



LA FORMACIÓN DE INGENIEROS:  
UN COMPROMISO PARA EL  
DESARROLLO Y LA SOSTENIBILIDAD

15 al 18  
DE SEPTIEMBRE

20  
20

[www.acofi.edu.co/eiei2020](http://www.acofi.edu.co/eiei2020)

# **CAPACIDAD DE ABSORCIÓN DE LAS ARCILLAS DIATOMÉICAS Y SU APLICACIÓN EN LA INDUSTRIA DE HIDROCARBUROS**

**Juan Pablo González Torres**

**Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia  
Tunja, Colombia**

## **Resumen**

El tema de la investigación es la capacidad de absorber diferentes hidrocarburos cada uno de estos con una viscosidad distintas, utilizando muestras de suelos que contengan distintos porcentajes de diatomita, es decir, la cantidad en peso de hidrocarburo que puede retener una porción de suelo definida. Se desarrolla la investigación con el fin de mitigar la exposición de los suelos a hidrocarburos, como lo son; aceite quemado, gasolina, petróleo entre otros, ya que, la característica principal de este material es ser altamente contaminante, por lo que genera problemas sociales como: enfermedades de distintas índoles, deterioro a la fauna y la flora, disminuyendo la calidad de vida del sector afectado.

Teniendo en cuenta que las principales actividades que conllevan al desarrollo de una sociedad es la explotación y aprovechamiento de fuentes de energía, en el caso que nos ocupa corresponde a los hidrocarburos, los cuales, suelen generar cierta preocupación al momento de su extracción y transporte, esta delicada actividad al no desarrollarse adecuadamente afecta el entorno geo-ambiental y la salud humana; teniendo en cuenta lo anterior se debe prestar atención a la conservación, protección y/o recuperación del medio ambiente, debido al constante deterioro de recursos naturales que hay actualmente en todo el mundo. Actualmente, 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

Para analizar esta problemática se desarrolló una metodología basada principalmente en la obtención de muestras de suelo extraídas de diferentes depósitos, ubicados en Tunja y municipios aledaños, para posteriormente hacer un análisis físico del comportamiento que estas tienen al contacto con hidrocarburos y establecer relaciones de las características de las muestras y su

capacidad de absorción, con el fin de servir como base para otros suelos que contengan propiedades similares.

**Palabras clave:** hidrocarburo; absorción; diatomea

### **Abstract**

*The subject of the research is the ability to absorb different hydrocarbons each with a different viscosity, using soil samples that contain different percentages of diatomite, that is, the amount by weight of hydrocarbon that a defined portion of soil can retain. Research is carried out in order to mitigate the exposure of soils to hydrocarbons, such as; burned oil, gasoline, oil among others, since the main characteristic of this material is to be highly polluting, so it generates social problems such as: diseases of different kinds, deterioration of fauna and flora, reducing the quality of life of the affected sector.*

*Taking into account that the main activities that lead to the development of a society are the exploitation and use of energy sources, in the case at hand corresponds to hydrocarbons, which, usually generate some concern at the time of extraction and transport, This delicate activity when not developed properly affects the geo-environmental environment and human health; Taking into account the above, attention must be paid to the conservation, protection and / or recovery of the environment, due to the constant deterioration of natural resources that are currently around the world. Currently, the main use of diatomite is as a filter material for the clarification and purification of liquids in chemical, metallurgical, food, pharmaceutical, beverage and petroleum processes. To analyze this problem, a methodology was developed based mainly on obtaining soil samples taken from different deposits, located in Tunja and neighboring municipalities, to subsequently make a physical analysis of the behavior they have in contact with hydrocarbons and establish relationships of characteristics of the samples and their absorption capacity, in order to serve as a base for other soils that contain similar properties.*

