

Propuesta de Geoconservación del Yacimiento Fosilífero de la Formación Vargas Peña al Oeste del Graben de Ypacaraí

SILVIA RAQUEL PANIAGUA VERA

Trabajo de grado presentado a la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales,
Universidad Nacional de Asunción, como requisito para la obtención del título de
Licenciatura en Ciencias Mención Geología, Departamento de Geología.

Universidad Nacional de Asunción
Facultad de Ciencias Exactas y Naturales

San Lorenzo - Paraguay

Junio – 2014

Propuesta de Geoconservación del Yacimiento Fosilífero de la Formación Vargas Peña al Oeste del Graben de Ypacaraí

SILVIA RAQUEL PANIAGUA VERA

Orientador: Prof. MSc. **Higinio Moreno Resquín.**

Co-Orientador: Prof. Dr. **Victor Velázquez Fernandez.**

Trabajo de grado presentado a la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad Nacional de Asunción, como requisito para la obtención del título de Licenciatura en Ciencias Mención Geología, Departamento de Geología.

Universidad Nacional de Asunción
Facultad de Ciencias Exactas y Naturales

San Lorenzo - Paraguay

Junio - 2014

Propuesta de Geoconservación del Yacimiento Fosilífero de la Formación Vargas Peña al Oeste del Graben de Ypacaraí

Este trabajo de grado fue aprobado por la Mesa Examinadora como requisito parcial para optar por el título de licenciatura, otorgado por la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad Nacional de Asunción.

SILVIA RAQUEL PANIAGUA VERA

Aprobado en fecha 27 de junio de 2014.

Comité Asesor de trabajo de grado:

1. Prof. MSc. Higinio Moreno Resquín
2. Prof. MSc. Narciso Cubas Villalba
3. Prof. Lic. Alfredo S. Garcete Gordillo
4. Prof. Lic. Luís García Martínez

.....
Prof. MSc. **HIGINIO MORENO RESQUIN**

Orientador

A mis Padres Gerardo Paniagua y Lourdes Vera de Paniagua
A mis Hermanas Lourdes Paniagua, y Celeste Paniagua.

DEDICO

AGRADECIMIENTO

A Dios, por ser el principal motor de mi vida, dándome el entendimiento y la fortaleza necesaria para que, junto con la intercesión de la Virgen María constituyan una fuente indispensable para el logro de mis objetivos.

A mis padres Gerardo Paniagua y Lourdes Vera de Paniagua por demostrarme que con esfuerzo, honestidad y responsabilidad podré alcanzar todas mis metas, agradecida estoy con ellos por el apoyo incondicional, la ayuda y el cariño que siempre me brindan. Así también agradezco a mis hermanas Lourdes y Celeste por estar pendiente de mis logros, por la paciencia, la ayuda y el acompañamiento que me dan.

A mi compañero de la vida David Añazco por estar siempre a mi lado, por dedicarme su tiempo, paciencia, consejos y comprensión en todo momento.

Agradezco al Prof. MSc. Higinio Moreno Resquín por orientarme pacientemente en la elaboración de este trabajo, dándome las mejores herramientas, motivación y recomendaciones necesarias para la culminación exitosa de mi carrera profesional.

Mi gratitud al Prof. Dr. Victor Velázquez Fernandez por participar como co-orientador en este trabajo, por su generosidad y apoyo incondicional, pues por medio de sus enseñanzas he podido dar inicio a investigaciones en el ámbito de la geoconservación, conociendo así, nuevos horizontes en el mundo de la geología.

A la Prof. Lic. Adela Dionisi, Prof. MSc. Narciso Cubas Villalba, Prof. Lic. Alfredo S. Garcete Gordillo, Prof. Lic. Luís García, por sus enseñanzas, sugerencias y recomendaciones tanto en la elaboración de este trabajo como durante el desarrollo de mis estudios.

Y por último agradezco a todos los miembros de la Universidad Nacional de Asunción, profesores, compañeros y amigos que de alguna forma han colaborado no sólo con mi formación académica y profesional sino también me han ayudado a crecer como persona.

Propuesta de Geoconservación del Yacimiento Fosilífero de la Formación Vargas Peña al Oeste del Graben de Ypacaraí

Autor: Silvia Raquel Paniagua Vera

Orientador: Prof. MSc. Higinio Moreno Resquín

Co-Orientador: Prof. Dr. Victor Velázquez Fernandez

RESUMEN

Las lutitas de la Formación Vargas Peña, del Grupo Itacurubí representan la edad Llandoveryana (435 Ma.) en la historia geológica del Paraguay. Esta formación está caracterizada por la presencia de una gran cantidad de fósiles invertebrados e ignofósiles, los cuales representan un elevado potencial cronoestratigráfico. Este yacimiento fosilífero situado al oeste del Graben de Ypacaraí precisa de estrategias de geoconservación, a fin de detener su destrucción y crear conciencia en la sociedad de manera a que generaciones futuras puedan acceder, estudiar y disfrutar de las riquezas que nuestro país posee.

Palabras-clave: Formación Vargas Peña, yacimiento fosilífero, geoconservación.

ABSTRACT

The shales of the Vargas Peña Formation, Itacurubí Group, represent a milestone of Llandovery age (435 Ma.) in the Paraguayan geological history. This formation is characterized by the presence of a large number of invertebrate fossils and ichnofossils, which have a high value in the chronostratigraphical correlations. This fossiliferous site located to the western of the Ypacaraí Graben requires of a

geoconservation strategy in order to minimize their degradation and to encourage the general community to have environmental awareness so as that the future generations can access, study and enjoy the wealth that our country has.

Keywords: Vargas Peña Formation, fossiliferous site, geoconservation.

