

# Pequeñas producciones mineras en función del desarrollo constructivo local. Potencialidades de las tobas en el municipio de Moa

**Aliagna Lueges Cuenca**

[alueges@ceproni.minem.cu](mailto:alueges@ceproni.minem.cu)

Empresa de Proyectos de Níquel. MINEM.

**Carlos Alberto Leyva Rodríguez**

[cleyva@ismm.edu.cu](mailto:cleyva@ismm.edu.cu)

**Lianne A. Leyva Osorio**

[lleyva@ismm.edu.cu](mailto:lleyva@ismm.edu.cu)

**Daylé Silega Martínez**

Universidad de Moa

**Resumen:** Se valoraron los yacimientos tobáceos existentes en los municipios de Sagua de Tánamo y Moa, enfocados principalmente en el yacimiento de tobas vítreas de Sagua de Tánamo localizado en la Loma El Picao y el yacimiento de tobas zeolitizadas de Caimanes perteneciente al municipio Moa con el objetivo de contribuir a la disminución de las altas demandas de este material y de lograr que cada localidad se encamine hacia un desarrollo más sustentable mediante el empleo de recursos estratégicos para cada territorio. Se establecen las pequeñas producciones mineras como la alternativa de explotación más adecuada para el aprovechamiento de las tobas vítreas y zeolitizadas en función del desarrollo local sustentable del municipio de Moa, brindándose la caracterización y los usos específicos determinados.

**Palabras clave:** yacimiento tobáceo; tobas vítreas; tobas zeolitizadas; material de construcción.

## **Small mining productions based on local construction development. Potentialities of the tuffs in the municipality of Moa**

**Abstract:** The existing tuff deposits in the municipalities of Sagua de Tánamo and Moa were evaluated, mainly focused on the Sagua de Tánamo vitreous tuff deposit located in Loma El Picao and the Caimanes zeolitized tuff deposit belonging to the Moa municipality with the objective of contributing to the reduction of the high demands of this material and of getting each locality to move towards a more sustainable development through the use of strategic resources for each territory. Small mining productions are established as the most appropriate exploitation alternative for the use of vitreous and zeolite tuffs based on the sustainable local development of the municipality of Moa, providing the characterization and specific uses determined.

**Keywords:** tuffaceous deposit; vitreous tuffs; zeolitized tuffs; construction material.

## Introducción

El cemento es el material de construcción de mayor demanda existente debido a su variado uso en la elaboración de elementos constructivos como los bloques y al empleo del mismo en las actividades constructivas; sin embargo se encuentra asociado también a una alta influencia negativa para la sostenibilidad ambiental debido a su elevado consumo energético y las emisiones de grandes volúmenes de CO<sub>2</sub> durante su producción, principalmente durante la elaboración del clinker.

Entre las soluciones más extendidas a este problema se encuentra el empleo de adiciones minerales con carácter puzolánico al cemento Portland, con lo cual se incrementa en general su resistencia mecánica y durabilidad frente a un determinado número de agentes ambientales. Además, esta solución permite disminuir la cantidad de clinker a producir, por lo que también se minimiza el impacto ambiental negativo que se genera durante la producción del CPO a la vez que se obtienen beneficios en el ámbito económico, ambiental e ingenieril.

Aunque es cierto que en Cuba no existe un extenso desarrollo de la industria cementera, también es relevante la alta demanda de cemento y otros recursos elaborados a partir del mismo como materiales para la construcción en el Programa de la Vivienda. Ante la falta de abastecimientos para este programa revolucionario, la producción local de materiales para la construcción ha constituido tema de debate en numerosas esferas, es por ello que, la política de producción local y venta de materiales de construcción establece como objetivo fundamental el logro del aprovechamiento de los recursos locales en la mejora y desarrollo de la infraestructura habitacional en los municipios. (Leyva, 2016) Sin embargo, aun los territorios no tienen identificados todas sus potencialidades de recursos minerales que pueden ser empleados con estos fines.

Las puzolanas naturales como las tobas constituyen materias primas baratas disponibles para el desarrollo local, aunque es importante garantizar que las fuentes de consumo se sitúen cerca de los yacimientos para prevenir un elevado costo de transportación, evitando que la explotación de dicho yacimiento se convierta en un proceso no factible desde el punto de vista económico. De manera que, la minería artesanal, constituye la vía acertada para la explotación de estos recursos, en función del desarrollo local sustentable (DLS). Esta concepción se fundamenta al considerar que este tipo de minería

se caracteriza por bajos costos de producción, de transportación y considerable fuente de empleo (Leyva, 2016).

