

# Centro de Investigación en Metalurgia Extractiva, CIMEX

Por: Luis A. Meza\*

## 1. ANTECEDENTES Y JUSTIFICACION

Desde su creación como Escuela de Minas en 1887, la Facultad Nacional de Minas ha sido una de las instituciones que más ha contribuido al desarrollo industrial del país, a través de más de 3.000 profesionales que han egresado de sus aulas. La Minería con la cual nació, ha sido su disciplina de estudio más tradicional, gracias a lo cual es sin duda la institución que con más frecuencia e intensidad ha sido consultada por el sector minero-metalúrgico, como decana que es en el área precisamente.

Con apoyo en sus instalaciones de laboratorio y su personal docente vinculado a las actividades relacionadas con la minería, la Facultad ha realizado diversos estudios sobre la metalurgia de extracción de metales a partir de una amplia gama de materias primas minerales, ya sea por solicitud directa del sector industrial o por su propia iniciativa; entre las materias primas pueden enumerarse los sulfuros auro-argentíferos, cobre, hierro, minerales no metálicos y otros, cuyos resultados han sido tomados como base para el montaje de un importante número de instalaciones industriales. Por su propia iniciativa, a través de proyectos de grado de sus estudiantes y de investigaciones adelantadas por su personal docente, la Facultad ha trabajado intensamente alrededor de problemas metalúrgicos concretos y reales del sector industrial. Toda esta actividad desarrollada a nivel científico le ha permitido alcanzar un alto grado de madurez investigativa y así mismo identificar un banco de problemas cuyas soluciones incidirán necesariamente en la apertura de nuevas instalaciones mineras, en la reapertura de otras cerradas a causa, precisamente, de la falta de conocimientos tecnológicos, y en el incremento de la rentabilidad de otras, que se han mantenido en actividad.

La Facultad también ha venido trabajando en proyectos mineros de interés oficial, con el apoyo de COLCIENCIAS, la O.E.A. y el Ministerio de Minas y Energía, en minerales no metálicos, cobre y carbón.

Digna de especial mención, por su trayectoria, alcances, financiación y proyección nacional e internacional, es indudablemente la actividad desarrollada desde 1977 dentro del Proyecto Especial de Cobre.

Desde 1977 la Facultad ha venido trabajando con el apoyo financiero de la O.E.A. y Colciencias en un proyecto de

investigación de gran envergadura y de carácter multinacional, pues en él participan además Chile, Ecuador, Perú, Bolivia y México, empeñado en demostrar la factibilidad de producir cobre metálico y otros insumos a partir de los grandes, medianos y pequeños yacimientos con que eventualmente cuenta el país. Durante los cinco años que lleva el proyecto en ejecución, la Facultad ha resultado beneficiada en muy diversos aspectos: cerca de US\$ 130.000 en captación de fondos directos; montaje y adecuación de una infraestructura de laboratorios que es única en el país en lo que a la metalurgia extractiva se refiere; especialización y adiestramiento de docentes en importantes instituciones de América y Europa; vinculación de investigaciones por contrato con dedicación exclusiva al trabajo científico; conformación de equipos de investigación multidisciplinarios e interinstitucionales; vinculaciones a organismos del estado (INGEOMINAS, ECOMINAS, MINISTERIO DE MINAS Y ENERGIA, COLCIENCIAS, etc.); vinculación a organismos internacionales (O.E.A., Gobierno de Bélgica, Pacto Andino); y lo que es más importante, ha logrado trascender a nivel internacional, pues sus trabajos sobre cobre han sido debatidos y difundidos en diversas instituciones, foros y publicaciones a dicho nivel.

Sin embargo el éxito más trascendental logrado a través del Proyecto Especial de Cobre es sin duda el conformado por sus resultados de investigación, que demuestran ampliamente la calidad de sus investigadores y que han permitido establecer una disciplina investigativa de carácter multidisciplinario e interinstitucional, que aseguran el éxito de futuros programas aún de mayor calibre que se inicien en la Facultad Nacional de Minas, en el área de los recursos minerales.

Puesto que existía una importante proyección de la industria minera del país, suficiente experiencia en el manejo de problemas metalúrgicos sobre el área por parte del personal docente, técnico y estudiantil de la Facultad de Minas, una identificación concreta de problemas prioritarios reales de la industria minera que exigen soluciones inmediatas, un programa de carácter multinacional adecuadamente financiado, y en ejecución, ya definidas para desarrollar investigaciones de interés nacional e internacional, solicitudes de asesoría de empresas privadas, una infraestructura física única en el área y en el país y suficientes recursos humanos se justificaba y se hacía necesario un organismo operativo para coordinar el desarrollo y ejecución de las labores investigativas requeridas por el sector minero, en el área de la metalurgia extractiva, del cual no existen aún similares en Colombia así como para proyectar la Facultad Nacional de Minas, ante los organismos nacionales e internacionales relacionados con el área del conocimiento.