TABLA DE CONTENIDO

1. INTRODUCCION	1
2. REVISION BIBLIOGRAFICA	4
2.1. Geoconservación	4
2.2. Los fósiles.....	4
2.3. Contexto Geológico.....	5
2.3.1. El Graben de Ypacaraí.....	5
2.3.2. Formación Vargas Peña	6
3. MATERIALES Y METODOS	9
3.3. Descripción del área de estudio.....	9
3.4. Geomorfología y Vegetación	10
3.5. Geología Regional	11
3.6. Geología Local	14
4. RESULTADOS Y DISCUSION	16
4.1. Cantera San Fernando	16
4.2. Ámbito Legal.....	16
5. CONCLUSIONES	18
6. ANEXO	20
7. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	23

1. INTRODUCCION

Nuevos enfoques de la geología han surgido con la incorporación del concepto de GEOCONSERVACIÓN, el cual ha sido desarrollado para dar un estudio integral de la naturaleza y buscar medios adecuados de conservación.

La geoconservación tiene como objetivo preservar la diversidad natural, y reconoce que los componentes no vivos del entorno natural son tan importantes, para la conservación de la naturaleza, como los componentes de vida, y tan necesitado de adecuada gestión. Por ello, la geoconservación es una base esencial para bioconservación (Sharples, 2002).

En el Paraguay, todavía son escasas las áreas de interés geológico que han sido protegidas por ley, sin embargo, a pesar de que no existe una estrategia de geoconservación a nivel nacional, la Secretaría del Ambiente (SEAM) a través del Sistema Nacional de Áreas Protegidas del Paraguay (SINASIP), ya ha dado inicio a estas actividades, cumpliendo con las políticas de conservación y la regulación de la Ley N° 352/94 “De Áreas Silvestres Protegidas”.

En la región Oriental del Paraguay, existen numerosas ocurrencias geológicas que albergan valiosas informaciones sobre la evolución histórica del planeta Tierra. Entre ellas, representando al Silúrico (435 Ma.), se encuentran varias áreas fosilíferas interesantes desde el punto de vista científico y educacional, que con urgencia necesitan de una adecuada gestión para la conservación, ya que presenta un alto porcentaje de devastación debido a las actividades antrópicas.

Bioestratigráficamente la secuencia silúrica en el Paraguay Oriental se caracteriza por su alto contenido fosilífero, incluyendo los tipos Graptolites, Trilobites, Bivalvos, Gastrópodos, permite ubicar éstos sedimentos en el Llandoveryano (Silúrico Inferior) (Escobar, 1978).

Así también, en los alrededores del Graben de Ypacaraí existen numerosos afloramientos pertenecientes al Grupo Itacurubí, el cual, fue dividido en tres formaciones, presentadas en la secuencia de abajo hacia arriba; Arenisca Ayala, Lutita Vargas Peña y Arenisca Cariy (Harrington, 1972).

Tabla 1. Columna Estratigráfica del Paraguay Oriental

Geocronología		Ma.	Paraguay Oriental	
Cenozoico	Cuaternario	1,6	Cuaternario	
	Terciario		Terciario/Cuaternario indiferenciado	
Mesozoico	Cretácico	65	Suite intrusiva Ñemby	
			Gr. Asunción/Fm. Acaray	
	Jurásico	135	Suite Magmática Sapucaí/Alto Paraná	
			Fm. Ybytymí	Fm. Misiones
	Triásico	205		
Paleozoico	Pérmico	250	Grupo Independencia	
	Carbonífero	290	Fm. Cnel. Oviedo	
		355		
	Devónico	410	Gr. San Pedro o Fm. Arroyos y Esteros	
	Silúrico		Gr. Itacurubí	
	Ordovícico	438	Gr. Caacupé	
	Cámbrico	510		
		570	Suite Magmática Caapucú/San Ramón	
Proterozoico	Precámbrico	570	Gr. Paso Pindó	
			Subcratones Río Apa y Río Tebicuary	

Modificado del Mapa Geológico del Paraguay, escala 1:1.000.000, PROYECTO PAR 83/005, 1986; González 2000.

La Lutita Vargas Peña, en la localidad tipo, cantera Vargas Peña, Harrington (1972), lo describe como lutitas micáceas blancas, a veces teñidas de amarillo, pardo y rojo. Los estratos están controlados por fallas secundarias relacionadas con la zona

principal del fallamiento que traza el borde occidental del Graben de Ypacaraí. Una gran cantidad de fósiles marinos se encuentran en esta formación.

En este contexto, el área de estudio, perteneciente al yacimiento fosilífero de la Formación Vargas Peña, situado al Oeste del Graben de Ypacaraí, en el Departamento Central, proporciona características peculiares para promover la concienciación para el desarrollo la geoconservación, mediante la delimitación del área de estudio y la caracterización del yacimiento fosilífero perteneciente a la Formación Vargas Peña, de tal manera a contribuir a la conservación y utilización de los elementos paleontológicos como medio de transmisión de conocimientos para el desarrollo de actividades futuras.

2. REVISION BIBLIOGRAFICA

2.1. Geoconservación

La geoconservación se define como la conservación de la geodiversidad por sus valores intrínsecos, ecológicos y geológicos del patrimonio, donde la geodiversidad significa, el rango (o diversidad) de los datos geológicos (roca madre), geomorfológicos (relieve) y las características del suelo, sistemas y procesos (Sharples. 2002).

La geoconservación trata de la protección de la geodiversidad, las formas de conservación, ya sean naturales o culturales, las cuales han sido desarrollados alrededor de más de 100 años en Tasmania, en Europa, Nueva Zelanda y los EE.UU. donde sin duda el concepto occidental de la conservación tiene sus raíces (Dixon 1995).

El mismo autor menciona que Nueva Zelanda tiene una larga historia de conservación de la naturaleza a partir de 1887 con la creación del Parque Nacional de Tongariro, el cual cubre el área donde se encuentran los volcanes activos. También cuenta con reservas que cubren los sitios kársticos, geotérmicos, ígneos, minerales, fósiles y tipos de suelo. Además poseen un inventario que incluye más de 3.500 sitios de geoconservación.

En la geología del sistema de parques de los Estados Unidos, se da particularmente gran protagonismo a la interpretación geomorfológica (Dixon, 1995).

2.2. Los fósiles

Testimonios o pruebas actuales de la vida transcurrida en las diversas épocas geológicas, conservadas en la corteza terrestre, se denominan fósiles, y la paleontología o paleobiología es la ciencia que se ocupa de reconstruir, sobre la base

de esos restos, las características fisiológicas y morfológicas de los organismos del pasado, sus relaciones con el medio que habitaron y las leyes que rigieron su existencia y desarrollo. La Paleontología está, pues, íntimamente relacionada con la Biología y la Geología (Camacho, 1966).

