
Capítulo 1

Introducción a las diatomitas

Introducción

Se presentan en este capítulo aspectos generales sobre las diatomitas y diatomeas, se describen los antecedentes de la investigación que permitió obtener los resultados publicados en este libro y se muestra el panorama de la ocurrencia y mercado de las diatomitas, a nivel mundial y nacional, que justificó la realización del estudio sobre este material.

1.1 Diatomitas y diatomeas

Las diatomitas son las rocas, y las diatomeas, sus constituyentes.

La diatomita es una roca silíceas, sedimentaria, constituida por diatomeas; de color blanco a crema, suave al tacto, con una apariencia similar a la tiza, químicamente inerte -en la mayoría de químicos y gases-, porosa (poros $<1\mu\text{m}$), con alta capacidad absorbente y baja densidad aparente ($<1\text{g/cm}^3$), lo que le permite flotar en el agua cuando no está saturada. La baja densidad y la porosidad ($>40\%$) determinan sus usos como material filtrante, como relleno en pinturas, en papel y plásticos, como material aislante térmico y sonoro, como medio catalítico y como soporte cromatográfico, entre otros (Ramos et ál., 2007), (figura 1.1).

Las diatomeas son plantas acuáticas unicelulares, eucariontes y fotosintéticas. Sus estructuras fosilizadas están conformados por ópalo-A, de fórmula $\text{SiO}_2 \times n\text{H}_2\text{O}$, cuyo contenido de agua varía entre 4 y 9% (Dress, 1998).

Con base en el estudio de crecimiento de diatomeas modernas, se sabe que proliferan en medios acuosos, tanto en aguas dulces como marinas; las de agua dulce, en ríos y lagos, pueden formar parte del plancton o del bentos. Las diatomeas son autótrofas, es decir, crecen sintetizando sus materiales a partir de sustancias inorgánicas sencillas, como el CO_2 (Flórez y Lozano, 1999), (figura 1.2).

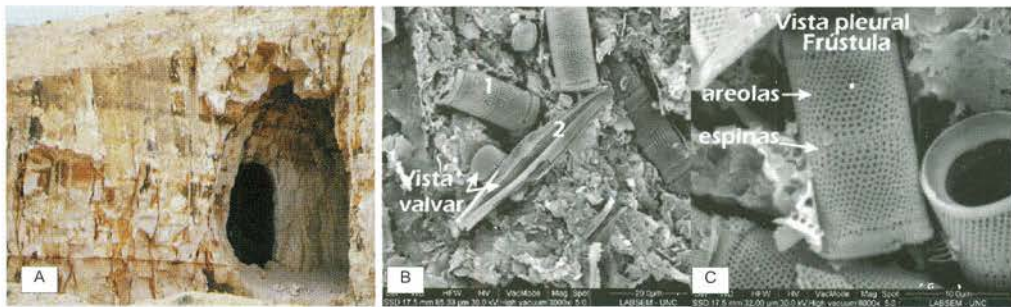


Figura 1.1. A. Diatomita del municipio de Siachoque. B y C. Imágenes en el microscopio electrónico de barrido (MEB) de diatomeas fósiles del área de Chivatá. B. Diatomita compuesta por fragmentos de frústulas de diatomeas y minerales arcillosos, 1-diatomea del orden centrales y 2-diatomea del orden pennales. C. Vista pleural de la frústula de diatomea, en donde se observan las areolas y espinas que unen a las dos valvas.

