundo proviene de la necrópolis de Varna (Bulgaria, IV milenio a. C). El Au es un metal blando, debe ser aleado con otros metales y su color dependerá de los metales con los que se alea, dando como resultado el **oro blanco** (75% Au + 15% Pa + 10% Ag), **amarillo** (75% Au + 12,5% Cu + 12,5% Ag), **rosa** (75% Au + 20% Cu + 5% Ag), **rojo** (75%

Au + 25% Cu), **gris** (75% Au + 10% Cu + 15% Ni), **verde** (75% Au + 25% Ag), **azul** (75% Au + 25% Fe). El Au está presente en nuestra vida cotidiana, sin su presencia no sería posible nuestros artefactos tecnológicos, como teléfonos móviles, calculadoras, GPS's, circuitos impresos, en los airbags, aeronáutica y, en las naves espaciales, sirve para cubrir varios componentes de su interior con el objetivo de reflejar la radiación infrarroja y estabilizar la temperatura, etcétera.



Figura 1. Cobre nativo

La plata también se encuentra en nodulos de gran tamaño a veces, pero está repartida con irregularidad. Figura 1.

El sistema empleado para beneficiar la Plata por los tartesios no se sabe, pero sí

hay suficientes evidencias de que la técnica empleada fue la **copelación**. Este proceso es doble y puede resumirse en 2 etapas: fusión y **copelación** propiamente dicha. La fusión consiste en colocar el material molido junto con el fundente y someter a ambos a la acción del fuego. Una vez realizada esta operación se ob-

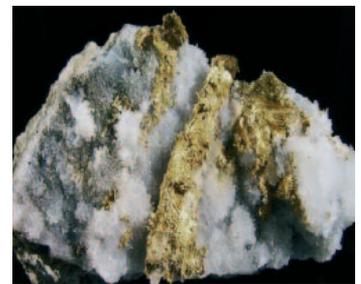


Figura 1. Oro en cuarzo

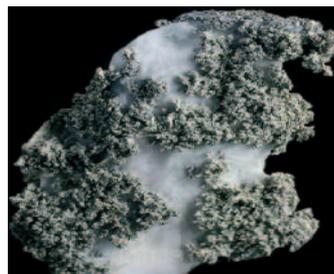


Figura 1. Plata nativa

tienen dos productos, la escoria y el régulo (conjunto de Pb, Au y Ag) con restos de otros elementos. En la copelación propiamente dicha, el régulo obtenido se coloca en

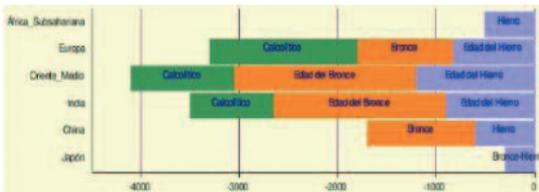
una copela y se expone a la acción del fuego. La función de la copela es atraer el Pb y dejar libre un 2º rúgulo, en este caso formado por Au y Ag.

Han llegado a nosotros y los seguimos utilizando, antiguos procedimientos, como es el caso del proceso para reproducir por fundición piezas a partir de un patrón en cera al que actualmente llamamos **microfundición** o fundición a la "cera perdida" (utilizada en Egipto y Mesopotamia) conocido actualmente como **casting**, que prevalece en el campo de la joyería.

Los primeros pasos de la metalurgia se basaron en habilidad personal y en conocimientos empíricos por lo que cabe más hablar de **Arte** que de ciencia.

En 1836, el danés Christian Jürgensem Thonsem (1788-1865) expone el Sistema de las 3 Edades para clasificar el material prehistórico según los elementos que fueron usados mayoritariamente en cada periodo, y propone que los materiales se dividan según provengan de la Edad de Piedra o de la Edad de los Metales. Este sistema fue aceptado por los investigadores, hoy día dicha clasificación, con modificaciones que no dejan de ser importantes, sigue vigente.

Como el tema que nos incumbe es la metalurgia, vayamos a la Edad de los Metales que se divide en 3 fases, tomando el nombre del metal con que se fabricaron la mayoría de los utensilios y armas: Edad del Cobre, Edad del Bronce y Edad del Hierro. Las fechas de adopción en la Edad de los Metales varían según las diferentes culturas y lugares. Ver esquema

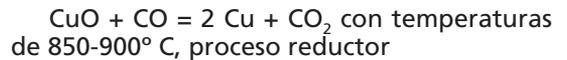
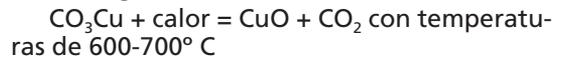


**Edad del Cobre** o Calcolítico, del griego chalkós= cobre y lithos= piedra (5000-1800 a. C). Es probable que fuera el Cu el primer metal que se trabajó, sin duda por la facilidad de hacerlo, con él se hicieron los primeros adornos metálicos y los primeros útiles; al principio se trabajaba el metal en frío golpeándolo con un martillo y, más tarde, empezó a utilizarse la forja. Al calentarse aumentaba su maleabilidad y disminuía su fragilidad para lo cual se necesitaba una temperatura de unos 300° C, lo que sin duda sería difícil de conseguir para los hombres de aquella época. Lo que sí se sabe es que el Cu nativo se fundió y se introdujo en moldes ya en el V milenio a. C. Para su fusión se requiere una temperatura de 1083 °C.

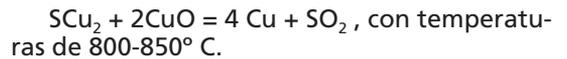
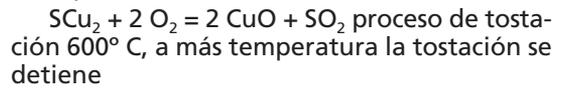
El beneficio del Cu en el Calcolítico estuvo basado en la explotación de menas tipo carbonatos (malaquita, azurita) y óxidos (cuprita, te-

N.º atómico	29	63,54	Peso atómico
Punto ebullición	2595	1,2	Valencias
Punto fusión	1083	Cu	Símbolo
Densidad	8,96	[Ar]3d <sup>10</sup> 4s <sup>1</sup>	Estructura atómica
		Cobre	Nombre

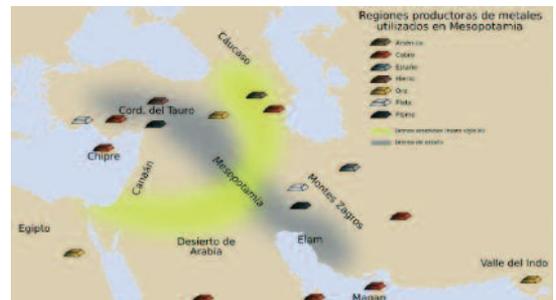
norita) para pasar luego a beneficiar los sulfuros (covellita, calcopirita, calcocita, bornita, etc). Para carbonatos y óxidos las reacciones que tienen lugar en el horno son:



Y para los sulfuros son:



Las primeras evidencias del trabajo del Cu las hallamos en el Tell Sialk (Irán) y en Cayonn Tepesi (Turquía), también aparecen evidencias de Cu trabajado en frío en la zona balcánica y en el asentamiento de Maadi (descubierto en 1930) que actualmente es un suburbio de El Cairo. Se tiene constancia de que existió una industria cuprífera bien desarrollada en Maadi; en sus excavaciones se han encontrado barras de Cu, que posiblemente sean lingotes, y hachas. Maadi era una importante factoría que controlaba el intenso comercio que entonces existía entre el Valle del Nilo y los obreros metalúrgicos palestinos, que extraían el Cu de la explotación minera de Timna Valley (desierto de Arava), en el Sinaí.



Dos de las minas prehistóricas más célebres son las de calcopirita de Prljusa (cerca de Rudnik) y la de Rudna Glava, en la cuenca minera de Bor (Serbia), que contaba con varios pozos verticales de más de 20 m de profundidad. En el yacimiento excavado se han encontrado di-



versas herramientas de asta y más de un centenar de martillos de piedra: estaba naciendo la minería.

Es posible que utilizaran ya el horno metalúrgico dotado con toberas, fue la gran innovación. El horno de fundición tan sólo era un hoyo en la tierra, en el que se mezclaba la carga del mineral y el carbón vegetal. Con el soplado por medio de la boca (largas varas huecas que se introducía en el fuego) o con primitivos fuelles realizados con pieles de animales, se podía alcanzar hasta los 1100° C. Figura 2.

Otra explotación minera de gran importancia fue la de Ai Bunar (S.E. de Bulgaria) 4400 a. C.

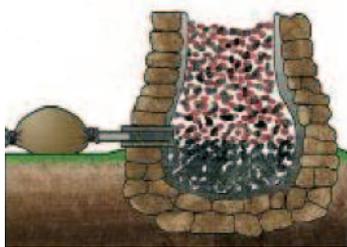


Figura 2. Horno de fundición

La metalurgia del Cu se desarrolló en España e Italia sobre el 3500 a. C y en Inglaterra sobre el 2000 a.C. Otro foco a tener en cuenta se sitúa en la Península Ibérica a partir del III

milenio a. C, normalmente asociado a la **Cultura de los Millares** (cuenca del río Andarax, Almería). El fenómeno metalúrgico, en esta época, se caracteriza por una limpia producción, no se trabaja el Cu nativo, por lo que podemos hablar de una verdadera metalurgia. En los Millares (2500-1800 a. C) se ha localizado un taller de tratamiento del metal que podría ser de cierta especialización; entre los utensilios hallados hay hachas planas trapezoidales, escoplos, punzones, leznas, sierras de hojas rectas y hojas de cuchillos de forma recta. De lo que no cabe duda es que el Cu lo utilizaron por sus cualidades (ductilidad, maleabilidad, elasticidad y resistencia a la corrosión). Los arqueólogos citan yacimientos de Cu en Aragón (Calamocha y Fombuena).

**Edad del Bronce:** La Edad del Bronce se puede considerar entre el 1800-800 a. C., dividiéndose en Bronce inicial, Eneolítico o antiguo (1800-1500), Bronce medio o pleno (1500-1200) y Bronce final o tardío (1200-800), siempre con fechas aproximadas. La metalurgia en la Edad del Bronce progresó debido al descubrimiento de que la adición al Cu de pequeñas porciones de Sn (funde a 240° C) que rebajaba su punto de fusión y aumentaba su dureza. La utilización del As con el Cu también se llegó a usar; es bastante peligrosa por las emanaciones de gases que produce, sin embargo, parece ser que los metalúrgicos prehistóricos tenían el proceso bien controlado. Los mejores ejemplos de aleación del Cu con el As los hallamos en las espadas y puñales de Carnoët (Francia) del principio del II milenio a. C.

La imposición del Bronce va haciendo que las armas sean cada vez más numerosas y más útiles para la guerra, conociéndose enormes éxitos con la aparición de los primeros grandes imperios como los orientales, el de Egipto faraónico, el de Creta minoica o los reinos de Wessex (Sur de Inglaterra), Armorica o Dinamarca. La dificultad de obtener suficiente cantidad de Cu y Sn llevó a muchas sociedades a repetidas crisis.

Entre las culturas de Bronce en Europa Central tenemos la cultura del **Unetice** y la cultura de los **Túmulos**.

En Egipto se aprendió a elevar agua con ruedas de cangilones, movidas por animales, y este gran avance estuvo condicionado a la tecnología del Bronce.

Es evidente que la mezcla de los dos metales hubo de hacerse empíricamente, porque nadie podría prever que uniendo un metal blando a otro más blando todavía, resultase una mezcla dura. Luego, con toda probabilidad, es que el descubrimiento se originara en un lugar donde los minerales de Cu (90%) y Sn (10%) se encontrasen unidos. Ahora bien, sólo se encuentra el Sn junto con el Cu en Turquistán y Siam, en Asia, en el País de Gales y España en Europa.

Con el Bronce se fabricaron las nuevas armas, que hacían posible la supremacía de unos sobre otros; el valor de la espada dependía de su dureza y elasticidad.

En España tenemos varias culturas de la Edad de Bronce en el sector de la Submeseta Superior; de la época del Bronce medio o pleno tenemos hachas planas, puñales de roblores, puñales de lengüetas, lezna de doble punta, punta de flecha pedunculada y con alas, espadas argánicas y estoques.