\* Director del CIMEX  
Facultad Nacional de Minas



## 2. CREACION DEL CIMEX

El Centro de Investigación en Metalurgia Extractiva - Cimex - fue creada por el Consejo Superior Universitario de la Universidad Nacional de Colombia, mediante Acuerdo No. 134 de septiembre 28 de 1983, adscrito a la Facultad de Minas; está integrado por el Laboratorio de Beneficio de Minerales y Metalurgia, el Laboratorio de Análisis y Fundición y los Proyectos Especiales de carácter nacional e internacional en que participe la Facultad en el área de materias primas minerales.

## 3. OBJETIVOS DEL CIMEX

El Cimex tiene los siguientes objetivos:

- Desarrollar estudios e investigaciones en el área de materias primas minerales de los metales básicos, de los no-metálicos y de los metales preciosos requeridos para el desarrollo del país.
- Prestar servicios a la empresa privada y al sector público mediante el sistema de asesoría y estudios específicos según lo establecido en el estatuto general de la Universidad.
- Fortalecer la docencia en áreas afines al beneficio de minerales y a la metalurgia extractiva, especialmente con el fin de acercar al estudiante a la realidad nacional en este campo del conocimiento.

## 4. ESTRUCTURA ADMINISTRATIVA

El Cimex tiene la siguiente estructura administrativa:

- Comité Coordinador
- Director Ejecutivo
- Coordinador de Servicios y Asesorías
- Coordinador de Proyectos Especiales

El Comité Coordinador está integrado por:

- El Decano de la Facultad Nacional de Minas, quien lo preside
- El Director del Departamento de Recursos Minerales, quien lo preside en ausencia del Decano.
- El Jefe de la Sección de Metalurgia del Departamento de Recursos Minerales.
- Uno de los Coordinadores del Centro, designado por el Consejo Directivo de la Facultad.
- El Director Ejecutivo del Cimex, quien actuará como Secretario y tendrá derecho a voz y voto en las decisiones del Comité.

Corresponde al Comité Coordinador, definir, planear y ejecutar las actividades del Centro, como también trazar políticas generales; proponer a las organizaciones competentes el presupuesto del Cimex y la contratación temporal de personal para la ejecución de servicios de asesoría; recomendar al Consejo Directivo el nombramiento de los Coordinadores.

El Director Ejecutivo, nombrado por el Rector de la Universidad, tiene como funciones las señaladas en el Acuerdo 134 de 1983 del Consejo Superior Universitario y los asignados por el Comité Coordinador.

El Coordinador de Servicios y Asesorías, nombrado por el Decano de la Facultad de Minas, tiene a su cargo la ejecución de las actividades de enlace entre el Centro y las empresas privadas o entidades públicas que solicitan la prestación de los servicios y asesorías.

El Coordinador de Proyectos Especiales, nombrado también por el Decano de la Facultad Nacional de Minas, tiene a su cargo la coordinación de los proyectos de carácter oficial, cuya financiación provenga de cooperación nacional e internacional y que sean adscritos al Centro. Así mismo estarán bajo su coordinación todos los trabajos dirigidos de grado que se ejecuten con el apoyo del Cimex y que en sí mismos no constituyan una asesoría, sin que esto implique la dirección académica de los mismos, la que es ejercida por los docentes que designa el Consejo Directivo de la Facultad.

## 5. RECURSOS FINANCIEROS

Los recursos económicos del Cimex están constituidos por:

- Las partidas asignadas por la Universidad
- Las partidas de cooperación nacional e internacional captada a través de proyectos especiales de investigación.
- Los dineros que se generan por los servicios de asesoría a industria privada o al sector público.
- Los dineros que determine el Consejo Directivo de la Facultad y que son de su disposición.

## 6. RECURSOS HUMANOS

El recurso humano del Cimex está constituido por los Profesores de Tiempo Completo, Expertos y Técnicos de la Sección de Metalurgia del Departamento de Recursos Minerales como también por Profesores de Medio Tiempo del Departamento de Procesos Químicos. También hacen parte del recurso humano el personal actualmente vinculado por contrato OEA con cargo al Proyecto Especial del Cobre, dos (2) ingenieros.