**Keywords:** hydrocarbon; absorption; diatom

## **1. Introducción**

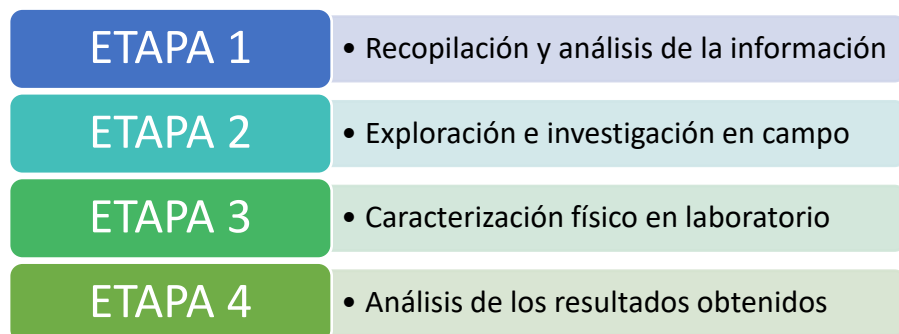
La investigación de las diatomitas en el departamento de Boyacá surgió por un interés académico de identificar y conocer la geología, mineralogía y propiedades físicas y químicas de este material, como punto de partida para el desarrollo de proyectos mineros y la participación en el mercado nacional o internacional [1].

Una de las principales actividades que conllevan al desarrollo de una sociedad es la explotación y aprovechamiento de fuentes de energía, que para el caso que nos ocupa corresponde a los hidrocarburos, los cuales, al ser fluidos no amigables con el ambiente, suelen generar cierta preocupación al momento de su extracción y transporte, esta delicada actividad al no desarrollarse adecuadamente afecta el entorno geo-ambiental y la salud humana; teniendo en cuenta lo anterior

se debe prestar atención a la conservación, protección y/o recuperación del medio ambiente, debido al constante deterioro de recursos naturales que hay actualmente en todo el mundo y que amenaza con el deterioro del planeta. 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 [2].

## 2. Materiales y métodos

Las etapas de la metodología empleada en el proyecto son:



### • **Recopilación y análisis de la información**

La recolección de datos se refiere al uso de una diversidad de documentos a analizar, tales como artículos, libros y bibliografía de investigaciones realizadas, los cuales se utilizaron para el conocimiento previo y avance de la investigación.

### • **Exploración e investigación en campo.**

Una vez reconocidos los materiales diatomáceos en los depósitos, se realizó muestreo y se efectuaron ensayos de caracterización física, se identificó que las diatomeas son plantas acuáticas unicelulares, eucariontes y fotosintéticas. Sus estructuras fosilizadas están conformadas por Opal-A, de fórmula  $\text{SiO}_2 \times n\text{H}_2\text{O}$ , cuyo contenido de agua varía entre 4% y 9% [3]. Estos organismos tienen la capacidad de extraer de su hábitat natural acuoso la sílice con la que forman sus frústulas, 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 flujo de cenizas volcánicas [4]. En Boyacá existen ocho licencias de exploración para diatomeas, en los municipios de Chivata y Siachoque, con un área total de 1.291Ha, las cuales fueron otorgadas entre el 2005 y 2008 [5].

## 3. Resultados

### • **Caracterización física en laboratorio**

- *Límites de consistencia*

Tabla 1. Límites de consistencia.

	<b>TUNJA</b>	<b>DOSQUEBRADAS</b>	<b>SIACHOQUE</b>	<b>CHIVATA</b>
<b>LL</b>	70,77	140,80	118,25	132,49
<b>LP</b>	32,67	121,75	76,12	87,93
<b>IP</b>	38,10	19,05	42,14	44,56
<b>LC</b>	23,00	94,00	46,00	52,00
<b>IC</b>	9,67	27,75	30,12	35,93
<b>IF</b>	14,18	54,03	38,11	41,45

Fuente: Autor (2020)

Para la determinación del límite de contracción, se realizó de forma gráfica utilizando el límite líquido y el índice de plasticidad en la carta de plasticidad de Casagrande, siguiendo lo planteado en "An introduction to Geotechnical Engineering" [6]

Los valores de límites líquidos y plásticos de Dosquebradas, Siachoque y Chivata están por encima del 100% y 50% respectivamente, lo cual nos indica que estos materiales corresponden a una Montmorillonita, mientras que los límites encontrados en Tunja corresponden a una Nontronita. Como se observa en la tabla 1, el índice de plasticidad de las muestras de Tunja, Siachoque y Chivata, son valores altos, lo cual nos indica que estos suelos tienen características plásticas muy elevadas, mientras que el índice de plasticidad de Dosquebradas se encuentra muy por debajo de estos valores teniendo una plasticidad media.

- *Gravedad específica*

De los ensayos de gravedad específica se obtuvieron los siguientes resultados.

Tabla 2. Límites de consistencia.