La palabra “fósil” viene del latín *fodere* (cavar, excavar), *fossilis* (obtener excavando). Todo fósil ha resultado de un conjunto de condiciones que debieron cumplirse en la naturaleza, las que fueron determinadas por: la naturaleza del organismo, el lugar y su modo de vida, las condiciones de sepultamiento, y los diferentes procesos de fosilización (Camacho, 1966).

El mismo autor en el 2007 menciona que los icnofósiles o trazas fósiles son estructuras sedimentarias producidas biológicamente, que incluyen huellas, pisadas, rastros, orificios, perforaciones, bolitas fecales (pellets) y otras evidencias de la actividad de los seres vivos. Se considera a un yacimiento fósil, como el resultado de la transformación de una asociación viviente (biocenosis), se han reconocido distintas asociaciones de fósiles que suceden durante el proceso de fosilización.

2.3. Contexto Geológico

2.3.1. El Graben de Ypacaraí

Harrington en 1950 denominó a la depresión de Ypacaraí, como un valle casi rectilíneo de rumbo NNW-SSE, que alcanza unos 65 kilómetros de largo por 6 a 8 de ancho y que se extiende desde el río Paraguay hasta el pueblo de Paraguarí, siendo ocupada la mitad norte por el Lago Ypacaraí. El valle está flanqueado en ambos lados por sierras bastante altas y abruptas, que sugieren escarpas de fallas.

El mismo autor describe que al norte de Paraguarí y en el flanco oriental del valle, encontró afloramientos del Silúrico inferior (435 Ma.) en el Cerro Jhú y a un kilómetro más al centro, es decir, al oeste del valle, a un nivel más bajo en el Cerro Cristo Redentor, se encontraron rocas pérmicas, motivo por el cual denominó al valle de Ypacaraí como un verdadero Graben.

Parecería pues, que el Graben se hubiera originado por desplazamiento opuesto de dos fallas rotacionales subparalelas o de dos zonas de fallas. La oriental

habría alcanzado mayor rechazo en la extremidad austral de la depresión, mientras que la occidental lo habría tenido en la extremidad norte de la misma (Harrington 1950).

2.3.2. Formación Vargas Peña

Beder y Windhausen, citado por Dionisi (1999) fueron los primeros en realizar los estudios geológicos y paleontológicos, respectivamente, en las sedimentitas que posteriormente Harrington (1950) denominó Serie Itacurubí. El mismo autor asigna dentro de este grupo a las arcillas encontradas en la cantera Vargas Peña.

Harrington (1950) describió dos secuencias sedimentarias bajo los nombres de Serie de Caacupé y Serie de Itacurubí. Nombres que posteriormente fueron cambiados por el mismo autor (1956) a Grupo Caacupé y Grupo Itacurubí, asignado al Grupo Caacupé una edad Silúrica (435 Ma.) y manteniendo la edad Devónica (410 Ma.) para el Grupo Itacurubí, siendo éstas adoptadas por Eckel (1959).

Según Wolfart (1961) la parte superior del Grupo Itacurubí se halla constituida por areniscas finas a medias, intercaladas con arcillas y siltitas. El mismo autor designó a este grupo, una edad Llandoveryana inferior (435 Ma.) debido a la presencia de restos de diplograptidos. Estas afirmaciones también fueron confirmadas por Putzer (1962).

Las consideraciones de Wolfart (1961) y Harrington (1950-1956) se pueden apreciar en la tabla 2.

Harrington (1972) describió detalladamente unidades estratigráficas, las cuales son resumidas en la tabla 3.

Tabla 2. Consideraciones de Wolfart (1961) y Harrington (1950-1956)

Edad	Wolfart (1961)	Harrington (1950-1956)		Edad
Llandoveryano inferior (435 Ma.)	Arenisca del Cerro Perro	Grupo Itacurubí		Devónico inferior (410 Ma.)
	Lutitas de Vargas Peña			
	Arenisca de Eusebio Ayala			
Llandoveryano inferior (?) (435 Ma.)	Arenisca de Caacupé	Arenisca de Piribeuy	Grupo Caacupé	Silúrico inferior (435 Ma.)
Ordovícico (?) (500 Ma.)	Conglomerado Basal	Conglomerado de Paraguairí		
	Precámbrico (?) (3.600 Ma.)	Proterozoico (?) (2.500 Ma.) y Arqueozoico (?) (3.600 Ma.)		

Tabla 3. Formaciones según Harrington (1972) y otros autores.

Formaciones según Harrington (1972)	Formaciones según otros autores	
Arenisca Cariy: no menos de 100 m. de espesor, ambiente marino, probablemente nerítico a subproximal.	Areniscas del Cerro Perro y parte de las areniscas de Eusebio Ayala	Grupo Itacurubí: 300-350 m. de espesor, Llandoveryano Inferior
Lutita Vargas Peña: 10-20 m. de espesor, ambiente marino, probablemente somero, nerítico proximal.	Lutita Vargas Peña.	
Arenisca Ayala: 200-250 m. de espesor, probablemente nerítico a sub litoral.	Areniscas Eusebio Ayala	
Arenisca Tobati: 150-200 m. de espesor, ambiente marino somero, en parte fluvial.	Parte superior de las Areniscas de Caacupé y de Piribeuy	Grupo Caacupé: 700 a 750 m. de espesor, Llandoveryano Inferior
Arenisca Cerro Jhú: 450-500 m, ambiente marino somero.	Parte Inferior de las Areniscas de Caacupé y de Piribeuy.	
Conglomerado Paraguairí: ambiente fluvial.	Conglomerado Basal.	

Orué et al. (1992) modificó la estratigrafía del Grupo Itacurubí, diferentes a aquellas propuestas por Harrington (1972). Este autor sugirió la denominación de

Eusebio Ayala, englobando las formaciones Vargas Peña y Cariy, la Formación Boquerón como unidad inferior y la Formación Isla Pucú como unidad superior.

