

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

**EVALUACION DE SITIOS DE INTERÉS GEOLOGICO EN LA
PROVINCIA DE MATANZAS PARA LA PROTECCION DEL
PATRIMONIO GEOLOGICO**

**Tesis presentada en opción al Grado Científico de
Master en Geología.**

Autor: Lic. Manuel Roberto Gutiérrez Domech

Tutor: Dr.C. Rafael Guardado Lacaba

Moa, 20 diciembre de 2017

DECLARACIÓN DE AUTORIDAD

Los resultados que se exponen en la presente tesis se han alcanzado como consecuencia del trabajo realizado por el autor asesorado y/o respaldado por el Instituto de Geología y Paleontología (Servicio Geológico de Cuba). Por tanto, los resultados en cuestión son propiedad del autor y de esta institución y solo ellas podrán hacer uso de los mismos de forma conjunta y recibir los beneficios que se deriven de su utilización.

AGRADECIMIENTOS

El trabajo del equipo del Instituto de Geología (Luis Bernal, Guillermo Pantaleón y Arsenio Barrientos) hubiera sido imposible sin la cooperación de colegas, quienes no siempre trabajan directamente en labores de investigación geológica, pero mantienen el amor por la profesión y comprendieron los objetivos del proyecto. Contribuyeron, decisivamente, los miembros de la Sociedad Espeleológica de Cuba, fundamentalmente Evelio Balado Piedra y otros pertenecientes al comité espeleológico de Matanzas, principalmente. Esteban Grau. A todos ellos, nuestro sincero agradecimiento.

Durante la realización de los trabajos de campo en la ciénaga de Zapata participaron los compañeros del IGP Carlos M. Pérez Pérez, Luis L. Peñalver Hernández y Jorge Carramazana, quienes aportaron sus experiencias y entusiasmo. Con ellos también estamos comprometidos.

En la ciénaga fue imprescindible el trabajo de los compañeros Luis Lazo Novoa, guía del Sistema Espeleolacustre de Zapata, colectivo de la Empresa de Flora y Fauna y de Restituto "Tuto" García Mejías, colaborador de Guardafronteras, quien con sus 89 años causa envidia por su facilidad de desplazamiento en el monte. En la zona de Agramante prestó su tiempo libre y su conocimiento del carso circundante Guillermo Bóveda.

Jorge Rodríguez, responsable del trabajo minero en la cantera Antonio Maceo (FM. Coliseo) dio una muestra de sensibilidad por encontrarse preservando, ya, los lugares más significativos. A todos, el reconocimiento del autor y la ratificación de continuar la fructífera cooperación iniciada.

RESUMEN

Se enumeran 50 sitios de interés geológico (geositios) de la provincia Matanzas analizados según la metodología creada para su categorización. De estos geositios 16 corresponden con localidades tipo de unidades litoestratigráficas aprobadas en la última versión del Léxico Estratigráfico de Cuba y uno, la cantera abandonada junto al antiguo Aeropuerto de Girón, que no es una localidad tipo pero presenta 3 formaciones geológicas cuaternarias, juntas, y adicionalmente en el mismo se perforó la cala de investigación más profunda, en rocas de la Formación Vedado. Otro de éstos tiene un interés no asociado a su posición estratigráfica sino a sus características geológicas propias, como es Loma del Jacán, donde ha sido señalada la presencia de formas cársticas en calcedonia. Doce geositios son formas cársticas de absorción y conducción en la llanura meridional y en la costa norte. Dieciséis son formas cársticas en la Ciénaga de Zapata. Dos son minas, una todavía en explotación, que pudieran constituir parques mineros en un futuro. Dos son yacimientos paleontológicos de importancia y otro prospectivo. De todos estos geositios tres, en realidad más, tienen, además, interés hidrogeológico.

Dieciocho de los geositios están ubicados en localidades del Sistema Nacional de Áreas Protegidas, trece en el Parque Nacional Ciénaga de Zapata. En los planes de manejo de esas localidades no existen indicaciones sobre las riquezas geológicas. Se propusieron, por su importancia, cuatro geositios como Patrimonio Nacional: Cenote Los Patios, Cueva Chicharrones, cenotes del Sistema Espeleolacustre de Zapata y Caleta (Ensenada) Buena y tres geositios como Patrimonio local.

ABSTRACT

Fifty locations of geological interest (geosites) are enumerated from the province of Matanzas according to the methodology made for its categorization. Sixteen of these geosites are litho-stratigraphic units (geological formations) already approved in the last edition of the Cuban Stratigraphic Lexicon. One, an abandoned quarry near the old and deserted Girón's airport, is not a type locality as well, but shows, together, 3 Quaternary geological formations, and as an addition this is the place where the deepest research borehole has been drilled into Vedado formation (Upper Pliocene-Lower Pleistocene) rocks.

Another of these has a non associated with its stratigraphic position, but its proper geological characteristics, this is Loma del Jacán, where karstic features had been reported in calcedonia. Twelve of these geosites are southern plain and littoral northern terraces absorption and conduction karstic forms. Sixteen other karstic features, such as cenotes, dolines, caves, etc...are reported from Zapata Swamp. Two of the geosites are mines, one of them is still working, but has a big sector of the quarry free of machinery and clear enough to make observations. Both could be pointed as mining parks in a near future. Two of the geosites are very important fossil deposits, and there is also one more. Three, really more, have also hydrogeological interest.

Geographically speaking: eighteen are located inside National Protected Areas System. Thirteen among the Zapata Swamp National Park. In the management plans of these localities geological richness are not included.

According to their importance four geosites: Cenote Los Patios, Cueva Chicharrones, cenotes of the Sistema Espeleolacustre de Zapata and Caleta (ensenada) Buena, were proposed as National Monuments. Three other geosites were pointed as Local Monuments.

INDICE

INTRODUCCIÓN	8
ESTADO DEL ARTE Y MARCO TEÓRICO CONCEPTUAL	15
CAPÍTULO I. LOCALIZACIÓN Y CARACTERIZACIÓN GEOGRÁFICA DEL ÁREA DE ESTUDIO.....	23
CAPÍTULO II. METODOLOGÍA Y VOLUMEN DE LOS TRABAJOS REALIZADOS.....	29
2.1 ETAPA DE BÚSQUEDA BIBLIOGRÁFICA.	30
2.2 ETAPA DE TRABAJO DE CAMPO.....	33
2.3 ETAPA DE GABINETE	39
CAPITULO 3.- ANALISIS E INTERPRETACION DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS.....	40
3.1 GEOSITIOS DE IMPORTANCIA ESTRATIGRAFICA	40
3.1.1 Estratotipo de la Formación Arabos	40
3.1.2 Lectoestratotipo de la Formación Bacunayagua	40
3.1.3 Holoestratotipo de la Formación Bellamar	41
3.1.4 Hipoestratotipo de la Formación Bellamar	42
3.1.5 Holoestratotipo Miembro Cárdenas. Formación Bellamar	43
3.1.6 Lectoestratotipo de la Formación Canímar	44
3.1.7 Holoestratotipo de la Formación Caobas	44
3.1.8 Hipoestratotipo de la Formación Caobas	45
3.1.9 Holoestratotipo de la Formación Coliseo	45
3.1.10 Lectoestratotipo Formación Colón	46
3.1.11 Hipoestratotipo de la Formación Chirino	47
3.1.12 Lectoestratotipo del Miembro El Abra, Formación Canimar	47
3.1.13 Holoestratotipo Unidad Informal Margas Yucayo	48
3.1.14 Holoestratotipo de la Formación Peñón	49
3.1.14 Hipoestratotipo de la Formación Perla	50
3.1.15 Holoestratotipo de la Formación Versalles.....	50
3.1.16 Cantera antiguo aeropuerto Playa Girón.....	51
3.2 GEOSITIOS DE IMPORTANCIA PALEONTOLOGICA	51
3.2.1 Cantera de Piedras de Cabezas	51
3.2.2 Cueva de Chicharrones	53

3.2.3 Yacimiento fosilífero Breas de San Felipe	54
3.2.4 Yacimiento fosilífero de Martí.....	55
3.2.5 Cueva Afán.....	55
3.3 GEOSITIOS DE IMPORTANCIA PARA EL PATRIMONIO GEOLOGO-MINERO.	57
3.3.1 Mina de Yeso San Adrián	57
3.3.2 Mina Margot.....	57
3.4 GEOSITIOS DE IMPORTANCIA KARSTOLOGICA E HIDROGEOLOGICA	58
3.4.1 Cueva La Pluma	58
3.4.2 Dolina de los Plátanos	59
3.4.3 Caverna de Santa Catalina.....	59
3.4.4 Sumidero de Alacranes.....	61
3.4.5 Cueva El Beato.....	61
3.4.6 Cenote Los Paticos.....	62
3.4.7 Cenote Cocodrilo	63
3.4.8 Cenote El Infierno	64
3.4.9 Depresión cársica carretera Coliseo-San Miguel de los Baños	65
3.4.10 Loma del Jacán	66
3.4.11 Cueva Beruvides	66
3.4.12 Cueva de Caletón	67
3.4.13 Caleta de Buena Ventura (Caletón)	68
3.4.14 Desembocadura del río de los Camarones	69
3.4.15 Desembocadura del río de Buena Ventura	70
3.5 SISTEMA ESPELEOLACUSTRE DE ZAPATA.....	70
3.6 ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS.	78
3.7 PROPUESTAS DE MEDIDAS DE CONSERVACIÓN	87
CONCLUSIONES	88
RECOMENDACIONES	88
BIBLIOGRAFIA	89

INTRODUCCIÓN

La conservación del Patrimonio Geológico en el mundo se remonta a 1840, donde tuvo lugar la protección de la famosa "Agassiz Rock" en Blackford Hill (Edimburgo-Escocia), que muestra estrías glaciares antiguas, mientras que, en 1887, la Comisión Géologique de la Société Suisse de Recherche sur la Nature, propone la protección de bloques glaciares erráticos, aceptada después por el estado suizo.

En Estados Unidos se declaran los Parques: Estatal de Yosemite (1864) y Nacional de Yellowstone (1872) que fueron los primeros Espacios Naturales Protegidos con una legislación específica. En Europa, en Alemania se establece en 1836 la primera Reserva Natural para proteger la extracción de roca en Drachenfels y posteriormente en Teufelsmauer (1852). Suecia, Suiza y España se convierten en pioneros en materia de conservación con la declaración de varios parques nacionales antes de 1920.

En la Conferencia General de la UNESCO (París, 1972), constatando que el patrimonio cultural y natural están cada vez más amenazados de destrucción, en su Artículo 2. Definiciones del patrimonio natural: aprueba como "patrimonio natural": los monumentos naturales constituidos por formaciones físicas y biológicas o por grupos de esas formaciones que tengan un valor universal excepcional desde el punto de vista estético o científico, las formaciones geológicas y fisiográficas y las zonas estrictamente delimitadas que constituyan el hábitat de especies animales y vegetales amenazadas, que tengan un valor universal excepcional desde el punto de vista estético o científico, los lugares naturales o las zonas naturales estrictamente delimitadas, que tengan un valor universal excepcional desde el punto de vista de la ciencia, de la conservación o de la belleza natural.

En el 31 Congreso Internacional de Geología, Río de Janeiro (Brasil, 2000), el Director de Ciencias de la Tierra de la UNESCO, presentó un programa para convertir en patrimonio de la humanidad, "lugares con características geológicas" que contribuyan a entender el pasado del planeta, bajo la denominación de GEOPARQUES, el cual favorecería entre 500 a 700 áreas o lugares en el mundo.

En 1996, en el marco del 30 Congreso Geológico Internacional realizado en Beijing, surgió la inquietud de encontrar una manera de proteger el patrimonio geológico. De esta inquietud surgió una propuesta de protección y promoción del patrimonio geológico, y del desarrollo económico sustentable de esos lugares, a través de la creación de geoparques (Zouros, 2004). Esta propuesta inicial ha tenido gran aceptación a nivel internacional, la que se refleja actualmente en la existencia de la Red Global de Geoparques promovida por UNESCO, y conformada por 77 Geoparques de 24 países concentrados principalmente en Europa y China. En el año 2000, se crea la European Geopark Network (EGN), una red de países europeos que se unen con el objetivo de contribuir en la protección y la promoción del patrimonio geológico de la zona, además de permitir el intercambio de informaciones técnicas, conocimiento y experiencias. Actualmente, esta red incluye 37 territorios en 15 países europeos.

Para estas redes un Geoparque no es solo una colección de geositos, sino que, más bien, es un territorio con un patrimonio geológico particular y que cuenta con una estrategia de desarrollo territorial sustentable (Frey et al., 2001). Este debe tener un límite definido y contar con geositos, no solo caracterizados por su importancia científica, sino también por su importancia estética y valor educacional. Pero más allá del interés geológico del lugar, un Geoparque también debe realzar aspectos relacionados con la ecología, arqueología, historia y elementos culturales representativos de la zona en que se emplace (McKeeven y Zouros, 2005). La idea, finalmente, es promover la educación medioambiental en relación a las geociencias, mediante una sustentabilidad que se logra a través del geoturismo. Geoparque no es una nueva categoría de protección, ya que incluso pueden albergar actividades productivas como la minería o industrias forestales, en estos casos es importante que existan herramientas efectivas de conservación de los geositos inventariados en el lugar.

Si bien en Europa los conceptos de geodiversidad, geopatrimonio, geositio y geoparque son relativamente conocidos, en América son bastante nuevos. Existen trabajos relativos a metodologías de evaluación de patrimonio geológico y geositos tanto en Chile (Fernández, 2007) como en Brasil (Lima, 2008), pero

estos realizan una caracterización general de estos lugares en busca de una metodología aplicable a nivel nacional.

En Cuba, luego del triunfo de la Revolución, se hizo posible incrementar el estudio geológico del subsuelo cubano iniciado por geólogos extranjeros, principalmente holandeses y estadounidenses y los precursores cubanos, como José Isac del Corral, Jorge Brödermann, Antonio Calvache y Pedro J. Bermúdez, 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.

Este notable incremento del conocimiento determinó que se multiplicaran las descripciones de unidades lito, 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 nacional.

Una pequeña minoría de localidades de interés geológico han sido declarados monumentos locales y nacionales, por sus valores paisajísticos y por tanto forman parte del patrimonio nacional debidamente protegido.

En el desarrollo de las tareas de los proyectos acometidos anteriormente para el diagnóstico de los geositos más importantes de las provincias Pinar del Río, Artemisa, Mayabeque, La Habana, Matanzas, Villa Clara, Cienfuegos, Sancti Spíritus, Ciego de Ávila, Camagüey y el municipio especial Isla de la Juventud, se evidenció que las localidades y estratos tipo sobre las cuales se ha basado 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 no se encuentran siempre en las condiciones en que fueron estudiadas y descritas. De mayor gravedad resulta el hecho de que algunas han desaparecido o están en proceso de ser destruidas, por la acción irresponsable o desconocedora de individuos y centros laborales, que las transforman en basureros, vertederos, canteras ilegales, o les asignan otros usos, que privan a la nación de un patrimonio irrecuperable y ponen en peligro la preservación de la herencia geológica de la misma.

En el desarrollo del Proyecto “Conservación y Protección del Patrimonio Geológico de las Provincias Occidentales” que fue acometido por el Instituto de Geología y Paleontología (IGP), se incluyeron por su importancia dentro del Patrimonio Geológico las unidades litoestratigráficas reconocidas en el Léxico Estratigráfico de Cuba distribuidas de la siguiente forma: 37 en la provincia de Pinar del Río, 11 en la provincia de Mayabeque y Artemisa, 21 en la provincia de La Habana y 11 del Municipio Especial Isla de la Juventud. En el transcurso de la investigación y durante los trabajos de campo se incorporaron otros 52 geositos debido a su importancia paleontológica, hidrogeológica, geomorfológica y carsológica, así como 7 localidades de interés minero. En total se representan 139 localidades. También desarrolló el Proyecto I+D “Conservación y Protección del Patrimonio Geológico de las Provincias Occidentales” (Gutiérrez Domech et. al, 2007) para lo cual se realizaron varias etapas de trabajos de campo en las Provincias de Pinar del Río, Mayabeque, Artemisa, La Habana y el Municipio Especial Isla de la Juventud, en los cuales se visitaron y seleccionaron para formar parte del Patrimonio Geológico un grupo numeroso de localidades tipos de las unidades litoestratigráficas y otros sitios considerados como tales a nivel internacional.

En los últimos diez años se ha debatido la posibilidad de incluir los lugares de interés geológico en esquemas globales de conservación, y en las Listas de Patrimonio Mundial. El Proyecto Global Geosites, puesto en marcha por la International Union of Geological Sciences (IUGS) en 1996, trata de aglutinar a la comunidad geológica con interés en la "geoconservación", pues la geología no está confinada a límites nacionales. Así en 1997 se contaba con una lista de 114 bienes naturales y 20 bienes mixtos naturales-culturales inscritos en la Lista del Patrimonio Mundial. Al menos 50 de estos lugares, situados en 26 países son considerados de significancia geológica primordial (IUCN, 1999), incluyéndolos en ocho diferentes categorías:

1) Formaciones y paisajes Volcánicos, 2) Paisajes de montaña, 3) Sistemas hidrotermales, 4) Cuevas y paisajes cársticos, 5) Fiordos y glaciares, 6) Características hidrológicas, 7) Arrecifes de coral y atolones y 8) Yacimientos fósiles. Zavala y Fidel, 2004).

El autor, investigador del Instituto de Geología y Paleontología (IGP) ha venido desarrollando proyectos de Investigación + Desarrollo (I+D) desde mediados de la primera década de este siglo con vistas a la conservación y protección del patrimonio natural de Cuba, específicamente el patrimonio geológico. El esfuerzo que se viene realizando, se vio respaldado con la aprobación de los lineamientos 133 y 260 de la Política Económica y Social de Cuba, durante el VI Congreso del Partido. En el capítulo V de dicho documento, dedicado a la política de ciencia, tecnología innovación y medio ambiente, se establece: *..”sostener y desarrollar los resultados en el campo de....las ciencias naturales”..., así como “sostener y desarrollar investigaciones integrales para proteger, conservar y rehabilitar el medio ambiente y adecuar la política ambiental a las nuevas proyecciones del entorno económico y social y...enfaticar la conservación y uso racional de recursos naturales.*

Más adelante, en el capítulo IX, sobre la Política para el turismo, se orienta *“crear diversificar y consolidar de forma acelerada servicios y ofertas complementarias...priorizando el desarrollo de modalidades: turismo de aventura y naturaleza, parques temáticos, cultura y patrimonio.*

Este propósito cobra un renovado impulso con la aprobación, por el Consejo de Ministros en el primer trimestre de 2014, de la Política de la Geología.

Para la aplicación de dicha política una comisión multidisciplinaria temporal concibió un grupo de tareas entre ellas precisamente la de “recuperar, mantener y desarrollar, el patrimonio geológico cubano”.

PROBLEMA.

El problema científico radica en la necesidad del inventario y la evaluación de los sitios de interés geológico patrimonial, en la provincia de Matanzas.

OBJETIVO GENERAL

El objetivo general del trabajo investigativo es identificar la geodiversidad del territorio de la provincia de Matanzas, que permite su evaluación y la propuesta de medidas para la conservación del patrimonio geológico.

HIPOTESIS.

La aplicación de una metodología cuyos parámetros permitan la evaluación de los geositos de la provincia de Matanzas demostrará que este es un territorio de gran geodiversidad y elevado valor patrimonial.

OBJETIVOS ESPECIFICOS

Los objetivos específicos son:

1. Caracterizar la provincia de Matanzas como una región de interés geológico patrimonial.
2. Actualizar la situación y estado físico de los geositos del territorio.
3. Aplicar la metodología creada (Gutiérrez, et. al., 2007) para evaluar los sitios de interés geológico de la provincia de Matanzas.
4. Proponer medidas para la geoconservación de los geositos.

OBJETO

Sitios de interés geológicos ubicados en la provincia de Matanzas.

CAMPO DE ACCIÓN

Características de los geositos ubicados en la provincia de Matanzas.

NOVEDAD CIENTIFICA

Utilizar una metodología que de forma cuantitativa y cualitativa evalúa los geositos de un territorio.

Dar a conocer un conjunto variado de geositos que incluye yacimientos paleontológicos, formas kársticas, estructuras geológicas, etc.

Por primera vez se establece un sistema cartográfico de geositos de la provincia de Matanzas.

Dar a conocer a los gobiernos: provincial y municipales y otras autoridades los sitios geológicos que tienen valor patrimonial, científico y práctico.

RESULTADOS

1. Cartografía de los geositos del territorio realizada.
2. Brindar a la delegación del CITMA de la provincia, a las comisiones municipales, y a la Comisión Provincial de Monumentos, así como a las instancias decisoras información valiosa sobre las riquezas geológicas de sus territorios.
3. Entregar al Sistema Nacional de Áreas Protegidas, información que permita enriquecer los valores de las áreas que protegen y profundizar en sus planes de manejo para incluir la geodiversidad en los mismos.

ESTADO DEL ARTE Y MARCO TEÓRICO CONCEPTUAL

En 1948 se funda la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN), que reúne a numerosos organismos gubernamentales y no gubernamentales. Entre sus muchas actuaciones destaca la publicación de los documentos sobre La Estrategia Mundial para la Conservación de la Naturaleza (1980 y 1990) y el reciente Plan de Acción para las Áreas Protegidas de Europa conocido como Parques para la Vida (1994), aunque los objetivos principales de dichas áreas protegidas es la conservación de la biodiversidad.

