

**CARACTERIZACIÓN MORFO-ESTRUCTURAL DEL VALLE DE
YPACARAI, REGIÓN ORIENTAL, MEDIANTE LA APLICACIÓN
DEL SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA (SIG)**

FEDERICO PASCUAL ARGÜELLO SOLIS

Orientador: Prof. MSc. Narciso Cubas Villalba

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

Universidad Nacional de Asunción

Facultad de Ciencias Exactas y Naturales

San Lorenzo - Paraguay

Julio - 2016

CARACTERIZACIÓN MORFO-ESTRUCTURAL EN EL VALLE DE YPACARAI, REGIÓN ORIENTAL, MEDIANTE LA APLICACIÓN DEL SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA (SIG).

Tesis presentada al Comité de Tesis, en la Facultad de Ciencia Exactas y Naturales de la Universidad Nacional de Asunción, en el cumplimiento parcial de los requisitos para la Obtención de Título de Licenciatura en Ciencias Mención Geología, Departamento de Geología.

Aprobado en la Fecha 07 de julio de 2016.

Comité Asesor de trabajo de Grado:

1. Prof. MSc. Narciso Cubas Villalba.....
2. Prof. MSc. Higinio Moreno Resquin.....
3. Prof. MSc. María Mercedes Arias.....

A mí Padres, Vicente Argüello y Elvira Solis
A mis Hermanos Hector, Arturo y Aida Argüello
A mí Abuela Emerenciana (Q.E.P.D.)

DEDICO

AGRADECIMIENTO

Quiero agradecer especialmente a mis apreciados Padres, por el esfuerzo, el Cariño y el Apoyo que han estado a mi lado a lo largo de estos años y con esfuerzo y dedicación logrando presentar este trabajo.

A la Lic. Angela Resquin, por acompañarme desde los grandes momentos de mi Formación Académica, el apoyo condicional y brindarme Fuerzas y Voluntad en los momentos de grandes desafíos.

Al Prof. MSc. Narciso Cubas, por acompañarme a este procesos y transmitiéndome buenos conocimiento con fabulosa voluntad en toda mi formación para ser un excelente profesional.

A la Lic. Ana Godoy Araña, por la revisión del presente trabajo y por su valiosa sugerencia.

Al Lic. Nestor Salinas, por los grandes aportes y consejero para poder culminar.

Al Lic. Moises Gadea, por brindarme valiosa sugerencias y buenos consejos para mi formación profesional, y dándome asistencia cuando fue necesario.

.

CARACTERIZACION MORFO-ESTRUCTURAL EN EL VALLE DE YPACARAI, REGIÓN ORIENTAL, MEDIANTE LA APLICACIÓN DEL SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA (SIG).

Autor: FEDERICO ARGÜELLO

Orientador: NARCISO CUBAS VILLALBA

RESUMEN

Este trabajo contiene los resultados de investigación del comportamiento morfo-estructural del Rift de Asunción, en el área del Valle de Ypacaraí, Región Oriental, mediante la aplicación de herramientas del Sistema de Información Geográfica (SIG).

La caracterización de la morfo-estructura se ha realizado mediante el análisis e interpretación de imágenes satelitales Landsat 8 del año 2013, del Servicio Geológico de los Estados Unidos, que ha permitido la identificación de los tipos de relieves y las geoformas presentes. Estas geoformas fueron asociadas con la litología y estratigrafía, que caracteriza a la geología del Rift de Asunción en el Valle de Ypacarai.

El trabajo se realizó en tres fases: inicialmente con la recopilación de información existente respecto al Valle de Ypacarai y en base a esto su ubicación y limitación. El siguiente paso, fue la elaboración de modelados hipsométricos en 3D a partir de mapas temáticos y finalización una descripción de la misma, presentando los resultados.

Palabras Claves: 1. Rift 2;.Landsat 8; 3.Sistema de Información Geográfica

MORPHO-STRUCTURAL CHARACTERIZATION IN THE VALLEY OF YPACARAI, EASTERN REGION, THROUGH THE IMPLEMENTATION OF GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEM (GIS).

Author: FEDERICO ARGÜELLO

Advisor: NARCISO CUBAS VILLALBA

SUMMARY

Grade this work is the result of bibliographic research and conducting a description and interpretation in the area of Asuncion in Rift Valley Ypacarai in the Eastern Region, the same is shared with three departments of Central, Cordillera and Paraguari. Occurrence how is dimensioned the morpho-structure with the help of satellite images by the Landsat 8 to enter orbit in 2013, obtaining free data provided by the United States Geological Survey.

Morpho-structural allowing qualified identifying landforms present in terrestrial reliefs and achieving characterize the geology software applications using Geographic Information System as essential to interpret modeling Rift Valley Asuncion in Ypacarai tool.