Este tema ha sido parte esencial de numerosos trabajos de investigación, sin embargo el desconocimiento por parte de los gobiernos de los territorios de la contribución al Desarrollo Local Sustentable que implica la utilización de los yacimientos de recursos minerales del territorio como materiales para la construcción y la falta de definición sobre cuáles son las aplicaciones, como materiales de construcción, de cada uno de los recursos minerales presentes en los yacimientos del territorio constituye la situación problemática a la que este trabajo tributa.

### Ubicación del área de estudio

El yacimiento Caimanes se ubica a unos 17 Km al SW de Moa y a unos 25 Km. Al SE de la ciudad de Sagua de Tánamo en la provincia de Holguín.

El yacimiento de Sagua de Tánamo está comprendido entre las cuencas de los ríos Sagua de Tánamo por el Oeste y Jiguaní por el Este, de Norte a Sur abarca desde la línea de costa hasta las inmediaciones del sistema montañoso Sagua-Baracoa.

La Figura 1 muestra la ubicación geográfica y esquema geológico de las áreas de estudio.

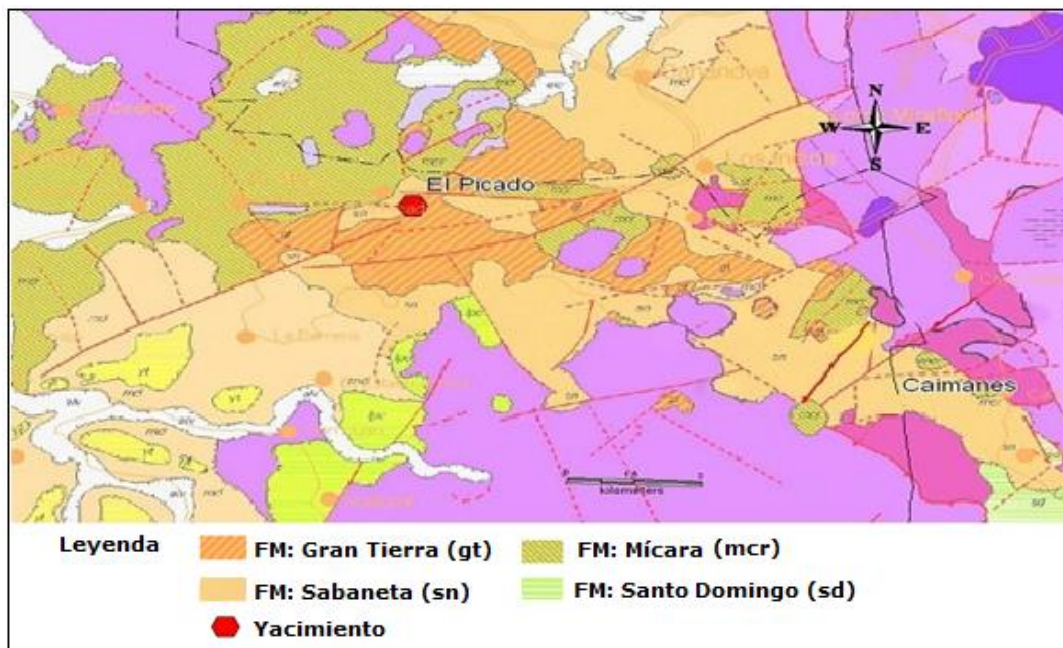


Figura 1. Mapa de ubicación geográfica y esquema geológico (Bandera, 1997).

## **Características geográficas y económicas de la región del yacimiento Caimanes**

La red de comunicaciones está ampliamente desarrollada debido a la presencia de la carretera Sagua-Moa la cual enlaza al yacimiento con estos centros poblacionales a través de un terraplén en buen estado. Además, Moa cuenta con un aeropuerto y un puerto de navegación perteneciente al MINBAS por el cual es posible una futura exportación de la materia prima (Jiménez, 2017).

La principal arteria fluvial la constituye el río Cabaña hacia el cual descargan sus aguas el río Cananova y otros arroyos de menor cuantía.

Es de destacar que en las inmediaciones del yacimiento se desarrolla el embalse Nuevo Mundo con una cota máxima en su espejo de agua de 144,5 m SNMM. La dirección predominante de los vientos es SE existiendo un clima tropical característicos de la conocida región minera.