En el área de la Metalurgia Extractiva, se dispone de tres profesores con título de Master en U.S.A., Brasil y Bélgica; uno actualmente se especializa en la Universidad Católica de Lovaina, Bélgica, y uno se encuentra especializándose en la Universidad de Concepción, Chile. El personal aún no especializado cuenta, sin embargo, con una valiosa capacidad adquirida ya sea por su trabajo en la industria, por las investigaciones desarrolladas y/o por los programas y cursos de adiestramiento en que ha participado en Colombia y/o el exterior.



El Centro cuenta actualmente con la participación del siguiente personal:

Nombre	Título	Cargo
Luis A. Meza S.	Ing. Minas y Metalurgia. MS Metalurgia Extractiva	Director Ejecutivo
Elkin Vargas P.	Ing. Minas y Metalurgia	Coord. Servicios y Asesorías
Javier González O.	Ing. Químico MS Metalurgia Extractiva	Investigador
José Vicente Rincón	Ing. de Minas	Investigador
Ana Cecilia Gaviria C.	Ing. Química, realiza estudios de MS en Metalurgia Extrac.	Investigadora
Jorge O. García E.	Ing. Químico MS Metalurgia Extractiva	Investigador
Luis E. Sánchez Z.	Ing. Minas y Metalurgia	Investigador
Antonio Salinas	Ing. Minas y Metalurgia	Investigador
Jorge Londoño E.	Ing. Químico	Investigador
Gonzalo Sepúlveda L.	Técnico de Laboratorio	Laboratorista
Carlos Vélez C.	Técnico de Laboratorio	Laboratorista
Fernando Múnera	Técnico de Laboratorio	Laboratorista

## 7. INFRAESTRUCTURA FISICA PRINCIPAL DISPONIBLE EN EL CENTRO DE INVESTIGACIONES EN METALURGIA EXTRACTIVA (CIMEX)

### 7.1 Laboratorio de Beneficio de Minerales y Metalurgia

#### 7.1.1. Nivel de Banco de Beneficio e Hidrometalurgia

Item	Unidades Principales Detalle	Número
1	Máquina de flotación Denver Modelo D-12	3
2	Máquina de flotación Fogergen	1
3	Microcelda de flotación Hallimond	4
4	Molino de bolas y/o varillas Denver de 7" x 14"	2
5	Molino de bolas Denver de 12" x 12"	1
6	Jarro de porcelana para ensayos de molienda	2
7	Jarro de acero Denver para ensayos de molienda	3
8	Molino de discos Bico-Braun de 3 H. P.	1
9	Jig No. 1 para concentración gravitacional	1
10	Jig selectivo de 4" x 6" para concentración gravitacional	1
11	Separador magnético de alta intensidad Dings-Davis	1
12	Separador magnético de tambor Dings de 9" x 9"	1
13	Cono de 9" para clasificación Hidráulica	1
14	Pachuca para lixiviación por agitación neumática	2
15	Reactor de lixiviación por agitación mecánica, THOMAS	2
16	Filtro de presión	1
17	Filtro de vacío	1
18	Compresor de 1 H. P.	1
19	Microscopio Mineralógico	6
20	Ro-tap y támices para análisis granulométricos	2
Sub-Total		37 unidades

Nota: Además, elementos necesarios para efectuar ensayos de cianuración, amalgamación, cementación, cristalización y extracción por solventes y estufas y planchas para secado.

#### 7.1.2. Planta Piloto de Beneficio de Minerales. Capacidad 350 lb/h.

Item	Unidades Principales Detalle	Número
1	Trituradora de quijadas con motor de 2 H.P. (t. primaria)	1
2	Trituradora de rodillos de 10" x 6" Denver (t. secundaria)	1
3	Molino de martillo con motor de 3 H.P. (t. secundaria)	1
4	Molino de bolas/varillas de 16" x 32"	1
5	Clasificador hidráulico Atkins de 6"	1
6	Concentrador gravitacional Humhrey en espiral	1
7	Jig Simplex de 8" x 12" para concentración gravitacional	1
8	Mesa Wifley para concentración gravitacional	2
9	Superagitador Denver de 12" x 18"	2
10	Banco de 6 celdas Denver	1
11	Hidroclasificador de 30"	1
12	Estación de filtrado al vacío	1
13	Filtro de tambor de 18" x 12"	1
14	Molino amalgamador	1
Sub-Total		37 unidades