The work was conducted in three phases: initially with the collection of existing information regarding Ypacarai Valley and based on this location and limitation. The next step, development of hypsometric modeled in 3D from completion thematic maps and a description of it, presenting the results.

Keywords: 1. Rift; 2. Landsat 8; 3. Geographic Information System

TABLA DE CONTENIDO

1. INTRODUCCION.....	1
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	3
3. JUSTIFICACION	5
4. OBJETIVOS.....	6
4.1. GENERALES.....	6
4.2. ESPECIFICO.....	6
5. HIPOTESIS.....	7
6. MARCO TEORICO.....	8
6.1. Geomorfología.....	8
6.2. Geología Estructural.....	9
6.3. Sistema de Información Geográfica.....	9
6.4. Datos Espaciales.....	9
6.5. Geografía	10
6.6. Geotectónica del Rift de Asunción.....	10
6.7. Geología del Área de Estudio.....	12
6.8. Estratigrafía.....	15
6.8.1. Grupo Paso Pindo (Ys).....	15
6.8.2. Suite Magmática Caapucu.....	15
6.8.3. Grupo Caacupé.....	16
6.8.3.1. Formación Paraguari.....	16
6.8.3.2. Formación Cerro Jhú.....	16
6.8.3.3. Formación Tobati.....	16
6.8.4. Grupo Itacurubi.....	17

6.8.5. Formación Ybytumi.....	17
6.8.6. Grupo Asunción	17
6.8.7. Suite Alcalina Sapucaí.....	18
6.8.8. Suite Ñemby.....	18
6.8.9. Sedimentos Aluviales y Coluviales.....	18
6.8.10. Sedimentos de Planicie.....	18
6.9. Geomorfología del Área del Estudio.....	19
7. METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION.....	20
7.1. Localidad del Área de Estudio.....	21
7.2. Población.....	22
8. RESULTADO.....	24
8.1. Descripción: DEM's.....	24
8.2. Descripción: Orografía e Hidrografía.....	26
8.3. Descripción: Imágenes Satelitales.....	28
8.4. Descripción: Mapa Geológico.....	30
8.5. Descripción: Geomorfología.....	34
9. CONCLUSION.....	37
10. ANEXO.....	38
11. BIBLIOGRAFIA.....	42
12. GLOSARIO.....	46

1. INTRODUCCION

El rasgo topográfico conocido como el Valle de Ypacarai, este Valle se extiende aproximadamente en dirección N 30° W, alcanzando 70 km desde Paraguari en el Sur hasta Villa Halles en el Norte y variando su ancho entre 6 y 10 km. Además, la pendiente que constituye el borde occidental de dicho valle al SE de Villa Hayes continua más al Norte sobre una distancia de 18 km hasta Benjamín Aceval.

Con el presente trabajo se pretende caracterizar la Morfo-Estructura del Rift de Asunción en el Área del Valle de Ypacarai con ayuda de los software's ArcGis, Google Earth, Global Mapper como una herramienta esencial en asignaturas vinculadas al estudio de la Geología. Estas aplicaciones es un Sistema de Información Geográfica que permite visualizar diferentes tipos de imágenes georreferenciadas y a escala a partir de datos de Imágenes Satelitales de Landsat 8, obtenidas del Servicio Geológico de los Estados

Unidos. Dicha Información será representada con ayuda de la utilidad, teniendo esto, es una tecnología particularmente de datos panorámicos paisajísticos que por cuanto tiene una amplia variedad de usos (Tomlinson, 2008).

El presente trabajo, es realizado como requisito a ser cumplido para la obtención del título de Licenciatura en Mención Geología, desarrollado en la Facultad de Ciencias Exacta (FACEN) de la Universidad Nacional de Asunción.

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El Rift de Asunción en el Valle de Ypacarai presenta una notable complejidad geomorfológica, ello se debe a la compleja historia evolutiva de los relieves donde surge la considerable dimensión y diversidad litológica del Valle.

Actualmente el manejo de la información espacial y estadístico tiene gran importancia y permite, junto al avance tecnológico de software informáticos, una mayor aproximación al mundo real, conocer sus potencialidades, problemas y limitaciones, y tener un abanico de alternativas sobre el uso del territorio y de los recursos naturales, así como una ocupación ordenada.

Existen problemas a la hora de demostrar la naturaleza y magnitud de los condicionantes geológicos y geomorfológicos debido a la escasa aplicación de herramientas tecnológicas e informáticas trabajadas en el Valle de Ypacarai.

Se ha puesto de manifiesto la falta de un ente estatal que brinde información actualizada sobre la evolución y configuración geomorfológica del Rift de Asunción en el Valle de Ypacarai.

3. JUSTIFICACION

Los estudios Geomorfológicos nos permiten identificar las geoformas que presentan los relieves terrestres, el cual es el resultado de un balance dinámico que evoluciona en el tiempo, entre procesos constructivos y destructivos, dinámica que se conoce de manera genérica como ciclo tectónico.

