

HUELLAS AL FUTURO

125 años de la Ingeniería de Minas en Colombia

HUELLAS AL FUTURO

125 años de la Ingeniería de Minas en Colombia

Por:
Elkin Vargas Pimiento



UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA

SEDE MEDELLÍN

FACULTAD DE MINAS

Primera edición. Medellín, marzo de 2012

Huellas al futuro. 125 años de la Ingeniería de Minas en Colombia

© Elkin Vargas P.

© Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín, Facultad de Minas

ISBN: 978-958-761-200-4

Prohibida la reproducción total o parcial por cualquier medio sin la autorización escrita del titular de los derechos patrimoniales

Carátula

Foto Aula Máxima de la Facultad de Minas.

Tomada por Pablo Pasos - Periódico El Mundo de Medellín y cedida a la Facultad de Minas por ese periódico.

Coordinación editorial

Centro Editorial - Facultad de Minas

Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín

Carrera 80 N° 65-223 Bloque M4-Piso 1

Teléfono: 425 53 43

ceditorial_med@unal.edu.co

Impresión

Todográficas Ltda.

Carrera 72 N° 45E-128

Teléfono: 411 50 46

Todograficas92@gmail.com.co

Impreso y hecho en Medellín, Colombia

Contenido

Prefacio	7
Prólogo	9
Introducción	11
1. La prehistoria de la Ingeniería de Minas	13
2. La escuela de minas de Medellín y su evolución académica en el Área Minera.....	19
3. La formación de los ingenieros de minas y metalurgia en la Facultad de Minas de la Universidad Nacional de Colombia.....	29
4. Grandes hitos de la Ingeniería de Minas en Colombia.....	37
5. Otras empresas, realizaciones y egresados.....	47
Epílogo	53
Anexo: Los Ingenieros de Minas y Metalurgia por año de graduación ..	57
Referencias bibliográficas	83

PREFACIO

En este breve compendio cronológico de los hechos más notables de la ingeniería de minas en Colombia, se rinde homenaje a La Escuela y Facultad de Minas en sus 125 años de historia y a sus egresados en el área minera (ingenieros de minas, ingenieros civiles y de minas, ingenieros de minas y metalurgia) en razón a que Ingeniero de Minas fue el primer título académico otorgado por la institución.

Poniendo de presente la imponderable y positiva función social de la ingeniería de minas, también se reconoce en este escrito la preponderancia de la actividad minera en el mundo moderno y se resalta el trabajo de aquellos técnicos y profesionales que dejando las comodidades urbanas se instalan en los campos para dirigir las complejas operaciones de buscar yacimientos, penetrar las rocas, extraer productos minerales y procesarlos, con la convicción de que todo ello contribuirá al bienestar y progreso de la humanidad. En honor a su encomiable actividad, se presenta una relación de las empresas y entidades mineras más importantes del país y los grandes logros de los ingenieros de minas en el desarrollo de su profesión y el sector minero nacional.

Así mismo, como un subproducto de la exposición de los hechos principales, se ha visto igualmente la oportunidad de ofrecer a los ingenieros del área minera una breve y grata crónica sobre algunos hechos notables en la historia de su disciplina y sobre el discurrir y actualidad de la institución donde se formaron, que no sólo dé cuenta de los principales hechos en la evolución tecnológica de la actividad minera y la Ingeniería de Minas, sino que recree momentos interesantes y personajes memorables de la vida

universitaria en nuestra benemérita institución, entre ellos los profesores de la Sección de Minas y sus métodos de enseñanza.

También se ha tratado de ubicar a los ingenieros de minas y metalurgia en los diferentes campos de su actividad en Colombia, lo que ha representado enorme dificultad en un trabajo que no proviene de una investigación profunda ni pretende una caracterización detallada del perfil profesional de los ingenieros citados. Pues es de saber, que ya sea por el afán de lograr nuevas experiencias y adquirir un conocimiento más amplio de las características de los depósitos minerales de la Nación y de las tecnologías aplicadas en su explotación, o bien debido a presiones salariales o expectativas de ascenso en el escalafón administrativo, la generalidad de estos profesionales cambian con alta frecuencia de lugar de trabajo, de empresa, de función y de sector económico.

La idea metodológica general ha consistido en la elaboración de descripciones y comentarios acerca de una serie de hechos, en lo posible ordenados en el tiempo, estudiados unos y conocidos otros durante el paso del autor por la Facultad de Minas de la Universidad Nacional de Colombia, como estudiante y profesor y a través de sus experiencias profesionales en varias entidades mineras del sector público y privado; tales descripciones y comentarios se apoyan en reconocidas referencias bibliográficas y se complementan con datos de interés, escuchados de ilustres colegas ingenieros, por lo general protagonistas de los hechos narrados y comentados, en particular durante las amenas tertulias del “Costurero de Garcés”; nuestro sentido y agradecido homenaje para la familia y amigos de los contertulios que ya se fueron: el propio Hernán Garcés, Tiberio Escobar, Alfonso Chinchilla, Josué Gutiérrez y Arturo Castaño y para los que espero nos puedan acompañar por mucho tiempo: Ramiro Pérez, Eduardo Gómez, José Darío Velásquez y Pedro Hernández.

El tinte poético que sin duda acompaña las labores mineras y que no es fácil de plasmar en el contenido esencial histórico y técnico de estas páginas, se trata de suplir con los EPÍGRAFES que encabezan cada uno de los capítulos en que hemos subdividido este trabajo para facilitar su lectura y consulta; en ellos presentamos nuestra traducción e interpretación de algunas estrofas del poema “LOS MINEROS”, escrito por el genial dramaturgo HENRY IBSEN, al recordar las explotaciones de mineral de hierro que observara en su infancia desde el patio de su casa paterna en las afueras de Skien, Noruega.

PRÓLOGO

El 11 de abril de 1887, en otrora Escuela de Minas abrió por primera vez sus puertas bajo la dirección del vicerrector Luís Tisnés. Esta fecha y para quienes conocen algo de la historia de la Facultad, mirando en retrospectiva, podemos decir que se ha construido Nación bajo la impronta Trabajo y Rectitud.

El primer programa de ingeniería que tuvo la Facultad de Minas fue el de Ingeniería de Minas, constituyéndose este hecho como un importante hito de Antioquia, dado que desde allí se comenzó la generación científica de la industria minera, un renglón económico de gran importancia para Colombia.

Actualmente, la Facultad de Minas de la Universidad Nacional de Colombia Sede Medellín es una de las más prestigiosas instituciones de formación en ingeniería del país. No sólo porque ha tenido una relevancia preponderante en el desarrollo e industrialización de Colombia sino por el centenar de personajes ilustres que de ella han egresado.

De cara a los grandes avances de la ciencia y la tecnología, la Facultad de Minas a lo largo del tiempo ha tenido una transformación que la ha posicionado como una entidad de investigación con la capacidad de afrontar y aportar al fortalecimiento de la plataforma de competitividad de la nación. Por lo que se puede decir que en estos últimos 125 años, la institución ha ganado una gran trayectoria constituida principalmente por grandes hombres y obras que transforman y aportan al desarrollo del país.

El libro **Huellas al Futuro**, 125 años de la Ingeniería de Minas en Colombia, es un texto que relata parte de ese camino que forjó la Facultad para consolidarse en la institución que es actualmente.

Es un álbum de personajes, una bitácora de sucesos que nos describen un fragmento de una hazaña titánica que transformó la historia de la ingeniería en Colombia.

Sea pues la invitación para que a través de la lectura de *Huellas al Futuro*, se animen a conocer y visitar la Facultad de Minas. Las instalaciones de la Facultad de Minas están distribuidas principalmente en el *Campus Robledo* de la Universidad Nacional de Colombia Sede Medellín ubicado al noroccidente de la ciudad de Medellín, Antioquia.

Dos de los edificios principales de la institución, en su calidad de obra arquitectónica del Maestro Pedro Nel Gómez, son considerados Patrimonio Nacional desde 1994, además, contienen valiosísimos murales y esculturas de este ingeniero, arquitecto y artista egresado de la institución, algunos de ellos ilustrados en la portada de este libro.

JOHN WILLIAN BRANCH BEDOYA

Decano

Facultad de Minas

Universidad Nacional de Colombia – Sede Medellín

INTRODUCCIÓN

*“Bajo la rocosa faz de la tierra herida
campanas, truenos, martillazos,
hacia la mina deben ir mis pasos
para oír en el fondo los sonidos en la oscuridad”*

A nivel global, la formación en ingeniería de minas y el apoyo a la investigación asociada a los avances tecnológicos de las operaciones mineras se han constituido en una fórmula exitosa para garantizar el suministro creciente de las materias primas de origen mineral que la civilización humana ha requerido, manteniendo el equilibrio necesario entre el agotamiento de las reservas naturales y el precio de los productos.

En el orden nacional los países que han considerado necesario explotar de manera técnica y racional las riquezas minerales de sus territorios han establecido instituciones para formar ingenieros de minas; en correspondencia con tales estrategias de carácter global y nacional, formar ingenieros de minas y apoyar la investigación en el área minera, en Colombia se creó la Escuela Nacional de Minas de Medellín, el 11 de abril de 1887 durante el gobierno del presidente Rafael Núñez.

Ingeniero de Minas fue el primer título profesional expedido por esta Escuela de Minas, institución que este año cumple 125 años de existencia y que fue transformada en 1940, bajo la presidencia de Eduardo Santos, en la actual Facultad de Minas de la Universidad Nacional de Colombia.

Tal título de ingeniero se instauró en España en 1857, pero el estado del arte de la rama o especialidad de la Ingeniería de Minas se venía estructurando en el mundo civilizado desde mucho antes, al ritmo de las soluciones que la inteligencia humana descubría para resolver las dificultades, cada vez mayores, que enfrentaban los diferentes

núcleos de población en la búsqueda y aprovisionamiento de las materias primas de origen geológico para su bienestar y desarrollo, hasta convertirse en una compleja disciplina profesional que involucra la ciencia, la tecnología y la práctica en los procesos de extracción y procesamiento de minerales. La ingeniería de minas abarca también el estudio de los procesos para adicionar valor a los productos mineros y, en los últimos años, ha incorporado en sus análisis, la optimización del beneficio social y los asuntos relacionados con la mitigación del impacto ambiental de las actividades de extracción, procesamiento y valoración de minerales.

Desde su creación, la Ingeniería de Minas ha contribuido a consolidar la sorprendente actividad minera mundial y en nuestro país, no sólo ha participado en el montaje y explotación de las grandes minas de níquel, oro y carbón que se conocen en la actualidad, sino en el establecimiento y operación de innumerables empresas que extraen minerales industriales y materiales de construcción y en la modernización y mejoramiento de los sistemas de minería tradicional de pequeña y mediana escala.

En la conmemoración de los 125 años de la Escuela Nacional de Minas y de su programa académico inaugural: Ingeniería de Minas, recordamos el meritorio pasado de la actual Facultad, las principales realizaciones de sus egresados de todas las épocas y advertimos sobre la necesidad de que ésta continúe sin desmayo formando profesionales idóneos en investigación y aplicación de nuevos desarrollos tecnológicos para un mayor aprovechamiento del enorme potencial minero de la Nación, con énfasis en los temas relacionados con la optimización de los sistemas de extracción y procesamiento de minerales, el potenciamiento de sus impactos económicos, la prevención y mitigación de los efectos ambientales y sociales negativos de la actividad extractiva y en particular, dada la alta accidentalidad y morbilidad en las minas, con la protección de la vida y salud de los trabajadores mineros, aportando conocimiento para garantizar ambientes sanos de trabajo en las empresas mineras.



1. LA PREHISTORIA DE LA INGENIERÍA DE MINAS

*“Cuando bajé por primera vez al fondo de la mina
pensaba inocente que los espíritus de la profundidad
me revelarían el laberinto de la vida
que yo debía recorrer”*

Aunque la actividad minera data de miles de años, la ingeniería de minas, como guía para la explotación técnica y sistemática de rocas y minerales, es reciente; no hace falta para así constatarlo citar textualmente los manuales clásicos, que en ocasiones se refieren al origen de las ciencias y las técnicas y que registran algunos datos históricos, pues éstos y aquel ya hacen parte de la cultura general de la industria y la profesión; sin embargo, sí vale la pena discurrir por ciertos hechos de innegable trascendencia.

En su historia de la minería, Lacy, W.C. (1992), anota que al esquematizar la cronología de los hechos históricos, se evidencia la perfecta correlación entre los sucesos más importantes de la civilización occidental, como las migraciones, las guerras y el propio descubrimiento de América, con el deseo insaciable del hombre por las riquezas minerales.

Según la literatura técnica, en los albores de la civilización el hombre primitivo utilizó rocas, materiales cerámicos y posteriormente metales, hallados en o bajo la superficie de la tierra, principalmente para construir utensilios, recipientes y armas, para procurarse su alimento y para la guerra; también recurrió a pedernales de alta calidad, como los hallados en el norte de Francia y sur de Inglaterra, para producir fuego y quebrar rocas; se han encontrado lugares donde parece que estas rocas hubiesen estado bajo tierra y luego llevadas a superficie mediante pozos y galerías. Según registros

arqueológicos, la mina más antigua conocida es la Cueva del León en Suiza, sitio en el cual, los datos de radio carbono indican que hace cerca de 40 mil años los humanos del paleolítico extraían varios minerales cuyo contenido de hierro era usado para producir pigmentos y que posteriormente obtuvieron obsidianas, arcillas, sal para sazonar alimentos y aprovechaban el hierro meteórico para fabricar monedas.

Antes de nuestra era la separación de metales evolucionó gradualmente; el cobre fue liberado por primera vez hacia el año 7 mil y en China fue fundido con carbón alrededor del año 3 mil. De ahí en adelante, se obtuvieron mediante fundición otros metales, como el plomo, la plata y el oro, de cuya existencia se tienen vestigios desde aproximadamente el año 2 mil. Luego, en Egipto se empezó a utilizar el hierro, con lo cual se incrementó la sofisticación de los utensilios domésticos y la letalidad de las armas. Los griegos utilizaron el acero hacia el año mil.

Por los años 100, ya de nuestra era, en el imperio romano apareció la organización en los trabajos mineros. Los romanos fueron innovadores en ingeniería de minas al desarrollar métodos de explotación de rocas y minerales a una mayor escala que las alcanzadas hasta ese momento. Quizá lo más notable fue el uso de grandes volúmenes de agua llevados a los frentes mineros por acueductos con el fin de arrancar el material pétreo de los terrenos, lo que hoy se conoce como explotación hidráulica; las rocas expuestas eran calentadas al fuego para expandirlas y luego eran duchadas con agua fría para contraerlas, quebrarlas y hacerlas manejables. Se ha reportado también que en varios lugares, los romanos usaron máquinas para elevar y dispersar el agua, tales como las ruedas de alimentación invertida, las cuales se dice fueron utilizadas extensivamente en las minas de cobre en Río Tinto en España.

Según L. Mumford (1992), durante el segundo milenio de nuestra era es posible identificar y caracterizar tres grandes fases sucesivas en el desarrollo de la técnica, “fases que se superponen y se traslapan”: la Eotécnica, caracterizada por el uso de agua y madera, que se extiende entre los años 1000 a 1750 y cuya fuente básica de energía es la leña; la Paleotécnica, caracterizada por el hierro y el carbón, que va hasta 1832, cuando aparece una nueva fuente de energía y nuevos materiales de naturaleza inerte que jalonan el desarrollo de la actividad minera, y la fase Neotécnica, caracterizada por la electricidad y las aleaciones, fase que se despliega hasta nuestros días y que tuvo un gran apogeo tecnológico en el siglo XX, con la utilización de los hidrocarburos y la energía atómica. Al respecto de esta última fase, Raymond (1984) advierte que en los dos últimos siglos la tecnología minera progresó ostensiblemente en todos los campos y que los grandes avances han ocurrido tanto de manera evolutiva como de manera revolucionaria.

En cuanto a las tres fases evolutivas, en el caso particular de la tecnología minera es posible destacar algunos hechos; durante toda la edad media ésta permanece estancada, como las tecnologías propias de todas las actividades industriales y así continúa hasta cuando en 1185 el obispo de Trento mejora el posicionamiento de la actividad, garantizando los derechos de los trabajadores mineros en su jurisdicción política. Adi-

cionalmente, el profesor Luis J. Gómez, en su conocido estudio “Tecnologías, Técnicas y Medio Ambiente” (2005), señala dos cambios en las técnicas agropecuarias (la incorporación del arado de metal para labores agrícolas y el uso de la collera rígida para el caballo), que también contribuyeron a la reactivación de la minería y la industria metalúrgica; posteriormente el descubrimiento y la utilización de carbón mineral en el siglo XIII, dio impulso definitivo a la actividad minera y un gran progreso general a la civilización humana, dadas sus aplicaciones como combustible, el cual, además de generar calor y vapor, tenía aplicación en procesos industriales y siderúrgicos.

En el siglo XIV se inicia la producción de hierro de fundición en los hornos de tiro o “altos hornos”, empleando como combustible y reductor el carbón de leña.

Al llegar al siglo XVI empieza a gestarse la ciencia moderna en Europa, principalmente a partir de los trabajos de Leonardo De Vinci y Galileo Galilei sobre el desarrollo de los mecanismos elementales en máquinas como el torno, la catapulta, el cabrestante, las poleas, la grúa y el péndulo, y de los inventos como el anemómetro, el termómetro, el microscopio y el telescopio; todo ello conformó la base fundamental de la tecnología que hoy se conoce y que se aplica en el diseño de máquinas, instrumentos de medición, aparatos y herramientas para la actividad minera. Es de anotar que hacia mediados de ese siglo, se emplea por primera vez en operaciones mineras, la bomba “elevadora”.

Los españoles, durante la conquista del territorio americano, encontraron que los indígenas aplicaban ciertos conocimientos técnicos en minería, alfarería y orfebrería, como que ya fundían oro con la ayuda de yerbas y lo hilaban y laminaban con gran maestría; según Hartman (1987), en Cuba los conquistadores, hacia 1524, encontraron el primer registro de una mina; también se ha reportado que en el norte de Chile, Diego de Almagro, al regreso de su expedición al Cuzco en 1536, consiguió herraduras de cobre para sus caballos, fabricadas por los aborígenes en Kamoc-Mayu (rio grande); estos hechos podrían considerarse la parte autóctona de la prehistoria de la ingeniería de minas y metalurgia en el nuevo continente.

En territorio colombiano, las minas de Marmato empezaron a ser documentadas por los españoles hacia 1537 y se conocen referencias de trabajos mineros en el cerro de Buriticá (montaña de oro en lengua indígena) y de los aluviones auríferos en las cercanías de Santa Fe de Antioquia desde el año 1550. Juan de Castellanos, en un fragmento tomado de su Historia de la Gobernación de Antioquia, constata asombrado la abundancia del oro y los trabajos mineros en estas tierras: *“porque quebradas, ríos, vertederos y cualquiera lugar que se catea, manifiestan auríferos veneros con quel avaro pecho se recrea, y la solicitud de los mineros saca bien proveída la batea: llámanse nutabaes estas gentes, herbolarios demás de ser valientes”*. Es oportuno señalar que después de la batea para el lavado y recuperación del oro aluvial, se usaron otros elementos y herramientas de madera como cernidores, “matracas”, cunas mecedoras y canalones, precursores de los equipos de concentración por gravedad que constituyen las plantas lavadoras de la actualidad.

Hacia 1556, en Alemania, se publican los primeros escritos conocidos acerca de los métodos de minas y metalurgia utilizados en Europa, incluyendo técnicas operativas de extracción de rocas y metales, avance de pozos y galerías, cargue, acarreo y transporte con tracción humana y animal; se puede afirmar que en tales documentos, recopilados en la obra “De Re Metallica” cuyo autor fue Georgius Bauer, conocido como Agrícola, se perfilan los temas que posteriormente iban a constituir la Ingeniería de Minas.

A principios del siglo XVII comienza en el Este de los Estados Unidos la minería de hierro, carbón, plomo y oro y se presentan varios avances técnicos de consideración, entre ellos la utilización de la “pólvora negra”, usada por primera vez para minería en 1627, en Banská Štiavnica, reino de Hungría (actualmente Eslovaquia), lo cual permitió la voladura de rocas y tierras consolidadas para develar venas de mineral de manera mucho más rápida que con la utilización de fuego y agua; en 1645 comienza la industria siderúrgica en los Estados Unidos y en Inglaterra se empieza a utilizar la hulla en vez de carbón vegetal para obtener arrabio, aunque sólo a partir de 1730 se iría a utilizar a gran escala.

La ineludible utilización de los minerales metálicos e industriales en muchas actividades humanas en los años previos a la Revolución Industrial del Siglo XVIII, cuyo inicio podría ubicarse alrededor de 1776, fue un fenómeno que posibilitó la adaptación y fabricación de un gran número de herramientas y máquinas para incrementar la mecanización de algunas operaciones mineras, como el bombeo, el cargue y acarreo del material arrancado de los frentes de explotación, el transporte de productos y de personal, la trituración, clasificación y molienda de minerales, todo ello con los consecuentes aumentos en productividad y volúmenes de producción.