La economía de la región se centra en la explotación de los yacimientos ferroniquelíferos, para ser asimilados y procesados por la planta Pedro Sotro Alba de Moa. Como aspecto económico de forma subordinada, existen pequeñas zonas agrícolas fundamentalmente del sector privado.

Como posibles afectaciones producto a la futura explotación del yacimiento, es de señalar que estas son mínimas debido a que la zona del yacimiento propiamente dicho se encuentra prácticamente despoblada.

## **Geología del yacimiento**

Yacimiento perteneciente al arco volcánico paleogénico, litológicamente en se desarrolla un potente horizonte de piroclastitas de composición andesítica con yacencia suave o subhorizontal hacia el SE, perteneciente a la Formación Castillo de Los Indios denominada también Fm. Sabaneta y representada fundamentalmente por tobas vitroclásticas, vitrocristaloclasticas y vitrolitoclasticas con colores que van de verde a verde claro de granos finos a medios, pudiendo llegar a granos gruesos. Estas tobas generalmente están zeolitizadas con contenidos significativos de zeolitas del tipo clinoptilolita-heulandita y mordenita con contenidos de hasta más del 90 % y existiendo una subordinación de la mordenita, observándose en aislados casos valores mayores de

35 % de mordenita presentándose como minerales acompañantes cuarzo, feldespato, montmorillonita y muy poca calcita.

El yacimiento en cuestión se conforma por dos bloques separados por una falla con dirección NE-SW estando levantado el Bloque al Sur de la falla y es precisamente en este dónde se localizan las reservas de mayor categoría.

### **Tectónica**

En el yacimiento Caimanes los fenómenos tectónicos no tienen un amplio desarrollo, como tectónica disyuntiva se destaca la falla con dirección SE-SW que ha condicionado la separación del yacimiento en 2 bloques siendo el bloque levantado donde se encuentran los mayores volúmenes de reservas y de mayor categoría.

Como forma de la presencia de la tectónica en el yacimiento se pueden señalar que en ocasiones las diferentes variedades litológicas dentro de la secuencia tobácea están agrietadas con grietas generalmente longitudinales y diagonales al testigo de la perforación con manchas de óxido de Fe y Mn y en ocasiones con calcita.

Es evidente que estas grietas o sistemas de grietas han condicionado el acceso de las aguas meteóricas (muy abundantes en la región) que influye en la composición catiónica de las tobas zeolitizadas.

### **Grado de complejidad del yacimiento**

El yacimiento de zeolitas Caimanes posee una estructura geológica sencilla caracterizada por capas monoclinales con yacencia suave y un corte litológico homogéneo con predominio de las variedades de tobas vitro y vitrolitoclásticas, con muy poca afectación de la tectónica y con condiciones hidrogeológicas e ingeniero geológicas favorables, el mismo desde el punto de vista de la calidad de la materia prima es un yacimiento homogéneo que no presenta intercalaciones estériles y volúmenes de reservas grandes.

## **Características geográficas y económicas de la región del yacimiento Sagua de Tánamo**

Estratigrafía:

Las principales formaciones que existen en la zona de estudio son:

Formación Mícara (Areniscas polimíctica y aleurolitas)

Formación Gran Tierra (Calizas brechosas, conglomerados, vulcanomícticos)

Formación Sabaneta (Tobas vitroclásticas, areniscas tobáceas)

Tectónica: El tectonismo se distingue por suaves pliegues en ocasiones, afectados por fallas. En la formación Sabaneta los pliegues tienen buzamiento muy suave, aunque continuos, formando estructuras alargadas de anticlinales con sus ejes en dirección Noreste-Sureste.

Características petrográficas: Tobas vitroclásticas y vitrocrystaloclasticas de color gris, textura masiva, estructura vitroclástica psamítica, roca constituida por vitroclastos, cristaloclastos, litoclastos. Morfológicamente el yacimiento adquiere una estructura de pliegues anticlinales, las cuales forman elevaciones que en sus partes superiores se acumulan las tobas con contenido de vidrio volcánico considerable. Además, se observan estructuras monoclinales con buzamientos de las capas hacia el Norte-Noreste con ángulos aproximadamente de 15 grados y hacia el Sur con ángulos de 8 grados (Jiménez, 2017).

Complejidad geológica: Tomando en consideración la posición bien definida desde el punto de vista estratigráfico del yacimiento y de los rasgos estructurales, además de la poca variabilidad en cuanto a los parámetros de la materia prima se concluye que el yacimiento es poco complejo.