En la Conferencia General de la UNESCO, en su 17a reunión (París, 1972), Constatando que el patrimonio cultural y natural están cada vez más amenazados de destrucción, en su ARTICULO 2. DEFINICIONES DEL PATRIMONIO NATURAL: se aprueba como "patrimonio natural": los monumentos naturales constituidos por formaciones físicas y biológicas o por grupos de esas formaciones que tengan un valor universal excepcional desde el punto de vista estético o científico, las formaciones geológicas y fisiográficas y las zonas estrictamente delimitadas que constituyan el hábitat de especies animal y vegetal amenazadas, que tengan un valor universal excepcional desde el punto de vista estético o científico, los lugares naturales o las zonas naturales estrictamente delimitadas, que tengan un valor universal excepcional desde el punto de vista de la ciencia, de la conservación o de la belleza natural.

En esta reunión se hace hincapié en la conservación del Patrimonio Geológico, comenzando a identificarlo independientemente de la existencia de los parques naturales ya mencionados cuya mayor importancia es su carácter abiótico.

El **patrimonio geológico** ha sido definido por varios autores pudiendo distinguirse las siguientes versiones:

- 1) "el conjunto de recursos naturales, no renovables, ya sean formaciones rocosas, estructuras geológicas, acumulaciones sedimentarias, formas del terreno, o yacimientos minerales, petrológicos 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" (Cendrero, 1996).

- 2) “el conjunto de recursos naturales no renovables de carácter científico, cultural o educativo, ya sean formaciones y estructuras geológicas, formas del terreno, yacimientos paleontológicos y minerales, que permitan reconocer, estudiar, e interpretar la evolución de la historia geológica de La Tierra y los procesos que la han modelado”. (Gallego, E. y García Cortés, A. 1996).
- 3) “el conjunto de los recursos naturales de la Gea, no renovables, caracterizados por una composición y unos procesos constitutivos que, operantes en la escala de tiempo geológica, poseen un interés singular para el conocimiento científico y cultural de la historia de la Tierra”. (Lago, M., Arranz, E., Andrés, J.A., Soria, A.R. y Galé, C. 2001).
- 4) “el conjunto de recursos naturales de valor científico, cultural, educativo y/o recreativo; ya sean formaciones y estructuras geológicas, formas del terreno, depósitos sedimentarios, minerales, rocas, fósiles, suelos y otras muchas manifestaciones geológicas que permiten conocer, estudiar e interpretar la historia geológica de la Tierra, los procesos que la han modelado, los climas y paisajes del pasado y presente y el origen y evolución de la vida sobre este planeta”. (PatriCEO 2001).
- 5) “el patrimonio geológico” es el conjunto de recursos naturales geológicos de valor científico, cultural y/o educativo, ya sean formaciones y estructuras geológicas, formas del terreno, minerales, rocas, fósiles, suelos y otras manifestaciones geológicas que permiten conocer, estudiar e interpretar:
 - a) el origen y evolución de la Tierra
 - b) los procesos que la han modelado
 - c) los climas y paisajes del pasado y presente
 - d) el origen y evolución de la vida”

(VI Congreso Geológico de España en Zaragoza, 2004)

- 6) “el conjunto de elementos geológicos tales como formaciones y estructuras geológicas, paisajes geomorfológicos, yacimientos paleontológicos y mineralógicos, etc., de significativo valor para reconocer, estudiar e interpretar la historia y la evolución geológica de un determinado ámbito, región o territorio”.

- 7) “la red de afloramientos geológicos, formas y procesos bien conservados para fines científicos, educativos, culturales y estéticos, siendo deber de la comunidad geológica internacional y del mundo entero, preservarlos y promocionarlos”. Theodossiou-Drandaki. Geological Heritage Conservation in south-eastern european countries Documento en línea.
- 8) “el conjunto de objetos y sitios de interés geo(morfo)ológico pertenecientes a la memoria de la Tierra, y que no son patrimonio de países individuales, sino de toda la Humanidad y de todas las formas vivientes”.

El patrimonio geológico es subdividido en diferentes tipos, dadas sus propias características particulares y las diferencias en su gestión, a saber geológico, minero, paleontológico, hidrológico, pedológico, geomorfológico, espeleológico, etc.

Como información conceptual puede señalarse que se considera **Geodiversidad**: “el **número y variedad de estructuras** (sedimentarias, tectónicas, materiales geológicos (minerales, rocas, fósiles y suelos), que constituyen el sustrato de una región, sobre las que se asienta la actividad orgánica, incluida la antrópica”. (España. Nieto, 2001).

Geoconservación: Es el conjunto de acciones, técnicas y medidas encaminadas a asegurar la conservación (incluyendo la rehabilitación o restauración) del patrimonio geológico, basándose para ello en el análisis de su valor intrínseco, vulnerabilidad y riesgo de degradación.

La geoconservación es la conservación del patrimonio geológico. Presenta ciertos matices particulares en comparación con la conservación de otros elementos naturales. La mayoría de los lugares de alto valor geológico son recursos no-renovables, por lo que su destrucción es irreversible. Es importante por ello adoptar medidas de conservación del patrimonio geológico.

Existen numerosas maneras de afrontar la preservación del patrimonio geológico, por lo que se suele hablar de geoconservación para referirse al conjunto de técnicas y medidas (estrategias, programas y acciones) encaminadas a asegurar la conservación del patrimonio geológico. Se basa en el conocimiento del valor de

los lugares a conservar, sus características intrínsecas, su fragilidad, los procesos genéticos que intervinieron, así como evaluar las amenazas presentes o potenciales de degradación y su posible evolución en el futuro.

Geositio: Es un tipo especial de geotopo en el que su relevancia es global. Así que son los bienes de interés geológico o paleontológico que individualmente o en conjunto no solo son relevantes desde el punto de vista patrimonial geológico y paleontológico de la nación, sino como parte del patrimonio natural y patrimonio de la humanidad.

Los geositios constituyen por excelencia los geotopos de interés científico mundial que permiten el estudio multidisciplinario de eventos y procesos geológicos propios de la historia del planeta o de la vida; o que constituyen los registros que permiten la correlación mundial de los mismos. (Carcavilla, L., Martínez, C., García-Cortés, A., 2015). (Wimbledon, Anderse, Cleal, Cowie, Erikstad, Johanson, Kris y Sominen, 1997)

A nivel internacional se consideran como patrimonio geológico:

- * 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
- * Testigos de perforación y muestras superficiales de sitios importantes
- * Estructuras geológicas de interés

La mayor parte del patrimonio geológico se encuentra in situ, pero es habitual que ciertos elementos pequeños como fósiles y minerales sean extraídos para su estudio y, posteriormente, formen parte de colecciones de museos o centros de investigación, por tanto se admite y considera también:

Patrimonio geológico y paleontológico mueble: “Elementos geológicos con interés patrimonial (fósiles, minerales, meteoritos y otras rocas) que han sido extraídos o movidos de su contexto natural para su aprovechamiento sostenible (científico, didáctico, museístico, etc.).

Atendiendo a las consideraciones internacionales sobre el patrimonio geológico se encuentran relacionados con el mismo:

Patrimonio minero: es el conjunto de estructuras inmuebles y muebles, documentos, objetos y elementos inmateriales vinculados con la actividad minera del pasado, a los que se les atribuye valores históricos, culturales o sociales. El patrimonio minero: guarda una estrecha relación con el patrimonio geológico, pero son dos aspectos diferentes, pues su origen, gestión, regulación y conservación se realiza atendiendo a diferentes mecanismos legales y administrativos. La principal diferencia es que el patrimonio geológico está compuesto exclusivamente por elementos de origen natural, mientras que el patrimonio minero hace referencia a elementos culturales, sobre todo de tipo histórico y etnológico, resultado de la actividad antrópica al explotar un recurso natural. (Carcavilla, L., Martínez,C., García-Cortés, A., 2015).

Patrimonio cultural de interés geológico: “Elementos generados por la acción del hombre o por procesos no geológicos que tengan un interés desde el punto de vista geológico por servir de referencia o mostrar avances de la Geología como Ciencia”.

Se ha insistido en que el patrimonio geológico está formado por elementos originados por procesos naturales de tipo geológico. Sin embargo, otro tipo de elementos como mapas, libros, herramientas, aparatos o construcciones, entre otros, pueden tener un valor desde el punto de vista geológico. Se consideran patrimonio cultural de interés geológico, ya que su gestión es diferente a la del patrimonio geológico al no ser de origen natural y ser, en su mayoría, elementos del patrimonio mueble. (Carcavilla, L., Martínez,C., García-Cortés, A. ,2015).

Aquí se incluirían también Informes originales de personalidades del trabajo científico en el campo geológico, o concernientes al hallazgo de minas, yacimientos de petróleo, fósiles importantes; manantiales de aguas minero medicinales, etcétera.

Estratotipo: un estratotipo o sección tipo es un término geológico que da nombre a la ubicación de una exposición de referencia particular de una secuencia estratigráfica o límite estratigráfico. Una unidad de estratotipo es el punto de referencia acordado por una unidad estratigráfica particular y un estratotipo de

límite de referencia para un límite concreto entre estratos geológicos (Wikipedia 2015).

Geodiversidad: consiste en la variedad de ambientes, fenómenos y procesos geológicos que dan origen a paisajes, rocas, minerales, fósiles, suelos y otros depósitos superficiales que constituyen el sustrato de la vida en la Tierra (definición dada por la Royal Society for Nature Conservation del Reino Unido). Cabe mencionar que algunos autores tienen una idea más restringida que incluiría solo la variedad de materiales geológicos (rocas, minerales, fósiles y suelos) y estructuras geológicas (sedimentarias, tectónicas, geomorfológicas, hidrológicas y petrológicas) (Nieto, 2001).

Geoturismo: según Dowling y Newsome (2006), el Geoturismo se puede conceptualizar en tres puntos centrales que son las formas, los procesos y el turismo. Entre las formas se incluyen los paisajes existentes con sus características y componentes (geoformas, formaciones geológicas, fósiles, rocas, minerales, etc.). En cuanto al término turismo del concepto, este incluye la dimensión humana y se refleja en la actividad turística. El geoturismo es la apreciación de la geología y la geomorfología de los paisajes y la idea es que su interpretación, de fuerte base científica, se traduzca a términos más sencillos para el disfrute de todo tipo de turista, para motivar la educación geocientífica. La definición aceptada por UNESCO es bastante cercana a la dada por estos autores y nos dice que este término implica el recorrer un territorio en donde el turista entiende explícitamente que el paisaje que recorre y observa contiene formas singulares y que éste fue modelado por procesos dinámicos que han dejado huellas visibles.

El “geoturismo” no puede ser reducido a un “turismo geológico”, sino que se trata de un concepto más amplio, un turismo especializado en donde el foco de atención es el Geositio y los fenómenos geológicos, orientado en un marketing y uso turístico del potencial paisajístico y de las peculiaridades regionales relacionadas con la historia de la Tierra, en donde también encontramos a comunidades humanas vivas o extintas que han dejado un legado cultural. Por otro lado, y de acuerdo con la National Geographic Society (**NGS**) (Brilha, 2005),

el Geoturismo procura minimizar el impacto cultural y ambiental sobre las comunidades que reciben flujos turísticos importantes, inserto en un concepto mayor de turismo sustentable.

Geoparque: según una definición realizada por UNESCO en el 2008, los geoparques son territorios con límites bien definidos y una superficie apropiada para permitir un verdadero desarrollo socio-económico. Debe abarcar un determinado número de sitios geológicos de importancia científica, rareza y belleza, que sean representativos de una región y de su historia geológica. El atractivo de estos sitios no debe ser sólo geológico, sino también ecológico, arqueológico, histórico, cultural o paisajístico. Así, los geoparques deben estimular el desenvolvimiento socio-económico de una región, de una forma cultural y ambientalmente sustentable, mejorando las condiciones de vida y valorizando la cultura local.

Kárstico: Del inglés karstic, y este derivado del alemán Karst, Kras, región de Eslovenia constituida por mesetas calizas. Relieve kárstico, carst, carsto o carso se produce por disolución indirecta del carbonato cálcico de las rocas calizas debido a la acción de aguas ligeramente ácidas. El agua se acidifica cuando se enriquece en dióxido de carbono, por ejemplo cuando atraviesa un suelo, y reacciona con el carbonato, formando bicarbonato, que es soluble. Hay otro tipo de rocas, las evaporitas, como por ejemplo el yeso, que se disuelven sin necesidad de aguas ácidas. Las aguas superficiales y subterráneas van disolviendo la roca y creando galerías y cuevas que, por hundimiento parcial, forman dolinas y, por hundimiento total, forman cañones.

Cenotes: son dolinas de corrosión-desplome que se producen como consecuencia del destechamiento total o parcial de cavernas por procesos graviclásticos o quimioclásticos; el proceso de corrosión cársica de una dolina superficial o por ambas causas. Tienen bordes rocosos y escarpados y frecuentemente solapas o nichos, producto de la acción de las aguas interiores. Los cenotes siempre alcanzan, con mayor o menor profundidad el nivel de las aguas subterráneas y cuando su génesis está asociada a fallas pueden ser muy profundos, entonces son alargados. Cuando el control tectónico no es tan evidente

o se produce por encuentro de grietas o diaclasas, la forma es circular o semicircular.

Casimbas: también son dolinas de corrosión-desplome pero en una fase de desarrollo menos avanzada, donde la poca profundidad impide que alcancen el nivel de las aguas subterráneas. El fondo de las casimbas se encuentra generalmente cubierto de tierra y con frecuentes cantos de rocas y solo acumulan agua cuando ésta proviene directamente de las precipitaciones. Muchas casimbas en el territorio cubano son utilizadas para sembrar frutos menores y forestales, por la fertilidad que presentan los suelos.

Localmente son llamados también, casimbas los *sinkholes* o agujeros de disolución que se encuentran en la superficie de las calizas, dolomitas y otras rocas carsificables y que pueden acumular agua de lluvia en lugares donde no existe drenaje superficial.

Dolinas: son depresiones kársticas de disolución o cársico-sufosivas, las cuales se originan bajo cubiertas terrígenas, con formas como embudos circulares u ovales, con bordes rocosos o terrígenos, inclinados.

Cuevas: se forman al infiltrarse el agua. Suelen formarse estalactitas a partir del agua, rica en carbonato cálcico, que gotea del techo, y estalagmitas a partir del agua depositada en el suelo.

Lapiaces o lenares: son surcos o cavidades separados por tabiques más o menos agudos. Los surcos se forman por las aguas de escorrentía sobre las vertientes o sobre superficies llanas con fisuras.

CAPÍTULO I. LOCALIZACIÓN Y CARACTERIZACIÓN GEOGRÁFICA DEL ÁREA DE ESTUDIO.

La provincia de Matanzas es la segunda provincia mayor del Archipiélago Cubano, en extensión. Tiene una superficie de 11791.82 km² y una población de 692536 habitantes (Oficina Nacional de Hidrografía y Geodesia, 2011). Está dividida en 13 municipios. Limita al Oeste con la provincia de Mayabeque, al Norte con el Estrecho de la Florida, al Noreste con Villa Clara, al Sureste con Cienfuegos y al Sur con el mar Caribe. En esta provincia se encuentra el punto más al norte de la República de Cuba: cayo Cruz del Padre en los 23° 17' 9" de latitud norte. Ver figura 1.

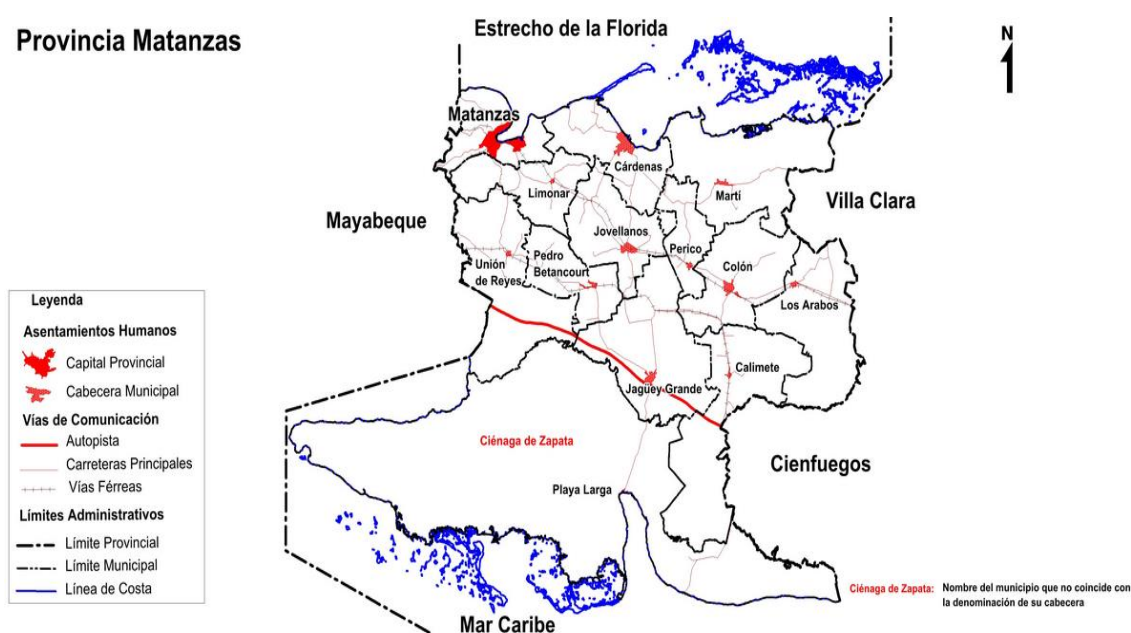


Figura 1: Mapa de ubicación geográfica de la provincia de Matanzas.

Dentro de la regionalización físico-geográfica del territorio cubano forma parte, junto al resto de las provincias occidentales, además de Cienfuegos, Villa Clara y un sector de Sancti Spíritus, del Distrito Habana-Matanzas, que agrupa las regiones: Llanura de Artemisa, Llanura de Colón y Llanura de Zapata, en el Subdistrito Llanuras del Sur y Este de La Habana-Matanzas; así como de las regiones Llanuras y Alturas del Norte de La Habana-Matanzas y Alturas de

Bejucal-Madruga-Coliseo, del Subdistrito Alturas del Norte de La Habana-Matanzas.(Gutiérrez y Rivero, 1999)

En su parte NE la provincia está incluida, parcialmente en la región Llanura Corralillo-Yaguajay, del Subdistrito Llanura del Norte, del Distrito Centro.

El territorio matancero, sobre todo, en sus regiones naturales meridionales, pero también en regiones del norte, presenta vastas zonas ocupadas por rocas carbonatadas, donde se han desarrollado numerosas formas kársticas que influyen decisivamente en, la agricultura, la industria, la construcción, el turismo y otros rubros del quehacer económico del territorio por lo cual su conocimiento, conservación y manejo son de una importancia estratégica.

Matanzas es un territorio principalmente llano, con solo pequeñas elevaciones destacables. En la región llanuras y alturas del Norte de la Habana-Matanzas que comienza en la Loma del Esperón o sierra de Anafe, en Artemisa, se destacan la sierra de Camarones (358 m), en el límite con la provincia de Mayabeque, el Palenque y el Pan de Matanzas (381 m) que es la altura culminante de la misma. (Gutiérrez y Rivero, 1999).

En las Alturas de Bejucal-Madruga-Coliseo, cuyo inicio se encuentra al oeste en la meseta del Cacahual en territorio de Mayabeque son las más notables las alturas de Cidra-Sabanilla, en la cual se incluye la loma del Paraíso-Camacho (251m); las colinas de San Miguel, donde se destacan las lomas de Ojo de Agua (317 m) y el Jacán (314 m) así como también el polje de Limonar-Coliseo: depresión cársica modelada en calizas rodeada de alturas mogóticas y las alturas de Camarioca, donde se hacen más evidentes las lomas de La Caoba (211 m) y las Tetas de Camarioca (240 m) (Gutiérrez y Rivero, 1999).

La amplitud de movimientos neotectónicos y la posición del nivel del mar determinó en el Mioceno superior, Plioceno y Pleistoceno la formación de categorías morfoestructurales de montañas, alturas y llanuras en la tierra firme de la geografía cubana antigua, de montañas, alturas y llanuras y de fosas profundas, depresiones y cadenas insulares y la plataforma sumergida en los fondos oceánicos. (Gutiérrez y Rivero, 1999).

Por esta razón pueden distinguirse los tipos genéticos y morfológicos de alturas siguientes: Tectónico-erosivas; Tectónico-estructurales, que predominan en Matanzas y Litológico-estructurales y petrogénicas. Ver figura 2.

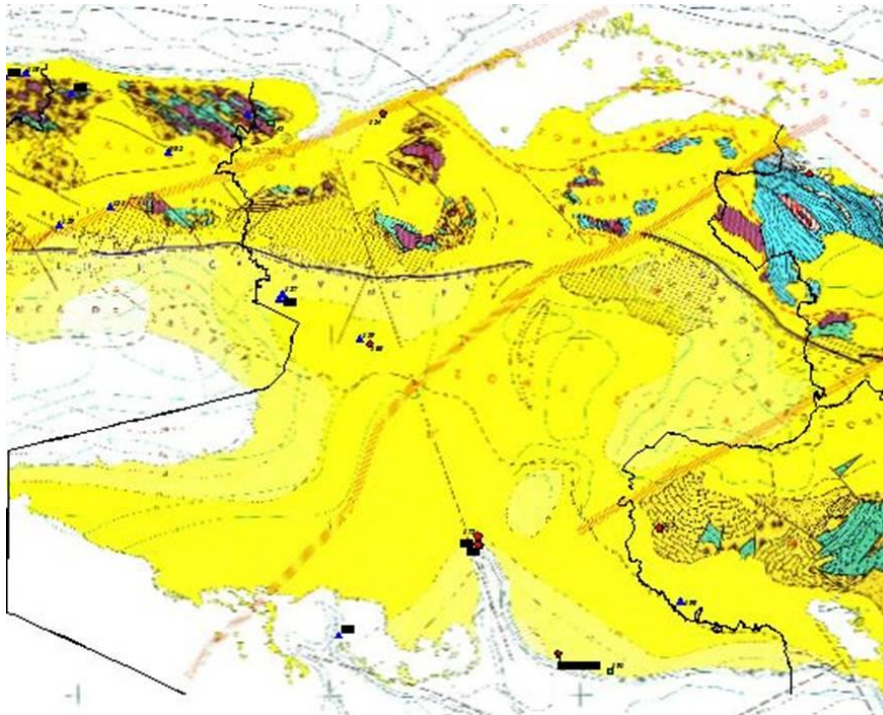


Figura 2. Croquis geológico de la provincia de Matanzas (Pantaleón 2009).