Este fue entonces un período de importantes avances en tecnologías mineras, inducidos, a su vez por los grandes adelantos técnicos ocurridos durante del período “Paleotécnico”, atrás referenciado, caracterizado por el uso intensivo de hierro y carbón, incluyendo el mejoramiento de explosivos, la construcción de elementos metálicos para el sostenimiento de obras subterráneas, bombas de vapor, malacates, grúas, taladros y dragas. Como causa y consecuencia de tal fenómeno tecnológico, también en este siglo empiezan a fundarse instituciones para la enseñanza de técnicas mineras, las “Escuelas de Minas”, en muchas partes del mundo.

Aunque la primera Escuela de Minas se había creado en 1716 en Joachhimstal, Checoslovaquia, la necesidad de una formación ingenieril en el área de la extracción minera se fue haciendo evidente en los años previos a tal revolución industrial del Siglo XVIII; en 1767 se instauró la primera Academia de Minas en Freiberg, Alemania, luego vino la de Schemnitz en Eslovaquia, en 1770, después la de San Petersburgo en Rusia, en 1772; en 1777, durante el reinado de Carlos III, se fundó en España la Academia de Minas de Almadén, y en 1783 se establece la Escuela de Minas de París, tan cercana a nuestros afectos, cuyo lema: “Teoría y Práctica”, refleja la esencia metodológica de la Ingeniería de Minas.

En 1783 el Virrey Caballero y Góngora inicia en territorio americano la Expedición Botánica, a cargo de don José Celestino Mutis, y un año después llega a la provincia de Antioquia el francés Luis Laneret que fabrica molinos para la separación del oro explotado en las minas de filón (Gómez R. , 1984); algunas compañías mineras de Tolima, Cauca y Santander contratan en 1788 a los alemanes Bayer y Wiesner, con el fin de mejorar las prácticas mineras; hacia finales del siglo XVIII, Alexander Von Humbolt instaura los estudios de Geología, tanto en España como en la América Hispana y emprende la gran aventura de su “ruta científica”, en la que va a describir, con sorprendente precisión geográfica y científica, las riquezas naturales de Colombia y Venezuela, entre ellas aluviones auríferos, afloramientos metálicos, fuentes salinas, formaciones rocosas y trabajos mineros.

El primer instituto de investigación científica del continente americano fue el Real Seminario de Minería, inaugurado en 1792 en México por Fausto Elhúyar (descubridor del Wolframio) personaje que había llegado en compañía de varios mineros alemanes cuatro años antes y que luego participaría en la fundación del Colegio de Minería también en territorio mexicano en 1804. En la Nueva Granada, cuatro años después, el sabio Francisco José de Caldas, fundador de la fábrica de pólvora de Medellín, propuso a la monarquía española la creación del “Cuerpo Militar de Ingenieros Metalúrgicos”.

En la obra “Breve historia de Antioquia”(U de A. 2000), se registra que en 1825 arribaron a este departamento los ingenieros provenientes de Francia, Alemania y Suecia, Juan B. Boussingault, Alejandro Johnson, Tyrrel Moore, Pedro Nisser y Carlos de Greiff, contratados para mejorar los métodos de laboreo de minas con las nuevas técnicas europeas de construcción de avances subterráneos y de sistemas de clasificación, molienda y recuperación de minerales; en 1826 el señor Moore montó el primer molino de piones para su aplicación en las minas de Marmato y Supía, las que estaban siendo operadas por la empresa Goldschmidt y Cia. y participó conjuntamente con el mecánico alemán Enrique Hauseler en el montaje de los procesos de amalgamación.

Un hecho trascendental en los albores de la ingeniería ocurrió durante las postrimerías del siglo XVIII, cuando se iniciaron en Inglaterra los primeros ensayos de ferrocarril, al principio tirado por caballos (Gómez, L.J. 2011), los que hacia 1833 fueron sustituidos por la locomotora de vapor, que en pocos años logró imponerse por toda Europa, incluyendo aquellas destinadas al transporte de rocas y minerales, tanto en superficie como por galerías subterráneas de explotación; en Colombia, solo vino a instalarse una máquina de vapor en la mina Bolivia del municipio de Remedios, Antioquia, en 1852.

Por este tiempo se llevaron a cabo otras evoluciones tecnológicas en la obtención de metales y prácticas y equipos para minería y obras civiles; en 1856 se desarrolló el proceso “Besemer” para la obtención de acero; en 1861 durante la construcción del túnel del Monte Cenis en los Alpes franceses, se perforó por primera vez con taladro

mecánico; a partir de este hecho notable se incorporaron mejoras y adiciones sustanciales a este tipo de máquinas, hasta lograr la concepción y utilización generalizada del taladro de pistones.

La ingeniería de minas y la actividad minera mundial progresaron ostensiblemente a partir de 1866 cuando el ingeniero y químico Sueco, Alfred Nobel, descubrió la dinamita, un explosivo a base de nitro glicerina, de fácil transporte y manejo, lo que en la práctica minera permitió mayor seguridad y velocidad en la construcción de galerías subterráneas y frentes en superficie y el incremento de las cantidades de mineral obtenidas en cada voladura.

Según Hartman (1992), en esta segunda mitad del siglo XIX se establecieron nuevas instituciones para la enseñanza de técnicas mineras: la Escuela Real de Minas de Londres del Colegio Imperial en 1851; el programa en minas de la Universidad de Chile en 1853; la Universidad Politécnica de Bucarest, Rumania en 1864; y en Estados Unidos y Canadá, países de grandes logros en desarrollos de tecnología minera, se fundaron, entre otras, la Universidad de Berkeley en California, que abrió sus puertas en 1869, la Mc Gill Mining Engineering, en 1871, Columbia en 1879, Colorado en 1884 y Michigan, en 1885.

En consecuencia, la idea de la creación de una Escuela de Minas en Colombia, correspondía a la tendencia mundial de establecer centros de formación en Ingeniería de Minas. Además, el advenimiento de ciertos hechos fundamentales ocurridos internamente durante las dos últimas décadas del Siglo XIX, motivaron al señor Pedro Nel Ospina, Ingeniero de Minas y Metalurgia de la Universidad de Berkeley, en representación de la clase empresarial antioqueña, a promover la iniciativa en los círculos de poder de la Capital de la República para que fuera Medellín la sede natural de la futura Escuela, blandiendo el siguiente lema: “No nos comprometemos dar a la Nación sabios, sino hombres laboriosos y honrados”; esta gestión dio lugar a la expedición de la Ley 60 de 1886, que viabilizó la fundación de las Escuelas de Minas en Colombia.



2. LA ESCUELA DE MINAS DE MEDELLÍN Y SU EVOLUCIÓN ACADÉMICA EN EL ÁREA MINERA

*“En la desolada noche oscura del fondo de la mina
encontré tesoros atractivos, fascinantes,
diamantes, piedras preciosas,
rojizas vetas de oro serpenteantes.”*

Hacia 1880, cuando “el barequeo y la minería de socavón eran la alcancía de los pueblos”, se había generalizado en el país la instalación de sistemas “bomba-monitores” para la explotación de minas auríferas de aluvión, o de “oro corrido”, como se les denominaba por aquel tiempo, principalmente en territorio antioqueño, municipios de Amalfi, Yolombó, Anorí y Yalí; el primer monitor traído a Sur América se había instalado en la mina “Mal paso”, departamento del Tolima. A su vez, en las minas de “veta” o filón era frecuente la utilización de molinos de pisones, como los de las minas de Echandía y Marmato, cuando estaban siendo explotadas por la compañía inglesa Western Andes.

Don Tomás Carrasquilla hizo referencia a las características de la actividad minera de entonces, en cercanías de Santo Domingo su pueblo natal, en esta bella descripción poética: *“El agua, al mover las maquinarias; las vagonetas, al rodar en los rieles; el mineral al caer en las tolvas; los pisones al pulverizar las rocas, cantan con estruendo de cíclopes el himno del oro, que el eco repite en la cañada y en la cumbre”*.

En su historia de las investigaciones geológicas en Colombia, el ingeniero Peter Santa-María (1994) registra que en 1884 don Vicente Restrepo, tras estudiar química en

Francia y haber establecido en Medellín, en 1858, el primer laboratorio de Fundición y Ensayes del país, publicó su conocida obra “Estudio sobre las minas de oro y plata en Colombia”.

También en 1884 se publicó en Colombia un libro pionero, “Reglamentos para la organización de los trabajos de construcción y del servicio de explotación de ferrocarriles”, que según el sociólogo Alberto Mayor Mora invitaba a buscar caminos propios para la solución de los problemas nacionales; su autor fue el ingeniero cubano Francisco Javier Cisneros, quien había llegado al país diez años antes a construir el Ferrocarril de Antioquia. No fue casual entonces la prioridad que los primeros profesores de la futura Escuela iban a dar a este tema en sus programas académicos.

Las primeras locomotoras llegadas a Colombia usaban leña como combustible, luego, a partir de los primeros años del Siglo XX, fueron sustituidas por las que quemaban carbón mineral, dando así un gran impulso a su explotación en las regiones de Cúcuta, Amagá, Cali y la Sabana de Bogotá, por las que se construían las principales líneas de ferrocarril, cuyo funcionamiento facilitó a su vez el transporte de cantidades apreciables de carbón para abastecer actividades domésticas e industriales alejadas de los centros de extracción.

En el campo de los materiales de construcción no metálicos es de anotar que los primeros barriles de cemento con excelentes características para su uso como pegante y morteros llegaron a Colombia desde Inglaterra en el año 1885. Ello despertó el interés nacional por fabricarlo internamente y, en consecuencia, se intensificó la búsqueda y comprobación de depósitos de las materias primas utilizadas para obtenerlo como calizas, arcillas y yesos, veinte años antes de la constitución de la primera fábrica de cemento nacional.

Tales hechos mostraban la imperiosa necesidad que tenía el país de estructurar un programa académico nacional en Ingeniería de minas y confirman la interpretación que hace Gabriel Poveda (1993): *“la enseñanza y el ejercicio de la ingeniería surgieron en Colombia como un requisito interno para poder aplicar la tecnología mundial que se importaba”*.

El año de 1886 fue crucial para el desarrollo de la actividad minera, geológica y petrolera de la nación: la Constitución Política, vigente a partir de ese mismo año, reincorporó al patrimonio nacional las minas de esmeraldas que no se habían redimido a perpetuidad y se firmó el contrato de concesión para explorar petróleo y carbón, entre el gobierno nacional y el gran novelista Jorge Isaacs, convirtiéndose éste en el primer colombiano en obtener tal tipo de concesiones; el autor de “María”, años después, también suscribiría con el Estado, un contrato para estudiar los yacimientos carboníferos de El Cerrejón, descubiertos en 1872; la Ley 60 del 20 de noviembre de ese año ordenó la fundación de dos Escuelas de Minas, una en Ibagué y la otra en el departamento de Antioquia.

En 1887, año de la apertura oficial de la Escuela de Minas en Medellín, el hecho histórico que queremos resaltar, se produce una notable circunstancia jurídica que iba a complementar el buen ambiente para la actividad minera que reinaba al inicio de nuestra benemérita institución: mediante la Ley 38 se adoptó para toda la Nación el Código de Minas del extinguido Estado de Antioquia; adicionalmente, podría considerarse de buen augurio para el estudio y ejercicio profesional de los futuros ingenieros de minas, el inicio de operaciones en el río Nechí de la primera draga de cucharas instalada en Colombia.

De acuerdo con las investigaciones de los ingenieros José María Bravo (1987) y Peter Santamaría (1994), los primeros rectores de la Escuela fueron en su orden: Pedro Nel Ospina, quien después se convertiría en General de la República y entre 1922 y 1926, Presidente de Colombia; Luis María Tisnés, Vicerrector y profesor que ejerció la rectoría como encargado; el “sabio” Tulio Ospina, ingeniero geólogo y líder científico del proceso de fundación y el profesor de inglés y matemáticas José María Escobar.

Cuentan los cronistas que la Escuela empezó a funcionar con muy pocos alumnos en medio de serias dificultades organizativas y presupuestales, por lo que al poco tiempo hubo de cerrarse durante algunos meses para ser reabierta en 1888. Era entonces inaplazable el reinicio del proceso de formación de los ingenieros requeridos para extraer el oro de las minas de manera más tecnificada, lo cual exigía adelantar estudios geológicos, mineralógicos y de generación hidroeléctrica con miras a aumentar la capacidad de producción y el rendimiento en las minas y plantas de beneficio y para adaptar en nuestro medio las innovaciones técnicas introducidas a las operaciones extractivas desde Inglaterra, Canadá y Estados Unidos.

El plan curricular inicial consistió en una adaptación del que existía en la Universidad de Berkeley, California, con el cual los fundadores de la Escuela, que se habían graduado en dicha universidad, quisieron impartir una formación orientada a crear una clase dirigente que amalgamara los factores: capital, tecnología, recursos minerales y vocación minera para dar paso al desarrollo nacional y regional.

Esta intención, en palabras del escritor E. Livardo Ospina, tomadas de su crónica “De la peña a las alturas”, dio lugar a que La Escuela no se limitara entonces a formar ingenieros de minas, como al principio, ni civiles conjuntamente después, sino administradores, o expertos en Gerencia o “Ciencia del manejo”, como decían los promotores de esta revolución profesional de Antioquia.

Según los cronistas de la Escuela ya citados, Bravo y Santamaría, bajo tales lineamientos y principios, la institución en 1893 graduó sus primeros egresados, aquellos que se irían a constituir en los primeros ingenieros de minas en la historia de Colombia, los señores Antonio Álvarez, Carlos Cock, Alonso Robledo y Germán Jaramillo.

Por esta época cabe mencionar al connotado Francisco Gómez, Efe Gómez, quien ingresó a la Escuela de Minas hacia 1890, Ingeniero de Minas y experto metalurgista, símbolo de la narrativa antioqueña, que con sus cuentos y relatos, “En las minas”, “La

tragedia del minero” y “Guayabo negro”, hizo un enorme aporte al conocimiento de la idiosincrasia y costumbres de los mineros de su época. Se dice que en 1898 ya trabajaba en las minas de Marmato y que participó en la instalación del método de cianuración utilizado para la recuperación de oro en la mina “Sitio Viejo” en Titiribí, Antioquia, propiedad de la compañía “El Zancudo”, uno de los primeros montajes de este tipo en el mundo; un poco después, Efe Gómez aparece conformando la planta de profesores de la Escuela de Minas.

Otro de los más influyentes profesores de la Escuela por esa época era el ingeniero de minas Juan de la Cruz Posada, uno de sus “estudiantes fundadores” y que se había graduado en Berkeley en 1893, fundador y primer presidente de la Sociedad Antioqueña de Ingenieros, SAI, en 1913, “*autor de textos y magnífico expositor*” (Ruiz, P.1996). Al igual que su colega Efe Gómez contaba con una vasta experiencia en minería y además se desempeñó en la administración de varias empresas, fue gerente de la Compañía Minera El Zancudo y de la Compañía Colombiana de Tabaco, lo cual confirma una vez más la aptitud y liderazgo de los ingenieros de la Escuela en la conducción de empresas industriales y mineras.

Vale anotar que en ese entonces la Sociedad “El Zancudo”, que se había conformado en 1848, era la empresa más importante de Colombia y en palabras del poeta Carlos Castro Saavedra, “*su accionar no puede separarse de la historia de Antioquia, como tampoco de los episodios y las luchas de la ingeniería antioqueña. Allí se formaron muchos ingenieros de la montaña y tuvieron escenario propio para aplicar sus conocimientos y adquirir experiencias de incalculable valor. El Zancudo fue una prolongación de la Escuela de Minas de Medellín, donde los profesionales se iniciaron en la lucha con la realidad y vieron de cerca los números, las cintas metálicas, los instrumentos de precisión y todo el horror y la belleza de la tierra trabajada por los mineros.*”

Como se ha podido establecer, la parte experimental en la enseñanza de la minería y geología en la Escuela de Minas era prioritaria en sus inicios ya que se contaba con la guía y tutela de los hermanos Pedro Nel y Tulio Ospina, profesores de tales asignaturas y que enfatizaron en particular las prácticas de campo y las visitas técnicas a las minas, lo cual tuvo especial importancia para el desarrollo de la institución y para enriquecer las colecciones de rocas y minerales donadas o adquiridas en estos primeros años. Lamentablemente, tales actividades hubieron de suspenderse en noviembre de 1895, a causa de las guerra civiles en Colombia, en particular la conocida hoy como “La guerra de los mil días” (1899 – 1902), una insurrección de liberales contra el régimen conservador de entonces.

En el entretanto, se producen dos hechos fundamentales en el devenir de la actividad minera mundial: en 1897 George Leyner en Colorado introduce lo que ha sido considerado el más grande desarrollo en la historia de la perforación de rocas, la varilla de acero hueca por la que se inyecta agua para abatir el polvo que genera una perforación (lo que dio lugar al primer taladro liviano y libre de polvo) y alrededor de 1903 se inicia en Estados Unidos la mecanización y producción de grandes volúmenes de mineral, con el desarrollo en Utah de las minas de cobre de bajo tenor.

En 1904 se reanudó el trabajo en la Escuela de Minas luego de permanecer clausurada nueve años; en 1906 fue anexada a la Universidad de Antioquia. En este período, además de las asignaturas básicas y de carácter general se ofrecían las siguientes materias: Mecánica, Resistencia de Materiales y Puentes, Vías de Comunicación, Economía Industrial, Metalurgia, Mineralogía y Análisis al Soplete, Petrografía al Microscopio, Geología Práctica y Petrografía y se realizaban excursiones científicas a las minas y regiones más representativas desde el punto de vista geológico y mineralógico. En 1908, recibieron el título de Ingenieros de Minas (en la Universidad de Antioquia), los señores Alejandro López, Luis F. Osorio, Pedro Antonio Rodríguez y Francisco Rodríguez. En 1909, se graduó como Ingeniero Civil y de Minas, Francisco Patiño y como Ingeniero Civil, Pedro Luis Jiménez. Ya en 1911, la Escuela se separó de la Universidad de Antioquia para ser restablecida como entidad independiente e inició un periodo de gran expansión al ritmo del acelerado progreso industrial y económico del país.

Por estos años, se gestaba en otras latitudes la primera gran guerra mundial del siglo XX, la que incrementó ostensiblemente la utilización de minerales con fines bélicos en los países en ella involucrados. Es de recordar la fuerte disputa por la posesión de las regiones de Alsacia y Lorena, fronterizas entre Alemania y Francia, con sus yacimientos de mineral de hierro y carbón, cuyos métodos de explotación fueron tecnificados bajo la presión de la guerra y empezaron a ser conocidos por los profesores y estudiantes de la Escuela, a través del arribo a Colombia de técnicos europeos. Mientras tanto en Chile comenzaba la extracción industrial de minerales de cobre de Chuquibambilla, la mina a “cielo abierto” de mayor producción en el mundo.

Según Bravo J.M. (1987), en 1909 arribaron a Medellín, para ser profesores en la Escuela de Minas, el químico suizo P. Zurcher, en los temas de química analítica, metalurgia y explotación de minas, y Calixto Giordamengo, en los de química general y electrometalurgia.

En 1911 suceden dos episodios vitales en el devenir académico de la institución: Tulio Ospina publica su texto: “Reseña sobre la geología de Colombia y del antiguo departamento de Antioquia”, guía de clase para el estudio de las formaciones geológicas de Colombia, y se establece el programa de Ingeniería Civil, completamente aparte del que se venía dando con énfasis en geología y minería, el de Ingeniería Civil y de Minas.

Un evento externo a la Escuela pero de gran trascendencia nacional y que influyó notablemente en la evolución de los contenidos curriculares de los programas de ingeniería ocurrió en 1916, cuando en Bogotá se organizó la Comisión Científica Nacional para adelantar labores de cartografía geológica, exploración de recursos minerales y estudios de terrenos para la construcción de obras de ingeniería.

Al interior de la Escuela también se desarrollaban hechos trascendentales. Desde el inicio de su trabajo docente, el ya citado profesor Zurcher, que tenía además gran sentido empresarial, encontró campo abonado en los prósperos capitalistas antioqueños para sembrar la semilla de la industria del cemento, que dio sus primeros frutos en 1913,

con el establecimiento de la Compañía de Cemento Antioqueño, que funcionó por cuatro años y con la posterior fundación de la Fábrica de Cementos Argos, en 1934, a cargo de los ingenieros de Minas Carlos Sevillano Gómez, “el apóstol del cemento”, “el hombre a quien le cabía en la cabeza el mapa calcáreo del País” y Jorge Arango Carrasquilla, a la sazón promotor, accionista y primer gerente de esta compañía, cargo que desempeñó por 17 años, para luego ser asesor de la Junta Directiva hasta su muerte.