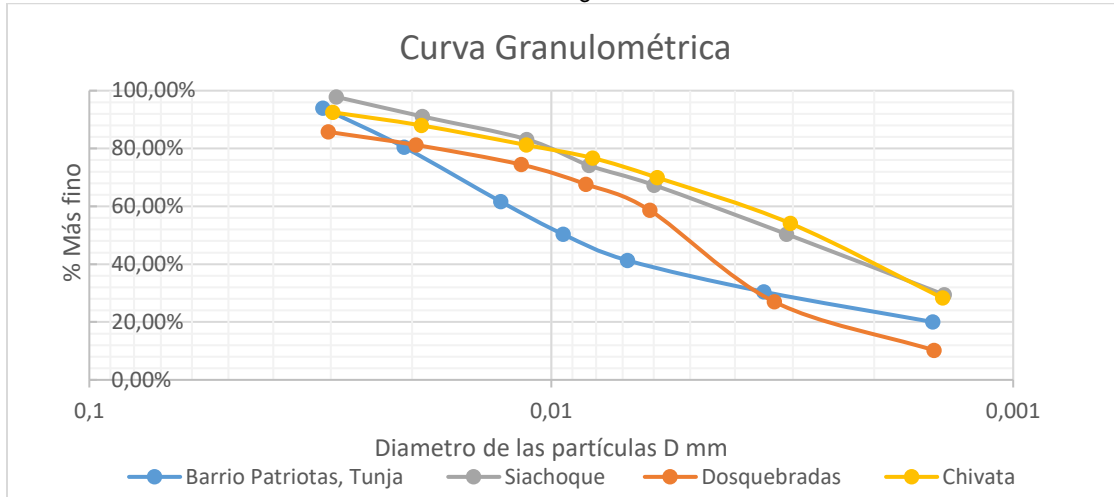
	<b>TUNJA</b>	<b>DOSQUEBRADAS</b>	<b>SIACHOQUE</b>	<b>CHIVATA</b>
<b>GS</b>	2,36	2,51	2,45	2,43

Fuente: Autor (2020)

- *Hidrómetro*

Del ensayo de hidrómetro se obtuvo la siguiente gráfica.

Gráfica 1. Curva granulométrica.

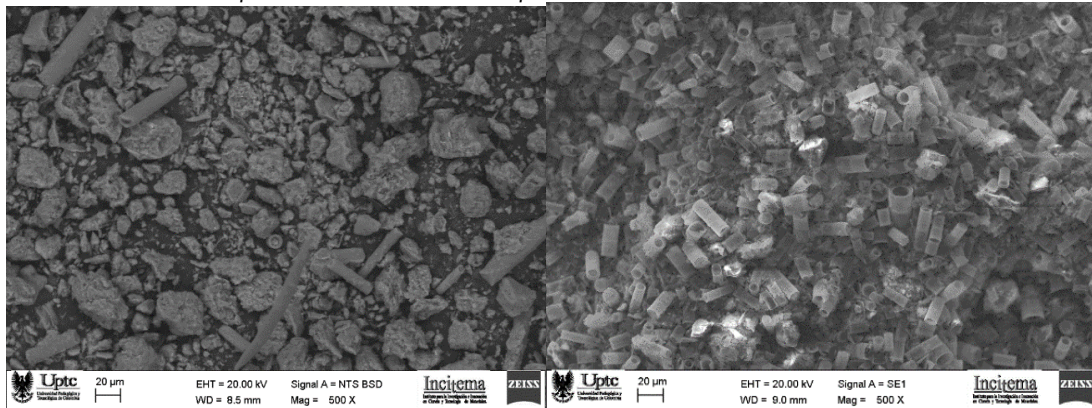


Fuente: Autor (2020)

Examinando la Gráfica se observa que en su mayoría están compuestos por partículas de tamaño tipo limo (Diámetro 0.0039 – 0.0625mm) como se puede ver en la tabla y un menor porcentaje de cada muestra está conformadas por partículas de tamaño tipo arcilla (Diámetro <0.0039mm); lo cual explica la retención de agua y la plasticidad