De la época del bronce tardío o final tenemos espadas de puño tripartito, puntas de lanzas de empuñadura tubular, cincel de cubo, hachas de apéndices laterales, hachas de latón, hachas planas con anillas, brazaletes y ganchos de carne. La **Cultura de El Argar** de 1500-1300 a.C (Almería) representa en España la plena Edad del Bronce, extendiéndose por Granada, y la **Cultura de Campos de urna** (1100-750 a. C) en Cataluña, denominada así porque en Europa Central, durante el S- XIII a. C, se implantó masivamente la costumbre de la incineración y las cenizas se conservaban en unas urnas de cerámica que se depositaban en hoyos excavados en el suelo, formando cementerios. Pero cuando el Bronce fue haciéndose familiar, inventaron la hoz para cortar los cereales (los griegos representaron a la Diosa Ceres con una hoz en la mano), porque sin la hoz, la agricultura no hubiera sido posible.

Se ha podido comprobar que hay una gran evolución paleo-metalúrgica, al desvelarse una



Molde de fundición



Hachas de bronce



paulatina renovación de las aleaciones en el transcurso del tiempo, lo que, junto con el desarrollo de las técnicas de fundido reconocidas a través de las muestras metalográficas, se erigen en referencia clave para reconstruir el comportamiento arqueo-metalúrgico de este periodo. El desarrollo de esta metalurgia en esta Edad produjo cambios en la estructura económica que conllevaron importantes modificaciones en las relaciones sociales y es la responsable de la primera producción de Ag importante en Europa Occidental.



Hoces de bronce

valía igual a 5 "minas" de oro, 40 de plata y 2400 de Cu. La mina hitita era una unidad de peso utilizada para medidas de minerales y metales, que equivalía a 505 gramos. Estas circunstancias estimularon el perfeccionamiento de la siderurgia, que llevó a que en épocas prehistó-

ricas se consiguieran temperaturas de hasta 1300° C. El conocimiento de esta siderurgia se extendió rápidamente por el Próximo Oriente, Chipre y el Egeo. La colonización griega y fenicia hizo que el Fe se difundiera también por la Península Ibérica, el N. de África y, seguramente, por la fachada atlántica, alcanzando su apogeo en el mundo celta que fue muy famoso por sus espadas de Fe, puñales, lanzas y escudos, integrándose en los objetos de la vida cotidiana. El mineral de Fe es el cuarto elemento más abundante en la naturaleza, precedido solamente por el O, Si y Al; supone el 5 % del peso de la corteza terrestre, por lo que su aprovisionamiento no era difícil pero, sin embargo, son necesarios combustibles de una alta capacidad calorífica para su reducción, siendo muy utilizado el carbón vegetal. La utilización del Fe comenzó 7000 años más tarde que la del Cu y 2500 años después del Bronce que, actualmente, se sigue utilizando con fines decorativos.

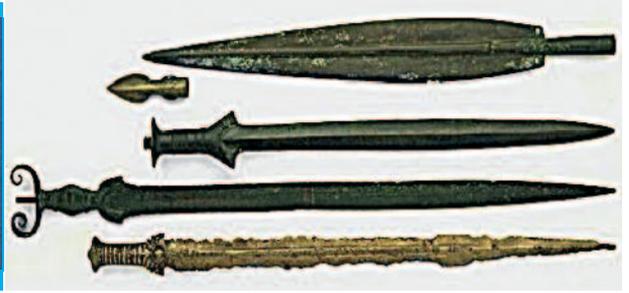
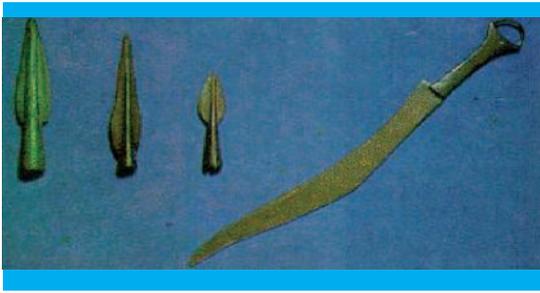
N.º atómico	26	55,847	← Peso atómico
Punto ebullición	3000	2,3	← Valencia
Punto fusión	1536	Fe	← Símbolo
Densidad	7,86	[Ar]3d <sup>6</sup> 4s <sup>2</sup>	← Estructura atómica
		Hierro	
		Nombre	



**Edad del Hierro:** Alrededor del año 800 a. C. comenzó la Edad del Hierro como consecuencia de las crisis por la falta de abastecimiento del Cu y Sn. En el palacio real de Khorsabad, cerca de Nínive (Irak), se descubrió una enorme cantidad de lingotes de Fe que en conjunto pesaban unos 16000 Kg. Los primeros en entrar en esta Edad fueron los hititas, en el área de Palestina, que conservaron su técnica de beneficiación como un secreto militar y sólo fueron necesarios unos siglos para que a continuación lo hiciera todo el mundo antiguo. Su valor era muy alto y en las transacciones con otros pueblos su valor era el siguiente: 1 "mina" de Fe

Egipto fue el último país del Próximo Oriente en entrar en la Edad del Hierro. En Mesopotamia (región entre ríos), la actual Irak, se distinguían tres profesiones relacionadas con los trabajos de los metales: **qur-**





Espadas y puntas de lanzas 1ª Edad de Hierro

**purru**, era el encargado de la obtención del metal a partir del mineral, esto es, el metalúrgico; el **nappahu** o fundidor, era el encargado de fabricar las piezas a base del material obtenido por el anterior, y el **kutimmu**, que se encargaba del trabajo de los metales preciosos, la orfebrería.

Se cree que el famoso arquitecto, ingeniero e inventor, Teodoro de Samos (750 a. C, Grecia) fue el descubridor de cómo fundir hierro para hacer estatuas.

Las primeras culturas europeas en las que aparece el Fe son la de **Hallstatt** (Austria) entre los 800-500 a. C. o primera edad de Hierro y la de La Tène o segunda edad de Hierro (cultura de transición entre el Bronce y el Fe, Siglo V al I a. C), lugar de paso entre la Cuenca del Rin y la del Ródano, extendiéndose desde los Alpes hasta el Mar del Norte. El instrumental

básico de la cultura de **La Tène**, es el armamento: espadas, puñales, escudos y cascos. También se utilizó como objetos de adorno: fibulas, torques, brazaletes y broches.

En Aragón hay restos importantes de esta metalurgia en Calatayud y en Turiasu (Tarazona), cuyos habitantes, sin duda, explotaron los yacimientos de Fe de Vera del Moncayo, donde hay hornos de fundición de Fe de tiempos de los celtiberos.

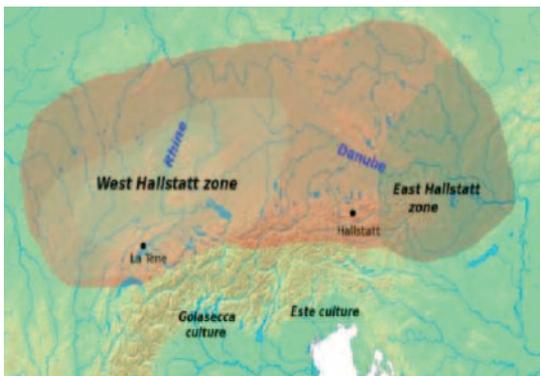
Existen diferentes procedimientos para la obtención del Fe: procedimiento directo y procedimiento indirecto. En el **procedimiento directo** se obtiene el Fe en horno de cubeta; la reducción se realiza a una temperatura menor que la de la fusión (1580° C), obteniéndose una mezcla de Fe y escorias que, tras el martilleado, proporciona un metal más o menos homogéneo. Así se obtiene el Fe dulce, muy puro (con menos de un 0,03 % de carbono y el 1,76 %), pero que a la vez es excesivamente dúctil y de escasa dureza. Si se quiere aumentar ésta, podemos conseguirla mediante su introducción en carbono con lo que se consigue un mayor nivel de carburación del metal; este Fe carburado no es otra cosa que el acero. El Fe se puede trabajar mecánica, térmica y termoquímicamente.

Mecánicamente: es lo que se llama el forjado, método por el que se puede conseguir artilugios de gran variedad. Este Fe es menos resistente a la compresión, fácil de soldar, muy resistente a la oxidación y muy dúctil.

Térmicamente, de varias formas:

- el recocido, calentándolo y dejándolo enfriar lentamente, con lo que se obtiene una estructura de mayor equilibrio.
- el templado, que consiste en enfriarlo bruscamente en agua, que lo hace más duro y fácil de afilar aunque quebradizo
- el revenido, que, tras el templado, se vuelve a calentar y se deja enfriar lentamente, lo que hace disminuir su fragilidad.
- el normalizado, calentándolo ligeramente (50° C) por encima de la temperatura crítica. Por este proceso térmico se mejoran sus propiedades mecánicas (dureza, resistencia y tenacidad).

Termoquímicamente, mediante la cementación, carburación, nitruración y cianuración



Localización geográfica de la Cultura de Hallstatt



Localización geográfica de la Cultura de La Tène

El **procedimiento indirecto** es el que se realiza en los altos hornos y produce un material fundido (o colado) que contiene más de un 2 % de C y más de 1 % de Si, además de Mn, P y S; se caracteriza por una fuerte resistencia a la compresión, no puede ser soldado y es muy frágil. Este método de obtención no se conoció en Europa hasta el Siglo XI ó XII d. C. pero se dominaba ya en China desde el IV a. C.

En Inglaterra hubo una gran demanda de ambas formas de Fe (forjado y colado) que desencadenó una tala excesiva de los bosques ingleses. En 1780, el herrero inglés Abraham Darby (1750-1789) construyó la primera estructura de Fe sobre el río Severn entre 1775-1779, adoptado la forma y las proporciones del arco romano de mampostería, demostrando que el coque (hulla carbonizada) era más eficaz que el carbón vegetal. De esta manera se comenzó a imponer el carbón mineral como fuente de energía.

Antes de la Revolución Industrial el mejor metal de Fe era el **Damasquinado**, que llega a Toledo con los árabes ( incrustaciones de metales preciosos en Fe) y se fabricaba mediante varillas de Fe dulce y Fe carburado, soldadas y martilladas conjuntamente, dando como resultado un material que aunaba flexibilidad, resistencia y dureza.

La metalurgia debe ser entendida como parte de un proceso general de una sociedad compleja más que como un sector casual; desde esta óptica, los objetos de metal se consideran como bienes de prestigio más que como instrumentos utilitarios.

La Alquimia era una antigua técnica científica cuyo principal objetivo era descubrir una sustancia que transmutara los metales innobles en Au y Ag. Se puede considerar como primer alquimista a Roger Bacon (1214-1294). Durante la Edad Media se dio un poderoso impulso a la metalurgia con el estudio de las propiedades químicas de los metales; la conversión, aparentemente milagrosa, de tierras opacas a metales brillantes era la esencia del misterio alquímico. Los primeros alquimistas veían una asociación oculta entre los metales y los cuerpos celestes, entre ellos, el **Cu** con Venus, el **Au** con el Sol, la **Ag** con la Luna, el **Fe** con Marte y el **Sn** con Júpiter.

Tres son los escritos que marcan el comienzo de la era científica de la metalurgia:

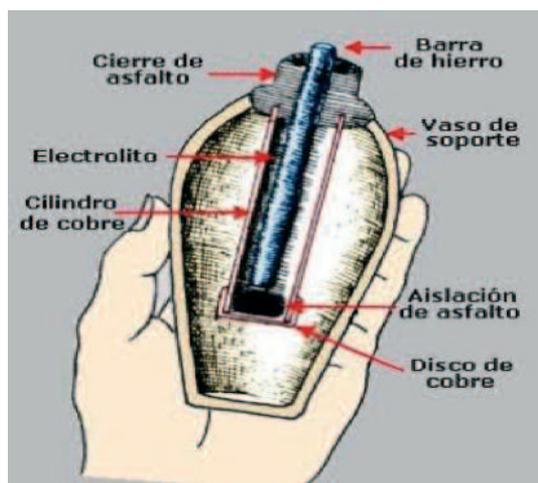
“De la Pirotecnia”, de Vannocio Biringnecio (148-1539)

“De Re Metálica”, del alquimista, químico y mineralogista Georgius Agrícola (1494-1556)

“Tratado en el que se describen los aspectos más relevantes de las menas metálicas y minerales” de Lazarus Erkes (1574).

