

Geoquímica de las calizas del sector La Tomita, municipio de Manaure-Cesar. Aporte a la determinación de su uso como material industrial

Geochemistry of the limestone sector La Tomita, municipality of Manaure-Cesar. Contribution to the determination of its use as industrial material

Génesis Carolina De Los Reyes Díaz¹; Zamir Mendoza Mejía²; Eloy I. Mosquera Nieves³; Elías Ernesto Rojas Martínez⁴, Dino Carmelo Manco Jaraba⁵, Frank Lascarro Navarro⁶.

¹Ingeniera Geóloga, Fundación Universitaria del Área Andina. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7383-073X>

²Ingeniero Geólogo, Fundación Universitaria del Área Andina. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8160-4046>

³Ingeniera Geóloga, Fundación Universitaria del Área Andina. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6906-4729>

⁴Geólogo, Esp. Minería a Cielo Abierto, Fundación Universitaria del Área Andina, Grupo de Investigación en Ingeniería Geológica. Valledupar. Colombia. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0402-1565>

⁵M. Sc. Gestión Ambiental y Energética en las Organizaciones, Universidad de La Guajira. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8506-094X>.

⁶Ingeniero Geólogo, Fundación Universitaria del Área Andina. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9433-2863>

Email: dinomancojaraba@gmail.com o dcmancoj@uniguajira.edu.co

Cite this article as: G. C. De Los Reyes Díaz, Z. Mendoza Mejía, E. I. Mosquera Nieves, E. E. Rojas Martínez, D. C. Manco Jaraba, F. D. Lascarro Navarro "Geoquímica de las calizas del sector La Tomita, municipio de Manaure-Cesar. Aporte a la determinación de su uso como material industrial", *Prospectiva*, Vol. 18N° 2, 2020

Recibido: 06/11/2019

Aceptado: 08/04/2020

<http://doi.org/10.15665/rp.v18i2.2192>

RESUMEN

La roca caliza desde hace tiempo ha sido de gran importancia económica para la sociedad, debido a sus características fisicoquímicas que permiten su utilización como insumo para la fabricación de yeso, cal, cemento, concretos y estucos. En el municipio de Manaure-Cesar, sector La Tomita afloran calizas intercaladas con shales, correspondientes a la Formación Lagunita del Grupo Cogollo. Esta investigación tiene como objetivo principal conocer la distribución geográfica de la Formación Lagunita, la composición química de las calizas y su potencial uso como material industrial, mediante técnicas cartográficas, estratigráficas y geoquímicas (fluorescencia de rayos X) comparadas con los lineamientos de la Norma Técnica Colombiana (NTC) 5163. Lo que conllevó a concluir que, en la vereda La Tomita las calizas texturalmente corresponden a mudstone, wackestone y packstone según Dunham 1962, con presencia de dos especies de foraminíferos, Hedbergella Trocoidea Longoria y Heterohelix Moremani Cushman, que permiten establecerle una edad relativa del Aptiano al Albiano; en general las calizas están constituidas por SiO₂ en un 5,30%wt; P₂O₅ en 2,97%wt y CaO en un 70,88%wt.; MgO en un 0,98%wt, Al₂O₃ en un 1,15%wt, SO₃ en 1,98%wt, K₂O con un 0,35%wt, Cl con 0,19%wt, Fe con 0,29%wt, Sr con 0,24%wt.; Te con 0.01ppm, Cs con 0.016ppm, Ba con 0.03ppm, V con 0.018ppm y Ti con 0.038ppm %); y su utilidad primordial es para la fabricación de cemento y cal.

Palabras clave: Caliza; Departamento del Cesar; Geoquímica; Manaure; La Tomita.

ABSTRACT

Limestone rock has long been of great importance economics for society, due to its physicochemical characteristics that allow its use as input for the manufacture of covering, lime, cement, concrete and stuc. At the municipality of Manaure-Cesar, La Tomita sector outcrop limestones interspersed with shales, corresponding to the Lagunita Formation of the Cogollo Group. This research has as its main objective to know the geographical distribution of the Lagunita Formation, the chemical composition of limestones and their potential use as an industrial material. This is done using cartographic, stratigraphic and geochemical (X-ray fluorescence) techniques compared to the guidelines of Colombian Technical Standard (NTC) 5163. This concluded that in the village La Tomita the limestones texturally correspond to mudstone, wackestone and packstone according to Dunham 1962, with the presence of two species of foraminifera, Hedbergella Trocoidea Longoria and Heterohelix Moremani Cushman, that allow to establish a relative age of the Aptian to the Albiano; limestones are generally made up of SiO₂ in 5.30%wt; P₂O₅ at 2.97%wt and CaO at 70.88%wt.; MgO at 0.98%wt, Al₂O₃ at 1.15%wt, SO₃ at 1.98%wt, K₂O with 0.35%wt, Cl with 0.19%wt, Fe with 0.29%wt, Sr with 0.24%wt.; Te with 0.01ppm, Cs with 0.016ppm, Ba with 0.03ppm, V with 0.018ppm and Ti with 0.038ppm%); and its primary utility is for the manufacture of cement and lime.

Keywords: Cesar Department; Geochemistry; La Tomita; Limestone; Manaure.

1. INTRODUCCIÓN

La Serranía del Perijá (SP) es caracterizada por ser parte del norte de los andes colombianos, originada por procesos geológico-tectónicos, erosivos, de depositación, y diagénéticos, emergida durante la orogenia andina, con una geoforma alargada, mostrando rocas esencialmente metamórficas y sedimentarias que datan del Cámbrico-Ordovícico al Terciario [1-4].

La litología que constituyen la Serranía del Perijá, han sido de gran importancia económica para la región, debido a procesos petrogenéticos que la han enriquecidos en mineralizaciones, y asociaciones mineralógicas permitiendo extracción rentable de cobre, caliza y otros metálicos. Siendo la caliza materia prima en diferentes industrias (construcción, agricultura, metalurgia, manufactura, etc.), ya que es usada para la fabricación de yeso, cal, cemento, concretos y estucos [5-8].