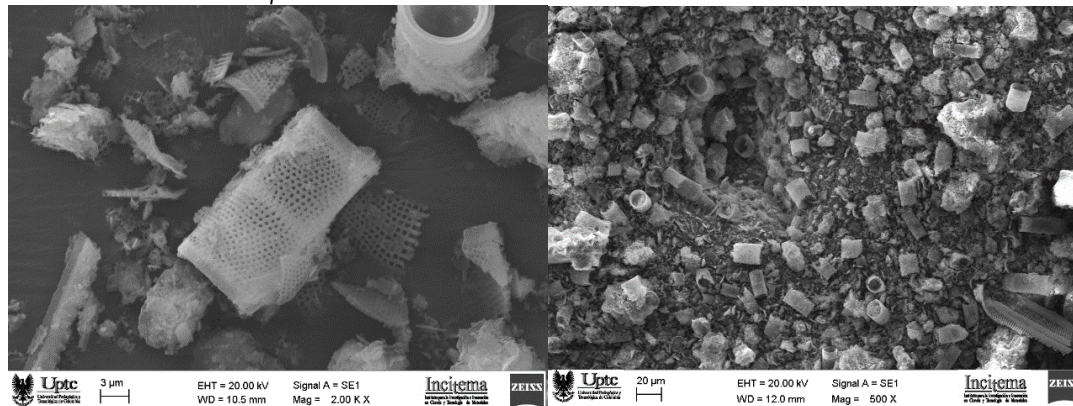
- Microscopio electrónico de barrido (MEB)

Ilustración 1: MEB Tunja. Ilustración 2: MEB Dosquebradas



Fuente: Autor (2020)

Ilustración 3: MEB Siachoque Ilustración 4: MEB Chivata



Fuente: Autor (2020)

Para las muestras encontradas en la parte nor-oriental de la ciudad de Tunja denominada "Patriotas" se encontró que en el deposito se mezclan varios materiales orgánicos e inorgánicos con la diatomita, obteniendo porcentajes del 4% al 9% de frústulas en cada muestra, estos porcentajes se calcularon a partir del MEB [7] (microscopia electrónica de barrido) el cual permitió identificar en las imágenes, las proporciones en las que se encuentra el material analizado. Este porcentaje se estima a partir de la comparación de la cantidad de frustulas de diatomeas que se encuentran en la imagen y la proporción que ocupan los otros materiales, dando así un rango de porcentaje el cual se evidencio influye en la absorción del hidrocarburo.

Analizando las imágenes obtenidas del microscopio electrónico de barrido (MEB), se puede observar que la muestra de dos quebradas debido al proceso de "purificación" al cual fue sometida, la cantidad de frustulas encontradas esta entre un 97% y 99% dejando una incertidumbre entre el 1% y 3% para los vacíos, por otra parte, se observan una gran cantidad de frústulas de estructura tubular porosa, a lo cual se le puede relacionar una mayor área específica de las partículas lo cual se relaciona en forma directa con la absorción.

La muestra de Siachoque presenta porcentajes de frustulas de diatomeas entre el 54% y el 59%, se observa que esta especie de diatomea está presente en todas las muestras adquiridas, por lo que sus porcentajes de absorción de hidrocarburo estarán en unos estándares promedio, comprendidos entre la muestra de Chivata y la del Barrio Patriotas en Tunja.

En lo que respecta a la muestra de Chivata, se presentan más porcentajes de frústulas de diatomeas que en la muestra de Patriotas y Siachoque, lo cual se refleja en una mejor absorción de esta muestra.

#### - Hidrocarburos

Las muestras de hidrocarburo fueron obtenidas del Campo Coralillo, el cual entro en operación en 2018 operado por la empresa Frontera Energy Colombia bajo el contrato Guatiquia.

Las muestras facilitadas y utilizadas en la presente investigación son de los pozos de extracción coralillo 06, coralillo 02 y coralillo 03, a continuación, se muestran propiedades como la viscosidad propia de cada pozo de extracción y una cuarta muestra, un derivado del mismo (aceite quemado, residual de motores de combustión).



Tabla 3. Viscosidad hidrocarburos.