Entre 1920 y 1923, el geólogo alemán Emil Grosse adelantó el estudio denominado “El terciario Carbonífero de Antioquia”, obra fundamental para el desarrollo de la minería de carbón del suroeste antioqueño, en cuya ejecución participó la Escuela de Minas, a través de sus profesores H. Ehrensperger y Luis F. Osorio y sus egresados, ingenieros civiles y de minas, Tulio Arbeláez, Eduardo Orozco y D. Emilio Restrepo.

Continuando con su política de contratar profesores extranjeros, la Escuela vinculó en 1925 a los ingenieros Roberto Wokittel, de Alemania y Juan Weber de Suiza, y en 1930 incorporó a Juan Stuhlman, para dictar las cátedras de física, química y metalurgia.

En 1935 empieza a funcionar la Planta Metalúrgica Nacional, la cual acomete el estudio geológico y minero de los departamentos de Antioquia y Caldas. Cuatro años más tarde se establece el Servicio Geológico Nacional para evaluar el potencial minero en todo el territorio colombiano.

En 1939 comienza la Segunda Guerra Mundial, lo que significó mayor productividad en la extracción de minerales metálicos y energéticos. La disputa por el suministro de hierro para abastecer la industria bélica de los países en conflicto se centró entonces en los grandes yacimientos de Kiruna, descubiertos en 1647 al norte de Suecia; uno de los motivos estratégicos principales de la invasión de Hitler a Noruega fue precisamente garantizar el transporte del mineral de hierro procedente de tales yacimientos por el puerto de Narvik, que había sido interrumpido por las fuerzas aliadas, al no poder llevarlo directamente a Alemania a través de Suecia y el mar Báltico, dado que éste se congelaba durante el invierno. A partir del fin de la guerra se presentó una verdadera “explosión” de la demanda de metales y minerales energéticos, debido principalmente a la reconstrucción de Alemania y Japón, dando lugar a la apertura, ampliación y tecnificación de numerosas minas y plantas

Es debido a las anteriores circunstancias que a partir de la década de 1940 se desarrollaron las grandes máquinas de arranque, rozadoras y cepillos, los poderosos escudos de protección auto marchantes y las transportadoras de flujo continuo, de cadenas y correas, fabricados principalmente por la firma Westfalia de Alemania; se incorporaron sofisticados automatismos para estas grandes máquinas en Francia; en varios países, se dieron considerables avances en el diseño y construcción de equipos de ventilación y aparatos de comunicación, de medición de flujos de aire, de detección de fuegos y gases, de convergencia y estabilidad de terrenos, se incorporaron los “mineros continuos” (1940 - 1950), el desarrollo de las brocas de carburo de tungsteno (1945),

el advenimiento de explosivos con nitrato de amonio, ANFO (1950) y el uso de micro retardos en la ignición de voladuras; los cargadores de llantas y las excavadoras de cangilones (1955), los ALIMAC para el avance de “Tambores” (1957), los ”Jumbos” multitaladro y las primeras máquinas tuneladoras, “Alpine” y “Boom Miners” (1960), y los sistemas de palas y camiones mineros de gran capacidad en Estados Unidos, dando inicio a las extensas y profundas excavaciones a “cielo abierto” que hoy se conocen en varios países y a las minas subterráneas de enorme capacidad de producción, como las de “Kiruna” en Suecia y “El Teniente” en Chile.

Simultáneamente se generó un enorme progreso en las técnicas y equipos para pruebas de laboratorio y preparación de minerales, trituración, molienda, clasificación, flotación y concentración (molinos autógenos, zarandas, separadores en medios densos y magnéticos, conos, espirales, hidrociclones, y jigs); así mismo, en los procesos de metalurgia extractiva, cianuración, extracción por solventes, lixiviación y uso de bacterias, utilizados en la recuperación de oro y otros metales básicos y preciosos a partir de sus concentrados, y de los métodos piro metalúrgicos, calcinación, tostación, reducción y fundición, para la obtención de metales y aleaciones.

Toda esta acumulación de conocimiento sobre avances tecnológicos en minería fue nutriendo con relativa rapidez los contenidos curriculares en la Facultad de Minas, circunstancia que obligaba a proyectar reformas administrativas de consideración.

Desde su fundación y hasta los primeros años de la década de 1940, cuando los profesores ingenieros de Minas de la Facultad estructuraron los programas de Geología y Petróleos en 1941, y el de Minas y Metalurgia en 1946, la Escuela confería, como sus títulos principales:

- Ingeniero de Minas, otorgado entre otros a Mariano Ospina Pérez, 1912, quien se desempeñó como profesor y llegó a ser Rector de la Escuela y posteriormente Presidente de la República (1946-1950) y a Federico Pérez Uribe, en 1922.
- Ingeniero Civil y de Minas, (entre otros a los destacados egresados Hernán Garcés, 1936; Alejandro Delgado, 1938; Noé Reyes, 1940 y Diego Cárdenas, 1941).
- Ingeniero Civil (como ejemplos están los connotados ingenieros, Vicente Restrepo en 1916 y Horacio Toro, en 1931).

En forma excepcional, la Escuela otorgaba los títulos de Ingeniero Agrónomo, Agrimensor y Práctico de Minas, Licenciado en Ingeniería Civil y Licenciado en Ingeniería de Minas. En el Grado Colectivo del 30 de noviembre de 1939 se les concedió el título de Ingeniero de Minas a 30 egresados, el de Ingeniero Civil y de Minas a 82 egresados y el de Ingeniero Civil a 112 egresados.

Los ingenieros Civiles y de Minas, profesores Gerardo Botero, Alejandro Delgado y Hernán Garcés, con admirable sentido de responsabilidad con el desarrollo de Colombia, ante la inminente reversión a la Nación de la refinería de Barrancabermeja y demás instalaciones petroleras, concesionadas desde 1921, estructuraron en 1941 el programa

de Geología y Petróleos, para formar los ingenieros nacionales en esta área, requeridos para recibir las funciones que venían desempeñando los ingenieros y técnicos de la Tropical Oil Company.

La primera promoción de ingenieros de Geología y Petróleos egresó en el año de 1946 y estuvo conformada por Gustavo Aristizábal, Ángel Góez, Diego Henao, Alfonso Madrigal, Darío Suescún y Bernardo Taborda. Con el apoyo de tan ilustres egresados y de empresas petroleras, como Shell, Esso y Texas, del Servicio Geológico Nacional, el Inventario Minero, Ingeominas y en particular de Ecopetrol, empresas y entidades que siempre han reconocido el histórico aporte de la Facultad de Minas, financiando proyectos de investigación y abriendo sus puertas a las prácticas estudiantiles, el programa de Geología y Petróleos se fue dotando de instrumentos y equipos de laboratorio, ampliando su planta física y docente, lo cual contribuyó en gran medida a su mejoramiento académico, que por tornarse cada vez más exigente, con contenidos diferenciados y campos de acción especializados en cada uno de sus grandes componentes, fue dividido en 1970, dando lugar a sendos programas: Ingeniería de Geología e Ingeniería de Petróleos.

En 1946 se creó la Sección de Minas y Metalurgia en la Facultad y los primeros ingenieros en esta nueva área egresaron a partir de 1950. Por estos años se presentaban amplias perspectivas para el ejercicio de la profesión en las explotaciones de esmeraldas de Muzo y Coscuez; en las grandes empresas auríferas: Frontino Gold Mines, Chocó Pacífico y Pato Consolidated Gold Dredging; en el desarrollo de la industria cementera; en explotaciones de carbón para plantas de energía y procesos siderúrgicos; en depósitos de arenas para la industria del vidrio y para fundición de hierro; en la planta de soda de Betania y las salinas de Zipaquirá; en Acerías Paz del Río y en numerosos frentes de extracción de insumos para la industria manufacturera.

Entre los primeros graduados en Ingeniería de Minas y Metalurgia, cabe mencionar a Gonzalo Jaramillo, 1950; Sergio Arguayo, 1950 y Tiberio Escobar, 1952, quien posteriormente fue Decano de la Facultad.

Anotemos de paso y entre paréntesis, que también han ejercido el principal cargo directivo de la facultad, los Ingenieros Civiles y de Minas, Gerardo Botero, importante investigador y profesor en los temas de minería, geología y paleontología, Alberto Villegas, que también fue Alcalde de Medellín y pionero de la Ingeniería Sanitaria en Colombia y Peter Santa-María, uno de los empresarios más sobresalientes de Antioquia y que ejerció el cargo de Decano por varios períodos; igualmente han desempeñado este cargo los ingenieros de minas y metalurgia, Nelson Gil, fundador de la ingeniería de minas en la Universidad Católica, Madre y Maestra de República Dominicana y el Decano actual John William Branch, doctorado en Ingeniería, a quien le ha correspondido organizar los actos conmemorativos de los 125 años de la Escuela y de nuestra profesión en Colombia.

Es pertinente también señalar que la separación de la ingeniería de Minas y Metalurgia en sus dos componentes fundamentales ha sido una propuesta recurrente a partir de 1962, cuando la presentó por primera vez el Decano de entonces Peter Santa-María, iniciativa que no ha tenido éxito hasta el presente, por lo que en esta área se sigue ofreciendo una sola carrera, que en esencia no es otra que la que nació como el primer programa de estudios de la Escuela de Minas en 1887, la **Ingeniería de Minas**, de la que se han desprendido todas las demás carreras de la Facultad, así se le hayan incorporado a través del tiempo importantes variaciones al plan general de estudios.

Los contenidos curriculares de la nueva carrera a partir de su fundación evolucionaron al ritmo de las políticas sectoriales y las necesidades de la industria minera nacional; en 1940, año en que se creó el Ministerio de Minas y Petróleos (Convertido en Ministerio de Minas y Energía en 1974), se evidenciaba una mayor importancia del carbón en Colombia; sus reservas se estimaban en 2500 millones de toneladas; las unidades extractivas se habían multiplicado y algunas de ellas se hacían más grandes. Por lo tanto, los problemas de seguridad industrial propios de las labores mineras de mediana escala se hicieron presentes y su estudio y solución le fueron asignados a las secciones de Servicios Técnicos y de Investigaciones Científicas del nuevo Ministerio.

Con la ampliación de la red ferroviaria nacional, la creación de medianas industrias, especialmente en los sectores textil y de los materiales de construcción, que aumentaron los requerimientos de carbón para calderas de mayor capacidad y con el montaje de algunas plantas térmicas, se inició en la segunda mitad del Siglo XX lo que se podría llamar el auge de la minería subterránea de carbón, gracias a una mayor mecanización de las operaciones de avance, arranque y transporte en las minas más representativas, paso necesario en la evolución técnica requerida por una mayor demanda, jalónada también por la nueva industria siderúrgica nacional.

Para el año 1944 se habían descubierto los yacimientos de hierro y carbón térmico y siderúrgico en Paz de Río y de calizas en Belencito, en el departamento de Boyacá, lo que propició la creación de la Siderúrgica Nacional de Paz de Río en 1948, inaugurada oficialmente seis años después, incluyendo la operación de las minas de carbón, hierro y caliza con el concurso de técnicos alemanes quienes transfirieron al país las prácticas que sobre seguridad minera se venían aplicando con todo rigor en su país de origen, a raíz de las catastróficas explosiones de grisú y polvo de carbón ocurridas en las principales cuencas carboníferas del viejo continente. En el aspecto siderúrgico cabe anotar que el “Alto horno” para la obtención de arrabio en el proceso de fabricación de Acero fue traído de Francia.

Durante 1953 se realizó el primer censo consolidado de la industria minera en Colombia, en el que se verificó la precariedad técnica y las condiciones de alto riesgo de la mayoría de las explotaciones subterráneas; situación que fue confirmada en el censo para minas y canteras del DANE en 1969 y que por desgracia no ha variado sustancialmente con el tiempo. Las minas más representativas en cuanto a volumen de producción y buenas prácticas de seguridad minera eran para la época: La Chapa, en Boyacá,

con tecnología alemana; La Cascada, en el Valle del Cauca, apoyada por ingenieros belgas, y las de Industrial Hullera, en Antioquia, con sistemas de seguridad asimiladas a las establecidas en La Chapa y adaptadas al medio por ingenieros colombianos preparados en este tema en la Facultad de Minas de la Universidad Nacional de Colombia.

En 1968, el gobierno nacional creó la Empresa Colombiana de Minas, ECOMINAS, (posteriormente transformada en MINERALCO y luego en MINERCOL), para que se encargara de administrar las minas de esmeraldas y los minerales diferentes al carbón y los radiactivos; fueron muchos los ingenieros de minas de la Facultad que se vincularon a las actividades de esta empresa y sus sucesoras.

Entretanto, surgía el interés nacional por generalizar las buenas prácticas operativas en las minas a través de programas de Asistencia Técnica, lo cual se hizo realidad con fundamento en la Ley 20 de 1969, mediante la realización de convenios con la Facultad de Minas y otras universidades, la creación de las oficinas regionales del Ministerio de Minas y Energía en varias zonas del país y la organización de las secciones Técnica y de Higiene y Seguridad del Ministerio en su sede central de Bogotá.

En cuanto a la formación de los ingenieros en el campo de la seguridad industrial en las minas, cabe destacar una misión francesa que bajo la dirección del ingeniero Armand Callabug llegó a Colombia a mediados de la década de 1970, en virtud de un convenio con el Ministerio de Relaciones Exteriores y CDF Internacional, misión que participó en la creación del Centro del Carbón de la Facultad de Minas e introdujo en la discusión nacional y sectorial el concepto de “Modos operatorios”, una especie de guía para realizar las principales labores mineras de manera correcta, eficiente y segura.

A partir de 1973, cuando surgió en el mundo el fenómeno conocido como “La crisis del petróleo”, el objetivo de desarrollar y explotar el gran potencial carbonífero de Colombia se puso en los planes de las grandes compañías petroleras y carboneras multinacionales y se tornó prioritario e inaplazable para el gobierno nacional.

Tal objetivo y en general, el progreso del sector minero colombiano por estos años llevaría consigo mayores exigencias de profesionales y tecnólogos capacitados, y si bien en este aspecto la labor de la Facultad de Minas de la Universidad Nacional de Colombia era ampliamente reconocida, su cobertura no era suficiente, por tanto, otras universidades, tomando como modelo su organización y estructura crearon programas académicos en el área, similares y complementarios, a nivel profesional y técnico, bajo una visión futurista y la premisa cierta de la ocurrencia, en varias zonas geográficas de la Nación, de significativos recursos geológicos de sustancias minerales útiles para el desarrollo de Colombia. Tal es el caso de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, en 1972 y de ahí en adelante se crearon la Fundación Universitaria Ciudad de Popayán, la Fundación Universitaria para el Área Andina, 1983, la Universidad Tecnológica de Quibdó, la Universidad Francisco de Paula Santander de Cúcuta, 1995 y luego la Facultad de Geología y Minas de la Universidad de Caldas.



3. LA FORMACIÓN DE LOS INGENIEROS DE MINAS Y METALURGIA EN LA FACULTAD DE MINAS DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA

*“No me ha dicho aún ningún espíritu
lo que a mi tan complejo me parece
ni en la oscuridad ha resplandecido
el rayo de luz que me ilumine”*

A partir de su creación en 1946, el líder indiscutible del programa curricular y de las formas de enseñanza en Ingeniería de Minas y Metalurgia, en la Facultad de Minas, fue el doctor Gabriel Trujillo, a quien además le correspondió elaborar los contenidos académicos de la carrera y organizar el museo mineralógico en la nueva sede de la Facultad del barrio Robledo, cuyas instalaciones, hoy declaradas Monumento Nacional, fueron diseñadas por el “Maestro” Pedro Nel Gómez, ingeniero civil egresado de la Escuela, extraordinario pintor, escultor y arquitecto, autor de las fantásticas pinturas al fresco que adornan los murales y techos del Aula Máxima de la Facultad, que hoy lleva su nombre.

El “Capi Trujillo”, como le decían sus estudiantes, utilizaba un método pedagógico inductivo, basado en la narración de experiencias y anécdotas, propias y ajenas, sobre actuaciones ingeniosas para la solución de problemas reales en las minas de oro donde ejerció como ingeniero (Tigüí de aluvión y Berlín de socavón) y en la realización de visitas a mineralizaciones y frentes de explotación de todo tipo y tamaño, los que conocía en detalle, puesto que había participado en la elaboración del mapa minero del

departamento de Antioquia, bajo la dirección del ingeniero alemán Roberto Wokittel, quien como ya se ha dicho, también era profesor en la Facultad.

En sus clases de mineralogía práctica, el doctor Trujillo solía acudir a sus famosas exageraciones y divertidas anécdotas para ambientar la aplicación de los procedimientos determinativos del manual de Danna-Hurlbut, conducidos con todo rigor por su leal asistente Guillermo Urrea, que luego de su preparación universitaria dictó las cátedras de Mineralogía y llegó a ocupar la jefatura de la sección de Geología en la Facultad y en la actualidad es profesor de la Universidad de Antioquia.

Con tales estrategias didácticas, el doctor Trujillo lograba despertar el interés de sus alumnos por los temas expuestos, el que avivaba con la distribución de sus textos de clase, “Notas de Minería”, “Mineralogía Determinativa y Análisis al Soplete”, “Agrupación de Cristales” “Cianuración y Amalgamación” y de sus resúmenes reproducidos en mimeógrafo sobre Oro, Esmeraldas y Acerías Paz de Río y con la gestión de numerosas prácticas de estudiante en las principales empresas mineras del país.

Toda esta temática estaba precedida por el ciclo básico de física, química y matemáticas, mayormente a cargo de los legendarios profesores Luís de Greiff, (El loco), Francisco Mira (Pacho Mira), Jorge Mejía (El peludo), Alfonso Ramírez (El mazo), Bernardo Jiménez (don Bernardo), Gabriel Panesso, Gabriel Márquez, que posteriormente sería Decano de la Facultad de Minas y Vicerrector de la Sede Medellín de la Universidad Nacional y Darío Valencia, que además de los anteriores cargos fue también Rector de las Universidades de Antioquia y Nacional de Colombia.

El complemento académico posterior en la carrera de ingeniería de minas y metalurgia se lograba con la lectura del libro de minería aluvial de Roberto Londoño y con las clases y notas de los profesores: Hernán Garcés, de Geología; Gerardo Botero, de Paleontología y Antonio Durán, fundador de la Facultad de Ingeniería Química de la U.de A, de Química teórica. El doctor Durán también dirigía las prácticas de laboratorio de química analítica, química cuantitativa y análisis instrumental, con la sapiente colaboración de su asistente el señor Manuel Toro, el hombre que orientaba los experimentos y suministraba los reactivos y que auxilió por generaciones a los estudiantes en sus trabajos de grado en el área de caracterización química, mineralógica y procesos de beneficio de minerales.

Ya retirado de sus funciones universitarias, el doctor Trujillo fue distinguido al final de sus días con el Premio Nacional de Minería en 1990 y condecorado por el Gobierno Nacional con la orden al mérito Julio Garavito en el año 1994; el liderazgo de la carrera ingeniería de minas y metalurgia había pasado tras su retiro a manos de uno de sus más brillantes alumnos, el Ingeniero de Minas y Metalurgia Tiberio Escobar.

El doctor Tiberio desempeñó en múltiples ocasiones la jefatura de la Sección de Minas y Metalurgia y en 1967 se convirtió en el primer Director del Departamento de Recursos Minerales, marcó por consiguiente una época memorable en la Facultad y la Carrera, caracterizada por unas excelentes relaciones con la empresa privada para la

realización de prácticas docentes en la industria de los recursos minerales y el apoyo de ésta a las investigaciones universitarias y tesis de grado.

Se abrió paso entonces un sistema de enseñanza que incluía el acompañamiento de lecturas y la solución de problemas de los libros clásicos de minas y canteras, en su mayoría traídos de Europa y Estados Unidos, recordemos a Vidal, Stoces, Frietsche, Hartman, en explotación de minas; Langerfors, en Voladuras; Baxter and Park, en Evaluación de Minas, y Gaudin y Taggart, para las operaciones de beneficio de minerales; en este nuevo período también se recurría al análisis monográfico de las principales minas de hierro y carbón en el mundo, descritas en la revista francesa “La industrie minerale”, editada por el Cerchar francés, y que ilustraban sobre instalaciones, formas de acceso, trazados de avances y frentes, servicios mineros, máquinas y elementos, rendimientos y producciones; estos análisis e ilustraciones eran complementados con ejercicios sobre diseños y equipamientos, análogos a los estudiados y muchas veces hipotéticos, para explotar los principales yacimientos de Colombia.