Las denominaciones más aceptadas y utilizadas fueron las de Harrington (1972), por autores posteriores tales como Proyecto PAR 83/005 (1986); Escobar (1987); Ciguel et. al. (1987); Ciguel (1988); Ciguel y Orué (1990) entre otros.

Harrington (1972) menciona que tanto la Arenisca Eusebio Ayala, la Lutita Vargas Peña como la Arenisca Cariy han proporcionado abundantes restos fósiles, el ensamble de las tres unidades representan una sola fauna, y la edad Silúrico temprano (Llandoveryano inferior) (435Ma.) de dicha fauna fueron identificados por Turner (1959) como *Diplograptus modestus* Lapworth subsp., *Climacograptus innotatus* Nicholson cfr., y *Climacograptus innotatus brasiliensis* Ruederman.

3. MATERIALES Y METODOS

3.3. Descripción del área de estudio

El área de estudio se encuentra localizada en la región Oriental del Paraguay, en el Departamento Central, en la compañía de Ybyraty, en el distrito de Itauguá a 33 km de la ciudad de Asunción con coordenadas $25^{\circ}22'42.27''\text{S}$ – $57^{\circ}19'44.26''\text{O}$ como se observa en la figura 1. La cantera San Fernando dista a 2,5 km. De la Avenida Mariscal Estigarribia, siendo la calle Mariscal López la principal vía de acceso (Fig. 2).

El clima de la zona se caracteriza de subtropical a húmedo, con temperatura media entre 21 y 27 °C, el promedio de lluvia es de febrero a octubre (Abate, 2000).

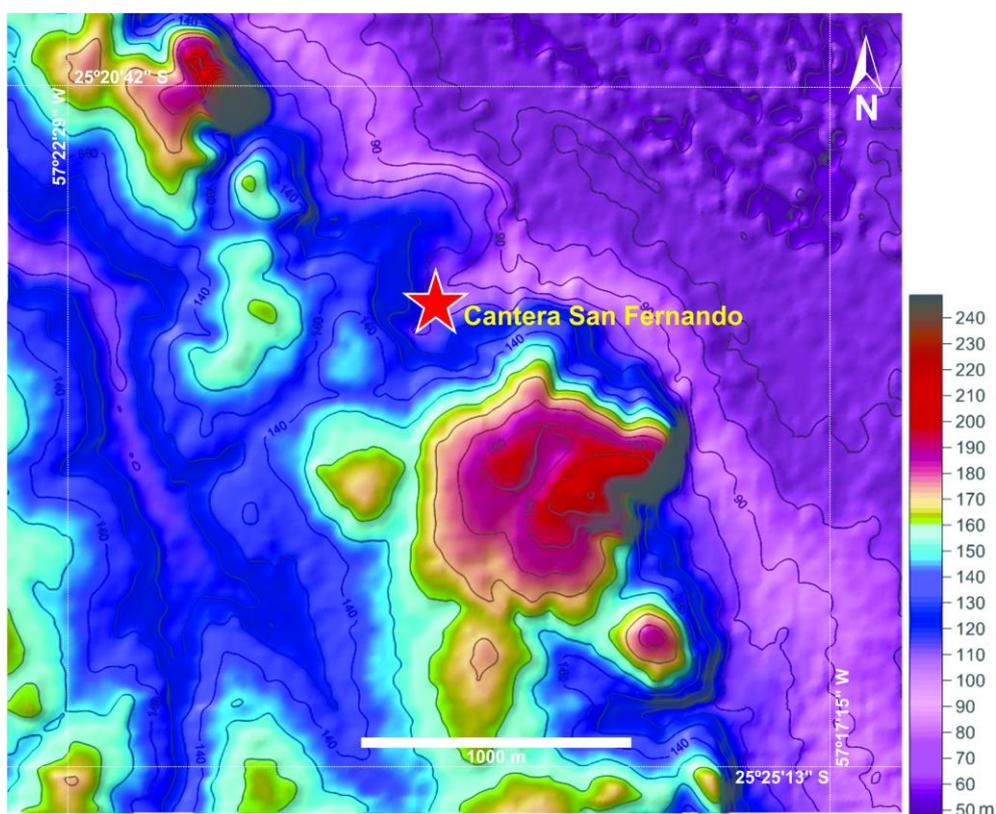


Figura 1. Modelo digital del terreno mostrando la topografía de la región y la localización de la cantera San Fernando (base de datos SRTM-IUGS).

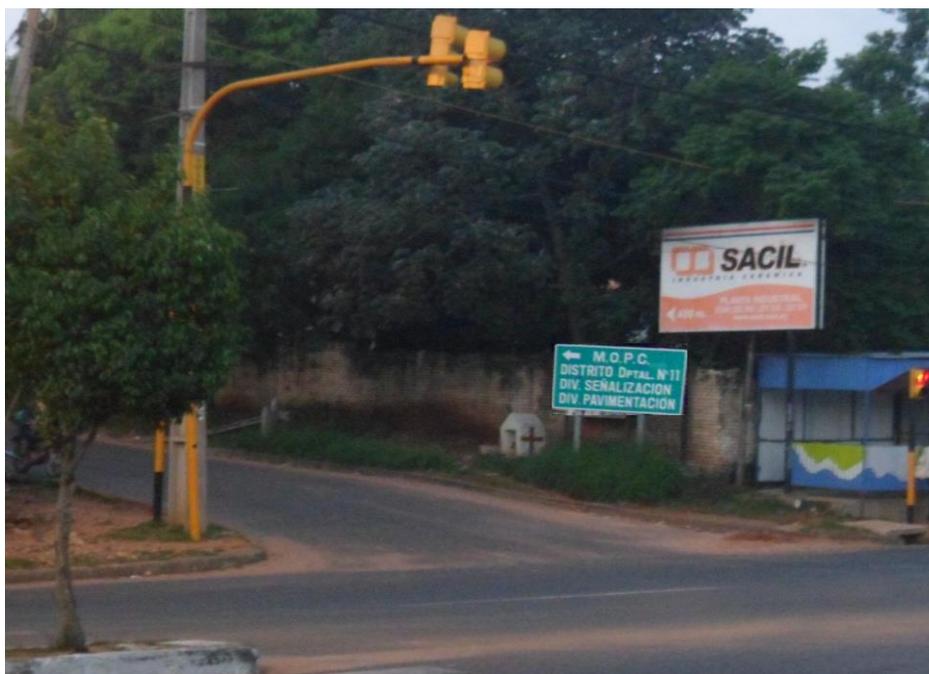


Figura 2. Vía de Acceso a la cantera de Vargas Peña.