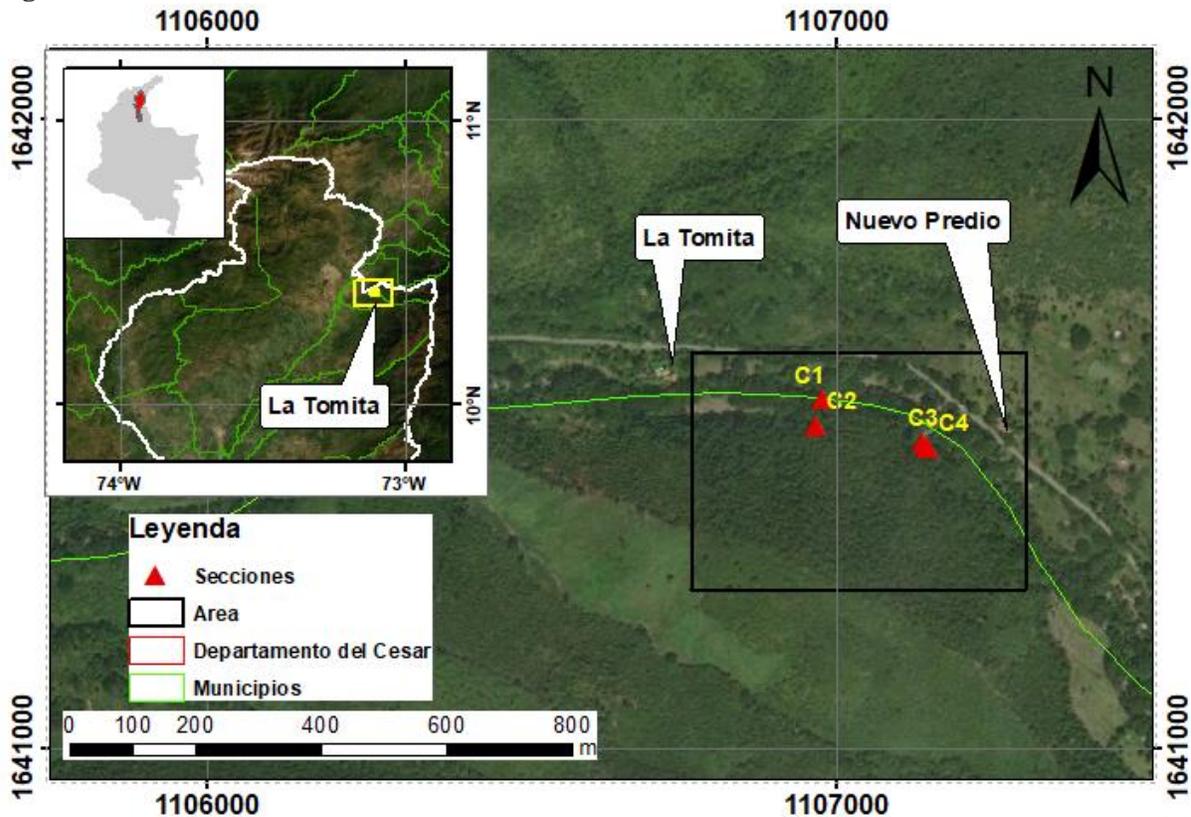
Existen afloramientos de caliza estratificadas (wackestones y packstones intercaladas con shales) asociadas a la Formación Lagunitas del Grupo Cogollo, en la vereda La Tomita, municipio de Manaure-Cesar [9]. Este estudio tiene como objetivo determinar la distribución espacial de la Formación Lagunitas, las características químicas de la roca caliza en el sector y su potencial uso como material industrial, de acuerdo a la Norma Técnica Colombiana (NTC) 5163.

2. LOCALIZACIÓN

El área de investigación se encuentra localizada en el Km 6 vía La Paz – Manaure entre las veredas La Tomita y Nuevo Predio, sector norte de la Serranía del Perijá (Colombia) con coordenada de datum Magna-

Colombia-Bogotá: 1641600N- 1107200E 1641600N -1107000E, 1641400N-1107200E, 1641400N-1107000, (Figura 1).

Figura 1. Localización del área de investigación
Figure 1. Location of the research area



3. METODOLOGÍA

Se llevó a cabo una cartografía geológica del sector a escala 1:25.000, la técnica de muestreo empleado fue el estratificado, tomándose 5 especímenes de rocas de la secuencia sedimentaria aflorantes asumiéndose que poseen continuidad lateral y son representativa del sector, con un peso promedio de 1 kilogramos cada una, con bajo grado de alteración, para la prueba analítica de fluorescencia de rayos X (FRX).

El uso de las calizas se determinó comparando los resultados químicos con los parámetros expuestos por la Norma Técnica Colombiana (NTC) 5163.

4. GEOLOGÍA REGIONAL

La Serranía del Perijá junto con la zona de planicie del Cesar y la Sierra Nevada de Santa Marta comprenden las tres zonas fisiográficas geológicamente importantes del departamento del Cesar [1], [10].

Este trabajo se centra principalmente en la geología de la Serranía de Perijá, con una extensión aproximada de 425 Km, con altitudes que varían entre 500 m.s.n.m y 3.550 m.s.n.m. Limitada al norte por la Falla de Oca y al sur por la Falla Santa Marta-Bucaramanga. La edad de la mayoría de las rocas que la constituyen varían del Jurásico hasta el Terciario. [11]. Sin embargo, [12] considera que sus edades van desde el período Paleozoico hasta el Cuaternario y que es posible encontrar sedimentos marinos y continentales en afloramientos de la región.

A continuación, se describen las unidades litológicas Cretácicas, presente en la región de Manaure-Cesar, específicamente el Grupo Cogollo y la Formación La Luna.

4.1. Grupo Cogollo

Descrito por [13], quien agrupa una serie de rocas calcáreas de edad Barremiano-Aptiano, perteneciente a la parte occidental de la Serranía de Perijá, en contacto discordante con la Formación La Quinta y gradacional con la Formación Río Negro [14-15].

Este grupo se divide por sus características litológicas de base a techo en la Formaciones Lagunitas y Formación Aguas Blancas que a su vez se subdivide en tres miembros conocidos como Ánimas, Tucuy y Maracas [15-17].

4.1.1. Formación Lagunita

Es una sucesión de calizas masivas de coloración gris oscura con alto contenido en fósiles, con alternaciones pequeñas de lodolitas carbonatadas y calizas lumaquéllicas [16], el espesor máximo medido de esta Formación es de 290 metros [18].

4.1.2. Formación Aguas Blancas

Agrupa tres Miembros de base a techo:

Ánimas: conjunto lodolítico calcáreo con abundante materia orgánica, intercalado con calizas micríticas de color negro que gradan horizontalmente a areniscas carbonatadas de tamaño de grano arena fina; su espesor es de 285 metros [15], [17].

Tucuy: constituido por limolitas arenosas calcáreas, areniscas de grano arena fina y arcillolitas calcáreas. Su espesor es de 450 metros, [15], [17].

Maracas: compuesto por calizas lumaquéllicas masivas. El espesor de este Miembro es de 217 metros [15], [17].

