



**REPÚBLICA DE CUBA**  
**MINISTERIO DE EDUCACIÓN SUPERIOR**  
**UNIVERSIDAD DE MOA**  
**“Dr. ANTONIO NÚÑEZ JIMÉNEZ”**  
**FACULTAD DE GEOLOGÍA Y MINERÍA**  
**DEPARTAMENTO DE GEOLOGÍA**

**TRABAJO DE DIPLOMA**

**En opción al título de Ingeniero Geólogo**

**Título: Caracterización de los sitios de interés geológicos de la provincia de  
Guantánamo.**

**Autor: Délcio Lelécio Ebo Muangala**

**Tutor: Ms. C Yurisley Valdés Mariño**

**Co-Tutor: Ms. C Reinier Hernández Guilarte**

**Moa, 12 de mayo del 2020**

## DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Yo: **Délcio Leléicio Ebo Muangala**, autor de este Trabajo de Diploma que tiene como tema: “**Caracterización de los sitios de interés geológicos de la provincia de Guantánamo.**”

Y los tutores: *Ms. C Yurisley Valdés Mariño* y el *Ms. C. Reinier Hernández Guilarte*, declaramos la propiedad intelectual de este al servicio de la Universidad de Moa para que el mismo disponga de su uso cuando estime conveniente.

Para que así conste el presente a los \_\_\_\_ días del mes de \_\_\_\_\_ de 2020.

---

**Diplomante: Délcio Leléicio Ebo Muangala**

---

**Ms. C Yurisley Valdés Mariño  
Guilarte**

---

**Ms. C Reinier Hernández**

## **PENSAMIENTO**

*“La educación nunca fue un gasto. Siempre ha sido una inversión con retorno garantizado.”*

Sir Arthur Lewis

*“El éxito va de fracaso en fracaso sin perder el entusiasmo.”*

Winston Churchill

*“Sin justicia, no hay paz.”*

*Malcom X*

## **DEDICATORIA**

- ❖ *A mi padre Ernesto Muangala, por el apoyo incondicional y por ser el único que creyó en mí mientras otros dudaron.*
- ❖ *A mis Abuelas, Madalena Muachingula (D.E.P.) y Antonica Magalhães, por su cariño y dedicación siempre hacia su nieto “Tsuriambi”.*

## **AGRADECIMIENTOS**

- A Dios, por todas las bendiciones y haberme dado la fuerza para continuar.
- A mi Padre por confiar en mí y ayudar a ser un hombre mejor.
- A mi tía Filomena Calunda, por todo el cariño y apoyo incondicional.
- Al Dr. Eugenio Novais por el apoyo y consejos.
- A mi tío Eduardo Uemura, que me ha apoyado y aconsejado en los momentos que necesité.
- A mis Abuelas, Madalena Muachingula (D.E.P.) y Antonica Magalhães, por su cariño y dedicación.
- Quiero dar gracias a mis tutores: Ms.C. Yurisley Valdés y Ms.C. Reinier Hernández Guillarte por dirigir y orientar este trabajo hasta el punto de terminar este trabajo satisfactoriamente.
- Al Ms.C. Yurisley Valdés Mariño, primeramente, por apoyarme y aconsejar en las difíciles situaciones que he pasado últimamente, segundo por ser mi tutor y luego por disponer todos sus conocimientos en función de que este trabajo tuviera la mejor calidad, además por las horas que me dedicó para realizar este trabajo.
- A los profesores del departamento de geología de la universidad de Moa que nos han enseñado, aconsejado y guiado por el sendero correcto.
- A mis compatriotas finalistas de la Universidad de Moa: William Da Costa y Dumilde Cardoso.
- A mis excompañeros: Albino Ramos y Aldmiro Junior.
- Un especial agradecimientos a todos que dudaron de mí, *“El amor me hace fuerte, pero el odio me torna imparable”*.

## RESUMEN

En los últimos años debido a la importancia que reviste la protección y conservación del medio ambiente y la necesidad de incrementar en nuestro país el turismo de naturaleza, las autoridades gubernamentales han orientado la evaluación de numerosos paisajes naturales en aras de su uso como fuentes de ingresos económicos y como sitios de interés cultural, que permitan explotar todas las potencialidades paisajísticas del territorio cubano.

La presente investigación titulada: Evaluación de los sitios de interés geológicos más importantes de la provincia de Guantánamo, fue realizada por la necesidad de conocer el estado actual de los sitios de interés geológicos más importantes de esta provincia, valiéndose de base para su conservación. Tiene como objetivo evaluar la situación y estado físico de los geositos, pues presentan gran y media dimensión de los sitios de interés geológicos, altos índices de accesibilidad y valor histórico que se debe aprovechar y preservar. Para ello se implementó como metodología, el criterio de expertos. Además, se puso en práctica la metodología de diagnóstico indicada, en una ficha técnica, que consiste en evaluar determinados parámetros, con una clasificación ponderada de los mismos.

Durante el cartografiado se lograron identificar dieciochos (18) geositos, de los cuales seis pueden ser catalogados de importancia nacional debido a sus potencialidades paisajísticas e interés científico tales como: el Pico Gálan, Zoológico de Piedra, Los Monitongos, Reserva Ecológica de Baitiquirí, Salto Fino y el Viaducto de la Farola.

## **ABSTRACT**

In recent years, due to the importance of protecting and conserving the environment and the need to increase nature tourism in our country, government authorities have guided the evaluation of numerous natural landscapes in order to use them as sources of income. economic and as sites of cultural interest, that allow to exploit all the landscape potential of the Cuban territory.

The present investigation titled: Evaluation of the most important geological sites of interest in the province of Guantanamo, was enhanced by the need to know the current state of the most important geological sites of interest in this province, serving as the basis for their conservation. Its objective is to evaluate the situation and physical state of these sites, since they present large and medium dimensions of sites of geological interest, high accessibility indices and historical value that must be used and preserved. For this, the criteria of experts was implemented as a methodology. In addition, the indicated diagnostic methodology was put into practice in a technical sheet, which consists of evaluating certain parameters, with a weighted classification of them.

During the mapping, 18 geosites were identified, of which 6 can be cataloged of national importance due to their landscape potential and scientific interest such as: Pico Gálan, Stone Zoo, Los Monitongos, Ecological Reserve of Baitiquirí, Salto Fino and the Lantern Viaduct.

## ÍNDICE

<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	11
MARCO TEÓRICO CONCEPTUAL.....	15
<b>ESTADO DEL ARTE</b> .....	23
CAPÍTULO I: CARACTERIZACIÓN FÍSICO-GEOGRÁFICA Y GEOLÓGICA DE LA REGIÓN Y ÁREA DE ESTUDIO.....	28
<b>1.1. Introducción</b> .....	28
<b>1.1.1. Características físico- geográficas.</b> ....	28
<b>1.1.2. Principales características físico geográficas del entorno.</b> .....	29
<b>1.2. Geología Regional</b> .....	33
CAPITULO II: METODOLOGIA DE LA INVESTIGACIÓN Y VOLUMEN DE LOS TRABAJOS REALIZADOS.....	41
<b>2.1. Etapa de preliminar</b> .....	42
<b>2.2. Etapa de trabajo de campo</b> .....	43
<b>2.3. Etapa de gabinete</b> .....	49
CAPÍTULO III. INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS.....	51
3.1. Evaluación de los Geositios. ....	51
<b>3.1.1. Estratotipo de San Luis</b> .....	51
3.1.2. Estratotipo Maquey.....	52
3.1.3. Estratotipo de Jamaica.....	52
3.1.4. Estratotipo del Rio Maya.....	53
<b>3.1.5. Pico Gálan</b> .....	54
<b>3.1.6. Deslizamiento de Yateras.</b> .....	55
<b>3.1.7. Zoológico de Piedra</b> .....	56
<b>3.1.8. Los Monitongos</b> .....	57

<b>3.1.9. Huracanolitos (Bate-bate) de San Antonio del sur</b> .....	58
<b>3.1.10. Rio Jaguaní</b> .....	60
<b>3.1.11. Reserva Ecológica Baitiquirí</b> .....	61
3.1.12. Mina de Sal Santa Rosa.....	62
3.1.13. Granitoides de Rio Duaba. ....	63
3.1.14. Salto Fino .....	64
<b>3.1.15. Viaducto La Farola</b> .....	64
<b>Figura 21 Viaducto La Farola</b> .....	65
3.1.16. Anfibolitas de La Tinta (Maisí). ....	65
<b>3.1.17 Tobas zeolitizadas del yacimiento Palenque de Yateras</b> .....	67
<b>3.1.18 Deslizamientos de Yumurí del Sur</b> .....	68
3.2 Análisis e interpretación de los resultados obtenidos.....	69
3.3 Medidas de protección y conservación del patrimonio geológico.....	<b>¡Error!</b>
<b>Marcador no definido.</b>	
CONCLUSIONES.....	78
RECOMENDACIONES.....	79
BIBLIOGRAFÍA.....	80



## INTRODUCCIÓN

En los últimos años, se han incrementado internacionalmente las acciones de identificación, conservación y difusión del patrimonio natural y cultural, lo que alcanza una importante proyección a través del Convenio para la Protección del Patrimonio Mundial Cultural y Natural adoptado por UNESCO. Con el paso del tiempo, la sociedad ha cambiado su percepción del entorno, y ahora considera un derecho, una necesidad y un deber proteger el medio ambiente y promover un desarrollo sostenible. Los elementos geológicos de singular interés no son una excepción: son una parte importante del patrimonio natural y poseen valor por sí mismos, por lo que deben ser conservados.

Hoy en día existen 140 geoparques mundiales de la UNESCO en 38 países, que conforman la Red Mundial de Geoparques distribuidos fundamentalmente en China y Europa. El patrimonio geológico y su conservación continúan como temas poco abordados e incluso mal conceptualizados en el mundo, y América Latina no es la excepción; sin embargo, en fechas recientes estos asuntos han adquirido mayor difusión y alcance. (Rosado-González, 2018). El desafío de América Latina es incrementar el número de geoparques globales, asumiendo un compromiso explícito con las Ciencias de la Tierra y la geoconservación.

El patrimonio geológico está constituido por los recursos naturales no renovables de valor científico, cultural o educativo y de interés paisajístico recreativo, ya sean formaciones rocosas, estructuras geológicas, formas de relieve, acumulaciones sedimentarias, ocurrencias minerales, paleontológicas y otras, que permiten reconocer, estudiar e interpretar la evolución de la historia geológica de la tierra y los procesos que la han modelado. Atendiendo al carácter no renovable de estos recursos, su preservación y mantenimiento requieren de una gestión que garantice la catalogación, divulgación y protección, y con ello su integración al contexto de desarrollo socio-económico del territorio donde se encuentren.

En Cuba, el primer paso en la conservación del ambiente natural comenzó el 12 de abril de 1930, con la designación del Parque Nacional Pico Cristal y su entorno como área protegida. En un principio la designación de estas áreas se enfocó hacia la conservación de los ecosistemas y la biodiversidad, así como los recursos genéticos, pero con el tiempo se incorporó el paisaje (geomorfología superficial, subterránea y submarina) y los valores geológicos y paleontológicos. Sin embargo, aunque hasta ahora no se han designado territorios con la categoría de geoparques, en no pocas áreas protegidas hay reliquias invalorable de la historia geológica de Cuba y del Caribe, como por ejemplo en los Parques nacionales viñales, Alejandro de Humboldt, Desembarco del Granma, Cayo Caguanes, Lomas de Banao; en el Archipiélago Jardines de la Reina; las cuevas de Bellamar, Martín Inferno, y muchos otros (Prieto et al., s. f.).

Con el del triunfo de la Revolución, fue posible incrementar el estudio geológico del subsuelo cubano por especialistas de las organizaciones relacionadas con la Geología en el desaparecido campo socialista, algunos profesionales latinoamericanos y por los numerosos geólogos cubanos graduados después. La ampliación del conocimiento determinó que se multiplicaran las descripciones de unidades litoestratigráficas, bioestratigráficas y cronoestratigráficas, geocronológicas y el establecimiento de unidades edafoestratigráficas, magnetoestratigráficas y geoclimáticas y que se alcanzara un notable conocimiento de la Geología del territorio cubano.

Estudios anteriores demostraron diagnósticos de geositos de mayor importancia de las provincias de Pinar del Río, Artemisa, Mayabeque, La Habana, Matanzas, Villa Clara, Cienfuegos, Sancti Spiritus, Ciego de Ávila, Camagüey y el municipio especial Isla de la Juventud, que se evidenciaron las localidades y estratotipos sobre las cuales se basa el Léxico Estratigráfico y los yacimientos fosilíferos que muestran o aportaron las más importantes colecciones de animales y plantas fósiles que caracterizan el pasado geológico de Cuba que no se encuentran siempre en las condiciones en que fueron estudiadas y descritas. Los resultados de estas investigaciones permitieron la reciente inauguración de un geoparque en la

provincia de Pinar del Río, el cual agrupa los sitios de interés geológico ubicados en las instancias de los Mogotes de Viñales.

A pesar de la realización de estos trabajos, aún se requieren estudios más detallados que permitan extender los recorridos a todos los municipios del país, principalmente en las provincias de Granma, Santiago de Cuba, Holguín y Guantánamo.

El estudio del patrimonio geológico busca poner en valor las características geológicas de una región determinada y con ello establecer la gestión adecuada de clasificación y conservación, donde se logre un equilibrio didáctico entre el medio ambiente y el actor social. Por onde la identificación, clasificación y valoración del patrimonio geológico se posiciona como una alternativa diferente de gestión ambiental y social en los países en vías de desarrollo, al plantearse gestiones del mismo en base a los principios de desarrollo sostenible y productividad más limpia que se acogen bajo las normas ambientales. El Patrimonio Geológico puede jugar un importante papel en el acercamiento de la Geología a la sociedad, ya sea porque está constituido por elementos geológicos excepcionales, singulares o representativos y porque estos poseen un determinado potencial didáctico (Valsero & Urquí, 2009).

El análisis del Patrimonio Geológico de la provincia Guantánamo, al ser una de las zonas con más variaciones en sus características geológicas, tiene una gran extensión y se encuentra unida geológicamente con las provincias de Holguín y Santiago de Cuba, permite que la información sea agregada a la obtenida como resultado de estos mismos trabajos realizados en las provincias fronterizas. En este sentido surge la necesidad de comenzar una investigación que permita incrementar el conocimiento y la cantidad de sitios de interés geológicos existentes, no estudiados anteriormente, en esta parte del territorio cubano.

Como problema científico de la investigación se plantea el siguiente:

**Problema:** Necesidad de caracterizar los posibles geositos no estudiados anteriormente en la provincia de Guantánamo, que permitirán diagnosticar su

estado de conservación, así como sus vulnerabilidades para definir medidas que permitan su preservación.

**Campo de acción:** Características de los geositos ubicados en la provincia de Guantánamo.

**Objetivo general:** Caracterizar los geositos no estudiados en la provincia de Guantánamo, para diagnosticar su estado de conservación. .

**Objetivos específicos:**

- Identificar los geositos en la provincia de Guantánamo.
- Caracterizar los sitios de interés geológico.
- Clasificar los geositos según el artículo 3, del Decreto Ley 201/99.
- Proponer medidas de conservación para los geositos de mayor vulnerabilidad.

**Objeto de Estudio:** Geositos de la provincia de Guantánamo

**Hipótesis:** Si se logra realizar una correcta evaluación de los geositos ubicados en la provincia de Guantánamo, se conocerán las singularidades de su estado actual, así como de las posibles medidas para su conservación.

# MARCO TEÓRICO CONCEPTUAL

## Introducción

El estudio de la geodiversidad y del patrimonio geológico figura entre las áreas de investigación más recientemente incorporadas al ámbito de la Geología. Su ejecución a nivel internacional ha tenido un impacto relevante en la sociedad. Relacionado a este tema existen una serie de términos necesarios y de gran magnitud útiles para su comprensión.

## Conceptos Generales

### Patrimonio Geológico

Está constituido por el conjunto de enclaves naturales, básicamente de carácter no renovable, aunque no exclusivamente, tales como formaciones rocosas, estructuras y acumulaciones sedimentarias, formas, paisajes, yacimientos minerales o paleontológicos, lugares hidrogeológicos, o colecciones de objetos geológicos de valor científico, cultural o educativo, cuyas características, sobre todo las relativas a su exposición y contenido, permiten reconocer, estudiar e interpretar la evolución de la historia geológica que ha modelado una determinada región y, en última instancia, de la Tierra (López-Martínez et al., 2005).

También (Urquí, 2014) define al Patrimonio Geológico como los elementos geológicos que presentan una especial singularidad debido, fundamentalmente a su interés científico o didáctico. Constituye una parte importante del patrimonio natural e incluye formas, elementos y estructuras originadas por cualquier proceso geológico. Así que está formado por todos aquellos enclaves relevantes para cualquier disciplina de la geología.

Son muchas las conceptualizaciones que se tienen del Patrimonio Geológico pero una de las definiciones más completas y discutidas a nivel mundial, es la propuesta por Cendrero (1996), donde se refiere al Patrimonio Geológico como un: Conjunto de recursos naturales, no renovables, ya sean formaciones rocosas, estructuras geológicas, acumulaciones sedimentarias, formas del terreno o yacimientos minerales, petrográficos o paleontológicos, que permiten reconocer, estudiar e

interpretar la evolución de la historia de la Tierra y de los procesos que la han modelado, con su correspondiente valor científico, cultural, educativo, paisajístico o recreativo (Inga, 2018).