A través de Interpretaciones concretas se demostrara a que extremo puede llegar las consecuencia de omitir estudios previos sobre bases geomorfológico y señales así de modo incuestionable la importancia de la Geomorfología con la aplicación del SIG como herramienta esencial para interpretar el modelado del Rift de Asunción en el Valle de Ypacarai.

4. OBJETIVOS

4.1 GENERALES

- Caracterizar la configuración morfo-estructural del Rift de Asunción en el Valle de Ypacarai, mediante la aplicación de las herramientas de Sistema de Información Geográfica (SIG).

4.2 ESPECIFICOS

- Analizar imágenes satelitales del Rift de Asunción en el área del Valle de Ypacaraí.
- Elaborar modelado hipsométrico en 3D en el Valle de Ypacarai a partir de los mapas temáticos.
- Caracterizarla geomorfología actual del Valle de Ypacaraí.
- Correlacionar la geomorfología con la geología del Valle de Ypacaraí.

5. HIPOTESIS

Hi: Con la aplicación del Sistema de Información Geográfica (SIG) se podrá caracterizar la configuración Morfo-estructural del Rift de Asunción en el Valle de Ypacarai, Región Oriental.

Ho: Con la aplicación del Sistema de Información Geográfica (SIG) no se podrá caracterizar la configuración Morfo-estructural del Rift de Asunción en el Valle de Ypacarai, Región Oriental

6. MARCO TEORICO

6.1 Geomorfología

Geomorfología deriva de las raíces Griegas Geo (Tierra), morpho (forma) y logos (tratado), por lo tanto, esta ciencia se preocupa de la forma de la Tierra. Schumm (1991) define la geomorfología como la ciencia que estudia los fenómenos sobre y cerca de la superficie terrestre y se preocupa de las Interacciones entre varios tipos de materiales. Los efectos de la actividad humana son con frecuencia cruciales.

La Geomorfología se ocupa de los conocimientos morfológicos al estudio y propuesta de soluciones para resolver problemas de recursos, gestión y planificación ambiental (Jansen, 1980). Una definición más simple es la propuesta por Huggett (2003), en la que indica que la geomorfología aplicada estudia las interacciones de los humanos con la forma y los paisajes.

Las Aplicaciones de la geomorfología puede dividirse en dos grandes clases (Chorley, 1984): 1) el hombre como agente geomorfológico, en términos de sus efectos inadvertidos sobre los procesos y la formas geomorfológicas. 2) La Geomorfología como ayuda y planificación con números y de gran amplitud.

Las caracterizaciones morfoestructurales de las principales categorías geomorfológicas se apilan según en el trabajo de Hernandez y Ortiz (2005) lo clasifica de la siguiente: montaña media (1 300 a 2 500 m), montañas bajas (800 a < 1 300 m), pie montañas (400 a < 800 m), Elevaciones o lomeríos (220 a < 400 m), y llanuras costeras (< 220 m).

6.2 Geología Estructural

La geología estructural trata de cómo responden las rocas a la aplicación de fuerzas deformantes y de las estructuras que resultan de la deformación. El resultado es una gran variedad de respuestas, que se manifiestan en las diversas estructuras desarrolladas en la corteza. El objetivo es establecer la historia de desplazamiento, deformación, esfuerzos, velocidades de deformación, temperaturas y presiones sufridas por la corteza y la parte del manto terrestre asociado a ella (Hobbs, Means, Williams, 1981).

6.3 Sistema de Información Geográfica

El Sistema de Información Geográfica es una tecnología particularmente horizontal por cuanto tiene una amplia variedad de usos en el entorno industrial y científico. Por esta razón, tiende a resistir la definición simplista (Tomlinson, 2008).

6.4 Datos Espaciales

El término de datos espaciales tiene un significado especial en SIG. Los Datos Espaciales son datos sin procesar que se distinguen por la presencia de un vínculo geográfico. En otras palabras, un aspecto de esos datos está conectado a un lugar conocido de la Tierra, una referencia geográfica real. Los

elementos que usted ve en un mapa de carreteras, lagos, edificios y son los que se encuentran comúnmente en una base de datos de SIG como capas temáticas individuales. La mayoría se puede representar usando una combinación de puntos, líneas y polígonos (Tomlinson, 2008).

6.5 Geografía

Ciencia que estudia los hechos y fenómenos geográficos que se desarrollan en la superficie terrestre y su influencia recíproca con el hombre social. La Geografía es una ciencia imprescindible en el mundo Actual, pues la calidad de Vida del hombre depende del tipo de relación que establezca con su entorno y con la Sociedad (Rodrigo, 2004).