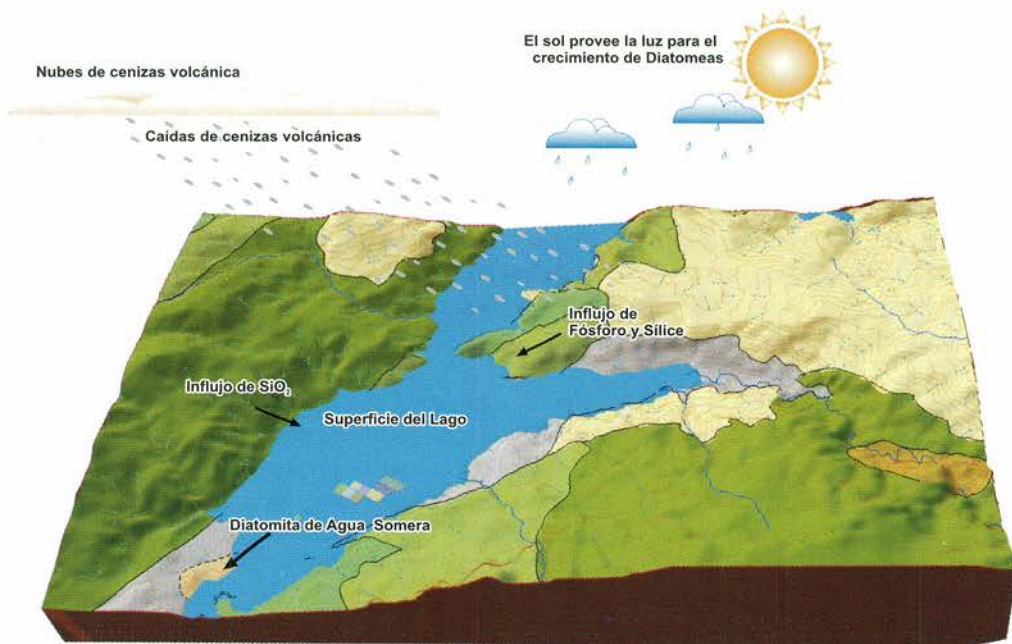


Figura 1.2. Ambiente de formación de las diatomitas. Modelo del área de estudio, sector Siachoque

Estos organismos tienen la capacidad de extraer de su hábitat natural acuoso la sílice con la que forman sus frústulas, y el fósforo, su principal nutriente; la sílice puede provenir de diferentes fuentes: por solución en corrientes, por reacción de las rocas adyacentes con el agua del lago y por el influjo de cenizas volcánicas, y el fósforo, en su mayoría, procede de la meteorización de rocas adyacentes (Dolley & Moyle, 2003).

Cuando las diatomeas mueren se hunden dentro del medio acuoso, formando un sedimento de carácter orgánico; la descomposición del residuo orgánico deja paso a la acumulación de los caparzones silíceos, que se van compactando para convertirse en los depósitos potenciales de diatomita. Acumulaciones de diatomeas en algunos lagos ocurrieron hace miles de años, para producir capas espesas de este material; las diatomeas fósiles más antiguas conocidas son especies marinas del Jurásico inferior; mientras que las de agua dulce aparecieron en el Paleógeno inferior (Round, 1990).

1.2 Antecedentes

La investigación de las diatomitas en el departamento de Boyacá surgió por un interés académico de identificar y conocer la geología, mineralogía y propiedades fisico-químicas de este material, como punto de partida para el desarrollo de prospectos mineros y la participación en el mercado nacional e internacional.

El *Grupo de Investigación Ingeniería Geológica* realizó el proyecto, con el apoyo del *Grupo de Nuevos Materiales y sus Tecnologías de Fabricación*, de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia (Uptc). El equipo de trabajo estuvo conformado por profesores de las Escuelas de Ingeniería Geológica e Ingeniería Metalúrgica; estudiantes de pregrado, en calidad de semilleros de investigación; estudiantes de posgrado, de las maestrías en Ciencias-Geología, de la Universidad Nacional de Colombia (UNAL), y Metalurgia, de la Uptc, como asistentes de investigación; por ingenieros que trabajaron como auxiliares y jóvenes investigadores, y por asesores externos de las universidades Nacional de Colombia, Javeriana y Concepción de Chile.