### **¿Qué es Patrimonio Geológico?**

Elementos que figuran dentro del Patrimonio Geológico según (Urquí, 2014)

Siempre que tengan un valor destacado en función de su singularidad o representatividad, son elementos del patrimonio geológico, entre otros:

- Yacimientos mineralógicos, localidades-tipo, minerales y colecciones de minerales.
- Estructuras tectónicas como pliegues, fallas y cabalgamientos.
- Yacimientos paleontológicos, secciones fosilíferas, fósiles y colecciones de fósiles.
- Afloramientos de diferentes tipos de roca, incluyendo los meteoritos.
- Secciones estratigráficas, estratotipos y estructuras sedimentarias.
- Suelos y perfiles edáficos.
- Afloramientos que muestren el dinamismo terrestre y procesos geológicos activos, como depósitos de inundaciones, de tsunamis, actividad geotérmica o volcánica, deslizamientos, etc.
- Elementos geomorfológicos, incluyendo todo tipo de formas del relieve, como formas y depósitos fluviales (ríos, cañones, cascadas, etc.), eólicos (dunas, mantos eólicos, etc.), de ladera (como cárcavas, coluviones y otros tipos de derrubios), lacustres (lagos, zonas endorreicas, etc.), de origen glaciar (como glaciares, morrenas, drumlis, artesas, etc.), periglacial (como suelos poligonales, gréses litées), kárstico (dolinas, simas, cuevas, tobas calcáreas, cañones, poljés, lapiares, etc.), o volcánico (calderas, pitones, coladas, etc.).

### **¿Qué no es Patrimonio Geológico?**

Elementos que no figuran dentro del Patrimonio Geológico según (Urquí, 2014)

El patrimonio geológico está formado exclusivamente por elementos naturales debido a la acción de procesos geológicos. Así que no forman parte del mismo:

- Minas o instalaciones mineras.
- Norias, molinos, acequias, presas o cualquier otra instalación, aunque sirva para aprovechar recursos geológicos.
- Mapas, planos de labores, libros documentos, instrumentos de estudio.
- Dibujos, cuadros, edificios, esculturas y cualquier otra manifestación artística.
- Arte rupestre o yacimientos arqueológicos.
- Ermitas, castillos o cualquier otra construcción, aunque utilice piedra natural como material principal.

### **Geodiversidad**

Una de las definiciones más integradoras se debe a Kozłowski, para quien la geodiversidad es la «variedad natural en la superficie terrestre, referida a los aspectos geológicos, geomorfológicos, suelos, hidrología, así como otros sistemas generados como resultado de procesos naturales (endógenos y exógenos) y la actividad humana». Desde esta misma perspectiva integradora, Serrano y Ruiz-Flaño han definido la geodiversidad como «la variabilidad de la naturaleza abiótica, incluidos los elementos litológicos, tectónicos, geomorfológicos, edáficos, hidrológicos, topográficos y los procesos físicos sobre la superficie terrestre y los mares y océanos, junto a sistemas generados por procesos naturales, endógenos y exógenos, y antrópicos, que comprende la diversidad de partículas, elementos y lugares» (Cañadas & Flaño, 2007). Aunque son conceptos diferentes, el término 'geodiversidad' se encuentra en estrecha relación con el 'patrimonio geológico', ya que mientras la geodiversidad se refiere a la variedad de elementos, el patrimonio geológico se refiere al valor de los mismos.

### **Geositio o Lugar de Interés Geológico (LIG)**

Los Geositios representan una categoría ambiental reconocida a nivel internacional; denomina a “una localidad, área o territorio en la cual es posible definir un interés geológico-geomorfológico para la conservación”. Incluye formas de particular

importancia por la rareza o representatividad geológica, por su interés científico, su valor didáctico, su importancia paisajística y su interés histórico-cultural (Wimbledon et al., 1995).

### **Estratotipo**

Estratotipo es el tipo original o designado posteriormente de una unidad estratigráfica o de un límite estratigráfico, identificado como un intervalo específico o un punto específico en una secuencia específica de estratos de roca y que constituye el patrón para la definición y reconocimiento de la unidad o límite estratigráfico (Villafranca, 1978).

### **Localidad Tipo y Área Tipo**

La localidad tipo de una unidad o límite estratigráfico es la localidad geográfica en la cual está situado el estratotipo o donde fue definido o nombrado la unidad o límite. El área tipo (o región tipo) es el territorio geográfico que rodea a la localidad tipo (Villafranca, 1978).

### **Holostratotipo**

Estratotipo original designado por el autor al tiempo del establecimiento de una unidad estratigráfica o sus límites (Dávila Burga, 2011).

### **Lectoestratotipo**

Un estratotipo seleccionado posteriormente en ausencia de un estratotipo original adecuadamente designado (Villafranca, 1978).

### **Hipostratotipo**

Estratotipo designado como la extensión de una unidad estratigráfica conocida, u otras áreas geográficas u otras facies. Está subordinado al holostratotipo (Dávila Burga, 2011).

### **Geotopo**

Son porciones espacialmente delimitadas de la geosfera con un significado geológico, geomorfológico o geoecológico especial. Pueden ser estáticos o activos (Strasser et al., 1995).

### **Tipos y subtipos de geotopos (Bôas et al., 2003)**

- ✓ Geotopos de interés científico: Localidades tipo donde afloran ejemplos representativos de la historia y evolución de la tierra y de la vida (geositios). Columnas tipo de unidades definidas, perfiles tipo. Estratigráfico, paleontológico, mineralógico, paleoclimático y geomorfológico.
- ✓ Geotopos de interés didáctico: Afloramientos naturales o artificiales que caracterizan algún proceso geológico. Corte de carretera o camino, mina, cantera, excavación. Museos, centros de investigación, observatorios vulcanológicos.
- ✓ Geotopos de interés turístico, recreativo, descanso y salud: Miradores, senderos, termales y de igual modo minas y canteras.
- ✓ Geotopos relacionados a historia y cultura: Construcciones, sitios arqueológicos.

Hay geotopos que no se pueden clasificar dentro de un solo tipo o subtipo, pues tienen diferentes intereses y aprovechamientos, y en ellos se encuentran los mineros.

### **Geoparque**

La definición de geoparque se creó después de un largo período de reuniones y discusiones sobre las características apropiadas, estructura y función de dicha institución. Según esta definición, un geoparque es un territorio que combina la protección y promoción del patrimonio geológico con el desarrollo sostenible local (Zouros & Mc Keever, 2004).

De acuerdo con la UNESCO (2017), un geoparque es una zona protegida que cuenta con un patrimonio de importancia internacional, que cumple asimismo con criterios de unidad y estética. Asimismo, son “áreas geográficas únicas y unificadas en las que se gestionan sitios y paisajes de importancia geológica internacional, con un concepto holístico de protección, educación y desarrollo sostenible” (Richard et al., 2018).

Así que tres son los pilares que sustentan la creación y funcionamiento de un geoparque: patrimonio geológico, geoconservación y desarrollo local. Para cumplir sus objetivos los geoparques deben tener unos límites claramente definidos y una extensión adecuada para asegurar el desarrollo económico de la zona, pudiendo incluir áreas terrestres, marítimas o subterráneas. Un geoparque debe ser gestionado por una estructura claramente definida, organizada en función de la legislación de cada país, que sea capaz de asegurar la protección, la puesta en valor y las políticas de desarrollo sostenible dentro de su territorio (Carcavilla Urquí, L García Cortés, 2014).

### **Geoturismo**

Existen diversas definiciones publicadas del término geoturismo, cada una de las cuales introduce matices interesantes. La primera definición de geoturismo apareció en una revista como “la provisión de recursos interpretativos y servicios para promocionar el valor y beneficio social de los lugares de interés geológico y geomorfológico, y asegurar su preservación y su uso por parte de estudiantes, turistas u otro tipo de visitantes” (Hose, 1995). Una definición similar es la proporcionada por Dowling & Newsome (2006), quienes afirman que “el geoturismo es un turismo sostenible cuyo objetivo principal se centra en experimentar los rasgos geológicos bajo un entendimiento cultural y medioambiental donde se aprecie su conservación, y que es locamente beneficioso”. (Asevedo, 2007) define el geoturismo como “un segmento de la actividad turística que tiene al patrimonio geológico como principal atractivo y busca la protección por medio de la conservación de sus recursos y de la sensibilización del turista, donde se utilice la interpretación para volver este patrimonio accesible al público lego y promover la divulgación y desarrollo de las Ciencias de la Tierra”. Por último, (Sadry, 2009) afirma que “el geoturismo es un tipo de turismo basado en el conocimiento, conservación e interpretación de los atributos abióticos de la naturaleza y su integración interdisciplinar en la industria del turismo, donde se logre el acercamiento los lugares de interés geológico al público general además de mostrar aspectos culturales con ellos relacionados”. La Fundación National Geographic ha

proporcionado otro recientemente y lo define como“ el turismo que sustenta o contribuye a mejorar las características geográficas de un lugar, ya sea el medio ambiente, patrimonio histórico, aspectos estéticos, culturales o el bien estar de sus habitantes” (Carcavilla et al., 2011). En esta investigación nos referiremos al geoturismo desde el enfoque “geológico”.

### **Geoconservación**

El término geoconservación fue acuñado y comenzó su uso en la década de 1990. Autores como Sharples Semeniuk (1996) y Semeniuk & Semeniuk (2001) consideran que la geoconservación es la conservación o preservación de las características de la ciencia de la tierra para fines de patrimonio, ciencia o educación. Otros autores utilizan el término de forma similar. Etimológicamente, combina la acción de conservación con "geos" (la Tierra), lo que implica la conservación específicamente de características que son geológicas. La geoconservación implica la evaluación del patrimonio geológico con fines de conservación y manejo de la tierra, lo que lleva a la protección de sitios importantes por ley. En la literatura internacional, la geoconservación tiene un alcance más amplio del que se trata aquí, que involucra la conservación de sitios de importancia geológica, pero también trata y está involucrado en asuntos de gestión ambiental, riesgos geológicos, sostenibilidad y patrimonio natural en relación con el mantenimiento de hábitats, biodiversidad y ecosistemas en general (Brocx & Semeniuk, 2007).

### **Georecurso**

(Gloria Jódar Valderrama, Miguel León Garrido, 2013) Hace referencia al elemento o conjunto de elementos, lugares o espacios de valor y significación geológica que cumplen, al menos, una de las siguientes condiciones:

- Que tengan un elevado valor científico y/o didáctico y por tanto, deban ser objeto de una protección adecuada y de una gestión específica.

- Que sean utilizables como recurso para incrementar la capacidad de atracción del territorio en el que se ubican y en consecuencia, de mejorar la calidad de vida de la población de su entorno.

El concepto de georecurso prima las perspectivas de recurso y de desarrollo sostenible, ya que se considera:

- Bien natural y cultural del territorio, al igual que el resto de recursos del patrimonio natural (flora, fauna, ecosistemas, etc.).
- Activo socioeconómico con capacidad de sustentar actividades científicas, educativas, turísticas y recreativas y en consecuencia, de promover el desarrollo de las áreas rurales.

### **Red Global de Geoparques (Global Geoparks Network) (GGN)**

Es una organización internacional, no gubernamental, sin ánimo de lucro que proporciona una plataforma de cooperación entre los Geoparques. Reúne agencias gubernamentales, organizaciones no gubernamentales, científicos y comunidades de todo el mundo en una asociación mundial única y opera de acuerdo con los reglamentos de la UNESCO. La red está formada por todas las regiones del mundo y reúne grupos que comparten valores comunes, intereses o fondos, después de un proceso de concepción y de gestión específico. Sirve además para desarrollar modelos de buenas prácticas y establecer normas en calidad para los territorios que integran la conservación del patrimonio geológico en una estrategia para el desarrollo económico sostenible regional.

## **ESTADO DEL ARTE**

Con la llegada de la revolución industrial comenzó el desarrollo de economías extractivistas basadas en el consumo de materias primas. Aquel modelo económico ha generado una acelerada producción de contaminantes, sobre todo en aquellas economías que aún no han alcanzado una economía post-industrializada.

La sobreexplotación de los territorios y la producción de contaminantes constituyen los principales factores que atentan el equilibrio de los elementos naturales y, a diferencia de la biodiversidad, los esfuerzos de conservación de los elementos geológicos son aún escasos. No obstante, dada la naturaleza no renovable de los elementos geológicos, la necesidad de un marco regulatorio sólido en pos de su conservación es fundamental, sobre todo considerando que los elementos bióticos requieren condiciones especiales para su desarrollo. Así, el uso no gestionado de los elementos abióticos atenta directamente el equilibrio de los ecosistemas (Andrasanu, 2006).

El conocimiento geológico de las ocurrencias minerales en Cuba se remonta a los tiempos en que llegó a las costas cubanas en la parte norte de la antigua provincia de Oriente, el gran almirante Cristóbal Colón donde observó el arrastre de los ríos de los sedimentos ferruginosos al parecer perteneciente a los depósitos lateríticos del norte de la provincia Holguín. El este de Holguín resalta como una de las regiones en la que se ha desarrollado un gran cúmulo de trabajos e investigaciones de múltiples disciplinas, dentro de las ciencias de la tierra. Dirigidos al aumento del conocimiento principalmente geológico, del área, y a la búsqueda y exploración de materias primas, orientado tanto al aumento de las reservas como al hallazgo de nuevas acumulaciones minerales.

En el siglo XX, con la expansión del poderío estadounidense sobre la economía cubana y el desencadenamiento de la I Guerra Mundial, fue frecuente la exploración de las riquezas nacionales por diferentes compañías mineras y petroleras y el descubrimiento de numerosos sitios geológicos de importancia e interés. Entre las

décadas del 30 y el 50, bajo la presión de la necesidad de minerales para la industria, sobre todo de armamentos, debido a los preparativos y ejecución de la II Guerra Mundial, el territorio de Cuba fue intensamente estudiado por geólogos extranjeros, principalmente holandeses y estadounidenses, entre los que se destacan Vaughan, Thiadens, Rutten, Lewis, Kozary, Hatten, y otros y también por los precursores cubanos José Isaac del Corral, Jorge Brodermann, Antonio Calvache y Pedro J. Bermúdez.

Luego del Triunfo de la Revolución, especialistas de las organizaciones relacionadas con la Geología en el desaparecido campo socialista, algunos profesionales latinoamericanos y por los numerosos geólogos cubanos graduados después, llevaron a cabo investigaciones que contribuyeron al incremento del conocimiento geológico del subsuelo cubano.

Anteriormente trabajos como los de Lewis (1955) y luego Kozary (1968), estuvieron encaminados a la descripción geológica de la porción central de la antigua provincia de Oriente, cuyos puntos de vista acerca de la secuencia ofiolítica no se diferencian sustancialmente de los conceptos anteriores.

No es hasta la década del sesenta que se desarrollan investigaciones profundas de carácter regional, destacándose los trabajos de los especialistas soviéticos A. Adamovich y V. Chejovich (1962, 1963 y 1965), que constituyeron un paso fundamental en el conocimiento geológico del territorio oriental y esencialmente para las zonas de desarrollo de cortezas de intemperismo ferroniquelíferas.

V.M. Ogarkov, en 1967 realiza trabajos de búsqueda para níquel en los yacimientos del macizo Moa-Baracoa, fundamentalmente en la zona del río Moa donde se calcularon las reservas para níquel.

En 1972 se inician investigaciones de carácter regional del territorio oriental cubano por especialistas del Departamento de Geología de la Universidad de Oriente, luego la Universidad de Moa y ya en 1976 se estableció que la tectónica de sobre empuje afecta también a las secuencias sedimentarias dislocadas fuertemente, donde se

detectan en numerosas localidades la presencia de mantos alóctonos constituidos por rocas terrígenas y volcánicas del Cretácico superior, yaciendo sobre secuencias terrígenas del Maestrichtiano-Paleoceno superior, además observaron el carácter alóctono de los conglomerados-brechas de la formación La Picota. Con estos nuevos elementos es reinterpretada la geología del territorio y se esclarecen aspectos de vital importancia para la acertada valoración de las reservas minerales. En el período 1972 -1976 se realiza el levantamiento geológico de la antigua provincia de oriente a escala 1: 250 000 por la brigada cubano-húngara de la Academia de Ciencias de Cuba, siendo el primer trabajo que generaliza la geología de Cuba oriental. El mapa e informe final de esta investigación constituyó un aporte científico a la geología de Cuba al ser la primera interpretación geológica regional de ese extenso territorio basada en datos de campos, obteniéndose resultados interesantes expresados en los mapas geológicos, tectónicos y de yacimientos minerales, columnas y perfiles regionales, así como el desarrollo de variadas hipótesis sobre la evolución geológica de la región. En este trabajo la región oriental se divide en cinco unidades estructuro faciales: Caimán, Auras, Tunas, Sierra de Nipe-Cristal-Baracoa y Remedios y tres cuencas superpuestas: Guacanayabo-Nipe, Guantánamo y Sinclinorio Central.

Desde la década de 1990, los esfuerzos de protección del llamado “Patrimonio Geológico” comienzan a tomar relevancia, alcanzando uno de sus puntos más importantes en la declaración de la Unesco (2005), en la cual se considera la promoción del patrimonio geológico como una de las herramientas más efectivas para el cambio de concepción y comportamiento de nuestro estilo de vida para alcanzar un desarrollo sustentable y la estabilidad de los países (Henriques y Brilha, 2017).