El descubrimiento de la electricidad tuvo en la metalurgia un efecto profundo, su primera aplicación fue para el metalizado o aplicación sobre un metal de una capa superficial de otro

metal a fin de mejorar o modificar su apariencia y propiedades superficiales, como su resistencia a la corrosión, a la fricción y rayado. El recubrimiento de materiales con metales preciosos era un arte (hoy llamado galvanoplastia) muy antiguo y conocido en Egipto y en Mesopotamia. De hecho, el arqueólogo austriaco Köning, en 1938, al estudiar unos objetos encontrados en unas excavaciones realizadas anteriormente en Khuyut Rabbousa (Irak) y depositados en los sótanos del museo de Bagdad, los denominaron “Pilas de Bagdad” (250-224 a C); esta Pila trabajaba a modo de las pilas de nuestra época. Varios investigadores, entre ellos Willard F.M Gray de General Electric’s High Voltage Laboratory, han reproducido la Pila y consiguieron obtener una corriente eléctrica, entre 0,5 y 1,5 V, utilizando como electrolito zumo de uva, agua de mar o vinagre. El posible uso de estas Pilas era restaurar objetos de Ag; consistían en un vaso de terracota de 15 cm de alto por unos 7,5 cm de diámetro. También en Oriente Medio se han encontrado vasos de Cu chapados con Ag, en un yacimiento sumerio (2500 a. C). Ver figura.



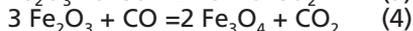
*Pila de Bagdad*

A mitad del Siglo XVIII, el físico francés Rene-Antoine Ferchault de Reaumur (1683-1757), comprendió que lo que determinaba la dureza y resistencia del Fe era su contenido en C que debería oscilar entre el 0,2 y el 1,5 %, así, el acero resultante, era más duro y resistente, más fuerte que el hierro colado o el forjado (punto de fusión 1.200° C). Pero hasta mediados del Siglo XIX no fue posible mejorar la calidad del acero, salvo mediante un complicado procedimiento consistente en agregar la cantidad adecuada de C al Fe forjado. Por lo tanto, el acero siguió siendo un metal de lujo, hasta que el ingeniero británico Henry Bessemer (1813-1898), que estaba interesado, ante todo, en cañones y proyectiles, se dio cuenta de que sin acero serían casi inimaginables los rascacielos.



los, los puentes colgantes, los grandes barcos, los ferrocarriles y otras muchas construcciones. En 1856 introdujo un nuevo método de producción del acero, utilizando un horno especial llamado Convertidor, con éste pudo producir mayor cantidad de acero que con el proceso del Crisol y, en 1860, patentó el Convertidor Inclinado que produjo más acero a mitad de precio que por el proceso del Crisol.

Las reacciones que tienen lugar en el interior del horno de manera simultánea son las siguientes:



La reacción (1) es la simple combustión del carbón en la cámara del horno.

La reacción (2) se produce en la llamada zona de solución, en la cual, parte del gas carbónico formado en la combustión, reacciona con el carbón al rojo dando CO; rodeando esta zona está la reducción propiamente dicha que es donde se dan los procesos (3), (4), (5) y (6).

Muchos metalúrgicos han contribuido en hacer de la artesanía metalúrgica una gran actividad científica con sus bases y principios. Entre ellos, Henry Clifton Sorby (1826-1908), geólogo, naturalista y metalúrgico que, en 1863, empleó por primera vez el **microscopio metalúrgico** para el análisis de los metales y aleaciones; Willard Gibbs (1839-1903), químico, físico y matemático, enuncia la **regla de fases** que posteriormente BaKhuus Roozeboom (1854-1921) aplica en Alemania en 1885 al estudio de las aleaciones.

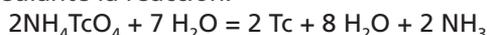
Una vez obtenido con facilidad el acero barato, se pudo experimentar con la adición de otros metales (aleaciones de acero), para ver si podría mejorar. El primero en trabajar en este terreno fue el experto metalúrgico británico Robert Abbot Hadfield (1858-1940) que, en 1882, descubrió que añadiendo al acero un 12-13 % de Mn se obtiene una aleación más sólida, que podía utilizarse en la maquinaria empleada para trabajos muy duros. En 1900, una aleación de acero que contenía W y Cr siguió manteniendo su dureza a altas temperaturas, incluso al rojo vivo y resultó excelente para máquinas-herramientas que hubieran de trabajar a altas velocidades, empleándose por primera vez el diagrama hierro-carbono.

En 1910, se emplean técnicas como la microscopía metalográfica, inventada por Le Chatelier en 1884 y, en 1915, los Rayos X, descubiertos por Conrad Röntgen en 1895, Nobel de Física.

En 1913, el británico Harry Brearley (1871-1948), experto en metalurgia, descubrió casualmente una aleación para que el acero no tuviera corrosión, así nació el "**acero inoxidable**", que es resistente a la corrosión atmosférica,

a los ácidos y a la oxidación a temperaturas elevadas; contiene entre otros metales el Cr (10,5 al 30 %), Ni (2 al 25 %), Mo (1,5 al 6 %), Mn, V, Ti, B, Nb....,etc.

Es relativamente reciente el descubrimiento de los pertecnetatos en 1937 por Albert Ghiorso (1915-2010), compuesto que contiene tecnecio (Tc) descubierto por el Premio Nobel de 1959, Gino Segré (1905-1989) y Carlos Perrier (1886-1948), y que protegen el hierro contra la corrosión. El tecnecio se obtiene por reducción del pertecnetato amónico con H, mediante la reacción:



Entre las grandes innovaciones de los últimos años hay que citar los hornos de inducción, en donde el metal se funde gracias al paso de una corriente. Estos hornos, conocidos como UHP (Ultra High Power), fueron instalados por primera vez en 1978.

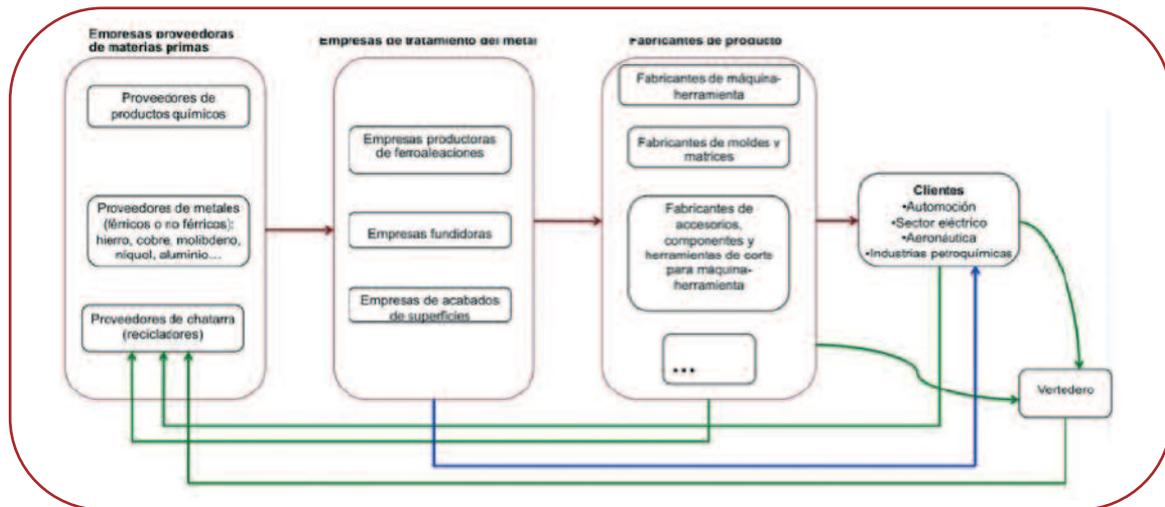
Casi diez años después en 1987, se pone en funcionamiento el primer horno de plasma. Mediante esta nueva técnica el metal se licúa según el principio de arco voltaico. Este nuevo sistema de fundición es más barato, rápido y silencioso que los anteriores.

Durante el curso de los siglos, el progreso de los procedimientos metalúrgicos y de las condiciones de utilización de los metales ha marcado, como hemos visto, las etapas de la evolución y desarrollo de las civilizaciones. Hoy en día, la potencia económica e industrial de una nación se expresa, en particular, por su producción metalúrgica y su riqueza en minerales de metales industriales. Los grandes sectores de la actividad económica (transportes, aviación, automoción, electrónica, etc.), como los grandes consumidores de productos metalúrgicos, son parte de la evolución de los productos que permiten mejorar rendimientos o que posean características nuevas (metales semiconductores, aleaciones magnéticas). La metalurgia abarca un gran campo, desde la producción siderúrgica de elevado tonelaje hasta fabricaciones limitadas de metales raros de alta pureza para la industria electrónica.

La metalurgia puede ser: extractiva o de elaboración, de transformación y estructural.

Para la obtención del metal en la metalurgia extractiva o de elaboración se emplean una serie de operaciones físicas y químicas. Entre las operaciones físicas están: el triturado, molido, filtrado, centrifugado, decantado, flotación, disolución, destilación, secado y precipitación física. Entre las operaciones químicas están: la tostación, oxidación, reducción, electrolisis, hidrólisis, lixiviación, precipitación química, electrodeposición y cianuración.

La metalurgia de transformación comprende el conjunto de procedimientos de conformado para la obtención de semi-productos o piezas terminadas, sus tratamientos térmicos así como los tratamientos de acabado.



Cadena de suministro de metales y chatarra

La metalurgia estructural estudia los metales y aleaciones desde el punto de vista de su transformación, tratamiento y sus características de empleo que constituye esencialmente la metalografía. De la metalurgia hemos adoptado entre otras muchas las siguientes palabras; resiliencia, tenacidad, estricción, maquinabilidad, soldabilidad, fragilidad, oxidación, acritud, colabilidad o fusibilidad, templabilidad, forjabilidad, trefilado, elasticidad, cincelado..., etc. Los grandes progresos en la industria de los metales, durante el S-XIX, son un auténtico índice del ingenio técnico del hombre para adoptar las materias primas de la naturaleza a las necesidades humanas.

A menudo se considera a la industria metalúrgica como un sector "invisible" cuando, en realidad, se trata de un sector que goza de una amplia implantación en la mayoría de la ciudades y regiones de Europa y está integrada por empresas flexibles, versátiles, innovadoras y orientadas al servicio, que además generan muchos puestos de trabajo. Su papel en el tejido industrial de la UE resulta esencial. Alemania es el mayor productor de productos metalúrgicos, seguida de Italia, Francia, R. Unido y España (País Vasco, Asturias, Galicia y Cataluña) con del 40 % de la producción industrial del país. En la actualidad se ha ampliado el

campo de la metalurgia tradicional, incluyendo no sólo a los metales y aleaciones sino también a cerámicos, vidrios, polímeros etc., conociéndose por ello con el nombre de "Ciencia de los materiales".

Al igual que sucede a otros sectores ligados a los productos básicos, la industria metalúrgica está despertando desde el 2014, ganando fuerza y se enfrenta al reto de la sostenibilidad, fundamentada en un uso de los materiales más responsable y eficiente, reduciendo su consumo con mejores diseños, utilizando recursos minerales con mayor rendimiento, aprovechando más eficazmente las chatarras... ,todo ello acompañado de una estrategia de sustitución por elementos con mayor disponibilidad o mejor capacidad de reciclado. El uso de la chatarra reciclada ha aumentado significativamente y hoy representa entre el 40 y el 60% de la producción metalúrgica de la UE.

Se ha dicho que el descubrimiento de la metalurgia es, con el invento de la rueda, lo que lanzó hacia adelante a la Humanidad. Pensemos en el ingenio y tesón que representa el descubrimiento de los procesos para obtener el mineral útil, sacar de él el metal por diversos procedimientos, fundirlo y darle la forma deseada, descubrir la aleación que permite hacerlo más duro o más maleable.