3.4. Geomorfología y Vegetación

El relieve se clasifica geomorfológicamente como planicie de inundación con un promedio de 100 a 130 m.s.n.m., la vegetación predominante es arbustiva y herbácea (Fig. 3).



Figura 3. Area de estudio cubierta por arbustos en gran parte.

3.5. Geología Regional

La depresión o "graben", de Ypacaraí, se menciona en todos los trabajos anteriores como la estructura geológica más importante del Paraguay, considerada entonces, como generalmente simple (Harrington, 1950 y 1956; Eckel, 1959; y Putzer, 1962). Este valle con gran expresión en el relieve, generalmente llano del país, resultante del relleno sedimentario Terciario/Cuaternario, se extiende aproximadamente en dirección N 30°W, abarcando 70 km. desde Paraguarí, al S, hasta Villa Hayes, en el N, y variando su ancho entre 6 y 10 km (Proyecto PAR 83/005.1986).

Harrington (1950 y 1956), considera que este valle fue causado por movimientos verticales originando un gran "graben", en el que el borde occidental de la depresión se hundió varios centenares de metros con respecto al borde oriental.

Degraff et. al. (1981), llevó a cabo un estudio geofísico consistente de gravimetría y magnetimetría, a lo largo de una línea por la Ruta 2, que atraviesa el Valle de Ypacaraí, desde San Lorenzo hasta Eusebio Ayala. Los autores concluyen que la existencia de fallas normales de dirección N-S, en la zona ubicada al W del valle, cuyos lados occidentales habrán descendido 925 y 1.125 metros como máximo, con respecto a sus lados orientales. Así también el análisis de los datos geofísicos indica, que el borde oriental del valle no está asociado genéticamente con una falla de rechazo vertical y de dirección noroeste. El valle de Ypacaraí habría evolucionado por erosión selectiva, a lo largo de una falla de cizallamiento de sentido dextrógiro, que correría actualmente a lo largo del valle (Proyecto PAR 83/005.1986).

En esta área aflora en el Ordovícico superior de sedimentación continental del Grupo Caacupé, con los conglomerados fluviales de la Formación Paraguarí. El mar, en esta época, se encontraba hacia el NW y el flujo de detritos terrígenos era proveniente del E (Proyecto PAR 83/005.1986).

La secuencia deposicional, que comienza en el Ordovícico superior con el Grupo Caacupé, sigue hasta el Silúrico inferior (Llandoveryano) con el Grupo Itacurubí, caracterizando una ingresión marina que rellena la cuenca. La dirección de

la cuenca Silúrica lo caracteriza como una unidad estructural autónoma. La faja de afloramientos de las rocas Silúricas en el Paraguay, en ángulo bien marcado con la faja de sedimentos más jóvenes del gondwana, de la Cuenca del Paraná, indica muy claramente la orientación de la antigua cuenca (Proyecto PAR 83/005.1986).

El espesor preservado de la secuencia Silúrica, con poco menos de 1.000 m y el pequeño espesor del conglomerado basal de origen fluvial (10 m), luego seguido por areniscas con características cada vez más marinas hasta su recubrimiento por los sedimentos más pelíticos con fósiles marinos del Llandoveryano, además del perfecto interdigitamiento entre las facies presentes, indican una ingesión marina relativamente rápida (Proyecto PAR 83/005.1986).

Harrington (1950 y 1956) y Putzer (1962), sugieren que las lutitas de la Formación Vargas Peña, aflorantes al Oeste del Valle de Ypacaraí se han hundido con respecto a su continuación al Este del valle y estiman un desplazamiento vertical de 600 m, a través del valle. Los dos autores basan sus conclusiones en el hecho de que, tanto la litología, como la sucesión estratigráfica, además del contenido fosilífero de estas unidades en ambos bordes del valle son idénticos, lo que se considera estratigráficamente admisible.

Harrington (1950), asignó una edad Silúrica (435 Ma.) al Grupo Caacupé y una edad Devónica (410 Ma.) para el Grupo Itacurubí, siendo éstas aceptadas por Eckel (1959). Según Wolfart (1961) la parte superior del Grupo Itacurubí se halla constituida por areniscas finas a medias, intercaladas con arcillas y siltitas. El mismo autor designó a este grupo, una edad Llandoveryana inferior (435 Ma.) debido a la presencia de restos de diplograptidos.

Harrington (1972) menciona que el Grupo Itacurubí ha proporcionado abundantes restos fósiles, representando una sola fauna (Anexo 1). La edad Silúrico temprano (Llandoveryano inferior) (435 Ma.) de dicha fauna fueron identificados por Turner (1959) como *Diplograptus modestus* Lapworth subsp., *Climacograptus innotatus* Nicholson cfr., y *Climacograptus innotatus brasiliensis* Ruederman.

Escobar (1987) describe a La Formación Eusebio Ayala como areniscas amarillo-rojizo a marrón oliva, grano fino a mediano, camadas delgadas a gruesa

bien estratificadas, intercaladas con lutitas de color rojizo, verdoso y amarillento. La sedimentación es de carácter fluvial y se encuentra interdigitada con lutitas de la Formación Eusebio Ayala indicando su origen continental. (Proyecto PAR 83/005. 1986). La Arenisca Ayala, que forma la parte inferior del grupo Itacurubí suprayace concordantemente sobre la arenisca Tobatí y es cubierta por la Lutita Vargas Peña. Estas camadas fueron depositadas en un ambiente marino variado desde nerítico proximal a sub-litoral. (Harrington 1972). Según Degraff (1982), la asociación fosilífera de esta formación es la siguiente:

Tabla 4. Fósiles invertebrados de la Formación Eusebio Ayala

Formación Eusebio Ayala	
Fósiles Invertebrados	Autor
<i>Eocoelia paraguayensis.</i>	Harrington. Amos y Boucot
<i>Australostrophia</i> sp.	Indeterminado.
<i>Orthoceratidas</i>	Indeterminado.
<i>Trimerus</i> sp.	Indeterminado.
<i>Dalmanites</i> sp.	Indeterminado.