6.6 Geotectónica del Rift de Asunción

La estructura tectónica de mayor destaque en el área es el Rift de Asunción, el cual es una fosa tectónica en el Oeste de la Región Oriental del Paraguay, en algunas zonas de este posee un relleno aproximado de hasta 300 m de sedimento, con un ancho que varía de entre 25 a 50 kilómetros, es una estructura dominante del tipo *Rifting*, el cual se encuentra ligado a vectores extensionales con dirección NE-SW y se caracteriza por anomalías gravitacionales en las cercanías de Asunción. El graben casi simétrico el cual se encuentra delimitado por grandes fallas a lo largo de cada uno de sus márgenes, se puede subdividir en tres segmentos principales, (Comin-Chiaramonti, 2013).

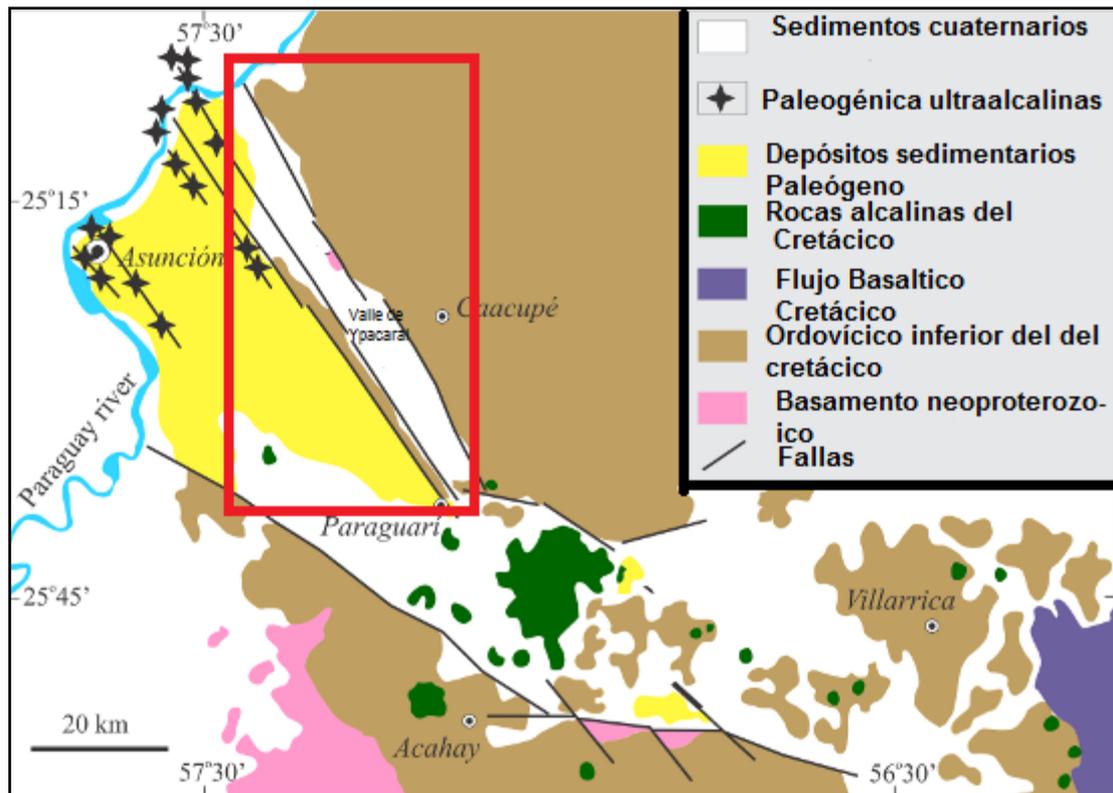


Figura 1: Bosquejo tectónico del área Centro -Oeste de la región oriental del Paraguay, indicando el desarrollo mecánico. Extraído y Modificado de Velázquez, et. al,(1998).

El segmento occidental posee rumbo NW-SE entre Asunción y Paraguarí caracterizados por la presencia de rocas “*plugs*” de rocas alcalinas-sódicas, que poseen xenolitos del manto, con edades entre 66 Ma.y 39 Ma. (Comin-Chiaramonti, 2013). La zona central entre Paraguarí y La Colmena, caracterizados por complejos Alcalinos-Potásicos y diques con 127 Ma. Entre La Colmena y las colinas del Ybytyruzú se caracteriza por la presencia de complejos Alcalinos-Potásicos y diques con edades alrededor de 130-125Ma y por flujos de lava toleíticas entre 133-130Ma.(Comin-Chiaramonti, 2013).

Resultados de observaciones y estructuras gravitacionales revelaron que se extiende hasta 100 km dentro de la Cuenca del Chaco y luego retoma su tendencia en una segunda sección con dirección NE entre Paraguarí y Villarrica marcadas por anomalías gravitacionales positivas el cual aumenta hacia el Este. Datos paleomagnéticos revelaron que las rocas alcalinas potásicas del Cretácico poseen indicios de polarizaciones inversas muy similar a los valores obtenidos en las pruebas realizadas a la Formación Serra Geral de la cuenca del Paraná. Por lo tanto se llegó a la inferencia que la polaridad de las rocas alcalinas potásicas se emplazó, mientras aún tenía lugar el magmatismo toleítico (Comin-Chiaramonti, 2013).