Tal metodología fue aplicada en lo fundamental, con las variantes propias de cada asignatura, por otros docentes del área de minas, como Néstor Castro, el erudito profesor que se desempeñaba eficazmente dictando cualquier tema de los que conforman el amplio espectro de la Ingeniería de Minas, que lideraba los cambios en la estructura curricular del programa, incorporando los temas tecnológicos y las formas docentes que observaba en las empresas y universidades del exterior que solía visitar, dispuesto siempre a orientar a sus estudiantes en la búsqueda bibliográfica y sus trabajos de grado y que particularmente en los tópicos de minería de superficie y economía de minas ponía a disposición de profesores y alumnos una enorme cantidad de libros de su biblioteca particular.

La planta docente de la carrera de minas, estaba conformada además por Jaime Arizmendi, Raúl Reyes y Jairo Gómez, sucesores de Antonio Durán en el área de “las químicas”, los cuales dictaban Termodinámica, Fisicoquímica, Flotación y Metalurgia Extractiva; Henry Ospina, que afirmaba sus valiosas enseñanzas durante sus exigentes exámenes orales y que tenía a su cargo los temas de Yacimientos y Depósitos Minerales; Darío Suescún, Director del Inventario Minero Nacional y defensor vehemente de la propiedad estatal de los recursos minerales, dictaba Geología Económica; Jean F. Toussaint, el notable profesor francés de Geología Física y Estructural, y Jorge Julián Restrepo, ingeniero de minas y dedicado investigador en temas geológicos, se encargaba de los cursos de Petrografía y Mineralogía Óptica.

Complementaban la planta docente en el área de minas, los profesores Pedro Hernández, distinguido este año (2012), como Socio Destacado por la Sociedad Antioqueña de Ingenieros y Arquitectos, SAI, quien llegó a la Facultad tras un brillante paso por el sector minero gubernamental y que con sus motivadoras disertaciones de política minera animaba las cátedras en los temas de Ventilación de Minas y de Evaluación de Yacimientos; Gustavo Jaramillo, el ingeniero venido de Paz del Río, experto en Seguridad de Minas y Beneficio de Minerales; Ignacio Zuluaga, el eficiente jefe de la “Zona

Mínera de Medellín”, en Métodos de Explotación, y algunos profesores ocasionales venidos de Europa para trabajar en la empresa Acerías Paz de Río, como Heribert Shorer, en Economía de Minas; es importante comentar el interés de esta empresa en la formación de su personal técnico y cuadros directivos en la Facultad para lo cual durante este período la llevó a financiar la participación de tales profesores ocasionales y a otorgar becas a muchos de los estudiantes de minas y metalurgia, con la oferta y compromiso de empleo profesional al terminar su carrera.

Mientras tanto, en los países mineros surgían importantes innovaciones en tecnología y equipos para la explotación de minas por métodos subterráneos. Al respecto, en el manual de Hustrulid, 1982, se registran hechos como la utilización de explosivos tipo Gel-Agua (1970), de taladros rotatorios de gran alcance (1971), de Jumbos mejorados (1972) y el desarrollo de máquinas tipo “Boom Miners”, Anderson y Alpine (1976), de segunda y tercera generación en Alemania, Austria y Estados Unidos, para el avance de galerías y la utilización de tuneladoras complejas para proyectos de gran tamaño a partir de 1977.

Tal cúmulo de nuevas invenciones y aplicaciones hizo que en la Facultad se adoptara una pedagogía basada en la búsqueda acelerada de la información correspondiente, se adquirían para su análisis los catálogos de constructores de equipos, como Westfalia, Joy, Ingersol, Atlas Copco y Caterpillar y se enfatizaba la lectura intensiva de libros de texto de la SME y de artículos de autores de Estados Unidos, publicados en revistas e informes periódicos en el campo de la minería, tales como “Minerals Yearbook”, del Bureau of Mines de los Estados Unidos; “Mining Engineering”, de la AIME; “Engineering and Mining Journal”, E&MJ, de Mc Graw Hill Co, y “World Mining”, de Miller Freeman; en el tema del carbón, las revistas más consultadas eran “Coal Age”, “World Coal” y “Coal Week”.

El anterior trabajo analítico y bibliográfico era conducido por los profesores que fueron a especializarse en ese país, en particular a la Escuela de Minas de Colorado, Néstor Castro, Jaime Arizmendi, Eduardo Gómez, Fernando Montes y Jorge H. Posada; luego de una breve introducción a los temas y de la revisión de abundantes referencias de libros, revistas y manuales, se aclaraban dudas y se presentaban informes escritos sobre los temas abordados. En este período se vincularon a la Facultad como profesores de cátedra los Ingenieros de Minas y Metalurgia recién egresados, Jairo Echavarría, Rafael Darío Pérez y Francisco H Vélez.

En medio de esta tendencia general, se aplicaron algunas variantes pedagógicas y formas de enseñanza un tanto diferentes, por parte de profesores provenientes de otras “escuelas del pensamiento minero”, como Orestes Osorio, especializado en la URSS y experto en Perforación y Voladuras, que recomendaba el uso de ciertas fórmulas, gráficas y tablas de aplicación práctica que explicaba y anotaba en el tablero, por lo que sus estudiantes guardaban celosamente sus notas de clase; Jairo Gómez, con un Doctorado de la universidad Trondheim de Noruega, quien hizo un importante aporte al conocimiento de los fenómenos piro metalúrgicos, mediante la utilización

de los diagramas de fases de metales y aleaciones y el montaje y conducción de novedosas prácticas de ensayos al fuego y obtención de metales; Javier Ospina con un amplio conocimiento de los temas propios de la profesión y una estrategia docente muy personal, que consistía en una especie de confrontación con las formas de enseñanza establecidas, de duda metódica respecto a lo estipulado en los textos, de crítica a las formas operativas de la minería nacional y a los alcances del ejercicio profesional, todo ello conducente a la discusión en clase de eventuales soluciones para las problemáticas planteadas.

En medio de tal variedad metodológica, contar con una planta docente estable y capacitada en el programa de Ingeniería de Minas y Metalurgia se volvió una prioridad; la Facultad, hacia mediados de los años 1970 optó por contratar de tiempo completo y dedicación exclusiva profesionales jóvenes y luego mandarlos a realizar estudios de posgrado en el exterior, en las áreas académicas requeridas, particularmente a universidades francesas, a través del convenio de cooperación internacional de Colombia con CDF Internacional y el Gobierno Francés, lo que dio origen en 1975 al Centro del Carbón de la Facultad, del cual fueron sus primeros directores, Tiberio Escobar, quien ya había ido a Francia a especializarse en minería del carbón y los ingenieros geólogos Aníbal Arbeláez y Pedro Ramírez.

En virtud de este convenio vinieron a cooperar los funcionarios franceses Armand Calabuig, André Bernard, Pierre Berte, Bernard Delsahut, Gilles Hallé y Denis Nguyen, entre otros y por Colombia partieron a especializarse en Francia, los profesores William Castro, en Ventilación de Minas, Álvaro Correa en Mecánica de Rocas, Antonio Romero, en Ingeniería de Minas, Alejandro Chica y Gonzalo Mejía en Minería y Geología del carbón y los ingenieros Químicos Jaime Aguirre, Alonso Ocampo y Magdalena Urhán, que estudiaron los temas de pirolisis, gasificación y licuefacción del carbón para dictar las cátedras correspondientes en el posgrado Ciencia y Técnica del Carbón, programa dirigido por el colega Antonio Romero. Como resultado del proyecto de investigación sobre producción de carbón activo, apoyado por el Centro del Carbón, financiado por el CIID de Canadá y liderado por el profesor Jaime Aguirre, se diligenció la primera patente de un proceso de este tipo generado en la Facultad de Minas.

Al anterior proceso académico fueron incorporados en la década de los 1980, los ingenieros Héctor De la Cruz, para el área de Geotecnia aplicada al sostenimiento y fortificación de minas, Juan David Pérez, para Planeación y Diseño de minas a “Cielo abierto” y el ingeniero geólogo Luis Hernán Sánchez, para Evaluación de Yacimientos; posteriormente, en la década del 2000 se vincularon Álvaro Castro, ingeniero de minas graduado en Brasil, para Métodos de Explotación Subterránea y Jorge Martín Molina, en el área de Seguridad de Minas.

En este mismo período sobrevino el uso intensivo de computadores, volviéndose prácticamente imprescindible en aplicaciones de investigación bibliográfica, cálculos de ingeniería, estadística y comunicaciones. Los textos más utilizados eran: G. Meth-

ron y D. Krige, en Geoestadística; Hoeck y Brown y Z.T. Bieniawski, en Mecánica de rocas; Bateman y Mc Kinstry, en Geología y Depósitos minerales, y los temas de Economía minera, Medio ambiente y Desarrollo sostenible, estaban fundamentados en los textos de Toman y Walls, H. Daly, J.M. Naredo y Martínez Allier, principalmente, y tanto profesores como estudiantes iniciaron el aprendizaje conjunto de los nuevos sistemas de enseñanza asistida por computador y de los programas de aplicación para el cálculo de reservas, selección de equipos y diseño de minas y plantas, entre estos los de Datamine, Minex, Surpack, Vulcano, Poem, Mafmo, Isatis y Rinox, entre otros.

En adición a todo este arsenal tecnológico y correspondiendo a la tradición de la enseñanza de la Ingeniería de Minas y Metalurgia, la parte inductiva experimental continua siendo una componente pedagógica básica en la Facultad, es así como el programa se ha nutrido de los conocimientos específicos de ingenieros vinculados a la industria minera, como los Profesores de Cátedra en la actualidad Juan E. Monsalve, Omar Giraldo y Alejandro Cardona.

Para trabajar las asignaturas en el campo de la Metalurgia Extractiva y el Beneficio de Minerales, se conformó un equipo dirigido por Luis A. Meza, Master of Science en Ingeniería Metalúrgica de la Universidad de Idaho, USA, integrado por los ingenieros de Minas y Metalurgia, José Vicente Rincón, Gonzalo Mejía, Luis E. Sánchez, Rosario Porras y por Oscar J. Restrepo, doctor en Metalurgia y Materiales de la Universidad de Oviedo de España y Oswaldo Bustamante, doctor en Ciencias de la Ingeniería de la Universidad de Concepción de Chile.

Este grupo, que estaba integrado además por los calificados ingenieros Químicos, Ana Cecilia Gaviria y Jorge García y posteriormente por el ingeniero metalúrgico Néstor R. Rojas, se encargó de coordinar las actividades de investigación de los estudiantes para sus tesis de pregrado y posgrado y de prestar asesoría y servicios a la industria, primero a través del Proyecto Especial del Cobre, creado en 1980 mediante el Convenio OEA – Colciencias - Universidad Católica de Lovaina, para el estudio de los procesos extractivos de metales básicos y preciosos, asesorado por el profesor belga Jaques De Cuyper, y luego, a través del Centro de Investigaciones en Metalurgia Extractiva, Cimex, creado en 1983 y que ha realizado importantes estudios y programas, con la cooperación de universidades e institutos de investigación nacionales e internacionales, mediante convenios con entidades como CIID del Canadá y la red ibero americana Cytel, con organismos estatales como Minercol, Corantioquia y el SENA y con prestigiosas empresas privadas y pequeños mineros, todo lo cual ha sido vital para la capacitación docente y para hallar soluciones a diversos problemas tecnológicos de la minería nacional.

Mención especial en los campos de investigación y extensión merece la constitución en la Facultad del proyecto llamado “Parque Tecnológico de la Energía y los Minerales”, dirigido desde su inicio, en el año 2002, por el colega Antonio Romero; desde esta organización se han fortalecido las relaciones de la universidad con la industria minera

y las entidades sectoriales y se creó el GEMMA, Grupo de Estudios en Georecursos, Minería y Medio Ambiente, conformado por profesores y estudiantes de pregrado y posgrado, apoyados por un cuerpo flexible de contratistas investigadores.

En lo que respecta a los temas de Mineralurgia y Metalurgia extractiva, el profesor Oscar Jaime Restrepo resalta un hecho de gran significación: *“la Facultad, al contrario de otras universidades de Hispanoamérica, no los ha separado de aquellos que tratan las técnicas, operaciones y servicios para la explotación de minas y ha mantenido el interés por formar sus profesionales en la cadena productiva de manera integral; esta circunstancia, les ha dado competencia y adaptabilidad para ejercer en el sector extractivo nacional e internacional y hablar un lenguaje común con el minero productor de materias primas”*.

Sobre el trabajo actual en la carrera de Ingeniería de Minas y Metalurgia en la Facultad hay dos aspectos con incidencia en el futuro de la profesión que es necesario resaltar: el primero, los vínculos que mantiene su cuerpo docente con pares académicos de instituciones universitarias de otros países, a través de redes de cooperación y asociaciones internacionales de ingeniería, investigación y docencia, como la Sociedad de Profesores de Minas, SOMP, y la Asociación Iberoamericana para la Enseñanza de la Minería, AIESMIN, entre otras, y el segundo, los convenios con otras universidades que ofrecen programas en Ingeniería de Minas, los que han posibilitado el desplazamiento de estudiantes para realizar prácticas y semestres académicos en México, Estados Unidos, España, Argentina, Chile, Brasil, Perú y Mongolia,

No es posible dejar de mencionar al final de esta sinopsis sobre la evolución académica de la Facultad de Minas que, siguiendo los lineamientos de política general de la Universidad Nacional de Colombia, la institución ha hecho énfasis especial en el incremento del nivel de escolaridad de su personal docente y su estrategia para lograrlo es vincular los nuevos profesores con título académico de posgrado y darle facilidad a su planta docente para cursar programas de doctorado y pos doctorado, tanto en el país como en el exterior. Con ello se ha dado un importante giro a la carrera de ingeniería de minas y metalurgia hacia el aprendizaje e investigación en sistematización de procesos y en ingeniería de materiales, liderado éste por los ingenieros de minas y metalurgia, que han adquirido su título de doctorado en diversos países, Oswaldo Bustamante, Oscar J. Restrepo, Antonio Romero, Jorge M. Molina, Giovanni Franco y el actual decano John W. Branch, quienes han acuñado la siguiente frase sobre la historia de la institución con motivo de la celebración de su efeméride: *“125 años de Trabajo y Rectitud formando profesionales líderes con criterios científicos, técnicos y humanísticos de calidad”*



4. GRANDES HITOS DE LA INGENIERÍA DE MINAS EN COLOMBIA

*“No debo cesar en mi búsqueda
pues en el fondo de la mina
hallaré paz, paz eterna.....*

Señalar algunos egresados y profesores de la Escuela y Facultad que han contribuido al fortalecimiento de su profesión y al progreso de Colombia en estos 125 años de historia es un riesgo que estamos dispuestos a asumir, pues sabemos que las omisiones son inevitables en una calificación de esta naturaleza.

Sin el ánimo de ser exhaustivos, tratando en lo posible de no repetir el nombre de los connotados ingenieros que se han destacado en varios proyectos y empresas y además con la seguridad de estar dejando al margen eventos importantes y prestigiosos profesionales, hemos querido privilegiar en la siguiente relación, los hechos y gestiones considerados “Hitos históricos”, en los que la participación de Ingenieros de Minas, Civiles y de Minas y los de Minas y Metalurgia ha sido definitiva, según las referencias de los cronistas de la institución y principalmente de acuerdo con el conocimiento que el autor de estas líneas ha logrado adquirir acerca de empresas, entidades y personajes durante sus estudios sectoriales y ejercicio profesional.

La construcción y operación de **los FERROCARRILES**: “Columna dorsal de la industrialización antioqueña”, los que además jalonaron la minería de carbón en Colombia y en la región y en cuyo trazado, administración y operación participaron los ingenieros: Carlos Cock, Superintendente; Germán Uribe, Ingeniero Jefe; Roberto Arango y Francisco Rodríguez, quienes también fueron egresados y profesores de la Escuela de Minas; Pascual Bravo, Ingeniero de trazado y Alejandro López, quien además de Ingeniero, durante su construcción fue Administrador del Ferrocarril de Antioquia.

Las minas de EL ZANCUDO: Juan de la Cruz Posada, Director de la Mina, profesor de la Escuela de Minas; Efe Gómez, el ingeniero bohemio y gran escritor; Alejandro López, Director de la Sociedad del Zancudo; Bernardo Naranjo, quien luego se vinculó como Vicepresidente a la Asociación Colombiana de Mineros.

El túnel de “LA QUIEBRA”: obra maestra de la ingeniería, vital para el desarrollo de Antioquia y Medellín, propuesto y diseñado en 1908 por Alejandro López, en su Tesis de Grado.

En 1911 se constituye **la compañía FRONTINO and BOLIVIA GOLD MINING**, para explotar minas en Segovia y Remedios. Esta compañía y sus sucesoras han laborado desde entonces minas como El Silencio, Marmajito, Providencia, San Nicolás, de cuyas entrañas, ya en el apogeo o bonanza de los años 1939–1942, se extraían para molienda 18.000 toneladas de mineral. Allí, han ejercido con lujo de competencia los Ingenieros de Minas: Alejandro Delgado, Gonzalo Bueno, Gerente de operaciones; Wilfredo López, en calidad de Super- Intendente y jefes de Departamento como Álvaro Alzate, Fernando Montes, Gustavo Arboleda, Carlos Mario Gómez, Claudia Mercedes Tobón, Rafael Vargas, Martín Estrada y otros prestigiosos colegas. Esta compañía en la actualidad es explotada por la compañía canadiense Grand Colombia Gold, a través de su filial (Zandor Capital).

1932 es el año de la **fundación de la ASOCIACIÓN COLOMBIANA DE MINEROS**, a cargo de los ilustres ingenieros de la disciplina Tulio Ospina, Jesús Escobar, Francisco Cardona, Germán Jaramillo, Gustavo White y Carlos Gutiérrez. La labor que en beneficio de la minería desplegó la Asociación por muchos años, se puede calificar de encomiable, prestando asesoría técnica, vendiendo insumos mineros de buena calidad y a precios accesibles y participando en los grandes debates nacionales en defensa de la actividad minera; su presidente por muchos años, el prestigioso abogado y profesor de la cátedra de legislación minera en la Facultad, Joaquín Londoño, se refería así a los fundadores: “patrióticos propósitos inspiraron a tal grupo de personajes antioqueños cuando se congregaron para crear este organismo”; su vicepresidente técnico fue el Ingeniero de Minas Bernardo Naranjo, quién a su retiro fue reemplazado por otro colega, Juan Fernando Pérez. En los últimos años, la Asociación, de una importancia nacional indiscutible, funcionando desde Medellín para todo el país, ha pasado a ser un capítulo sectorial de la Asociación Nacional de Industriales, ANDI, con sede en Bogotá, dirigido en la actualidad por el geólogo de la Universidad Nacional Eduardo Chaparro.

La constitución y desarrollo de **la INDUSTRIA CEMENTERA NACIONAL**. A partir de la fundación en Bogotá de la fábrica de Cementos Samper, en 1905, han sido muchos los ingenieros de Minas protagonistas en la industria del cemento nacional; en Cementos Diamante, fundada en 1930, en la población de Apulo, Cundinamarca, se desempeñaron Jorge Bernal, Francisco Gómez, Tiberio Escobar, Alfonso Chinchilla, Ismael Cantor, Jairo Echavarría, Jaime Mejía, Vicente Rojas. En Cementos Argos, que inició operaciones en Medellín en 1936, además de los ya citados funda-

dores y primeros directores, Carlos Sevillano y Jorge Arango, podemos mencionar a varios ingenieros de minas de las nuevas generaciones, que dirigen los trabajos en las canteras y minas del grupo económico Argos, que cobijó la mayoría de las fábricas de cemento que existían en Colombia, como Miller Cardona, Martín Monsalve, Alejandro Cardona, Freddy Valencia, Sergio Salazar, Freddy Quintero, actual gerente nacional de minería y a Juan Eugenio Monsalve, actual responsable de la empresa filial de Argos en el área de carbones..

En Cementos Valle, 1941, destacamos a Julián Cock, su primer gerente y a Carlos Gómez, Jaime Marciales, John F. Quintero y Omar Giraldo; en Cementos Nare, 1943, a Benjamín Ferrer, Bernardo Gómez, Arturo Castaño y Félix Arenas, Gonzalo Pérez y Samuel Ramírez; en Cementos Caribe, 1944, a Carlos Duque Salazar, socio fundador y primer gerente, Joaquín Ruiseco, quien dirigió los destinos de la empresa durante 20 años, Carlos Romero, Cesar Salcedo y Mauricio Escobar. Por Cementos El Cairo, 1950, han pasado Pablo Agudelo, Gabriel Palacios, Sergio Jiménez, Juan Eugenio Monsalve y su gerente actual Juan C. Aristizábal. Luego se fundaron las fábricas: Cementos Hércules, también en 1950 y allí estuvo Miguel Ángel Olivella; Cementos de Caldas en 1961, donde trabajaron Félix Arenas, Oscar Delgado, Iván Darío Bernal y Gabriel Patiño; Cementos Boyacá en 1961, con José María María e Iván O. Saldarriaga; en Cementos Río Claro, que se constituyó en 1982 para iniciar producción cuatro años más tarde, se desempeñaron por un tiempo, entre otros, Mario Ramírez, Aurelio Rendón, Luís H. Rivera y por Cementos Paz del Río pasaron varios de los ingenieros de las otras minas y plantas de la compañía, entre ellos los colegas Miguel Ángel Olivella y Francisco Vélez.