4.2. Formación La Luna

Descrita por [19], y según [20] consta de paquetes de capas medias y gruesas de calizas negras packestone color gris oscuro, con fósiles de bivalvos, intercaladas con capas delgadas y muy delgadas de lodolitas calcáreas negras con restos fosfáticos y pirita.

Al sur de Manaure [20], reporta que la Formación La Luna, se encuentra en contacto paraconforme con las calizas macizas y arenitas calcáreas de la parte superior del Grupo Cogollo, constituida básicamente por

lodolitas negras calcáreas en capas delgadas con contactos netos, interestratificadas con paquetes de capas medianas de calizas gris oscuras; hacia la parte superior de la unidad las capas de lodolitas calcáreas y calizas mudstone se hacen más ocurrentes y forman niveles con concreciones de hasta 1m de diámetro con fósiles de amonitas, intercaladas con capas delgadas de chert negro.

Su espesor medido es de 150m, y su edad según informes de la Agencia Nacional de Hidrocarburos [15], se ubica entre el Turoniano Temprano y el Coniaciano.

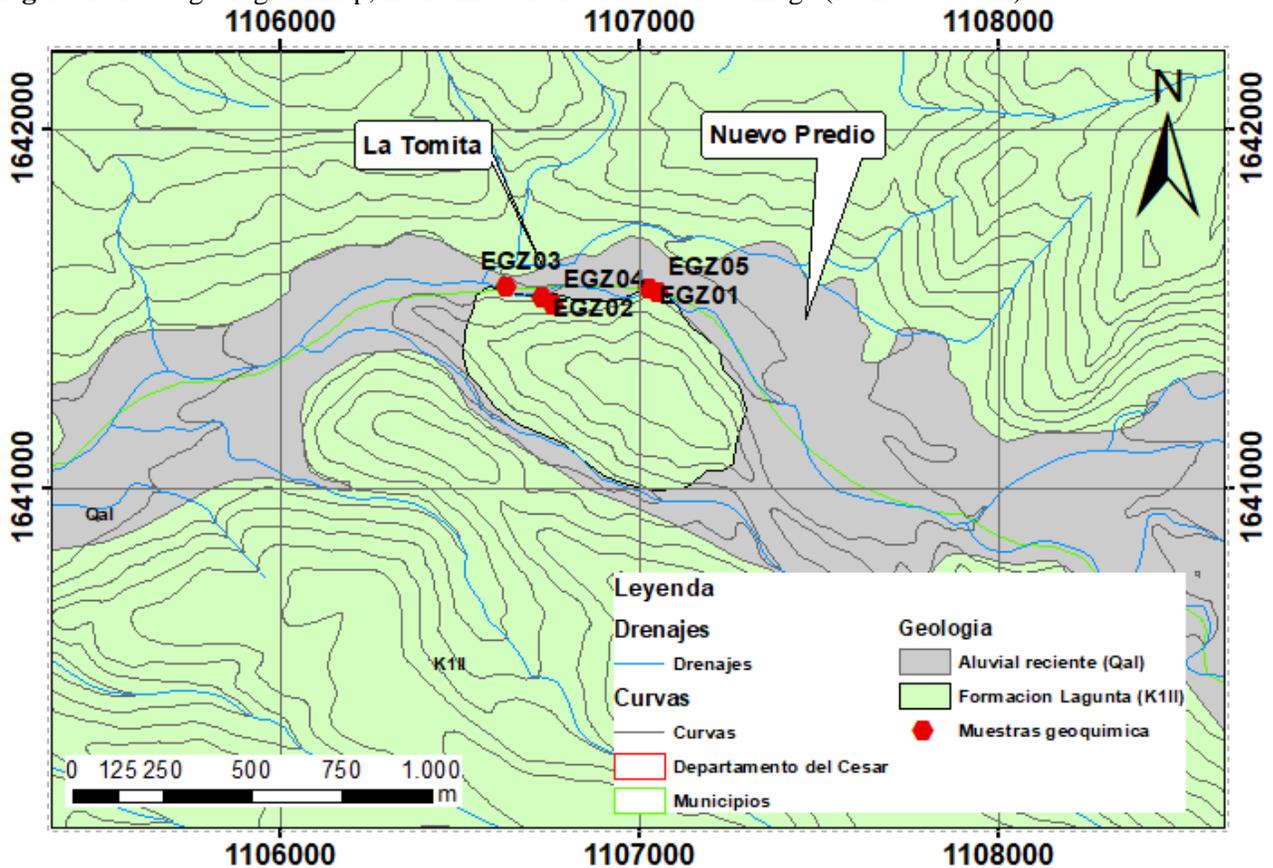
5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1. Cartografía

En la mayor extensión del área y sus alrededores aflora la Formación Lagunitas (KIII) del Grupo Cogollo y aluviales recientes (Qal) correspondiente a llanuras de inundación con niveles de terrazas y coluviones que cubren a las rocas del Cretácico (Figura 2).

Figura 2. Mapa geológico local, Veredas La Tomita, Nuevo Predio (Manaure-Cesar).

Figure 2. Local geological map, La Tomita and Nuevo Predio Village (Manaure-Cesar).