A partir de 2006 se han desarrollado proyectos de investigación con el objetivo de rescatar, para su preservación en primer lugar, las localidades tipo de las formaciones aprobadas y registradas en el Léxico Estratigráfico de Cuba y los yacimientos fosilíferos que constituyen un patrimonio de la nación, así como también

los sitios geológicos de marcado interés: científico, docente y turístico. Sin embargo, desde el año 2005 el Instituto de Geología y Paleontología (IGP) ya realizaba un inventario nacional de los sitios de interés geológico (geositios) existentes en el país, gracias la cual, también se pudo identificar preliminarmente, cuántos de ellos habían sido declarados como monumento local o nacional y cuántos estaban incluidos en áreas naturales protegidas.

Teniendo como base la descripción de los principales rasgos geológicos-geomorfológicos existentes en el territorio de la región oriental del país, se han definido investigaciones como: “Evaluación de los sitios de interés geológicos más importantes de los municipios Sagua de Tánamo y Moa, Holguín”, donde se identificaron 18 geositios, de los cuales 2 fueron propuestos como Monumento Local y 2 como Monumento Nacional (Castellanos, 2016).

Evaluación y diagnóstico de geositios en el municipio de la zona oeste de la provincia de Holguín para la protección y conservación del patrimonio geológico”. En ella, se identificaron 29 sitios de interés geológicos, de los cuales, 8 fueron propuestos como patrimonio nacional, 17 como Patrimonio local y 2 fueron propuestos a recibir un tratamiento por las autoridades locales (Corpas, 2017).

Evaluación y diagnóstico de geositios en los municipios del este de la provincia de Holguín, se identificaron 14 sitios de interés geológicos (Romero, 2017).

Caracterización de geositios para la protección y conservación del patrimonio geológico del municipio Baracoa”, donde se evaluaron 14 sitios de interés geológicos, de los cuales 4 fueron propuestos como patrimonio nacional, 8 como patrimonio local y 2 fueron propuestos para el cuidado de las autoridades locales. Al igual que en trabajos anteriormente citados se propusieron medidas para la conservación. Definió

Francisco (2018), precisó la “Caracterización de geositios para la protección y preservación del patrimonio geológico en la ruta Baracoa-Puriales de Caujerí, donde

se valoraron 26 sitios de interés geológico, donde 5 de ellos clasificaron como Patrimonio nacional y 14 como Monumentos locales.

Evaluación y diagnóstico de nuevos geositos en los municipios Sagua de Tánamo y Frank País, de la provincia Holguín para la protección y conservación del patrimonio geológico, donde se identificaron 18 geositos, 14 correspondientes al municipio de Sagua de Tánamo y 4 al municipio de Frank País. Se propusieron como áreas protegidas de significación Nacional a los geositos: las Brechas de Sagua y la Desembocadura del río Sagua; de significación Local a: las Calcedonias del Picao, Cueva de Mucaral, la Terraza Emergida de Río Grande y la Mina de Cromita de Río Grande (Ramos, 2018).

Evaluación de los sitios de interés geológicos en el sector Ramón de las Yaguas, Santiago de Cuba, donde se describieron y evaluaron 20 sitios de interés geológico en todo el territorio y como designación a Monumento Nacional se propuso: Los Basaltos en Almohadilla del Camino de Campo Rico (Bravo, 2018).

Evaluación de los Geositos en el municipio de Imías y Maisí, para la protección y conservación del patrimonio geológico, con el objetivo de determinar su estado actual de conservación y proponer medidas que contribuyan a su cuidado y conservación. Durante el cartografiado se lograron identificar 36 geositos, de los cuales 8 pueden ser catalogados de importancia nacional debido a sus potencialidades paisajísticas e interés científico (Desdín-Paz, 2019; Velázquez-Rodríguez, 2019).

# CAPÍTULO I: CARACTERIZACIÓN FÍSICO-GEOGRÁFICA Y GEOLÓGICA DE LA REGIÓN Y ÁREA DE ESTUDIO

## 1.1. Introducción

En el presente capítulo se exponen las principales características de la región y área en estudio, tanto físico-geográficas como geológicas, de acuerdo a los trabajos, artículos, informes y otros documentos consultados para la realización de este trabajo.

### 1.1.1. Características físico- geográficas.

#### Ubicación geográfica

Guantánamo: Provincia situada en la región más oriental de la isla de Cuba, entre los 19° 54', 20° 30' lat. N y los 74° 08', 75° 30' long. O. Límites: al N, la provincia de Holguín y el océano Atlántico; al E, el paso de los Vientos; al S, el mar Caribe; al O, la provincia de Santiago de Cuba. Gentilicio: guantanamero. Capital: Guantánamo. Municipios: (10) Baracoa, Caimanera, El Salvador, Guantánamo, Imías, Maisí, Manuel Tames, Niceto Pérez, San Antonio del Sur y Yateras. Fuente: Diccionario Geográfico de Cuba.



Figura 1. Esquema de ubicación geográfica de la provincia de Guantánamo. Fuente (<http://www.ipf.gob.cu>).2020.

Predomina el relieve con elevaciones: las montañas de Nipe-Sagua-Baracoa, parte de la Sierra Maestra, los valles de Guantánamo, Central, del Caujerí y los llanos típicas terrazas marinas. Su hidrografía está representada por los ríos el Toa, Duaba, Yumurí, Guantánamo, Guaso y Sabanalar. La principal laguna es La Salada y los mayores embalses son la Yaya y Jaibo. Predominan los suelos pardos con carbonatos, fersialíticos e hidromórficos en las zonas bajas y pantanosas, posee yacimientos de sal.

### **1.1.2. Principales características físico geográficas del entorno.**

#### **Desarrollo económico de la región**

La agricultura es la base económica fundamental en la provincia, la misma aporta más del 26,0 % del producto interno bruto, y da empleo al 23 % del total de trabajadores del territorio. Ofrece el mayor volumen de materia prima a la industria alimentaria y maderera. Cuenta con un total de 330 407 hectáreas, de las cuales el 40% son aptas para la agricultura, siendo sus principales producciones la de café (segundo productor del país), caña de azúcar, coco y cacao (que representan el 90 y 67 % de la producción nacional, respectivamente), además otras producciones tales como cultivos varios, leche, carne, huevos, madera y frutales. Cuenta con una estructura productiva que representa el 52 % de las tierras en el sector privado, el cual aporta más del 50 % de la producción en la provincia.

En el sector privado al igual que en las tierras del sector estatal, el grado de explotación no es el deseado, fundamentalmente por limitaciones con los sistemas de riego y equipamiento agrícola, así como también por las limitantes de sus suelos y a los reiterados eventos de sequía que han afectado a la provincia.

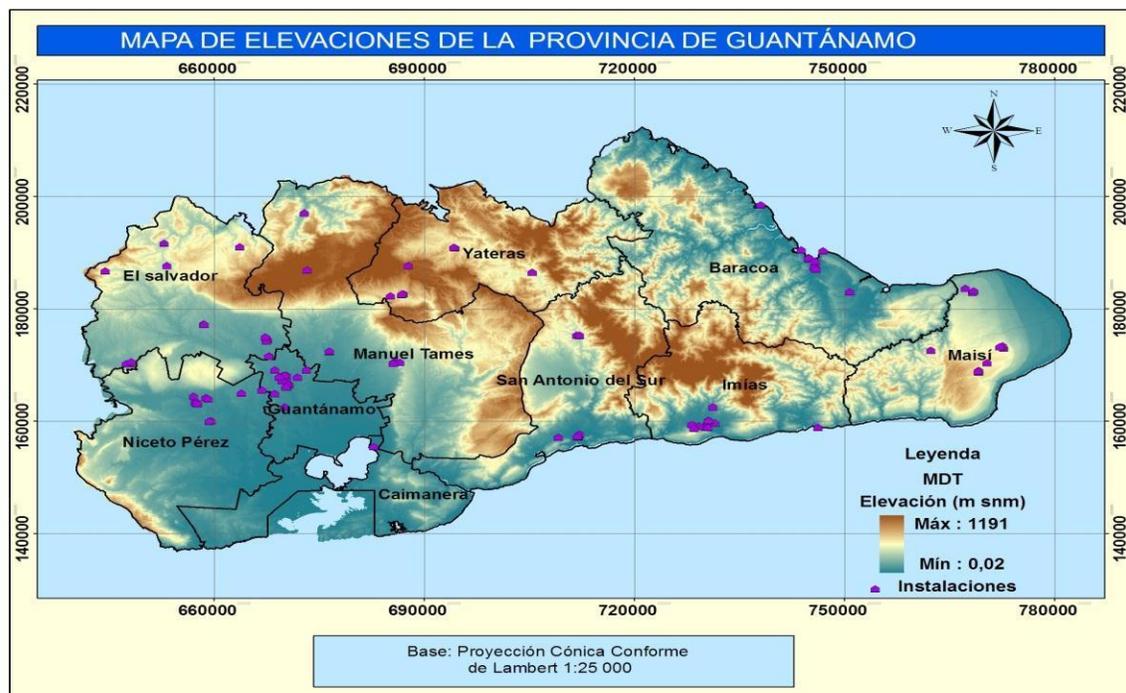
La actividad industrial se caracteriza por el limitado desarrollo en relación con otras provincias del país, por poseer por lo general una tecnología atrasada, y por no asimilar la capacidad de materia prima existente en el territorio. La provincia cuenta con fábricas de herramientas de mano, muebles, producciones textiles, bombas y válvulas, cinco centrales azucareros, y otras de la rama alimentaria como son los

combinados Cárnico, Pesquero, Lácteos, de Bebidas y Licores, la fábrica de Chocolate, una planta de beneficio de café, la mayor planta para la producción de sal común en el país (se produce el 75 % de la demanda nacional), y una serie de pequeñas industrias locales, fundamentalmente en las ciudades de Guantánamo y Baracoa. También se cuenta con industrias de materiales de construcción atendiendo a la existencia de yacimientos no metálicos de piedra, arena y arcilla para la cerámica roja.

El nivel de electrificación del territorio alcanza el 86,4 % de la población, existiendo amplias posibilidades de empleo de tecnologías alternativas para la generación de electricidad, mediante la utilización de las energías hidráulica (es la provincia con mejores condiciones naturales en la nación para el aprovechamiento hidroenergético), solar y eólica. En tal sentido cabe destacar la existencia, de 69 estaciones hidroeléctricas y las experiencias de generación solar fotovoltaica en consultorios médicos, escuelas y otras instalaciones sociales, en zonas montañosas apartadas del Sistema Electroenergético Nacional. Estudios realizados revelan, que el 40,5 % de la energía que se consume actualmente a nivel provincial (incluyendo la biomasa), proviene de fuentes renovables.

### **Relieve presente en el área de estudio.**

Predomina el relieve con elevaciones: las montañas de Nipe-Sagua-Baracoa, parte de la Sierra Maestra, los valles de Guantánamo, Central, del Caujerí y los llanos típicas terrazas marinas. Su hidrografía está representada por los ríos el Toa, Duaba, Yumurí, Guantánamo, Guaso y Sabanalamar. La principal laguna es La Salada y los mayores embalses son la Yaya y Jaibo. Predominan los suelos pardos con carbonatos, fersialíticos e hidromórficos en las zonas bajas y pantanosas, posee yacimientos de sal.



**Figura 2. Mapa de elevación de la provincia de Guantánamo. Fuente (Parellada Reyes, 2016).**

### Geomorfología

La provincia de Guantánamo está formada por dos grandes regiones: El Valle de Guantánamo con relieve llano predominantemente y la zona montañosa que abarca el 75% del territorio, donde se localiza el Macizo Sagua – Baracoa. Al Norte se localiza una franja costera estrecha, cortada por la desembocadura de numerosos ríos. Hacia la parte Este se sitúa la meseta de Maisí con uno de los sistemas de terrazas marinas mejores delineados a nivel mundial, con presencia de numerosas cuevas.(Ecured, 2019) Se destaca hacia el sur del territorio una franja costera de amplitud variable, existiendo en ella una amplia manifestación del carso costero donde el lapíes (diente de perro) ocupa una gran parte del litoral. En el litoral se destacan importantes playas de la costa sur guantanamera como Yacabo Abajo, Imías, Tacre y Cajobabo, existen otras más pequeñas como Boquerón, Yime, Managuaco y Guayacanes. Son típicos del relieve del sur del territorio los cerros litorales los cuales poseen una altura variable, teniendo su ladera norte escarpada

y la meridional aterrizada (RODRIGUEZ, 1981). Los suelos más representativos son los Pardos, Ferralíticos, Aluviales y Ferríticos. (Ecured, 2019)

## **Clima**

Las condiciones climáticas presentan particularidades interesantes que las diferencian del resto de la isla, ya que en su vertiente norte del macizo montañoso Sagua - Baracoa, se registran los mayores valores de precipitación anual del país por encima de 2 200 mm, y en la vertiente sur del macizo los menores índices de pluviosidad a nivel de nación que no rebasan los 600 mm anuales. La temperatura media anual fluctúa entre los 25 °C y los 26,8 °C en la zona llana, y entre 20 °C y 24 °C en la parte montañosa, y la humedad relativa oscila del 70 al 86 %.

La vertiente norte del territorio netamente montañosa, posee la característica de contar con una red hidrográfica bien desarrollada, con numerosos ríos, entre ellos el Río Toa catalogado como el más caudaloso de Cuba. La vertiente sur donde se concentra la mayor densidad de población y donde existen las mejores tierras para la agricultura, los ríos por lo general son de corto recorrido y escaso caudal, por lo que a partir del Triunfo de la Revolución resultó necesario la construcción de obras de regulación, para almacenar los excedentes de agua que se producen en los períodos de lluvia y utilizarlos en el período seco, a fin de satisfacer en parte las crecientes demandas de agua para la población, la industria y la agricultura.

El potencial hidráulico total de la provincia es de los más elevados del país y se calcula que asciende a 3892 millones de m<sup>3</sup>, correspondiendo la mayor parte a las aguas superficiales, ya que las subterráneas son escasas producto a las características del relieve y a la naturaleza poco permeable de las rocas del subsuelo.

En la actualidad cuenta con un total de 7 embalses, 5 derivadoras y 9 micropresas, cuya capacidad de almacenamiento total asciende a 349.0 millones de m<sup>3</sup>, y que

están vinculadas en lo fundamental para el abasto poblacional y para los fines de irrigación.

Guantánamo es la única provincia en Cuba que presenta tres tipos de clima, según la clasificación de Koppen: clima tropical lluvioso o de selva tropical (AF) que se localiza en las elevaciones y vertiente norte, con precipitaciones altas y estables durante todo el año, las que alcanzan un acumulado anual medio superior a los 2 200,0 mm, clima tropical de sabana (AW) que se presenta en la mayor parte de la Cuenca de Guantánamo y en valles interiores como el de Caujerí.

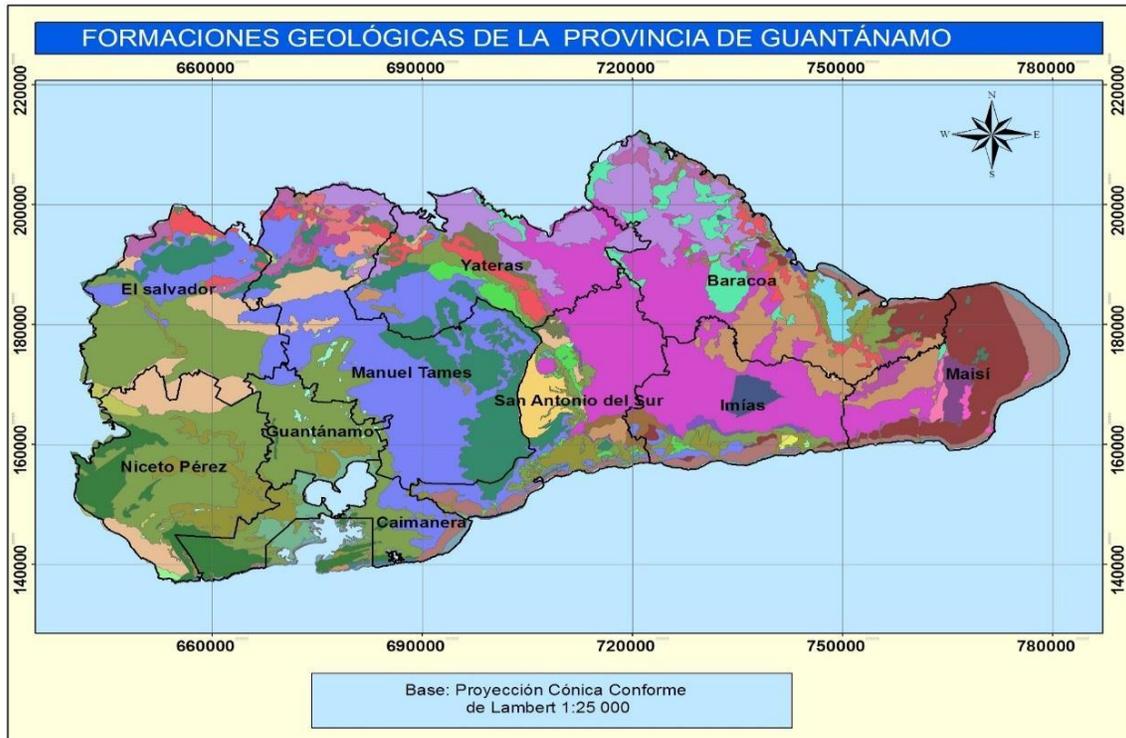
## **1.2. Geología Regional**

La zona Sur de la Provincia Guantánamo entra dentro del sector geológico de Cuba Oriental donde aparecen rocas de diferentes edades y tipos, como rocas del Cretácico inferior- superior destacándose las brechas, conglomerados, esquistos metavulcanógenos, tobas, diabasas, andesitas, basaltos; todas estas se localizan fundamentalmente hacia la región septentrional.