### Bibliografía

- Isaac Asimov. Introducción a la Ciencia. Biblioteca de divulgación científica.
- Melvin Kranzberg. Historia de la tecnología.
- Ministerio de Cultura (Coloquio Internacional 1985). Minería y metalurgia en las antiguas civilizaciones mediterráneas y europeas I y II.
- Arana Castilla, R... (et al.). Universidad de Murcia. Metalurgia en la Península Ibérica durante el I Milenio a. C.

### Webgrafía

- [http://ec.europa.eu/enterprise/sectores/mechancial/files/metalworking/documentation\\_](http://ec.europa.eu/enterprise/sectores/mechancial/files/metalworking/documentation_)
- <http://www.centrosanfrancisco.org.ar/noticias/DESCUBRIMIENTO.pdf>
- [http://web.educastur.princast.es/proyectos/jimena/pj\\_isabelan/doc/metales.htm](http://web.educastur.princast.es/proyectos/jimena/pj_isabelan/doc/metales.htm)
- <http://tecnoatocha.wordpress.com/primeras-culturas-de-los-metales/>
- <http://www.monografias.com/trabajos/metalprehis/metalprehis.shtml>
- <http://html.rincondelvago.com/tecnecio.html>
- [http://issuu.com/ypto/doc/introduccion\\_a\\_la\\_metalurgia](http://issuu.com/ypto/doc/introduccion_a_la_metalurgia)

MODESTO ÚBEDA RIVERA  
Vocal y colegiado n.º 148



# Legislación

B.O.A.	FECHA	EMITIDO	EXTRACTO DEL CONTENIDO
151	6-8-2015	Dpto. Desarrollo Rural y Sosten.	<b>Decreto Legislativo 1/2015, de 29 de julio</b> , del Gobierno de Aragón, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Espacios Protegidos de Aragón.
198	13-10-2015	Dpto. Desarrollo, Rural y Sostenibilidad	<b>Decreto 271/2015, de 29 de Septiembre</b> , del Gobierno de Aragón, por el que se aprueba el Plan de Protección de Monumento Natural de los Órganos de Montoro. Decreto 272 y 273 /2015 de la misma fecha.
213	4-11-2015	Dpto. Desarrollo, Rural y Sostenibilidad	<b>Decreto 274/2015, de 29 de septiembre</b> , del Gobierno de Aragón, por el que se crea el Catálogo de Lugares de Interés Geológico de Aragón y se establece su régimen de protección
225	20-11-2015	Dpto. Verteb. Terri., Movili. y Vivienda	<b>Decreto Legislativo 2/2015, de 17 de noviembre</b> , del Gobierno de Aragón, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Ordenación del Territorio de Aragón.
80	27-4-2016	Departamento de Educación, Cultura y Deporte	<b>Decreto 43/2016, de 19 de abril</b> , del Gobierno de Aragón por el que se declara el yacimiento arqueológico denominado Castejón I- El Romeral, sito en Aranda del Moncayo (Zaragoza), como bien de interés cultural, en la categoría de conjunto de interés cultural, zona arqueológica.
B.O.E.	FECHA	EMITIDO	EXTRACTO DEL CONTENIDO
159	4-7-2015	Presidencia	<b>R.D.598/2015, de 3 de julio</b> , por el que se modifican el R.D. 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el R. de los servicios de prevención; el R.D. 485/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de S. y S. en el trabajo; el R.D. 665/1997, de 12 de mayo, sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes cancerígenos durante el trabajo y el R.D. 374/2001, de 6 de abril, sobre la protección de la S. y S. de los trabajadores contra los riesgos relacionados con los agentes químicos durante el trabajo.
177	25-7-2015	Presidencia	<b>R.D. 710/2015, de 24 de julio</b> , por el que se modifica el R.D. 106/2008, de 1 de febrero, sobre pilas y acumuladores y la gestión ambiental de los residuos.
183	1-8- 2015	Min. Industria, Energía y Turismo	<b>R.D. 738/2015, de 31 de julio</b> , por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica y el procedimiento de despacho en los sistemas eléctricos de los territorios no peninsulares.
227	22-9- 2015	Jefatura del Estado	<b>Ley 33/2015, de 21 de septiembre</b> , por el que se modifica la Ley 42/2007, de 13 de diciembre, del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad.
236	2-10-2015	Jefatura del Estado	<b>Ley 39/2015, de 1 de octubre</b> , del procedimiento Administrativo Común de las Administraciones Públicas.
243	10-10-2015	Min. Empleo, y Seguridad Social	<b>R.D. 899/2015, de 9 de octubre</b> , por el que se modifica el <b>R.D. 39/1997, de 17 de enero</b> , por el que se aprueba el Reglamento de los S. de Prevención
255	24-10-2015	Min. Empleo y Seguridad Social	<b>R.D. Legislativo 2/2015, de 23 de octubre</b> , por el que se aprueba el texto refundido de la Ley del Estatuto de los trabajadores y el <b>R.D. Legislativo 3/2015</b> , por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Empleo.
274	16-11-2015	Min. Industria, Energía y Turismo	<b>Resolución de 11 de noviembre de 2015</b> , de la D.G.de Política Energética y Minas, por la que se publican los nuevos precios, antes de impuestos, de los G.L del Petróleo envasados y los G.L.P por canalización.
284	27-11-2015	Min. Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente	<b>R.D. 1007/2015, de 6 de noviembre</b> , por el que se regula la adquisición, por el Fondo de Carbono para una Economía Sostenible, de créditos del carbono del Plan de Impulso al M.A. en el sector de la empresa "PIMA Empresa" para la reducción de G.E.I. en sus instalaciones.
291	5-12-2015	Min. I. E. y T	<b>R.D. 1085/2015, de 4 de diciembre</b> , de Fomento de los Biocarburantes.
300	16-12-2015	Min. Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente	<b>R.D. 1075/2015, de 27 de noviembre</b> , por el que se modifica el Anexo II del <b>R. D. 1514/2009, de 2 de octubre</b> , por el que se regula la protección de las Aguas Subterráneas contra la contaminación y el deterioro.
302	18-12-2015	Presidencia	<b>R.D. 1086/2015, de 4 de diciembre</b> , por el que se modifica el <b>R.D. 1308/2011, de 26 de septiembre</b> , sobre protección física de las instalaciones y los materiales nucleares, y de las fuentes radiactivas.
70	22-3-2016	Min. Hacienda Adminis. Pública	<b>R.D. 105/2016, de 18 de marzo</b> , por el que se aprueba la oferta de empleo público y para el año 2016.

JOSÉ LORENZO DANIEL  
Colegiado n.º 227





## FERNANDO CALLIZO OLIVÁN

Presidente de la Confederación de Empresarios de Aragón  
(CEOE Aragón)

### **CURRÍCULUM**

*Nacido en Sabiñánigo en 1956*

**Formación académica:** *Diplomado en Ciencia Empresariales.*

**Trayectoria profesional:** *Refundó con su hermano Enrique, en 1984, la actual Transportes Callizo S.A. dedicada a la distribución regional y nacional de Paquetería, con delegaciones en Zaragoza, Huesca y Teruel, teniendo una larga trayectoria de más de 60 años en el sector del transporte.*

*Es Presidente de la Junta Directiva de la Asociación Empresarial de Transporte de Mercancías de la Provincia de Huesca, desde 2003.*

*Forma parte del Pleno de la Cámara de Comercio de Huesca.*

*Ha sido Presidente de la Confederación de Empresarios de Aragón (CREA), desde Noviembre de 2013.*

*Ha sido Presidente de la Federación de Empresas de Transporte de Aragón (FET- Aragón)*

*Ha desempeñado la presidencia de la Confederación Empresarial de la provincia de Huesca (CEOS-CEPYME HUESCA) hasta el pasado 9 de Octubre.*

*Ha desempeñado la Presidencia de la Institución Ferial de Huesca.*

**La Confederación acaba de refundarse renovando sus estatutos, con un protocolo de integración de las organizaciones empresariales y pasando a denominarse CEOE Aragón. ¿Cuál es el objetivo de esta transformación?**

El propósito que mueve todo este proceso es garantizar la mayor coordinación entre las organizaciones empresariales aragonesas y la más efectiva representación y defensa de todas las empresas de la Comunidad Autónoma, tanto pequeñas y medianas como grandes y autónomas, de los distintos sectores de actividad y de las tres provincias. En suma, ahondar en una labor que ya se venía haciendo, pero que entendemos que podemos mejorar optimizando recursos y aprovechando las evidentes sinergias entre las organizaciones. Se trata de unir más y mayor número de fuerzas a la hora de realizar peticiones y propuestas, lograr el mejor entorno posible para la actividad y competitividad de las empresas, y dar visibilidad a su fundamental contribución como actores socioeconómicos de primer orden en la generación de desarrollo para el conjunto de la sociedad con empleo, productos y servicios, impuestos...

**¿Qué próximos pasos vamos a ver dentro del plan de acción que se ha aprobado?**

De forma prácticamente inmediata y visible, el traslado a la sede de CEOE Aragón, al Edificio CREA, de la Confederación de Zaragoza, de forma que nuestros equipos se refuercen y trabajen conjuntamente, sumando en conjunto un total de 32 personas. Los importantes ajustes que hemos realizado ambas organizaciones en los últimos años para adaptarnos a la reducción de programas e ingresos nos hacen llegar a este punto con los deberes hechos en este terreno. También se pone el alquiler o venta la que era la ubicación de CEOE Zaragoza hasta ahora y se estudiarán otras acciones que permitan lograr los ahorros de costes que nos hemos planteado.

No obstante, lo fundamental es, como he dicho, articular nuestras actuaciones para lograr la mayor efectividad de cara al empresario tanto en representación como en servicios.

**¿Es este uno de los logros de los que se siente más satisfecho en su trayectoria en el asociacionismo empresarial?**

Sin duda. Primero porque ha sido un proceso largo y de iniciativa compartida entre muchos. De hecho, el resultado debe mucho a los intentos y conversaciones de anteriores presidentes tanto de CREA como de las demás organizaciones, y, por supuesto, a los presidentes y equipos actuales de todas ellas. Y segundo por el elevado respaldo y participación con que esta propuesta se respaldó en la Asamblea del pasado 29 de febrero: 223 empresarios que emitieron su voto, el 82,3% de los que forman nuestra Asamblea, y con un 77,6% de votos favorables. Es, por tanto, un mérito compartido entre muchas personas.

**¿Cuáles son sus objetivos y propósitos como empresario?**

Dar el mejor servicio posible a los clientes y trabajar día a día para que mi empresa se consolide y crezca tanto en calidad como en cuota de mercado, y dar así continuidad a una empresa familiar con 70 años de trayectoria, que fundó mi padre, dirigimos hoy mi hermano y yo, y en la que ya está plenamente involucrada la tercera generación. Con ello, contribuir, además, al desarrollo de nuestro entorno, principalmente Aragón en nuestro caso.

Esto último coincide también como objetivo desde la presidencia de CEOE Aragón, que tiene entre sus fines contribuir al crecimiento socioeconómico de la Comunidad Autónoma, junto a la representación y defensa de los intereses empresariales, el diálogo social, la promoción de la competitividad empresarial y la empleabilidad de los trabajadores, entre otros.



### **¿En qué momento se encuentra la economía aragonesa?**

Al igual que la española en su conjunto, la economía aragonesa vive una etapa fundamental para afianzar y extender la recuperación económica. Aragón enlaza ya nueve trimestres de crecimientos interanuales del PIB, basados en el aumento de la demanda interna, tanto consumo privado como inversión en maquinaria y bienes de equipo. En el ámbito laboral, se suman ya más de 20 meses con descensos interanuales del desempleo y aumento de la afiliación a la Seguridad Social.

En suma, avanzamos en la buena dirección, pero no podemos bajar la guardia si queremos que esta reactivación continúe y alcance al conjunto de los ciudadanos, que creo que debe ser el objetivo. Para ello son fundamentales las empresas, apoyar su competitividad y productividad, porque hacerlo es trabajar por el empleo, que depende de ellas en más del 82% en Aragón, y por el desarrollo socioeconómico en su conjunto.