5.1.1. Formación Lagunita (KIII)

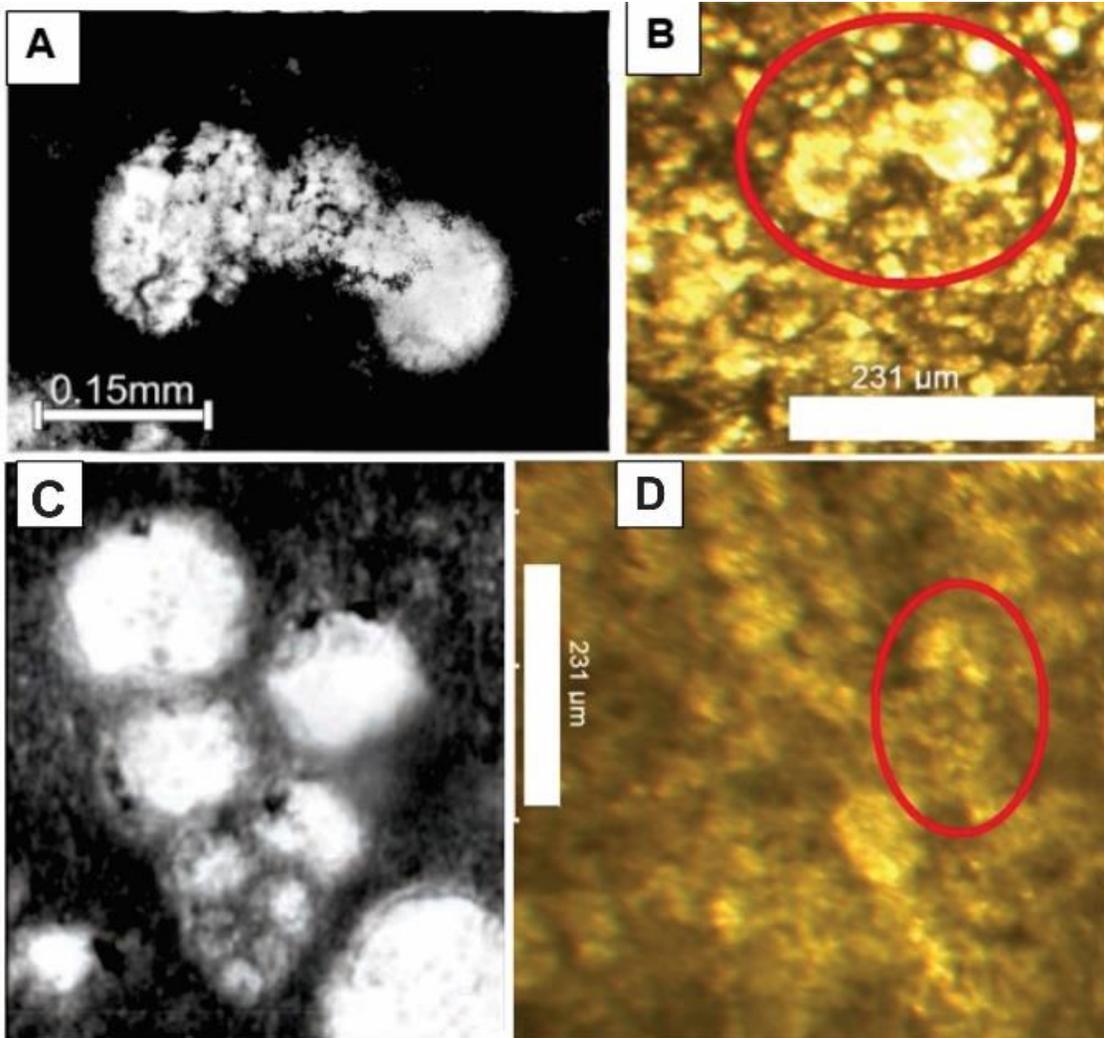
Las rocas de esta unidad fueron descritas por [9], como calizas y shales indiferenciados. Las observaciones de campo, secciones estratigráficas levantadas en los afloramientos y análisis petrográficos macro y micro, permitieron establecer que corresponde a la Formación Lagunita del Grupo Cogollo debido que sus

características litológicas coinciden con las descrita por [16], quien especifica que están compuesta por calizas fosilíferas en capas gruesas de color gris claro a gris oscuro, interestratificadas con shales.

Las calizas presentan especies de foraminíferos, Hedbergella Trocoidea Longoria y Heterohelix Moremani Cushman (Figura 3), que le asigna una edad relativa del Aptiano al Albiano y está a su vez tiene relación con la establecida en [21] y [2].

Figura 3. Fotomicrografías A) Forma Hedbergella Trocoidea (Longoria)-Aptiano tardío. (Fuente: [22]); B) Hedbergella Trocoidea (Longoria); C) Forma del Heterohelix Moremani (Cushman)-Albiano tardío. (Fuente: [22]); D) Heterohelix Moremani (Cushman) encontrado en la sección de La Tomita

Figure 3. Photomicrographs A) Form Hedbergella Trocoidea (Longoria)-Late Aptiano. (Source: [22]); B) Hedbergella Trocoidea (Longoria); C) Form of Heterohelix Moremani (Cushman)-Late Albian. (Source: [23]); D) Heterohelix Moremani (Cushman) found at La Tomita's section



La zona de estudio se caracteriza por presentar mudstone, wackestone y packstone de acuerdo con la clasificación de rocas carbonatadas de [24]. Estos afloramientos se distribuyen aproximadamente 5 Km a lo largo de la parte norte y sur de la subcuenca del río Manaure, en su mayoría cubiertas por depósitos cuaternarios.

Morfológicamente al noreste del área las unidades presentan colinas y cerros de altas pendientes, mientras que en la parte nororiental se observan laderas en ambos costados de la Vía La Paz - Manaure.

En la zona de la Cantera Calyman, al NW de la Cantera y norte de la vereda Nuevo Predio el porcentaje composicional de la unidad varía, disminuyendo el contenido esparítico y aumentando la presencia de lodo carbonatado.

En la Cantera Calyman las rocas tienen una coloración amarillo verdoso oscuro (Código 10Y 6/6, [25]), mientras que al norte de la vereda Nuevo predio posee un color aceituno grisácea (Código 10Y 4/2, [25]), caracterizándose estas áreas por tener porcentaje de ortoquímico en un rango del 96% - 97%, correspondiente a contenido esparítico de 15% - 20% y matriz micrítica del 77% - 81%, el contenido aloquímico de 3% - 4%, bioclasto de 1% - 2% y rango de 1% - 3% de intraclastos.

A orillas del río Manaure, en la parte SW de la vereda La Vega y SE de la vereda Nuevo Predio, cerca al Caño de La Nariz se encuentran una secuencia de afloramientos representativos de esta unidad sedimentaria, los cuales varía sus características tanto en color y porcentaje de sus componentes, las rocas expelen un olor a gas al fracturarse debido a la materia orgánica contenida (Figura 4).

La Figura 4A, muestra una secuencia rítmica de wackestone y packstone de color gris oliva (Código 5Y 3/2, [25]), presenta componentes aloquímicos mayores a 10% y en algunos casos con esqueleto grano soportado, exhibiendo intraclastos, bivalvos, foraminíferos, radiolarios, algas y pellets a nivel microscópico; y Shales de color amarillo verdoso moderado (Código 10Y 7/4, [25]) con estructura laminar compuesto por un equilibrio de arcillas y limos.

La Figura 4B, afloramiento de mudstone de coloración amarillo verdoso (Código 10Y 7/4, [25]). Esta roca se compone de materiales ortoquímicos en un rango de 93% - 95%, teniendo 70% - 83% de esparita y 10% - 23% de micrita, el contenido aloquímico se presenta en rango de 5% - 7%, distribuido en 2% - 5% bioclastos y 2% - 4% de intraclastos.