Los suelos en Cuba han recibido una atención priorizada y se han identificado 10 agrupamientos y 29 tipos, lo cual da una idea de la geodiversidad de las rocas que los subyacen y a partir de los cuales se forman. En Matanzas abundan los suelos Ferralíticos, que se caracterizan por un proceso de ferralitización con una alteración intensa de los minerales primarios, la eliminación de la parte mayor de las bases alcalinas, alcalinotérreas y una parte del sílice, con formación de minerales arcillosos del tipo de los óxidos e hidróxidos de hierro y aluminio; los Pardos, con una evaluación sialítica relativamente joven, los Húmicos calcimórficos y los Hidromórficos.

La provincia de Matanzas, presenta una alta carsificación en su territorio, por lo cual el escurrimiento superficial es reducido, las corrientes fluviales son escasas y

de poca consideración. Aquí las lluvias se infiltran rápidamente, alimentando el manto freático, que se inclina siguiendo el buzamiento de los estratos hacia el sur, al extremo de que las aguas subterráneas emergen en muchos lugares de la misma línea de costa en la ciénaga de Zapata que ocupa ese sector meridional e incluso a través de la plataforma marina, en el mar.

Debe destacarse en este territorio la existencia del canal de Roque, extensa obra que partiendo de la ciénaga de Majaguillar, desde la costa al nordeste de Cárdenas, se extiende por decenas de kilómetros hacia el sur, atravesando territorios de Jovellanos, Perico, Lagunillas y otros, captando las aguas que, antes de infiltrarse inundaban la llanura sur.

Los ríos más sobresalientes son: Hatiguanico y Negro, que atraviesan la ciénaga de Zapata de este a oeste y desembocan en la ensenada de la Broa, en la costa del Caribe; el Hanábana, que separa las provincias de Matanzas y Cienfuegos, con una cuenca de 1050 km² y longitud de 111 km, La Palma, que desemboca en la costa septentrional y el Palmillas, que cruza la parte central, cerca de Guareiras, al sur de Colón y se sumerge en una extensa e importante zona kárstica, conocida como La Carraca, todavía no suficientemente investigada, hasta aumentar el caudal de las aguas subterráneas, que drenan hacia el sur.

Los lagos naturales que presentan mayor envergadura en este territorio son la Laguna del Tesoro, con una forma aproximadamente oval, una longitud medida de norte a sur cercana a los 4 000 m y una anchura máxima, de este a oeste de 1200 m y la laguna de Facundo de 100 m de diámetro y 47 m de profundidad.

Un aspecto a destacar en la provincia es la presencia de aguas minerales y minero-medicinales en algunas zonas, como en San Miguel de los Baños, en el municipio de Jovellanos donde existe un balneario desde finales del siglo XIX y en Menéndez, al ENE del poblado de Martí, en el municipio homónimo, en el cual se

ha reportado la mineralización más alta de las conocidas en Cuba, del orden de 59 a 71 g/l y un caudal de 8 l/s.

También los peloides de la salina Bidos, situada 20 km al NE del propio poblado de Martí resultan importantes por su valor terapéutico dado su contenido de iones de calcio, hierro, manganeso, plomo, sodio, potasio, zinc y azufre.

La provincia de Matanzas cuenta con el mayor humedal del Caribe antillano, la ciénaga de Zapata, que ocupa su litoral sur, con gran biodiversidad y riqueza en recursos de todo tipo. Dividida por la bahía de Cochinos, se identifican en este territorio la ciénaga occidental y la ciénaga oriental de Zapata, parte de la cual pertenece a la provincia de Cienfuegos.

También Matanzas presenta la ciénaga de Majaguillar, al noreste de Cárdenas, de menores dimensiones, con una anchura media de 12 km. En este humedal pueden identificarse dos zonas la ciénaga de Bibanasí, en la franja costera, donde aparecen numerosas lagunas y albuferas y la ciénaga de Majaguillar, propiamente dicha. La ciénaga está surcada por un sistema de canales que constituye su drenaje artificial. (Gutiérrez y Rivero, 1999).

Aquí se presentan bosques de ciénaga y manglares, con vegetación típica como roble blanco (*Tubeuia angustata*), júcaros del género *Bucida*, majagua (*Hibiscus elatus*) en el caso del primer tipo y mangle rojo (*Rhizophora mangle*), mangle prieto (*Avicennia germinans*), patabán *Laguncularia racemosa*) y yana (*Conocarpus erecta*).

La provincia se encuentra muy antropizada y predominan los cultivos y la ganadería en la mayoría del territorio por lo cual la biodiversidad es escasa allí,, sin embargo la ciénaga de Zapata es una zona de gran endemismo, donde se encuentran especies muy características, algunas en peligro de extinción, que se encuentran protegidas por la legislación y por medidas administrativas tomadas por el estado.

La ferminia (*Ferminia cerverai*) es posiblemente el ave de hábitat más restringido en el mundo pues solo vive en el norte de la localidad de Santo Tomás, en la ciénaga de Zapata, donde también se encuentra en las mismas condiciones la gallinuela de Santo Tomás (*Cyanolimnas cerverai*). (Gutiérrez y Rivero, 1997)

La temperatura media anual en la provincia está entre 22 y 24 grados centígrados y se eleva hacia las costas entre 24 y 26 °C. La estación meteorológica de la localidad de Indio Hatuey resulta un lugar que demuestra las diferencias en la temperatura de la región. El 14 de mayo de 1971, registró una máxima de 36.9° C , mientras que unos meses antes, el 21 de enero se midió una de 1.2°C .

Las precipitaciones fluctúan entre 800 y 900 mm/anuales en la costa norte, mientras se sitúa entre 1300 y 1400 mm/a, en el centro y 1000 y 1100 en el sur. (Gutiérrez y Rivero, 1997).

CAPÍTULO II. METODOLOGÍA Y VOLUMEN DE LOS TRABAJOS REALIZADOS.

El presente capítulo, contiene la metodología aplicada en la investigación realizada para la evaluación y diagnóstico de geositos de la provincia Matanzas para la protección y conservación del patrimonio geológico como se puede observar en la figura 3.

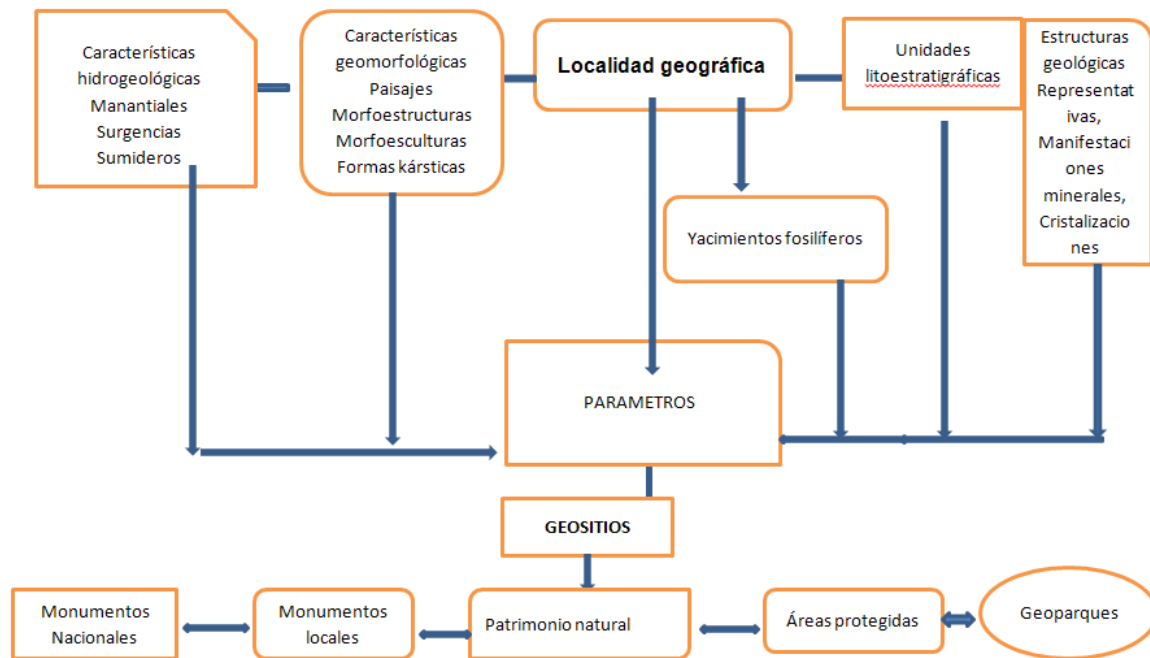


Figura 3. Flujograma de la investigación.

2.1 Etapa de búsqueda bibliográfica

2.2 Etapa de trabajo de campo

2.3 Etapa de gabinete

2.1 ETAPA DE BÚSQUEDA BIBLIOGRÁFICA.

El trabajo se comenzó a desarrollar con la fase de búsqueda bibliográfica, en la que se desarrollaron varias subetapas, 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 de las distintas áreas 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
- * 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 (Gutiérrez, 2007).

La provincia de Matanzas ha sido estudiada desde el punto de vista geológico desde comienzos del siglo XX, priorizándose objetivos mineros y petrolíferos en el norte del territorio (Ortega, 1931, Thiadens, 1954, Wasall 1954; Brönnimann, 1954, Truitt, y otros, 1954), que han dado lugar al descubrimiento de la existencia de un importante campo petrolífero en la zona de Cárdenas y Varadero.

En sus límites con la región central de Cuba, se han realizado investigaciones sobre localidades específicas.

Matanzas, al igual que las provincias centrales tienen una geología bien compleja, aunque son escasos los trabajos referentes a su geodiversidad, como apoyo a propósitos de conservación patrimonial.

Después de 1959, se intensificó el trabajo geológico, a partir de la graduación de profesionales cubanos y del asesoramiento de geólogos, geofísicos y mineros de los países socialistas.

Entre estos trabajos se destaca el levantamiento geológico realizado por la brigada de geólogos poloneses y cubanos en la década del 80, que en alguna medida se complementó con el levantamiento realizado por la brigada de geólogos búlgaros y cubanos en Villa Clara, Sancti Spíritus y Cienfuegos.

En el marco de estos trabajos se realizó un estudio bioestratigráfico y litoestratigráfico del Jurásico y Cretácico de las provincias de Pinar del Río y Matanzas sobre la base de los ammonites.

Por su riqueza hidrogeológica han sido numerosas las perforaciones y observaciones de este tipo han sido efectuadas por especialistas del Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos, lo que permite el abasto de las principales poblaciones y planes agrícolas.

Otros autores han realizado investigaciones acuciosas sobre la geomorfología, la espeleología, la paleontología y otros tópicos de la provincia (Ducloz, 1963); Núñez, 1950; Núñez, 1985; Núñez, et. al., 1968; Fagundo, 1996; Iturralde y Gutiérrez, 1984); Beppe, et. al., 2004).

Se establece actualmente una contradicción entre el grado de conocimiento y la forma en que se conservan los sitios geológicos descritos por los precursores, pues en muchas ocasiones éstos han sido parcial o totalmente destruidos por la acción de personas desconocedoras de las riquezas de estas localidades o negligentes en la protección de las mismas.

En la provincia de La Habana se comenzó el trabajo de diagnóstico de los geositos considerados como tales, comenzando por los holoestratotipos, neoestratotipos, lectoestratotipos o las localidades tipo de las unidades

litoestratigráficas reconocidas en el Léxico Estratigráfico de Cuba. A estos se unieron las localidades donde han sido descritas nuevas especies de la fauna de vertebrados del Cuaternario, como son las cuevas de (Paredones y del Túnel). Como referencia general debe señalarse que la mayoría de los geositos son vulnerables, se encuentran ya afectados y deben protegerse, física y legalmente de las acciones de quienes desconocen su importancia. (Gutiérrez-Domech et .al, 2007).

Escobar en el (2010) realizó un trabajo con el objetivo fundamental de crear un catálogo de geositos (sitios de interés geológico) dentro de los márgenes del primer Geoparque chileno. Este proceso se llevó a cabo mediante la aplicación de una metodología de evaluación y clasificación ajustable al territorio propuesto, siguiendo los lineamientos planteados por la Red Global de Geoparques de UNESCO. Estos geositos fueron elegidos no sólo por su interés geológico, sino que también por su potencial educativo, su accesibilidad, importancia cultural y belleza paisajística.

Durante las últimas dos décadas, y particularmente en el presente siglo, las redes internacionales sobre estos temas se han incrementado notablemente, lo que ha favorecido su reconocimiento por parte de los organismos internacionales que regulan su funcionamiento. Si bien en diversos países del mundo estas estrategias han probado su efectividad, en México su desarrollo es aún incipiente. La contribución de estas estrategias al desarrollo local se lleva a cabo principalmente a partir de actividades como el Geoturismo, cuyo impacto en diversos casos reportados es sobresaliente. (Prieto, 2012).

Se evaluaron e incluyeron por su importancia dentro del Patrimonio Geológico de la provincia de Villa Clara 34 unidades litoestratigráficas reconocidas en el Léxico Estratigráfico de Cuba y 3 unidades informales. De los geositos con mejor evaluación los holoestratotipos de las formaciones Santa Clara y Santa Teresa fueron propuestos como Patrimonio Nacional y la localidad de la formación Mata como Patrimonio Local, 7 localidades fueron recomendadas para incluir en rutas del geoturismo y se sugirió la inclusión de las formaciones Provincial y Trocha en el Sistema Nacional de Áreas Protegidas. (Pantaleón-Vento et. al, 2013)

(Piñero-Pérez, E., 2007) trabajó en áreas de la provincia Camagüey, presentando las principales localidades de interés geológico y paleontológico. Mapa de micro y macrolocalización, fotos y gráficos, así como propuestas de medidas de conservación y protección.

Geólogos de varios países y cubanos realizaron en Cuba investigaciones geológicas, incrementándose éstas a partir del triunfo de la Revolución Cubana. En la actualidad se sintetizan estas investigaciones en Bases de Datos a través de todas las Empresas Geomineras de nuestro país. Divulgando el alto nivel del conocimiento geológico, llamada a preservar para las generaciones presentes y futuras, por el alto valor patrimonial, social y económico en la historia de la Geología de Cuba siendo una memoria histórica para la nación, (Recouso Contreras, 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 (figura 4).

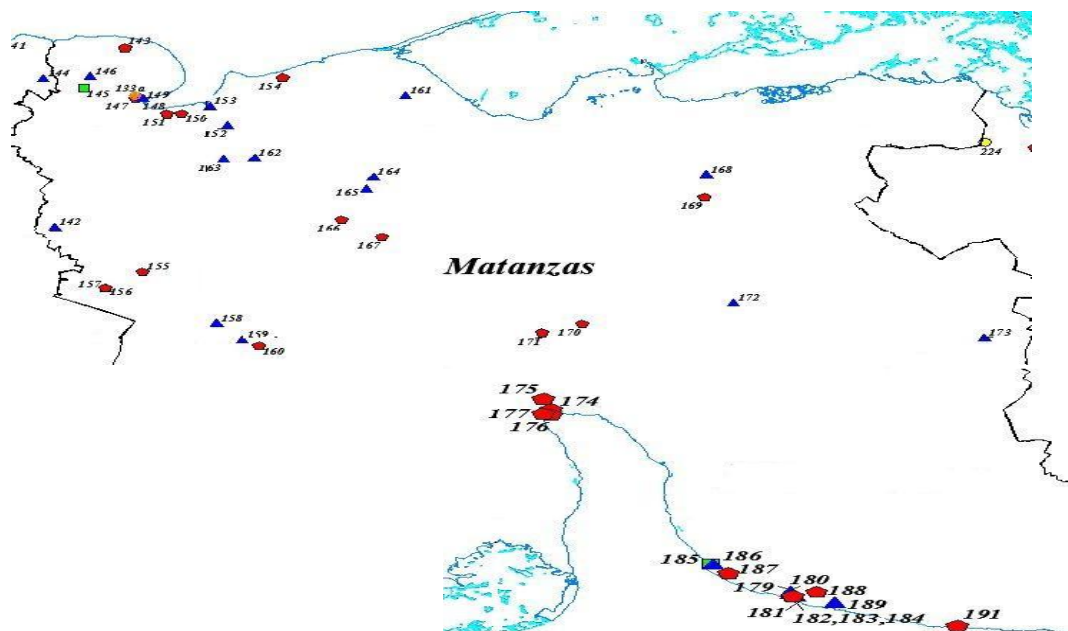


Figura 4. Fotografía del mapa de puntos de interés geológico.

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 geositio, 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 de valores ponderados elaborada, sobre la base de 100 puntos, éstos reciben la mayor puntuación. Ver tabla 1.

Tabla 1. Clasificación de los parámetros.

Parámetro	Clasificación	Puntos
Estado físico	Apropiado	3
	Poco apropiado	4
	Inapropiado	5
Representatividad y valor científico	Alto	15
	Medio	10
Valor histórico	Alto	10
	Medio	7
Importancia didáctica	Alto	12
	Medio	8
Valor estético para la enseñanza y el turismo	Alto	10
	Medio	7
Rareza	Notable	12
	Escaso	8
	Común	4
Irrepetibilidad	Irrepetible	12
	Repetible	8
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

Requisitos para la evaluación de los parámetros propuestos.

1) Estado físico del geosito: 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 o 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/a través del mismo. Está ocupado de forma permanente por alguna edificación.

2) Representatividad y valor científico.

- Alta(o): en caso de ser una localidad tipo original, un lectoestratotipo, un neoestratotipo, o un geosito donde han sido descritos holotipos de macro y microfósiles, o han sido halladas grandes poblaciones de dichas especies, por lo cual constituyen lugares verdaderamente representativos de una época geológica determinada, desarrollo geológico específico. También localidades de formas del relieve con características singulares y distintivas.
- Media(o): 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.

3) 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 geosito 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.

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) Valor estético para la enseñanza y el turismo

- Alto: si presenta estructuras, cristalizaciones, dislocaciones etc., espectaculares; 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.

6) Rareza, por la dificultad en encontrar algún geosito con estas características.

- Notable: si el fenómeno o forma que presenta el geosito 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.

7) Irrepetibilidad, relacionada con la rareza pero también con las afectaciones o desaparición que puedan haber sufrido geositos similares, que son irre recuperables.

- 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 irre recuperable.

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

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

- Muy vulnerable: si es un lugar muy expuesto a la acción antrópica y natural y 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 m² (si es un corte o afloramiento)

10) Accesibilidad. (Atendiendo a las posibilidades de aproximación)

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

Procedimiento para clasificar los geositos.

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

1. Para una puntuación entre 85 y 100 puntos los geositos 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 geositos 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 geositos se catalogan como clase C y deben recibir algún tratamiento por las autoridades locales.

Según el artículo 5, del Decreto Ley 201/99, los geositos 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.

Durante el trabajo de campo el método de toma de muestras utilizado fue el de fragmento de roca, el tamaño de las muestras tomadas fue aproximadamente de 10x8x8 cm. Para la toma de muestras se utilizó una piqueta. Siempre se escogieron las rocas menos afectadas por los procesos de intemperismo, luego de obtenidos los fragmentos rocosos se procedió a enumerar y marcar la muestra utilizando un marcador permanente. El trabajo de campo se utilizó una camioneta (Figura 5), un GPS Garmin (Figura 6), cámara digital (Figura 7), Piqueta (Figura 8), Brújula (Figura 9), Bolsas de muestreo (Figura 10).



Figura 5. Camioneta



Figura 6. GPS



Figura 7. Cámara



Figura 8. Piqueta



Figura 9. Brújula



Figura 10. Bolsas de muestreo

2.3 ETAPA DE GABINETE

Después de obtenidos los datos de los análisis realizados durante la ejecución del trabajo, los mismos fueron procesados con la ayuda de programas informáticos tales como Microsoft Excel 2013, AutoCad 3D 2010 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.

CAPITULO 3.- ANALISIS E INTERPRETACION DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS

Luego de culminada la etapa de trabajo de gabinete, ya se puede presentar información actualizada de los lugares visitados durante los distintos itinerarios, es importante tener presente que gracias a los resultados obtenidos de esta investigación, es posible evaluar el estado de conservación y cuidado en que se encuentran estos sitios actualmente.

3.1 GEOSITIOS DE IMPORTANCIA ESTRATIGRAFICA

3.1.1 Estratotipo de la Formación Arabos

La Formación Arabos fue descrita por Iturralde (1966) de los testigos de un pozo perforado por el Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos, en las cercanías de San Pedro de Mayabón, (coordenadas x: 540 177, y: 315 526, Hoja Los Arabos 4084 II), y está compuesta por arcillas illito-montmorilloníticas carbonatadas, abigarradas, con granos de cuarzo y concreciones calcáreas y en menor medida calizas margosas con intercalaciones de arenas y arcillas.