El objetivo principal de la investigación fue evaluar el uso industrial de diatomitas en el sector Tunja-Chivatá (departamento de Boyacá, Colombia); para esto se plantearon los siguientes objetivos específicos: 1) Revisar y evaluar la información existente sobre diatomitas, 2) Determinar el contexto geológico del área e identificar las manifestaciones de diatomitas, 3) Caracterizar física, química y mineralógicamente las diatomitas y 4) Identificar las aplicaciones industriales de las diatomitas.

El área de estudio está ubicada en la parte central de la Cordillera Oriental de Colombia (figura 1.3), en el departamento de Boyacá, entre los municipios de Tunja, Chivatá y Siachoque, con un área de 225 km².

Una síntesis de la información relacionada con la exploración de diatomita en Colombia, generada por universidades y entidades gubernamentales, es la siguiente:

Yacimientos de diatomita en el Valle del Cauca. Ministerio de Minas y Petróleos (Sandoval, 1953). Es el resultado del reconocimiento geológico llevado a cabo en el sector Cartago-Zarzal, al norte del departamento del Valle del Cauca, con el objeto de establecer las condiciones de explotabilidad de los yacimientos existentes en dicha región.

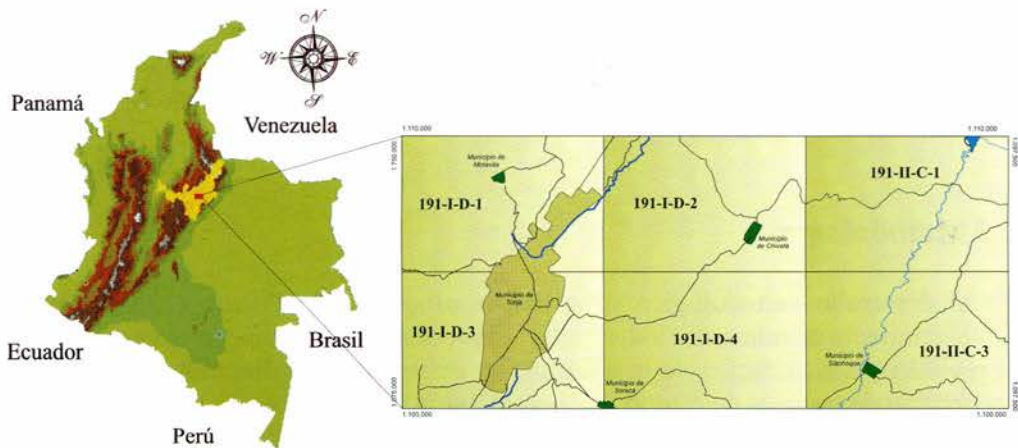


Figura 1.3. Localización del área estudio

Diatomitas. Recursos minerales de Colombia (Cepeda, 1978). Se hace referencia a los yacimientos de diatomita en Colombia, en los departamentos del Valle del Cauca, Cundinamarca, Boyacá y Nariño. Se concluye que en Colombia la producción nacional es menor que la demanda, por lo que se debe importar para suplir las necesidades de la industria.

Yacimientos de tierra de diatomeas de Tunja, Boyacá. Ministerio de Minas y Petróleos (Mutis, 1943). Estudio del yacimiento de tierra de diatomeas situado en la ciudad de Tunja, región de Pie del Alto. Analiza el conjunto de bancos de tierra de diatomeas que está discordante sobre capas de arenisca blanca perteneciente a la parte superior de la Formación Guaduas.

Manifestaciones de diatomitas en la sabana de Bogotá y sus implicaciones económicas, estratigráficas y ambientales. Universidad Nacional de Colombia (Aya y Bello, 1986). Evaluación de los yacimientos de la laguna de La Herrera y la vereda Tibagota, para realizar la caracterización mineralógica, química y física y así determinar el posible uso industrial de las diatomitas de este sector.