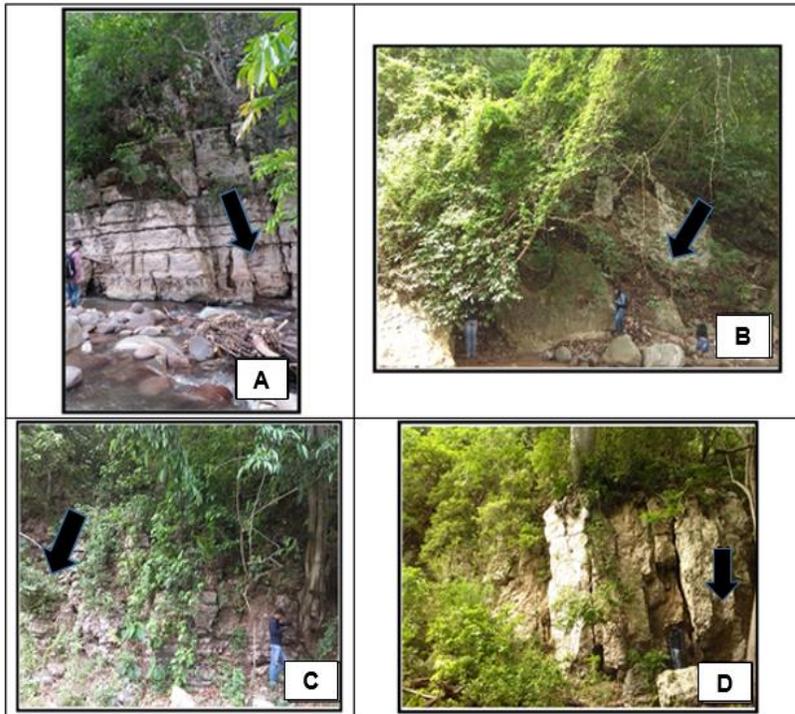
Figura 4C, este afloramiento de mudstone se encuentra muy fracturado y presentan color aceituno grisácea (Código 10Y 4/2, [25]), composicionalmente consta de 98% de ortoquímico que corresponde a 50% de micrita y 48% de esparita, el contenido aloquímico precisa 2% repartidos en 1% intraclasto y 1% en bivalvos.

Figura 4D, afloramiento de caliza (mudstone) de color verde oliva grisáceo (Código 5GY 3/2, [25]), con componente ortoquímico en rango de 93% - 95%, teniendo 70% - 83% de esparita y 10% - 23% de micrita, el contenido aloquímico se presenta en rango de 5% - 7%, distribuido en 2% - 5% bioclastos, 2% - 4% de intraclastos.

Cerca al Caño de la Nariz las rocas presentan tonalidades amarillo verdoso oscuro (Código 10Y 6/6, [25]), con igual composición que los afloramientos de la figura 4D y 1% de extraclastos.

Figura 4. Afloramientos ubicados en el Río Manaure.

Figure 4. Outcrops located on the Manaure River.



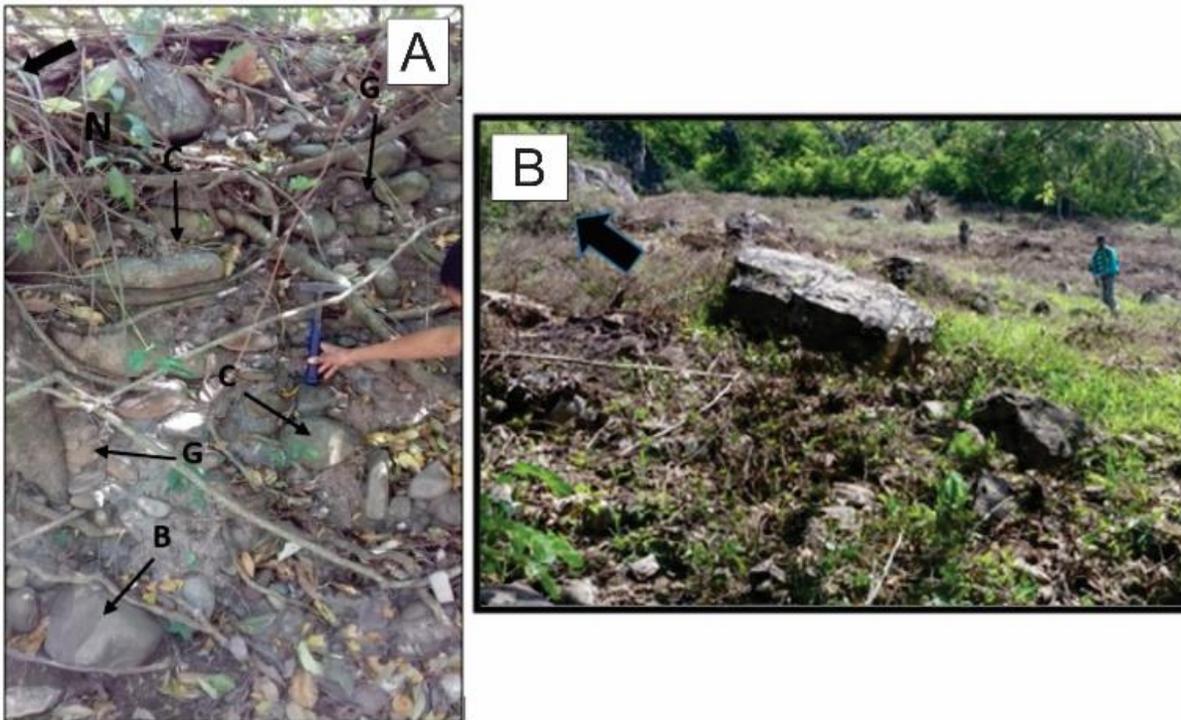
5.1.2. Aluviales recientes (Qal)

Corresponde a depósitos ubicados en la parte central del área, abarcando las veredas La Tomita, Nuevo Predio y La Vega, como consecuencia de la dinámica de las corrientes superficiales del río Manaure y sus afluentes. En esta área se observa un valle con algunos niveles de terrazas, constituidos por clasto soportado en matriz areno limoso, mal seleccionada. Con tamaño de grano que oscilan entre guijarros a bloque, con formas subangulosas a subredondeadas de composición sedimentaria (areniscas y limolitas) (Figura 5A).

En este sector también se encuentran coluviones hacia la parte oriental, en las veredas Nuevo Predio y La Vega, formados por los vuelcos en los afloramientos in situ ubicados en las laderas de los cerros, debido a la acción de la gravedad y corrientes de agua durante los periodos lluviosos. Los coluviones mayormente están compuestos por bloques y cantos de caliza fosilífera, con huellas de conchas de bivalvos (Figura 5B).

Figura 5. A) Clastos mal seleccionados con matriz areno-limoso. Gujarrros (G) de 50 mm a 64 mm, canto (C) 105 mm a 250mm y bloque (B) de 330 mm a 410 mm, con formas subangulosas a subredondeadas constituida por areniscas y limolita; B) Coluvión ubicado al E del Nuevo Predio, margen izquierdo de la vía La Paz-Manaure.