El magmatismo de las rocas alcalinas Sódicas del Terciario los cuales poseen xenolitos del manto. Estos se caracterizaban por bloques de fallamientos y por último el lado occidental de las cordilleras del Ybytyruzú limitados por un sistema de fallas NS, cerca de varias intrusiones alcalinas al Oeste de Villarrica. Esta última sección se extiende desde Villarrica hasta el Ybytyruzú con dirección NW-SE (Comin-Chiaramonti, 2013).

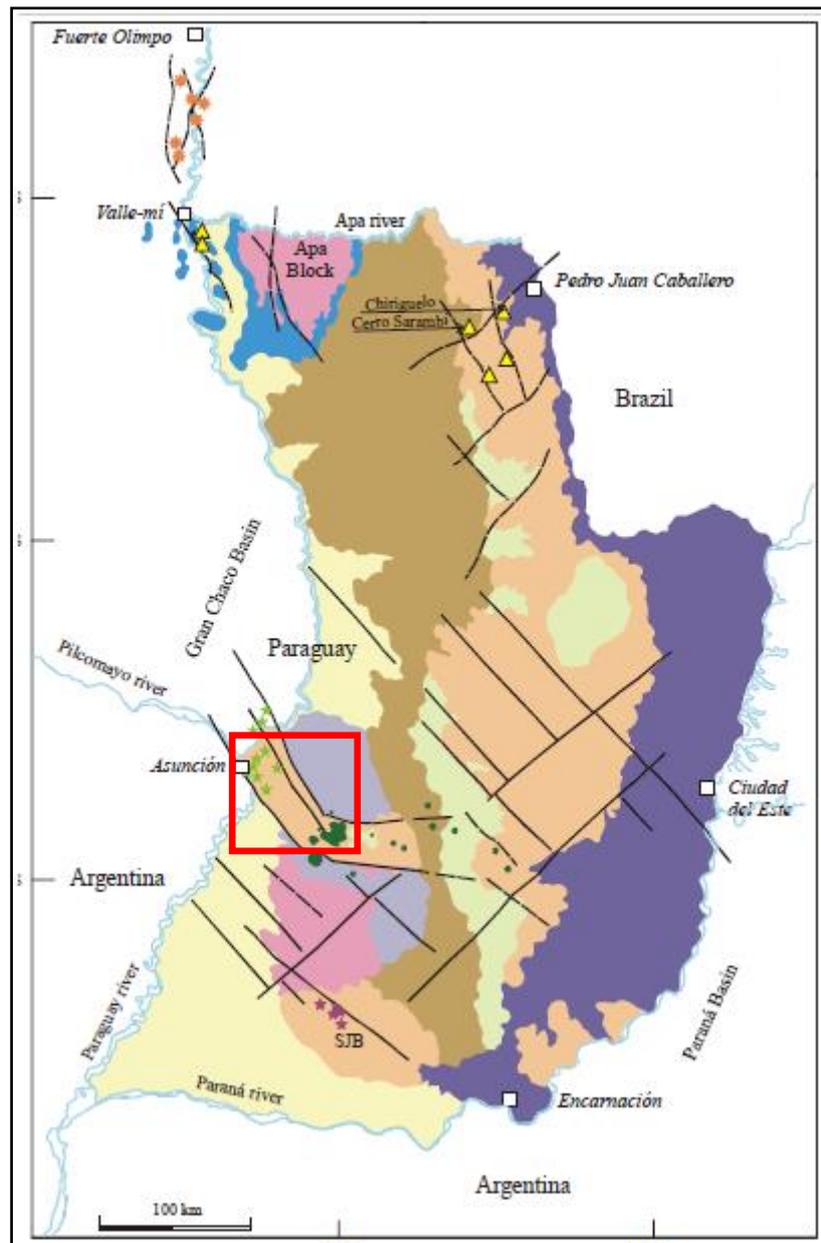


Figura 2: Mapa Estructural de la región oriental del Paraguay. Evidencia características estructurales de fallamientos y enmarcando la zona central el segmento del Valle de Ypacarai del Rift de Asunción. Extraído y Modificado. Comin-Chiaramonti & Gomes, (1995).

6.7 Geología del área de Estudio

Geológicamente el Área de estudio se encuentra al norte del Subcratón del Río Tebicuary, constituida por rocas antiguas, que afloran desde San Juan Bautista hasta Villa Florida. Esta unidad compuesta principalmente por rocas metamórficas de edad Precámbrica Inferior y hasta más antigua (Cubas et al, 1998) corresponde al denominado Complejo Basal del Río Tebicuary (Wiens 1984).