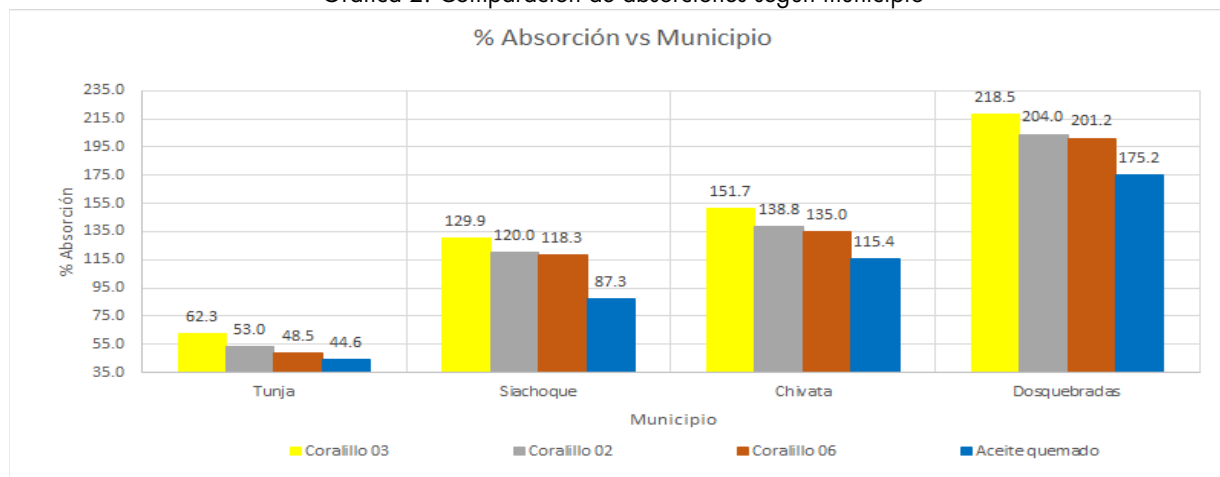
VISCOSIDAD (cps)									
T°C		21,5							
REVOLUCIONES (RPM)		50	RPM	50	RPM	20	RPM	100	RPM
FLUIDOS		coralillo 06	%	coralillo 02	%	coralillo 03	%	Aceite quemado	%
MINUTO	10	1125	22,5	1235	24,7	8587	68,7	272,5	10,9
	11	1130	22,6	1240	24,8	8625	69	272,5	10,8
	12	1135	22,7	1245	24,9	8650	69,2	272,5	10,9
PROMEDIO VISCOSIDAD CPS (centipoise)		1130	22,6	1240	24,8	8620,67	68,97	272,50	10,87

Fuente: Autor (2020)

Como se observa en la tabla 6, para la determinación de la viscosidad de las cuatro muestras se trabajó a una temperatura de 21.5 °C, encontrando viscosidades de menor a mayor de la siguiente manera, aceite quemado, Coralillo 06, Coralillo 02 y Coralillo 03.