Figure 5. A) Poorly selected clasts with sandy-slimoso matrix. Pebbles (G) from 50 mm to 64 mm, edge (C) 105 mm to 250 mm and block (B) from 330 mm to 410 mm, with subrounded to subrounded shapes consisting of sandstone and siltstone; B) Colluvions located at the E of the New Site, left bank of the La Paz-Manaure road.



5.2. Geoquímica

Para el ensayo de fluorescencia de rayos-X (FRX), fueron tomadas 5 muestras (EGZ01, EGZ02, EGZ03, EGZ4 Y EGZ05) de la secuencia estratigráfica en el sector La Tomita, con la finalidad de establecer la composición y porcentajes de elementos mayores y trazas presentes en las rocas.

La Tabla 1 expone los resultados de laboratorio FRX realizado a las muestras de caliza. Como elementos mayores se encuentran los que van en el rango de 1% a 99%, los elementos menores que van del 0.1% a 1% y las trazas que son inferiores 0.1% [26].

Con base a los resultados, las muestras están constituidas mayoritariamente por los óxidos de calcio (CaO), silicio (SiO₂), fósforo (P₂O₅), azufre (SO₃), magnesio (MgO) y aluminio (Al₂O₃), aunque en algunas muestras los óxidos de azufre, magnesio y aluminio pueden encontrarse como óxidos menores. De manera general el CaO se encuentra dentro del rango 68,69%wt - 72,07%wt, el SiO₂ con un rango de 2,7%wt - 9,63%wt, el P₂O₅ entre 2,57%wt y 3,71%wt, el SO₃ en un rango de 0,75%wt - 3%wt, el MgO entre 0,7%wt - 0,85%wt y el Al₂O₃ dentro de un rango de 0,57%wt - 1,59%wt.

Con menor porcentaje se encuentra el K₂O con un rango de concentración de 0,22%wt - 0,63%wt; y como trazas Hierro (Fe) y estroncio (Sr) con un rango de 0,13ppm - 0,42ppm y 0,09ppm - 0,42ppm respectivamente y el cloro (Cl) con un rango de 0,13ppm a 0,4ppm.

Se presentan también titanio (Ti), vanadio (V), telurio (Te), cesio (Cs) y bario (Ba) dentro del rango de 0,01ppm - 0,06ppm.

La composición de carbonatos de magnesio (MgCO₃) se encuentra una concentración que va desde 1,39%wt hasta 3,9%wt.

Tabla 1. Resultados de fluorescencia de rayos X (FRX) en % wt.

Table 1. X-ray fluorescence (FRX) results in %wt.

Muestra	EGZ01	EGZ02	EGZ03	EGZ04	EGZ05
Peso (gr)	6.23	7.34	7.53	6.51	6.00
CaO (%wt)	71.57	72.07	68.69	71.37	70.72
SiO ₂ (%wt)	3.72	2.70	9.63	2.80	7.64
MgCO ₃ (%wt)	1.46	1.39	1.64	1.76	3.90
MgO (%wt)	0.70	0.70	0.78	0.85	1.86
Al ₂ O ₃ (%wt)	0.91	0.59	2.08	0.57	1.59
K ₂ O (%wt)	0.22	0.24	0.63	0.25	0.43
P ₂ O ₅ (%wt)	2.52	2.77	3.71	2.93	2.89
SO ₃ (%wt)	0.75	1.90	3.00	2.55	1.70
Cl (%wt)	0.13	0.40	0.14	0.13	0.13
TiO ₂ (%wt)	0.03	0.05	0.10	0.07	0.07
V ₂ O ₅ (%wt)	0.02	0.02	0.02	0.07	0.04
Fe ₂ O ₃ (%wt)	0.13	0.19	0.60	0.20	0.36
SrO (%wt)	0.11	0.15	0.50	0.17	0.30
TeO ₃ (%wt)	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
Cs ₂ O (%wt)	0.01	0.01	0.01	0.03	0.02
BaO (%wt)	0.03	0.03	0.03	0.04	0.04

5.2.1. Análisis cuantitativo

En la Figura 6 se puede observar las concentraciones porcentuales específica en cada una de las muestras analizadas, la muestra EGZ01 presenta mayor contenido en óxidos de Si, P, Ca, Al y Mg. Teniendo con mayores porcentajes a los óxidos de Si, P y Ca; Presentándose el SiO₂ con un contenido de 3.72%wt, P₂O₅ con un 2.52%wt y el CaO con un 71.57%wt. Entre los óxidos de menor concentración se encuentra el Al₂O₃ con un contenido de 0.91%wt y MgO con un contenido de 0.70%wt.

La muestra EGZ02 con mayor contenido en óxidos de Si, P, Ca, Ca y Mg, composicionalmente la roca presenta un contenido de 2.70% wt en SiO₂, 2.77% wt en P₂O₅, 72.07% wt en CaO, 1.90% wt en SO₃ y 0.70% wt en MgO.

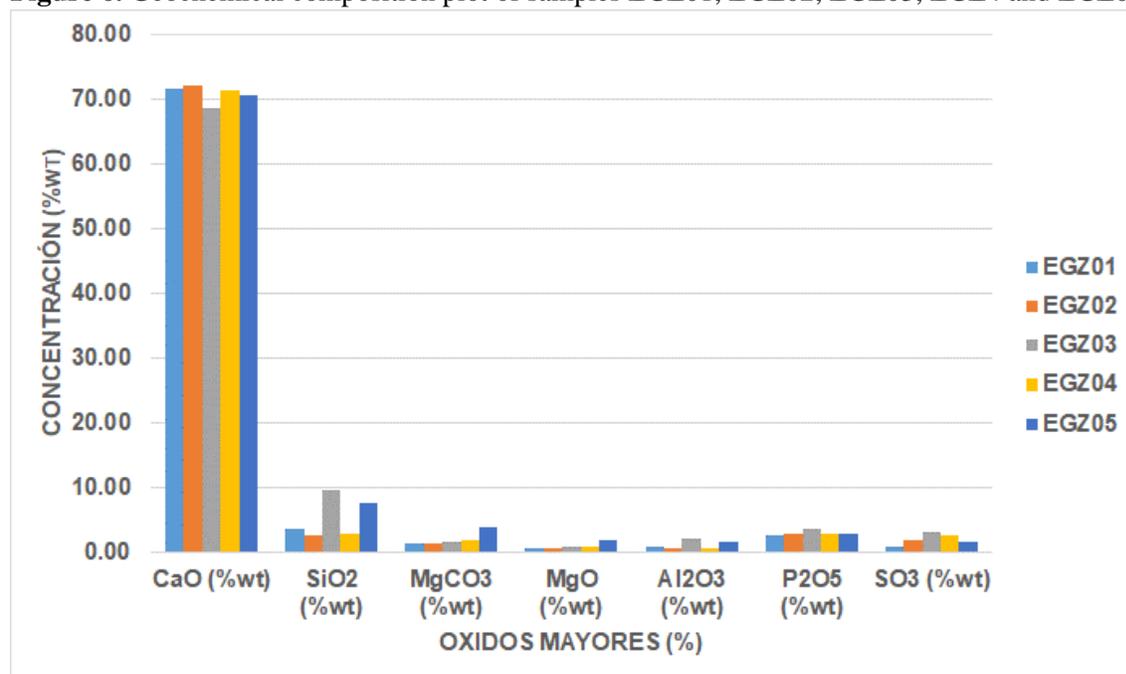
La muestra EGZ03 presenta como elementos mayores al CaO con 49,09% wt, SiO₂ con 9.63% 3wt, P₂O₅ con 3.71% wt y SO₃ con 3.00% wt. En elementos menores se encuentra el Al₂O₃ con 2.08% wt.