Fundación de la revista DYNA en 1933, “la publicación científica y técnica de la Facultad de Minas”; fue su primer director el Ingeniero Civil y de Minas Joaquín Vallejo, renombrado ministro de Estado en varios gobiernos de Colombia, empresario y filósofo, autor de los libros “El Misterio del Tiempo” y “Las Fronteras de la Libertad”; en la actualidad la revista, bajo la dirección del ingeniero de minas y metalurgia Oscar J. Restrepo, ha llegado a su número 171 y desde hace varios años ostenta la categoría A1, la máxima en la clasificación de COLCIENCIAS para este tipo de publicaciones. Es oportuno señalar que el mismo doctor Vallejo Arbeláez en 1937 participó con sus colegas Julián Cock y Juan de la Cruz Posada en la creación de una asociación de ex alumnos de la Escuela de Minas, la que funcionó por unos años, hasta dar paso, en el año de 1962, a la nueva asociación de egresados de la Facultad, **ADEMINAS**, instituida principalmente por los ingenieros civiles Ignacio Arango, Alberto Piedrahita y Juan Santamaría, con el fin de promover el mejoramiento personal y prestigio profesional de sus asociados, así como el desarrollo científico de la Facultad y donde en los últimos años han ejercido la dirección ejecutiva los ingenieros de minas y metalurgia Carlos Darío López y John Jairo Hurtado.

En 1938 comienzan las operaciones de **la Empresa Siderúrgica de Medellín S.A.**, ya desaparecida, en las que se desempeñaron por mucho tiempo los ingenieros de minas y metalurgia: Francisco Gómez, que llegó a ser su Presidente; Rodrigo Mattos, Doctor de la universidad de Illinois y fundador de importantes empresas en el sector metalúrgico; Jairo Gómez, el ilustre profesor varias veces citado en este escrito, y los destacados colegas Humberto Mena y Alonso Giraldo; en su filial SIMINERA, creada hacia 1990 para estudiar y desarrollar áreas carboníferas en el sur del Cesar, trabajaron entre otros, los ingenieros geólogos Alejandro Chica y Álvaro Gómez y los ingenieros de minas y metalurgia Jaime Rivas, Víctor H. Campuzano y Carlos M. Cárdenas; es de anotar que en una de tales áreas, la compañía norteamericana Drummond Ltd., desarrolló el proyecto “La loma”, la más importante mina de carbón a cielo abierto en Colombia después del Cerrejón, donde el ingeniero de minas y metalurgia Carlos M. Cárdenas desempeñó el cargo de Gerente Ambiental y Director de Planeación Minera y que en la actualidad cuenta entre otros colegas, con Jorge Henao, Javier Foronda y Mauricio Arango.

El IFI, Instituto de Fomento Industrial, fue creado mediante decreto 1157 de 1940 en el Gobierno de Eduardo Santos. El IFI tenía por objeto la industrialización del país mediante la creación de nuevas empresas y el impulso a las existentes, en virtud del cual promovió la creación y financió varias empresas consumidoras de minerales, tan importantes como las ya mencionadas Acerías Paz del Río, Planta de Soda de Betania y Siderúrgica de Medellín y como la Empresa Colombiana de Níquel, la Empresa Colombiana de Arrabio, a la que estuvo vinculado el ingeniero de minas y metalurgia Laureano Rendón y Carbones del Carare, con sus operaciones de extracción, lavado y transporte de carbón en Landázuri, Santander, dirigidas por el colega Gonzalo Bueno, seguidamente por Pablo Liemann y luego por otros ingenieros de Geominas S.A., firma que administró esta empresa minera por largo tiempo.

El yacimiento de asbestos de la vereda las Brisas, en Campamento Antioquia, fue descubierto en 1940, su explotación empezó en 1972, bajo la dirección de la firma canadiense Nicolet Industries Inc. Las labores de exploración, explotación y montaje estuvieron a cargo del Ingeniero de Minas colombiano Bernardo Alzate, uno de los más fervientes defensores de la ingeniería nacional y promotor de la inversión minera en Colombia; fueron sus inmediatos colaboradores los colegas José María María e Iván Darío Bernal; posteriormente administró la empresa el colega Humberto Silva, que estuvo varios meses secuestrado por los grupos ilegales que han asolado esta región y esta compañía por muchos años.

Importante para la industria colombiana y para el ejercicio profesional de ingenieros de minas y geólogos, fue la participación de muchos de nuestros colegas en la creación y funcionamiento de **Cristalería PELDAR**, en cuyas minas, plantas y fábricas de Medellín, Zipaquirá y Barranquilla jugaron papel preponderante Gerardo Botero, Hernán Garcés, Tiberio Escobar, Edmundo Ortiz, Alfonso Chinchilla y el ingeniero de geología y petróleos Rafael Mondragón; en sus filiales de Venezuela trabajaron Ál-

varo Mestre y Jaime Espeleta. Otros ingenieros de la Facultad como Rafael Duarte, Luís Guillermo Vélez y Carlos Jaime Gómez, de minas y metalurgia y Eduardo Gómez y Mauricio Vélez, de Geología y Petróleos, también se desempeñaron en el departamento de “Materias primas” de PELDAR.

En 1954 inicia actividades **Acerías Paz Del Rio**. En sus operaciones mineras han participado numerosos ingenieros de minas y metalurgia; los primeros de nacionalidad colombiana que fueron contratados por la empresa, para trabajar en sus minas de carbón, hierro y caliza, fueron: Arturo Castaño, William Botero y Diego Cardona, este último cofundador y profesor de la Escuela de Minas de Sogamoso; después se vincularían a estas explotaciones, entre muchos otros, los colegas Jaime Martínez, Saleh María, Gustavo Jaramillo, Hernán Duque, Fernando Vélez, Ricardo Gallo, Hernán Galeano, Javier Herrón, Jaime Ignacio Vélez y José Salamanca, el primer ingeniero vinculado a la empresa, graduado en la UPTC.

La fundación de AGEMPET, Asociación de Ingenieros de Minas, Geología y Petróleos, fue en 1965; en la elaboración de sus estatutos desempeñó papel clave el doctor Gabriel Trujillo; entre sus fundadores estuvieron connotados ingenieros y profesores de la Facultad de Minas, en las ramas comprendidas en el nombre la Asociación, como Guillermo Gaviria, Pedro Hernández, Eduardo Gómez, Henry Ospina, Hugo Tamayo y Ramiro Pérez su primer Presidente. Cabe destacar como sus realizaciones más importantes:

- Su papel protagónico en la expedición de las leyes 60 de 1967 y 20 de 1969, que establecieron la estructura jurídica fundamental de la propiedad minera en Colombia y que fueron sustentadas desde el punto de vista técnico por miembros de AGEMPET, con el ingeniero Pedro Hernández Gutiérrez a la cabeza.
- Su participación en la Comisión redactora que estudió y redactó el Código de Minas, Decreto 2655 de 1988.
- Sus trascendentales pronunciamientos y logros concretos en pro de las pequeñas firmas de Ingeniería de Consulta Especializada en Minas, Geología e Hidrocarburos, bajo la presidencia del ingeniero geólogo y de petróleo José Darío Velásquez.
- La organización de los Congresos Nacionales de Minería, a cargo del colega ingeniero y profesor Antonio Romero.

La entidad oficial **CERREJON CARBONERAS**, inició actividades en 1969, su primer Gerente, Guillermo Gaviria, distinguido como “Egresado Ilustre” por la Universidad Nacional de Colombia y la Facultad de Minas. El doctor Gaviria es además un connotado empresario y periodista, propietario y director del periódico El Mundo de Medellín y socio y presidente de la firma EERESA, que extrae y concentra minerales de cobre y oro para la exportación en la mina El Roble, municipio del Carmen de Atrato, Chocó.

La compañía **GEOMINAS S.A.**, fundada como una Sociedad Limitada en 1969, es desde su fundación la primera y más importante firma especializada en Geología y Minería del país; esta prestigiosa empresa se ha constituido a través de los años en una especie de posgrado para los ingenieros de minas y metalurgia de la Facultad, en los temas de asesoría, planificación y administración de minas, como antes lo había sido Acerías Paz de Río en los de explotación de minas subterráneas de carbón, mineral de hierro y calizas. Fueron sus fundadores, los Ingenieros de Minas y Metalurgia, Tiberio Escobar, Alfonso Chinchilla, Bernardo Alzate, Gonzalo Pérez, Pablo Liemann, Gonzalo Escobar Cardona y Jorge Julián Restrepo, en asocio de otros Ingenieros Geólogos, también de la Facultad de Minas. Han sido muchos los colegas ingenieros de minas y metalurgia que prestaron y prestan sus servicios en GEOMINAS S.A. y por lo tanto se han nutrido de su experiencia acumulada; entre ellos podemos mencionar a Gonzalo Escobar García, su actual presidente y a Jaime Rivas, Vicente Rojas, Mario Jaramillo, Mauricio Escobar, Oscar Londoño, Daniel Zapata, Carlos Valencia O., Guillermo Velásquez, Heroelia Aguirre, José Velásquez y Martín Torres.

La empresa del Grupo Corona, **SUMICOL**, donde se han destacado entre otros los ingenieros Mario Cardona, Presidente, Efrén Ortiz, Mario Jaramillo, Francisco Hernán Vélez, Juan de Dios Ramírez, Carlos Valencia B., Carlos Rodríguez, Iván Darío Escobar y Hugo Gómez.

En las operaciones de **MINEROS S.A.**, la principal firma explotadora de oro de Colombia, fundada en 1974 con el nombre de Mineros de Antioquia S.A., se han destacado entre otros los ingenieros: Fernando Rico, su Presidente por muchos años y los que han ejercido la Superintendencia y las Gerencias técnica y administrativa de la empresa, Edwin Restrepo, Gabriel Gaviria, Gonzalo Gómez, Rodrigo Cadavid, Rafael Roldán y Ramiro Jaramillo.

En **CARBOCOL S.A.**, entidad estatal creada en 1975 y posteriormente convertida en ECOCARBON, fue designado como su primer Gerente el Ingeniero Civil y de Minas, Hernán Garcés, cuyo nombre ha sido recurrente en este escrito y posteriormente hicieron una gran labor en esta entidad otros connotados profesionales, que actuaron como receptores de la transferencia tecnológica que el mayor proyecto minero de Colombia en toda su historia, El Cerrejón, le ha dejado al país; algunos de los más destacados ingenieros de minas y metalurgia que estuvieron vinculados a los proyectos de esta empresa, antes de su liquidación en el año 2003, fueron: Hernán Duque, Guillermo Serna, Francisco Velásquez, Luís Fernando Tamayo, Humberto Mejía, Jairo Botero, Mario Peláez, Gabriel Patiño y Jorge Mario Alarcón.

La firma del contrato de la **Asociación CARBOCOL - INTERCOR** para la exploración y explotación de la Zona Norte o Bloque B del yacimiento carbonífero del Cerrejón, fue en el año 1976, y el complejo minero y portuario se inauguró oficialmente 10 años después. En su desarrollo y operación se han destacado numerosos colegas, como Oscar Londoño, Vicepresidente de operaciones, Carlos Julio Soto, Mario Jaramillo, Santiago Talero, John Villegas, Juliano Marán, Roberto Castañeda, Rodrigo Salazar,

Roque Castaño, Astrid Sofía Ruiz, Miguel Gutiérrez y muchos otros, quienes han recibido de manera directa un importante conocimiento para transferir a la ingeniería nacional en sistemas de explotación de grandes minas “a cielo abierto”, como las que se han establecido en las cuencas carboníferas vecinas y similares a las del cerrejón como la Loma, la Jagua, Calenturitas y Oreganal, incluyendo programas de capacitación y entrenamiento de personal en técnicas, administración, gerencia, seguridad industrial y conservación del medio ambiente. Este proyecto fue totalmente privatizado en el año 2000, cuando pasó a manos del consorcio de las firmas extranjeras BHP Billiton, Glencore y Ammin Coal, denominado para los efectos de su operación Carbones del Cerrejón. .

La sociedad **CERRO MATOSO S.A.**, constituida por las firmas BHP Billiton, Econíquel y Hanna Mining, para explotar el depósito de lateritas níquelíferas descubierto por la Richmond Petroleum en 1956; inicia la producción de ferroníquel en el Complejo Minero Metalúrgico de Cerro Matoso en julio de 1982. Esta operación también le ha dejado importantes enseñanzas a la ingeniería nacional y considerables aportes al desarrollo nacional y local, en términos de infraestructura, servicios, impuestos y regalías; la empresa, luego de cambiar varias veces su composición accionaria, en 1996 pasó a pertenecer en un 99% al grupo surafricano Glencore Ltd y en un 1% a sus trabajadores. Entre los ingenieros de minas y metalurgia que gestaron y han hecho grande esta empresa se destacan: Adolfo Zambrano, doctor en Metalurgia de la Escuela de Minas de Colorado, quien investigó en Estados Unidos y puso a punto en Colombia el proceso de beneficio de las lateritas níquelíferas, Jaime Gómez y Juan Cascardo, que dirigieron los trabajos de perforación y evaluación del depósito y los ingenieros en plena actividad, Juan Fernando Sejín, Roger Argel, Pedro Oviedo, Marcela Sepúlveda y Luis Alejandro Aparicio, su actual Vicepresidente.

Es de anotar que también ejercieron su profesión en Cerro Matoso S.A. tres prominentes colegas provenientes de universidades del exterior, son ellos Julio Sampedro, graduado en Alemania, Guillermo Gaviria, el Gobernador de Antioquia y apóstol de la “No Violencia” vilmente sacrificado por la guerrilla colombiana y Ricardo Escobar, actual Presidente de la Compañía, quien se ha desempeñado en otros importantes cargos de BHP Billiton, en Surafrica, Londres y Singapur, ambos graduados en Colorado Mining School.

Es particularmente destacable **el papel de la MUJER en la Ingeniería de Minas y Metalurgia**. La primera en obtener su grado en Colombia fue Margarita Rosa Escobar, 1982, y luego obtuvieron este título y han desempeñado su profesión con lujo de competencia y sin restricciones muchas colegas de todas las promociones, entre ellas: Irma Blandón, Silvia Álvarez, Estela Ávila, Yolanda Quiroz, María Puerta, Marina Barrera, Marta Uribe, María Esperanza López, con título de doctorado y profesora de la Universidad de Antioquia, Martha Salazar, Laura V. Toro, Janet Chavarriaga, María L. Moreno, Claudia Giraldo, Zoraida López, Alejandra Aguirre, Fanny Restrepo, Claudia Oviedo y Adriana González, entre muchas otras. En la actualidad la participación

femenina en Ingeniería de Minas ha aumentado considerablemente, hasta el punto que representa cerca de un 30% del total de los estudiantes de la carrera en la Facultad.

En 1986 la empresa EERESA inicia el programa conocido como **Desarrollo y explotación de la Mina “El Roble”**, en un área cuprífera del municipio de El Carmen de Atrato, Chocó, que había sido explorada por la firma Kennecott en los años 1982 y 83; un grupo japonés, conformado por las firmas Nittetsu Mining e Itochu, Co., se encargó del diseño de las operaciones; ya en la fase de explotación, se han utilizado los métodos mineros subterráneos de “Corte y relleno” y “Realce por subniveles” para extraer un mineral que se lleva a la planta de beneficio para obtener concentrados de hasta el 22% de cobre y que contiene oro como subproducto. En esta operación que desde 1998 está a cargo de la empresa colombiana Miner S.A. Además de Guillermo Gaviria, su fundador y socio principal, se han desempeñado en todas las etapas y fases de la operación, los ingenieros de minas y metalurgia de la Facultad: Gabriel Ramírez, su Gerente, Víctor Villalba, Luís Valderrama, Fernando Medina, Wilson Marín, Fernando Bohorquez, Marco A. Saavedra, Fernando Erazo, Hugo Gómez, Carlos Mario Velásquez y Héctor M. Henao, actual profesor de la universidad de Queensland en Australia, luego de obtener sus grados de Maestría y Doctorado en la Universidad de Tohoku, Japón.

En 1987 CARBOCOL construye las Estaciones de Apoyo y Salvamento Minero, en virtud de un convenio con el Gobierno de Polonia, firmado en 1983, conformándose así el **Servicio de Seguridad y Salvamento Minero**, bajo la asesoría de técnicos de este país; Antonio Tavera, que estudió en la facultad y se graduó en Polonia, Humberto Mejía, Jorge M. Alarcón y Fernando Pérez, fueron algunos de los ingenieros de minas de la Facultad que recibieron capacitación para dirigir y operar tales estaciones, ubicadas en Nobsa, Ubaté, Jamundí, Zulia y Amagá, las que posteriormente fueron convertidas en centros de asistencia técnica para la pequeña minería de carbón.

En 1992 se inició **la explotación subterránea en la mina “El Toro”**, del municipio de Abejorral, departamento de Antioquia, la cantera de caliza de Cementos El Cairo, que hasta entonces venía siendo trabajada por el sistema de voladura de “Zapas” y por “Banqueo” en superficie; el primer método “bajo tierra” utilizado fue el de “Cámaras y pilares”, bajo la asesoría de GEOMINAS S.A., y luego, a partir de un estudio de la firma finlandesa Outokumpu Mining Services y la asesoría del ingeniero de minas finlandés Tomás O’Flaherty y con el soporte de un trabajo de grado dirigido por los profesores del programa de minas y metalurgia Javier Ospina y Francisco Zapata, se pasó a explotar la mina por medio de “Sublevel Stopping” (Realce por subniveles), sistema hasta entonces inédito en nuestro medio, preparado y aplicado por los ingenieros de minas y metalurgia de la Facultad: Sergio Jiménez, Juan E. Monsalve, John J. Rodríguez, Juan C. Ruiz y Luís J. Montiel, apoyados por el ingeniero geólogo Jorge I. Tobón y dirigidos por el ingeniero civil Jaime Orrego.

El proceso de creación de **la Asociación de Ingenieros de Minas de Colombia, AIMC**, se consolidó en 1996. Este gremio se presentó oficialmente el 11 de abril de

ese año, cuando se cumplían los 109 años de la carrera de ingeniería de minas. Sus fundadores fueron: Wilfredo López su primer presidente, Jorge Alberto Jaramillo, José Hernán Valencia, Carlos Giraldo, Silvia Álvarez, Germán Montaña, Gabriel Jaime Gaviria, Estela Ávila, Rafael Roldán, Jairo Botero, Julián Villarruel y varios otros Ingenieros de Minas que desempeñaban en ese momento importantes cargos de decisión en las principales empresas mineras del país. La agremiación tenía como fin la integración de sus asociados y la proyección de sus acciones, no sólo para contribuir al liderazgo y promoción de la actividad minera, sino también para estimular el desarrollo personal, ético y científico de los ingenieros que la conforman.



5. OTRAS EMPRESAS, REALIZACIONES Y EGRESADOS

*“... ¡Minero! Guía mis pasos a golpes de tu martillo
y vamos juntos hacia el corazón secreto de la tierra.”*

Es común encontrar ingenieros de minas que durante su vida profesional se han desempeñado tanto en compañías del sector privado, como en entidades gubernamentales y aún en instituciones universitarias; muchos de ellos han intercambiado con frecuencia su campo de actividad; se mueven de las minas de oro de aluvión a las de filón, de estas pasan a las minas de carbón, de allí a las de no metálicos y otros minerales, de las operaciones de explotación pasan a los procesos industriales, de ser asalariados se convierten en propietarios de empresas, tanto mineras como de servicios técnicos e incluso por temporadas trabajan como asesores independientes.

No obstante lo anterior, agrupados según los compartimientos en que se ubican en nuestro recuerdo, nos permitimos señalar en esta efeméride de la Facultad y de la Ingeniería de Minas algunos otros ingenieros que en su mayoría no han sido citados hasta ahora, teniendo en cuenta las actividades o sectores donde mayormente se han desempeñado; la inclusión de los nombres en cada uno de los grupos corresponde exclusivamente al conocimiento que tenemos sobre colegas que merecen destacarse por su valiosa trayectoria personal y por haber ejercido con idoneidad y brillo su profesión en su parte operativa, desafiando los peligros de vivir y trabajar en los campos de Colombia y por el hecho simple y llano de sobrevenir de manera grata, espontánea y recurrente a nuestra ya frágil memoria.