Análisis paleoambiental de las diatomitas de Tunja. Universidad Nacional de Colombia (Garzón, 2004). Este estudio analiza las diatomitas formadas en un antiguo lago en la parte sur de Tunja. Identifica 22 especies de diatomeas, de las cuales el 86,3% pertenecen al género *Fragilaria* y el 7,4%, al género *Alucoseira*. Los géneros con menor número de especies fueron Neidium, Rhopalodia y Stauroneis.

Inferencias paleolimnológicas del Holoceno basadas en diatomeas de la laguna Puente Largo, páramo de Frontino, Antioquia. Universidad Nacional de Colombia, Medellín (Lozano, 1999). Estudio paleolimnológico del Holoceno en

Colombia, realizado con base en diatomeas preservadas en sedimentos de la laguna de Puente Largo, donde se identificaron 76 especies de diatomeas, de las cuales el 30.3% pertenece al género *Eunotia*, y el 14.5%, a *Cymbella*. Todas las especies se presentan en un atlas de fotografías.

1.3 Metodología

En el desarrollo metodológico se utilizó la propuesta de Wilson (1994) para el establecimiento de minerales industriales. El proceso comprendió, en su etapa inicial, la revisión y actualización de la información existente sobre diatomitas, y luego, la realización de trabajos de campo que involucraron la identificación y el muestreo de los depósitos. Las muestras colectadas fueron caracterizadas física, química y mineralógicamente, con el fin de establecer su potencial uso industrial (figura 1.4).



Figura 1.4. Proceso metodológico

1.4 Panorama mundial de la diatomita

Las reservas mundiales de diatomita se estiman en 920 millones de toneladas, de las cuales, 250 millones se encuentran en Estados Unidos, y son equivalentes a alrededor de 460 veces la producción global actual (Dolley, 2008); en el 2007 la producción fue de 2.020.000 toneladas. Los principales países productores fueron Estados Unidos de América (41%), China (21%), Dinamarca (12%), Japón (6%), Francia (4%), México (3%) y otros como Alemania, España, Chile, Rumania, República Checa y Perú, con una producción por país menor al 3% (Dolley, 2008), (tabla 1.1).

Tabla 1.1. Producción y reservas de diatomita a nivel mundial, datos de 2006 y 2007

PAÍS	PRODUCCIÓN EN MILES DE TONELADAS		RESERVAS EN MILES DE TONELADAS	
	2006	2007	2006	2007
ESTADOS UNIDOS	799	830	250.000	500.000
CHINA	420	420	110.000	410.000
DINAMARCA	235	240	N.D.	N.D.
JAPÓN	130	130	N.D.	N.D.
FRANCIA	75	75	N.D.	2.000
MÉXICO	60	60	N.D.	2.000
ALEMANIA	54	55	N.D.	N.D.
REPÚBLICA CHECA	40	40	4.500	4.800
PERÚ	35	35	2.000	5.000
ESPAÑA	35	35	N.D.	N.D.
CHILE	30	27	N.D.	N.D.
OTROS PAISES	61	73	N.D.	N.D.

N.D. = No disponible

Fuente: U.S. Geological Survey, Mineral Commodity Summaries, January 2008.

En Estados Unidos, los más grandes yacimientos de diatomita se encuentran en los estados de California, Nevada, Oregon, Washington y Arizona. En Europa, en Francia, Dinamarca, España, Alemania y República Checa. En África, en Algeria, Suráfrica y Kenia. En Asia, en Japón, Corea del Sur y China. En Latinoamérica, en México, Brasil, Argentina, Chile, Perú y Costa Rica (Breese, 1994), (figura 1.5).



Figura 1.5. Localización de los depósitos y plantas de procesamiento de diatomitas

El principal uso de la diatomita es como material filtrante para la clarificación y purificación de líquidos en procesos químicos, metalúrgicos, de alimentos, farmacéuticos, de bebidas y del petróleo; la diatomita, debido a su estructura porosa y composición química inerte, retiene partículas disueltas, en suspensión o coloidales del líquido filtrado, sin modificar las características físico-químicas del producto final. Otra aplicación notable de la diatomita es como material de relleno en las industrias de: pinturas, lacas, papel, insecticidas, plásticos, fertilizantes, varillas de soldadura, tintas de impresión, explosivos y revestimiento dental. También se ha ampliado su uso a la industria de la construcción, produciendo bloques livianos y estructuras aislantes del calor y del frío (Dolley, 2008), (figura 1.6).