Composicionalmente la muestra EGZ04 presenta principalmente elementos mayores, correspondientes al CaO con 71.37% wt, SO₃ con 2.55% wt, P₂O₅ con 2.93% wt, SiO₂ con un 2.80% wt y Al₂O₃ con 0.57% wt. La muestra EGZ05 presenta principalmente óxidos de Mg, Si, P y Ca como elementos mayores; y oxido de Al en menor concentración. En su contenido porcentual el MgO posee 1,1% wt, SiO₂ un 7.64% wt, P₂O₅ con 2.89% wt, CaO con un 70.72% wt y Al₂O₃ con 1.59% wt.

Con base a los resultados de todas las muestras, los afloramientos de caliza del sector La Tomita presentan un promedio de concentración porcentual de la siguiente manera:

- 1) Óxidos mayores: SiO₂ en un 5,30% wt; P₂O₅ en 2,97% wt y CaO en un 70,88% wt.
- 2) Óxidos y elementos menores: MgO en un 0,98% wt, Al₂O₃ en un 1,15% wt, SO₃ en 1,98% wt, K₂O con un 0,35% wt, Cl con 0,19% wt, Fe con 0,29% wt y Sr con 0,24% wt.
- 3) Elementos trazas: Te con 0.01ppm, Cs con 0.016ppm, Ba con 0.03ppm, V con 0.018ppm y Ti con 0.038ppm.

Figura 6. Grafica composicional geoquímica de la muestra EGZ01, EGZ02, EGZ03, EGZ4 Y EGZ05
Figure 6. Geochemical composition plot of samples EGZ01, EGZ02, EGZ03, EGZ4 and EGZ05



Los datos cuantitativos permiten interpretar que esta caliza tiene un origen marino en ambiente de plataforma, debido a su alto contenido en calcio (CaO) y la presencia de impurezas de sílice, arcilla o arena (SiO₂), así como cantidades menores de fósforo, hierro, magnesio y materia orgánica (evidente en los microfósiles) [27].

5.3. Uso de la caliza

A partir de las propiedades mineralógicas y químicas de la caliza se puede definir el uso ideal que pueden tener en el campo industrial, para esto se reúnen conceptos de la Norma Técnica Colombiana (NTC) 5163.

Por su importancia comercial, los principales derivados de las calizas son la cal, cemento y el carbonato de calcio. [28]

Las normas técnicas colombianas (NTC) define la terminología de la caliza de acuerdo a los porcentajes de magnesio así:

- 1) caliza dolomítica: caliza que contiene de 35 % a 46 % de carbonato de magnesio (MgCO₃).
- 2) caliza magnesiana: caliza que contiene de 5 % a 35 % de carbonato de magnesio (MgCO₃).
- 3) caliza de alto calcio: caliza que contiene de 0 % a 5 % de carbonato de magnesio (MgCO₃).

Los resultados geoquímicos obtenidos frente a la Norma Técnica Colombiana (NTC) 5163 corresponde a la terminología relacionada con cal y caliza, el término oportuno a la roca es el de caliza de alto calcio, debido a que contiene entre 0 % a 5 % de carbonato de magnesio (MgCO₃), estableciéndose que la utilidad fundamental de las calizas de la Formación Lagunitas en el sector de La Tomita es para la fabricación de cemento y cal.

6. CONCLUSIONES

En la vereda La Tomita, del Municipio de Manaure (Cesar), los afloramientos estratigráficos de calizas se caracterizan por presentar mudstone, wackestone y packstone con presencia de dos (2) especies de foraminíferos, Hedbergella Trocoidea Longoria y Heterohelix Moremani Cushman, que le asignan una edad de relativa del Aptiano al Albiano.

Cuantitativamente las calizas están constituidas en promedio por SiO₂ en un 5,30% wt; P₂O₅ en 2,97% wt y CaO en un 70,88% wt.; MgO en un 0,98% wt, Al₂O₃ en un 1,15% wt, SO₃ en 1,98% wt, K₂O con un 0,35% wt, Cl con 0,19% wt, Fe con 0,29% wt, Sr con 0,24% wt.; Te con 0.01ppm, Cs con 0.016ppm, Ba con 0.03ppm, V con 0.018ppm y Ti con 0.038ppm.

A través de la Norma Técnica Colombiana (NTC) 5163, se determinó que la utilidad de las calizas en el sector La Tomita es para la fabricación de cemento y cal.

7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICA

- [1] A. Taboada, L.A. Rivera, A. Fuenzalida, A. Cisternas, H. Philip, H. Bijwaard, J. Olaya, C. Rivera. "Geodynamics of the northern Andes: Subductions and intracontinental deformation (Colombia)". Tectonics, 19(5), 787-813. 2000.