- **La minería de Carbón del interior del país**, que en Antioquia ha sido liderada principalmente por las empresas Industrial Hullera S.A., Carbones San Fernando, las minas Nechí, La Gualí y El Bloque y los ingenieros Alfredo Jaramillo, Alfonso Chinchilla, Rodrigo Arbeláez, Jaime Arizmendi, Fernelly Posada, Darío Castro y Laureano Rendón; en el Valle del Cauca, por las minas La Cascada, Elizondo y Golondrinas y los colegas Dagnery Fernández, Oscar Jiménez, Héctor Molina, Guillermo Vega, Mario Villegas, Juan B. Flórez, Julio Jiménez, Carlos Gallego, Víctor Aguirre, Juan F. Tamayo, Edison Quintero, Carlos M. Morales; en Norte de Santander, principalmente por las minas La Preciosa, San José de los Bermudez y Prominorte y Tomás Charrys, Orlando Antequera, Gabriel Tamayo, Jorge Cardona, Oscar Mejía, Gabriel Patiño, Carlos Ceballos y Jaqueline Sepúlveda; en Cundinamarca y Boyacá, en cuyas minas La Trinidad, El Triunfo, Montecristo, La Mejía, La Chapa, Samacá y otras, en su mayoría explotadas por cooperativas de pequeños productores, se han desempeñado con lujo de competencia principalmente los colegas ingenieros de minas de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, UPTC.
- **La minería de oro:** han sido innumerables los ingenieros de minas que se han desempeñado mayormente en actividades de explotación aurífera, tanto de veta como de aluvión, entre ellos los que son oriundos o han ejercido su profesión en el departamento del Chocó, como Demetrio Valdés, Presidente de la Chocó Pacífico, Víctor Hugo Coutin, Carlos Aspillera, venido de las filipinas, Norman Hincapié, Alberto Martínez, Ary Pernnet, Darío Cujar y los profesores Manuel Rosero y Raul Alzate, y aquellos que han trabajado por mucho tiempo en las regiones del Bajo Cauca y Nordeste Antioqueño, de los cuales recordamos entre otros a Gonzalo Escobar Blandón y Antonio Salinas, reconocidos investigadores de los procesos auríferos, a Humberto Zapata, Gabriel Vallejo, Carlos Montoya, Juan D. Pérez, Jorge Iván Tapias, Rubén D. Chancí, Walter Gutiérrez, Enrique Estrada, Andrés Castellanos, Gonzalo Salcedo, Jorge Castro, Próspero Benavides, Ramón Acevedo, John J. Cuervo, Gabriel J. Álvarez, John Abello, Néstor D. Londoño, Jaime Londoño, Jorge I. Montoya, Carlos A. Muñoz, Jaime Carmona, César A. Domínguez, Iván D. Rojas, Alonso Beltrán, Claudia Tobón, Oswaldo Castaño, Oscar Patiño, Henry A. Madrid, Luís F. Bohorquez, Claudia Tobón, Luz M. Duitama Jesús Castillo y Luís C. Cataño.
- **La obtención de sal** en las minas de Zipaquirá, Sesquilé, Nemocón, Galerazamba y Manaure y **la explotación de azufre** en la mina El Vinagre en el Puracé, Cauca; en la primera actividad incursionaron ingenieros de minas tales como Jorge San Miguel, quien fuera Superintendente de las explotaciones de Zipaquirá por un largo período; Jorge Agudelo, ingeniero delegado por el Banco de la República para asesorar dicha operación y Álvaro Gómez y en la segunda se destacaron los colegas Arturo Castaño, Ernesto Stuewe y Omar Ospina.
- Los que han trabajado en las explotaciones de canteras de **materiales de construcción y no metálicos:** Oscar Delgado, Marcos Montejo, Marco T. Bustamante, Jairo

Echavarría, Vicente Rojas, Jorge Cardona, Cristóbal Blandón, Edwin Restrepo, Santiago Talero, Álvaro Gaviria, Jaime Mejía, Carlos Giraldo, José I. Martínez, Alberto Naranjo, Harly Valencia, Juan Carlos Vélez, Hernán D. Gómez, Iván O. Saldarriaga, Álvaro Vargas y Luz M. Yépez.

- **Directores en el sector público:** en la Dirección de Minas del Ministerio de Minas y Energía, Samuel Urrea, Luis Fernando Tamayo, Víctor Rivera, Albeiro Osorio y Mario Jaramillo; el Director de INGEOMINAS Julián Villarruel, el Gerente de ECOMINAS Ernesto Beltrán, los jefes de División en el Ministerio, Pedro Hernández, Jaime Yépez, Carlos Ruiz, Horacio Gil, Oscar Avendaño, Esaú Hernández y Plinio Bustamante; los Jefes de las Regionales Mineras del Ministerio de Minas y Energía, Ignacio Zuluaga, Jorge Pérez, José Hernán Valencia y Darío Cújar. Es oportuno también destacar al actual Director de Minas de la nueva Agencia Minera Nacional, Hernán Sierra y al director del Registro Minero de la misma entidad, Julio Rojo.
- **Funcionarios de la Secretaría de Minas de Antioquia,** Guillermo Gaviria Correa y Pedro Hernández, que ocuparon el cargo de Secretarios del Despacho del Gobernador, Jorge A. Jaramillo, Héctor Velasco, Janeth Chavarriaga, Luís Carlos Ríos, José D. Villamizar, Mauricio Cardona, Jaime A. Niño, Víctor Aguirre, Patricia Cano. Sandra M. Montoya y Oseas García, entre otros.
- **Empleados de Ingeominas, Mineralco, Minercol y Regionales Mineras:** aquellos ingenieros de minas que a través de los años han ejercido su profesión y han tenido enorme influencia en las actividades y funcionamiento de estas dependencias y entidades, adscritas y vinculadas al Ministerio de Minas y Energía, como los colegas Javier Mazo, Pedro Almario, Rodrigo Ramírez, Roberto Cuervo, Jaime A. Gil, Yaneth Tenjo, Pablo León Agudelo, Byron Gómez, Carlos Giraldo, Silvia Álvarez, María E. Sánchez, Héctor Velasco, Byron Cubillos, Liliana Isaza, Walter Gutiérrez, Luz M. Duitama, Carlos Balcer, Julián Quiceno, Samith Botero y John F. Montaña.
- **Los especialistas** en Economía Minera, Desarrollo Sostenible, Gestión Ambiental o Salud Ocupacional, Juan Carlos Vargas, Giovany Franco, Cristina Llano, Esaú Hernández, Carlos M. Builes, Diana A. Ortega, Mónica del P. Rada, Luz E. Cárdenas, Teresa Martínez, Joaquín Cadavid, Gustavo Otálvaro, Margarita Sierra, Claudia Martínez, Mauricio Estrada, Gerardo Díaz, Erick Arbeláez, Primitivo Hernández, Ángela Vélez, José A. Velásquez y los que se especializaron Francia, Juan Carlos Osorio y Jaime Arias, en Estados Unidos, Ana María Villamizar y Ana Cecilia Realpe, y en Alemania, Diana Chaves.
- **Los empresarios y altos ejecutivos** de compañías Mineras y de Servicios que en los últimos años se han constituido o establecido en el País: Gabriel J. Gaviria, Mineros Nacionales; Gabriel Tamayo, Conminas; Adriana González, Llave de Oro; Juan David Pérez, Minatura; Jorge A. Jaramillo, Carla Resources; Jorge Alzate, Perfotec; Julián Aristizábal, Caldesa; Marta Uribe y José Valencia, MPX; Julián Vi-

llarruel, B2 Gold; John Jairo Hurtado y Manuel Bonnet, Minado Asesores; Ignacio Martínez y Gustavo Valencia, Perforex S.A.S; Héctor De La Cruz, Ischebeck S.A.S.; Oswald Maya, CIMMA Soluciones; Felipe Calderón, Laboratorio Dr. Calderón; Carlos Soto, Colombia Clean Power S.A.S.; Bernardo Naranjo, Rio Claro, Luis G. Vélez, Antioquia Gold; David Londoño y Alfonso López, Anglo Gold Ashanti; Wilfredo López, Holcim, Javier Llano, Caterpillar; Jaime L. Londoño, Piedras Blancas; Luís Valderrama, Inversiones Diamante, Carlos Giraldo, GEMI, y Jorge González y Camilo A. Zabala, ejecutivos de Dywidag Systems, International, en Méjico y Colombia, respectivamente.

- **Funcionarios de otras entidades gubernamentales:** Alfonso Ochoa, en la Secretaría Departamental de Salud Pública, Leonardo Restrepo y Francisco Cuartas, en Obras Públicas de Antioquia; Astrid E. Lema, Honorio Oliveros, Nelson Correa, Víctor Rivera, Reynaldo Jurado, Carlos D. Hernández y Juan C. Burgos, en el Sena; Pablo Zuluaga, en EPM; Guillermo Carvajal, en ISA; Jorge H. Vargas, en EADE y Laureano Rendón, en EDA.
- **Los “Extranjeros”:** los ingenieros de Minas que se prepararon en universidades de Alemania y que luego hicieron un gran aporte a la capacitación de nuestros ingenieros en el País, Juan Fernando Rico, desde la Presidencia de Mineros S.A., Julio Sampedro, en Paz de Río y Cerro Matoso; Germán Montaña, en ECOMINAS. Los Ingenieros de Minas y metalurgia que han ejercido su profesión en el exterior, como Juan Carlos Hiedra, Adolfo Zambrano, Jaime Espeleta, Álvaro Mestre, David González, Carlos De León, Oscar Parra, Darío Lopera y Luís Carmona.
- **Los ingenieros de minas de la UPTC:** han sido muchos los egresados de la Facultad de Minas de Sogamoso que han ejercido con brillo su profesión y se han destacado en el ámbito nacional, mencionaremos sólo algunos de ellos a título representativo: Fernando Chaves, Vicepresidente de producción en Carbones del Cerejón, empresa en la que se ha destacado igualmente el colega Eduardo Orduz; Héctor Forero, Superintendente y Jairo Chaparro, Jefe de Operacione de la Frontino Gold Mines y compañías sucesoras; José J. Salamanca, Director por mucho tiempo de la mina La Chapa; Ariel Albarracín, Director de la central de salvamento minero de Sogamoso; Adolfo Álvarez, prestigioso funcionario de ECOCARBÓN; Gabriel Chiquillo, presidente de FENALCARBÓN en Boyacá, y Jairo Neira, próspero empresario de la industria del carbón.
- **Los de alto vuelo en la Política:** estos son algunos de los ingenieros del área de minas que han ocupado los cargos más importantes del poder ejecutivo: el de Presidente de la República, Pedro Nel Ospina, Mariano Ospina y Rubén Piedrahita (Miembro de la Junta Militar que gobernó el país en 1957); el de Ministro de Estado, Manuel Mosquera (Educación), Tulio Ospina y Humberto Salcedo (Obras Públicas), Joaquín Vallejo (Fomento, Hacienda y Gobierno), Gerardo Silva y Alberto Vásquez (Minas y Energía); el de Gobernador de Departamento, Carlos Cock, Alberto Vásquez y Guillermo Gaviria Correa, en Antioquia, Manuel Mosquera y Juan

B. Hinestroza, en Chocó; el de Alcalde Municipal, Raul Zapata y Alberto Villegas en Medellín, Arturo Montes en Manizales, Félix Arenas en Quibdó, Jorge Urrea en Rionegro y Héctor Velasco en El Bagre, y muchos otros que han pertenecido a las cámaras legislativas, entre ellos Roberto Botero, Guillermo Gaviria Echeverri y Pedro Hernández. Es muy grato destacar en esta categoría a Luis Gilberto Murillo, actual Gobernador del Departamento del Chocó, ingeniero de minas del Instituto de Prospección Geológica de Moscú.

- **Otros connotados carboneros:** en Antioquia, Juan Manuel Rendón, Heriberto Bonilla, Pedro Justo Moreno, Gabriel Aguilar, Jorge González, Gloria Amparo Marín, Alejandro Correa, Juan Humberto Estrada, Jaime Londoño y Mario A. Alzate, este último es un caso admirable y excepcional en nuestro medio, ya que se ha desempeñado con idoneidad reconocida en todos los niveles de la organización laboral minera: obrero raso, topógrafo, tecnólogo, ingeniero de minas y gerente de empresa; en las empresas de la costa atlántica se han destacado además los ingenieros Francisco L. Areiza, Jaime Mejía, Darío Toro, Omar Isaza, Hugo Díaz, Carlos M. Calad, John J. Henao, Jorge H. Lara, Mauricio Toro y Guillermo Morales.
- **Compañías en La Guajira y Cesar:** además de Carbones del Cerrejón y Carbones Colombianos del Cerrejón, en esta región, en las áreas de Oreganal, Calenturitas, El Hatillo, La Loma, El Descanso y La Jagua, han operado varias compañías nacionales y extranjeras, entre las cuales podemos mencionar a Pacific Coal, Caypa, Glencore, Prodeco, Carboandes, Drummond, Pribbenow, Vale, CNR, Carbones de La Jagua y Consorcio Minero Unido.
- **Los hermanos,** es por lo menos curioso la presencia de varios miembros de una misma familia en la carrera de ingeniería de minas en la Facultad, registremos algunos grupos de hermanos: Leonardo y Rafael A. Restrepo, Saleh y José Juan María, Nestor y Darío Castro, Jorge e Iván Darío Bernal, Esaú y Nelson Hernández, Alberto y Nicolás Ossa, Laureano, Aurelio y Darío Rendón, Guillermo y Jorge Gabriel Patiño, Raul y Álvaro Alzate, Pablo y Felipe Calderón, Mauricio y Gonzalo Escobar, Mario y Rodrigo Ramírez, Luis Gabriel y Álvaro Palacio, Luis Guillermo y Carlos A. Morales, Jorge Mario y Walter Alarcón, Juan Carlos y Juan Julián Aristizabal, John y Lorena Berrocal.
- **Los Costeños y costeñas:** gran cantidad de ingenieros de minas y metalurgia han sido oriundos de los departamentos del litoral atlántico, entre ellos recordamos a Jaime Martínez, Pedro Hernández, Carlos Romero, Luis A. Meza, Ary Pernnet, Herlando De la Peña, Gustavo Rodríguez, César Salcedo, Alexander Paternina, Rafael Lopesierra, Luis Carloa Altamiranda, Próspero Benavides, Plinio Bustamante, Astrid Sofía Ruiz, Katherín Hernández, Karen C. Barros, Kelly Oviedo, Erika Riascos, Karina Gómez, Karen Barros y María Luisa Moreno.

No es posible finalizar la relación de ingenieros de minas y metalurgia en esta crónica y dejar pasar la conmemoración de los 125 años de la Facultad sin expresar con

el mayor respeto, nuestros sentimientos de solidaridad con las familias de aquellos colegas cuya vida les fue arrebatada por la violencia absurda que reinó en Colombia por muchos años, mientras cumplían con sus deberes profesionales. Son ellos: Jaime Arizmendi, Samuel Ramírez, Humberto Gómez, Nelson De la Pava, Jaime García, Felipe Vélez, Juan Guillermo Díaz, Javier Ruiz, Antonio García y Guido Sánchez. Así mismo, para los deudos de aquellos que murieron repentina y accidentalmente durante el tiempo de su ejercicio laboral: Pablo Agudelo (Padre), Diego López, Francisco Gómez A., Jaime Montoya, Diego Cardona, Darío Rendón, Guillermo Chica, Diego Posada, Sergio Aristizábal, Alejandro Correa, Roberto Cuervo, Edison Quintero, Iván D. Moreno, George B. Medina y la joven colega Gilma Narváez, que perdió la vida unos pocos días antes de obtener su grado. *“Llor a los sepultos campeones, que no verán ya el cielo entre los socavones”* G. Valencia, “Anarkos”.

EPÍLOGO

A manera de síntesis y conclusión de lo escrito en estas páginas, queremos enunciar algunas ideas para la reflexión sobre el futuro de la Ingeniería de Minas y Metalurgia y el papel de la Facultad de Minas de la Universidad Nacional de Colombia:

Con el recuento a manera de crónica comentada sobre la evolución de las técnicas mineras y la enumeración y comentario de los principales eventos revolucionarios que las han impulsado, se ha dejado constancia de los sólidos fundamentos de la ingeniería de minas y de su apasionante historia, plena de realizaciones en beneficio de la civilización humana e industrial. Sin embargo, advertimos que dadas las enormes implicaciones de la actividad minera en el medioambiente y la economía global, como que demanda intensivamente fuentes energéticas y materiales y aporta enormes cantidades de desechos, sólidos, líquidos y gaseosos al sumidero planetario, la ingeniería de minas aún tiene problemas que resolver y materias por aprobar, para contribuir eficazmente en la búsqueda del desarrollo humano y resolver las incertidumbres y amenazas que hoy se ciernen sobre la permanencia del hombre sobre la tierra.

De la relación sobre empresas mineras y colegas ingenieros de minas, es posible deducir que históricamente su contribución al desarrollo de Colombia ha sido fundamental, en particular con la puesta en marcha de grandes proyectos mineros, como los de El Cerrejón y Cerro Matoso, la creación de prósperas empresas e industrias, como las fábricas y plantas de cemento, de materiales cerámicos y de materiales de construcción y el sostenimiento de la minería tradicional de pequeña y mediana escala de arcillas, oro

y carbón, principalmente. En el futuro, la nación continuará necesitando ingenieros de minas motivados y altamente capacitados en tópicos ambientales, para la extracción de las materias primas de origen mineral que requiere su industria y de los minerales y productos terminados que demandan los mercados externos.

A nivel mundial, varias universidades, entre ellas la Universidad Nacional de Colombia en su Facultad de Minas, han adicionado cursos ambientales a sus programas mineros o han iniciado programas en Ingeniería, Ciencia Ambiental y Cierre de Minas dirigidos a la industria mineral. Con estos aportes, la ingeniería de Minas con formación tradicional deberá ser mantenida en Colombia, para formar profesionales capaces de diseñar y desarrollar tecnologías y responsabilizarse de la toma de decisiones. Por lo tanto, además de fortalecer las áreas básicas de la disciplina, sería conveniente crear especializaciones para que ingenieros de otras áreas, como ambientalistas, electricistas, mecánicos, civiles y administradores se formen en temas mineros.

La necesidad de ingenieros de minas y otros profesionales para trabajar en las minas, no sólo va a corresponder al crecimiento industrial global, sino en razón a la disminuida productividad en muchas operaciones de gran tamaño, cada vez más profundas y alejadas y a que en muchos países, como Estados Unidos, Canadá, Italia, Rumania y Australia se ha producido un cierre de escuelas y facultades dedicadas a la minería, lo que significa una excelente oportunidad para Colombia.

En consecuencia, la Ingeniería de Minas además de cumplir 125 años de brillante historia en Colombia, cuenta con un amplio y despejado porvenir, en el que deberá enfrentar retos, cada vez más exigentes, de modernidad, productividad y competitividad, a nivel nacional e internacional; a su vez, la Facultad tendrá que reforzar sus contenidos curriculares en los temas económicos, de manejo de la información y en particular, en los aspectos conducentes hacia el logro de metas ambientales y de carácter social y humano, de tal modo que los nuevos profesionales no cesen en el empeño de compatibilizar la extracción y utilización de minerales e hidrocarburos, con la conservación de los procesos productivos, el bienestar humano y los ecosistemas.

Dado que es necesario solucionar el problema de los numerosos accidentes, derrumbes y explosiones que se han venido presentando en las unidades de extracción minera, en particular en las minas de carbón, la Facultad también tiene el reto ineludible de preparar sus docentes y formar profesionales especialistas en Seguridad Minera y modos operatorios seguros y de adelantar programas de investigación en mecánica de rocas, comportamiento de terrenos y factores de degradación climática y atmosférica.

Como se ha comprobado con creces, en el cumplimiento de su misión inicial, los ingenieros de la Escuela, convertida desde enero de 1940 en Facultad de Minas de la Universidad Nacional de Colombia, se han impuesto metas ambiciosas que han logrado superar gracias a la tesonera labor de los directivos y cuerpo docente de la institución en su formación profesional, gerencial y empresarial y a ese “algo más”, de carácter intangible y no mensurable, que les ha inculcado una especie de mística, muy

parecido a lo que hoy se denomina sinergia o energía solidaria o simplemente TRABAJO Y RECTITUD, el legendario lema de la Escuela, en virtud del cual han amplificado su reconocida potencialidad.

Por último, queremos expresar nuestro respeto y admiración a los ilustres colegas que por circunstancias de tiempo y espacio no fueron mencionados en la muy limitada reseña anterior, no obstante sus nombres van a estar incluidos en la lista oficial de graduados suministrada por la Facultad, la cual se anexa al final de este trabajo.