Aparecen hacia la zona de Imías rocas características del eoceno medio como areniscas, calizas, pedernales, conglomerados, brechas, olistostomas y también rocas del eoceno medio superior, del plioceno superior y del pleistoceno inferior, las principales formaciones son San Ignacio, Sierra del Purial, Maquey, Charco Redondo.

Hacia el municipio Manuel Támes, Guantánamo y San Antonio del Sur, aparece la formación San Luis, representada por intercalaciones rítmicas de areniscas aleurolitas calcáreas, margas y subordinadamente calizas y conglomerados polimícticos.

En el litoral las rocas son del pleistoceno medio-superior seco donde hay arcillas, arenas, limos, calcarenitas y calizas. Todas estas rocas de diferentes edades se agrupan en diferentes formaciones geológicas siendo las más representativas: Sierra del Purial, Río Macío, Maya, Jaimanitas, San Ignacio, etc. (Colectivo de autores, Léxico Estratigráfico. 2013)



### Leyenda

ASOCIACION TONALITO-GRANODIORITICA	DEPOSITOS DE LIMO GRUESO (0.05-0.1mm)	MELANGE SERPENTINITICO
BARACOA	DEPOSITOS DE LIMOS ARCILLOSOS	MICARA
CABACU	DEPOSITOS DE LIMOS ARENOSOS	MOREL
CABO CRUZ	DEPOSITOS ELUVIO-COLUVIALES	MUCARAL
CAMARONES	DEPOSITOS MARINO+PALUSTRE	PLAYA MOLINO
CHAFARINA	DEPOSITOS PALUSTRES	PUERTO BONIATO
CHARCO REDONDO	DIORITAS	PUNTA IMÍAS
CILINDRO	EL COBRE	RÍO MAYA
COMPLEJO GRANODIORITICO	GABRO DIABASA	SABANETA
CUMULOS MAFICOS	GRAN TIERRA	SAN IGNACIO
CUMULOS ULTRAMAFICOS	GÜIRA DE JAUCO	SAN LUIS
DEPOSITOS ALUVIALES	JAIMANITAS	SANTO DOMINGO
DEPOSITOS BIOGENICOS	JAIMANITAS (en el mar)	SIERRA DE CAPIRO
DEPOSITOS DE ARCILLAS	JAMAICA	SIERRA DEL PURIAL
DEPOSITOS DE ARENA GRUESA (10-0.5mm)	LA LINER	SIERRA VERDE
DEPOSITOS DE ARENAS	LA PICOTA	TECTONITAS
DEPOSITOS DE GRAVAS (1-10mm)	MAQUEY	YAGUANEQUE
DEPOSITOS DE GRAVAS ARENOSAS	MAR	YATERAS

Figura 3. Esquema geológico regional de la provincia de Guantánamo, fuente (Parellada Reyes, 2016).

## **Estratigrafía**

Formación Baracoa (bc): Calizas biodetríticas arenáceas de grano grueso, duras y algo porosas. Ocasionalmente contienen gravas finas polimícticas de volcanitas, metavolcanitas y ultramafitas, que forman intercalaciones con arcillas calcáreo-limosas con contenidos de gravas finas y nódulos algáceos ocasionales, calcarenitas, margas, areniscas, así como gravas finas polimícticas en estratos, predominantemente de medianos a gruesos, fosilíferos y decoloración amarillo-pardusca a pardo-amarillenta, parcialmente abigarrada.

Formación Cabacú (cbc): representada por gravelitas, areniscas y limonitas polimícticas (provenientes principalmente de ultramafitas y vulcanitas), de cemento débilmente arcilloso – calcáreo y ocasionales lentes de margas arcillosas en la parte inferior. La estratificación es lenticular y a veces cruzada. Colores grisáceos, verdosos y oscuros. De edad Mioceno Medio parte alta (N11).

Formación Cabo Cruz (ccz): Calizas biodetríticas arcillosas, fosilíferas, de color secundario rojizo ha abigarrado, que por desagregación dan lugar a margas secundarias y pseudoconglomerados (Kozary, 1955b) citado en (Léxico Estratigráfico, 2013).

Formación Chafarina (chf): Mármoles esquistosos con buena estratificación, de color gris oscuro, con intercalaciones de mármoles de colores crema a rosáceos, y dolomitas cristalinas sacaroidales. Los mármoles oscuros a veces contienen bitumen y pueden ser fétidos (Radócz, 1976). Se encuentran también intercalaciones de finas capas de cuarcitas metapedernáticas, las cuales raras veces alcanzan más de 1 m de espesor y esquistos calcáreos moscovíticos (Léxico Estratigráfico, 2013).

Formación Charco Redondo (chr): Calizas compactas organodetríticas, fosilíferas, de color variable, predominando los tonos blancos a grises verdosos (W. P. Woodring y S. N. Daviess, 1944). En la parte inferior del corte, son frecuentes las

brechas, donde predomina la estratificación gruesa, mientras que en la parte superior predomina la estratificación fina (Léxico Estratigráfico, 2013).

Formación del Purial (sp): Andesito-basaltos y basaltos, principalmente tobas y lavobrechas, andesidacitas, areniscas polimícticas, areniscas derivadas de granitoides e intercalaciones y lentes de calizas. Estas rocas se encuentran metamorfizadas en condiciones de muy bajo grado y baja presión, en las facies de esquistos verdes (Cobiella, 1984). Los colores son de tonalidades grises, verdes y hasta negros (Léxico Estratigráfico, 2013).

Formación Gran Tierra (gt): Se compone principalmente de conglomerados monomícticos con cemento calcáreo, que transicionan hasta calizas fragmentarias producto de la disminución del volumen de material clástico (M. Iturralde-Vinent, 1976). Se intercalan areniscas calcáreas vulcanomícticas y tobáceas, limonitas, tufitas, margas y tobas (Léxico Estratigráfico, 2013).

Formación Güira de Jauco (gjc): Anfibolitas bandeadas, granulares o esquistosas, de grano grueso a fino, predominando las variedades de grano fino, de color negruzco, con intercalaciones de gneises y de metasilicitas (Gyarmati y Gy. Radócz, 1976). Los protolitos de esta formación son rocas intrusitas básicas (gabros y gabrodiabasas) (Léxico Estratigráfico, 2013).

Formación Jaimanitas (js): Calizas biodetríticas masivas, generalmente carsificadas, muy fosilíferas, con contenido principalmente de conchas bien preservadas, corales de especies actuales y, ocasionalmente, biohermos. Los bolsones cársicos se encuentran en ocasiones rellenos por una fina mezcla carbonático-arcillosa-ferruginosa, de color rojo ladrillo. Pasan a biocalcarenitas, de granulometría y estratificación variables o masivas. En mayor o menor cantidad, contienen fragmentos de sedimentos terrígenos, que incluyen calizas preexistentes. Es frecuente encontrar variaciones litofaciales y biofaciales (Brödermann, 1940).

Formación Maquey (mq): Alternancia de areniscas, limolitas y arcillas calcáreas de color gris y margas de color blanco a crema, que contienen intercalaciones de espesor variable de calizas biodetríticas, arenáceas y gravelíticas de colores blanco amarillo y crema, ocasionalmente amarillo grisáceo. La estratificación es fina a media, menos frecuentemente gruesa o masiva. Algunos horizontes, particularmente de limolitas y calizas biodetríticas, son fosilíferos, en los que abundan grandes lepidocyclinas. Otros horizontes contienen yeso, lignito y restos vegetales lignitizados (Darton, 1926).

Formación Río Maya (rm): El contenido de arcilla es muy variable. Hay abundantes clastos de material terrígeno, provenientes de las rocas de las zonas vecinas emergidas; su granulometría varía entre arenas y cantos (Nagy et al., 1976). En ocasiones existen intercalaciones de conglomerados polimícticos de granulometría variable y cemento calcáreo (Léxico Estratigráfico, 2013).

Formación Sabaneta (sn): Tobas de ácidas a medias, de colores claros, vitroclásticas, litovitroclásticas, cristalovitroclásticas con intercalaciones de tufitas calcáreas, areniscas tobáceas, calizas, conglomerados tobáceos, limolitas, margas, gravelitas, conglomerados vulcanomícticos y ocasionalmente pequeños cuerpos de basaltos, andesitas, andesito- basaltos y andesito-dacitas (Iturralde, 1976), (Léxico Estratigráfico, 2013).

Formación San Luis (sl): Está compuesta por una secuencia terrígena flyschoides, finamente estratificada, de rocas clásticas y terrígeno-carbonatadas, de granulometría variada desde arcillas hasta conglomerados. También contiene areniscas polimícticas de grano medio a fino, de color gris, que en ocasiones aparecen en capas gruesas.

Formación Santo Domingo (sd): Se caracteriza por el dominio del componente piroclástico en el corte, con intercalaciones de litofacies terrígenas finas, silicíticas, tufitas, efusivos principalmente de composición andesítica-basáltica y andesítica, raramente hasta dacíticas, con la presencia de cuerpos de dioritas, dioritas

cuarcíferas, gabrodioritas, gabrodiabas y diabasas, con desarrollo limitado de rocas esquistosas calcáreas, calizas y corneanas.

Formación Yateras (yt): Areniscas de grano fino, conglomerados de cemento terrígeno, con clastos de calizas biodetríticas, calizas arrecifales, alternancia de calizas detríticas, biodetríticas y biógenas, de grano fino a grueso; estratificación fina a gruesa o masivas, muy duras, de porosidad variable, a veces aporcelanada. Por lo general, la coloración es blanca, crema o rosácea, menos frecuentemente amarronada (carmelitosa) (Kozary, 1955a). Es frecuente la presencia de grandes foraminíferos (Iepidocyclinas) en las calizas de la unidad (Léxico Estratigráfico, 2013).

### **Condiciones Hidrogeológicas**

Según la composición química de las aguas subterráneas y su agresividad, se determinaron dos tipos de aguas de acuerdo a los horizontes litológicos:

Aguas contenidas en las variedades rocosas: en su mayoría son aguas estratofisurales y de grietas, que forman un acuífero. Su alimentación fundamental son la base de las precipitaciones atmosféricas. Son del tipo Clórica-sulfática-sódica o sulfática-clórica-sódica con mineralizaciones mayor 2g/l por lo que se clasifican en solubles a saladas, muy duras y algo ácidas.

Aguas contenidas en los sedimentos aluviales que se acumulan preferiblemente en las terrazas del cauce, yaciendo muy cerca de la superficie, por lo que dependen del nivel del río. En épocas de lluvias su nivel es casi siempre igual al superficial y en el período seco, baja de 0.70 a 1 m. Según dos muestras tomadas en el río Yateras aguas abajo y arriba, estas se clasifican como bicarbonatadas-cálcicas-sódicas algo duras y con mineralizaciones menores de 0.5 g/l, siendo por tanto dulces.

### **Tectónica y sismicidad**

La sismicidad de la región de Guantánamo presenta como característica significativa y que al mismo tiempo hace que su evaluación sea compleja para algunas áreas, el hecho de que en este territorio se presentan dos formas de

génesis de sismos: la de entre placas y la de interior de placas. Por estas razones, es que se considera este territorio como uno de los de mayor peligrosidad sísmica del país. La zona sismogénica de Cuba (figura 1.5) y el Caribe Noroccidental, comprende el límite entre la placa de Norteamérica y la microplaca de CONAVE. Ambas se mueven una con respecto a la otra, con velocidad de 17 mm/año como promedio. Lo antes mencionado, provoca sismos en toda su longitud. Esta actividad es conocida como movimientos entre placas, a su vez dichos desplazamientos se vinculan a la estructura de Bartlett - Caimán (Zona Sismogénica de Oriente) con alta frecuencia de terremotos de elevadas magnitud e intensidad. Además, pueden existir sismos generados en las zonas Cauto – Nipe, Santiago – Bayamo y Baconao.

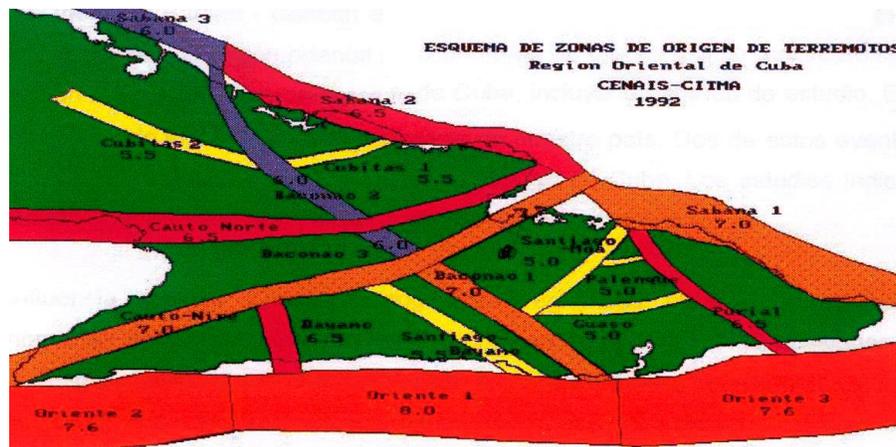


Figura 4. Zonas Sismogénicas de la Región Oriental de Cuba. fuente (Parellada Reyes, 2016).

La región oriental de Cuba se caracteriza por su actividad tectónica moderna vinculada a la última etapa de evolución geológica de la Isla, en la cual permanecen con un grado de actividad significativa los movimientos verticales y horizontales, cuya génesis está relacionada con su ubicación en las proximidades de la zona de fallas Bartlett – Caimán, principal estructura tectónica activa, límite transformante entre las placas litosféricas caribeña y norteamericana.

En el área no existen estudios sísmicos puntuales. Dadas las características geológicas y el tipo de obra, se asumen las generalidades del comportamiento de macrozonación sísmica y de respuesta dinámica del suelo. La distribución espacial

de los terremotos con magnitudes mayores que 4,0 en la escala de Richter en el periodo (1997 – 2007), reportados por la Red de Estaciones Sismológicas pertenecientes al Servicio Sismológico Nacional de Cuba (SSNC), donde se corrobora que la mayor cantidad de los epicentros se distribuyen a lo largo de la Zona Sismogénica Oriente. Según la NC 46,1999,(figura 5) zona de riesgo sísmico moderado, donde puede ocasionar daños en las construcciones debiéndose tomar medidas sismorresistentes en todas las estructuras y obras en función de la importancia de las mismas. Los valores de la aceleración horizontal máxima del terreno (A) para el cálculo será de 0,15 g (147,0 cm/s<sup>2</sup>).



Figura 5. Esquema de zonificación sísmica de la parte oriental (NC 46: 1999).

## CAPITULO II: METODOLOGIA DE LA INVESTIGACIÓN Y VOLUMEN DE LOS TRABAJOS REALIZADOS.

### Introducción

El presente capítulo, contiene la metodología aplicada en la investigación realizada para la evaluación y diagnóstico de geositos de la provincia Guantánamo, la protección y conservación del patrimonio geológico, que fueron obviados en las investigaciones realizadas por Gamboa (2017); Francisco (2018); Desdín-Paz (2019) y Velázquez-Rodríguez (2019).

#### 2.1 Etapa de preliminar

#### 2.2 Etapa de trabajo de campo

#### 2.3 Etapa de gabinete

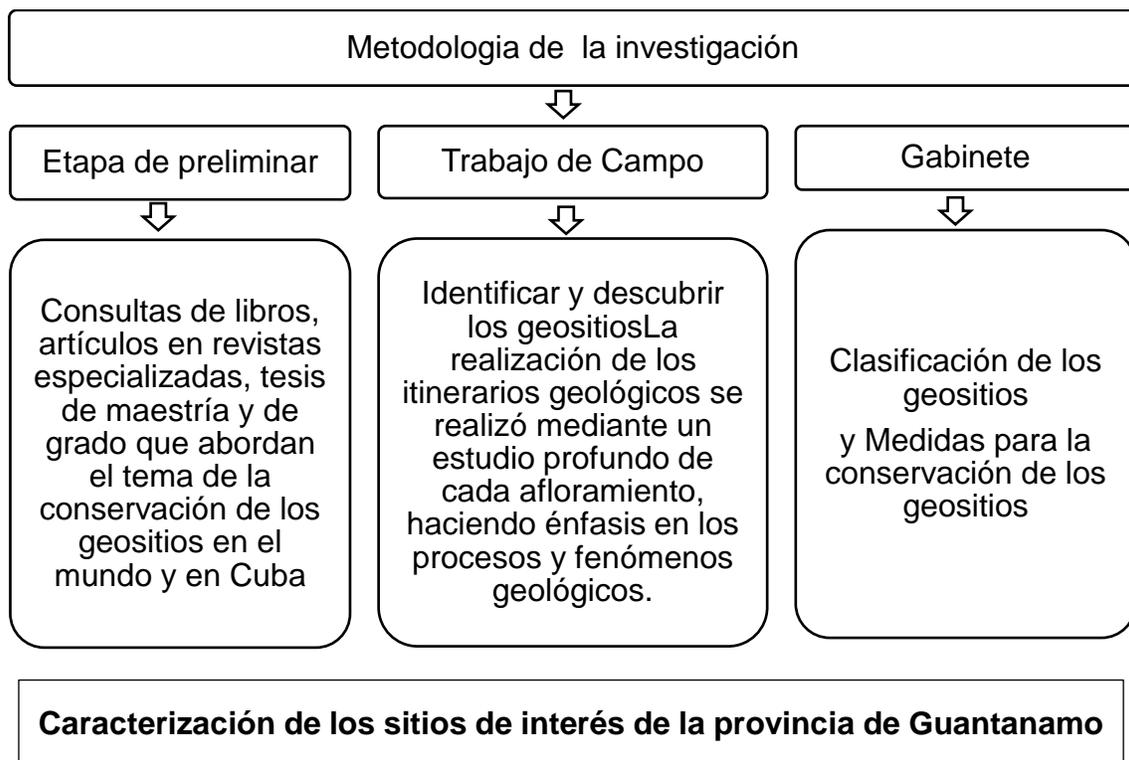


Figura 6. Flujograma de la investigación.