Tipo genético: La formación genética del yacimiento es el resultado de la acumulación de cenizas volcánicas depositadas al parecer en cuencas marinas de mares someros y tranquilos (se detectaron restos de microorganismos).

### **Análisis y discusión de los resultados**

A los efectos de la Ley de Minas vigente en Cuba, Ley 76/1995, se define como recursos minerales todas las concentraciones de minerales sólidos y líquidos que existan en el

suelo en el subsuelo del territorio nacional, así como en el fondo marino y subsuelo de la zona económica de la República.

En esta ley, se clasifican los recursos minerales en los grupos I, II, III, IV y V.

Grupo I: Minerales no metálicos utilizados fundamentalmente como materiales de construcción o materia prima para la industria y otras ramas de la economía. Este grupo incluye a las piedras preciosas y semipreciosas.

Grupo II. Minerales metálicos. Este grupo se incluye los metales preciosos, los metales ferrosos y no ferrosos, así como los minerales acompañantes metálicos y no metálicos.

Grupo III: Minerales sólidos portadores de energía.

Grupo IV. Aguas y fangos mineros-medicinales. Comprende las aguas minero-industriales, minerales naturales, las termales y los fangos minero-medicinales.

Grupo V: Otras acumulaciones minerales. Este grupo incluye:

- a) Las acumulaciones constituidas por residuos de actividades mineras que resulten útiles para el aprovechamiento de algunos de sus componentes, tales como colas, escombreras y escoriales.
- b) Todas las acumulaciones minerales y demás recursos geológicos que no están especificados en los anteriores grupos y pueden ser objeto de explotación (Cuba. Ley, 76/1995).

En Cuba existe una gran variedad de depósitos de Minerales No Metálicos, entre los que destacan: arcillas, arenas, calizas y zeolitas, que son de relevante importancia en varias industrias; por ejemplo, los minerales antes mencionados poseen una versatilidad de usos en la industria constructiva para la producción de materiales de la construcción.

La industria de los materiales de la construcción (cementos, áridos, cerámicas, pinturas, decorativo, etc.) es la principal consumidora de grandes volúmenes de minerales no metálicos, haciendo de éstos, minerales de alta importancia para el desarrollo económico social de cualquier estado moderno. Estos minerales también favorecen de modo considerable el desarrollo de otras industrias como la alimenticia, plásticos, medicamentos, agropecuaria, etc.



El valor industrial de los minerales no metálicos, está sujeto a la utilización al que serán destinados, lo que trae consigo que una misma materia mineral o yacimiento sea valorado de diferentes maneras según su destino final. Los minerales no metálicos, se identifican por sus grandes volúmenes de consumo, bajos precios de comercialización y por su explotación realizada en la cercanía a los lugares de consumo, generalmente grandes centros urbanos e industriales.

En Cuba están presente, dentro de los minerales no metálicos la zeolita. Por su capacidad de intercambio catiónico y su elevada porosidad molecular es utilizada como medio filtrante de líquidos y gases, soporte de insecticidas, nutrientes, además se utiliza como abrasivos, áridos ligeros, cementos puzolánicos, vidrio, plásticos, gomas, etc. (Batista, 2009)

En el país se han investigado numerosos yacimientos con recursos que ascienden a más de 300 millones de toneladas, encontrándose entre los principales: Tasajera, San Andrés, El Chorrillo, Castilla-La Pita, Palmarito de Cauto, con plantas ubicadas en Jaruco, en La Habana, Tasajeras, en Villa Clara, Najasa, en Camagüey y San Andrés en Holguín. En Moa se ubica el yacimiento de Caimanes, el cual ha sido objeto de variadas investigaciones que demuestran su potencialidad para el desarrollo local del municipio.

Tobas Vítreas: esta materia prima mineral conocida en Cuba como vidrio volcánico, son tobas acidas a medias sin zeolitizar, con elevados contenidos de material vítreo (amorfo), los usos evaluados son: áridos ligeros, abrasivos, medio filtrantes de líquidos y gases, fabricación de vidrio, cerámicas y puzolanas. Los principales yacimientos se localizan en el oriente de Cuba y sus recursos calculados ascienden a más de 85 millones de toneladas (Batista, 2009).

Entre los yacimientos más relevantes de este recurso mineral se encuentran Jiguaní en Granma, Ají de la Caldera en Guantánamo y Loma del Picao en la carretera Moa-Sagua de Tánamo. Este último ha sido objeto de numerosas investigaciones que demuestran su potencialidad para el desarrollo local del municipio.