- *Absorción*

Grafica 2: Comparación de absorciones según municipio

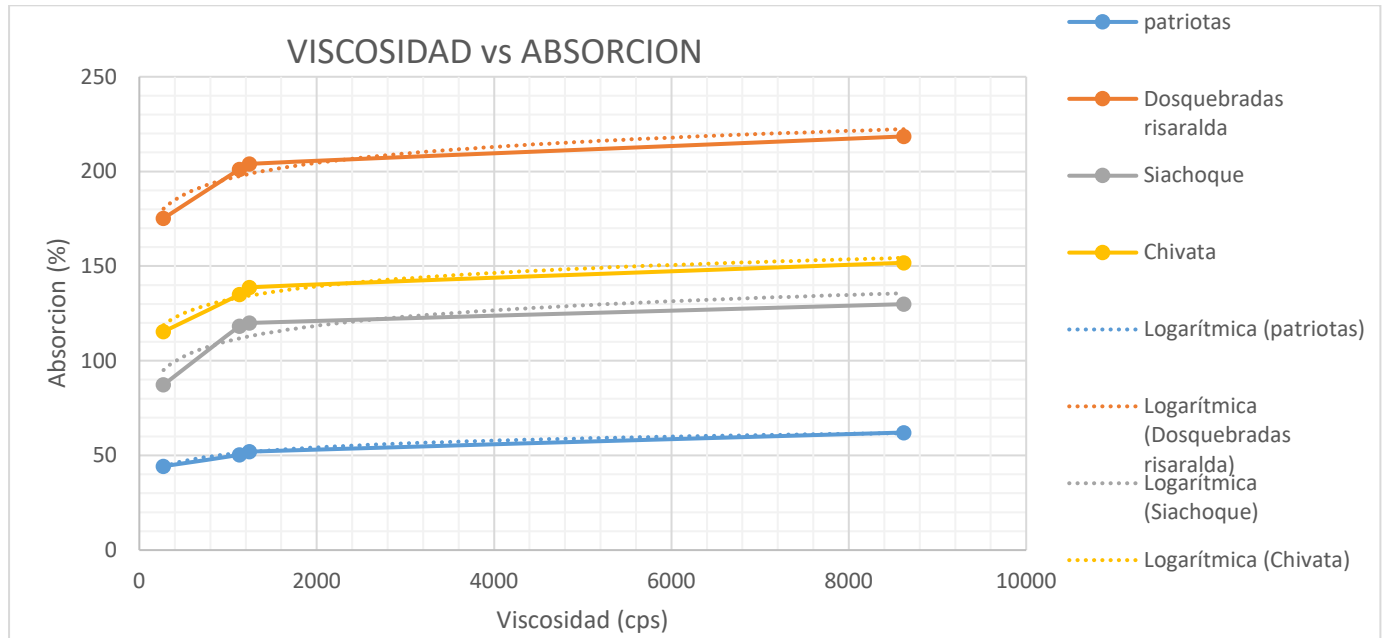


Fuente: Autor (2020)

Se observa la existencia de una diferencia importante en la absorción entre cada una de las muestras estudiadas, debido a que el porcentaje de diatomeas en muestra es variable según su procedencia.

Relación entre absorción de muestras y viscosidad de fluidos trabajados.

Gráfica 3. Viscosidad vs % de Absorción.



Fuente: Autor (2020)

De la gráfica No 8, se aprecia que la relación de absorción de cada muestra de diatomea y la viscosidad del hidrocarburo, está regido por las siguientes relaciones:

$$\begin{aligned} \%Abs. Patriotas &= 14,755 + 5,1932 * \ln(VF) \\ \%Abs. Dosquebradas &= 112,07 + 12,164 * \ln(VF) \\ \%Abs. Siachoque &= 29,191 + 11,75 * \ln(VF) \\ \%Abs. Chivata &= 61,098 + 10,287 * \ln(VF) \end{aligned}$$

Abs= absorción del hidrocarburo (%)  
VF= Viscosidad del fluido (Centipoise)

#### 4. Conclusiones

- Se establece un rango de absorción entre el 45% y 60% para la muestra de Tunja, B. los Patriotas, para la muestra de Siachoque entre 114% y 130%, para la muestra de Chivata entre 130% y 155% y para la muestra de Dos quebradas-Risaralda un rango entre 190% y 220%
- Se evidencia en las imágenes del MEB, que la absorción se puede atribuir principalmente a la estructura física de la frustulas de diatomeas, ya que estas tienen una gran porosidad y cantidad de vacíos que permiten que los fluidos se almacenen en sus intersticios.
- Se determinó que a mayor viscosidad del hidrocarburo hay una mejor absorción de las diatomeas, obteniendo una consistencia homogénea en la mezcla y de mejor manejo, logrando que el hidrocarburo pueda adherirse fácilmente a las partículas de diatomeas.



## 5. Referencias

- [1] Manosalva S. Naranjo M., DIATOMITAS Geología, caracterización y potencial de uso industrial, Sogamoso: 2009.
- [2] Dolley T, Diatomite, Mineral Commodity Summaries, 2008.
- [3] Dress L, Elemental Distribution in the Light mineral Isolate of Soil Separates, Soil Sciencs Society, 1998.
- [4] Dolley T. & Moyle P, History and overview of the U.S. diatomite, mining industry, wiht emphasis on the Western United States., Bulletin, 2003.
- [5] GOBERNACION DE BOYACÁ, secretaria de minas, inventario geologico del departamento, Tunja, 1997.
- [6] Robert D. Holtz, William D. Kovacs, An introduction to Geotechnical Engineering, New Jersey: Prentice-Hall, Inc, 1981.
- [7] INCITEMA, MICROSCOPIA ELECTRÓNICA DE BARRIDO, CARL ZEISS EVO MA10, TUNJA, 2019.
- [8] James K. Mitchell; Kenichi S, FUNDAMENTALS OF SOIL BEHAVIOR, New Jersey: John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, 2005.
- [9] D. M. BURMISTER, «Principles and Techniques of Soil Identification”,» *Proceedings, Annual Highway research board meeting, national research council*, vol. 29, pp. 402-434, 1949.

---

Los puntos de vista expresados en este artículo no reflejan necesariamente la opinión de la Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería.

Copyright © 2020 Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería (ACOFI)