## 2.1. Etapa de preliminar

El trabajo se comenzó a desarrollar con la fase de búsqueda bibliográfica, en la que se desarrollaron etapas, la primera dirigida a la búsqueda de bibliografía, revisión de trabajos, artículos, informes y otros documentos, con el fin de reunir la mayor cantidad de información precedente, además de la selección de los geositos que serían posteriormente estudiados directamente. Luego se confeccionó el marco teórico conceptual, se reunió y consultó bibliografía suficiente para obtener la caracterización físico-geográfica, geológica y la caracterización geológica regional y local del área de estudio.

La protección y conservación de sitios y objetos patrimoniales en Cuba se ha dirigido, casi exclusivamente a preservar edificios, obras de arte y también sitios históricos. Existe, una legislación que establece diversas categorías de manejo para determinadas áreas donde existen especies de animales y plantas necesitadas de protección.

Se consideran como herencia geológica cubana:

- \* Localidades tipo y estratotipos de unidades lito y bioestratigráficas
- \* Holotipos y paratipos de especies de animales y plantas fósiles
- \* Yacimientos fosilíferos donde se han recuperado holotipos y paratipos
- \* Minas reconocidas y minas representativas de una explotación importante
- \* Estructuras geológicas de interés por su exclusividad o desarrollo
- Cuencas y redes fluviales.
- Sistemas Cársticos.
- Episodios geólogo-Tectónicos.
- Paisajes geomorfológicos.
- Petrológico.

\* Informes originales de personalidades del trabajo científico, en el campo geológico, concernientes al hallazgo de minas, yacimientos de petróleo, fósiles importantes, manantiales de aguas minero medicinales, etc.

\* Otros bienes creados por esfuerzo propio en función del trabajo geológico (Gutierrez -Domech et al., 2007).

## **2.2. Etapa de trabajo de campo**

El trabajo de campo se desarrolló en varias campañas de corta duración. El objetivo fue realizar la cartografía general de los geositos.

Posterior a la identificación y selección de los geositos corresponde su evaluación. La cual se rige por el método confeccionado por los expertos; Roberto Gutiérrez Domech, Arsenio Barrientos, Evelio Balado, Leonardo Flores, Gustavo Furrázola, refrendado en la II Convención de Ciencias de la Tierra, 2007, en el Congreso de Áreas Protegidas de la VI Convención Internacional sobre Medio Ambiente y Desarrollo. Fue aprobado además por el Consejo Científico del Instituto de Geología y Paleontología (IGP); donde se recomendó su generalización en el país. La metodología utilizada fue la establecida por Gutiérrez et al. (2007) donde se establecen 10 parámetros: representatividad y valor científico, valor histórico, importancia didáctica, valor estético, rareza e irrepetibilidad, representan la verdadera importancia científica del geosito, y las razones por las cuales debe considerarse patrimonio o herencia geológica; mientras que los de estado físico, vulnerabilidad, accesibilidad y tamaño resultan de mayor peso durante el diagnóstico para apreciar en qué medida debe protegerse el lugar y para las propuestas que deben elaborarse con vistas a su conservación, por lo cual en la tabla 1 de valores ponderados elaborada, sobre la base de 100 puntos, éstos reciben la mayor puntuación.

**Tabla 1. Parámetros de calidad y puntuación ponderada.**

<b>Parámetro</b>	<b>Clasificación</b>	<b>Puntos</b>
Representatividad y valor científico	Alto	15
	Medio	10
Valor histórico	Alto	10
	Medio	7
Valor estético para la enseñanza y el turismo	Alto	10
	Medio	7
Importancia didáctica	Alto	12
	Medio	8
Rareza	Notable	12
	Escaso	8
	Común	4
Irrepetibilidad	Irrepetible	12
	Repetible	8
Estado físico	Apropiado	3
	Poco apropiado	4
	Inapropiado	5
Vulnerabilidad	Muy vulnerable	12
	Vulnerable	8
	Poco vulnerable	2
Tamaño	Grande	2
	Medio	4
	Pequeño	6
Accesibilidad	Muy accesible	6
	Accesible	5
	Poco accesible	4
	Inaccesible	2

## **Descripción de los parámetros.**

### 1) Representatividad y valor científico.

•Alta. En caso de ser una localidad tipo original, un lectoestratotipo, un neoestratotipo, o un geositio donde han sido descritas holotipos de macro y microfósiles, o han sido halladas grandes poblaciones de dichas especies, o cualquier otro lugar verdaderamente representativo de una época geológica determinada, o desarrollo geológico específico. También las localidades que presentan un relieve con características singulares y distintivas.

•Media. En caso de paraestratotipos y otros cortes representativos, pero que tienen homólogos o similares en mejores condiciones en otras partes. Localidades donde han sido descritas especies de fauna o flora fósil característica, pero que no son localidades tipo. También pueden incluirse en esta categoría sitios donde se encuentran formas y estructuras que evidencian procesos representativos de un momento específico del desarrollo geológico.

### 2) Valor histórico.

Alto. Si está relacionado con el trabajo de los precursores o representa un punto de inflexión en el desarrollo de las geociencias.

•Medio. Si solo representa un geositio donde se ha descrito una unidad lito o bioestratigráfica, se ha identificado una especie, género o grupo de fósiles o se ha señalado la existencia de un fenómeno geológico.

### 3) Valor estético para la enseñanza y el turismo

•Alto. Si presenta estructuras, cristalizaciones, dislocaciones etc., pero que se manifiestan de forma espectacular; que puedan mostrarse a visitantes calificados o no y que llamen su atención e interés.

•Bajo. Si no presentan formas espectaculares que sean atractivas para el visitante neófito.

4) Importancia didáctica; para la enseñanza o promoción de las geociencias.

- Alta. Si presenta, prácticamente por sí solo, lo que quiere enfatizarse o varios fenómenos, que en conjunto definen determinada estructura o fenómeno que quiere explicarse, o muestra claramente la fauna y(o) flora fósil que identifica una edad o un proceso.

- Media. Si la presencia de las formas y procesos geológicos no son tan representativos y para explicar un fenómeno o estructura deben utilizarse otros medios.

5) Rareza, por la dificultad en encontrar algún geositio con estas características.

- Notable. Si el fenómeno o forma que presenta el geositio no se conoce en otro lugar del territorio nacional o de la región o del mundo.

Escaso. Si el hecho geológico que presenta se encuentra raramente en el territorio nacional o fuera del mismo, de acuerdo al nivel de conocimientos del colectivo del proyecto y la literatura disponible.

- Común. Si se conocen otros sitios similares en el territorio nacional y fuera del mismo.

6) Irrepetibilidad, relacionada con la rareza, pero también con las afectaciones o desaparición que puedan haber sufrido geositios similares, que son irrecuperables.

- Irrepetible. Si constituye el único lugar donde se ha descrito la unidad lito o bioestratigráfica, si es la única localidad donde se ha encontrado una especie determinada o si el o los otros lugares que se conocían han sido dañados o destruidos de forma irrecuperable.

- Repetible, Si pueden designarse otros lugares que tengan características similares y que representen iguales situaciones, estructuras, formas o fenómenos que lo definen como un geositio de importancia.

7) Estado físico del geositio. Atiende a si se encuentra libre de malezas, residuales sólidos o líquidos o si se encuentra utilizado para un uso no investigativo.

- Apropiado. Está libre de malezas residuales u de otras circunstancias que lo altere o perjudique.

- Poco apropiado. Está cubierto ligeramente por malezas, está ocupado temporal y ligeramente por residuales o elementos que no causen daño definitivo, o utilizado con objetivos no investigativos.

- Inapropiado. Está cubierto fuertemente por malezas o está en un área de cultivo. Está siendo utilizado para verter residuales sólidos o líquidos en o a través del mismo. Está ocupado de forma permanente por alguna edificación.

8) Vulnerabilidad. Este parámetro está relacionado con la situación física del geositio.

- Muy vulnerable. Si es un lugar muy expuesto a la acción antrópica y natural, o las características y condiciones del lugar determinan que debe protegerse de ambos agentes, con alguna medida especial.

- Vulnerable. Si es un lugar expuesto a la acción antrópica o de la naturaleza, y debe protegerse de alguno de estos agentes.

- Poco vulnerable. Si tiene buenas condiciones o características físicas y está protegido de la acción del hombre o puede protegerse mediante medidas simples.

9) Tamaño. Atendiendo al área que abarca.

- Grande. Si abarca más de una hectárea, en área o tiene una longitud mayor de 500 m, en el caso de un área donde se haya descrito una formación geológica. En el caso de la localidad de un holotipo, debe considerarse la totalidad del área.

- Medio. Si abarca menos de una hectárea y/o tiene una longitud menor de 500 m y mayor de 100 m

- Pequeño. Si está en el entorno de 100 m de longitud o 100 m<sup>2</sup> (si es un corte o afloramiento)

10) Accesibilidad. Atendiendo a las posibilidades de aproximación

- Muy accesible. Si existe camino para vehículos hasta el geosítio
- Accesible. Si existen caminos para bestias o personas hasta el geosítio
- Poco accesibles. Si existen solo veredas o rutas intrincadas hasta el geosítio.
- Inaccesibles. Si no existen caminos trazados hasta el geosítio y hay que abrirlos cuando quiera visitarse.

### **Categorización.**

Al aplicar la metodología establecida y teniendo en cuenta la puntuación obtenida sobre la base de 100 puntos se establece la clasificación de los geosítios en A, B y C, determinándose previamente que:

1. Para una puntuación entre 85 y 100 puntos los geosítios se consideran de clase A, deben tener una mayor protección y si fuera posible una categoría patrimonial, local o nacional.
2. Entre 70 y 84 puntos los geosítios se consideran de clase B y debe establecerse para los mismos una forma de manejo y si resultara factible una categoría patrimonial local.
3. Entre 50 y 69 puntos los geosítios se catalogan como clase C y deben recibir algún tratamiento por las autoridades locales.

Según el artículo 5, del Decreto Ley 2001/99, los geosítios pudieran declararse: Parque nacional, Reserva natural, Reserva Ecológica, Elemento natural, Paisaje natural protegido y según el artículo 3, áreas protegidas de significación nacional y áreas protegidas de significación local.

El trabajo de campo se utilizó una camioneta, un GPS, cámara digital, Piqueta, Brújula, Bolsas de muestreo, Agenda de trabajo de campo.

Los puntos seleccionados:

1. Estratotipo de San Luis
2. Estratotipo Maquey
3. Estratotipo de Jamaica
4. Estratotipo del Rio Maya
5. Pico Gálan
6. Deslizamiento de Yateras
7. Zoológico de Piedra
8. Los Monitongos
9. Huracanolitos (Bate-bate) de San Antonio del sur
10. Rio Jaguaní
11. Reserva Ecológica Baitiquirí
12. Mina de Sal Santa Rosa
13. Granitoides de Rio Duaba.
14. Salto Fino
15. Viaducto La Farola
16. Anfibolitas de La Tinta (Maisí)
17. Tobas zeolitizadas del yacimiento Palenque de Yateras
18. Deslizamientos de Yumurí del Sur.

### **2.3. Etapa de gabinete**

En la tercera y última etapa se realizó el procesamiento de la información por medio de programas informáticos tales como Microsoft Excel, permitiendo la comparación de cada uno de los parámetros para luego ser interpretados por medio de tablas y gráficos que forman parte de la memoria escrita. Se consultó con expertos y se analizó la representatividad e importancia científica, pedagógica y didáctica de los sitios que pudieran conocer, así como de áreas a considerar, de acuerdo a su especialidad y experiencia. Finalmente se realizó una ponderación de los parámetros evaluados, con lo que se llegó a una categorización de los geositos (Categoría A, B o C), resultado que se tiene en cuenta a la hora de proponer los elementos como Monumento local, Nacional, Patrimonio Nacional, Parque

Nacional, Reserva Natural, Reserva Ecológica, Elemento Natural, Paisaje Natural Protegido, etc. Independientemente de esta clasificación legal. Se declararon un conjunto de acciones a desarrollar, para contribuir a la protección y conservación del patrimonio natural.

## **CAPÍTULO III. INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS.**

En el presente capítulo se exponen los principales resultados, el estudio de los geositos y su categorización. Ya concluida la etapa de gabinete se presenta la actualización de la información procesada para la disertación de los sitios de interés geológico. Según los resultados arrojados por la investigación es posible realizar una evaluación del estado de conservación y cuidado en que se encuentran estos sitios actualmente.

### **3.1. Evaluación de los Geositos.**

#### **3.1.1. Estratotipo de San Luis**

Está constituida por areniscas polimícticas, limolitas, margas, arcillas, calizas arcillosas, calizas biodetríticas, calizas arenosas y conglomerados polimícticos. Se encuentra bien estratificada. En dirección hacia la parte superior del corte se observa un aumento de la cantidad del material clástico. Se encuentra cortada por diques y cuerpos de basalto. Sus depósitos aparecen ligeramente plegados. Su edad es Eoceno medio parte alta-Eoceno superior. El espesor es de unos 700 m (Figura 7) (Torres Cabrera, 2009).

Coordenadas: X=602 300 ; Y=173 350, hoja topográfica Palma, 5076 IV, municipio de Yateras, provincia de Guantánamo.



Figura 7. Calizas estratificadas intercaladas con arcillas, margas y bloques de calizas angulosos de la Formación San Luis. (Torres Cabrera, 2009).

### 3.1.2. Estratotipo Maquey

Alternancia de areniscas, limolitas y arcillas calcáreas de color gris y margas de color blanco a crema que contienen intercalaciones de espesor variable de calizas biodetríticas, calizas arenáceas y calizas gravelíticas de colores blanco amarillo y crema, ocasionalmente amarillo grisáceo. La estratificación es fina a media, menos frecuentemente gruesa o masiva.

La edad comprobada de la formación es Oligoceno Superior - Mioceno Inferior parte baja. Presenta una potencia de alrededor de 700 m regionalmente, en la zona este parámetro no se determinó con exactitud, pero es considerablemente menor figura 8, (Torres Cabrera, 2009).

Coordenadas: X=686 950; Y=161 950, en la hoja topográfica de Guantánamo 5176 II.



Figura 8. Margas de la Formación Maquey.

### 3.1.3. Estratotipo de Jamaica

Está constituida por conglomerados polimícticos de matriz margosa, con clastos más o menos redondeados y selección mediana, que corresponden a calizas, metavulcanitas, silicitas y ultramafitas. Pueden contener intercalaciones finas de arenas y limos. El componente arcilloso de la matriz es predominantemente esmectita (Torres Cabrera, 2009).

Sobre la base de criterios geomorfológicos, su edad se considera como Plioceno Superior- Pleistoceno Inferior. La potencia es de 1 – 5 m (figura 9).  
Coordenadas: X= 678 100; Y= 178 600, en la hoja topográfica de Jamaica 5176 I.



Figura 9. Conglomerados de la Formación Jamaica.

#### **3.1.4. Estratotipo del Rio Maya**

Calizas biohémicas algáceas, coralinas y micríticas muy duras, frecuentemente aporcelanadas conteniendo corales en posición de crecimiento y fragmentarios, así como subordinadamente moldes y valvas de moluscos, todos muy recristalizados. Las calizas se encuentran frecuentemente dolomitizadas. El contenido de arcilla es muy variable. Contiene intercalaciones de conglomerados polimícticos de fina granulometría y cemento calcáreo. El color es blanco, amarillento, rosado o grisáceo (Figura 10).

La edad Plioceno Superior - Pleistoceno Inferior y su espesor oscila entre 30 y 80 m. En los cursos fluviales aparecen aluviones del cauce muy mal seleccionados y material conglomerático y arenoso en las correspondientes llanuras de inundación.

Coordenadas: X= 779 550; Y:178 600, en la hoja topográfica de Maisí.



Figura 10. Calizas Biogénicas de la formación Rio Maya.