La Formación Cariy, Escobar (1987) describe como areniscas amarillentas, marrón grisáceas y marrón rojizas, de grano mediano a fino, con camadas finas a masivas y algunas intercalaciones de lutitas grisáceas. Representa indudablemente un evento regresivo (Proyecto PAR 83/005.1986). La arenisca Cariy, que forma la parte superior del Grupo Itacurubí suprayace concordantemente con la Lutita Vargas Peña y es suprayacida discordantemente por depósitos glaciales del Paleozoico superior. Las areniscas y las lutitas arcillosas intercaladas fueron depositadas en un ambiente marino, probablemente variando entre nerítico proximal a sublitoral. (Harrington 1972). Los fósiles presentes en esta formación según Degraff (1982) son:

Tabla 5. Fósiles Invertebrados de la Formación Cariy.

Formación Cariy	
Fósiles Invertebrados	Autor
<i>Pavosites</i> sp.	Indeterminado.
<i>Lingula</i> sp. att.	L. oliverai, M. Alzola.
<i>Eocoelia paraguayensis</i> .	Harrington. Amos y Boucot
<i>Australostrophia</i> sp. nov.	A. Conradii Wolfart, Harrington.
<i>Strophoménido</i> .	Indeterminado.
<i>Camamotoechia?</i> sp.	Indeterminado.
<i>Ctenodonta?</i> sp.	Indeterminado.
<i>Nuculites opistoxystomus</i> .	Harrington.
<i>Nuculana?</i> sp.	Indeterminado.
<i>Eotomaria</i> sp.	Indeterminado.
<i>Murchisonia (hormotoma)</i> sp.	Indeterminado.
<i>Calymene boettneri</i> .	Harrington.
<i>Calymene</i> sp.	Indeterminado.
<i>Diacalymene</i> sp. att.	D. crassa Shirley.
<i>Phacopina (Scothiella) pennoana</i> .	Wolfart.
<i>Phacopina (Scothiella) itacurubensis</i> .	Harrington.
<i>Proetus</i> sp.	Indeterminado.
<i>Trimerus?</i> sp.	Indeterminado.
<i>Trimerus (Trimerus)</i> sp. nov.	Indeterminado.
<i>Climacograptus innotatus brasiliensis</i> .	Ruderman.
<i>Diplográptido</i> .	Indeterminado.
<i>Diplograptus?</i> sp.	Wolfart.
<i>Tentaculites</i> sp.	Indeterminado.
<i>Skolithos</i>	Indeterminado.

3.6. Geología Local

La Formación Vargas Peña, Harrington (1972) describe en su localidad tipo cantera Vargas Peña como lutitas alteradas a arcilla micácea blanca, a veces teñida de amarillo, marrón y rojo, fallas secundarias relacionadas con la zona principal de fallamiento del borde occidental de graben de Ypacaraí afectan los estratos de esta formación, las lutitas arcillosas alternan tectónicamente con areniscas masivas de color marrón claro a rojo con estratificación entrecruzada. El contacto inferior es transicional con la Formación Eusebio Ayala y el superior al igual con la Formación Cariy. (Proyecto Par 83/005. 1986). Escobar (1978), confirmó la edad Silúrica

inferior (435 Ma.) para los fósiles encontrados en esta formación. Los estratos son claramente de origen marino y muy probablemente depositado en un ambiente proximal nerítico, poco profundo. Según Degraff (1982) citado por El Proyecto PAR 83/005 (1986), la existencia fosilífera de edad del Silúrico Inferior (Llandoveryano) es la siguiente:

Figura 6. Fósiles Invertebrados de la Formación Vargas Peña

Formación Vargas Peña	
Fósiles Invertebrados	Autor
<i>Lingula</i> sp.	Indeterminado.
<i>Lingula</i> sp., <i>Lingula lamella</i> .	Clarke.
<i>Anabaia paraia</i> .	Clarke.
<i>Eocoelia paraguayensis</i> .	Harrington. Amos y Boucot
<i>Praectenodonte</i> sp.	Indeterminado.
<i>Ctenodonta</i> sp.	Indeterminado.
<i>Anodontopsis?</i> sp. cf.	A. austrina Clarke.
<i>Nuculites opistoxystomus</i> .	Harrington.
<i>Nuculites</i> sp. cf.	N. brasilianus Clarke.
<i>Nucula?</i> sp.	Indeterminado.
<i>Palaeoneilo?</i> sp.	Indeterminado.
<i>Ulrichospira?</i> sp.	Indeterminado.
<i>Eotomaria</i> sp.	Indeterminado.
<i>Orthocerátido</i> .	Indeterminado.
<i>Hyolithes sphenomorphus</i> .	Harrington.
<i>Hyolithe guaraniensis</i> .	Wolfart.
<i>Tentaculites</i> sp.	Indeterminado.
<i>Tentaculites</i> sp. et.	T. trombetensis Clarke.
<i>Dalmanites</i> sp.	Indeterminado.
<i>Calymene boettneri</i> .	Harrington.
<i>Flexicalymene (Flexicalymene)</i>	Indeterminado.
<i>Climacograptus innotatus brasiliensis</i> .	Ruederman.
<i>Diplograptus modestus</i>	Lapworth.
<i>Monograptus</i> sp.	Indeterminado.
<i>Calloconullaria</i> sp.	Indeterminado.
<i>Artrophyucus</i> sp.	Indeterminado.
<i>Crinoideos</i> .	Indeterminado.

La presencia de *Climacograptus innotatus brasiliensis* Ruederman, constituye el mejor elemento para datar la asociación faunística en el Llandoveryano inferior (435 Ma.) (Escobar, 1978).