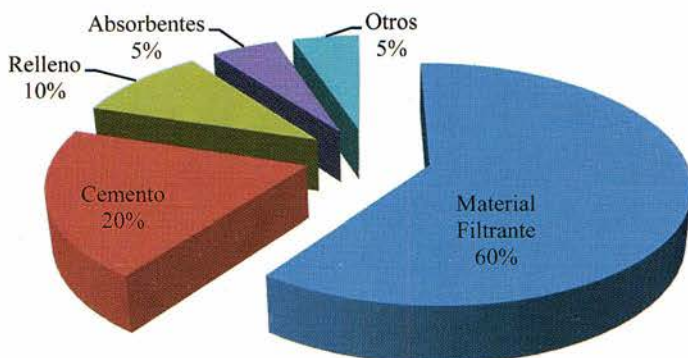


Figura 1.6. Aplicación de la diatomita en Estados Unidos para el año 2008

El valor promedio por tonelada de diatomita beneficiada, vendida por los productores estadounidenses durante 2007, fue de US\$237, 8% más que en el año 2006. Los precios de la diatomita se incrementaron en el 2007 con respecto al año anterior, así: en filtros, un 33%; para relleno, un 11%; para absorbente y aislamiento, un 10% (Dolley, 2008), (tabla 1.2).

Tabla 1.2. Valores promedio de diatomita por tonelada, según sus usos

Usos	2006 US\$	2007 US\$
Absorbente	37	41
Cemento	3	9
Rellenos	395	438
Filtros	264	352
Aislamiento	44	49

Fuente: Dolley, 2008

1.5 Panorama nacional de la diatomita

Yacimientos de diatomita en Colombia se tienen referenciados en Zarzal-Obando-Cartago-La Victoria, en el Valle del Cauca; en la Laguna de La Herrera, en Cundinamarca; en Tunja-La Uvita-Chinavitá-Oicatá, en Boyacá; en Nariño y en la Sabana de Bogotá y sus alrededores (Cepeda, 1978), (figura 1.7).

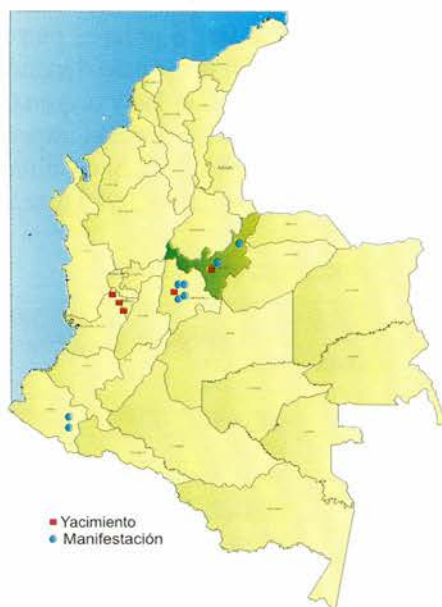


Figura 1.7. Localización de los yacimientos y manifestaciones de diatomita en Colombia

En Boyacá existen ocho licencias de exploración para diatomitas, en los municipios de Chivatá y Siachoque, con un área total de 1.291 ha, las cuales fueron otorgadas entre el 2005 y el 2008 (Gobernación de Boyacá-Secretaría de Minas, 1997).

En Colombia, la diatomita importada es utilizada en las industrias de bebidas y alimentos (Bavaria, Postobón, Maíz/Corn), como medio filtrante; como absorbente y relleno, en las industrias químicas, de pinturas y del caucho (Pintuco, Sempertex), y como refractario para la fabricación de ladrillos de este tipo (Erecos), en la proporción indicada en la figura 1.8.