### **3.1.5. Pico Gálán**

Pico Galán, reserva florística manejada, está ubicada a 974 metros sobre el nivel del mar, en las cercanías del Consejo Popular de Bernardo, perteneciente al municipio de Yateras, territorio caracterizado por el intenso verdor de sus montañas, la variedad de la fauna y diversidad en la floresta de sus bosques. La geología del área se caracteriza por secuencia de las ofiolitas (Figura 11).

En su reducido altiplano se encuentra un pequeño humedal con agua durante todo el año, rodeado de bosques siempre verdes y extensos pinares, que tributa a la cuenca del río Frijoles, afluente del Toa.

Allí conviven especies vegetales de alto interés para la ciencia: helechos y orquídeas epífitas y terrestres, de las cuales aparecen ejemplares prácticamente microscópicos. Pueden avistarse, además, diferentes aves y reptiles. La fauna invertebrada está dominada por los insectos, con 19 órdenes reportados, de 26 existentes.



Figura 11. Pico Gálan.

### **3.1.6. Deslizamiento de Yateras.**

El municipio de Yateras se encuentra en la región Oriental de Cuba, considerada la de mayor sismicidad y peligro sísmico de Cuba, dada su ubicación cercana a la zona de contacto entre la Placa Norteamérica y la Microplaca de Gonave (Arango, 1996), en la que el sistema de fallas regional convierte a la zona en la principal zona sismogénica del país (Bartlett-Caimán u Oriente).

Por esa razón, en este municipio, los sismos son un factor activo, catalizador del fenómeno de deslizamientos. En esto se tiene en cuenta que en cualquiera de las zonas sismogénicas que lo afectan, se pueden generar sismos con magnitudes mayores de 5.0, a partir de la cual, considerando las distancias relativas y los valores que puede alcanzar la intensidad sísmica, puede inducirse este fenómeno. Debemos tomar en cuenta igualmente que sismos con epicentros en la parte norte de Haití y República Dominicana, han sido mayores de 7.0 o más grados en la escala MSK de intensidad sísmica en la provincia de Guantánamo (Figura 12).

El área de Beltrán, de aproximadamente 16 km<sup>2</sup>, se encuentra al noreste de la ciudad de Guantánamo, en el municipio de Yateras. la vía era transitable hasta el momento de la ocurrencia de los deslizamientos, muchos ubicados en sectores muy cercanos al Zoológico de Piedra, un terreno privado (finca) y otros dos sitios en la carretera Beltrán que une a las comunidades La Güira y Boquerón.



Figura 12. Deslizamientos en el municipio de Yateras, Foto 1: Deslizamiento del tramo de la carretera de La Güira a Boquerón; Foto 2: Destrucción de la carretera de La Güira a Boquerón por un deslizamiento; Foto 3: Escarpe principal del deslizamiento en el Zoológico de Piedra.

### 3.1.7. Zoológico de Piedra

Está situado en las serranías del guantanamero municipio de Manuel Tames a 24 km, de la ciudad de Guantánamo en la finca San Lorenzo con una extensión de 2 caballerías y un terreno abrupto, con partes llanas y altas que forman un lomerío. Ocupando un área aproximada de 1 km y 750 m de altura por encima del nivel del mar Figura 13.

La geología se caracteriza por la presencia de calizas biodetríticas, calizas arrecifales, alternancia de calizas detríticas, biodetríticas y biógenas, de grano fino a grueso; estratificación fina a gruesa o masivas, muy duras, de porosidad variable, a veces aporcelanada. Por lo general, la coloración es blanca, crema o rosácea, menos frecuentemente amarronada (carmelitosa). Es frecuente la presencia de

grandes foraminíferos (lepidocyclinas) en las calizas de la unidad. Su espesor oscila entre 160 m y 500 m. Edad, Oligoceno Superior - Mioceno Inferior, parte baja. (Colectivo de autores, Léxico Estratigráfico. 2013).



Figura 13. Esculturas de Zoológico de Piedra.

### 3.1.8. Los Monitongos

Localizados en el extremo Oriental de la Sierra Maestra. A 27 km por la carretera de Caimanera. Poseen una riqueza florística y faunística poco común y un endemismo relativo alto, unido a lo particular de su geomorfología, constituyen un paisaje singular (Figura 14).

Los cerros de los Monitongos constituyen un grupo de curiosas alturas morfológicas que representan uno de los ejemplos más espectaculares del relieve cubano. Constituidos por conglomerados y areniscas de la formación camarones del eoceno superior deben ser preservados de cualquier alteración.

Las pendientes dueñas de los cactus y melocactus, los valles cubiertos de bosques con una vegetación de hojas pequeñas. Por todos sus encantos, así como de tener un aspecto de relieve único, la vegetación que lo caracteriza y su fauna fueron declarados "Los Monitongos" Monumento Nacional el 31 de diciembre de 1991.



Figura 14. Monitongos de la formación Camarones.

### 3.1.9. Huracanolitos (Bate-bate) de San Antonio del sur

Los huracanolitos son bloques rocosos que pueden ser fragmentos de arrecifes coralinos arrancados de su substrato, o pedazos extraídos de las rocas calizas que forman las terrazas marinas (Figura 15).

Estos se pueden encontrar en casi todos los tramos costeros con substrato rocoso de Cuba, representados como bloques subredondeados o angulosos, de roca caliza, de variadas dimensiones, localizados tanto sobre la superficie de la primera terraza (hasta 2 metros de altura), como sobre la superficie de la segunda terraza (hasta unos cinco a ocho metros de altura); a una distancia de la línea de costa que

puede alcanzar los 30 y hasta los 80 metros excepcionalmente. Para caracterizar estos bloques de acuerdo a su génesis, el Dr. Antonio Núñez Jiménez, (1959) les denominó “huracanolitos”, en el sentido de que estas rocas son arrojadas sobre la costa por algún evento de oleaje extremo, generalmente asociado con huracanes (Beltrán Fonseca, 2019; Iturralde-Vinent, 2018).

Las colinas costeras en el área de estudio son colinas aisladas paralelas a la costa. La longitud es variable, dependiendo de las bocas de los ríos, ya que las colinas costeras están cortadas por el sistema de drenaje. El ancho también es variable y está entre uno o dos kilómetros. En el área de estudio hay tres colinas costeras: entre El Naranjo y la bahía de Baitiquirí, entre la bahía de Baitiquirí y la bahía de Sabanalamar (Loma Los Aposentos) y entre la bahía de Sabanalamar y la ciudad de Macambo. Estas tres colinas están ubicadas paralelas a la costa y separadas por tres lineamientos diferentes (Castellanos, 2001).

Geológicamente, las colinas costeras están compuestas por cuatro formaciones geológicas principales, que desempeñan un papel importante en la forma actual de las colinas y en el proceso. La litología es diferente en el lado sur (costero) y en el lado norte. El lado norte está totalmente cubierto por la formación Maquey, que son principalmente rocas terrígenas y son susceptibles a deslizamientos de tierra. La vertiente costera, caracterizada por terrazas marinas, está compuesta por la formación maya, a excepción de las terrazas más bajas, que están compuestas por depósitos marinos recientes (Holoceno).

La identificación de huracanolitos en San Antonio del sur es el resultado del accionar del huracán Matthew en la región, lo que ha sido básico para utilizar como análogo de paleohuracanes, con posibilidades de extender el análisis hasta la escala milenaria; contribuir a elevar los niveles de percepción de riesgos por huracanes en esta provincia y posibilitar la realización de comparaciones entre pasado y presente.



Figura 15. calizas arcillosas de la formación San Antonio.

### 3.1.10. Rio Jaguaní

El Rio Jaguaní es uno de los principales afluentes del Río Toa, ubicado en las orientales provincias de Guantánamo y Holguín, en el Parque Nacional Alejandro de Humbolt. Tiene su nacimiento en el municipio holguinero de Moa, en las inmediaciones del Pico el Toldo, a 1170 metros sobre el nivel del mar, en el sistema montañoso Cuchillas de Moa (Figura 16).

Coordenadas: X= 20.3825; Y = -74.6963889



Figura 16. Afloramientos en el cauce del río Jaguaní.

### 3.1.11. Reserva Ecológica Baitiquirí

Reserva Ecológica Baitiquirí se ubica en la franja costera Sur Maisí-Guantánamo, en el llamado semidesierto cubano. Ocupa territorios en el municipio de San Antonio del Sur. Su acceso principal se realiza desde la ciudad de Guantánamo, por la carretera de Baracoa, hasta el municipio de San Antonio del Sur, atravesando la comunidad de Tortuguilla (Figura 17).

Sus principales formaciones geológicas son: Maya, Jaimanitas y San Luis. El relieve está formado por cerros litorales de hasta 300 msnm, llanuras y terrazas fluviales acumulativas medianas, ligeramente onduladas de 0 a 1,50 msnm, premontaña de bloques monoclinales carsificadas, alturas tectónico-erosivas y mesetas con alturas entre 150 a 400 msnm, y valles y cañones fluviales encajados. De forma general es un relieve accidentado marcado por medianas elevaciones, en las que sobresale la Sierra de los Aposentos. La hidrografía tiene una red de arroyos fundamentalmente

temporales que se escurren hacia el sur-este, entre los que se destacan el arroyo Tortuguilla, Monte Verde, Palmarito y Baitiquirí.

La Reserva Ecológica Baitiquirí posee importantes sitios arqueológicos aborígenes, situados en Boca de Sabanalamar, Playa Los Siguatos, Boca de Baitiquirí y en el Guanal de Tortuguilla.



Figura 17 Reserva Ecológica Baitiquirí.

### **3.1.12. Mina de Sal Santa Rosa**

Conocida por el establecimiento de la Base Naval Estadounidense en el pueblo de Caimanera en 1902, este precioso territorio cuenta con grandes e impresionantes lugares donde disfrutar de unas vacaciones inolvidables. La ubicación del lugar ha propiciado que la provincia se caracterice por bonitas playas vírgenes como Playa Duaba, Playa Nibujon o Playa Maguana; reservas naturales bien conservadas como el Parque Nacional Alejandro de Humboldt, Boca de Yumurí o el Yunque, y ciudades fundadas por los españoles como la famosa localidad colonial Baracoa y Guantánamo.

**Coordenadas:** X= 472 742; Y= 172 639.



Figura 18. Mina de Sal Santa Rosa.

### 3.1.13. Granitoides de Rio Duaba.

El área se encuentran rocas ígneas básicas y ultrabásicas (restos transformados de antiguas cortezas oceánicas) de edad cretácica, emergidas de forma continua como mínimo hace más de 40 millones de años, que constituyen de los más viejos macizos evolutivos del Caribe (Figura 19). Sobre estas formaciones se han desarrollado los sistemas de mesetas y parteaguas (cuchillas) alargados y planos más elevados y antiguos de la región Antillana, con grandes cortezas de intemperismo y presencia de fenómenos cársicos (o pseudocársicos) sobre peridotitas que forman elementos únicos (desarrollo de dolinas, cuencas endorreicas, cuevas, lapiez, etc.) a nivel nacional y poco comunes, incluso sobre otras litologías, a nivel mundial.



Figura 19. Granitoides de Rio Duaba

### 3.1.14. Salto Fino

Es la mayor caída libre de la isla, constituye un regalo de la naturaleza, el sitio fue estudiado por un grupo de investigadores quienes lo consideraron de esta manera. Recibe este nombre, porque desde lejos se ve solo un hilito de agua entre las montañas (Figura 20).

El accidente geográfico, es provocado por el río Salto Fino, un subafluente del Toa, el torrente más caudaloso de Cuba y se produce por la interrupción brusca del cauce del arroyo El Infierno, corriente tributaria de la Reserva Ecológica Quibiján- Duaba-Yunque de Baracoa en la provincia de Guantánamo. Salto Fino fue descubierto en 1966 por el Doctor Antonio Núñez Jiménez y desde un helicóptero tomó varias fotografías con vistas verticales. Luego en 1996 se realizaron dos expediciones en busca de Salto Fino, al cual no se había llegado por tierra.



**Figura 20. Salto Fino.**

### 3.1.15. Deslizamiento del Viaducto La Farola

Viaducto construido en el oriente de Cuba. Las complejidades de su ejecución lo mantienen como una de las siete maravillas de la ingeniería civil en el país.

Las vistas desde La Farola son notables por su espectacularidad. A lo largo del recorrido, si se hace de Guantánamo a Baracoa, se pasa de un paisaje desértico-costero a uno dominado por la selva tropical. La carretera, de curso muy sinuoso, permite las mejores vistas imaginables, que incluyen las montañas, la densa vegetación y la propia carretera en su desenvolvimiento. Es digno de resaltar que en toda su totalidad abundan manantiales que propician al viajero, aparte de lo espectacular, lo refrescante del ambiente. Cabe destacar que cuando llueve el

tránsito es peligroso por derrumbes ocasionados parcialmente en varias de sus pendientes (Figura 21).

La carretera atraviesa todo el macizo montañoso Nipe-Sagua-Baracoa, con alturas que en ocasiones llegan a 450 metros sobre el nivel del mar. Para la construcción del viaducto se emplearon técnicas muy novedosas debido a que, por la situación geológica de la zona, es imposible el uso de explosivos.

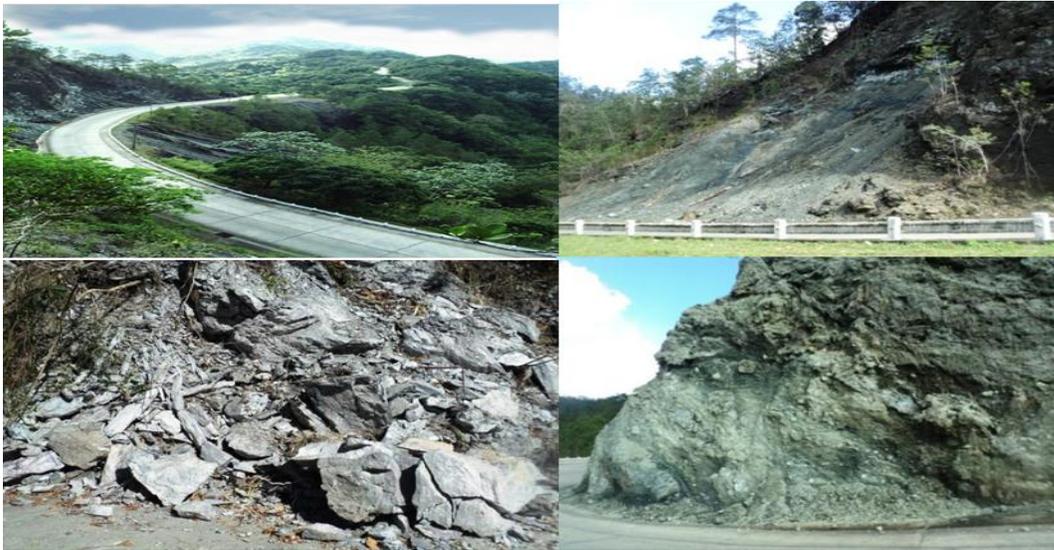


Figura 21. Deslizamiento del Viaducto La Farola.

### **3.1.16. Anfibolitas de La Tinta (Maisí).**

Las rocas anfibolitas presentes en La Tinta, poblado situado a 30 km aproximadamente al SE de Baracoa, afloran en diversos lugares como son: Los Jemales, Los Tibes, El Naranjo y el arroyo Caletica. Estas anfibolitas constituyen un cuerpo estrecho al alrededor de 8-10 km de extensión y una anchura y aproximadamente 1,5 km (Hernández-Sarlabous, 1984; Lázaro et al., 2014).

Próximo al Complejo Anfibolítico de Güira de Jauco se localiza un pequeño cuerpo serpentinitico, no estudiado hasta la fecha, formado por bloques de rocas básicas metamorizadas en condiciones de baja presión (metadiabasas metamorizadas en facies de las anfibolitas) en una matriz de rocas ultramáficas serpentinizadas.

Desde el punto de vista estratigráfico, las anfibolitas que afloran en La Tinta están cubiertas tectónicamente, por el norte; por las serpentinitas; por el este y por el oeste por las formaciones Sierra Verde y sierra del Purial, respetivamente; estratigráficamente son cubiertas por la Formación Imías y Formación Punta de Maisí hacia el sur del área. Las rocas anfibolíticas de esta área son de colores claros, generalmente de textura néissica y raras veces masivas. A simple vista puede ser observadas las bandas de anfíboles, feldespatos y cuarzo, los cuales se alternan (Figura 22).