ANEXO:

**LOS INGENIEROS DE MINAS
Y METALURGIA POR AÑO DE GRADUACIÓN**



Lista oficial de graduados según Actas suministrada por la Facultad de Minas
y la Asociación de Egresados – ADEMINAS)

1950	Aguayo Jaramillo	Escandón A.	Sergio Gonzalo
1952	Escobar	Restrepo	Tiberio
1955	Chinchilla	Lanciano	Alfonso
1956	Calvache Jaramillo Ortiz	Mesías Angel Pérez	Guillermo Alfredo Luis Edmundo
1958	Castaño Gutiérrez López Restrepo Villegas	Niño Jiménez Gómez Acevedo Varón	Arturo Hernando Jesús María Hernán Mario
1959	Arenas Gómez Sanmiguel	Conto Agudelo Acevedo	Felix Francisco Jorge
1962	Agudelo Álvarez Arango Arizmendi Barrientos Bedoya Beltran Bernal Botero Botero	Gaviria Calle Tobon Velásquez Sánchez Cortes Eusse Botero Suarez	Jaime Enrique Eusebio Jaime Estanislao Javier Ernesto Jorge Jaime William

	Cadavid	Cardona	Hernando
	Cardona	Cardona	Diego
	Cardona	Tobon	Ignacio
	Coutin	Garrido	Victor Hugo
	Duque	Arbelaez	José Luis
	Goenaga	Oñoso	Pedro
	Gomez	Agudelo	Bernardo
	Hernandez	Gutiérrez	Carlos
	Hernandez	Gutiérrez	Pedro
	Hincapie	Orozco	Bernardo
	Ibarra	Contreras	Luis
	Jaramillo	Ramírez	Gustavo
	Jimenez	Arcila	Oscar Antonio
	Londoño	Londoño	Julio Cesar
	Molina	Puerta	Hector
	Moll	Marchena	José María
	Obando	Reyes	Raúl
	Ochoa	Moreno	Alfonso
	Restrepo	Domenech	José María
	Valencia	Giraldo	Luis Carlos
	Vásquez	Jaramillo	Ricardo
	Villa	Marulanda	Ramon
	Viñas	Varela	Leonel
	Yepes	Martinez	Jaime
	Zuluaga	Escobar	Ignacio
1963	Gonima	Gomez	Fidel
	Liemann	Gerlach	Pablo
	Zambrano	Vanegas	Adolfo
1964	Castro	Quintero	Nestor
1966	Beltran	Sabogal	Wilson
	Cardenas	Ponce	Jorge
	Cardona	Bermudez	Mario
	Gil	Gil	Nelson de J.

	Gomez Martinez Pérez Rembaum Restrepo Tabares Tamayo	Uribe Polo Ángel Perlmutes Botero Martinez Tamayo	Jaime Jaime Enrique Gonzalo Felipe Leonardo Julio Adan Luis Fernando
1967	Echeverri Fernandez Salcedo Stuewe	Gonzalez Serra Arroyo	Jesús M. José Dagnery Cesar Augusto Ernesto A.
1968	Pérez Restrepo Serna	Zamora Álvarez Serna	José Miguel Cifra Jorge Julian Guillermo
1969	Jimenez Mattos Velásquez	Z. Daza Rios	Julio Rodrigo José Juan Francisco
1970	Calderon Duque Jimenez Montes Naranjo Pérez Vélez	Saenz Aguirre Zuluaga Monsalve Correa Roldan Vélez	Pablo José Hernan Julio Martin Fernando Alberto Rafael Dario Francisco Hernan
1971	Agudelo Fernandez Restrepo	Jimenez Madrid Botero	José Alvaro Rodrigo Rafael Alberto
1972	Abad	Cock	Jorge Hernando

	Alzate Cuartas Espeleta Osorno Vélez	Osorio Barrera Ariza Fonnegra Campuzano	José Bernardo Francisco Javier Jaime Francisco José de Jesús Antonio
1973	De La Peña Mazo Meza Pernett Villa	Acuña Vega Saucedo Marquez Arias	Herlando Javier Luis Alberto Ary Fernando Alberto
1974	Gallo Marciales Serrano Vélez	Hernandez Castebianco Gutiérrez Upegui	José Ricardo Jaime José del Rosario Luis Guillermo
1975	Arboleda Cadavid Cadavid Castro Charris Echeverria Giraldo Gomez Hinestroza Jaramillo Mena Montejo Ospina Ossa Pelaez Ramírez Rojas Vargas Zapata	Franco Mejía Montoya Marin Ruiz Gonzalez Macias Ochoa Cossio Arbelaez Restrepo Camelo Vargas Betancur Estrada Duque Moreno Pimiento Vargas	Gonzalo de Jesús Rodrigo Antonio Joaquin Guillermo William de Jesús Tomas Hilario Alvaro Alonso Carlos Alberto Juan Betsabe Mario Antonio Humberto Marco Antonio Javier de Jesús Alberto Mario Juan de Dios Vicente Servando Elkin Humberto Eduardo
1976	Bernal	Eusse	Ivan Dario

Calderon	Saenz	Felipe
Cardona	Urrea	Jorge Luis
Espinal	Agudelo	Oscar Antonio
Gomez	Gomez	Jairo de Jesús
Hernandez	Tobon	Esau de Jesús
Mejía	Mejía	Oscar de Jesús
Ortiz	Rave	José Efren
Talero	Mejía	Santiago Alberto

1977

Aguirre	Rueda	Jairo de Jesús
Antequera	Stand	Orlando
Arbelaez	Restrepo	Francisco Rodrigo
Blandón	Restrepo	Cristobal de Jesús
Bustamante	Barrera	Marco Tulio
Cantor	Maldonado	Ismael
Cascardo	Restrepo	Juan Francisco
Correa	Arroyave	Alvaro de La Cruz
Correa	Ochoa	Carlos Gonzalo
Delgado	Montoya	Oscar de Jesús
Duarte	Gandica	Rafael Gustavo
Escobar	Cardona	José Gonzalo
Florez	Martinez	Juan Bautista
Galeano	Duque	Hernan de Jesús
Gaviria	Gonzalez	Gabriel Jaime
Gomez	Giraldo	Alvaro José
Gomez	Vargas	Gonzalo
Gonzalez	Rojas	Fabio
Gutiérrez	Ochoa	Alberto
Hincapie	Toro	Norman Nacianceno
Lopera	Sierra	Leon Dario
Marcos	Maria	Jacobo
Maria	Maria	Saleh Juan
Maria	Maria	José Juan
Medina	Mora	Jaime Alberto
Mejía	Arango	Hector Daniel
Mejía	Laverde	Jesús Humberto
Mejía	Pelaez	Gonzalo
Naranjo	Ferro	Hector

	Palacio Pérez Posada Ramírez Rendon Rendon Restrepo Rincon Rodríguez Saldarriaga Sierra Sylva Tamayo Toro Urrea Vélez	Roldan Santander Escobar Hurtado Ramirez Valencia Urrego Pino Martinez Berrio Campuzano Sánchez Giraldo Velásquez Castaño Roger	Luis Gabriel Jorge Oscar Dario Samuel Enrique Laureano de Jesús Juan Manuel Edwin de Jesús José Vicente Gustavo Adolfo Ivan Orlando Francisco Javier Luis Humberto Gabriel Erasmus Dario Samuel Antonio Gabriel Roberto
1978	Alzate Escobar	Castaño Blandon	Raúl de Jesús Gonzalo Alfonso
1979	Castañeda De La Cruz Escobar Jimenez Lopesierra López Maran Rendon Romero Soto Zuluaga	López Morales Garcia Gutiérrez Arvilla Piedrahita Parpinelli Ramirez Hernandez Vásquez Marin	Roberto Hector Gonzalo Luis Fernando Rafael T. Wilfredo Armando Juliano Aurelio de Jesús Antonio José Carlos Julio Pablo de Jesús
1980	Avendaño	Monsalve	Oscar Hernan

	Botero	Tobon	Jairo
	Carvajal	Marin	Guillermo Leon
	Daza	Higuera	Jairo Alfonso
	Escobar	Garcia	Juan Mauricio
	Estrada	Álvarez	Juan Humberto
	Guzman	Correa	Gustavo
	Jimenez	Arango	Sergio Alberto
	Londoño	Escobar	Oscar Alberto
	Mejía	Pelaez	Jaime Alberto de J.
	Roldan	Jimenez	Rafael Angel
	Sánchez	Zapata	Luis Emilio
	Zapata	Arbelaez	José Daniel
1981	Alarcon	Henao	Jorge Mario
	Alzate	Castaño	Alvaro de Jesús
	Ceballos	Escobar	Carlos Enrique
	Escobar	Pérez	Margarita Rosa
	López	Echeverry	Luis Fernando
	Montoya	Velásquez	Guillermo
	Moreno	Bedoya	Pedro Justo
	Moreno	Monsalve	Luis Fernando
	Patiño	Velásquez	Gabriel
	Pérez	Pérez	Juan Fernando
	Pérez	Schile	Juan David
	Salinas	Echeverry	Antonio Ricaute
1982	Areiza	López	Francisco Leon
	Isaza	Estrada	Omar
	Lopera	Rojas	José Dario
	Palacio	Roldan	Alvaro de Jesús
	Urrea	Mejía	Jorge Alberto
	Vallejo	Molina	Miguel Angel

1983	Alarcon	Henao	Walter de Jesús
	Arbelaez	Jaramillo	Carlos Alberto
	Diaz	Zapata	Hugo Humberto
	Garcia	Otalvaro	Oscar Dario
	Henao	Gaviria	Jorge Alberto
	Jaime	Morales	Zorel
	Lara	Torres	Jorge Hernan
	Lemus	Consuegra	Ernesto José
	Llano	Cifuentes	Javier Alberto
	Martinez	Salgado	Carmelo de Jesús
	Patiño	Rios	Guillermo Antonio
	Rivera	Ordoñez	Luis Hernan
	Salazar	Vásquez	Rodrigo de Jesús

1984	Álvarez	Quintero	Silvia Ines
	Arias	López	Jorge Humberto
	Aristizabal	Ossa	Juan Julian
	Avila	López	Stella
	Blandón	Montes	Irma Stella
	Bustamante	Ortega	Plinio Enrique
	Calle	Uribe	Cesar Augusto
	Cardona	Muñoz	Luis Eduardo
	Castillo	Moreno	Jesús Salvador
	Castro	Vélez	Jorge Alberto
	Castro		Sergio José
	Correa	Florez	Leon Dario
	Gallego	Cifuentes	Silvio
	Garcia	Zapata	Antonio Humberto
	Giraldo	Carrasquilla	Carlos Hernando
	Henao	Florez	John Jairo
	Londoño	Pulgarin	David
	López	Gonzalez	Alfonso
	Mejía	Mejía	Hector Antonio
	Montoya	Londoño	Carlos Enrique
	Morales	Vélez	Luis Guillermo
	Osorio	Cardona	Jesús Albeiro
	Ossa	Betancur	Nicolas Antonio
	Pardo	Álvarez	John Jairo

	Peña Toro Valencia Villarruel	Jaramillo Campuzano Valencia Toro	Gabriel Ernesto Mauricio de Jesús José Hernan Julian
1985	Agudelo Agudelo Agudelo Álvarez Cubillos Gomez Herron López Pizarro Ramírez Valderrama Velasco Velásquez Velásquez Vélez	Alzate Jimenez Trujillo Álvarez Escudero Quiceno Lezcano Arbelaez Jorge Maya Jaramillo Vargas Castrillon Zuluaica Mejía	John Jairo Jorge William Pablo Leon Alirio de Jesús John Byron José Adolfo Javier Carlos Alberto Humberto Mario de Jesús Rodrigo de Jesús Hector Dario Miguel Angel Guillermo Alonso Ivan de Jesús
1986	Alzate Arboleda Aristizabal Barrera Burgos Bustamante Chica Cujar Garcia Gomez Molina Montoya Patiño Rosero Torres Valderrama Valencia	Mesa Arbelaez Ossa Castrillon Villa Rua Vélez Coutin Quijano Palacio Giraldo Ochoa Rios Cuesta Hernandez Palacio Bustamante	Jorge Mario Gustavo Adolfo Sergio Enrique Marina del Socorro Juan Carlos Moises Olwaldo Carlos Guillermo Dario Jaime Alberto Beyron Jesús Salvador Carlos Arturo Jorge Gabriel Manuel Helbert Martin Alonso Luis Gabriel Carlos Mario

1987	Agudelo	Posada	Juan Carlos
	Aguilar	Roldan	Luis Alfredo
	Cordon	Herrera	Guillermo
	Diaz	Santa	Juan Guillermo
	Echavarría	Bustamante	Jairo Antonio
	Gomez	Pelaez	Carlos Mario
	Jaramillo	Betancur	Ramiro Humberto
	Martinez	Arias	Alvaro
	Posada	Castaño	Diego
	Puerta	Bustamante	María Patricia
	Quiroz	Zapata	Yolanda Cecilia
	Rendon	Ramirez	John Dario
	Rivera	Monsalve	Victor Manuel
	Sierra	Vallejo	Margarita María
	Tenjo	Paez	Yaneth Lucrecia
	Valencia	Ossa	Carlos Alberto
1988	Acevedo	Saldarriaga	Ramon Antonio
	Aguilar	Santamaria	Gabriel Hernando
	Aparicio	Soto	Luis Alejandro
	Boneth	Giraldo	Manuel Salvador
	Cardenas	Agudelo	Carlos Mario
	Castaño	Vélez	Jesús Antonio
	De La Pava	Garavito	Nelson
	Duque	Roldan	Jesús María
	Escobar	Mesa	Luis Fernando
	Estrada	Montoya	Martin Bernardo
	Estrada	Ruiz	Francisco Enrique
	Figueroa	C.	Beatriz Elena
	Gallego	Berrio	Gonzalo
	Gil	Botero	Jaime Alberto
	Gutiérrez	Soto	Miguel Enrique
	Henao	Castaño	Javier de J.
	Hernandez	Tobon	Nelson
	Jaramillo	Pereira	Jorge Alberto
	Madrid	Montoya	Henry Alberto
	Marin	López	Wilson Guillermo
	Martinez	Herrera	Alberto Erik
	Otalvaro	Echeverri	Gustavo Alberto

Peña	Muñoz	Marco Fidel
Ricardo	Díaz	Jorge de Jesús
Rodríguez	Ortiz	John Jairo de J.
Sánchez	Uribe	Guido Alonso
Torres	Torres	Ricardo Hernan
Usuga	Pelaez	Edgar
Velásquez	Velásquez	Carlos Mario
Yepes	Rivera	Luz Marina

1989	Bernal	Buitrago	Alfonso
	Calad	Ortiz	Carlos Mario
	Carmona	Franco	Julio Jairo
	Correa	Sierra	Carlos Mario
	Cuervo	Gomez	José Roberto
	Duitama	Muñoz	Luz Mery
	Garces	Valencia	Ivan Diego
	Gonzalez	Puche	Ricardo
	Gonzalez	Ramirez	Adriana María
	Henao	Zapata	Hector Mario
	Jaramillo	Maldonado	Juan Fernando
	Jurado	Molina	Reinaldo de Jesús
	Martinez	Martinez	José Ignacio
	Menco	Menco	Roviro José
	Mesa	Suarez	William
	Mesa	Suarez	William
	Molina	Escobar	Jorge Martin
	Montes	Cardenas	Roger David
	Muñoz	Mesa	Federico de Jesús
	Niño	Cardenas	Jaime Alberto
	Pérez	Aristizabal	Francisco Javier
	Ramírez	Correa	John Mario
	Rojas	Castiblanco	José Fernando
	Ruiz	Duarte	Javier Humberto
	Sánchez	Jaramillo	María Eugenia
	Sierra	Montoya	Claudia Elena
	Tamayo	Villada	Jairo de J.
	Vallejo	Cossio	Gabriel Jaime
	Vargas	Goez	Alvaro Enrique
	Villamizar	Restrepo	José Diego

1990	Aguirre	Arenas	Heroelia del Socorro
	Aguirre	Del Valle	Victor Manuel
	Alzate	Builes	Jaime Augusto
	Alzate	Ferrer	Mario Alonso
	Argel	Barrera	Roger
	Barbosa	Rivera	Januario
	Builes	Gomez	Carlos Mario
	Campo	Sepulveda	Fray Huber de Jesús
	Campuzano	Monsalve	Victor Hugo
	Castellanos	Eljach	José Antonio
	Correa	Jaramillo	Nelson Alberto
	De Leon	Ospino	Carlos Horacio
	Escobar	Martinez	Carlos Alberto
	Fernandez	Laverde	Francisco José
	Giraldo	Barrios	Juan Carlos
	Gomez	Ramirez	Carlos Jaime
	Gonzalez	Peña	Mario
	Hartmann	Arboleda	Willy
	Hernandez	López	José Leonardo
	Hurtado	Cano	John Jairo
	Maya	Sánchez	Oswald
	Medina	Escobar	Carlos Ramiro
	Mojica	Kefer	Carlos Mauricio
	Monsalve	Munera	Martin Fernando
	Monsalve	Oliveros	Juan Eugenio
	Montoya	Beltran	María del Carmen
	Morales	Vélez	Carlos Alberto
	Oliveros	Gomez	Honorio de Jesús
	Pérez	Arias	Luis Alberto
	Posada	Ruiz	Jorge Ignacio
	Realpe	Quintero	Ana Cecilia
	Rios	Alzate	Luis Carlos
	Rivera	Yepes	Olga Lucia
	Rodríguez	Burgos	Francisco Javier
	Salazar	Ospina	Sergio Hernan
	Trujillo	Vélez	Rogelio
	Uribe	Pelaez	Berta
	Valencia	Benitez	Gustavo Adolfo
	Velásquez	Reyes	José Alcides
	Zuluaga	Ortiz	Jorge William

1991	Agudelo	López	Jaime Adolfo
	Alzate	Castano	María Oliva
	Aristizabal	López	Juan Carlos
	Bodhert	Reina	Wilson Federman
	Castrillon	Cardona	Juan Carlos
	Delgado	Cadavid	Miriam Cecilia
	Forero	Piedrahita	Segundo Salvador
	Foronda	Fernandez	Javier de Jesús
	Garcia	Gutiérrez	Álvaro Hernán
	Garcia	Rivera	Oseas de Jesús
	Giraldo	Murillo	Luz Fabiola
	Gomez	Giraldo	Hugo Antonio
	Gomez	Londono	Jhon Jairo
	Jaramillo	Tamayo	Claudia Patricia
	Llano	Suarez	Walter Armando
	López	Gomez	María Esperanza
	Martinez	Martinez	María Teresa
	Medina	Garcia	George Byron
	Morales	Garcia	Carlos Mario
	Narvaez	Patiño	Gilma del Socorro
	Peñata	Cancino	Miguel Angel
	Pineda	Buelvas	Juan Carlos
	Quiceno	Medina	Luis Guillermo
	Restrepo	Baena	Oscar Jaime
	Saldarriaga	Giraldo	Cesar Augusto
	Uribe	López De Mesa	Nora Claudia

1992	Álvarez	Naranjo	Gabriel Jaime
	Arboleda	Hernandez	Francisco Javier
	Arboleda	Rendon	Edwin
	Arcos	Insuasty	Diego Olegario
	Arias	Londono	Dagoberto
	Berrio	Giraldo	Edgar Osvaldo
	Bohorquez	Vahos	Luis Fernando
	Builes	Sepulveda	Tairon Alexander
	Bustamante	Pérez	Raúl Dario
	Cano	Salazar	Patricia Elena
	Cardenas	Gomez	John Fernan

Carmona	Bedoya	Conrado
Castaño	Cardona	Roque Argemiro
Cataño	Cataño	Luis Carmelo
Escamilla	Baldovino	Tomas Euclides
Estrada	Ortiz	Juan Pablo
Jaramillo	Tamayo	Diego José
Londoño	Montoya	Nestor Dario
Marquez	Arcos	Santiago
Mejía	Vélez	Hugo Alberto
Molina	Salinas	Guillermo Leon
Montoya	Rios	Jorge Ignacio
Montoya	Rios	Jorge Ignacio
Moreno	Ospina	Ivan Dario
Palacio	Zapata	Omar Albeiro
Pareja	Pérez	Luis Alfonso
Patiño	Pimienta	Oscar Dario
Porras	Zapata	Cristian
Quintero	Arenas	Edison
Rendon	Giraldo	Sergio Ivan
Rios	Rios	Luis Carlos
Rojas	Ochoa	Ivan Dario
Santa	Botero	Sergio de Jesús
Suarez	Gomez	William
Tapias	Puin	Jorge Ivan
Tobon	Suarez	Claudia Mercedes
Uribe	Rendon	Nelson de Jesús
Valencia	Carvajal	Juan Fernando
Vargas	Castano	Fidel Arbey
Vargas	Montoya	Jorge Hernan
Vargas	Pena	Juan Carlos
Zuluaga	Valencia	Carlos Nicolas

1993

Abisambra	Lemus	Abraham José
Arteaga	Salcedo	Marco Tulio
Balcerro	Forero	Carlos Giovanni
Bravo	Torres	Hermes Ruben
Calad	Londoño	Julian de Jesús
Correa	Marulanda	Juan Alejandro