#### 7.1.3 Pirometalurgia

Item	Unidades Principales Detalle	Número
1	Mufla hasta 1.200 °C	5
2	Horno eléctrico hasta 1.200 °C	1
3	Horno de gas para reducción de óxidos	1
4	Horno Herreshoff de 457 mm para tostación	1
5	Horno de crisol para reducción de óxidos	1
Sub-Total		5 unidades

#### 7.2 Laboratorio de Análisis

#### 7.2 Laboratorio de Análisis

Item	Unidades Principales Detalle	Número
1	Espectrofotómetro de absorción atómica y emisión	1
2	Analizador LECO de azufre y carbón	1
3	Espectrofotómetro de absorbencia Espectronic 20	1
4	Unidad completa para análisis por la vía húmeda tradicional con todo el equipo de vidriería, sistema de extracción de gases, almacén de reactivos, equipos de control (titulación, mediciones de pH, potencial, etc.), balanza analítica, balanza mecánica, estufas, etc.	



### 7.3 Actividades en Desarrollo

El Centro de Investigación en Metalurgia Extractiva, Cimex continúa con el desarrollo del programa Especial del Cobre, con el apoyo financiero de O.E.A. y Colciencias y el Gobierno Belga. Las líneas de investigación en ejecución comprenden:

- Estudios de recuperación de metales preciosos a partir de colas cupríferas de lixiviación.
- Estudios para la fabricación de óxido cuproso y oxocloruro de cobre para fungicidas, partiendo de cementos de cobre.
- Montaje y puesta en marcha de un horno de tostación de lecho fluidizado, en la Zona Minera de Medellín.
- Estudio metalúrgico del mineral de cobre de Mocoa, el cual comprende caracterización fisicoquímica del mineral, factor de molienda y liberación del mineral, flotación e influencia de parámetros importantes: pH, granulometría, reactivos y tiempo de flotación.

Otra actividad en desarrollo es el Proyecto Nacional sobre Tratamiento de Minerales Auro-Argentíferos: Este proyecto se inició en 1983 con financiación de Colciencias. Los objetivos principales de este proyecto son:

- Buscar soluciones a los problemas metalúrgicos identificados en la pequeña y mediana minería de metales preciosos.
- Definir procesos que permitan el aprovechamiento integral no sólo de los metales preciosos sino también de los metales básicos asociados a los yacimientos de minerales polimetálicos.
- Estudiar y adaptar procesos nuevos no convencionales en nuestro medio, que puedan plantearse como alternativas para el futuro.
- Prestar asesoría y consultoría al sector de la pequeña industria minera.

Otros proyectos que se están desarrollando bajo la modalidad de Trabajo de Promoción de los profesores de la Sección de Metalurgia y de Proyectos Dirigidos de Grado son los siguientes:

- Tratamiento Hidrometalúrgico de un Concentrado de Estibina asociado a Oro y Plata. Con esta investigación se pretende lixiviar la estibina con soluciones básicas de sulfuro e hidróxido de sodio para luego precipitar el antimonio por cementación sobre aluminio o electrodepositación. Los residuos de lixiviación contienen apreciables cantidades de metales preciosos, los cuales se recuperarán por el proceso convencional de cianuración.
- Tratamiento Hidrometalúrgico de Menas Auro-Argentí-

feras con soluciones ácidas de Tioúrea. En Colombia tradicionalmente los minerales auríferos se tratan por cianuración convencional, pero existen una serie de menas problemáticas, conocidas como refractarias, que no responden adecuadamente al procesamiento con cianuro, por tal razón se investigan métodos alternos como la tioureación aplicada a colas auro-piríticas procedentes de Marmato, Caldas.

- Tratamiento de Menas Auríferas Asociadas a Material Carbonoso. Durante el procesamiento por cianuración convencional de este tipo de menas de metales preciosos se producen efectos adversos, por las siguientes razones: El material carbonoso absorbe el complejo auro-cianuro, parte del oro está finamente disperso en el sulfuro mineral (piritas principalmente) lo cual impide el contacto con la solución cianuro y parte del oro se combina químicamente con el material carbonoso formando un compuesto orgánico aún no determinado claramente. Se investiga el método de la oxidación química con hipocloritos alcalinos para vencer el efecto inhibente de la materia carbonosa previamente a la cianuración. El método se aplica a un mineral aurífero procedente de Puerto Berrío y Valdivia.
- Tratamiento Hidrometalúrgico de Concentrados Auríferos procedente de Marmato, Caldas. Por cianuración convencional se está tratando dicho material tendiente a optimizar las variables más importantes del proceso, como son granulometría, concentración de cianuro y pH de la solución.