- [2] R. Ayala. “Análisis tectonoestratigráfico y de procedencia en la subcuena de Cesar: relación con los sistemas petroleros”. Como requisito parcial para optar al título de Magíster en ciencias de la tierra. Universidad Simón Bolívar. Sartenejas. 2009.
- [3] L. Haught, B. Colley, H. Belding. “Geology of the Cesar-Rancheria Valley and commissary of Guajira”. Tropical Oil Comp. Geol. Report, 449, 45. 1945.
- [4] F. Etayo-Serna, A. Alfonso, C. Ballesteros, E. Cardozo, J. Clavijo, A. Fabre, H. Forero, J. Galvis, G. Gúzman, F. Laverde, F. Mendoza, J. Nivia, C. Ramírez, G. Renzoni, C. Rodríguez, I. Rodríguez, R. Rojas, J. Rubiano, L. Sarmiento, N. Télles, R. Vargas. “Proyecto Cretácico”. Publicaciones geológicas especiales de INGEOMINAS. N° 16. 1985.
- [5] D.C. Manco-Jaraba, K.R. Ariño, E.E. Rojas-Martínez. "Prospección y caracterización del yacimiento de cobre, en la vereda Los Cueros, Villanueva, departamento de La Guajira-Colombia". Ingeniare. Revista chilena de ingeniería, 27(2), 288-294. 2019. <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-33052019000200288>
- [6] D.C. Manco, E.E. Rojas, B.A. Gomez. “Petrographic study of the limestone deposit in the municipality of La Paz, department of Cesar”, Prospect, Vol 12, N° 2, 82-89, 2014.
- [7] M.J. Atencio-Guerrero, Y. Britto-Lopez. "Caracterización composicional y de resistencia a las calizas explotadas en las minas del Municipio de Bosconia, en el Departamento del Cesar". Ingenierias USBMed, 10(1), pp.2-7, 2019.
- [8] D. C. Manco-Jaraba, E. E. Rojas-Martínez, G. Benito Armando. “Estudio petrográfico del yacimiento de caliza presente en el municipio de la Paz, departamento del Cesar”. Revista Prospectiva, Vol. 12, N° 2, 82-89, 2014. Recuperado de: <http://ojs.uac.edu.co/index.php/prospectiva/article/view/292>.
- [9] F. Colmenares, A. Mesa, H. Roncancio, E. Arciniegas, P. Pedraza, A. Cardona, A. Romero, C. Silva, S. Alvarado, O. Romero, A. Vargas. “Geología de las planchas 11, 12, 13, 14, 18, 19, 20, 21, 25, 26,27, 33 Y 34. PROYECTO: Evolución Geohistórica de la Sierra Nevada de Santa Marta”. Ingeominas. Bogotá. 2007
- [10] S. Echeverri, J. Cárdenas, C. Muñoz, W. Giraldo “Elaboración de la cartografía geológica de un conjunto de planchas a escala 1:100.000 ubicadas en cuatro bloques del territorio nacional, identificados por el Servicio Geológico Colombiano”. Memoria explicativa plancha 41-Becerril. Consorcio GSG (GEOMINAS-SERVIMINAS-GEMI). Medellín. 2015.
- [11] L.A. Gómez, F. Buchely, J. Lancheros, C. Dávila, C. López, O. Romero, F. González. “cartografía geológica y muestreo geoquímico de la parte norte de la Serranía de Perijá planchas 21, 22, 27, 28, 34 y 35”. Servicio Geológico Colombiano. Bogotá D.C. marzo de 2010.
- [12] O. Rivera Díaz, & J.L. Fernández-Alonso. “Análisis cronológico de la flora endémica de la Serranía de Perijá, Colombia”. Anales. Jará. Bot. Madrid 60(2): 347-369. 2003.
- [13] J. B. Miller. “Directrices tectónicas en la Sierra de Perijá y partes adyacentes de Venezuela y Colombia”. Boletín Geológico, Ministerio de Minas e Hidrocarburo, No. 3, 3er Congreso Geológico de Venezuela, Memoria. Tomo 2, Caracas, 685-718. 1960.
- [14] E. Castro. “Aspectos geológicos y principales consideraciones de la evaluación ambiental estratégica (diagnóstico ambiental) del distrito minero La Jagua, departamento del Cesar”. Bucaramanga: UIS. 2009.

- [15] M. González, R. Mier, A. Arias, Y. Cortés, M. Moreno, O. Salazar. “Prospectividad de la cuenca Cesar-Ranchería”. Contrato 27 de 2007 entre la Universidad Industrial de Santander y la Agencia Nacional de Hidrocarburos. Bucaramanga. 2008.
- [16] M. Hernández. “Geología de las planchas 11 Santa Marta y 18 Ciénaga, escala 1:100.000”. Memoria Explicativa. INGEOMINAS. Bogotá. 2003.
- [17] M.D. Lozada, F.D. Lascarro-Navarro, L. León-Díaz, E.E. Rojas-Martínez, F. Carrillo-Bolaño, L. Tapia-Vela, D.C. Manco-Jaraba. “Contribución al conocimiento geológico de la Serranía del Perijá mediante cartografía a escala 1:25.000 del Grupo Cogollo, en el sector oriental del municipio de Becerril, Cesar”. Boletín Geológico, 45, 49-59. 2019.
- [18] H. Cáceres, R. Camacho, J. Reyes. “The Geology of the Rancheria Basin. Colombian Society of Petroleum Geologists and Geophysicists. Geological Field – Trips Colombia, 1980 – 1989”. Published in Colombia by Goetec Ltda, 1992. Bogotá. 1980.
- [19] A.H. Garner. “General Oil Geology of Colombia”. Bul. Ame. Assoc. Petr. Geol. 11:151-156. Tulsa. 1927.
- [20] M. García-González, L.E. Cruz-Guevara, R. Mier-Umaña. “Evolución térmica de la Subcuenca de la Baja Guajira”. Boletín de Geología, Universidad Industrial de Santander, 32(2): 55-71. 2010.
- [21] Geoestudios LTDA. “Cartografía geológica y muestreo en tres áreas de Colombia: Santander, Tolima y Cesar”. Informe. Bogotá. 2014.
- [22] M. Afghah. "Aptian biostratigraphy in South Zagros Basin, southwest Iran". Geoscience Frontiers. Volume 5, issues 2. Pages 277-288. 2014.
- [23] M. Boudagher-Fadel. "The Mesozoic planktonic foraminifera: The Cretaceous". Developments in palaeontology and stratigraphy. Volume 22. Pages 67-136.2012.
- [24] R. Dunham. “Clasificación de las rocas de carbonatos de acuerdo a la textura de deposición”. Asociación americana de geólogos de petróleo, 108-121. 1962.
- [25] Munsell. “Rock-color chart: With genuine Munsell color chips. Grand Rapids”. MI: Geological Society of America (GSA). 2009.
- [26] W. M. White. “Geochemistry”. IMWA, International Mine Water Association. Cornell University. 2003
- [27] J.L. Wilson. “Carbonate facies in geological history”. Springer & Verlag, Berlín, 471 pp.1975.
- [28] R. Guerra-Toledo, H. Acevedo Rojas. "Factibilidad técnica y económica de la explotación de un yacimiento de caliza en la región Metropolitana". Santiago, Chile: Universidad de Chile - Facultad de Economía y Negocios. 2005. Disponible en <http://repositorio.uchile.cl/handle/2250/111195>