Al sistematizar y generalizar las principales investigaciones precedentes de los yacimientos tobáceos existentes en los municipios de Sagua de Tánamo y Moa, enfocados principalmente en el yacimiento de tobas vítreas de Sagua de Tánamo localizado en la Loma El Picao y el yacimiento de tobas zeolitizadas de Caimanes perteneciente al municipio Moa, se logra demostrar el empleo de los mismos.

**Potencialidades demostradas del yacimiento de tobas zeolitizadas de Caimanes**

1. Utilizables como aditivo tobáceo natural hasta un 30 % en sustitución de cemento en la elaboración de mortero de albañilería tipo III, y como aditivo tobáceo calcinados a 450 °C, 600 °C y 750 °C en la elaboración de mortero de albañilería tipo IV. (Segura, 2013)
2. Empleo en la producción de bloques huecos de hormigón de (20x40x15 cm) elaborados a partir de las tobas zeolitizadas del yacimiento de Caimanes en su estado natural con una sustitución del 15 % del cemento Portland (Jiménez, 2017).
3. Empleo en la elaboración de aglomerantes a base de clinker-toba zeolitizada calcinada a 350 °C y 500 °C – caliza CZ350 y CZ500 para la obtención de un aglomerante similar al cemento de clasificación PP-35 (Guerra, 2015).
4. Empleo en la elaboración de aglomerantes a base de clinker-toba zeolitizada calcinada a 750 °C y en estado natural-caliza CZ750 y CZN, para la obtención de un aglomerante similar al cemento PP-25 (Guerra, 2015).

**Potencialidades demostradas del yacimiento de tobas vítreas de Sagua de Tánamo**

1. Empleo para la elaboración de mortero de albañilería tipo II con aditivo tobáceo natural hasta un 30% en sustitución de cemento, de mortero de albañilería tipo III con aditivo tobáceo calcinados a 450 °C y 600 °C, y de mortero de albañilería tipo IV con aditivo tobáceo calcinados a 750 °C hasta un 30 %. (Martínez, 2013)
2. Empleo en la producción de ladrillos cerámicos utilizando mezclas de gabros de la zona de Cayo Guam y las tobas vítreas de Sagua de Tánamo en condiciones naturales hasta un 50 % (Galindo, 2017).
3. Empleo en la elaboración de hormigones de hasta 25 MPa sustituyendo el 15 % del cemento Portland necesario por tobas vítreas en su estado natural (De Armas, 2006).
4. Empleo en la producción de bloques huecos de hormigón de (20x40x15 cm) elaborados a partir de las tobas vítreas del yacimiento de Sagua de Tánamo en su estado natural con una sustitución del 15 % del cemento Portland (Jiménez, 2017).

5. Uso en su estado natural como árido ligero en la elaboración de bloques huecos de hormigón de (20x40x10 cm) (Guerra *et al.*, 2021).
6. Empleo de la mezcla de las arcillas de Centeno con las tobas vítreas de Sagua de Tánamo hasta un 20 % para la elaboración de ladrillos cerámicos tanto macizos y perforados como huecos (Aguilar, 2014).
7. Potencialidad como aditivo puzolánico con sustituciones de hasta un 20 % de cemento Portland para fabricar bloques huecos de hormigón (40x20x10 cm) (Leyva, 2019).
8. Obtención de bloques naturales de pared (Pérez, 2011).

### **Aporte económico social**

El desarrollo de las pequeñas producciones mineras garantiza la disminución de los precios de los materiales de construcción para la venta a la población, al acercar las fuentes de abastecimiento de materias primas a los municipios con el consiguiente ahorro de transportación y combustible.

En el orden social la investigación contribuye a concientizar a las entidades pertinentes del municipio de Moa sobre la potencialidad demostrada de los yacimientos tobáceos del territorio para dar solución al déficit de materiales para la construcción, a partir de desarrollo de las pequeñas producciones mineras. Por consiguiente, conlleva al incremento de la construcción de viviendas, obras sociales y fuente de generación de puestos de trabajo. Todo ello en zonas tanto urbanas como en consejos populares de áreas rurales, lo cual reduce la tendencia actual al aumento del flujo migratorio rural-urbano que atenta contra el desarrollo económico y la defensa del país.