### **¿Qué caracteriza a la economía aragonesa frente a otras CCAA?**

Lógicamente, la economía de Aragón está muy ligada y evoluciona en línea con la del conjunto de España. No obstante, mantiene algunos diferenciales positivos respecto a la media. Es destacable, por ejemplo, el alto grado de internacionalización de nuestras empresas, que hace que Aragón tenga superávit comercial mientras que España en conjunto importa más de lo que exporta. Se traduce, además, en sucesivos récords autonómicos de exportaciones, creciente número de empresas y sectores que salen al exterior y de países de destino.

También es reseñable la especialización relativa industrial de nuestra Comunidad. La industria manufacturera supone casi el 16% del PIB de Aragón, frente al 12% de España o el 13,7% de la Unión Europea, y supera el 21% si sumamos el sector energético; con lo que la importancia de la industria supone de dinamización de otros sectores, innovación, inversión y empleo.

Nuestros datos también son mejores que la media en cuanto a desempleo. Aunque no nos podemos dar por satisfechos en absoluto con los niveles actuales, sí debemos ser conscientes de que la tasa de paro en Aragón es del 14,60% frente al 20,90% nacional.

### **¿Qué cree que debería cambiar, a nivel nacional, para conseguir una verdadera economía basada en el conocimiento?**

En realidad, estamos ya inmersos en la economía del conocimiento, que se caracteriza por el uso intensivo de la información, la tecnología y el conocimiento para producir y crear valor. De hecho, la innovación, el conocimiento y la tecnología aplicados son determinantes tanto en para la productividad y competitividad empresarial como en nuestro día a día, nivel de vida, bienestar y desarrollo social.

Continuar avanzando en esta dirección exige ante todo mucha formación del capital humano, de las

personas, y mucha capacidad de adaptación al cambio; piense que hay quien dice que el 65% de los estudiantes de Secundaria actuales trabajarán dentro de diez años en empleos que hoy no existen. También inversión productiva, facilidades al crecimiento y el desarrollo empresarial, ya la innovación en sentido amplio tanto tecnológica como de producto, procesos y gestión.

### **¿Qué podría decirnos, de la transferencia de conocimiento y tecnología, en cuanto al sector productivo?**

Que es fundamental. La transferencia tecnológica y de conocimientos, el contacto fluido, la interrelación y los proyectos conjuntos entre empresas y centros de investigación son un claro factor de competitividad en ambas direcciones. En el tejido productivo de una economía desarrollada como la nuestra, que compite a nivel global, son la calidad, las innovaciones que generan valor añadido, la capacidad de adaptación y anticipación a las demandas del mercado las que marcan la diferencia. La transferencia, el I+D+i y la innovación en todos sus aspectos resultan indispensables para avanzar en esa dirección.

En sentido contrario, desde la perspectiva de la investigación, la interrelación con la empresa también es básica y lo será cada vez más para los investigadores y centros de conocimiento porque de ella depende la aplicabilidad y, en gran medida, la continuidad de sus proyectos.

### **¿Qué sectores se deberían desarrollar para la creación de empleo y crecimiento en un futuro próximo?**

Todos los sectores y los tamaños de empresa son necesarios y aportan tanto al empleo como al desarrollo, la calidad de vida, el asentamiento de población en territorios no siempre con las mayores facilidades para la actividad productiva... Lo fundamental es generar el entorno normativo y socioeconómico adecuado para la creación de empresas y, sobre todo, para su competitividad, continuidad y crecimiento. Bien es cierto que impulsar la industria en todos sus subsectores, es un objetivo claro, no ya en España, sino en todo el ámbito europeo puesto que es un sector clave para el empleo, dinamizador del conjunto de la economía. En este punto, Aragón está en buena posición y debe mantenerla y reforzarla en industria agroalimentaria, de automoción, química, turismo, sector TIC...

En cuanto a los perfiles profesionales y la generación de empleo, un estudio reciente del Consejo Económico y Social de Aragón pone énfasis en los perfiles tecnológicos (programadores, desarrolladores de aplicaciones informáticas, expertos en redes sociales, telecomunicaciones, nuevos materiales, bio y nanotecnología, etc.), también en profesiones ligadas a la exportación, los idiomas, la formación profesional y a distancia o la seguridad alimentaria, entre otros.

### **¿Es optimista respecto al futuro en todo lo que nos acontece, crisis económica, austeridad, hambre pobreza, etc.?**

Sí, lo soy por convicción y porque los datos llevan a ello. Eso no significa que lo vea fácil, ni mucho menos. Entiendo, además, que la situación personal, familiar y del entorno de cada uno hace que las percepciones sean muy diferentes. Pero, como he dicho anteriormente, creo que vamos avanzando y así lo reflejan también la mayor confianza de consumidores y empresas, el mayor dinamismo en las compras, los datos de empleo y otros indicadores. No dejar atrás a nadie es un reto en el que todos debemos implicarnos.

### **¿Cuál es la principal característica que demandan los empleados a sus jefes?**

Eso deberían responderlo los empleados, pero creo que seguramente la honestidad, la coherencia y el compromiso con la propia empresa, su día a día y su futuro puesto que de ello depende en gran medida tanto la continuidad de la empresa y sus empleos como la motivación del conjunto del equipo, el ambiente de trabajo, etc.

### **¿Qué impacto puede tener la globalización de la economía y de los mercados en las funciones de crecimiento de nuestra CCAA?**

No es una posibilidad. La globalización es un hecho que ya hace tiempo y su efecto, muy importante en el ámbito empresarial. La mayor parte de las empresas ya no compiten con la firma vecina de polígono o localidad, ni siquiera con la de la Comunidad Autónoma o el país. En la mayoría de sectores, la competencia es totalmente internacional y, por tanto, fundamental que las empresas aragonesas sean competitivas respecto a las de otros países, por costes y por calidad. Los datos de comercio exterior que hemos comentado anteriormente demuestran que lo son cada vez en mayor medida.

Este alto grado de internacionalización, unido a la globalización, hace también que nuestra economía se vea muy influenciada por la evolución y las decisiones económicas mundiales, primordialmente por la UE, tanto como país miembro como por ser el destino principal de nuestras exportaciones; pero también por las de otras áreas desde el cambio de modelo económico de China de la industria hacia los servicios, y su efecto sobre la demanda internacional y los precios de las materias primas, hasta la evolución de la producción y precio del petróleo.

### **¿Aragón lo tiene más fácil o más difícil para salir de la crisis?**

Fácil en la economía actual no hay nada. Digamos que tenemos buenos mimbres y perspectivas porque los esfuerzos que hemos hecho y estamos haciendo entre todos están dando fruto, en Aragón y en España. Desligar ambas economías en un entorno global y totalmente interrelacionado, como hemos comentado, no tiene sentido.

### **¿Cree que Aragón un territorio atractivo para invertir?**

Sin duda. Aragón tiene una situación geográfica que le permite tener a 20 millones de consumidores a no más de 300 kilómetros de distancia, cuenta con recursos naturales y también cada vez con mejores

infraestructuras, aunque algunas siguen siendo una asignatura pendiente, especialmente en Teruel y también en la comunicación transfronteriza. Tiene un tejido empresarial dinámico y sectores empresariales importantes y crecientemente diversificados. También el buen clima social y la formación de nuestros trabajadores son elementos muy destacables. No tan positivas son algunas de las últimas decisiones en el plano fiscal, que no favorecen a las empresas y sus inversiones.

### **¿Qué valores considera que debería tener una empresa?**

Lo primero, compromiso con su razón de ser, con su actividad y su negocio, que implica proporcionar los productos o servicios que oferta con la mayor calidad y buscando la satisfacción del cliente en todos los aspectos. Esta es la premisa fundamental para su competitividad, continuidad y sostenibilidad, y, por tanto, la de los empleos que de ella dependen y el entorno social en el que opera. Es un valor que, a su vez, engloba muchos puntos: el cumplimiento legal y normativo en todos los aspectos, la gestión de recursos humanos, puesto que las personas son el activo fundamental de cualquier empresa y sus mejores embajadores, la eficiencia y productividad con los menores consumos y costes, etc. Y también el compromiso con el lugar donde desarrollan su actividad, algo que es en general muy fuerte entre las empresas de Aragón, mayoritariamente pymes muy vinculadas al territorio, pese a no contar siempre con las mejores condiciones.

### **¿Algún consejo para futuros emprendedores?**

Que conozcan profundamente su proyecto, incluidas sus posibles debilidades y carencias; el sector y a la competencia, lo que demandan los clientes y dónde. Que se preparen bien para saber gestionar proyectos y personas, siendo conscientes de que el equipo humano es fundamental en cualquier empresa. Y, por supuesto, que crean en su proyecto, se esfuercen al máximo y se centren en él sin buscar objetivos utópicos ni demasiado inmediatos. Y mucho ánimo porque es un camino duro, pero muy gratificante.

### **¿Quiere Vd. aportar algo más a nuestro Boletín?**

Únicamente agradecerles la ocasión de haber colaborado en esta publicación.

**Gracias por todo.**





## Almadén, patrimonio de la Humanidad. Un largo camino

**Luis Mansilla Plaza**

Profesor Titular de Universidad. Escuela de Ingeniería Minera e Industrial de Almadén (UCLM).  
Máster en Letras y Humanidades por la Universidad de Castilla La Mancha.  
Doctor por la Universidad de Córdoba

### Introducción

La historia del cinabrio en la comarca de Almadén se remonta a varios miles de años según los últimos estudios, pudiendo afirmarse que se trata de una de las regiones mineras más antiguas de la Península Ibérica. Su desarrollo a lo largo del tiempo y su importancia para la historia de la minería española y mundial no tienen parangón como lo confirman los innumerables testimonios escritos y visibles que se pueden contemplar al visitar sus minas. Sin embargo todo este bagaje, todo este cúmulo de conocimientos e influencia en el desarrollo económico de España y de América, con un patrimonio minero industrial sin igual, no ha tenido hasta entrado el siglo XXI un reconocimiento del máximo nivel como ha sido el de poder entrar a formar parte de la Lista de Patrimonio de la Humanidad de la UNESCO.

Para alcanzar este reconocimiento el camino seguido por Almadén ha sido largo y lleno de múltiples vicisitudes que a través de este trabajo trataremos de desgranar. Un camino donde el esfuerzo y el tesón de las gentes de Almadén se palpan, dejando en este proyecto su impronta para realizar un modelo de puesta en valor de su patrimonio minero acorde con la importancia mundial de sus minas, apoyado por múltiples instituciones internacionales, nacionales, regionales y locales que han sabido aunar este trabajo y esfuerzo para llevar a buen puerto un reconocimiento que Almadén se merecía por méritos propios desde hace mucho tiempo.

### Antecedentes

El interés por el patrimonio minero de Almadén ha sido manifestado por un gran número de estudios de dentro y fuera de nuestras fronteras, pero no será hasta la década de los años ochenta del siglo pasado cuando la preocupación por recuperar y conservar se empezara a sentir. La creación del Grupo Geológico Minero de la Escuela de Ingeniería Mi-

nera e Industrial de Almadén en 1984 formado por los profesores: Pablo Galisteo Gámiz, Luis Mansilla Plaza, Octavio Puche Riart y José María Iraizoz Fernández se convirtió en la primera referencia que encontramos en la comarca de Almadén relacionada con la protección del patrimonio geológico y minero, cuyo fruto principal fue la creación y puesta en marcha del Museo Histórico Minero "Francisco Pablo Holgado" de la Escuela de Ingeniería Minera e Industrial de Almadén (EIMIA) en 1988 que fue el primer acicate serio en la preocupación y recuperación del patrimonio minero-industrial de Almadén.