El carácter del holotipo (pozo perforado) impide reconocer un geositio que identifique a la unidad litoestratigráfica, pero en las inmediaciones de San Pedro de Mayabón, unos 3 km al S, los autores encontraron una excavación de un “préstamo” de arena y/o arcilla, de poca profundidad.

Esta localidad se considera el lectoestratotipo de la unidad en cuestión, previa validación por la Comisión Nacional del Léxico Estratigráfico y ser preservada para tener un afloramiento donde se observen las características litológicas de la misma. Las capas de Arabos contienen moluscos bivalvos de géneros como *Crassostrea*, *Chlamys*, *Ostrea* y foraminíferos como *Miogyopsina*, *Cibicorbis* entre otros, que indican una edad Mioceno inferior-Mioceno medio.

3.1.2 Lectoestratotipo de la Formación Bacunayagua

La Formación Bacunayagua fue establecida por Ducloz (1960) para describir afloramientos de rocas, de gran complejidad geológica, que se encuentran en la zona NE de la provincia de La Habana y NW de la de Matanzas, pero no fue señalado su holoestratotipo. Lo reducido de su distribución geográfica hace más

importante este geositio. Las coordenadas planas del lugar son x: 424 358, y: 366 576, Hoja Matanzas 3885 II.

Albear e Iturralde, en Albear (1977) describieron un lectoestratotipo en un corte de la Vía Blanca, cercano a Puerto Escondido, al W del Paso de los Chivos. Está compuesto por areniscas, margas calcáreas, en pequeños bloques, grauvacas y conglomerados de colores claros. Los cantos de los conglomerados y los granos de las areniscas, son de colores oscuros y presentan poca selección y son, fundamentalmente carbonosos y serpentiniticos, por lo cual el talud se confunde con otros, compuestos por ofiolitas que predominan en los alrededores.

Según los autores, son comunes también gravelitas arcósicas y cantos de mármol, diorita, cuarzo, plagioclasa y biotita. Los fósiles presentes en las partes carbonatadas son radiolarios que indican una edad Cretácico superior (Campaniano).

Albear e Iturralde (op. cit.) interpretan estos afloramientos como ventanas tectónicas dentro del cinturón de ofiolitas del norte de La Habana-Matanzas. Flores (1988, fide Díaz, 2002) expresa que son una continuación lateral de los conglomerados de la Formación Vía Blanca que tiene predominio en los alrededores de la Ciudad de la Habana y en la zona centro-norte de La Habana.

Según la metodología de trabajo, por sus parámetros diagnósticos, alcanza la categoría B, con 72 puntos. Se propone señalizar y proteger mediante una cerca que limite el acceso al talud.

3.1.3 Holoestratotipo de la Formación Bellamar

Esta unidad litoestratigráfica fue descrita (Franco, op. cit) de los testigos de perforación de una cala realizada por el Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos. Consiste en margas arenáceas, calizas arcillosas y arenáceas y calcarenitas de matriz margosa, con una fauna abundante de foraminíferos planctónicos, ostrácodos, moluscos, principalmente bivalvos y equinodermos como *Clypeaster dalli* y *C. rosaceus*., los cuales indican una edad de Mioceno superior (parte alta) a Plioceno inferior.

La existencia, aproximadamente 1 km. al E de las cuevas de Bellamar, de un afloramiento lo suficientemente dimensionado como para reunir las condiciones de

un estratotipo pudiera facilitar su nominación. Sus coordenadas fueron fijadas en x: 445 750, y: 355 300, Hoja Matanzas 3995 II. Los autores recomiendan la designación de un lectoestratotipo por la Comisión Nacional del Léxico Estratigráfico que pudiera estar incluido, incluso dentro de la propia cueva de Bellamar y estaría protegido por el personal de atención de la misma que es un sitio turístico además de Monumento Nacional.

En la cueva de Bellamar pueden observarse, en las paredes no cubiertas por concreciones y formaciones secundarias o *speleothemas* de calcita y aragonito, sectores donde están expuestas las características de la formación homónima, aunque las capas se presentan más carbonatadas. En una pared interior fueron observados restos de un pez fósil.

3.1.4 Hipoestratotipo de la Formación Bellamar

Un Hipoestratotipo de esta unidad litoestratigráfica, indicado en el Léxico Estratigráfico como un afloramiento a 2.3 km. del antiguo andarivel de Monticello en un meandro que se encuentra en la margen occidental del río 2 km. al SE del caserío de La Dionisia (coordenadas 451 300, y: 353 000, Hoja Varadero 3985 III) se encuentra cubierto de árboles y arbustos espinosos. El río Canímar, que es la corriente fluvial en cuestión, en ese sector de su cauce corre encajonado en una profunda quebrada y el afloramiento solo podría alcanzarse escalando desde el río o realizando un verdadero desmonte en el bosque que bordea las márgenes. No obstante el sitio tiene alto valor científico y representativo por resultar inalcanzable el holoestratotipo.

Este estratotipo se diferencia de la litología descrita originalmente en que las calizas resultan más duras, más recristalizadas y cavernosas y presenta un agudo Carso superficial. El lapiés es de tipo areal en las zonas más llanas y más alineadas en las zonas donde la carsificación coincide con la estratificación. Se mantienen las pequeñas dolinas de disolución superficiales, aunque también se observan algunas de corrosión desplome. El geosito por su importancia alcanza categoría A con 86 puntos. El mismo puede ser propuesto como END al SNAP, de manera que se garantice su accesibilidad y protección. Ver figura 11.



Figura 11. Hipoestratotipo de la Formación Bellamar.

3.1.5 Holoestratotipo Miembro Cárdenas. Formación Bellamar

Esta unidad litoestratigráfica está compuesta por calizas biodetríticas, recrystalizadas, duras de color amarillento y calcarenitas de matriz margosa, de color rosáceo y granos grisáceos, caracterizadas por la abundancia del foraminífero “grande” *Nummulites chawneri* y lumaquelas de moluscos pectínidos, fundamentalmente, así como otros foraminíferos, sobre todo del género *Amphistegina*, que son índices del Mioceno superior. También aparecen equinodermos como *Clypeaster antillarum*.

El geosito es una cantera oficialmente abandonada en la carretera Cárdenas-Coliseo (coordenadas x: 472 116, y: 358 643, Hoja Varadero 3985 III), parcialmente cubierta de vegetación. Se destaca en los cortes de la cantera la cavernosidad que presentan las calizas, pues las oquedades aparecen rellenas de calcita blanca, algunas con drusas donde se observan hermosos cristales.

Algunas grietas están ocupadas por brechas sedimentarias que pueden contener restos fósiles no marinos, a veces relacionadas con estratos que parecen paleosuelos, lo que evidenciaría un pasado inmediato de carácter terrígeno.

Esta localidad alcanza categoría B, con 75 puntos en la clasificación pero las posibilidades de conservación están limitadas a preservar uno de los cortes de la cantera, pues ilegalmente se explotan algunos sectores.

3.1.6 Lectoestratotipo de la Formación Canímar

Esta es una formación geológica del Plioceno superior, señalada como típica de una facies de bahía por Bermúdez (1963). El autor (Brödermann, 1945) señaló como localidad tipo, sin mayores precisiones, un corte alto de la margen del río Canímar, 2 km al sur de la desembocadura del mismo, el cual da nombre a la unidad. El lectoestratotipo establecido por Franco (op. cit.) es muy representativo y de dimensiones apropiadas, pues se extiende, por la margen oriental, desde el andarivel de Monticello, varios kilómetros. Al S, hasta 200 m al norte del puente Guiteras. Tiene coordenadas planas x: 449 097, y: 36696, Hoja Varadero 3985 III. Consiste en calizas biohémicas, biodetríticas, arcillosas y margas conglomeráticas intercaladas con lentes de calizas.

Canímar es una formación que por su edad puede correlacionarse con la Formación Vedado que presenta mayor extensión por el territorio occidental y central. Tiene una fauna fósil muy numerosa en foraminíferos planctónicos índices, así como *Ammonia beccari* que es un gran índice ecológico o biogeográfico. Alcanza 79 puntos en el diagnóstico de los geositos equivalentes a una categoría B.

3.1.7 Holoestratotipo de la Formación Caobas

El geosito se encuentra en la cantera, en explotación de la Planta Libertad, unos 800 m al N de la Carretera Central, entre Limonar y el cauce del río Canímar. (Coordenadas x: 454 329, y: 347 580, Hoja Limonar 3984 IV).

La formación Caobas, descrita por Franco (op cit, 1981) está compuesta de calizas arcillo-arenosas, estratificadas en capas gruesas, de color blancuzco con intercalaciones de arcillas, en bolsones, y vetas y drusas de calcita secundaria. Tiene una edad Mioceno inferior (parte alta) a Mioceno medio (parte baja), con restos de moluscos fósiles y macroforaminíferos que avalan esta edad.

Por encontrarse en una cantera en explotación debe hacerse una gestión con la administración o con la empresa correspondiente, para tratar de preservar una sección que sea representativa para que no se pierda este sitio patrimonial.

Alcanza 78 puntos para una categoría B. En visita realizada posteriormente se obtuvo la promesa del administrador de preservar un sector de la mina.

3.1.8 Hipoestratotipo de la Formación Caobas

El geosítio está enclavado en una pequeña cantera abandonada, situada al S de Caobas y 2.5 Km. al E de Laguna de Palos, en la carretera Limonar-Central “Fructuoso Rodríguez”. (Coordenadas x: 450 700, y: 347 348, Hoja Limonar 3984 IV.) Aunque no se trabaja de forma industrial por el Estado en el lugar se sacan manualmente cantos para la construcción.

El lugar se encuentra poco transitado y rodeado de una vegetación secundaria donde solo abundan arbustos espinosos y urticantes. La litología que se presenta es de calizas arcillo-arenosas y calcarenitas de matriz arcillosa. Este geosítio alcanza la categoría B, con 77 puntos y debe señalizarse convenientemente.

3.1.9 Holoestratotipo de la Formación Coliseo

La Formación Coliseo está compuesta por calizas biomicríticas, duras, de tonos blanco rosáceos, en sectores dolomitizadas, que se carsifican intensamente en superficie dando lugar a un lapiés muy agudo. La edad de la unidad es Oligoceno superior-Mioceno inferior y los fósiles índices más abundantes son *Lepidocyclina* de grandes dimensiones.

El geosítio se encuentra en la cantera “Antonio Maceo”, cercana al poblado de Coliseo de donde recibe el nombre la unidad litoestratigráfica, (coordenadas x: 468 346, y: 344 091, Hoja Limonar 3984 III). El responsable del trabajo minero, Jorge E. Rodríguez, consciente de la importancia de conservar algún sector de la cantera para identificar la formación, ha preservado una pequeña elevación de forma mogótoide, con gran carsificación superficial, casi en el centro de la mina.

En la parte superior del corte de la cantera en la parte NW se observan capas de dolomitas de color grisáceo, claramente distinguibles de las calizas subyacentes.

Por ser una cantera en explotación es posible solo tratar de conservar un sector donde se observen las características de la formación. Puede colocarse junto al camino de la entrada y junto al corte que se seleccione un cartel que señale la importancia y el carácter del geosítio.

3.1.10 Lectoestratotipo Formación Colón

Esta unidad litoestratigráfica descrita por Brödermann (1949) está muy extendida por el territorio de la provincia, pero su holoestratotipo no fue señalado por su autor. Otros autores han indicado otros estratotipos, pero los autores decidieron visitar el lectoestratotipo por reunir las características distintivas de la formación. Las coordenadas son x: 510 650, y: 321750, Hoja Colón 4084 III.

Se trata de biocalcarenitas y biocalciruditas de matriz margosa; calizas biomicríticas; margas y calciruditas cretosas y en menor grado areniscas polimícticas, con abundantes *Lepidocyclina*, *Heterostegina* y otros foraminíferos grandes, que indican una edad Oligoceno superior-Mioceno inferior.

El geosítio se encuentra en una antigua cantera de cantos para la construcción de viviendas y otras edificaciones, que tiene apreciable profundidad, al extremo de cortar el manto subterráneo, que ocupa completamente el fondo de la excavación. Sin embargo lo más grave es la utilización de ésta como basurero, donde se han vertido indiscriminadamente desechos de todo tipo, incluso desde el borde superior de la misma, por lo cual los conos de basura se encuentran compactos o dispersos, por doquier. El estado de conservación del geosítio ha empeorado y lejos de suprimirse el vertimiento de residuales sólidos este ha aumentado, por lo cual gran parte de los bordes se encuentran totalmente contaminados, sin que exista ningún cartel o disposición que prohíba esta acción. Ver figura 12.



Figura 12. Vista de la cantera que constituye el lectoestratotipo de la Formación Colón.

3.1.11 Hipoestratotipo de la Formación Chirino

De esta unidad litoestratigráfica, descrita también por el geólogo suizo Charles Ducloz, en 1960, (fide Díaz, 2001) quien trabajó durante un tiempo en la provincia, no fue señalado ni descrito el holoestratotipo. Toma su nombre de un pequeño caserío nombrado Chirino, que en la actualidad no aparece como tal en la práctica. Tiene coordenadas planas x: 435 000, y: 362 000, Hoja Matanzas 3885 II.

Albear e Iturralde (1977) designaron un lectoestratotipo cerca del caserío La Campana, en el área del valle de Yumurí, pero fue imposible localizarlo, pues el camino a lo largo del cual se encontraba el corte distintivo desapareció. El afloramiento consiste en un talud de, unos 200 m de largo y 3 de altura, de la carretera que surca el valle e intercepta la Vía Blanca después de pasar frente al Motel El Valle. Está compuesto por tobas medias y básicas litoclásticas a vitroclásticas, a veces algo carbonatado, de color chocolate, con sectores de color muy oscuro, donde predominan seguramente los materiales básicos, señalados en la literatura como andesitas y andesito-basaltos. Se observan allí también zonas agrietadas rellenas de calizas. La edad de esta unidad litoestratigráfica es Cretácico inferior (Aptiano) – Cretácico superior (Cenomaniano).

El afloramiento está degradado por la falta de mantenimiento a los taludes de la carretera y la exposición al intemperismo y por las características litológicas. El punto obtiene 70 puntos en el diagnóstico de los geositos lo cual lo ubica en el borde inferior de la categoría B.

3.1.12 Lectoestratotipo del Miembro El Abra, Formación Canimar

Esta unidad litoestratigráfica fue descrita originalmente como una formación, en 1950 por Pedro J. Bermúdez quien no señaló un sector específico del abra del río Yumurí, de donde recibe el nombre, como el holoestratotipo, aunque señaló su ubicación en las márgenes del río Yumurí. Coordenadas planas x: 440 950, y: 358 250, Hoja Matanzas 3885 II.

Es una formación de reducida distribución, por lo cual se acrecienta la importancia de este lectoestratotipo establecido por Franco (1981, fide Díaz, et, al, 2002).

El afloramiento está compuesto por calcarenitas de color achocolatado y rojizo, intercaladas con lutitas, margas arenáceas y calizas muy arcillosas, más claras, depositadas en un medio ambiente palustre, donde se observaban numerosas hojas de plantas fanerógamas, conglomerados con capas de guijarros y capas con foraminíferos entre ellos algunos de los denominados grandes como *Gypsina pilaris* y moluscos pelecípodos, entre ellos *Nodipecten pitieri*, *Ostrea frons*, etc.

La construcción de numerosas obras en la falda occidental del valle ha determinado, prácticamente, la destrucción del afloramiento y la desaparición de las plantas, que era su carácter distintivo, de las cuales no pudo observarse ni una hoja. Este geosítio con 96 puntos que lo llevan a la categoría A, pudiera ser considerado para proponerlo como Elemento Natural Destacado (END) para que recibiera atención por el SNAP¹.

3.1.13 Holoestratotipo Unidad Informal Margas Yucayo

Esta unidad informal descrita por Franco y de la Torre (1982), fide Díaz et al. (2002) es una sinonimia de la Formación Matanzas (Spencer, 1894, fide Bermúdez, 1963) quien estableció su nombre en honor a la ciudad de Matanzas y su localidad, sin mucha definición, en el abra del río Yumurí (coordenadas x: 441 050, y: 358 300, Hoja Matanzas 3885 II), está formada por margas, calizas arcillosas y calcarenitas margosas de colores claros, entre el blanco y el crema amarillento, con abundantes restos fósiles, principalmente de moluscos como *Argopecten gibbus*, *Nodipecten arnoldi*, *Crassostrea virginica* y otros hasta el número de 12, pero también, corales, foraminíferos bentónicos como *Amphistegina bowdenensis*, *Planulina canimarensis* y otros.

Aunque el corte es a los sumo de 3.50 m de espesor se encuentra bien representada en la margen oriental del río Yumurí a la altura de la calle Santa Rita, donde se observa un contacto discordante desde el punto de vista angular con la suprayacente Formación Versailles, en la esquina de ésta con la calle Santa Rita.

Margas Yucayo, que debe su nombre al cacicazgo indio que se encontraba en ese mismo lugar, ha sido fechada como del Pleistoceno inferior. Alcanza 83 puntos en

la clasificación de los geositos con una categoría B. Evitar la utilización de las margas como material de construcción es la única posibilidad de preservarlas

3.1.14 Holoestratotipo de la Formación Peñón

Esta unidad litoestratigráfica fue descrita por Brödermann (1945) como brechas calcáreas, conglomerados, calizas biodetríticas y micríticas, calizas margosas y calcarenitas arcillosas, con una fauna notable de macroforaminíferos como: *Discocyclina marginata* *Asterocyclina monticellensis*, *Fabiania crasis*, *Euconuloide slopeztrigoi* otros que indican una edad Eoceno medio.

La formación debe el nombre a la localidad Rancho Peñón, que se encontraba cercana y luego al poblado de El Peñón, también en las cercanías, al sur de Martí, en las coordenadas x: 505 550, y: 340 450, Hoja Martí 4084 IV.

Los autores localizaron el geosito aunque el lugar debe diferir de las descripciones originales. Ni Rancho Peñón ni el poblado del Peñón existen. Esta es una zona asphaltífera y petrolífera. El geosito está ubicado en lo que actualmente es una laguna artificial, que ocupa una excavación conocida por La Mina ver figura 13. La litología se corresponde por la descripción original, pero todo el material está embebido en asphaltita, al extremo de que el agua mantiene una tonalidad oscura todo el tiempo. El geosito obtiene 89 puntos para una categoría A.



Figura 13. Holoestratotipo de la Formación Peñón.

3.1.14 Hipoestratotipo de la Formación Perla

Esta formación descrita por Piotrowski (1981) está compuesta por margas y arcillas principalmente, así como calcarenitas y calizas arcillosas y biodetríticas de color amarillento, del Eoceno inferior al Eoceno medio.

El holoestratotipo, cercano al poblado homónimo, de donde toma el nombre la formación, se encuentra en las elevaciones que rodean el valle de Guamacaro y el sur de las lomas de Camarioca, pero diversas causas impidieron visitarlo. El hipoestratotipo, es un corte en el camino entre los caseríos de Yince y de Los Atrevidos (coordenadas 469 300, y: 333 500, Hoja Pedro Betancourt 3984 III), el último casi desaparecido. Este talud del camino se encuentra algo degradado, por causas antrópicas y ha perdido parte de su estructura, por lo que se impone la delimitación de una sección apropiada, y crear las condiciones para impedir el continuado deterioro del talud. En la formación ha sido señalada la presencia de numerosos foraminíferos planctónicos que constituyen magníficos índices para la edad asignada. El geosito alcanza la categoría A, con 86 puntos.

3.1.15 Holoestratotipo de la Formación Versalles

La iglesia de San Pedro, del barrio de Versalles en la propia ciudad capital de la provincia tiene sus cimientos en las calizas biodetríticas, arrecifales, masivas, porosas, recristalizadas, de color crema, de esta unidad litoestratigráfica del Pleistoceno medio, muy bien conservadas en ese lugar. Las coordenadas planas del sitio son x: 441 200, y: 358 100, Hoja Matanzas 3885 II).

La formación tiene una fauna típica de las calizas cuaternarias y se intercala entre la Formación Canímar, su Miembro El Abra y las Margas Yucayo, por debajo y la Formación Jaimanitas con quien contacta discordantemente.

Por su buen estado de conservación y pocas posibilidades de afectación resulta conveniente solo un cartel explicativo que destaque la importancia del lugar. Alcanza 72 puntos en la evaluación como geosito y una categoría B. ver figura 14.



Figura 14. Holoestratotipo de la Formación Versalles.

3.1.16 Cantera antiguo aeropuerto Playa Girón

Este geosítio de gran importancia para la Geología del Cuaternario cubano está ubicado en una pequeña cantera que ocupa una sección del antiguo aeropuerto de Playa Girón. Coordenadas x: 495 513, y: 250 541, Hoja Playa Girón 3982 II.

Aquí están expuestas capas de las formaciones Cocodrilo (identificada por primera vez fuera de la Isla de la Juventud) y La Cabaña, sobreyaciendo a las calizas de la Formación Jaimanitas.

En este lugar se señala la perforación de una cala de investigación que cortó 3 m de la caliza arrecifal de la Formación Jaimanitas y 196 m de las calizas de la Formación Vedado, del Plioceno, por lo cual constituye el sitio geológico donde están mejor representadas, en el occidente las unidades cuaternarias. El geosítio obtiene la categoría A, con un acumulado de 92 puntos, por lo cual debe señalizarse por diferentes vías de acceso para evitar su explotación no autorizada y proponerse a las autoridades como Patrimonio Local.