Discordantemente sobrepuesta a las rocas del Complejo del Río Tebicuary se encuentran los metasedimentos del Grupo Paso Pindó, probablemente de edad Proterozoico Medio. Las unidades anteriormente mencionadas son intruidas y cubiertas por rocas magmáticas Ácidas a Intermedias de la Suite Magmática Caapucu, pertenecientes de la Fase postectónica, de edad Eocámbrico-Cámbrico (Bitschene&Lippolt 1986), Cubas et al. (1998).

Las unidades sedimentarias Paleozoicas se hallan constituidas por secuencias clásticas, depositadas en ambiente fluvial costero a marino. La depositación de estos sedimentos se inicia a partir del Ordovícico Superior al Silúrico Superior – Devónico.

La secuencia permocarbonífera suprayacente, depositada en suave discordancia erosiva y angular sobre las rocas del Paleozoico Inferior, presenta características relacionadas a ambientes glaciales (Formación Coronel Oviedo). En tanto que la Unidad superior, está constituida principalmente de sedimentos areno-siltíticos, depositados en ambientes continentales costeros y marino raso (Grupo Independencia), Dionisi 1999.

6.8 Estratigrafía

6.8.1 Grupo Paso Pindó (Ys)

Harrington (1950/1956) menciona la presencia de metasedimentos de los alrededores del Cerro Cristo Redentor, lo describe la presencia de areniscas lutíticas que subyacen a varvitas, considerando una edad Pérmica.

Para Eckel (1959), el Grupo Paso Pindó lo señala el paquete de rocas metasedimentarias que afloran al noroeste (NE) de la Villa Florida, en las proximidades de la Estancia Paso Pindó.

En el año 1969, Putzer lo describe la secuencia como pizarras oscuras, finamente estratificadas, algo arenosas y cuarcitas claras infrayacente, asignándole una edad Precámbrica Inferior.

Orue (1996) describe como una unidad perteneciente a una secuencia Vulcano-sedimentaria. Más tarde, Dionisi (1999), lo considera que constituye por sedimentos de granulometría fina a muy fina y se halla expuesto en la base de la Serranía de los Altos, en una localidad ubicada entre las compañías Cerro Vera y Costa Jhú. También menciona otra ubicación próxima del Pueblo de Pirayú.

6.8.2 Suite Magmática Caapucu (cb-)

Las características petrográficas de las rocas de la Suite Magmática Caacupé son debido a los diferentes niveles de emplazamiento (batolitos, stocks, diques y capas de lavas), en los cuales las intrusiones y extrusiones de magma ocurrieron más o menos al mismo tiempo, pero en diferentes pulsos, al final del Proterozoico Superior e inicio del Cámbrico. (Dionisi 1999).

6.8.3 Grupo Caacupe (o)

Descrito por Harrington (1950) como Serie Caacupé dividiéndolo en Conglomerado Paraguairí y Arenisca Piribebuy, y ya en el año 1956 el mismo autor lo denomina por Grupo Caacupé subdividiéndolo en Arenisca de Tobati, Areniscas de Cerro Jhú y Conglomerado Paraguairí.

6.8.3.1 Formación Paraguairí

Doinisi (1999) lo describe como paquete sedimentario clástico, formado principalmente de conglomerado con intercalaciones de areniscas arcóscas, más frecuente en la Parte superior de la Formación, siendo esto su principal característica transicional a la unidad Superior. Su ambiente deposicional de esta formación es Fluvial del tipo Entrelazado.

6.8.3.2 Formación Cerro Jhú

Estos sedimentos poseen una faja de afloramiento paralelo a los conglomerados de la Formación Paraguairí, con lo cual tiene un contacto concordante y gradado. El mayor espesor conocido de esta formación queda en la localidad del Cerro Jhú. El tipo de ambiente de la Formación Cerro Jhú es Fluvial que van cambiando a un ambiente marino litoral (Proyecto Par 1986).

6.8.3.3 Formación Tobati

Constituida por areniscas friables y también sacaroidal, a veces un poco carbonatico, en forma de capas aparentemente maciza. Presenta una Estratificación en láminas, frecuentemente parte de estratificación cruzada de estratificación paralela. (Proyecto Par 1986).

6.8.4 Grupo Itacurubi (s)

Recibe su denominación de la Ciudad de Itacurubi de la Cordillera, distancia 86 km al ESE de Asunción, por la Ruta 2. En esta región aflora una faja de dirección NW-SE paralelo a la orientación de los afloramientos del Grupo Caacupe. A W de la Depresión de Ypacarai aflora en bloques controlados por fallas pertenecientes al borde occidental del valle. El grupo está dividido en tres Formaciones: Eusebio Ayala, Vargas Peña y Cari'y (Proyecto PAR 1986).