### **Conclusiones**

Las pequeñas producciones mineras constituyen la alternativa de explotación para el aprovechamiento de las rocas y minerales industriales en función del desarrollo local sustentable, teniendo en cuenta las concepciones del desarrollo compensado como alternativa a los países en vías de desarrollo para alcanzar el desarrollo sustentable.

A pesar de que la producción local de materiales de construcción se señala como un tema priorizado a nivel nacional y contribuye a otras de las prioridades establecidas, el desarrollo de la vivienda, no se encuentra entre las prioridades del Programa de

Desarrollo Local en Cuba. Esto se debe al desconocimiento por parte de los gobiernos de los territorios de la contribución al desarrollo local sustentable que implica la utilización de los recursos minerales del territorio como materiales para la construcción y la falta de definición sobre cuáles son las aplicaciones de los mismos.

Al sistematizar y generalizar las principales investigaciones precedentes, conservadas en los archivos universitarios y en las publicaciones, así como, aquellas obtenidas de las consultas y los contactos personales con especialistas de la rama, se logró compilar un gran volumen de información actualizada con la finalidad de concientizar a las organizaciones pertinentes del municipio del potencial que supone el máximo aprovechamiento de los yacimientos tobáceos existentes en nuestro territorio en función del desarrollo local sustentable.

### Referencias bibliográficas

- AGUILAR, R. 2014. Tobas vítreas de Sagua de Tánamo como aditivo en la producción de objetos de cerámica roja. Trabajo de Diploma. Instituto Superior Minero Metalúrgico. Moa
- BANDERA, D. 1997. *Informe Prospección Preliminar y Detallada vidrio volcánico Sagua de Tánamo. Prov. Holguín*. Cálculo de Reservas realizado en noviembre, 1997. Inédito. Inv. 4743, ONRM.
- BATISTA, G. R. 2009. *Yacimientos de rocas y minerales industriales en Cuba*. IGP. Disponible en <https://www.redciencia.cu>.
- CUBA. LEY. LEY DE MINAS. EN LEY 76. LEY DE MINA. Gaceta: Asamblea Nacional del Poder Popular de la República de Cuba, 76/1995.
- DE ARMAS, J. 2006. *Reevaluación de las tobas vítreas del yacimiento Sagua de Tánamo como puzolanas naturales*. Rolando Batista González (Tutor). Trabajo de Diploma. Instituto Superior Minero Metalúrgico. Moa
- Galindo, Y. 2011. *Evaluación de mezclas de arcillas de la región de Centeno y arena sílice residual para su utilización en la industria cerámica*. Trabajo de Diploma. Instituto Superior Minero Metalúrgico. Moa

- GUERRA, Y. G. 2015. *Evaluación de los productos de calcinación de las tobas zeolitizadas del yacimiento Caimanes como material puzolánico*. Tesis de maestría. Instituto Superior Minero Metalúrgico de Moa.
- Guerra, Y.; Crespo, M.; Guardiola, R.; Leyva, C. & Almenares, R. 2021. Influencia de la temperatura y tiempo de activación térmica en la solubilidad alcalina de las zeolitas del yacimiento Caimanes. *Tecnología Química* 41(3): 638-657.
- JIMÉNEZ, A. 2017. *Caracterización de la puzolanidad de las Tobas Zeolitizadas de Caimanes y Vítreas de Sagua de Tánamo para fabricar materiales de pequeño formato para la construcción*. Trabajo de diploma. Instituto Superior Minero Metalúrgico. Moa.
- LEYVA, L. 2016. *La minería artesanal de rocas y minerales industriales en función del desarrollo local sustentable en Cuba*. Tesis de Maestría. Instituto Superior Minero Metalúrgico, 2016.
- LEYVA, L. & C. LEYVA, R. 2019. Minería artesanal y desarrollo local sostenible en Cuba. *Revista Caribeña de las Ciencias Sociales*, ISSN: 2254-7630. <https://www.eumed.net/rev/caribe/2019/05/desarrollo-local-cuba.html>. 2019.
- MARTÍNEZ, Y. 2013. *Activación térmica de las tobas vítreas del yacimiento Sagua de Tánamo para su utilización como aditivo puzolánico*. Tesis en opción al título de ingeniero en metalurgia y materiales. Instituto Superior Minero Metalúrgico. Moa.
- PÉREZ, Y. 2011. *Evaluación de tobas vítreas y zeolitizadas de la provincia Holguín para su utilización como puzolana natural en la construcción* *Ciencia & Futuro* 1(4). 41-51.