Las metadiabasas, de tamaño de grano medio a fino, presentan anfíbol y plagioclasa, en ocasiones con cristales relictos de piroxeno magmático, además de clorita retrógrada e ilmenita. En general, preservan textura ofítica pseudomorfizada, con cristales desorientados y poco deformados. Las anfibolitas, de tamaño de grano medio, presentan mayoritariamente anfíbol y plagioclasa, además de ilmenita. En general, presentan textura granoblástica. Las anfibolitas con clinopiroxeno metamórfico son de grano medio y están formadas por anfíbol, plagioclasa y clinopiroxeno, además de ilmenita y apatito como fases accesorias, y prehnita retrógrada. La textura es granoblástica con desarrollo de puntos triples entre las fases minerales del metamorfismo progrado. Coordenadas: X= 473 526; Y= 174 999

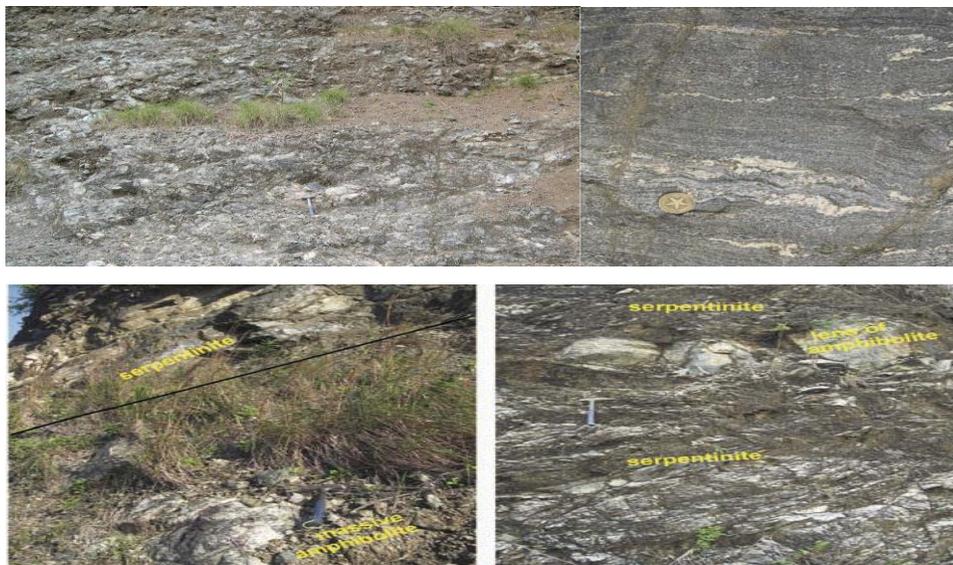


Figura 22. Anfibolitas de La Tinta (Maisí).

### 3.1.17 Tobas zeolitizadas del yacimiento Palenque de Yateras

Hacia el este, en la provincia Guantánamo, se ubica el depósito de zeolitas de Palenque, al NE del poblado de Palenque (Figura 23). Aquí afloran tobas de la Formación Sabaneta distribuidas en dos miembros: inferior y superior. En el inferior predomina la alteración del vidrio volcánico a montmorillonita; en el superior, la zeolitización es mayoritaria y aparecen clinoptilolita y mordenita (Orozco, 1987), vinculadas principalmente a tobas vitroclásticas. El estudio de las secciones delgadas y de las fotos tomadas con el microscopio electrónico de barrido muestran que la clinoptilolita sustituye pseudomórficamente a los fragmentos de vidrio volcánico, mientras que la montmorillonita se forma en los bordes de los mismos y la mordenita rellena poros. Parece como si la mordenita se formara posterior a la clinoptilolita. Los contenidos de zeolitas de las tobas alteradas oscilan entre 30 y 80 %, y en muchas muestras se estableció la presencia de cristobalita. En las muestras alteradas principalmente a montmorillonita el contenido máximo de este mineral en las rocas no sobrepasa el 50 % (Carbonell Hechavarría, 2017; Orozco-Melgar et al., 2018).



Figura 23. Tobas zeolitizadas del yacimiento Palenque de Yateras.

### 3.1.18 Deslizamientos de Yumurí del Sur.

Es uno de los fenómenos más desarrollados en el área, debido a la existencia de taludes inestables con alturas que pueden alcanzar los 50 m y ángulos de inclinación que varía entre 20 - 75 grados, todo esto unido al intenso agrietamiento y fracturación de las rocas, la intensa actividad sismo-tectónica de la región y los elevados índices pluviométricos hacen que este fenómeno esté presente a todo lo largo de la carretera que ocupa el área de estudio, Ubicación: cercano al poblado Veguita del Sur (Figura 24).

Dimensiones y dirección de la ladera o talud: Longitud aproximadamente de 250 m y altura aproximadamente 50 m. Litología: Andesitobasaltos y basaltos, principalmente tobas y lavobrechas, andesidacitas, areniscas polimícticas, areniscas derivadas de granitoides e intercalaciones y lentes de calizas. Estas rocas se encuentran metamorfizadas en condiciones de muy bajo grado. Características estructurales: Talud muy fracturado y agrietado, con grietas verticales como horizontales que provocan una fracturación intensa del macizo. Se determinaron tres familias de grietas con los siguientes elementos de yacencia:  $250^{\circ}/75^{\circ}$ ,  $10^{\circ}/62^{\circ}$  y  $240^{\circ}/35^{\circ}$ .



Figura 24. Deslizamientos de Yumurí del Sur.

### 3.2 Análisis e interpretación de los resultados obtenidos

Punto	1		2		3		4		5			6		7			8			9			10				Puntuación	Categoría
	Representatividad y valor científico		Valor histórico		Valor estético para la enseñanza y el turismo		Importancia didáctica		Rareza			Irrepetibilidad		Estado físico			Vulnerabilidad			Tamaño			Accesibilidad					
	15	10	10	7	10	7	12	8	12	8	4	12	8	3	4	5	12	8	2	2	4	6	6	5	4	2		
1	15			7	10		12				4		8		4			8			4			5			77	B
2		10		7	10		12				4		8		4			8			4			5			72	B
3		10		7	10		12				4		8		4			8			4			5			72	B
4		10		7	10		12				4		8		4			8			4			5			72	B
5	15		10		10		12			8		12		3				8			2				4		84	A
6		10		7	10		12			8			8		4			8			4		6				77	B
7	15		10		10		12		12			12		3				8			2			5			89	A
8	15		10		10		12		12			12			4			8			2		6				91	A
9	15			7	10			8		8			8		4			8			2		6				76	B
10		10		7	10			8			4		8		4					2	2			5			60	C
11	15		10		10		12		12				8		4			8			4		6				89	A
12		10		7		7		8			4		8	3						2	2		6				57	C
13		10		7	10		12			8			8	3						2		4		5			69	C
14	15		10		10		12		12			12		3				8			2				2		86	A
15		10	10		10		12		12			12			4			8			2		6				86	A
16		10	10			7	12				4		8	3						2		4			4		64	C
17		10		7		7		8			4		8		4			8			4			5			65	C
18	15			7		7	12				4		8		4			8			2		6				73	B

Utilizando la tabla de la analítica del comportamiento de los geositios, se pudo confeccionar los gráficos de porcentaje de calidad para cada parámetro. El grado de alta representatividad y valor científico alcanzó a los 44 % de los geositios y su valor medio fue de 56 % (Figura 25).



**Figura 25. Representatividad y valor científico.**

El valor histórico está representado para una calidad alta, en el 39 % de los geositios y con calidad media en el 61 % de ellos. Se puede decir que representa un punto de inflexión en el desarrollo de las geociencias (Figura 26).



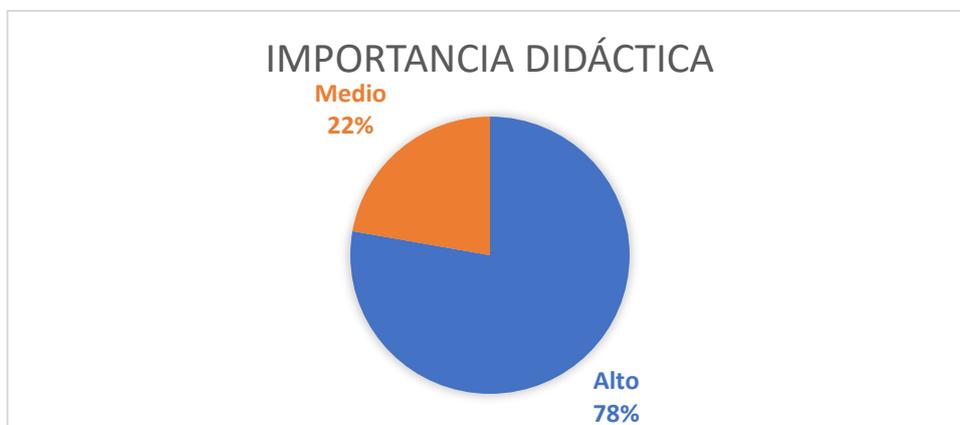
**Figura 26. Valor histórico.**

En el parámetro de valor estético para la enseñanza y el turismo se observa (Figura 27) que este tuvo un comportamiento muy bueno al presentar una diferencia significativa entre los altos 78 % y los medios 22 % de los geositos, donde presentan estructuras paisajístico-ambiental interesantes, siendo muy favorable a un turismo convencional.



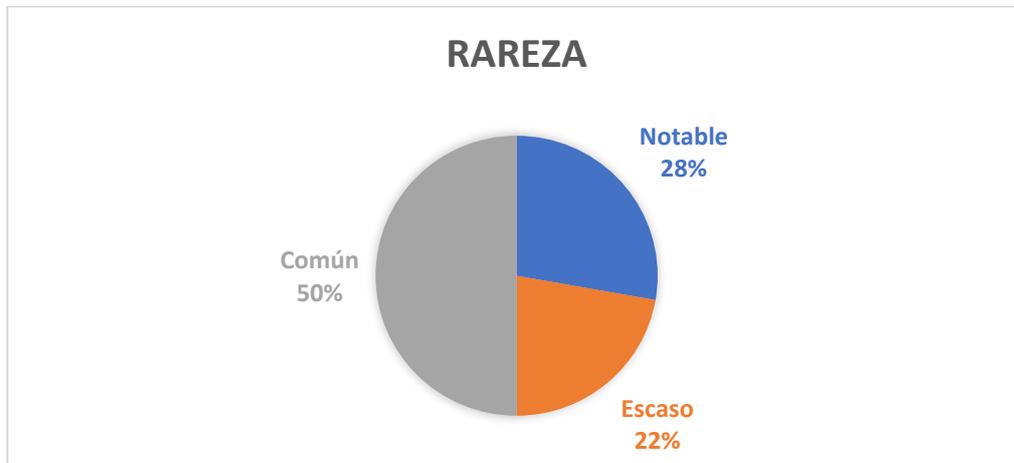
**Figura 27. Valor estético para la enseñanza y el turismo.**

La importancia didáctica (Figura 28) fue un factor muy característico de la mayoría de los geositos, pues 78% de estos fue evaluado de alto, quiere decir que la mayoría de los geositos presentan gran importancia para el conocimiento de los estudiantes y la población en general, que hay o están cerca de las comunidades para mejorar su cultura y sus posibilidades de contribuir a la protección del medio ambiente.



**Figura 28. Importancia didáctica.**

Otro parámetro analizado arduamente fue la rareza (Figura 29). Pero se manifestó de manera poco eficiente pues el 50 % de los sitios de interés no se aportaron algo distinto de los otros, manteniendo la categoría común.



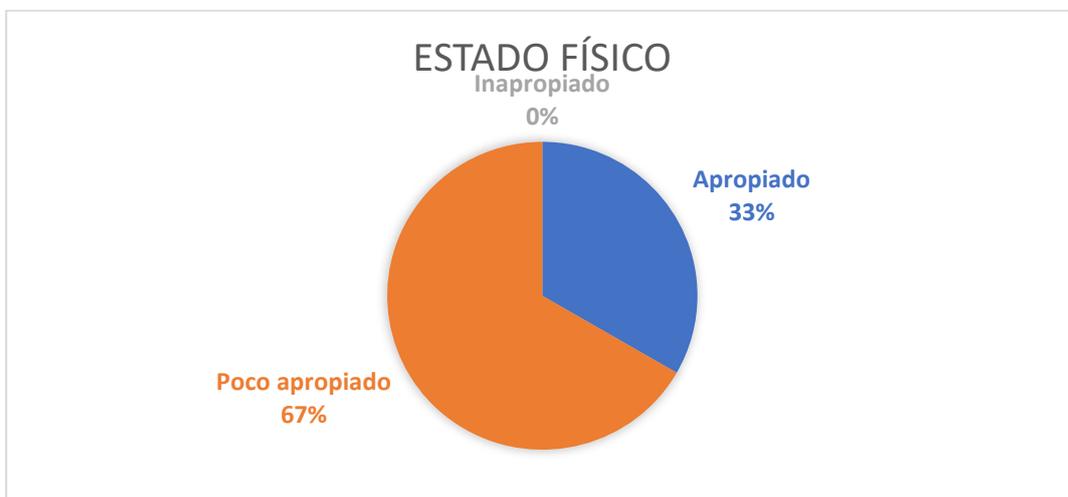
**Figura. 29 Rareza.**

En este parámetro se pueden distinguir de dos formas; Repetible o Irrepetible, el primero de los casos se acepta cuando pueden designarse otros lugares que tengan características similares y que representen iguales situaciones, estructuras, formas o fenómenos que lo definen como un geositio de importancia. Se clasificaron como Repetible 72 % de los geositios (Figura 30) y solamente 28 % de Irrepetible.



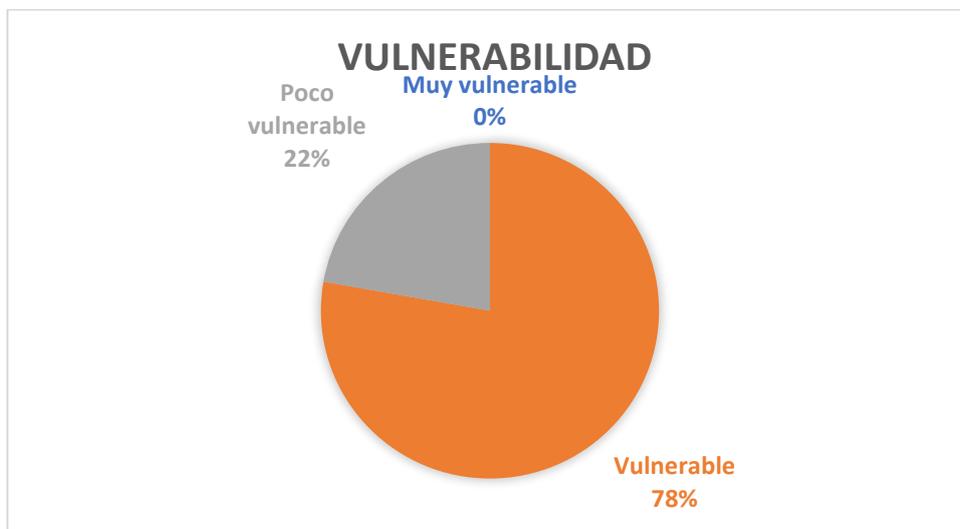
**Figura 30. Irrepetibilidad**

Los geositios presentan un estado físico apropiado de 33 % y se consideran poco apropiados el 67 % (Figura 31). El estado físico permitió establecer que la mayoría de los geositios se encuentran en un estado inapropiado por lo que se puede afirmar que los afloramientos estudiados están bastante conservados.



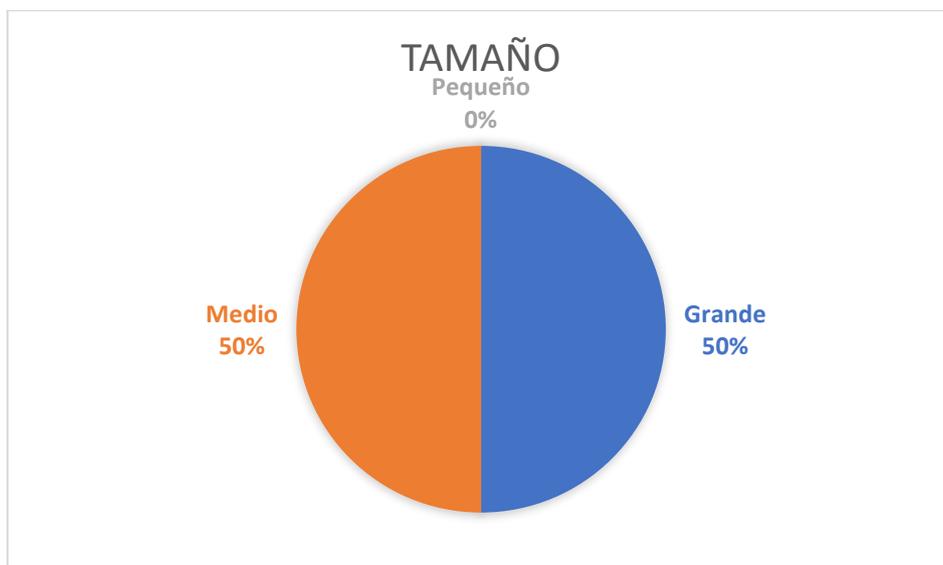
**Figura 31. Estado físico.**

El parámetro de vulnerabilidad es uno de los más importantes para la preservación de los geositios. De acuerdo con los criterios de evaluación, infelizmente 78 % de los geositios (Figura 32) están vulnerables a ser dañados por diferentes factores y solamente 22 % se definió como poco vulnerable. Satisfactoriamente no hay geositios muy vulnerables.