6.8.5 Formación Ybytumi (tr-k)

La Formación Ybytumi ha sido definida por Gonzales (et. al. 1998) como una unidad Independiente a la de la Formación Misiones y más antiguas que las rocas del Grupo Asunción. Litológicamente los conglomerados están constituidos por clastos de cuarzo, rocas metamórficas, rocas ígneas alteradas y areniscas ordovicica/silúrica, provenientes de las áreas expuestas por la tectónica actual.

6.8.6 Grupo Asunción (k)

Los sedimentos del Grupo Asunción se depositan en el seno de una estructura del tipo "semigraben". Esta estructura con característica extensional fractura y bascula la sedimentación paleozoica preexistente, tanto como, la sedimentación sin Rift y las rocas intrusivas alcalinas mesozoicas, inmediatamente después de su emplazamiento. El inicio de la estructura del Bloque de Asunción y la inmediata depositación del grupo, es marcado de la estructura mayor (Dionisi, 1999).

6.8.7 Suite Intrusiva Básica Alcalina Sapucaí (ki)

Se distinguen rocas de tipo Gabro de textura hipidiomórfica compuesto de minerales esenciales tales como plagioclasas y clinopiroxeno, como secundarios contiene nefelina, biotita y feldespato alcalino y como accesorios presentan opacos, apatita, titanita y circón. Otras rocas son essexitas de textura fanerítica ocasionalmente porfiríticas compuesta esencialmente de clinopiroxeno, plagioclasas, feldespato alcalino, nefelina y biotita; también sionodiorita compuesta de minerales tales como clinopiroxeno y feldespatos; además de malignitas nefelínassieníticas. Esta última con predominio de minerales del tipo de feldespato alcalino (Orue 1996).

6.8.8 Suite Intrusiva Ñemby (tn)

La litología de la Suite está compuesta de ankaratritas, nefelinitas, fonolitas y fonotefritas, mientras que la petrografía las clasifica como nefelíníticas y fonolíticas, con presencia de nódulos o xenolitos peridotíticos. (Doinisi 1999)

6.8.9 Sedimentos Aluviales y Coluviales (q2)

Los suelos se presentan conglomerádicos, arenosos y en hasta arcillosos, dependiendo del tipo de roca de proveniencia. Los sedimentos de pie de monte de Monte de la Cordillera de los Altos se presentan arenosos gruesos (Dionisi 1999).

6.8.10 Sedimentos de Planicie (q1)

Estos Suelos son producto de alteración de las rocas circundantes, redepositadas como relleno de las planicies y materiales de colmatación de los

drenajes actuales. Las planicies y cuencas más significativas son formadas por los ríos y arroyos que riegan la zona y la del Lago Ypacarai. (Dionisi 1999).

6.9 Geomorfología del Área de Estudio

La Geomorfología en el área, se presenta variada, destacándose en la misma, zonas de planicies, áreas elevadas y terrazas intermedias (Dionisi, 1999).

Las planicies mayormente conformadas por áreas de inundación del río Paraguay, los arroyos Piribebuy, Atyrá, Tobatí e Yhú, los cuales se presentan como humedales, resaltan algunos cerros aislados dentro de las planicies con alturas aproximadas a 123 m. Otras elevaciones en las compañías Mainumby y Acevedo con elevaciones promedio de 100m (Dionisi, 1999).

La serranía de Los Altos con una dirección NW-SE delimitados con pronunciados barrancos, en la compañía Pte. Franco se encuentran picos que superan los 400 m de altura, otros picos importantes corresponden al Cerro Vera con 400 m Cerro Aquino con 350 m Cerro Itatí con 350 m y el Cerro Aguaity con 280 m.

En la zona SE de la extensión del Rift la geomorfología presenta como paisajes de elevados barrancos, los cuales permiten la observaciones de perfiles geológicos, por lo contrario amplios valles de áreas bajas con coberturas de suelos y/o sedimentos de derrumbes cubren la mayor parte de los afloramientos en las planicies (González 1998).

7. METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION

Esta metodología se basó en análisis morfo-estructurales a partir de medios informáticos, debido a que el trabajo es de gabinete para un mejor procesamiento de la información se procesó al seccionamiento en tres fases.

Fase 1: En esta fase el trabajo consiste en recolectar toda la información posible sobre el área de estudio, revisar y analizar información existente respecto al tema de investigación, lo cuales fueron enfocados en las características morfo-estructurales del graben de Ypacarai del Rift de Asunción, también se dispondrán de imágenes Satelitales de Landsat 8 que fueron de la página web del Servicio Geológico de los Estados Unidos (USGS) y Google Earth para posterior aplicación en el Software Arcgis 10.2 y Global Mapper v16.

Fase 2: En esta segunda fase el trabajo se engloba prácticamente en la aplicación del software (ArcGis, Google Earth), para la elaboración de los mapas resaltando las características morfoestructurales del Rift de Asunción en el área del Valle de Ypacaraí, generando modelos de elevación digital del terreno, plantear mapas temáticos del medio físico, elaborar un relieve 3D del

Rift de Asunción en el Valle de Ypacarai, mapas morfológicos e imágenes satelitales.