Cuervo	Muñoz	John Jairo
De Armas	Duran	Ivan
Dominguez	Gomez	César Augusto
Fortich	Hoyos	Hernando Emilio
Gaviria	Agudelo	Adriana María
Giraldo	Salazar	Diana Luz
Gonzalez	Ruiz	Alvaro Eduardo
Jimenez	Bedoya	Diana Pilar
León	Jimenez	Guillermo Enrique
Marin	Agudelo	Gloria Amparo
Martinez	Gonzalez	Claudia Patricia
Moncada	Puerta	Leon Rodrigo
Muñoz	Mesa	Carlos Adolfo
Pérez	Hincapie	Liliana Stella
Rivas	Urrea	Jorge Humberto
Sierra	Montes	Hernan José
Uribe	Monsalve	Javier Emilio
Vásquez	Torres	Óscar Oswaldo
Vélez	Santa Cruz	Jaime Ignacio

1994	Altamiranda	Jaraba	Luis Carlos
	Alzate	Espinosa	Gustavo Adolfo
	Arango	Gutiérrez	Mauricio
	Arismendi	Montoya	Juan Diego
	Benavides	Socarras	Prospero Enrique
	Cano	Caballero	Guillermo Arturo
	Cano	Martinez	Walther Humberto
	Cardona	Arbelaez	Gildardo Alejandro
	Cardona	Echeverri	Luis Fernando
	Celin	Zapata	Mary Patricia
	Chavarria	Piedrahita	Yaneth del Carmen
	Escudero	Pérez	Hector Mauricio
	Gallego	López	Diego Hernan
	Guarin	Alzate	Rodrigo de Jesús
	Lopera	Montoya	José Alberto
	López	Gaviria	Zoraida del Pilar
	López	Quintero	Claudia Cristina
	Marquez	Hincapie	Diego Alberto

	Padilla	Palacio	Santiago
	Pino	Puerta	Joel Dario
	Prieto	López	José Luis
	Quintero	Buitrago	Fredy Alberto
	Restrepo	Rivera	Fanny
	Rojas	Cabrera	José Ignacio
	Salazar	Gomez	Martha Cecilia
	Serna	Arango	Edgar Leon
	Uribe	Londoño	Marta Gladiz
	Valencia	Mosquera	Harly Arturo
	Vélez	Caro	Juan Carlos
	Zapata	Merlano	Hernan Dario
	Zapata	Pérez	Beatriz Elena
	Zapata	Vanegas	Licinio de Jesús
1995	Branch	Bedoya	John Willian
	Chanci	Bedoya	Rubén Darío
	Echeverri	Rivera	Carlos Mario
	Giraldo	Villada	Omar Edison
	Londoño	Madrigal	Silvia Elena
	Mesa	Mejía	Diego Alejandro
	Muñoz	Restrepo	Jorge Ivan
	Sánchez	Zapata	Diego Fernando
	Taborda	Marulanda	Luz Mary
	Vargas	Tisnes	Juan Carlos
	Vélez	Pardo	Angela María
1996	Abello	Rodríguez	John Rafael
	Arango	Escobar	Juan Carlos
	Arias	Restrepo	Jaime Arturo
	Cardenas	Cartagena	Luz Estela
	Cardona	Castano	Adolfo Leon
	Castro	Robles	Jorge Armando
	Echeverri	Pineda	Jorge Alonso
	Erazo	Lozano	Fernando Arturo
	Gonzalez	Toro	Jorge Ernesto
	Hernandez	Gomez	Carlos Arturo
	Londono	Restrepo	Jaime

	Pérez		Carlos Alberto
	Rada	Tobon	Mónica del Pilar
	Rojo	Ospina	Julio Cesar
	Torres	Alzate	Jorge Alberto
	Uribe	Gomez	Eduardo
	Villa	Morales	Juan David
1997	Cifuentes	Álvarez	Pedro Felipe
	Gomez	Agudelo	Hernan Dario
	Hernandez	Mesa	Luis Guillermo
	Ortega	Segura	Diana Alejandra
	Restrepo	Vásquez	Jaime Alberto
1998	Cano	Ortiz	Ferney Antonio
	Estrada	Rendon	Carlos Mario
	Franco	Sepulveda	Giovanni
	Gomez	Parra	Walter Alfonso
	Graciano	Diaz	Julio Cesar
	Hernandez	Vanegas	Jorge Armando
	Llano	Orrego	Cristina Isabel
	Oviedo	Mercado	Kelly Rosa
	Valencia	Rodríguez	Fredy Erney
1999	Aguirre	Ríos	Claudia Patricia
	Beltran	Nuñez	José Alonso
	Cordoba	Gomez	Francisco Javier
	Gutiérrez	Herrera	Walther Alonso
	Hoyos	Figuroa	Alexandra Cecilia
	Londoño	Vera	Jaime León
	Montaño	Orrego	John Fredy
	Muñoz	Ospina	Jorge Andrés
	Osorio	Orozco	Juan Carlos
	Oviedo	Acosta	Claudia Consuelo
	Quiceno	Díaz	Julián David
	Suaterna	Hurtado	Carlos Diego
	Torres	Cañas	Anibal Antonio
	Valencia	Orozco	Edy Alberto
	Villalba	Vergara	Victor Alonso

2000	Castaño Giraldo Macia Mazo Medina Monterroza Montoya Moreno Sejin Sepulveda Zapata	Londoño Maya Madrigal Posada Fernandez Humanez Castrillon Vega Cano Londoño Rendon	Oswaldo de Jesús Claudia Patricia Carlos Andrés Eulises Fernando Antonio Nelson Raúl Victor Manuel María Luisa Juan Fernando Jhon Jaime Lina Marcela
2001	Alvarado Botero Buitrago Cadavid Gomez Ospina Restrepo Salcedo Toro Vargas	Cuesta Botero Henao Calle Gomez Montoya Patiño Prieto Zapata Velilla	Reinaldo Samith Mauricio Diana Patricia Sergio Francisco Alejandro Joaquin Omar Nelson Rodrigo Laura Victoria Rafael Arturo
2002	Aguilera Arbeláez Arias Espinosa Estrada Garcia Garcia Isaza Restrepo Serna Talero Velásquez	Galvez Castañeda Salazar Pujol Cardona Betancur Leal Jaramillo Jaramillo Trejos Cardona Garcés	Gabriel Felipe Erick Franck Luis Fernando Talia Elena Juan Mauricio Jorge William Alba Yaneth Lilliana John Jairo Alenn Celer Lucas José Anibal

2003	Arbeláez	Quintero	Fanner Augusto
	Cardona	Valencia	Nubia del Carmen
	Cuesta	Arévalo	Álvaro Alfonso
	Flórez	Escalante	Jerson William
	García	Álvarez	Oscar Alejandro
	Gonzalez	Acero	Jorge Eliecer
	Jaramillo	Pérez	Katalina María
	Leal	Pérez	Ricardo Javier
	Mesa	Suárez	Andrés Fernando
	Meza	Contreras	Jersain de Jesús
	Montoya	Palacio	Andrés Ignacio
	Mora	Camacho	Hermes Fernando
	Munera	Peña	Judy Alexandra
	Oviedo	Peñata	Pedro David
	Porras	Alzate	Lina Marcela
	Quintero	Serna	Jorge Eliécer
	Rivera	Agudelo	Orlando Arturo
	Ruiz	Coronado	Alexis José
	Soto	Ceballos	Juan Rafael
	Soto	Peña	Haroldo

2004	Aguirre	Quintero	Alejandra
	Araujo	Ramirez	Juan Manuel
	Calderón	Arteaga	Christian Hugo
	Camargo	Espinosa	Diana Rosario
	Cuadros	Mejía	Miguel Antonio
	Escobar	Mendoza	Dimas Eduardo
	Escudero	Restrepo	Sergio Andrés
	Estrada	Vásquez	Jaime Andrés
	Estupiñan	Solano	Luis Alberto
	García	Morales	Luis Fernando
	Giraldo	Cárdenas	Karyn Alexandra
	Gomez	Lopez	Flor Ester
	Gonzalez	Alvarez	Leonardo
	Herazo	Gonzalez	Sol Inés
	Hernandez	Almanza	Primitivo
	Luna	Losada	Leidy Johana
	Marín	Gomez	Hernán Darío

Mejía	Lalinde	Juan Camilo
Murillo	Córdoba	Edilma Elsy
Orrego	Jaramillo	Pedro
Ortiz	Ramirez	Alexandra Milena
Perez	Assia	Ana Maria
Pineda	Martinez	Juan Felipe
Pulido	Henao	Jorge Horacio
Restrepo	Dávila	Juan Carlos
Riascos	Maya	Erika Patricia
Ruiz	Nieves	Astrid Sofía
Villamizar	Retamales	Ana María
Yarces	Restan	Rosana Paola
Zabala	Vallejo	Camilo Adolfo

2005	Acosta	Gamarra	Oscar Javier
	Agredo	Ortiz	Walter
	Cardona	Suarez	Gloria Catalina
	Congote	Londoño	Leon Jairo
	Corrales	Oyola	Manuel de Jesus
	Gomez	Quintero	Hugo Horacio
	Gomez	Usuga	Camilo Alejandro
	Gonzalez	Hoyos	David Elias
	Guevara	Zambrano	Carmen Elena
	Meneses	Ramirez	Jorge Esteban
	Molina	Contreras	Juan Jose
	Montiel	Petro	Luis Javier
	Montoya	Cardenas	Yeny Alejandra
	Montoya	Castañeda	Sandra Milena
	Ochoa	Mira	Mery Helen
	Orozco	Rios	Carlos Augusto
	Paba	Vega	Jose Carlos
	Perez	Gomez	Alvaro Andres
	Pineda	Vargas	Isabel Cristina
	Quintero	Elejalde	Alexander
	Ramirez	Jaramillo	Federico Enrique
	Rivera	Pinzon	Luz Karime
	Rivera	Villamizar	Gabriel Oscar
	Saavedra	Coronado	Marco Antonio
	Sanchez	Iriarte	Diana Maria
	Veloza	Fajardo	Julia Tatiana

2006	Albor	Consuegra	Francisco Rosendo
	Atehortua	Espinosa	Alba Milena
	Barreto	Maya	Martha Maria
	Florez	Castañeda	Juan Felipe
	Garcia	Tabares	Adrian David
	Hoyos	Meza	Carlos Alberto
	Humanez	Usta	Oscar Ernesto
	Jaramillo	Gil	Andres Felipe
	Jimenez	Pisco	Indhira Marcela
	Lezcano	Oquendo	Diego Armando
	Martinez	Rodiño	Jorge Enrique
	Morelo	Restrepo	Kelli Karina
	Parra	Trouchina	Oscar Javier
	Paternina	Fabra	Alexander
	Rodriguez	Sepulveda	Andres Felipe
	Rojas	Sarmiento	Oscar Eduardo
	Ruiz	Herrera	Juan Carlos
	Valencia	Suaza	Edson Andres
	Van Grieken	Epieyu	Kevin Alfonso

2007	Alegría	Gil	Julio César
	Alvarez	Botero	Andres Elias
	Betancur	Suárez	Nataly
	Chica	Osorio	Lina Maria
	Flórez	Mejía	Victor Alfonso
	Garcés	Chavarría	Ángela María
	Gómez	Ávila	Oriana Katherine
	Gómez	Cassab	Karina Rossana
	Gómez	Ramírez	Jaime Alí
	Jimenez	Builes	Carlos Andres
	Marquez	Cordero	Sergio Luis
	Navarro	Hernández	Leonardo Fabio
	Navarro	Rangel	Maryin
	Ortega	Galavis	Hermides Alcides
	Ortega	Galavis	Hermides Alcides
	Osorio	Arteaga	Julian
	Padilla	Agamez	Saul Isaac
	Padilla	Agamez	Saul Isaac

	Pérez	Valencia	José Alejandro
	Ramírez	Ospina	Diliany
	Ramírez	Ospina	Diliany
	Rodríguez	Benitez	Julian
	Usma	Restrepo	Danjhela María
	Vargas	Sofán	Cecilia Antonella
	Velasquez	Restrepo	Carlos Mario
2008	Aroca	Acosta	Mario Yesith
	Ballesteros	Arrieta	Victor Alfonso
	Camargo	Agudelo	Pamela Alexandra
	Cardona	Acevedo	Liliana Marcela
	Chaves	Saldaña	Diana Marcela
	Díaz	Soracá	Yeison Yesid
	Duque	Quintero	Andrés Mauricio
	Gómez	Escobar	Gabriel Alberto
	Hernandez	Pineda	Iván Dario
	Jaramillo	Zapata	Juan David
	Laverde	Castellanos	Gabriel Edinson
	Meneses	Echávez	Francisco Mario
	Meza	Durango	Carlos Andrés
	Pérez	Janer	R Liu
	Ruíz	Bracamonte	Camilo Antonio
	Saavedra	Gomez	Oscar Iván
	Sepúlveda	García	Nohelia Cristina
	Sepúlveda	Ríos	María Marcela
	Soto	Vera	Anderson
	Tamayo	Vélez	John Jairo
	Torres	Montiel	Saudith Marcela
	Vega	Rojas	Carlos Humberto
	Zapata	Mesa	Henry de Jesús
2009	Barros	Miranda	Karen Carolina
	Bedoya	Bustamante	José David
	Berrocal	Galvís	Jhon Edison
	Berrocal	Galvís	Lorena de Jesús
	Caro	Dávila	Jorge Orlando

Ciro	Ocampo	Teison Adolfo
Contreras	Uribe	Carlos Humberto
Escobar	Pérez	Jairo José
Farelo	Panesso	Silvana Rocío
Galué	Rodríguez	Roberto José
Garcés	Granda	Adriana del Pilar
Gómez	Jiménez	Ana María
Hernández	Cortabarría	Katherine del Socorro
León	Lerma	Jaime Luís
López	Gómez	Catalina María
Medina	Carrascal	Juan Pablo
Mendoza	Daza	Alfonso David
Orozco	Restrepo	Carolina María
Otero	De León	Luwing
Ramírez	Álvarez	Yuver Dario
Ramírez	Coterio	Viviana Andrea
Rodríguez	Uribe	Andrés Felipe
Sabogal	Lemus	Carlos Augusto
Salázar	Rondón	Alexander
Samper	Maestre	Danny Ernesto
Tarra	Alamrio	Jorge Armando
Zabala	González	Maribel

2010

Andrade	Romero	Ana Milena
Baquero	Chiquiza	Juan Gabriel
Baquero	Chiquiza	Juan Gabriel
Betancur	Lenis	Juan Camilo
Bustos	Contreras	Yordy Alejandro
Cardona	Molina	Jairo Alonso
Chaverra	Gaviria	Camilo
Córdoba	Quiceno	Cristian Camilo
Cuevas	Corena	Fredy José
Delgado	Jiménez	Jeison Alejandro
Díez	Mora	Cristian Esteban
España	Urresty	Magda Ximeda
Gallego	Mejía	Beatriz Helena
Gámez	Guerra	Nelka Keonela
García	Álvarez	Fabián

Garzón	Vergara	Victor Andrés
Gómez	Cardona	Jorge Armando
Gómez	Rojas	Jaime Andrés
Gómez	Villa	Santiago Alejandro
Gutiérrez	López	Natalia
Gutiérrez	Pacheco	Darusin
Hernández	Medina	Angélica María
Jiménez	Guerra	Harnold
León	Acosta	Rubén Darío
Mejía	Muñoz	Andrés Darío
Mejía	Restrepo	Diana Cristina
Mendoza	Mendoza	Samuel Andrés
Molano	Mesa	Lina Marcela
Osorio	Julio	Katy
Parra	Yépez	Jarol Yamil
Pertuz	Paz	Jim
Pinto	Rodríguez	Miguel Ángel
Restrepo	Potes	Rodrigo Alberto
Rincón	Burbano	Angélica María
Rivera	Romero	Iván Darío
Rodríguez	Iguarán	Roosevelt José
Rodríguez	Jiménez	Bertilda Beatriz
Rodríguez	Pimienta	Carlos Rafael
Taborda	Marín	Dany Andrés
Toro	Canchila	Carlos Alfonso
Triana	Rivera	Daubrin Ignacio
Vallejo	García	María Natalia
Yotagri	Gómez	Vianey Antonio
Zapata	Velásquez	Juan Esteban

2011

Builes	Díaz	Adriana Patricia
Cañas	Correa	Wilman Augusto
Cardona	Castaño	Jhony Andrés
Carrillo	Toncel	Dureiblis Paola
Castillo	Benitez	María Fernanda
Daza	Contreras	Leibnith Beatriz
Del Prado	Polo	Hicliith Giovanis
Figueroa	Álvarez	Iván Fernando

Fortich	Madera	Robinson David
Gallo	Sierra	Adrián Felipe
Gonzalez	Guerra	Leidy Tatiana
Gonzalez	Thomas	Juan Camilo
Guzman	Cuello	Sergio Javier
Herazo	Pérez	Yina Yiseth
Machado	Serrano	Rafael Ignacio
Mendoza	Fragozo	Angelica María
Molina	Garcia	Yeilys del Rosario
Montes	Higuita	Luisa Fernanda
Munera	Velasquez	Diana Catalina
Pérez	Ospina	Santiago
Ramirez	Valencia	Ana Milena
Ruiz	Garay	Karina
Vargas	Morales	Carlos Mario

2012

Acosta	Medina	Karla María
Barrios	Almanza	Manuel Andrés
Bayuelo	Watts	Rafael Enrique
Bernal	Fernandez	Aura Pamela
Chaverra	Arias	Dairo Ernesto
Godin	Regino	Pedro José
Hernandez	Montiel	Victor Manuel
Mendoza	Daza	Gustavo Adolfo
Oviedo	Martinez	Diego Armando
Rangel	Manchego	Edwin David
Rocha	Saldarriaga	Karol Enrique
Rosado	Cantillo	Karina Patricia
Tolozá	Urbaz	Leonardo Elias
Ustariz	Duran	Mario Alfonso

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ADEMINAS, Boletín número 1. Medellín, septiembre de 1966.
- Bravo Betancur, José María. “Monografía sobre la Escuela de Minas”. Medellín, 1987.
- Cementos del Caribe S.A. “50 años de Historia 1944-1994”. Ed. Tercer Mundo, Bogotá, 1994.
- Evolutionary and Revolutionary Technologies For Mining. National Research Council, National Academy Press, Washington D.C. 2002.
- Garcés, G. Hernán. “Geología Económica de los Yacimientos Minerales”. Ed. Mapricol, Medellín 1984.
- Gómez Reyes, Eduardo. “La minería en Colombia”. Revista Minería No 197, marzo de 1984. Medellín
- Hartman, Howard L. “Mining Engineering Handbook”. SME, USA, 1992.
- Hartman, Howard L. “Introductory Mining Engineering”. John Wiley and sons, USA, 1987.
- Humboldt, Alexander V. “La ruta de Humboldt (Selección de textos)”. Villegas editores, Bogotá, 1994.
- Hustrulid, W.A. Ed. “Underground Mining Methods Handbook”. SME, New York, 1982.
- Gobernación de Antioquia. “Breve historia de Antioquia”. Ed. U de A. Medellín, 2000.
- Mumford, L. “Técnica y civilización”. Trad. C. Aznar de Acevedo. Alianza Editorial Madrid 1982.
- Mutmansky, J.M. Environmental Education in Mining Engineering Curricula: perceptions of practicing engineers. Revista Mining Engineering, Abril 2002, pp.35-38.

- National Research Council. "Evolutionary and Revolutionary Technologies of Mining". Washington, D.C. 2002.
- Ospina, E. Livardo, "De la Peña a Las Alturas". Compañía de Cementos Argos S.A. Ed. Bedout, Medellín 1984.
- Poveda R. G. "Historia Social de las Ciencias en Colombia. Ingeniería e Historia de las Técnicas". Vol. IV y V ("La Ingeniería en Colombia"). Colciencias, Bogotá 1993.
- Ruiz, Próspero. "Semblanza de la Ingeniería Antioqueña". En Por los Caminos de la Ingeniería. SAI, EPM, 1996.
- Santa-María Álvarez, Peter. Origen, Desarrollo y Realizaciones de la Escuela de Minas de Medellín. Ediciones Diké Ltda. Medellín, 1994.
- Vargas Pimiento, Elkin. "Los Ingenieros de Minas", El Mundo, 7- 05 de 1996; "Geología y Petróleos en la Facultad de Minas: oportunidades y desafíos", El Mundo. 14- 11- 2001
- Vargas P. Elkin y Jaramillo A. Mario. "Riqueza Profunda: minería para el desarrollo de Colombia". Ed. El Mundo, Medellín, 2007.

Huellas al futuro. 125 años de la Ingeniería de Minas en Colombia.
Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín, Facultad de Minas.

Se imprimó en Todográficas Ltda. en el mes de marzo.

En su composición se utilizó la fuente Garamond de 12 y 18 pts.
Se utilizó papel Bond de 75 grs. para el interior. y Propalcote de 240 grs.
para la carátula.

todograficas92@gmail.com
Medellín - Colombia
2012