3.2 GEOSITIOS DE IMPORTANCIA PALEONTOLOGICA

3.2.1 Cantera de Piedras de Cabezas

Este geosítio muy cercano al poblado de San Antonio de Cabezas en la Llanura Cársica Meridional Habana-Matanzas, se encuentra en una cantera, donde se pueden observar margas, areniscas margosas y margas calcáreas de la Formación Cojímar, de estratificación regular (estratos de 15-20 cm.) con

buzamiento entre 5 y 10° de inclinación al SW. Coordenadas x: 430 924, y: 335 071, Hoja Juan Gualberto Gómez 3884 I.

Esta unidad litoestratigráfica es muy representativa del intervalo Mioceno inferior (parte alta)- Mioceno medio, caracterizada por la presencia de foraminíferos planctónicos y bentónicos y ostrácodos, índices de ese período. También son frecuentes los restos de pelecípodos y gasterópodos de varios géneros y especies y equinodermos, entre los que son más abundantes los de los géneros *Echinolampas* y *Schizaster*.

Estas margas resultan de gran interés por constituir una matriz adecuada para la preservación de macrofauna del período que en raros casos se conserva. En la cantera que constituye el holoestratotipo de la Formación Cojímar, en esta fue descubierta una nueva especie de myliobátido de gran tamaño, denominada *Aetomylaeus cojimarensis*.

Precisamente en esta cantera han sido colectados dientes de tiburón, principalmente de la especie *Carcharodon megalodon* y más recientemente restos, casi completos de un sirénido, todavía en estudio.

La dificultad mayor y el riesgo que se presenta para el geositio es la existencia del laboreo minero que se realiza manual, pero activamente, pues los bloques que extraen de las capas gozan de gran aceptación y un número considerable de viviendas de la provincia, e incluso de fuera de la misma los utilizan con fines de reparación o ampliación. Por esta razón es necesario y urgente el establecimiento de un plan de manejo de las autoridades locales y el CITMA de la provincia, que permita preservar, al menos, una parte de la cantera, alrededor de los lugares donde han aparecido y potencialmente pueden aparecer restos fósiles. Implantar medidas para recuperar los restos fósiles que aparezcan. Por sus características alcanza 93 puntos para una categoría A. ver figura 15.



Figura. 15. Cantera de San Antonio de Cabezas, importante yacimiento de fósiles marinos

3.2.2 Cueva de Chicharrones

El estudio multidisciplinario de esta cueva convierte este geosítio en un lugar importantísimo tanto para la espeleología, como para la hidrogeología, la paleontología y la investigación sobre la evolución histórico geológica de esta parte del Archipiélago Cubano.

La cueva de Chicharrones abre su entrada en el fondo de una dolina de corrosión-desplome de más de 50 m de diámetro, de poca profundidad y excavada entre gruesos estratos de calizas de la Formación Güines, del Mioceno inferior-medio, La inclinación de las capas está entre 2° y 6° y su dirección es aproximadamente al sur. La dolina de entrada está cubierta por bloques carnificados y arbustos. Las coordenadas son x: 449 869, y: 318 121, Hoja Pedro Betancourt 3984 III.

El primer salón, con una entrada amplia, relativamente baja pero alargada, permite la entrada de la luz solar hasta algunos metros adentro. La cueva es llana, con una ligera inclinación que se hace rápidamente más pronunciada hacia el interior, hasta llegar al nivel de las aguas subterráneas que ocupan parcial o totalmente los salones más profundos. El hallazgo de dos esqueletos casi completos de *Megalocnus rodens* en una galería inundada de 40 m de profundidad, lejos de la entrada principal, demuestra cómo ha oscilado el nivel de base de las aguas en la

zona, y como han sido excavadas galerías y salones a varios niveles, muchos de los cuales se encuentran hoy sumergidos después del último período interglaciario denominado Wisconsin. A pesar de encontrarse en una zona llana, relativamente cercana al pueblo de Bolondrón (unos 10 km. al S) y a la Autopista Nacional el acceso al geosítio es difícil.

El geosítio que tiene categoría B al alcanzar 80 puntos debe preservarse, por lo cual se propone su inclusión en el SNAP como END, e incluso su designación como Monumento Nacional o Local, por sus condiciones geológicas y paleontológicas.

3.2.3 Yacimiento fosilífero Breas de San Felipe

Un sector de la costa septentrional de la provincia de Matanzas, al E de la ciudad de Cárdenas, se encuentra ocupado hasta el norte del poblado de Martí, por la ciénaga de Majaguillar. Esta llanura se ve interrumpida por pequeñas elevaciones al oeste y sur del mencionado pueblo: las lomas del Noreste (57 msnm) y la sierra de Bibanasí, esta última de mayor altura (81 m) y longitud y con una orientación W-E.

Las lomas del Noreste están compuestas por calizas fuertemente carsificadas del Paleógeno y Cretácico, con sistemas de galerías que durante etapas de Cuaternario transportaron sedimentos en dirección norte, acumulando depósitos con restos fósiles de fauna continental, algunas de las aves gigantes del Pleistoceno como *Titanohierax borraisi*, *Ornimegalonyx cf. oteroi*, además de otras aves como *Grus cubensis* y, entre otros, desdentados de los géneros *Megalocnus*, *Mesocnus* y *Miocnus*.

Este yacimiento fosilífero está situado 5.5 km al noroeste del poblado de Martí y en el mismo durante el Pleistoceno superior y Holoceno, parecen haber coexistido condiciones de una llanura costera con agua potable, una zona de aguas salobres y una zona llana seca. Los fósiles descubiertos y excavados (Iturralde, et. al., op. Cit.) Comprende moluscos, crustáceos e insectos, reptiles, además de las aves y mamíferos, atrapados en arenas, arcillas, gravas y limos, todos los sedimentos embebidos en asfalto. Son abundantes aquí también coprolitos. Este geosítio debe recibir una atención especial, pues una investigación detallada puede conducir a

importantes descubrimientos sobre nuestra fauna y debiera limitarse el acceso al mismo, hasta terminar las investigaciones. Por sus características es un geosito de categoría A.

3.2.4 Yacimiento fosilífero de Martí

En el mismo sector de la costa norte de la provincia, al E de la ciudad de Cárdenas y E del poblado de Máximo Gómez, se encuentran terrenos que constituyen, al igual que en el valle de San Felipe, bolsones de la ciénaga de Majaguillar. Esta zona se ve interrumpida por las pequeñas elevaciones de la sierra de Bibanasí, de 81 msnm que corta de oeste a este la llanura, al sur de Martí.

Las elevaciones de la sierra de Bibanasí están compuestas por calizas, muy carsificadas del Neógeno principalmente, es decir más jóvenes que las calizas de las Lomas del Noreste, con sistemas de galerías, en varios niveles, que durante etapas del Cuaternario acumularon y transportaron sedimentos hacia las zonas más bajas, en este caso en el sur de las mismas, acumulando depósitos con restos fósiles de fauna continental, que han sido vislumbrados pero aún no fueron investigados. Esta llanura baja se inunda estacionalmente y, por el carácter de los suelos, permanece inundada durante mucho tiempo convirtiéndose en una verdadera trampa para la fauna que la habite. Se identificó un sitio específico, con coordenadas x: 507 482, y: 344 516, Hoja Martí 4084 IV que puede resultar una trampa asphaltífera. Este geosito debe preservarse y recomendarse para ser investigado por los especialistas correspondientes y al igual que el yacimiento fosilífero Breas de San Felipe, pudiera también ser propuesto al SNAP como un END.

3.2.5 Cueva Afán

Este geosito se encuentra unos 5 km. al NE del poblado de Agramonte, muy cercana y al oeste del trazado del Canal de Roque (coordenadas x: 492 956, y: 318 041, Hoja Jovellanos, 3984 II), es decir en una zona baja donde se acumulan las aguas pluviales que debe evacuar dicha obra y que no drenan por obstrucción

natural con azolves y artificial con marabú y otros arbustos que no han sido retirados oportunamente.

A diferencia de la mayoría de las cuevas de esta zona (el sur) de Matanzas, esta caverna se abre en una pequeña elevación, que, a modo de cresta monoclinal, atraviesa la llanura en dirección SW-NE. Está excavada entre estratos de calizas organógenas, duras, recristalizadas, de la Formación Güines, que en este lugar se encuentra gruesamente estratificada y presenta numerosas formas cársticas superficiales, además de intercalaciones de calcita blanca. La entrada principal no se abre en una dolina sino en la pared de la cresta y tiene unos 8 m de alto por 10-12 m de ancho.

La génesis de la cueva parece ser fluvial en lugar de freática y en las paredes se observan evidencias geomorfológicas de una corriente, con fuerte control tectónico. Los procesos graviclásticos han provocado la caída de bloques frecuentemente rectangulares por su condición de estratos partidos. En esta caverna se han encontrado restos fósiles de desdentados y aves fósiles, entre otros los de un búho gigante. La cueva Afán es un geosítio que alcanza la categoría A con 87 puntos. Por su importancia se propone como Elemento Natural Destacado e incluso pudiera considerarse con alguna categoría patrimonial como Patrimonio Local. Ver figura 16.



Figura 16. Entrada de cueva Afán en la cresta de un monoclinal y cercana al canal de Roque.

3.3 GEOSITIOS DE IMPORTANCIA PARA EL PATRIMONIO GEOLOGO-MINERO.

3.3.1 Mina de Yeso San Adrián

El denominado “domo” de San Adrián constituye un lugar conocido de la geología y la geografía cubanas por constituir el afloramiento de mineral de yeso más significativo del occidente cubano. Se encuentra al NW de la ciudad cabecera de la provincia en el valle de Yumurí, coordenadas x: 429 450, y: 361 580, Hoja Matanzas 3885 II.

Aquí se encuentra una cantera que explota la industria de materiales con un perfil bajo, en varios frentes dispersos, abiertos sin mucha discriminación.

El yeso se encuentra en vetas de 10-15 cm. de espesor, entre estratos finos de areniscas. También se observa mineral en bloques de tamaño irregular.

Uno de los frentes ha cortado el nivel de las aguas subterráneas inundando parcialmente esa sección. Aunque alcanza 78 puntos que equivale a una categoría B. No puede recomendarse acción de manejo por encontrarse en explotación, salvo la conservación de una sección de la cantera.

Las vetas de yeso se encuentran entre estratos Sector de la cantera donde se alcanzó el manto

3.3.2 Mina Margot

El geositio está localizado en una antigua mina de cobre y polimetálicos cuya cantera, abandonada por baja ley del mineral, tiene un frente de más de 500 metros de longitud y 70 m de excavación. Los trabajos de laboreo han cortado el manto freático que aflora formando un lago de decenas de m³.

En diferentes cortes afloran serpentinitas y otras rocas asociadas a los minerales que se explotaban, pero lamentablemente una vegetación donde predomina el marabú y el aroma, entre otros arbustos espinosos dificulta el acceso y afea el paisaje. Este sitio geológico (coordenadas x: 434 300, y: 360 000, Hoja Matanzas 3885 II) resulta un lugar interesante pues pueden observarse todavía pequeños afloramientos del mineral que se explotaba y sus rocas acompañantes incluso puede pensarse en su explotación como sitio de turismo especializado, pero

resulta imprescindible la limpieza de los arbustos que dificultan cualquier operación que quiera realizarse. Alcanza 69 puntos para una categoría C

Para declararlo como un sitio minero, denominación en boga, para las explotaciones mineras abandonadas, en el mundo, es preciso realizar labores de desbroce y mejoramiento de los caminos.

Su utilización pudiera ser una fuente de ingresos para el turismo especializado y contribuiría a la sostenibilidad de los pequeños asentamientos poblacionales de la cercanía. Ver figura 17.



Figura 17. Vista de la cantera inundada donde se encuentra la antigua mina Margot.

3.4 GEOSITIOS DE IMPORTANCIA KARSTOLOGICA E HIDROGEOLOGICA

3.4.1 Cueva La Pluma

Esta caverna, excavada en la terraza Yucayo (Ducloz, 1963) en el NW de la provincia, cerca del límite con La Habana (coordenadas x: 439 100, y: 367 150, Hoja Matanzas 3885 II) constituye un excelente ejemplo de las cavidades de origen freático en esas llanuras marinas. En la zona de Boca de Jaruco, en el NE de la Habana, Acevedo (1967) identifico esta terraza con el nombre de Terraza de Boca de Jaruco. Presenta la cueva varios niveles superpuestos de galerías y salones y un depósito de agua dulce, al final, que está relacionado con el nivel de las aguas subterráneas de la región.

El desarrollo de los salones vinculado a la conjugación de depresiones cársticas superficiales y techos desplomados determina la presencia de numerosas claraboyas y dolinas de desplome que permiten el acceso a la cavidad.

A lo largo de la caverna se encuentran brechas sedimentarias que constituyen potenciales yacimientos fosilíferos. Por su importancia debiera establecerse categoría como END. Según el diagnóstico alcanza 82 puntos para una categoría B.

3.4.2 Dolina de los Plátanos

Este geositio consistente en una dolina de corrosión desplome que se abre sobre la terraza marina donde fueran excavadas por las aguas freáticas y vadosas las cuevas de Bellamar, El Jarrito, el Gato Jíbaro y otras que hoy forman el Sistema Cavernario o Paleocaverna de Bellamar. Está en las coordenadas x: 444 100, y: 355 250, Hoja Matanzas 3885 II.

El estudio geomorfológico, hidrogeológico y geofísico de esta forma cárstica permitió establecer la relación entre las cuevas de Bellamar y del Jarrito, pues el desplome del fondo de la dolina y techo de la galería que las unía interrumpió la continuidad subterránea, convirtiéndolas físicamente en dos, a pesar de ser la misma red de pasajes.

La dolina hoy se encuentra cubierta de vegetación de todo tipo, que impide la observación del fenómeno kárstico. Por su importancia alcanza categoría A con 86 puntos y bien pudiera mantenerse limpia de la vegetación, para facilitar la observación y cercarse para impedir el acceso de público.

3.4.3 Caverna de Santa Catalina

Esta caverna se encuentra en la zona de Carboneras (coordenadas x: 457 678, y: 361 921, Hoja Varadero 3985 III, en la única área del SNAP manejada por una ONG: la Sociedad Espeleológica de Cuba, la cual se denomina precisamente así. Comprende una caverna con galerías y salones de más de 9 km. de extensión y gran complejidad, enclavada en una zona de bosque (monte seco) entre carso casi desnudo, con suelos esqueléticos y rendzinas, que albergan riquezas faunísticas y florísticas.

La cueva fue excavada por las aguas freáticas mayormente en calizas de la Formación Canímar y en sus galerías es posible encontrar las huellas de las oscilaciones del nivel de base de las aguas subterráneas debidas a las fluctuaciones glacieustáticas del Pleistoceno en paredes y *espeleothemas*

Presenta numerosas claraboyas o dolinas que permitan la iluminación solar en algunos sectores y posibilitan el crecimiento de algunos árboles cuyas raíces están dentro.

Resulta de particular importancia la presencia de los llamados “hongos de zinolita” *espeleothemas* de forma completamente fungiformes con pedúnculo, y sombreros formados a partir del nivel de las aguas subterráneas. Esta cueva constituye un END y ha sido designada Monumento Nacional. El control del acceso está garantizado con guardabosques, que deben mantenerse, pero no se ha establecido la capacidad de carga de visitantes que admite, ni se han establecido medidas para evitar la contaminación del personal interesado en recorrer las galerías de la cueva, de la histoplasmosis (enfermedad generada por el hongo (*Histoplasma capsulatum*) que abunda en lugares cerrados y polvorientos y que ha afectado a varios espeleólogos que han realizado exploraciones en la misma. Ver figura 18.

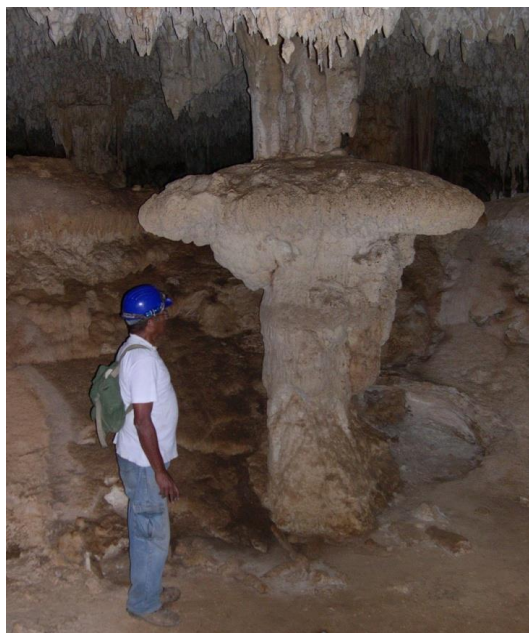


Figura 18. Hongo de zinolita en la caverna de Santa Catalina, Carboneras, Matanzas.

3.4.4 Sumidero de Alacranes

Este geositio es una importante localidad por su utilidad práctica. Se trata de una dolina, de claro control tectónico, que tiene en su fondo un sumidero que drena las aguas que provienen de los campos que circundan al poblado de Alacranes y de la propia población. Dichas aguas se encauzan en un corto trecho y vierten al sumidero con un gasto que varía según la época del año. Está en las coordenadas x: 441 190, y: 327 333, Hoja Unión de Reyes 3884 II.

La cercanía al poblado y el hecho de abrirse muy próximo a la carretera, que se prolonga en dirección a Cabezas le otorgan importancia práctica y didáctica. Didáctica porque constituye un magnífico ejemplo del drenaje en zonas cársticas y permite instruir a la población y a las autoridades en su protección y limpieza periódica y práctica porque, de obstruirse, puede ser causa de inundaciones y accidentes. El vertimiento de cualquier sustancia tóxica puede afectar la calidad de las aguas de consumo de los habitantes del lugar que se abastecen de pozos perforados en el mismo acuífero que alimenta el sumidero. Se abre entre un campo de lapiés cubierto por un pequeño espesor de suelos, salvo en las dolinas, en rocas de la Formación Güines, del Mioceno inferior y medio. Alcanza la categoría B, con 78 puntos en la clasificación de los geositios y debe proponerse a las autoridades locales: el cercado y la limpieza periódica.

3.4.5 Cueva El Beato

Este geositio está constituido por una cueva freática, al SW de Alacranes, cuya entrada se encuentra en el fondo de una dolina de corrosión-desplome de 15 o 20 m de profundidad y diámetro superior a los 50 m. El acceso a la caverna se realiza por sobre el cono de derrumbe de la dolina inclinado hacia el borde WSW de la misma. Coordenadas x: 436c899, y: 324 354, Hoja Unión de Reyes 3884 II.

El primer salón constituye la cámara principal que se extiende por todo el talud ENE de la dolina, es decir que tiene más de 50 m de longitud y se encuentra parcialmente ocupado por las aguas subterráneas. El espejo de agua continuo superior a los 30 m, es de aguas claras y transparentes, con una profundidad entre 3 y 5 m visibles desde el borde, aunque la inclinación del salón indica mayor profundidad hacia el interior.

Esta cueva tiene galerías inundadas que alcanzan 29 m de profundidad. Las bóvedas subterráneas son superiores a los 15-20 m. Alcanza 81 puntos para una categoría B. Debe proponerse como END de forma en que sea protegida por el SNAP. Incluso si se concibiera junto al resto de las cavernas y cenotes de la zona como un Área Protegida de Recursos Manejables (APRM) sería posible designar personal para su conservación. Ver figura 19.



Figura 19. Salón de entrada de la cueva del Beato.

3.4.6 Cenote Los Paticos

Este típico cenote es una descomunal dolina de escarpadas paredes rocosas de cerca de 10 m de altura sobre el nivel de las aguas que lo ocupan en toda su superficie. La lámina de agua se encuentra cercana a los 20 m. El fondo está ocupado por el cono de derrumbe que ocasionó el colapso del techo de la caverna inundada que existía.

Está ubicado al SW de Alacranes, muy cerca de la cueva El Beato. Coordenadas 436 273, y: 323 400, Hoja Unión de Reyes 3884 II. Tiene un diámetro superior a los 70 m y un acceso sumamente difícil debido a la presencia de intensa carsificación superficial y al crecimiento de una vegetación secundaria espinosa y urticante.

El cenote fue excavado en calizas de la Formación Güines, la cual predomina en toda la llanura meridional y presenta en sus paredes “nichos” de 4 y 5 m de altura sobre las aguas y entradas de galerías, algunas de las cuales alcanzan más de 50

m de longitud y 30 de profundidad. Con 85 puntos alcanza una categoría A, en la clasificación de los geositos y como otros cenotes de la región debía ser incluida en un Área Protegida de Recursos Manejables (APRM), o al menos ser considerada como un Elemento Natural Destacado (END). Sin embargo sus proporciones y belleza sugieren proponerla como Monumento Nacional.

Su utilización como parte de un sendero interpretativo para turismo de naturaleza, que pudiera incluir la cueva El Beato y otras, posibilitaría la inclusión como una medida de sostenibilidad para las comunidades cercanas. La colocación de carteles explicativos es aconsejable. Ver figura 20.



Figura 20. Entrada del cenote Los Paticos.

3.4.7 Cenote Cocodrilo

En el sur de Alacranes y de Bolondrón se encuentran algunas depresiones cársticas, dolinas, en sentido general y cenotes, en particular que son patrimonio de la naturaleza cubana y deben conservarse por su significado y por su importante relación con la hidrogeología de la provincia.

El cenote Cocodrilo constituye un geositio significativo entre las formas cársticas de la llanura meridional matancera. Tiene las coordenadas x: 452 926, y: 315 198, Hoja Pedro Betancourt 3984 III. Ocupa una depresión de cerca de 100 m de diámetro de paredes escarpadas excavada en calizas de la Formación Güines.