4. RESULTADOS Y DISCUSION

4.1. Cantera San Fernando

El estudio para presente trabajo se lleva a cabo en la cantera denominada “San Fernando” dedicada a la extracción de lutitas para material de construcción (Anexo 2). Presenta un alto porcentaje de degradación que ha sufrido con el correr de los años (Anexo 3).

La misma está constituida por varias áreas de explotación, la mayor de ellas mide aproximadamente 220 m de largo y 120 m de ancho. Rodeando a esta mayor existen aproximadamente otras 17 áreas de explotación de menor tamaño, totalmente cubiertas de agua y otras inclusive generando un ecosistema acuático.

Al Este de la cantera desemboca un curso de agua en forma de cascada el cual atraviesa toda la cantera, llenando las antiguas explotaciones, convirtiéndolas en pequeñas lagunas. A metros de la misma existe otro pequeño cauce de agua, que ya comienza a afectar las paredes del afloramiento fosilífero, poniendo en peligro la conservación de los mismos.

4.2. Ámbito Legal

Dentro del ámbito legal, el Estado paraguayo, a través del Artículo 81 de la Constitución Nacional, establece el valor cultural a los restos paleontológicos, y expresa lo siguiente “Del patrimonio cultural: Se arbitrarán los medios necesarios para la conservación, el rescate y la restauración de los objetos, documentos y espacios de valor histórico, arqueológico, paleontológico, artístico o científico, así como de sus respectivos entornos físicos, que hacen parte del patrimonio cultural de la Nación.

El Estado definirá y registrará aquéllos que se encuentren en el país y, en su caso, gestionará la recuperación de los que se hallen en el extranjero. Los organismos competentes se encargarán de la salvaguarda y del rescate de las diversas expresiones

de la cultura oral y de la memoria colectiva de la Nación, cooperando con los particulares que persigan el mismo objetivo. Quedan prohibidos el uso inapropiado y el empleo desnaturalizante de dichos bienes, su destrucción, su alteración dolosa, la remoción de sus lugares originarios y su enajenación con fines de exportación.”

Por otro lado, el Artículo 4 inc. b) de la Ley N° 946/82 “De Protección a los Bienes Culturales”, establece “Son bienes culturales bajo la protección de esta ley ...

b) restos paleontológicos, arqueológicos, antropológicos, etnográficos e históricos; ...”

5. CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos permiten llegar a las siguientes conclusiones:

El yacimiento fosilífero de la Formación Vargas Peña es registro de la evolución tectónica y estratigráfica de la Cuenca del Paraná, proporcionando de esta manera un importante aporte a la ciencia, revelando la historia geológica del planeta Tierra. Esta formación corresponde al Grupo Itacurubí, representa un elevado potencial cronoestratigráfico, gracias a su registro fósil, tales como *Diplograptus modesus* Lapwort subsp., *Climacograptus innotatus* Nicholson cf., *Climacograptus innotatus brasiliensis* Ruederman. Identificados por Tuner (1959), fue posible datar esta asociación faunística en el Periodo Silúrico Inferior o Llandoveryano (435 Ma.). De no ser por la presencia de estos graptolitos, la edad de la sedimentación sería imprecisa, debido a que la asociación de braquiópodos y trilobites sugieren una edad más reciente. Sin embargo, la extensa lista de fósiles encontrados en esta formación, donde cada uno de ellos y en conjunto cumple un papel indispensable en la reconstrucción de la historia paleontológica.

La valorización del yacimiento fosilífero radica en la concienciación de la importancia del mismo no sólo para la comunidad científica sino también para el público en general. La cual puede ser alcanzada mediante la divulgación del mismo. En este contexto los fósiles poseen características insustituibles, siendo necesaria su conservación para mantener la integridad del material, evitando que sean degradadas por actividades humanas. Además de la ocurrencia fosilífera, la Formación Vargas Peña alberga innumerables características geológicas que generan a su vez un valioso contenido pedagógico para la enseñanza y el aprendizaje en los diversos ámbitos de las ciencias de la Tierra. Generalmente el conocimiento netamente teórico no es suficiente para la adecuada comprensión, siendo los trabajos de campo fundamentales para complementar el contenido científico, proporcionando una mejor percepción *in situ* de las diferentes situaciones o problemas abordados. La

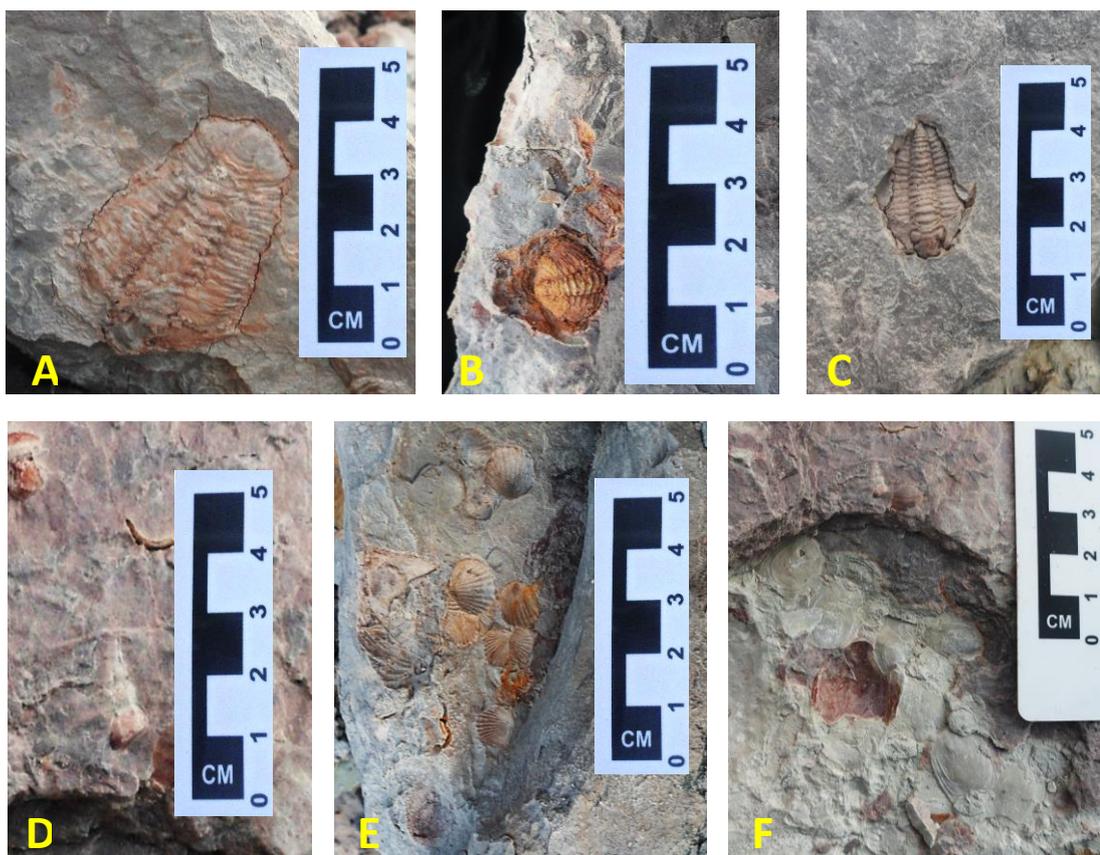
conservación de este patrimonio lo convertiría en un verdadero laboratorio del cual surgirían numerosas publicaciones científicas o proyectos diversos que enriquecerían ampliamente a la historia geológica tanto a nivel nacional como internacional.