Este museo, que nació en un espacio de escasamente 25 m<sup>2</sup>, hoy dispone de una amplia sala iluminada con más de 200 m<sup>2</sup> dividida en dos secciones, dedicada una de ellas al mundo de la paleontología y la mineralogía y la otra sección a la historia de la minería de la comarca de Almadén. Se encuentra dentro del Conjunto Histórico de la EIMIA que lo conforman otras dos áreas expositivas más. La primera de ellas es el patio de la propia Escuela, dedicado a grandes elementos de arqueología industrial de los que destaca el Castillete número 3 de la Mina Diógenes del Valle de Alcuñía de principios del siglo XX (foto número 1) y el Molino harinero de "Los Ferreras" (último molino in-



Foto número 1 (Modesto Úbeda)



Foto número 2 (Manuel García)

dustrial de Almadén). La segunda zona corresponde al área rehabilitada de los calabozos de la Real Cárcel de Forzados del siglo XVIII descubiertos en 1996 y puestos en valor en el año 2000 (foto número 2). Todo este conjunto se culmina con el Centro de Interpretación de la Real Cárcel de Forzados (2006) y la Biblioteca Histórica de la Escuela con libros de minería, geología, matemáticas, dibujo, etc., que van desde el siglo XVIII hasta la mitad del siglo XX.

A partir de la fecha de creación y puesta en marcha del Museo Fco. Pablo Holgado el interés por el patrimonio minero almadenense irá en aumento, y los proyectos de valorización del patrimonio minero serán llevados a cabo de forma secuencial y a veces simultánea.

Durante los años 1994-95, un grupo de profesores y alumnos de la EIMIA bajo la dirección del profesor Luis Mansilla elaboran un inventario exhaustivo de todos y cada uno de los elementos del patrimonio etnográfico de la comarca entre los que se incluyeron los de patrimonio minero-industrial, que serviría de apoyo al proyecto elaborado por la Diputación Provincial de Ciudad Real sobre "Planificación Estratégica de Ecoturismo en el Valle de Alcudia" (Programa Futures) que marcaría algunas líneas de actuación futuras.

La iniciativa privada, a través de la Sociedad Turística Comarca de Almadén creada en 1995 y constituida por tres empresarios del sector de la hostelería, será otro de los motores básicos para poner en marcha todo el proceso, ya que será esta empresa la primera que se dedique a difundir y dar a conocer la riqueza patrimo-

nal de la zona a través del primer programa de visitas organizado por toda la comarca.

El 7 de septiembre de 1996 se inauguró el monumento al minero en la plaza de Waldo Ferrer (foto número 3). La obra fue realizada por el escultor Leovigildo Gallardo Blanco y el dinero para su realización fue recaudado por la comisión pro monumento al minero de Almadén formada por el Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos de Minas de Ciudad Real, EIMIA, UGT, CCOO y SITMA entre otros, a través de suscripciones populares, la Diputación Provincial de Ciudad Real, Minas de Almadén y Arrayanes, etc. El alumbrado fue subvencionado por Unión Fenosa.

Un momento importante en este camino fue el Manifiesto para la rehabilitación del Patrimonio Histórico-Minero de la comarca de Almadén que la Sociedad Española para la Defensa del Patrimonio Geológico y Minero elaboró con motivo de la celebración en Almadén de su primera sesión científica en octubre de 1996, donde declaró de altísimo interés para las generaciones actuales y futuras, la conservación y rehabilitación de todo su patrimonio minero. Dicho manifiesto con más de mil firmas recogidas durante la sesión científica entre los asistentes y la población de Almadén, recorrió instituciones y organismos y fue el espadarazo definitivo para que el ingente patrimonio minero de Almadén comenzara a ser reconocido fuera de la población.



Foto número 3. Foto Domingo





Foto número 4. Foto Domingo

Coincidiendo con este movimiento y ante la crisis socioeconómica que se vivía en Almadén, el tejido empresarial de la comarca vio al sector turístico como una de las salidas a la crisis aprovechando el patrimonio natural e histórico, e instó a las autoridades locales y regionales para que se hiciera algún tipo de proyecto que pudiera dar a conocer las posibilidades que la zona ofrecía al respecto. Como resultado del trabajo realizado desde diferentes instancias la Dirección General de Turismo, Comercio y Artesanía de la Consejería de Industria y Turismo de Castilla la Mancha elaboró el "Plan Estratégico de Desarrollo Turístico de la Comarca de Almadén" (1996). El documento, bien estructurado, incidía en los aspectos de mayor interés (social, cultural, económico, medioambiental), con un plan de estrategias y programa de actuaciones y medidas apoyadas principalmente en los aspectos patrimoniales de la zona que permitieran una buena valorización de los mismos. El gran problema de este plan es que sólo se llevó a efectos de forma parcial por la falta de entendimiento entre las distintas administraciones que tenían que poner en marcha el proyecto, sin duda de haberse llevado a cabo hubiera permitido adelantar mucho camino.

El año 1997 será un año decisivo, ya que es el momento en el que la Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha, a través de su Consejería de Educación y Cultura, encarga a la Universidad de Castilla-La Mancha un proyecto (Ruta Minero-Industrial de Ciudad Real: Comarcas de Almadén, Almodóvar del Campo y Puertollano), para conocer con exactitud todas las posibilidades que la zona tenía para ser declarada Patrimonio de la Humanidad. Fruto de este trabajo se elaboró una propuesta por parte de

la comunidad autónoma que junto con otras como la Ruta del Quijote, los Pueblos de la Arquitectura Negra de Guadalajara, el Parque Nacional de Cabañeros y las Celebraciones Rituales de Hábeas Christi se presentaron a la Comisión Nacional de Patrimonio, y el 18 de abril de este mismo año dicha comisión aceptó la propuesta presentada por la Junta de Comunidades pasando a formar parte de la lista indicativa nacional para ser tenido en cuenta en futuras presentaciones a la UNESCO por parte de España.

Un hito importante y sin precedentes en la salvaguarda del patrimonio histórico de Almadén se va a producir un año más tarde, tras el incendio que se declaró en diciembre de ese año en la Plaza de Toros de Almadén (declarado Monumento Nacional desde 1979), (foto número 4) que hizo que un grupo de ciudadanos tomaran la iniciativa para instar a las autoridades locales y regionales que debían interesarse por el patrimonio local y evitar el deterioro que estaba sufriendo. De dicha iniciativa surgió la Asociación para la Defensa del Patrimonio Histórico de Almadén, y de su trabajo se consiguió que pronto se iniciaran los primeros trámites para que el Ayuntamiento comprara la Plaza de Toros y se procediera a su restauración.

El año 1999 supuso para Almadén aires de cambio, llegando a decirse entre la población



Foto número 5. Foto Domingo

que algo se mueve en Almadén con respecto al patrimonio, y así podemos ver cómo se acometen obras de recuperación y rehabilitación de la Plaza de Toros para convertirla en uno de los puntos turísticos de máximo interés, ya que en ella se aúna un complejo hostelero de



gran calidad, con museo taurino, restaurante y la posibilidad de poder ser nuevamente utilizada para celebrar en ella corridas de toros y espectáculos al aire libre. Su inauguración se realizó en el año 2003 con gran éxito, y durante estos años ha sido núcleo cultural de la ciudad de Almadén con certámenes de masas corales, actuaciones musicales, veladas de teatro y sobre todo la realización de espectáculos taurinos en las ferias y fiestas del mes de julio.

La aprobación a finales de los años noventa del programa europeo PRODER y más tarde el programa LEADER para la comarca de Almadén, también supuso una ayuda importante, pues aunque el dinero dedicado a recuperación del patrimonio ha sido poco (Reconstrucción de la Puerta de Almadén en el Cerco Minero de Almadenejos (foto número 5), sí ha habido una gran cantidad invertida en ayudas al desarrollo de proyectos turísticos, casas rurales, participación en ferias, etc., la mayoría de ellos amparados en el aprovechamiento del patrimonio minero de la zona.

Motivados por los cambios y el interés que se produjo en la década de los años noventa por el patrimonio minero de Almadén y ante el cierre inminente de las minas, la empresa minera incluyó en su plan a largo plazo (febrero de 1998), el deseo de llevar a

cabo la rehabilitación de su patrimonio histórico como eje estratégico, y fruto de ello es el proyecto de la recuperación de la galería de forzados, que conducía a los penados desde la Cárcel (hoy EIMIA) hasta la mina del Castillo. Dicho proyecto que comenzó en el año 1999 con la limpieza de la galería, se vio pronto truncado. A pesar de este fallido intento, la empresa minera decidió un cambio de rumbo con las diferentes estrategias que se habían planteado ante la decidida rehabilitación y gestión del patrimonio minero, creando, en diciembre de 1999, la Fundación Almadén Francisco Javier de Villegas con el objetivo de administrar los bienes históricos y proceder a su rehabilitación con la ayuda de organismos públicos y privados. La primera obra de recuperación patrimonial llevada a cabo por la empresa Minas de Almadén y Arrayanes, S.A. (MAYASA) durante esta nueva fase fue el Real Hospital de Mineros de San Rafael, (foto nú-

mero 6), cuyas obras de rehabilitación comenzaron en el año 2001.

Una de las primeras recomendaciones que se hicieron para acometer este gran proyecto de recuperación y puesta en valor del patrimonio minero de Almadén, fue la redacción de un Plan Director como documento base de trabajo cuyos objetivos debían recoger las siguientes ideas:

a) Ser un instrumento de diseño, planificación y control de las acciones encaminadas a transformar la mina de Almadén en un espacio público, cultural y educativo con vocación turística, con el fin último de la recuperación, conservación y puesta en valor de su patrimonio histórico, industrial y tecnológico.

b) El futuro Parque Minero de Almadén debía permitir explicar la evolución tecnológica de la extracción del cinabrio de la mina y del mercurio de él, la extraordinaria riqueza del yacimiento, el valor mundial de la explotación y su importancia en el desarrollo histórico de España y América.

c) Por último conseguir que el Parque Minero se convirtiese en motor del desarrollo turístico de la comarca, logrando compatibilizar la conservación del patrimonio industrial de la mina con un turismo cultural sostenible.



Foto número 6. Foto Domingo

Para la redacción del Plan Director se convocó un concurso restringido por invitación a trece equipos de trabajos seleccionados por el Instituto del Patrimonio Histórico Español (IPHE) en junio de 2002, ganando el concurso la empresa Quality System. Este mismo año las Minas de Almadén son incluidas en el Plan Nacional de Patrimonio Industrial como fruto de la colaboración entre MAYASA y la Dirección General de Bellas Artes y Bienes Culturales a través del IPHE, hoy Instituto del Patrimonio Cultural de España.

En 2002, se creó la Mesa por Almadén, donde todas las administraciones (local, provincial, regional y nacional), sindicatos, empresarios y la Escuela de Ingeniería Minera e Industrial de Almadén, preocupados por el cierre inminente de las minas en un intento de aunar esfuerzos para diversificar la actividad económica de la comarca, pusieron en marcha durante los siguientes cinco años el Plan Integral de Des-





Foto número 7. EIMIA

arrollo de Almadén y Comarca (PIDAC), formado por cinco ejes estratégicos. El eje nº 4 del Plan que tenía por objetivo Fomentar el equilibrio impulsando las infraestructuras y la recuperación por el Patrimonio Histórico, es ya una verdadera apuesta por el Patrimonio Minero de la comarca de Almadén, fruto de todo un proceso emprendido hace más de 18 años, con una sociedad totalmente sensibilizada y concienciada del numeroso e importante patrimonio histórico existente en la zona y reflejado en el análisis del PIDAC como una fortaleza que necesita de medidas para su transformación en verdaderas oportunidades de desarrollo. Más tarde, como fruto de estas iniciativas el Patrimonio Minero de Almadén comenzará a estar presente en los foros nacionales e internacionales de conservación y puesta en valor del patrimonio.

A pesar de todo este movimiento y el interés mostrado por la empresa MAYASA, en la recuperación de su patrimonio minero con la creación de la Fundación Francisco Javier de Villegas y la participación de organismos como el IPHE para la elaboración de un Plan Director que recogiera todo lo concerniente a la rehabilitación y puesta en valor del patrimonio histórico de la empresa minera, en el año 2002 se produjo un nuevo movimiento en defensa del patrimonio minero de la comarca, con el objetivo de que las nuevas iniciativas que se estaban tomando no dejaran de incluir en sus planes la recuperación de la mina de Almadén situada debajo de

la población, ya que constituía el elemento más importante de todo el complejo patrimonial, por sus valores científicos, tecnológicos, culturales, ambientales, etc.