Estas calizas presentan un agresivo relieve superficial de lapies de varios tipos y dolinas de disolución, desnudas o cubiertas por delgadas capas de suelos tipo rendzina. Son también frecuentes en estos parajes cuevas de origen freático, todas asociadas con la oscilación del nivel de base regional de las aguas.

La superficie del agua se encuentra entre 8 y 10 m por debajo del borde de la dolina. La avifauna de los montes circundantes es muy abundante y utiliza la caverna regularmente, al extremo de haberse formado, con sus deyecciones y el crecimiento de las semillas que contienen un islote en el centro del cenote. En las paredes de esta casimba abren sus bocas algunas galerías que se encuentran totalmente inundadas por las aguas subterráneas. Alcanza 84 puntos para una categoría B y debe proponerse como END de forma en que sea protegida por el SNAP.

3.4.8 Cenote El Infierno

Este cenote corre grave peligro de afectación, por encontrarse, prácticamente, junto a una de las carreteras del Plan Cítricos Victoria de Girón, unos 14 km al SE de Bolondrón, en las cercanías de Hato de Jicarita y de la Autopista Nacional y por haber sido privado de la protección que le brindaba la vegetación circundante arrasada por un incendio que quemó hasta el árbol que constituía su principal señal de localización. Coordenadas x: 354 838, y: 314 162, Hoja Pedro Betancourt 3984 III.

El lugar fue publicado y muy bien graficado por una reciente expedición espeleológica de buceadores (Minciotti et. al., 2002). Es una casimba de unos 5 m de diámetro y profundidad, hasta el espejo de agua, entre 5 y 7 m. Las paredes en forma de campana dificultan el ingreso hasta la parte inferior, debido a que el cenote no se originó por la conjunción de un “huso de disolución” ascendente, en la bóveda cavernaria, con la profundización de una dolina en superficie, sino más bien por el desplome del techo del salón principal.

En superficie se muestra claramente un campo de lapiés alrededor, donde se muestra el karren² desnudo y suelos rojos esqueléticos en algunas depresiones.

² Lapiés

La unidad litoestratigráfica predominante en la mayoría de la Llanura meridional de la Habana-Matanzas es la Formación Güines. Aquí está presente.

Este geosítio debe protegerse, al igual que el resto de los cenotes del sur matancero por la importancia que tiene la entrega de sus aguas al acuífero sur, de donde se abastecen poblaciones, planes agropecuarios e industrias y que alcanza el humedal más importante del Caribe: La Ciénaga de Zapata. La propuesta de considerarlo parte de un Área Protegida de Recursos Manejables o como END.

3.4.9 Depresión cársica carretera Coliseo-San Miguel de los Baños

Este geosítio tiene un carácter más práctico que patrimonial, pero tiene muy buenas condiciones didácticas y puede servir para la instrucción de la población de la zona. Consiste en una dolina de disolución, en forma de un embudo doble, de unos 8 m de profundidad ubicada frente a la Agrupación de Viales y Micropresas del MINAGRI, junto a la carretera Coliseo-San Miguel de los Baños (coordenadas x: 467 644, y: 341 970, Hoja Limonar 3984 III). La dolina tiene un sumidero parcialmente obstruido en su fondo, pero es evidente que drena todas las aguas que escurren superficialmente en esta llanura cársica. Está enclavada, probablemente, en rocas de la propia Formación Coliseo, pero en esta localidad parcialmente cubierta por suelos, que dejan ver a cada momento las crestas del lapiés.

Este embudo cársico tiene bordes mayormente terrígenos con algunos bloques de calizas carsificadas en las laderas, que no son pronunciadas. En algún momento la dolina ha servido para botar en ella desechos sólidos, incluso una carrocería de tractor que dificulta el paso. De producirse una obstrucción total del sumidero del fondo, cesará la función de conducción del mismo y se inundarán los campos de cultivo y las instalaciones cercanas.

Se recomendó al director de la mencionada agrupación la realización de una limpieza de la dolina y la preservación de la misma sin desechos para que se mantenga esa vía de drenaje.

3.4.10 Loma del Jacán

La loma del Jacán se encuentra en las inmediaciones de San Miguel de los Baños, al W de la población. El geosito señalado en esa localidad tiene las coordenadas x: 464 536, y: 336 520, Hoja Limonar 3984 IV y está en una elevación serpentinitica, con vetas de calcedonia, que contrasta notablemente con las rocas que la circundan predominantemente carbonatadas.

A través de las serpentinitas brotan manantiales de aguas minero-medicinales, que permiten el tratamiento de afectaciones reumatológicas y enfermedades de la piel, por lo cual en las afueras del pueblo en el siglo pasado, se instaló un balneario, para brindar ese servicio. Este hecho brinda doble importancia al geositos, pero en visita realizada en marzo de 2007 se observó la ausencia de labores de mantenimiento o reparación del balneario, que en su momento significó una importante fuente de vida para el pueblo de San Miguel de los Baños.

La avifauna es abundante. El geosito alcanza 91 puntos para una categoría A. Sería conveniente ubicarlo en alguna categoría del SNAP como END y asignar su protección a personal específico.

3.4.11 Cueva Beruvides

Este geosito se encuentra ubicado en potreros donde se cría ganado, anteriormente un campo de cítricos, al E del pueblo de Agramonte. Es una cueva freática de entrada descendente, situada en el fondo de una dolina de desplome de 50-70 m de diámetro.

Los salones inferiores cortan en manto freático cuyo nivel fluctúa con las intensas lluvias y durante la estación de lluvia, por lo cual se inundan.

Su cercanía al Canal de Roque y su ubicación determina (coordenadas x: 488 088, y: 316 469, Hoja Jovellanos 3984 II) que actúe como punto de drenaje de la zona, por lo cual ha arrastrado, desde el Pleistoceno tardío y el Holoceno, restos de la fauna autóctona que poblaba la región. Por esa causa se han encontrado en sus galerías y salones huesos de desdentados, roedores y aves, índices de esa época geológica.

La caverna está excavada en calizas, organógenas, recristalizadas, de la Formación Güines, donde no se realizaron mediciones de alineamientos

tectónicos. En las inmediaciones se observan otras cuevas de similares características que convierten el lugar en una verdadera coladera. La mayoría de las dolinas han sido cercadas con cercas de alambre o están rodeadas de vegetación que dificulta el paso. Alcanza una puntuación de 85, para una categoría A. Este geosito pudiera vincularse al desarrollo sustentable de la comunidad pues pudiera utilizarse para el turismo especializado junto a otras cuevas de la localidad. Debe considerarse la posibilidad de incluirlo en el SNAP, como una END.

3.4.12 Cueva de Caletón

Esta cueva de corta extensión practicable para la exploración y mucha inclinación o furnia se encuentra junto a la carretera que va de Playa Larga a Buena Ventura, justamente frente a Caleta Ventura, en la bahía de Cochinos. Coordenadas x: 477 744, y: 273 176, Hoja Playa Larga 3982 I.

A pesar de su inclinación está abierta entre estratos, que en superficie son prácticamente horizontales. El techo de esta cavidad, un estrato horizontal de grosor, bien visible, inferior a 4 m es, sin embargo, base para los cimientos de una escuela de enseñanza secundaria que se construía en Agosto de 2009 lo que amenaza con convertirse en una desgracia y fue informado a las autoridades locales. La cueva conecta inmediatamente con el nivel de las aguas subterráneas que drenan desde los puntos cercanos de la ciénaga hacia el nivel de base cero, es decir al mar. En sus inmediaciones, irresponsablemente, se han vertido numerosos desechos de todo tipo, que contaminan el manto subterráneo.

Alcanza 87 puntos en la clasificación de los geositos que se corresponden con una categoría A. Ver figura 21.



Figura 21. Entrada de la cueva de Caletón.

3.4.13 Caleta de Buena Ventura (Caletón)

En esta caleta de la bahía de Cochinos, a través de exsurcencias en las calizas biohérticas y cavernosas de la Formación Jaimanitas drenan las aguas de esta porción de la ciénaga, con un caudal superior a los 100 lt/ segundo, apreciable en la caleta por diferenciarse del agua de mar, donde penetra constantemente.

Es este un lugar magnífico para la docencia y para mostrar a alumnos y visitantes interesados en conocer las características del karst que predomina en toda la ciénaga la circulación del agua subterránea en este medio. Coordenadas x: 477 251, y: 274 470, Hoja Playa Larga 3982 I. Alcanza 87 puntos y categoría A en la clasificación de los geositos. Un cartel explicativo ayudaría a conformar una conciencia conservacionista en los pobladores y estudiantes de los alrededores. Ver figura 22.



Figura 22. Caletón de Buenaventura. Playa Larga.

3.4.14 Desembocadura del río de los Camarones

Aunque su nombre indica lo contrario, este punto de la geografía cenaguera, en la bahía de Cochin, no es la desembocadura de una corriente plenamente fluvial.

En este geosítio (coordenadas x: 477 746, y: 272 464, Hoja Playa Larga 3982 I), en realidad un canal de corto trayecto, desagua en la bahía las aguas que los manglares y otros parajes de la ciénaga aportan y drenan hacia el mar. Un pequeño puente permite el paso en la carretera de Buena Ventura y un cauce de menos de 20 m conduce las aguas, claras, pero teñidas de tanino, por el mangle rojo (*Rizophora mangle*) que predomina en las cercanías, hacia un playa de finas arenas calcáreas donde desembocan. Aunque es un sector acumulativo de la bahía, a solo unos metros la caliza de la Formación Jaimanitas deja ver la presencia de un carso epigeo de gran desarrollo, cubierto en porciones por cieno y en otros por arena en la pequeña franja costera.

Lo pintoresco de este geosítio es la presencia de un pequeño tibaracón que el canal ha formado a lo largo de unos 10-15 m de playa y que resulta de atracción para los visitantes pues estas formas no abundan en nuestras corrientes fluviales.

El geosítio con 93 puntos alcanza la categoría A entre los geosítios y resulta de importancia, tanto para la docencia, como para el turismo, especializado o no.

Como este lugar no es parte del Sistema Espeleolacustre de Zapata, declarado END por el Sistema Nacional de Áreas Protegidas, su inclusión con esta categoría seguramente contribuiría a su conservación. Ver figura 23.



Figura 23. Desembocaduras de los “ríos” Camarones y Buena Ventura.

3.4.15 Desembocadura del río de Buena Ventura

Este pequeño cauce fluvial, al igual que los casos mencionados drena las aguas que aporta la ciénaga hacia el mar (coordenadas x 477 248, y: 272 625, Hoja Playa Larga 3982 I). En éste el agua se encuentra aún más teñido de rojo por el tanino que aporta el mangle.

Una estrecha terraza de Seboruco separa las desembocaduras de las corrientes mencionadas, mostrando lapiés superficial y algunos cantos. Este arroyo también se encuentra construyendo un Tibaracón cuyo origen juega con la dinámica marina, el aporte de sedimentos y la acción de las aguas fluviales. Como en casos anteriores, con 87 puntos y categoría A pudiera incluirse como Elemento Natural Destacado en el registro del SNAP.

3.5 SISTEMA ESPELEOLACUSTRE DE ZAPATA

Con este nombre Núñez Jiménez (1985) describió el conjunto de cuevas y cenotes que se encuentran en la margen oriental de la bahía de Cochinos, entre Playa Larga y Playa Girón, asociados a las líneas de fallas y otras fracturas que allí se observan y que participaron en el origen de la propia bahía,

Estas lagunas cársticas, con profundidades de hasta 70 m presentan, en ocasiones, galerías inundadas que alcanzan longitudes de cientos de metros.

En la mayoría de las mismas se encuentra una lámina de agua dulce, de entre 0,3 m y 10 m, sobre una capa de agua salobre, con una interfase claramente definida, entre otras cosas por la difracción de la luz y la temperatura de las aguas, que es distinta. Núñez (op. cit.) señala que en la carta 1 50 000 del ICGC aparecen 88 de estas dolinas.

3.5.1 Cueva del Maja

Esta pequeña cavidad se encuentra cercana al inicio del sendero: Enigma de las Rocas”, pero fuera del mismo. Ocupa el fondo de un embudo cársico y se encuentra parcialmente enmascarada por la vegetación. Coordenadas x`493 846, y: 250 261, Hoja Playa Girón 3982 II. Como característica distintiva, la cueva está abierta en el contacto entre las calcarenitas de la Formación Cocodrilo y las calizas de la Formación Jaimanitas, cuyos estratos son, en el lugar, casi

horizontales. Presenta en algunas grietas brechas sedimentarias que pudieran contener restos de vertebrados fósiles del Holoceno, pues constituye una forma cársica muy joven. El geosítio no presenta costras secundarias y el suelo es arenoso arcilloso con algunas gravas y fragmentos de capas derrumbadas sobre todo en el área de contacto entre las diferentes rocas de las unidades litoestratigráficas. Los fragmentos, en ocasiones, se observan consolidados. El nombre de la cueva se debe a la presencia de un *Epicrates angulifer* (ahora *Chilabothrus angulifer*) que la habita y cuyo rastro fue observado claramente. El geosítio alcanza categoría A, por su tipicidad, que motivó que acumulara 87 puntos.

3.5.2 Cenote El Brinco

Este geosítio (coordenadas x: 493 765, y: 250 589, Hoja Playa Girón 3982 II) resulta el primer lugar a visitar en el sendero interpretativo “El Enigma de las Rocas”. El Brinco es una casimba o cenote excavado a lo largo de una falla de dirección SE-NW, constituye una laguna cársica todavía no completamente desarrollada pues presenta un sector cubierto, no inundado, un techo que cubre la mayor parte del largo y luego el acuatorio, varios metros por debajo de la entrada. Es estrecho (3-4 m) y tiene una profundidad de - 54 m, con galerías inundadas. La longitud es de unos 12-15 m. Para evitar el salto que la identifica se ha construido una escalera desde la superficie y una escalerilla de metal cerca del nivel de agua, la cual es limpia y transparente permitiendo la visión en profundidad. La dolina está excavada en calcarenitas de la Formación Cocodrilo, muy estratificadas en capas delgadas, lo cual provoca un lapiés de muy poco desarrollo en superficie. Esta formación cambia a un (1) metro aproximado de profundidad, como puede apreciarse en las paredes expuestas, a calizas biohémicas, muy fosilíferas, de la Formación Jaimanitas. Por su posición, lejos de asentamientos humanos, tiene pocas posibilidades de ser dañada, salvo por el vertimiento de desechos sólidos por algunos visitantes. Alcanza categoría B con 83 puntos.

3.5.3 Dolina pantanosa

Es una depresión cársica de paredes rocosas, abruptas en el sector oeste y con pendientes menos accidentadas o con mayores posibilidades de transitar en el

resto. Está situada en la misma dirección del resto de los cenotes del sendero (coordenadas x: 494 097, y: 249 975, Hoja Playa Girón 3982 II), pero por constituir un estadio de menos desarrollo hacia los cenotes, no ha alcanzado el nivel de las aguas subterráneas. La depresión está colmatada por cienos, arcillas y turbas, que cubren algunas crestas de lapiés del fondo. La profundidad de la capa de turba es de 3 m, según pudo conocerse. El geosítio es interesante porque muestra, en la franja rocosa que rodea los pantanos por la costa, una dolina rellena con turba y cieno, como muchas de las que deben existir en las profundidades de la ciénaga.

La vegetación que cubre los suelos cenagosos es típica de pantano con frutas silvestres, arbustos y árboles típicos (cortadera, bagá, etc.)

La depresión corta las calcarenitas de la Formación Cocodrilo, en la superficie, calizas margosas, algo conglomeráticas de la Formación La Cabaña, en el medio y tiene su base en calizas muy organógenas de la Formación Jaimanitas.

Alcanza 83 puntos en la clasificación de los geosítios y la categoría B. Por su ubicación en el sendero, que es parte de un área manejada, solo requiere un cartel explicativo. Ver figura 24.



Figura 24. Dolina pantanosa.

3.5.4 Cenote del Puente Natural

Es un geosítio muy interesante, donde el techo de la caverna cuyo derrumbe formó el cenote mantiene un sector, de no más de 5 m de ancho y unos 7 m de altura, a manera de puente natural. Coordenadas x: 493998, y: 250 006, Hoja Playa Girón 3982 II.

El cenote tiene una extensión longitudinal de unos 25-30 m en dirección SE-NW y unos 8 m de ancho promedio, la profundidad hasta la superficie de las aguas, que no es nada profunda, es de hasta 10 m, pero en el extremo suroriental es menor y puede accederse al fondo, que es allí pedregoso y no está cubierto completamente por las aguas.

El agua en el centro del cenote, donde existe mayor profundidad es clara y permite observar un fondo arcilloso con algunas rocas grandes.

La roca que aflora en superficie es la calcarenita, muy estratificada de la Formación Cocodrilo, como en los otros cenotes, donde se forma un lapiés incipiente. Esta unidad sobreyace a las calizas conglomeráticas de la Formación La Cabaña y ésta a su vez suprayace a las calizas de la Formación Jaimanitas, que se presentan muy organógenas, con abundancia de restos de microfósiles marinos, principalmente moluscos, pero también equinodermos, corales y algas.

Este geosítio debiera diferenciarse por lo vulnerable que resulta el puente natural, accidente geográfico poco frecuente. El acceso al mismo debe bloquearse mediante una cerca rústica de forma en que los visitantes ocasionales no estén expuestos a un accidente al pararse sobre el puente. Alcanza categoría A, al acumular 90 puntos.

3.5.5 Cenote Cuba-Checoslovaquia

Este cenote constituye una laguna cársica de mayor envergadura, por sus 35 m de longitud y 30 m de profundidad de las aguas y sus 5-6 m de ancho y galerías inundadas. Coordenadas x: 493 848, y: 249 779, Hoja Playa Girón 3982 II.

Según las observaciones del autor y colaboradores la Formación Cocodrilo, la más superficial en el terreno, descansa directamente sobre las calizas biohémicas de la Formación Jaimanitas, no aflorando, ni observándose, rocas de la Formación La Cabaña. Al parecer este sector de la zona de falla ha sufrido un mayor levantamiento y la corrosión cársica ha excavado mucho más las rocas calcáreas, otorgando mayor profundidad a la depresión cársica.

Además de la fauna fósil aquí está presente la fauna actual de la ciénaga y es posible observar jicoteas, peces y cangrejos. Alcanza categoría B, según la

puntuación de 81 de la clasificación. Como parte del sendero interpretativo puede identificarse con un cartel explicativo.

3.5.6 Cenote XXXV Aniversario

Aunque no forma parte del sendero interpretativo esta laguna cársica está en igual dirección que los cenotes descritos anteriormente, en la misma franja tectónica, solo que los creadores del sendero no quisieron vincularlo con el resto por constituir una verdadera piscina natural, con aguas muy limpias y transparentes. Coordenadas x: 493 468, y: 250 261, Hoja Playa Girón 3982 II.

Tiene una capa de agua dulce de cerca de 1.5 m que sobreyace al agua salada que se infiltra entre las calizas carsificadas donde la corrosión kárstica la excavó.

Tiene más de 50 m descubiertos de extensión y otros tantos techados. Sus bordes, rocosos todos, están entre 6 y 8 m de altura sobre el nivel de las aguas, que alcanzan los 70 m de profundidad.

Este cenote está excavado en las formaciones que han sido señaladas como más comunes de la zona, pero aquí la Formación Cocodrilo, más superficial presenta lapiés de huellas (*tritkarren*) en la parte superior, la Formación La Cabaña es más margosa y la Formación Jaimanitas se presenta algo brechosa.

Acumula la cantidad de 89 puntos en la clasificación de los geositos por lo cual alcanza la categoría A. Por sus dimensiones pudiera proponerse como Monumento local. Debe colocarse un cartel que exprese la importancia de esta forma kárstica e hidrogeológica y la necesidad de protegerla. Ver figura 25.



Figura 25. Vista longitudinal del cenote XXXV Aniversario.

3.5.7 Cueva de la Lechuza

Esta es una cueva del Sistema Espeleolacustre de Zapata ubicada en los alrededores de Punta Perdiz. Coordenadas x: 488 416, y: 254 085, Hoja Playa Girón 3982 II. Constituye en realidad una grieta ampliada por la corrosión cársica que sigue la orientación general de las formas cársicas de la zona, asociadas a la zona de fallas del este y sudeste de la bahía de Cochinos (SE-NW).

Como otras depresiones similares (Cenote El Brinco) tiene un desarrollo longitudinal de escasos metros, una inclinación cercana a los 45° y alcanza el nivel de las aguas subterráneas a 7-8 m de profundidad.

Esta cavidad, muy joven, está excavada completamente en calizas arrecifales de la Formación Jaimanitas y no presenta formaciones secundarias.

Este sector del sistema de cuevas y lagos cársticos está prácticamente desconectado del resto por haberse abierto caminos en la vegetación originaria y luego ser abandonados los mismos, lo que ha motivado el crecimiento acelerado de arbustos de marabú y aroma que casi bloquean el camino. Alcanza una puntuación de 57 que impide su clasificación. Desde el punto de vista medioambiental es refugio de un abundante reservorio de cangrejos.

3.5.8 Laguna fangosa de Punta Perdiz

Este es un cenote de 2-3 m de profundidad, desde la superficie al espejo de agua, que en la estación de las lluvias debe tener un volumen apreciable, pero que producto de la sequía presente en el mes que se visitó solo resulto una pequeña lámina sobre un fondo de fango amarillo y parduzco. Coordenadas x: 488 550, y: 253 947, Hoja Playa Girón 3982 II. El cenote tiene 7-8 m de largo, con una forma alargada como corresponde a su control tectónico y una longitud cercana a los 20 m. Está excavado en calizas arrecifales de la Formación Jaimanitas, cuyos estratos, que en el lugar son visibles presentan buzamiento entre 5° y 7° al SE y en sus bordes, rocosos y escarpados, como detalle característico pueden observarse salones de reducidas dimensiones con fondo total o parcialmente cubiertos por agua y fango y pequeñas aperturas al espacio abierto de la laguna. El agua en estas cámaras tiene el mismo nivel de las aguas exteriores.