Entre los diversos afloramientos de esta formación, la cantera San Fernando, debido a su fácil acceso y a su proximidad a la capital, es una de las más visitadas por el público en general, por estudiantes tanto del nivel primario, secundario como universitario, y por sobre todo por geólogos y paleontólogos, convirtiéndose de esta manera en un punto geológico con condiciones propicias para el turismo. Los fósiles son el principal atractivo de los visitantes, además de la excelente disposición de las estratificaciones, litologías y estructuras tectónicas. La adecuada gestión, manejo y monitoreo constante del lugar, deben garantizar el éxito de la geoconservación y el geoturismo. Para su mejor aprovechamiento es indispensable dotarlo de informaciones y medios interpretativos que faciliten el reconocimiento y la importancia de las ocurrencias geológicas del lugar, esto se podría realizar por medio de paneles explicativos, visitas y recorridos guiados, además de una buena señalización y acceso al lugar. Este hecho no sólo beneficiaría a los visitantes sino también a la comunidad de la compañía Ybyraty, ya que el turismo impulsaría el desarrollo económico y cultural local.

En los últimos días se han dado iniciativas de cumplimiento del Artículo 81 de la Constitución Nacional, sin embargo es necesario que se realice con suma urgencia y adecuada gestión, teniendo en cuenta que, además de la cantera mencionada en este trabajo, existen otras más recientes, que poco a poco van acabando con los valiosos registros geológicos de esta formación.

Merece destacar que, la realización de un mapeamiento geológico de esta formación a una escala de mayor detalle es altamente aconsejable, con el objetivo de esclarecer los rasgos geológicos y la dimensión del mismo.

6. ANEXO



Anexo 1. Fósiles de la Formación Vargas Peña en la cantera de San Fernando. A- Trilobites, *Calymene boettneri* Harrington. B- Pigidio de trilobites. C- Trilobites, *Calymene boettneri* Harrington. D- Gasterópodo. E- Braquiópodo, *Eocoelia paraguayensis* Harrington. Amos y Boucot. F- Molusco, *Ctenodonta* sp. indeterminado.



Anexo 2. Cantera de San Fernando, localizada en la compañía de Ybyraty, Itauguá.



Anexo 3. Degradación del yacimiento fosilífero en la Cantera de San Fernando (Coordenadas 25°22'42.27"S – 57°19'44.26"O) A- Imagen satelital del año 2009. B. Imagen satelital del año 2013. (Fuente: Google Earth 2014).

7. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

CAMACHO, H. 1966. Invertebrados Fósiles. 3ª ed. Buenos Aires. Argentina. Eudeba. 708p.

CAMACHO, H. et al. 2007. Los Invertebrados Fósiles. 1ª ed. Buenos Aires. Argentina: Fundación de Historia Natural Félix de Azara: Universidad Maimónides. 800p.

DIONISI, A. 1999. Mapa Geológico de la República del Paraguay: Hoja Caacupé 5470. Asunción, PY, MOPC, BGR. Esc. 1:100000 (Texto Explicativo).

DIXON, G. 1995. Geoconservation: An International Review and Strategy for Tasmania; A Report to the Australian Heritage Commission, Occasional Paper No. 35, Parks & Wildlife Service, Tasmania.

ESCOBAR, A. 1978. Contribución al conocimiento de los invertebrados marinos de la Lutita Vargas Peña (Silúrico inferior de las zonas de Ypacarai e Itauguá, Paraguay Oriental). Universidad Nacional de Asunción. Instituto de Ciencias Básicas. Asunción. 55p.

ESCOBAR, A. 1987. Estado actual de conocimiento del Silúrico-Devónico en el Paraguay. Inf. Cient. Vol. 5. Nº 1. Universidad Nacional de Asunción. Instituto de Ciencias Básicas. San Lorenzo. 45p.

HARRINGTON, H. J. 1950. Geología del Paraguay Oriental. Univ. Buenos Aires. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Tomo 1. Serie E. Geología. 89p.

HARRINGTON, H. J. 1956. Paraguay In: Handbook of South American Geology: Geol. Soc. Am. Men. Washington. 114p.

HARRINGTON, H. J. 1972. Silurian of Paraguay. In: Correlatiion of South American Silurian rocks. Geol. Soc. Am. 50p.

PROYECTO PAR 83/005 1986. Mapa Geológico del Paraguay 1:1.000.000. P.N.U.D. – M.D.N. Asunción. Texto Explicativo.

PUTZER, H. 1962. Die Geologie von Paraguay. Beitrage Reg. Geol. Erde. Bd. 2 Berlin. 183p.

SHARPLES, C. September. 2002. Concepts and Principles of Geoconservation. Published electronically on the Tasmanian Parks & Wildlife Service website. (Version 3).

WOLFART, R. 1961. Stratigraphie und Fauna des alterer Palaozoikums (Sil./Devon.) in Paraguay. Hannover. 102p.