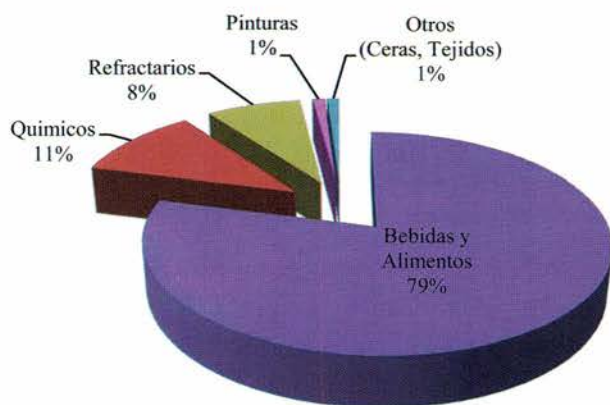


Figura 1.8. Consumo de la diatomita importada en Colombia para el año 2008

En el 2007 se importaron 2.603 toneladas, a precios entre ochocientos mil y dos millones de pesos la tonelada; la variación del precio dependió de los requerimientos particulares de la industria nacional, de la cantidad y origen (Ministerio de Comercio, 2008). El Ministerio de Comercio reportó 86 empresas importadoras que adquieren la diatomita con nombres comerciales como Kieselguhr o Celite, de países como Estados Unidos, México y Chile. En el 2008 se importaron 2.983 toneladas (tabla 1.3).

Tabla 1.3. Importaciones de diatomita en el año 2008

EMPRESA	PAÍS PROCEDENCIA	CANTIDAD (kg)	VALOR FOB (\$)
SOCIEDAD DE REPRESENTACIONES INTERNACIONALES	MÉXICO	20	11.500
HERGRILL Y CIA LTDA.	MÉXICO	13.109	44.446.658
BAVARIA S.A.	MÉXICO	1.186.779	1.029.050.588
CERVECERÍA UNIÓN S.A.	MÉXICO	99.290	86.089.872
SEMPERTEX DE COLOMBIA S.A.	MÉXICO	7.560	27.524.100
SIMONIZ S.A.	MÉXICO	2.974	8.473.200
CERVECERIA DEL VALLE S.A.	MÉXICO	9.875	8.562.900
MATERIALES INDUSTRIALES S.A.	ESTADOS UNIDOS	105.000	31.499.047
COMPAÑIA GLOBAL DE PINTURAS S.A.	ESTADOS UNIDOS	5.647	19.739.136
G&G SUCESTORES Ltda.	ESTADOS UNIDOS	1	96.600
PINTURAS TONNER Y CIA. Ltda.	ESTADOS UNIDOS	3.629	6.377.900
PURE Co LTDA.	ESTADOS UNIDOS	19.051	10.172.900
C.I DE AZÚCAR Y MIELES S.A.	ALEMANIA	1.280	347.300
MERCK S.A.	ALEMANIA	15	984.687
RECKITT BENCKISER COLOMBIA S.A. U.A.P.240	ALEMANIA	21.450	36.082.400
GELCO S.A.	CHILE	45.400	40.185.600
INFEREX S.A.	CHILE	799.700	87.409.027
QUÍMICA INTERNACIONAL S.A. QUINTAL S.A.	CHILE	45.400	47.511.100
INDUSTRIAS DEL MAIZ S. A. CORN PRODUCTS	CHILE	454.026	367.055.019
POSTOBÓN S.A.	CHILE	43.811	41.114.018
QUÍMICA PRODES S.A.	CHILE	90.800	77.427.200
ENLACE CARIBE Ltda.	DINAMARCA	28.560	70.614.600
ELEMENTOS QUÍMICOS LTDA.	ESPAÑA	12	450.800
ITEMA LTDA. Operaciones Integrales	ARGENTINA	3	5.934

Fuente: Ministerio de Comercio, Industria y Turismo, 2008.