Se cataloga como B al alcanzar 70 puntos en la clasificación de los geositos.

3.5.9 Laguna El Sábicú

Este es un cenote atípico en el área de Punta Perdiz y en la zona de falla paralela a la bahía de Cochinos y su litoral sureste, pues tiene forma circular, casi redonda, lo cual indica aparentemente poco alineamiento tectónico. Coordenadas x: 489 663, y: 252 820, Hoja Playa Girón 3982 II. Los bordes, rocosos por tramos son bajos (a 20-30 cm. de la superficie de las aguas que lo ocupan) y la profundidad parece no superar 1-1.50 m. El agua de esta laguna cársica está fuertemente teñida de rojo, aunque no se observan mangles en los alrededores. Pudiera incluirse en un sendero interpretativo como las otras formas cársicas y esto permitiría mejorar los caminos de acceso, prácticamente perdidos por el crecimiento de arbustos espinosos. Esta excavado en calizas muy cavernosas de la Formación Jaimanitas. Junto a la Laguna Fangosa pudiera considerarse un Elemento Natural Destacado, no solo por sus valores geológicos sino también biológicos.

3.5.10 Pequeño cenote hotel de Playa Girón

Se trata de una dolina que en su desarrollo en profundidad ha alcanzado el nivel de las aguas subterráneas, como el resto de los cenotes de la región. Alcanza 5-6 m de diámetro y unos 3 m hasta el espejo de agua. Tiene la particularidad de abrirse junto a la calle de acceso al hotel de Playa Girón, en plena área urbana y permite mostrar a todos los pobladores y sobre todo a los estudiantes de la escuela cercana las características de estas formas y la importancia de su protección y tratamiento dado el importante papel que juegan en el medio ambiente cenaguero y en la propia vida del lugar. Coordenadas x: 496708, y: 249 247, Playa Girón 3982 II.

Está excavado en calizas probablemente de la Formación Vedado, del Plioceno.

Por sus características alcanza categoría B, con 74 puntos.

El cenote se encuentra parcialmente cercado, posiblemente para evitar un accidente y por tanto no requiere otra medida de protección. Un cartel explicativo sería conveniente.

3.5.11 Dolina cársica inundada de Babiney

El geositio, situado cerca del caserío de Babiney, junto a la carretera Yaguaramas-Circuito Sur, coordenadas x: 519 500, y: 558 850, Hoja San Blas 4082 III, constituye una forma cársica peculiar en el contexto de la Ciénaga de Zapata, donde las mayores depresiones cársicas tienen un claro control tectónico. Es una típica dolina de disolución, en forma de platillo, muy amplia, pues ocupa unos 35 m², con bordes muy tendidos, rocosos en su mayor parte.

Esta dolina de disolución está ocupada por suelo cenagoso y numerosos cantos de caliza, conocidos como “carsolitos” por interpretarse su génesis como originados por la fragmentación de las cúspides del lapiés, todo parece indicar que la disolución no ha establecido un punto de drenaje hacia el subsuelo, es decir un sumidero, o que el relleno de fango impide la circulación, pues en el momento en que fue observada se encontraba, casi hasta el borde, ocupada por el agua de un aguacero reciente. Alcanza 81 puntos para una categoría B.

3.5.12 Caleta (Ensenada) Buena

Este lugar denominado en las cartas Caleta Buena, que se encuentra unos 8 km. al E de Playa Girón (coordenadas x: 504 809, y: 246 461, Hoja San Blas 4082 III, es, en realidad, una ensenada donde convergen diferentes formas cársicas y procesos geológicos, que hacen del geositio un punto excepcional de la ciénaga. Aquí, en la terraza litoral de Seboruco, modelada en las calizas arrecifales de la Formación Jaimanitas desembocan ríos subterráneos que se vierten en el mar a través de exurgencias que se abren, principalmente en la línea de la costa, pero también en diversos puntos de la terraza sumergida, también esculpida en rocas de la Formación Jaimanitas.

Los manantiales subterráneos y subacuáticos presentan sus aguas de forma perfectamente observable pues la temperatura, difracción y movimiento es palpablemente diferente a la del agua de mar.

La ensenada, que corre paralela a la costa en un sector, debido a la evidente presencia de una falla, tiene un componente en tierra, en forma de cenote, de posición basculada y un extremo abierto, que se hunde en dirección SW, aunque la acumulación de arcilla en su fondo ha provocado la formación de una pequeña

elevación que bloquea la salida de agua dulce y salobre de la ciénaga y la entrada del agua del mar. El agua subterránea desemboca incluso en *sinkholes* que se presentan con grandes dimensiones, como piscinas naturales de perímetro irregular. Tiene categoría A con la altísima puntuación de 99 puntos, por lo cual este geosito se propone como Monumento Nacional. Ver figura 26.



Figura 26. La línea costera en Ensenada Buena.

3.6 ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS.

Durante la etapa de trabajo de campo se realizó la descripción de los geositos a partir de la metodología propuesta, aspectos evaluados en cada punto visitado con el objetivo de poder mostrar información actualizada del estado de conservación actual de cada sitio. A partir de los resultados obtenidos durante el procesamiento de los datos de las planillas, se conformó el ranking comparativo de sitios de interés geológico, a partir de la evaluación cualitativa. En el cual se recoge toda la información de la clasificación a la que fueron sometidos los geositos inventariados, información que es expresada de manera resumida en un modelo de planilla utilizado durante los trabajos de campo, pero de manera que en cada caso de clasificación el dato que se ofrece (numéricamente) es la cantidad de sitios que cumplen con el requisito en el cual se encuentra el número (Tabla 2).

Tabla 2. Valoración de los geositios a partir de la metodología utilizada.

				3-4-5	15-10	10-7	12-8	10-7	12-8-4	12-8	12-8-2	2-4-6	6-5-4-2		
Ma p	No. PROVINCIA MATANZAS	CUBA NORTE X Y		Esta do Físic o	Repre sen tativid ad	Valor Históri co	Imp. Didácti ca	Valor Estétic o	Rar eza	Irrep eti bilid ad	Vulner a bilidad	Tam año	Acce si bilid ad	tota l	C at
141	Lecto Fm Bacunayagua	424358	366576	4	10	10	8	10	8	8	12	6	2	78	B
142	Cantera de Piedras de Cabezas	430924	335071	3	15	10	12	10	12	12	12	4	6	96	A
143	Cueva La Pluma	439100	367150	4	15	10	12	10	12	12	8	4	6	93	A
145	Mina Margot	434300	360000	3	10	10	12	10	8	8	2	2	2	67	C
146	Hipo Fm Chirino	435000	362000	3	15	10	12	10	12	8	2	2	2	76	B
147	Hipo Miembro El Abra Fm Canímar	440950	358250	5	15	10	12	10	12	12	12	4	5	95	A
148	Holo UI Margas Yucayo	441050	358300	3	10	10	12	7	12	12	12	4	2	84	B
149	Holo Fm Versalles	441200	358100	3	10	10	8	10	8	12	12	4	5	82	B
150	Holo Fm Bellamar	445750	355300	4	15	10	12	7	8	8	8	4	4	80	B
151	Dolina de los Plátanos	444100	355250	3	15	10	12	10	12	12	12	4	2	92	A
152	Hipo Fm Bellamar	451300	353000	3	15	10	12	10	12	12	12	4	6	96	A
153	Lecto Fm Canímar	449097	356696	4	15	10	12	7	8	8	8	4	2	78	B
154	Cueva de Santa Catalina	457678	361921	5	15	10	12	10	12	12	12	4	5	97	A
155	Sumidero de Alacranes	441190	327333	4	15	10	12	10	8	8	8	4	2	81	B
156	Cueva El Beato	436899	324354	5	10	10	12	10	8	8	12	4	2	81	B
157	Cenote Los Paticos	436273	323400	3	15	10	12	10	12	12	12	4	4	94	A
158	Cueva de Chicharrones	449869	318121	3	10	10	8	10	8	8	8	4	5	74	B
159	Cenote Cocodrilo	452926	315198	4	15	10	12	10	8	8	8	4	2	81	B
160	Cenote El Infierno	454838	314162	3	15	10	12	10	12	12	12	4	5	95	A
161	Holo Mbro Cárdenas Fm Bellamar	472116	358643	4	15	10	8	10	8	12	8	4	4	83	B
162	Holo Fm Caobas	454329	347580	4	15	10	8	7	8	8	8	6	6	80	B
163	Hipo Fm Caobas	450700	347348	3	10	10	8	10	12	12	12	4	2	83	B
164	Holo Fm Coliseo	468346	344091	3	15	10	8	10	8	12	12	4	2	84	B
165	Depresión cársica carretera Coliseo - San	467644	341970	3	15	10	12	7	8	12	8	4	2	81	B

	Miguel de los Baños														
166	Loma del Jacán	464536	336520	3	15	10	12	10	12	12	12	2	6	94	A
167	Hipo Fm Perla	469300	333500	4	15	10	12	10	8	8	8	6	4	85	A
168	Yac Fosilífero de Martí	507482	344516	3	10	10	8	10	8	12	12	2	2	77	B
169	Holo Fm Peñón	507550	340450	3	15	10	12	10	12	12	12	2	6	94	A
170	Cueva Afán	492956	318041	4	15	10	12	10	12	12	12	4	4	95	A
171	Cueva Beruvides	488088	316469	5	15	10	12	10	12	8	8	6	2	88	A
172	Lecto Fm Colón	510650	321750	3	15	10	8	10	12	12	8	4	4	86	A
173	Holo Fm Arabos	540177	315526	3	10	10	12	7	8	8	8	4	6	76	B
174	Cueva de Caletón	477744	273166	3	15	10	12	10	12	12	2	4	6	86	A
175	Caleta de Buena Ventura (Caletón)	477251	274470	3	15	10	12	10	12	8	12	4	6	92	A
176	Desembocadura del río de los Camarones	477746	272464	3	15	10	12	10	12	12	12	4	5	95	A
177	Desembocadura del río de Buena Ventura	477248	272625	4	15	10	12	10	12	12	8	4	5	92	A
179	Cueva del Maja	493846	250261	3	15	10	12	10	12	12	12	2	6	94	A
180	Cenote El Brinco	493765	250589	4	15	10	8	10	8	12	8	4	5	84	B
181	Dolina Pantanosa del Brinco	494097	249975	5	15	10	8	10	8	12	8	2	5	83	B
182	Cenote del Puente Natural	493998	250006	3	15	10	12	10	12	12	12	4	4	94	A
183	Cenote Cuba - Checoslovaquia	493848	249779	4	15	7	12	10	8	8	8	4	2	78	B
184	Cenote XXXV Aniversario	493468	250261	4	15	10	12	10	12	12	12	4	6	97	A
185	Cueva de la Lechuza	488416	254085	3	10	7	12	10	8	8	2	6	2	68	C
186	Laguna fangosa de Punta Perdiz	488550	253947	3	15	10	8	10	8	12	12	2	2	82	B
187	Laguna El Sábicu	489663	252820	3	15	10	8	7	8	12	8	2	5	78	B
188	Cantera antiguo aeropuerto Playa Girón	495513	250541	3	15	10	12	10	8	12	12	4	5	91	A
189	Pequeño Cenote hotel de Playa Girón	496708	249247	4	15	10	8	10	8	12	12	2	2	83	B
191	Caleta (Ensenada) Buena	504809	246461	5	10	10	12	10	8	12	8	4	5	84	B

Como se muestra en el gráfico (gráfico 27. A), obtenido del análisis de los datos recogidos en las planillas, se observa como el 21 % de los geositos visitados conservan un estado físico poco apropiado como es el punto 161 Holoestratotipo del Miembro Cárdenas de la Formación Bellamar donde la acción antrópica ha incidido sobre el afloramiento. El 12 % fue clasificado como inapropiado, como por ejemplo punto 147 Holoestratotipo del Miembro El Abra, de la Formación Canímar donde se han construido túneles y edificaciones que han alterado el talud donde afloraban estas capas. El 67 % se clasifica como estado físico apropiado se destacándose el punto 149 Holoestratotipo Formación Versailles, el cual aun estando dentro de la ciudad tiene pocas alteraciones y agresiones.

En cuanto a la variable representatividad y valor científico el 77 % (gráfico 27. B) tiene una clasificación alta, como se puede observar en el Punto 154 Cueva de Santa Catalina, donde puede avizorarse la historia geológica de la región mediante el estudio de los originales *espeleothemas* que posee siendo este un geosito muy importante, al punto que fue seleccionado como Monumento Nacional. El 23 % restante obtuvo menor clasificación, pues tienen homólogos o similares en mejores condiciones en otros sectores como el Punto 173 Fm Arabos, alterado y prácticamente desaparecido.

Al analizar el valor histórico 48 de los 50 puntos evaluados que equivale al (96 %) (Gráfico 27. C), cumplen evidentemente, con esta condición de alto valor por ser sitios originales, georreferenciados correctamente y reconocidos Solo 2, como por ejemplo cueva de La Lechuza, que tiene importancia paleontológica pero no había sido reportada con anterioridad.

La variable de importancia didáctica muestra que el 69 % (gráfico 27. D) de los puntos estudiados obtienen una calificación alta, los valores más representativos se corresponden con los cenotes y cavernas por las implicaciones referidas al desarrollo de la carsificación y su existencia como yacimientos fosilíferos, respectivamente. Los puntos 174, 173, 180-184, ilustran inmejorablemente esta situación.

La variable valor estético está bien representada con el 85 % pues los geositos se clasifican con alto potencial con fines docentes y para el turismo de naturaleza o

geoturismo, como se puede apreciar en los puntos 166, 169 y 183 donde se observan clara y bellamente las formas cárnicas y las mesoformas del relieve que componen. EL restante 15 % clasifica como medio (gráfico 27. E) pues no siempre la importancia científica de un geosito se corresponde con su presencia física.

Otra variable analizada es la rareza (gráfico 27. F), 52 % fueron catalogados de notables o escasos, como resulta el Holoestratotipo de la Formación Chirinos, una formación de arco volcánico donde el predominio es de rocas de cobertura, menos de la mitad se encuentran en la categoría de común.

En total acuerdo con la categoría irrepetibilidad, relacionada con la rareza pero también con las afectaciones o desaparición que puedan haber sufrido geositos similares, que son irre recuperables. Pueden dividirse en repetibles o irrepetibles, 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 geosito de importancia. Fueron clasificados como repetibles el 100 % (gráfico 27.G).

Sitios como la Dolina de los Plátanos (Punto 151) generada por el desplome del techo de una sección de la Paleocaverna Bellamar, implica que haya quedado dividida la cueva que ahora se explora como dos. Otro ejemplo es la dolina Cocodrilo, un cenote donde las aves han construido con la acumulación de sus deyecciones una isleta central cubierta de vegetación.

La vulnerabilidad (gráfico 27.H) es proporcional al daño que puedan recibir o que hayan recibido. En los casos analizados el 52 % se encuentran en estado muy vulnerable, punto 142 Cantera de Piedras de Cabeza, está muy expuesto a la actividad antrópica, pues se explota cotidianamente y los restos fósiles que se encuentran no tienen ningún control. El 44 % de los sitios analizados clasifican como vulnerable considerando la utilización, a veces incontrolada de las rocas como materiales de construcción y exposición a los procesos erosivos y de meteorización, solo el 8 % está en condiciones de poca vulnerabilidad.

Referido al tamaño (gráfico 27.I) el 21 % de los puntos clasifican como grande como se puede apreciar en el punto 145 Mina Margot, donde las posibles afectaciones ocurren en un área que puede asimilarlas. El punto 160 Cenote El

Infierno representa el 69 % de los geositos con tamaño medio, mientras que el Holotipo de la Fm. Peñón, un antiguo pozo de mina inundado, representa el 10 % de los geositos con tamaño pequeño.

Para la accesibilidad (gráfico 27.J), se utilizaron cuatro divisiones en esta categoría: muy accesible (74 %), existen caminos o carreteras con condiciones suficientes para que transiten vehículos, La accesibilidad está ligada a la vulnerabilidad potencial que pueden tener los geositos.

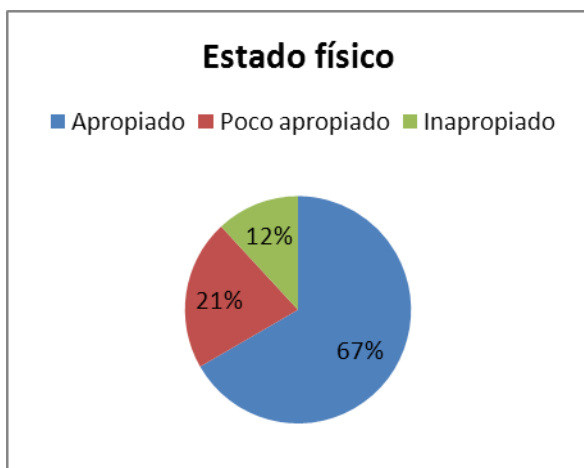


Gráfico 27. A

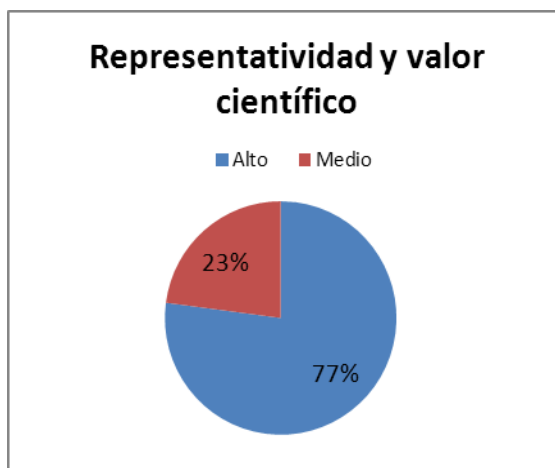


Gráfico 27. B

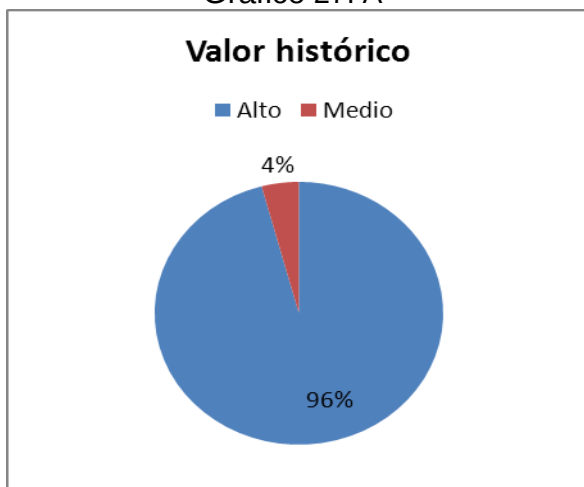


Gráfico 27. C

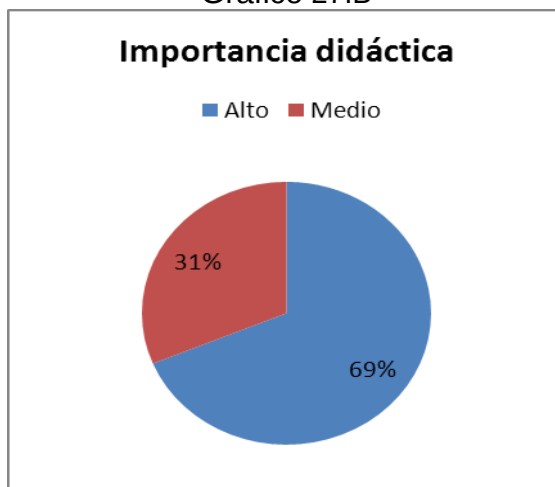


Gráfico 27. D

Valor estético para la enseñanza y el turismo

■ Alto ■ Medio

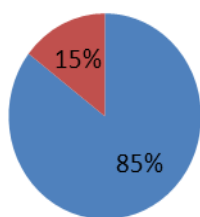


Gráfico 27. E

Rareza

■ Notable ■ Escaso ■ Común

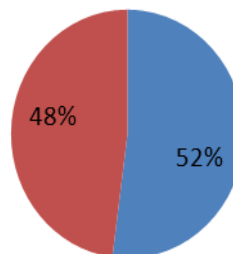


Gráfico 27. F

g) Irrepetibilidad

■ Irrepetible ■ Repetible

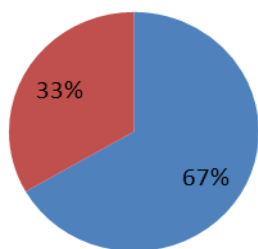


Gráfico 27. G

h) Vulnerabilidad

■ Muy vulnerable ■ Vulnerable ■ Poco vulnerable

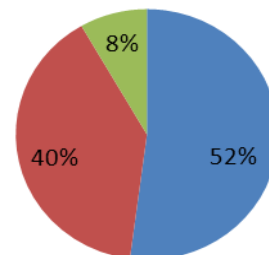


Gráfico 27. H

i) Tamaño

■ Grande ■ Medio ■ Pequeño

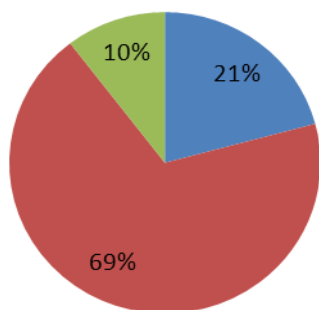


Gráfico 27. I

j) Accesibilidad

■ Muy accesible ■ Accesible ■ Poco accesible ■ Inaccesible

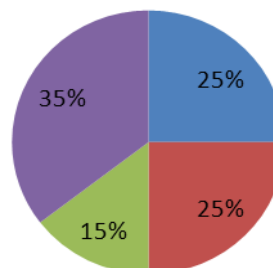


Gráfico 27. J

Del total de 50 geositos evaluados, 8 de ellos pueden ser clasificados de importancia nacional y/o internacional (Ver gráfico 28), ya que cumplen con los parámetros establecidos en la variable A. Estos la cantera de Cabezas; EL Holotipo del Miembro El Abra, actualmente prácticamente desaparecido, el Hipoestratotipo de la Fm. Bellamar, los cenotes Los Paticos, Infierno, XXXV Aniversario y del Puente Natural y cueva Afán, yacimiento paleontológico. El resto de los geositos serán clasificados como geositos regionales y/o locales. Se puede ver que los valores de aquellos geositos de carácter nacional y/o internacional son notoriamente más altos que los regionales y/o locales, lo cual se debe a la mayor ponderación de los valores A y C en la fórmula que calcula el Q total (valor del geosito). Contando con las evaluaciones numéricas de los geositos seleccionados, se mostrarán tres rankings de geositos, de cada uno de los criterios evaluados.