Esta iniciativa corrió a cargo de dos instituciones muy vinculadas a la minería de Almadén, la Escuela de Ingeniería Minera e Industrial de Almadén (foto número 7) y el Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos de Minas de Ciudad-Real con su director y decano respectivamente al frente del proyecto, que pusieron en marcha durante el 2002 una Campaña en Defensa de la Mina Vieja de Almadén. Después de varios meses de trabajo con más de 5.000 firmas recogidas de más de veinte países y



Foto número 8. El presidente de MAYASA, durante su intervención en la Inauguración del Parque Minero de Almadén el 16 de enero (foto Domingo)

más de 60 adhesiones de instituciones nacionales e internacionales, se hizo entrega del dossier en octubre de 2002 a los máximos responsables en materia de patrimonio de la Comunidad Autónoma de Castilla-La Mancha y del estado Español, así como a las autoridades locales y la empresa Minas de Almadén y Arrayanes, S.A., con el fin de que se tuviera en cuenta a la hora de la puesta en marcha de cualquier iniciativa relacionada con la recuperación del patrimonio minero de Almadén, lo que propició que las instituciones locales y autonómicas junto a la empresa minera, se inclinaron definitivamente por una apuesta de futuro que permitiera preservar el patrimonio minero-metalúrgico de Almadén y su comarca.

Después de todo este movimiento en defensa del patrimonio minero de Almadén el Plan Director fue presentado en el año 2003 y su puesta en marcha a mediados del 2004, concluyendo las obras a finales de 2007 con una financiación de más de 10 millones de euros procedentes de fondos FEDER, Fundación Caja Madrid, Fundación Banesto, PRODER, Ministerio de Cultura, MAYASA, etc. La inauguración se realizó el día 16 de enero de 2008, con la presencia del Presidente de la Junta de Comunidades de Castilla La Mancha, José María Barrera Fontes y el ministro de Industria, Turismo y Comercio, Joan Clos Matéu, entre otras personalidades (foto número 8).

Para culminar la protección del Parque Minero y su entorno, durante el año 2007 se trabajó para la declaración de Bien de Interés Cultural y el 14 de diciembre de este mismo año (BOE nº 299), por resolución de 29 de octubre de la Dirección General de Patrimonio y Muse-

os de la Consejería de Cultura de la Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha se incoa expediente de declaración de BIC al Conjunto Histórico Minero de Almadén (Ciudad-Real). El 25 de noviembre de 2008 se toma el acuerdo de la declaración de BIC por parte del Consejo de Gobierno de la comunidad autónoma y es publicado en el diario oficial el 1 de diciembre de 2008, alcanzando con ello la máxima figura de protección legal española para este conjunto, obteniendo no sólo la salvaguarda legal sino un compromiso de protección y conservación por parte de los gestores de los bienes incluidos en esta declaración (MAYASA, Ayuntamiento de Almadén y Universidad de Castilla-La Mancha).

En estos años, julio de 2006 el ayuntamiento de Almadén a través de su alcalde Emilio García Guisado solicita a Patrimonio del Estado la cesión gratuita al ayuntamiento de una serie de inmuebles propiedad de la nación y de gran valor patrimonial minero como son: "Casa de Guardías", "Antigua Mina del Pozo" y "Casa Academia de Minas (1777)" (foto número 9). Los inmuebles van a ser cedidos en el año 2008 y a partir de este momento se busca financiación para la recuperación de la Casa Academia de Minas, firmándose un convenio con el Ministerio de Fomento para su rehabilitación el 29 de junio de 2010 a través del 1,5% cultural. El proyecto de rehabilitación fue redactado por el arquitecto Jesús Fernández y el de uso por Luis Mansilla Plaza. Las obras de la primera fase, que han consistido en la recuperación estructural del edificio, dieron comienzo en octubre de 2013, habiendo finalizado estas en noviembre de 2014 a la espera de una se-



Foto número 9 (Modesto Úbeda)





Foto número 10 (Manuel García)

gunda fase de ejecución que permita el uso de este importante edificio del patrimonio minero mundial.

Uno de los últimos eslabones para la puesta en valor del patrimonio minero de Almadén, porque los proyectos siguen en marcha, fue la creación del Museo Waldo Ferrer del Colegio de Educación Infantil y Primaria Hijos de Obreros de Almadén inaugurado el 16 de enero de 2008 (foto número 10), dedicado a mostrar la vida de un centro educativo creado por la empresa MAYASA en el año 1908 con el objetivo de erradicar el analfabetismo de los hijos de los mineros y su desarrollo a lo largo de la última centuria. Sus salas bien cuidadas, cargadas de materiales educativos nos permiten hacer un recorrido por los últimos cien años de la enseñanza en Almadén y por extensión en España.

La recuperación patrimonial de Almadén sigue viva y otros proyectos que se han sucedido en estos últimos años con éxito desigual como "La Mina a la Luz (2010)" o las "Rutas Nocturnas (2010)", son testigos de que el camino de la recuperación del patrimonio de Almadén no está concluido.

## El Camino del Expediente a Patrimonio de la Humanidad

Sin lugar a dudas que todo el movimiento desplegado en Almadén en las dos últimas décadas del siglo pasado en pro de la recuperación y puesta en valor de su patrimonio minero-industrial no cayó en saco roto de organismos e instituciones vinculadas a la investigación, conservación y puesta en valor del patrimonio, como fueron los casos ya comentados que llevaron a cabo la Sociedad Española para la Defensa del Patrimonio Geológico y Minero (SEDPGYM), con la elaboración de un manifiesto en su defensa en el año 1996 y el de la Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha y el

Ministerio de Cultura en 1997 con la inclusión de las minas de Almadén en la lista indicativa española para Patrimonio Mundial.

Ambos hechos fueron relevantes, pero no tuvieron el eco suficiente para hacer que Almadén y sus minas formaran parte de los lugares declarados Patrimonio de la Humanidad por la UNESCO, teniendo que esperar algunos años más después de todo un proceso de recuperación y puesta en valor muy importante como el que ya se ha descrito.

A comienzos del año 2004 se creó la Cátedra UNESCO-ICOMOS España de Patrimonio Minero, Industrial e Histórico-Cultural entre la Universidad Politécnica de Madrid e ICOMOS España con sede en la E.T.S. de Ingenieros de Minas de Madrid, teniendo entre sus objetivos el estudio, la investigación y la puesta en valor de éste importante patrimonio, incluyendo entre sus primeros estudios el caso de las Minas de Almadén, que como ya hemos visto llevaba dos décadas trabajando por su recuperación y puesta en valor de forma regular. Dicho estudio fue presentado por el Comité Nacional Español de ICOMOS en el Congreso sobre Identificación, Promoción e Inventario de los Itinerarios Culturales; Fortificaciones y ciudades portuarias en la estructura de los itinerarios culturales; Control del Territorio; Rutas Comerciales y de Peregrinaje, celebrado en Ferrol del 1 al 4 de octubre de 2004, dejando patente en éste el gran interés de la minería de Almadén en el Camino Real Intercontinental.

Celebrado éste congreso y ya en el año 2005, el vicepresidente de ICOMOS España, José María García de Miguel entró en contacto con el director de la Escuela de Ingeniería Minera e Industrial de Almadén, Luis Mansilla Plaza para estudiar las posibilidades de que las Minas de Almadén pudieran entrar a formar parte de la lista de Patrimonio de la Humanidad. Tras este primer encuentro se pusieron en contacto con el alcalde de Almadén Emilio García Guisado para llevar a cabo la primera reunión entre ICOMOS ESPAÑA, Ayuntamiento de Almadén y la EIMIA, donde se comenzaron a dar los primeros pasos para trabajar en pro de una posible candidatura de las Minas de Almadén a Patrimonio Mundial. A partir de este momento el trabajo y las reuniones fueron continuas, instando a otras instituciones como el Ministerio de Cultura, la Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha y la empresa Minas de Almadén y Arrayanes S.A. a interesarse por la candidatura, que culminaron en primera instancia cuando en julio de 2006 el Consejo del Patrimonio Histórico (integrado por el Ministerio de Cultura y las Comunidades Autónomas), decidió incluir a las Minas de Almadén en la categoría A de la Lista Indicativa del Estado español con el nombre de: "**Alma-**

## dén en la ruta del mercurio del Camino Real”.

Al mismo tiempo que en España se estaba trabajando para el caso de Almadén, en las ciudades de Idria (Eslovenia) y San Luis Potosí (México) también se estaban realizando trabajos para presentar ambos sitios a Patrimonio de la Humanidad, viéndose la oportunidad de poder realizar una candidatura conjunta de los tres lugares por la amplia relación que existía entre ellas en el ámbito de la minería de la plata y el mercurio. Fruto de este interés se realizaron diversos contactos para preparar una candidatura que pudiera unir a estos tres lugares junto a Huancavelica (Perú) por su importancia en la minería del mercurio y ser exponentes ilustrativos de la realidad histórica constituida por la citada Ruta del Mercurio, con la denominación de: **“Binomio Mercurio-Plata en la Ruta del Mercurio del Camino Real Intercontinental”**.

Con el fin de poner en valor la candidatura ante el mundo científico, la UNESCO e ICOMOS, se celebró en noviembre de 2006 en Madrid y Almadén un encuentro internacional con el título de: “El Patrimonio Minero e Industrial: su incidencia e importancia en los grandes Itinerarios culturales de relevancia universal. El caso de Almadén y otras explotaciones mineras vinculadas al Camino Real Intercontinental a través de la Ruta del Mercurio”, donde investigadores vinculados a los cuatro lugares pusieron en evidencia la importancia de estos sitios con sus trabajos e investigaciones que servirían de base científica para la elaboración del futuro expediente.

A partir de este momento el trabajo se centró en la elaboración del expediente conjunto a lo largo del año 2007, realizándose diversas reuniones de trabajo en España y San Luis Potosí entre las instituciones de los países participantes y bajo la coordinación de ICOMOS España. El proyecto fue entregado el día 28 de septiembre de 2007 en París donde Huancavelica no pudo entrar, y en noviembre del mismo año fue sometido a evaluación por el Comité de Patrimonio Mundial para el estudio y rectificación de los posibles errores que éste pudiera contener. A finales del mes de enero del año 2008 se presentó el expediente en la sede de la UNESCO en París y en marzo del mismo año el expediente fue incluido entre las 45 candidaturas seleccionadas por el Comité de Patrimonio Mundial para evaluación y aprobación en la reunión del Comité del año 2009 en Sevilla.

Una vez concluidos y presentados los trabajos en París se creó un comité de seguimiento por parte de los tres países integrantes de la candidatura, para aunar esfuerzos que permitieran que lo que un día sirvió para unir dife-

rentes países y continentes pudiera ahora, a través de la cultura y la puesta en valor de su patrimonio, el acercamiento entre culturas que durante mucho tiempo formaron parte de una sola emanada del aprovechamiento de los recursos minerales. Para ello se establecieron dos líneas de trabajo:

– La primera entre las diferentes administraciones locales y regionales de los países integrantes de la candidatura, para realizar acciones que se han venido materializando a lo largo de los últimos años. Estas son:

- Hermanamiento de Ciudades.
- Firma de convenios entre las diferentes universidades que existen en los territorios donde se encuentran las ciudades del expediente.
- Fomentar reuniones de carácter científico sobre minería, creando un espacio bianual en el que se presenten los avances de investigación en materia minera y metalúrgica.
- Creación de un espacio editorial fundamentado en la herencia del Binomio Plata-Mercurio.
- Puesta en marcha de una exposición itinerante sobre el binomio plata-mercurio, que visitara en primer lugar las ciudades del expediente para más tarde hacer un recorrido por América y Europa.
- Intercambios culturales.

– La segunda línea de trabajo consistió en la creación, en julio de 2008, de una red internacional de investigadores sobre el Camino Real Intercontinental, con el objetivo de su puesta en valor y bajo la tutela de la Cátedra UNESCO-ICOMOS de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Minas de la Universidad Politécnica de Madrid, que dio comienzo sus trabajos a partir de septiembre de 2008.