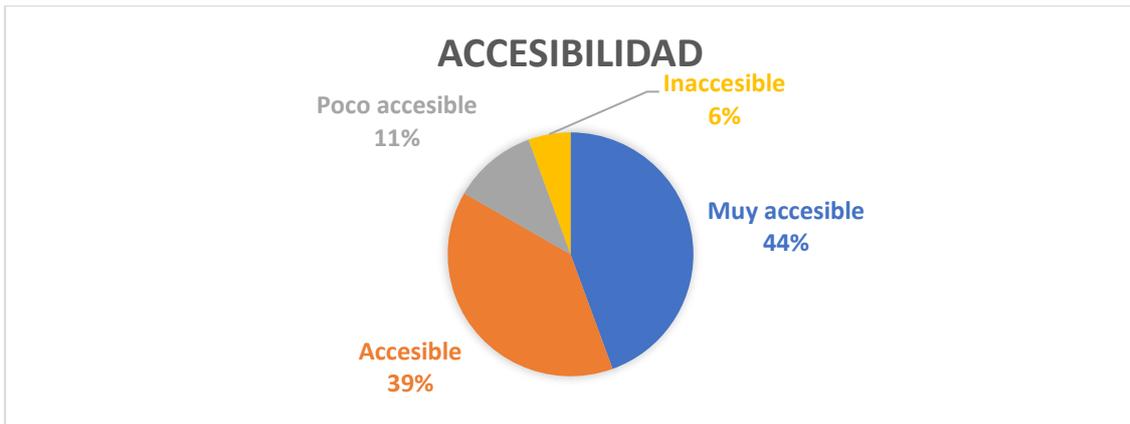
**Figura 32. Vulnerabilidad.**

El parámetro de tamaño, tuvo un comportamiento bastante inusual, todos los geositos son de gran y medio porte (Figura 33).



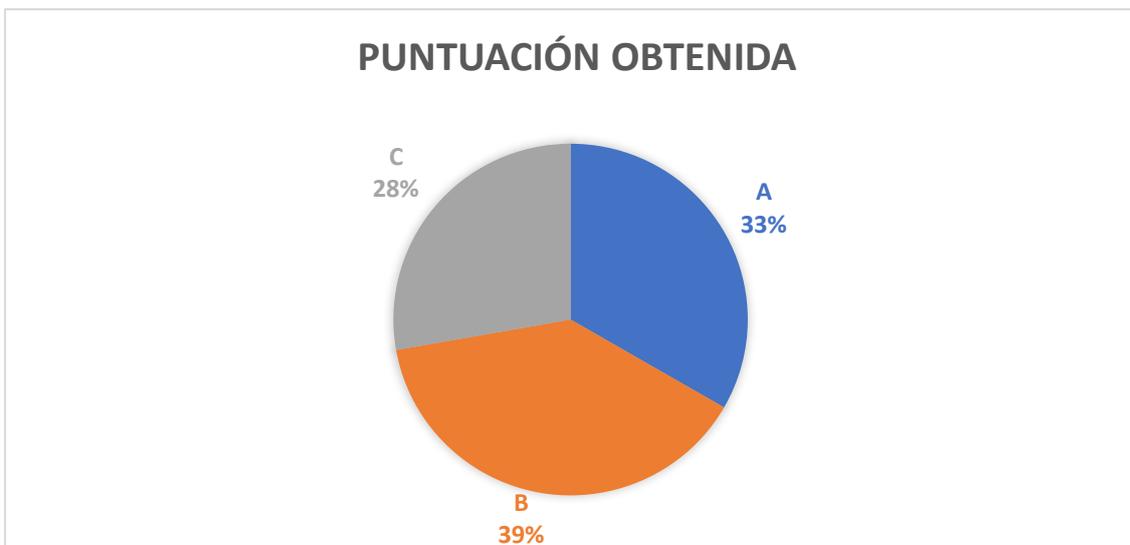
**Figura. 33 Tamaño.**

Cuanto, al parámetro de accesibilidad, se determinó como muy accesible; el 44 % de los geositos (figura 34), pues algunos se encuentran en caminos o carreteras con condiciones suficientes para que transiten vehículos. Como el caso de Los Monitongos, que están localizados en el extremo Oriental de la Sierra Maestra. A 27 km por la carretera de Caimanera. Otro caso de bastante accesibilidad es la Reserva Ecológica de Baitiquirí, su acceso principal se realiza desde la ciudad de Guantánamo, por la carretera de Baracoa, hasta el municipio de San Antonio del Sur, atravesando la comunidad de Tortuguilla. Hay poca accesibilidad en pocos casos como el del Pico Gálan, una reserva florística manejada, está ubicada a 974 metros sobre el nivel del mar, es un territorio caracterizado por el intenso verdor de sus montañas. Nos deparamos con un único caso de inaccesibilidad, es el caso de Salto Fino, que fue descubierto en 1966 por el Doctor Antonio Núñez Jiménez y desde un helicóptero tomó varias fotografías con vistas verticales. Solo en 1996 se realizaron dos expediciones en busca de Salto Fino, al cual no se había llegado por tierra.



**Figura 34. Accesibilidad.**

Teniendo en cuenta la puntuación obtenida sobre la base de 100 puntos, se determinó que del total de los geositios; el 33 % son geositios de clase A como: el Pico Gálan, Zoológico de Piedra, Los Monitongos, Reserva Ecológica de Baitiquirí, Salto Fino y el Viaducto de la Farola. Los geositios de la clase B equivalen al 39 % y son: el Estratotipo de San Luis, Estratotipo de Maquey, Estratotipo Jamaica, Estratotipo Rio Maya, los Deslizamientos de Yateras, Huracanolitos (Bate-Bate) de San Antonio del Sur y el Deslizamiento del Rio Yumurí del Sur. El 28 % pertenece a los geositio de clase C que son: las Minas de Sal Santa Rosa, Granitoides de Duaba, Anfibolitas de La Tinta (Maisí) y las Tobas zeolitizadas del Yacimiento El Palenque (Yateras).



**Figura. 35 Puntuación Obtenida.**

<b>Geositios</b>	<b>Puntuación</b>	<b>Categoría</b>
Pico Gálan	84	A
Zoológico de Piedra	89	A
Los Monitongos	91	A
Reserva Ecológica Baitiquirí	89	A
Salto Fino	86	A
Deslizamiento del Viaducto La Farola	86	A

<b>Geositios</b>	<b>Puntuación</b>	<b>Categoría</b>
Estratotipo de San Luis	77	B
Estratotipo Maquey	72	B
Estratotipo de Jamaica	72	B
Estratotipo del Rio Maya	72	B
Deslizamiento de Yateras	77	B
Huracanolitos (Bate-bate) de San Antonio del sur	76	B
Deslizamientos de Yumurí del Sur.	73	B

<b>Geositios</b>	<b>Puntuación</b>	<b>Categoría</b>
Rio Jaguaní	60	C
Mina de Sal Santa Rosa	57	C
Granitoides de Rio Duaba.	69	C
Anfibolitas de La Tinta (Maisí)	64	C
Tobas zeolitizadas del yacimiento Palenque de Yateras	65	C

<b>Medidas de protección y conservación del patrimonio geológico.</b>	<b>Tiempo</b>	<b>Responsable</b>
La señalización de los distintos sitios y el cercado en los casos necesarios.	Corto plazo.	CITMA; CAM
En los casos de los geositos ubicados cerca de los asentamientos poblacionales promover una cultura de protección y conservación a través de actividades comunitarias.	De mediano a largo plazo.	CITMA; CAM
Facilitar a las autoridades municipales y provinciales el informe del estado actual de conservación de los sitios de interés geológico de cada municipio específicamente.	Corto plazo.	CITMA; CAM
Utilizar los sitios como aulas para las actividades docentes, principalmente los que presentan alto valor didáctico.	Medio plazo.	CITMA; CAM
Chequear paulatinamente el estado de los geositos con el fin de prevenir las acciones, tanto naturales como antrópicas, que puedan deteriorar a los mismos.	De mediano a largo plazo.	CITMA; CAM

## CONCLUSIONES

- Se manifestaron y se describieron 18 geositos en la provincia de Guantánamo, que develan la riqueza geológica del área.
- Los geositos fueron categorizados según la metodología de Gutiérrez et al., 2007, seis en la categoría A, categoría patrimonial o nacional, siete como B, patrimonio local y cinco como C deben recibir un tratamiento de las autoridades locales, según plantea los artículos 3 y 5, del Decreto Ley 2001/99.
- Se determinó como vulnerables 14 geositos, es algo de despierta cierta preocupación para la conservación de estos lugares de interés, aunque que no tenga geositos clasificados como muy vulnerables.
- Se propone la designación de monumento nacional: Los Monitongos; Reserva Ecológica de Baitiquirí; Zoológico de Piedra; Salto Fino; Deslizamiento del Viaducto de a Farola; Pico Gálan.
- Se demostró la existencia de un rico patrimonio geológico natural, en el territorio de Guantánamo, caracterizado por un alto grado de complejidad geológica y el endemismo de la flora y la fauna.

## RECOMENDACIONES

1. Todos los geositos constituyen una herencia geológica de importancia. Por lo tanto, deben ser señalados con un cartel, suficientemente explicativo que puede aumentar la cultura de los visitantes, y de los locales donde se encuentran enclavados.
2. Valorar el potencial de toda la provincia de Guantánamo en la creación de rutas geoturísticas.
3. Aplicar las medidas para la conservación de los geositos.

## BIBLIOGRAFÍA

- Asevedo, Ú. R. de. (2007). Patrimônio geológico e geoconservação no Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais: potencial para a criação de um geoparque da UNESCO. *Instituto de Geociências/UFMG, Tese de Doutorado, Belo Horizonte. Disponível em: [http://goo. gl/gEVyxn](http://goo.gl/gEVyxn). Consultado em, 17(07), 2015.*
- Beltrán Fonseca, B. (2019). *Huracanolitos en Baitiquirí (Guantánamo), movidos por el huracán Matthew: análisis del proceso físico. Aplicación en estudios de paleodeposiciones.* Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas.
- Bôas, R. C. V., Martínez, A. G., & Others. (2003). *Patrimonio Geológico y Minero en el Contexto del cierre de Minas.* CYTED-CETEM.
- Bravo, R. E. P. (2018). *Evaluación de los sitios de interés geológicos en el sector Ramón de las Yaguas, Santiago de Cuba.* Universidad de Moa.
- Brocx, M., & Semeniuk, V. (2007). Geoheritage and geoconservation-history, definition, scope and scale. *Journal of the Royal Society of Western Australia, 90(2), 53-87.*
- Cañadas, E. S., & Flaño, P. R. (2007). Geodiversidad: concepto, evaluación y aplicación territorial. El caso de Tiermes Caracena (Soria). *Boletín de la asociación de geógrafos españoles, 45.*
- Carbonell Hechavarría, N. (2017). *Perspectivas de utilización de tobas zeolitizadas del yacimiento Palenque de Yateras como aditivo puzolánico.* Universidad de Moa.
- Carcavilla, L., Belmonte, Á., Durán, J. J., & Hilario, A. (2011). Geoturismo: concepto y perspectivas en España. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra, 19(1), 81.*
- Carcavilla Urquí, L García Cortés, Á. (2014). Geoparques. Significado y funcionamiento. *Instituto geológico y minero de España, Ministerio de Economía y Competitividad,(sin fecha).*
- Castellanos, D. W. (2016). *Evaluación de los sitios de interés geológicos más*

- importantes de los municipios Sagua de Tánamo*. Instituto Superior Minero Metalúrgico.
- Corpas, C. R. M. (2017). *Evaluación y diagnóstico de geositios en municipios de la zona oeste de la provincia Holguín para la protección y conservación del patrimonio geológico*. Instituto Superior Minero Metalúrgico.
- Dávila Burga, J. (2011). *Diccionario geológico*. Arthaltuna grouting.
- Desdín-Paz, L. (2019). *Evaluación de los Geositios en el municipio de Imías, para la protección y conservación del patrimonio geológico* [Universidad de Moa]. [www.ismm.edu.cu](http://www.ismm.edu.cu)
- Dowling, R. K., & Newsome, D. (2006). *Geotourism*. routledge.
- Ecured. (2019). Provincia de Guantánamo (Cuba). En *EcuRed*.
- Francisco, T. D. (2018). *Caracterización de geositios para la protección y preservación del patrimonio geológico en la ruta Baracoa-Puriales de Caujerí*. Instituto Superior Minero Metalúrgico.
- Gamboa, A. I. J. F. (2017). *Caracterización de geositios para la protección y conservación del patrimonio geológico del municipio Baracoa*. Instituto Superior Minero Metalúrgico.
- Gloria Jódar Valderrama, Miguel León Garrido, A. C. T. (2013). Guía para el uso sostenible del patrimonio geológico de Andalucía. *Junta De Andalucía*.
- Gutierrez -Domech, R., A, B., E, B., L, F., & G, F. (2007). Propuesta de Metodología A Emplear Para Las Acciones de Protección Y Conservación Del Patrimonio Geológico. *VII Congreso De Geología (GEOLOGIA 2007), Taller Conservación del Patrimonio y la Herencia Geológica*, 12.
- Hernández-Sarlabous, M. (1984). Análisis comparativo de las anfibolitas presentes en las zonas de Macambo y La Tinta, Sierra del Purial, provincia de Guantánamo. *Minería y Geología*, 2(1), 9-36.
- Hose, T. A. (1995). Selling the story of Britain's stone. *Environmental interpretation*, 10(2), 16-17.

- Inga, A. C. V. (2018). *Valoración del Patrimonio Geológico en la Ruta de las Cascadas de la parroquia Rumipamba-Cantón Rumiñahui*.
- Iturralde-Vinent, M. A. (2018). Huracanolitos, eventos de oleaje extremo y protección de las obras costeras. *Anales de la Academia de Ciencias de Cuba*.
- Lázaro, C., García-Casco, A., Blanco-Quintero, I. F., Rojas-Agramonte, Y., Cárdenas-Párraga, J., Núñez-Cambra, K., & Proenza, J. A. (2014). Metabasitas y Serpentinitas de Antearco (La Tinta, Cuba oriental) y su significado para la evolución geodinámica del Caribe. *Macla, revista de la sociedad española de mineralogía*, 19(julio'14).
- López-Martínez, J., Valsero, J. J. D., & Urquí, L. C. (2005). Patrimonio geológico: una panorámica de los últimos 30 años en España. *Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural. Sección Geológica*, 100(1), 277-287.
- Núñez Jiménez, A. (1959). *Geografía de Cuba, adaptada al nuevo programa revolucionario de bachillerato*.
- Orozco-Melgar, G., Carralero-Castro, N., & Rojas-Purón, L. (2018). Características geo-mineralógicas de las tobas alteradas de Palenque de Yateras, Guantánamo. *Minería y Geología*, 3(1), 31-44.
- Parellada Reyes, O. (2016). *Delimitación de escenarios susceptibles a la licuefacción inducido por terremotos de gran magnitud en la zona sur de la Provincia Guantánamo*. Universidad de Moa.
- Prieto, J. L. P., Cortez, J. L. S., & Schilling, M. E. (s. f.). *Patrimonio geológico y su conservación en América Latina*.
- Ramos, J. A. S. (2018). *Evaluación y diagnóstico de nuevos geosítios en los municipios Sagua de Tánamo y Frank País, de la provincia Holguín para la protección y conservación del patrimonio geológico*. Universidad de Moa.
- Richard, E., Crispieri, G. G., & Zapata, D. I. C. (2018). Geoparques: Lugar de encuentro para la geofilia, biofilia, cultura de la contemplación y turismo

especializado y científico, el caso del Torotoro, Geoparque Andino (Potosí, Bolivia). *DOSSIER ACADÉMICO: BOSQUES, RECURSOS NATURALES Y TURISMO SOSTENIBLE*, 12.

RODRIGUEZ, S. (1981). *Esquema ingeniero geológico del valle de Guantánamo. Tesis de Diploma. ISMM. 1981.65 p.*

Romero, C. L. P. (2017). *Evaluación y diagnóstico de geositios en los municipios del Este de la provincia Holguín para la protección y conservación del patrimonio geológico.* Universidad de Moa.

Rosado-González, E. M. (2018). *Palacio Prieto, JL , Sánchez Cortez, JL y Schilling, Patrimonio geológico y su conservación en América Latina. Situación y perspectivas nacionales, Instituto de Geografía, Universidad Nacional Autónoma de México. México.*

Sadry, B. N. (2009). *Fundamentals of geotourism with a special emphasis on Iran. Tehran: Samt Organization publishers (220 pp. English Summary available Online at: <http://physio-geo.revues.org/3159>.*

Strasser, A., Heitzmann, P., Jordan, P., Stapfer, A., Stürm, B., Vogel, A., & Weidmann, M. (1995). *Geotope und der Schutz erdwissenschaftlicher Objekte: ein Strategiebericht. Freiburg, Arbeitsgruppe Geotopschutz Schweiz.*

Torres Cabrera, Y. (2009). *Pronóstico de procesos y fenómenos físico-geológicos en el área para la construcción del Tránsito Yateras-Guaso.* Universidad de Moa.

Urquí, L. C. (2014). *Guía práctica para entender el patrimonio geológico. Enseñanza de las Ciencias de la Tierra, 22(1), 5.*

Valsero, J. J. D., & Urquí, L. C. (2009). *Patrimonio geológico. PROFESIÓN DE GEÓLOGO.*

Velázquez-Rodríguez, C. (2019). *Caracterización de geositios para la protección y conservación del patrimonio geológico del municipio de Maisí,*

Guantánamo. Universidad de Moa.

Villafranca, I. F. (1978). ¿Estratotipos o secciones tipo? *Revista mexicana de ciencias geológicas*, 2(2), 105-111.

Wimbledon, W. A., Benton, M. J., Bevins, R. E., Black, G. P., Bridgland, D. R., Cleal, C. J., Cooper, R. G., & May, V. J. (1995). The development of a methodology for the selection of British geological sites for conservation: Part 1. *Modern geology*, 20(2), 159.

Zouros, N., & Mc Keever, P. (2004). The European geoparks network. *Episodes*, 27(3), 165-171.