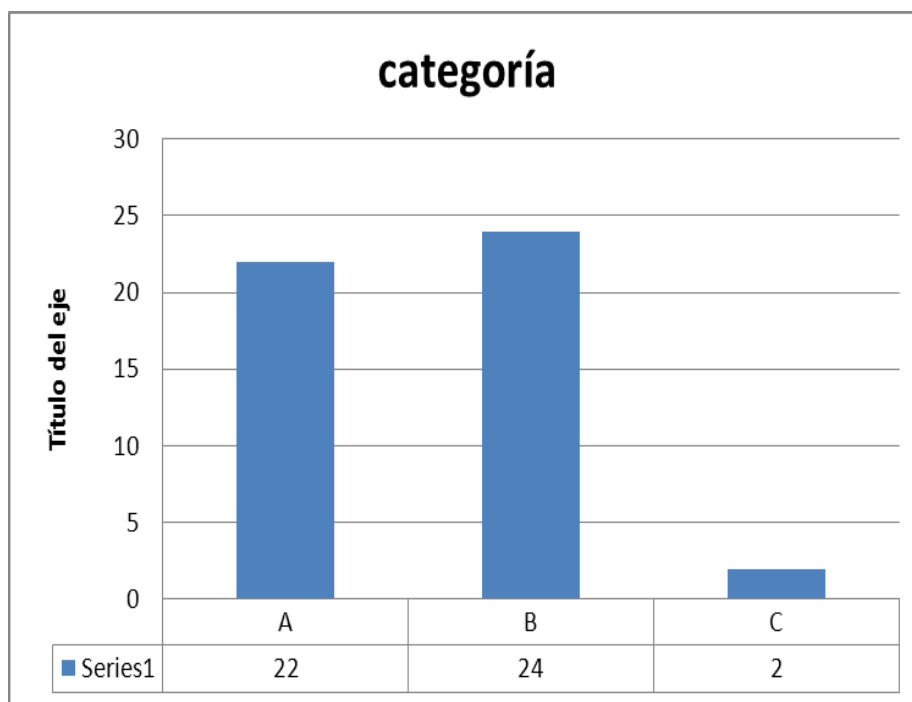


Gráfico 28. Clasificación de los geositos.

Los Tablas 3.1, 3.2 y 3.3 muestran los resultados esperados en los criterios respectivos. Donde los geositos mejor evaluados se encuentran en las cabeceras de sus respectivas tablas.

Tabla 3.1 Puntos evaluado de A.

PROVINCIA MATANZAS	total	Cat
Cantera de Piedras de Cabezas	96	A
Cueva La Pluma	93	A
Hipo Miembro El Abra Fm Canímar	95	A
Dolina de los Plátanos	92	A
Hipo Fm Bellamar	96	A
Cueva de Santa Catalina	97	A
Cenote Los Paticos	94	A
Cenote El Infierno	95	A
Loma del Jacán	94	A
Hipo Fm Perla	85	A
Holo Fm Peñón	94	A
Cueva Afán	95	A
Cueva Beruvides	88	A
Lecto Fm Colon	86	A
Cueva de Caletón	86	A
Caleta de Buena Ventura (Caletón)	92	A
Desembocadura del rio de los Camarones	95	A
Desembocadura del rio de Buena Ventura	92	A
Cueva del Majá	94	A
Cenote del Puente Natural	94	A
Cenote XXXV Aniversario	93	A
Cantera antiguo aeropuerto Playa Girón	91	A

Tabla 3.2 Puntos evaluado de B

PROVINCIA MATANZAS	total	Cat
Lecto Fm Bacunayagua	78	B
Hipo Fm Chirino	76	B
Holo UI Margas Yucayo	84	B
Holo Fm Versalles	82	B
Holo Fm Bellamar	80	B
Lecto Fm Canimar	78	B
Sumidero de Alacranes	81	B
Cueva El Beato	81	B
Cueva de Chicharrones	74	B
Cenote Cocodrilo	81	B
Holo Mbro Cárdenas Fm Bellamar	83	B
Holo Fm Caobas	80	B
Hipo Fm Caobas	83	B
Holo Fm Coliseo	84	B
Depresion cársica carretera Coliseo - San Miguel de los Baños	81	B
Yac Fosilifero de Martí	77	B

Holo Fm Arabos	76	B
Cenote El Brinco	84	B
Dolina Pantanosa del Brinco	83	B
Cenote Cuba - Checoslovaquia	78	B
Laguna fangosa de Punta Perdiz	82	B
Laguna El Sabicu	78	B
Pequeño Cenote hotel de Playa Giron	83	B
Caleta (Ensenada) Buena	84	B

Tabla 3.3 Puntos evaluado de C

PROVINCIA MATANZAS	total	Cat
Mina Margot	67	C
Cueva de la Lechuza	68	C

3.7 PROPUESTAS DE MEDIDAS DE CONSERVACIÓN

- 1) Facilitar a las autoridades municipales y provinciales el informe del estado actual de conservación de los sitios de interés geológico de cada municipio específicamente.
- 2) Señalización de los distintos sitios y el cercado en los casos necesarios.
- 3) Confección de rutas cercanas a los sitios para el desarrollo del geoturismo.
- 4) Prohibición de vertimientos de cualquier tipo de desechos sólidos o líquidos en sus alrededores.
- 5) Utilización de los sitios como aulas para las actividades docentes, principalmente los que presentan alto valor didáctico.
- 6) Confección boletines con fotos, información de los sitios e importancia de estos para actuales y futuras generaciones, para que sean repartidos en los distintos niveles de enseñanza.
- 7) Monitoreo anual, como mínimo, para supervisar el cumplimiento de las medidas aplicadas para su conservación.

Se proponen además medidas por geositios ver anexo 1.

CONCLUSIONES

- Se cumplió el objetivo general del trabajo investigativo pues se identificó y dio a conocer la geodiversidad del territorio de la provincia de Matanzas, así como se presentaron propuestas a las autoridades decisoras locales, a la Comisión Provincial de Monumentos y al Consejo Nacional de Patrimonio, para proteger el patrimonio geológico.
- Se caracterizó a la provincia de Matanzas como una región de interés geológico patrimonial, al tiempo que se verificó la situación física de los estratotipos de las unidades litoestratigráficas, los yacimientos fosilíferos, las formas kársticas epigeas e hipogeas, las zonas de interés minero y otros geositos.
- Se evaluaron y catalogaron 50 geositos utilizando la metodología creada y se demostró la importancia práctica que tienen las grandes formas kársticas de absorción, que permiten el acceso directo al manto subterráneo, para su protección y empleo.

RECOMENDACIONES

- Que se apliquen las recomendaciones propuestas en la ficha de cada geosito y en el anexo 3, de manera que los consejos de la administración provincial y municipal, las delegaciones territoriales del CITMA, Planificación Física, y el CNAP puedan tomar decisiones que contribuyan a preservar el patrimonio geológico.
- Que se confeccionen guías (en soporte digital o rígido) que incluyan las formaciones geológicas y los geositos más importantes de la provincia, que sirvan para promover el geoturismo y turismo de naturaleza y el desarrollo de las comunidades del territorio.
- Continuar las investigaciones que permitan profundizar el conocimiento e incrementar el inventario de los geositos de la provincia.
- Proponer como Monumento Nacional a: Cenote Los Paticos, Cueva Chicharrones, Caleta (ensenada) Buena, Cenotes del Sistema Espeleolacustre de Zapata.
- Proponer como Monumento Local a: Cenote Cocodrilo, Cueva Afán y Cantera antiguo aeropuerto de Girón.

BIBLIOGRAFIA

1. Acevedo González, M. 1967. Clasificación general y descripción del carso cubano. Inst. Nac. de Rec. Hidráulicos, Pub. Esp. No.4
2. Acevedo González, M.1967 Estudio Espeleológico de la Cueva del Vaho o Bao, Boca de Jaruco, Habana. Memorias de la Facultad de Ciencias. Vol. 1, No. 5, pp.33-54, Univ. De La Habana.
3. Albear Fránquiz, J.F. e Iturralde Vinent, M.A.1985 .Estratigrafía de las provincias de La Habana, en Contribución a la Geología de las provincias de La Habana y Ciudad de la Habana. Instituto de Geología y Paleontología. Editorial Científico-Técnica, La Habana, pp. 12-54.
4. Bermúdez, P.J. 1950. Contribución al estudio del Cenozoico cubano. Mem. Soc. Cubana Hist. Nat, vol. 19, No. 3, pp. 204-375. La Habana.
5. Bermúdez, P.J. 1961 Las Formaciones Geológicas de Cuba. 177 pp., ICRM, Ministerio de Industrias, La Habana.
6. Bermúdez, P.J: y R. Hoffstetter.1959. Léxico Estratigráfico de Cuba. Lexique Stratigraphique Internacional, vol. 5, Amerique Central, Fasc. 2c, Cuba et ilesadjacents, 140 pp
7. Brödermann, J. 1940. Determinación geológica de la Cuenca Vento. Rev. Soc. Cubana de Ing. , 34: 272-315. La Habana.
8. Brodermann, J. 1945. Breve reseña geológica de la Isla de Cuba. Rev. Soc. Cubana Ing., vol. 42, no. 1, pp. 110-149.
9. Brödermann, J. y P.J. Bermúdez.1940. Contribución al mapa geológico de la provincia de la Habana. (manuscrito). Comisión Mapa Geol. Cuba. Minist. Agricultura, 414 pp.
- 10.Brönnimann, P. y D. Rigassi. 1963. Contribution to the Geology and Paleontology of the Area of the city of La Habana, and its surroundings. Eclogae Geol. Helvetiae 56 (1): 1-480.
- 11.Cendrero, A. 1996. El patrimonio geológico. Ideas para su protección, conservación y utilización. En MOPTMA. El Patrimonio Geológico. Bases para su valoración, protección, conservación y utilización, 17-38. Ministerio de Obras Públicas, Transportes y Medio Ambiente, Madrid. 112 pp.

12. Díaz Otero, C., G. Furrázola, D. García, E. Linares, R. Gutiérrez, S. Gil, y otros. 2002. Léxico Estratigráfico de Cuba. Instituto de Geología y Paleontología, La Habana (inédito)
13. Ducloz, Charles 1963 Etude geomorphologique de la région de Matanzas, Cuba. Avec une contribution a létude des depots quaternaries de la zona Habana-Matanzas.
14. Arch. Geneve, 16 (2): 351-402
15. Franco, G. 1975. Las eolianitas del occidente de Cuba. Academia de Ciencias de Cuba. Inst. Geología y Paleontología. Serie Geológica 17: 1-12, La Habana
16. Franco, G. et. al. 1992 Léxico Estratigráfico de Cuba. Instituto de Geología y Paleontología, La Habana (inédito)
17. Furrázola Bermúdez, G., Núñez Jiménez, A., Solsona, J. y otros. 1964. Geología de Cuba 239 pp. Instituto Cubano de Recursos Minerales, La Habana.
18. García-Cortes, A. y Luis Carcavilla Urquí. 2009. Propuesta para la actualización metodológica del inventario español de Lugares de Interés Geológico. Instituto Geológico Minero de España, Madrid.
19. Gallego, E. y García Cortés, A. 1996. Patrimonio geológico y espacios naturales protegidos. Geogaceta, 19, 202-206.
20. Gutiérrez Domech., M.R. y M. Rivero Glean. 1997. Minigeografía de Cuba .Editorial Científico-Técnica, La Habana: pp. 1-158
21. Gutiérrez D., M.R. y M. Rivero G. 1999 Regiones naturales de la isla de Cuba. Editorial Científico-Técnica, La Habana: pp. 1-145
22. Gutiérrez Domech, R. Barrientos, A.; Balado, E; Batista,. Flores, L.; Bernal, L.; Furrázola, G.; Díaz, C. y G. Pantaleón 2007 La conservación del patrimonio geológico. Una medida de protección del medio ambiente. Memorias V Congreso de Áreas Protegidas. VI Convención Intern. Sobre Medio Ambiente y Desarrollo. ISBN 978-959-282-056-2
23. Gutiérrez Domech, R. Díaz, C., Barrientos A. y E. Balado 2007 Propuesta de metodología a emplear para las acciones de protección y

- conservación del patrimonio geológico.. Memorias 2a Convención de Ciencias de la Tierra. ISBN 978-959-7117-16-2
24. Iturralde, M.A. 1966. Comentarios a la obra Geología de Cuba, del Instituto Cubano de Recursos Minerales. Rev. Tecnológica 4(5) pp.18-21. La Habana.
 25. Gutiérrez Domech, R. L. Bernal, G. Pantaleón, E. Balado, E. Grau, A. Barrientos, G. Furrázola. 2009. Geositos de Interés Patrimonial de la provincia de Matanzas. inédito, Archivo Técnico, Instituto de Geología y Paleontología.
 26. Iturralde, M. y R. Gutiérrez . 1994. Cuban Tropical Karst: Some Examples. AGID News, No. 76, p. 9-12
 27. Iturralde-Vinent, M.A., Ross D.E. Mac Phee, S. Díaz Franco, R. Rojas C., W. Suárez y A. Lomba. 2000. Las Breas de San Felipe a Quaternary Fossiliferous Asphalt Seep near Martí (Matanzas province, Cuba. Caribbean Journal of Science. Vol. 36, No. 3-4, 300-313. University of Puerto Rico, Mayaguez
 28. Kartashov, y otros. 1996. Descripción de algunas formaciones geológicas del Sistema Cuaternario de Cuba, reconocidas recientemente. . Inst. Geol. Paleont., Acad. Cienc. Cuba, La Habana, Ser. Geol., 26:1-6.
 29. Lago, M., Arranz, E., Andrés, J.A., Soria, A.R. y Galé, C. 2001. Patrimonio Geológico: bases para su estudio y metodología. Publicaciones del Consejo de Protección de la Naturaleza de Aragón. Serie Investigación. Zaragoza. 107 pp.
 30. Minciotti, Beppe; Atilio Eusebio, Roberto Jarre y Esteban Grau. 2004. Matanzas 2003. Espeleosub a Cuba. Espeleología Veneta. Vol. 12, pp. 107-150.
 31. Núñez Jiménez. 1985. El Sistema Espeleolacustre de Zapata. Programa y Resúmenes, Simposio XLV Aniversario de la Sociedad Espeleológica de Cuba. La Habana, p. 38-40.
 32. Pena dos Reis R. & M. Helena Henriques. 2009. Approaching an Integrated Qualification and Evaluation System for Geological Heritage. Geoheritage (2009) 1:1–10. Springer
 33. PatriGEO. 2001. Patrimonio geológico y geodiversidad. Página web. <<http://www.rediris.es/list/info/patrigeo.es.html>>
 34. VI Congreso Geológico de España, Zaragoza en 2004

35. Wimbledon, W.A.P., Andersen, S., Cleal, C.J., Cowie, J.W., Erikstad, L., Gonggrijp, G.P., Johansson, C.E., Karis, L.O. y Suominen, V. 1997. Geological World Heritage: GEOSITES – a global site inventory to enable prioritisation for conservation. Proceedings of the II Symposium of the European Association for the Conservation of the Geological Heritage. Memoire del Servizio Geologico d'Italia.
36. Zavala C., Bilberto y Lionel Fidel S. 2004. El Patrimonio Geológico en el Mundo. XI Congreso Peruano de Geología. Trabajo Científicos

ANEXO 1

MEDIDAS RECOMENDADAS PARA CADA GEOSITIO

Geositos	Propuestas
4.1 Lectoestratotipo Formación Bacunayagua	Señalizar y proteger mediante cerca que limite el acceso
4.2 Cantera de piedra de Cabezas	Establecer plan de manejo. Preservar, al menos, una parte de la cantera. Implantar medidas para recuperar restos fósiles
4.3 Cueva La Pluma	Establecer categoría como END
4.4 Mina de yeso	Conservar una sección de la cantera
4.5 Mina Margot	Utilizar para turismo especializado
4.6 Hipoestratotipo Formación Chirinos	Vincular a algún area del SNAP existente en el valle de Yumurí
4.7 Hipoestratotipo Miembro El Abra. Formación Canímar	Preservar un sector representativo que debe ser hallado entre las construcciones que se realizan. Proponer como END
4.8 Holoestratotipo de la Unidad Informal Margas Yucayo	Evitar su utilización como material de construcción
4.9 Holoestratotipo Formación Versalles	Solo cartel explicativo. Evitar excavación en cimientos de la iglesia
4.10 Holoestratotipo Formación Bellamar	Recomendar a Comisión Nacional del Léxico Estratigráfico definir lectoestratotipo
4.11 Dolina de los Plátanos	Cartel explicativo y cerca para impedir acceso y
4.12 Hipoestratotipo Formación Bellamar	Proponer al SNAP como END
4.13 Lectoestratotipo de la Formación Canímar	Atender por área cercana del SNAP

4.14	Cueva de Santa Catalina	Es parte de un área protegida
4.15	Sumidero de Alacranes	Colocar cartel explicativo y proteger con cercado. Proponer limpieza periódica
4.16	Cueva El Beato	Proponer como END al SNAP
4.17	Cenote Los Paticos	Proponer como END y como Monumento Nacional
4.18	Cueva de Chicharrones	Proponer al SNAP como END y la Comisión Nacional de Patrimonio como Monumento Nacional
4.19	Cenote Cocodrilo	Proponer como Monumento Local
4.20	Cenote El Infierno	Proponer como END
4.21	Holoestratotipo Miembro Cárdenas, Formación Bellamar	Colocar carteles explicativos. Preservar uno de los cortes de la cantera.
4.22	Holoestratotipo Formación Caobas	Preservar una sección de la cantera. Colocar carteles explicativos
4.23	Hipoestratotipo Formación Caobas	Solo cartel explicativo
4.24	Holoestratotipo Formación Coliseo	Preservar una sección de la cantera
4.25	Depresión cársica carretera Coliseo-San Miguel	Recomendadas medidas de manejo a director de agrupación del MINAGRI
4.26	Loma del Jacán	Proponer como END
4.27	Hipoestratotipo Formación Perla	Realizar delimitación de sección apropiada e impedir que continúe destrucción de talud
4.28	Yacimiento fosilífero Martí	Realizar investigaciones para determinar si presenta un yacimiento fosilífero igual a Breas de San Felipe.

4.29	Holoestratotipo Formación Peñón	Despejar camino, desmontar maleza. Colocar cartel explicativo
4.30	Cueva Afán	Proponer como END y Monumento Local. Eliminar clarias de sus estanques
4.31	Cueva Beruvides	Utilizar para turismo especializado
4.32	Lectoestratotipo Formación Colón	Realizar acciones por las autoridades municipales para rescatar una sección representativa de la cantera e impedir el vertimiento indiscriminado de basura.
4.33	Estratotipo Formación Arabos	Proponer como lectoestratotipo a la Comisión Nacional del Léxico Estratigráfico
	Ciénaga de Zapata	
4.34	Cueva de Caletón	Evacuación de escombros, paralización de construcción suprayacente. Protección
4.35	Caleta Buena Ventura	Colocar cartel explicativo
4.36	Desembocadura “río” Camarones	Proponer como END
4.37	Desembocadura río de Buena Ventura	Proponer como END
	Sistema Espeleolacustre de Zapata	
4.38	Cueva del Maja	Colocar cartel explicativo
4.39	Cenote El Brinco	Colocar cartel explicativo en sendero interpretativo Enigma de las Rocas
4.40	Dolina pantanosa de El Brinco	Colocar cartel explicativo
4.41	Cenote del Puente	Diferenciar dentro del sendero, colocar cartel explicativo y cerca que impida el acceso sobre el

	puente
4.42 Cenote Cuba-Checoslovaquia	Colocar cartel explicativo
4.43 Cenote XXXV Aniversario	Colocar cartel explicativo
4.44 Cueva de La Lechuza	Colocar cartel explicativo. No clasifica como geositios
4.45 Laguna fangosa de La Perdiz	Proponer como END
4.46 Laguna El Sábicu	Proponer como END junto al geosito anterior
4.47 Cantera antiguo aeropuerto Playa Girón	Proponer como Patrimonio Local. Señalizar por varias vías de acceso. Proteger
4.48 Pequeño cenote de Playa Girón	Colocar cartel explicativo
4.49 Dolina cársica inundada de Babiney	Preservarse para el turismo especializado. Colocar cartel explicativo
4.50 Caleta (ensenada) Buena	Proponer como Área Protegida de Recursos Manejable y como Monumento Nacional