Durante los meses de septiembre y octubre de 2008 los tres sitios fueron visitados por los evaluadores de ICOMOS Internacional para emitir su correspondiente informe con respecto al expediente que sería debatido en la reunión del Comité de Patrimonio Mundial a celebrar en la ciudad de Sevilla durante el mes de junio de 2009. En dicha reunión el Comité de Patrimonio Mundial evaluó el expediente sobre **El Binomio Mercurio Plata en el Camino Real Intercontinental**, teniéndose que recurrir al sistema de votación para la toma de la decisión final, cuyo resultado fue de 13 votos a favor de la inscripción, 7 en contra y 1 abstención, resultado insuficiente para ser inscrito en la Lista de Patrimonio Mundial, ya que según las normas internas del Comité de Patrimonio Mundial para que una candidatura sea aprobada debe obtener en la votación los dos ter-



cios del total. Con este resultado la candidatura fue aplazada para una nueva evaluación hasta la reunión del Comité de Patrimonio Mundial del año 2010, a celebrar en Brasilia (Brasil) con las siguientes recomendaciones:

– Reconsiderar la definición del bien en San Luís Potosí, pero también en su región minera, y más ampliamente en comparación con otros sitios de extracción de la plata utilizando el proceso de amalgamación en México, para ponerlo en relación con el tema minero e industrial del binomio mercurio-plata, y de esta manera demostrar su valor universal. Un inventario del patrimonio técnico y minero vinculado a las minas de plata sería necesario para esta redefinición.

– Considerar un nuevo nombre para el bien en serie, ya que el término “Camino Real”, específico del período colonial de los siglos XVI al XVIII es inapropiado para Idria.

– Ampliar el bien, por el lado de la plata para incluir bienes ya inscritos en Bolivia y los Andes, y en lo que se refiere al mercurio para incluir la mina de Huancavelica en Perú.

– Integrar mejor en la definición del bien los conceptos de contaminación y riesgos para la salud humana derivados de la producción y uso del mercurio. El Instituto Internacional proyectado en Idria para el estudio y la sensibilización sobre estas cuestiones se valora muy positivamente.

Teniendo en cuenta estas recomendaciones el comité de seguimiento del expediente estuvo trabajando durante cuatro meses para intentar solventar estos problemas y para ello cada país trabajó para atender las demandas solicitadas por el Comité de Patrimonio Mundial. México en todo lo concerniente a los te-

mas minero metalúrgicos y la delimitación de la zona correspondiente al bien. Mientras que España y Eslovenia lo hicieron para presentar un informe pormenorizado sobre los temas ambientales del mercurio junto a la documentación de la puesta en marcha por parte del Ministerio de Industria del Instituto para la Descontaminación del Mercurio en Almadén.

Nuevamente el expediente con sus modificaciones y el nombre de: “**El binomio mercurio plata. Almadén, Idria, San Luís Potosí**” fue evaluado el día 1 de agosto de 2010 en

Brasilia, alcanzando un resultado similar al obtenido en Sevilla el año anterior, habiendo sido aplazado hasta la próxima reunión del Comité de Patrimonio Mundial. En cuanto a las causas de este nuevo aplazamiento por parte del Comité estuvieron las relacionadas con la minería y metalurgia de San Luís Potosí y su influencia en el proceso de amalgamación, que a pesar de los trabajos desarrollados para demostrar la existencia de estos en el territorio, para los miembros del Comité todavía no estuvieron totalmente claros.

A la vista del resultado obtenido en Brasilia, en septiembre del año 2010 se reunió el comité de segui-

miento del expediente, tomándose la decisión de modificar la candidatura con la retirada de San Luís Potosí, buscando el hilo argumental del patrimonio minero industrial vinculado al mercurio como nexo de unión y valorización de interés mundial. Con esta idea se elaboró un nuevo expediente que llevaba por título: **Patrimonio del Mercurio. Almadén e Idria**, basado en la importancia a nivel mundial del mercurio para la obtención de los metales preciosos y la multitud de usos a lo largo de la historia de la humanidad, unido a que estas dos

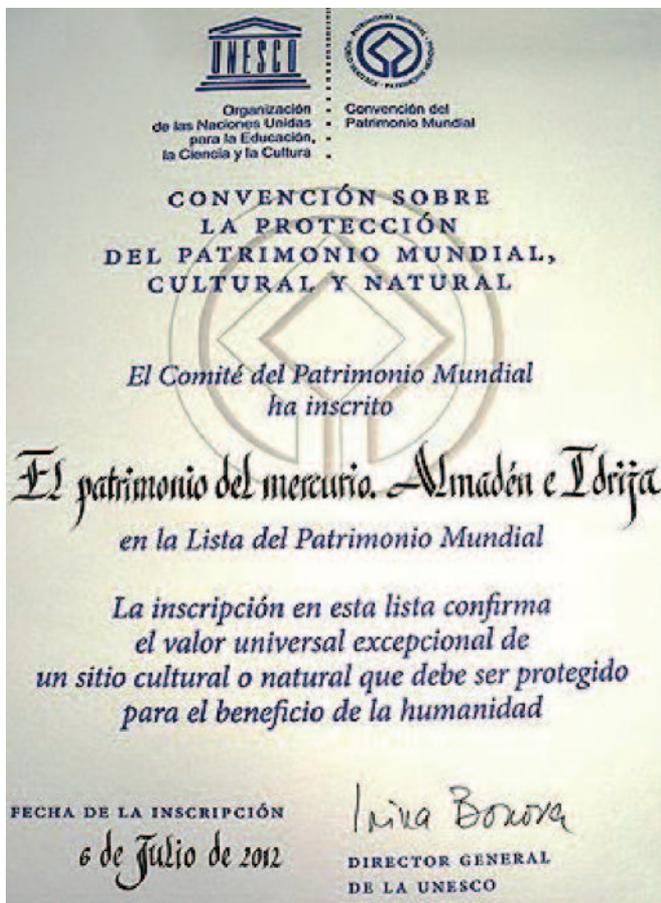


Foto número 11 (Modesto Úbeda)

regiones reúnen más del 80% de la tecnología minera mundial, pues se trata de los dos yacimientos minerales de mayor interés geológico en el mundo.

El expediente reformado se envió de nuevo a París para ser sometido a la revisión de los evaluadores de ICOMOS Internacional durante el año 2011, y al obtener buena calificación entró en el grupo de expedientes que serían tenidos en cuenta en la reunión del Comité de Patrimonio Mundial que se celebraría en San Petersburgo (Rusia) a finales del mes de junio de 2012. Así, el 30 de junio de 2012, a las tres menos cuarto de la tarde, Almadén e Idría entraban en la lista de ciudades Patrimonio de la Humanidad en base a los criterios (ii) y (iv) de las Directrices del Comité de Patrimonio Mundial (foto número 11). Certificado de inscripción.

Hace ya cuatro años que Almadén es Patrimonio de la Humanidad y sigue trabajando para potenciar su patrimonio minero industrial abriéndose al mundo, sirviendo de lugar de encuentro y ofreciendo su conocimiento a todos aquellos que se acercan a sus minas, porque unas minas como las de Almadén nunca se cierran sino que es su uso el que cambia de actividad.

## Conclusiones

- 1.<sup>a</sup> El cierre de una mina y su posterior puesta en valor debe pasar por un desarrollo sostenible teniendo en cuenta para ello el entorno ambiental de la misma.
- 2.<sup>a</sup> La participación de la sociedad de Almadén vinculada al proceso de cierre de minas ha sido fundamental y ha contribuido de una forma muy especial a la conservación integral y sostenible del conjunto minero.
- 3.<sup>a</sup> La participación de equipos multidisciplinarios en la elaboración de este tipo de proyectos ha demostrado con creces su éxito en Almadén, constituyendo un buen modelo a tener en cuenta para futuros trabajos en el ámbito del patrimonio minero.
- 4.<sup>a</sup> El trabajo de recuperación del patrimonio llevado a cabo en las Minas de Almadén y en su ciudad, constituyen un ejemplo sin precedentes acorde con la importancia mundial de aquellas.
- 5.<sup>a</sup> Los valores de autenticidad, integridad y singularidad junto al valor excepcional universal del conjunto minero de Almadén, han sido los argumentos tenidos en cuenta para su inscripción en la Lista de Patrimonio de la Humanidad.

## Bibliografía

- CAÑIZARES RUIZ, M<sup>a</sup>.C. 2008. El atractivo turístico de una de las minas de mercurio más importantes del mundo: El Parque Minero de Almadén (Ciudad-Real). Cuadernos de Turismo, n<sup>o</sup> 21, 9-31
- CARRASCO MILARA, F.J. Las Minas de Almadén historia reciente. Editado por Minas de Almadén y Arrayanes, S.A. y la Fundación Almadén Francisco Javier de Villegas. Ciudad-Real 2009.
- CARTA DEL BIERZO PARA LA CONSERVACIÓN DEL PATRIMONIO INDUSTRIAL MINERO (2009): En: Patrimonio Cultural. Patrimonio Inmaterial a debate. Revista del Ministerio de Cultura de España. pp. 13-20.
- CARTA DE NIZHNY TAGIL SOBRE PATRIMONIO INDUSTRIAL. (Moscú, 17-7-2003): Comité Internacional para la Conservación del Patrimonio Industrial (TICCIH)
- COVISA, M.I. y MANSILLA, J. 2005. La cultura de la minería del azogue. Lozano Artes Gráficas. Ciudad-Real.
- DOBADO GONZÁLEZ, R. Las Minas de Almadén y el monopolio del azogue y la producción de plata en Nueva España en el siglo XVIII. Ediciones de la Universidad de Salamanca. Salamanca 1997.
- FUNDACIÓN ALMADÉN FRANCISCO JAVIER DE VILLEGAS. Seminario sobre Parques y Museos Mineros: Proyectos y Experiencias (25-27 de abril de 2006) y Jornadas de Patrimonio Natural e Industrial de Almadén (16-18 de octubre de 2007).
- GARCÍA DE MIGUEL, J. M.: "Patrimonio histórico minero: Almadén", en el Congreso de Protección legal para patrimonio arqueológico. Rutas mineras. Ministerio de Cultura de España, 2004
- MANSILLA PLAZA, L. Almadén en América a través de las rutas del mercurio. Ediciones de la Universidad de Castilla la Mancha 1992.
- MANSILLA PLAZA, L. 1997. El patrimonio minero metalúrgico de Almadén (Ciudad-Real). Minería y Siderurgia n<sup>o</sup> 17.
- MANSILLA PLAZA, L. 2007. El patrimonio minero de Almadén camina hacia la declaración de patrimonio de la humanidad. VIII Congreso Internacional sobre Patrimonio Geológico y Minero, Mieres (Asturias).
- MATILLA TASCÓN, A. Historia de las Minas de Almadén. Vol. I y II. Minas de Almadén e Instituto de Estudios Fiscales. Madrid 1958-1987.
- MINAS DE ALMADÉN Y ARRAYANES S.A. (MAYASA). 1982-1997 Memorias anuales.
- PLAN ECONÓMICO DE RECONVERSIÓN DE LA COMARCA DE ALMADÉN (PRECA). (1978).
- PLAN DE EMPRESA DE MINAS DE ALMADÉN Y ARRAYANES, S.A. (1997)
- PLAN DIRECTOR DE LA MINA DE ALMADÉN (2003). Quality Grupo.
- PLAN DE PATRIMONIO INDUSTRIAL. (2007). En: Bienes Culturales. Revista del Instituto del Patrimonio Histórico Español.
- PLAN ESTRATÉGICO DE DESARROLLO TURÍSTICO DE LA COMARCA DE ALMADÉN. (1996). Consejería de Industria y Trabajo. Dirección General de Turismo, Comercio y Artesanía de Castilla-La Mancha.
- PLAN INTEGRAL DE DESARROLLO DE ALMADÉN Y COMARCA (PIDAC). 2002.





ALMADEN

P  
A  
T  
R  
I  
M  
O  
N  
I  
O  
  
M  
E  
R  
C  
U  
R  
I  
O

*Almadén e Idrija*