### 7.4 Servicios y Asesorías

El Centro de Investigación en Metalurgia Extractiva - Cimex está en capacidad de ofrecer servicios u asesorías al sector público y privado en las siguientes áreas:

- Análisis de elementos en muestras metálicas y minerales por espectrofotometría de absorción atómica, colorimetría y por la vía húmeda tradicional.
- Caracterización de muestras minerales: Análisis químico elemental, composición mineralógica y asociaciones mineralógicas, distribuciones de valores metálicos, etc.
- Determinación del índice de trabajo (índice de Bond) a muestras minerales (determinación de consumo de potencia durante trituración y molienda).
- Estudios de triturabilidad y factor de molienda de minerales.
- Ensayos al fuego para determinar los valores de Au y Ag en muestras minerales.
- Estudios de granulometría de muestras minerales (estudios de liberación mineral).



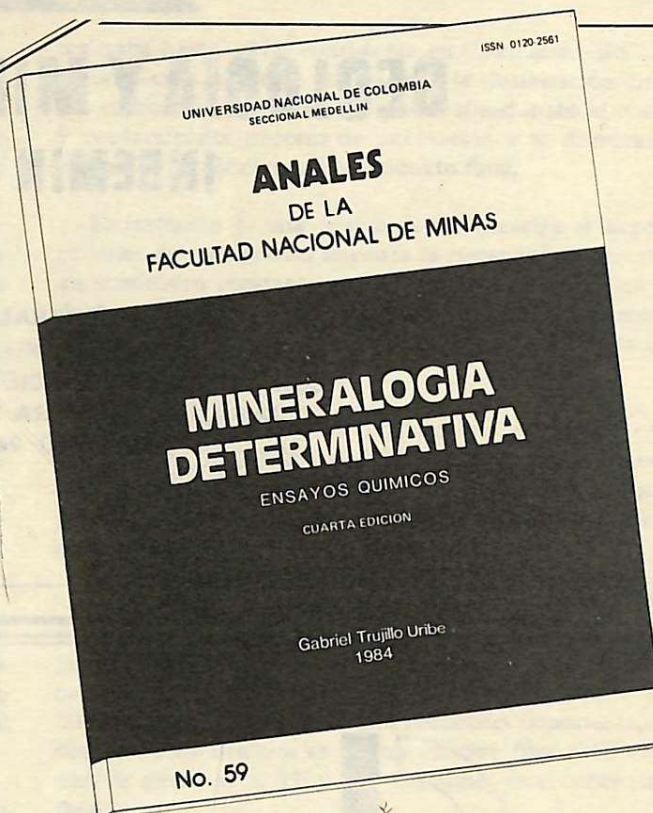
- Estudios de concentración de minerales por gravimetría, flotación y separación magnética. Los estudios de concentración gravimétrica comprenden: Concentración en mesas vibratorias, Jig y Espiral Humphrey.
- Pruebas de amalgamación a minerales auríferos.
- Ensayos de cianuración y tioureación para minerales oro-argentíferos.
- Estudios hidrometalúrgicos de minerales de metales básicos.
- Caracterización y lavado de carbones.

**nuevo**

VALOR: \$ 450.00

De venta en la oficina de ADEMINAS, Facultad Nacional de Minas, A.A. 1027. Medellín, Colombia.

Para enviar por correo en Colombia, remitir cheque a nombre de ADEMINAS por \$500.00  
 Para enviar al extranjero remitir cheque por US\$ 7.50



**OTROS NUMEROS DE ANALES DE VENTA EN LA FACULTAD:**

No.	NOMBRE	VALOR
40	Análisis Químico y Análisis Petrográfico de las Rocas de Antioquia. Antonio Durán	\$ 100.00
43	Estudio sobre las minas de oro y plata de Colombia. Vicente Restrepo	\$ 150.00
44	La Flotación. Robert Wokitel	\$ 100.00
46	Pisos para carreteras colombianas. Gabriel Hernández Salazar	\$ 150.00
48	Grado Colectivo de 1939	\$ 150.00
54	Ecuaciones diferenciales. Jorge Mejía Ramírez	\$ 100.00
56	Cálculo vectorial. Luis de Greiff Bravo	\$ 100.00

Para envíos por correo en Colombia, adicionar \$50.00 por cada ejemplar solicitado.