Fase 3: En esta última fase posterior a la elaboración de los mapas y los MDT se procederá a la interpretación y posterior clasificación de la geomorfología actual del Valle de Ypacarai.

7.1 Localización del Área de Estudio

El Valle de Ypacarai abarca parte del III departamento de Cordillera, IX Departamento de Paraguari, y el XI Departamento de Central. Su (a) Área comprende de 730,03 km² (Figura 3). Su principal vía de acceso es por la Ruta 1 Mcal. Francisco Solano López, este cruce particularmente va en dirección al Sur de Valle de Ypacarai. El segundo acceso la Ruta 2 Mcal. José Félix Estigarribia mostrando vía de acceso transversal a la misma de dirección Este-Oeste. El Tercer tramo se encuentra camino hacia el Norte, conectando a las Ciudades de Limpio y Emboscada.



Figura 3. Captura de Imagen de Google Earth indicando la posición del Valle de Ypacarai. Extraído y modificado de Google Earth.

Prácticamente todos los lugares Altos son de fácil acceso como también los nuevos accesos de Luque-San Bernardino que dan un excelente vista panorámica Norte del Valle de Ypacarai.

7.2 Población

Datos obtenidos del Censo 2012 por medio de la Dirección General de Estadística, Encuestas y Censo (DGEEC) de la Secretaría Técnica de Planificación de la República del Paraguay. (Tabla 1).

Distritos	Población
Caacupé	51.275
Altos	13.471
Emboscada	16.416
Nueva Colombia	3.848
Piribebuy	25.363
San Bernardino	11.174
Paraguari	23.901
Escobar	8.600
Pirayu	17.118
Yaguaron	30.114
Aregua	63.425
Ita	69.070
Itaugua	89.173
Luque	244.484
Limpio	114.198
Ypacarai	24.512
TOTAL	806.142

Tabla 1. Población Distrital hecha del Censo en el año 2012. Modificado y extraído de la Dirección General de Estadística, Encuestas y Censo.

7.3 Clima y Vegetación

La vegetación de la región se considera subtropical húmedo, con temperatura media anual del aire de 28° C y precipitación media anual de 1.800 mm, siendo en los meses de octubre a mayo el periodo de mayor precipitación

pluvial, según datos obtenidos del Boletín Climatológico de la Dirección de Aeronáutica Civil y la Dirección de Meteorología e Hidrografía.

Las zonas elevadas desarrollan una vegetación arbórea a arbustiva, en partes se presenta como densos bosques, especialmente cerca de los cursos de agua, desarrollando una vegetación en galería (Dionisi, 1999).

8. RESULTADO Y DESCRIPCION

La construcción morfo-estructural abarca una gran gama genética de complejos compuesto por rocas ígneas (Nefelinita, Gabro, Essexita y Sienodiorita, rocas sedimentarias (Areniscas, Lutitas) y rocas metamórficas (metalutitas de bajo grado). Sus edades fluctúan entre el Precámbrico? hasta el Cuaternario (figura 1) Su historia ha llevado a la última reactivación tectónica en el Mesozoico de la República del Paraguay ya mencionado en el Proyecto AR (1996) mencionando como principal elemento geotectónico de la región.

8.1 DESCRIPCIÓN: DEM'S

El primer resultado mostrando los Modelos Digitales de Elevación conocido más bien como DEM o datos espaciales de la Superficie del terreno. La imagen obtenida por medio del Satélite Landsat 8, provenientes de imágenes de Radar, de pares estereográficos o de relevamiento Topográfico.

Los sombreados blanco y negro indicando su Altimetría del Terreno dejando esto como resaltadores de relieves, canales de drenajes y las geoformas. (Figura 5.Mapa DEM'S).

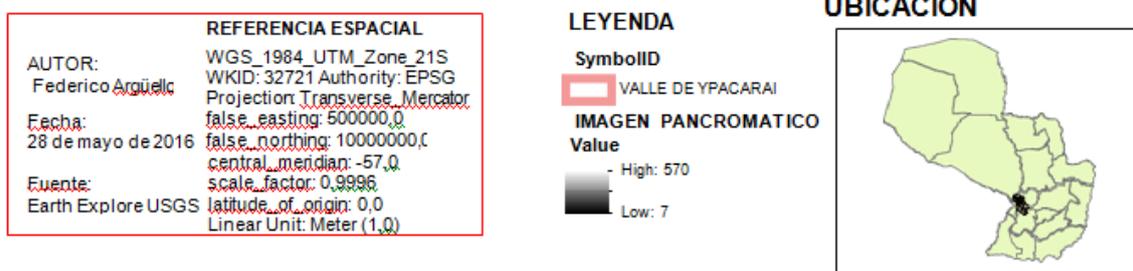
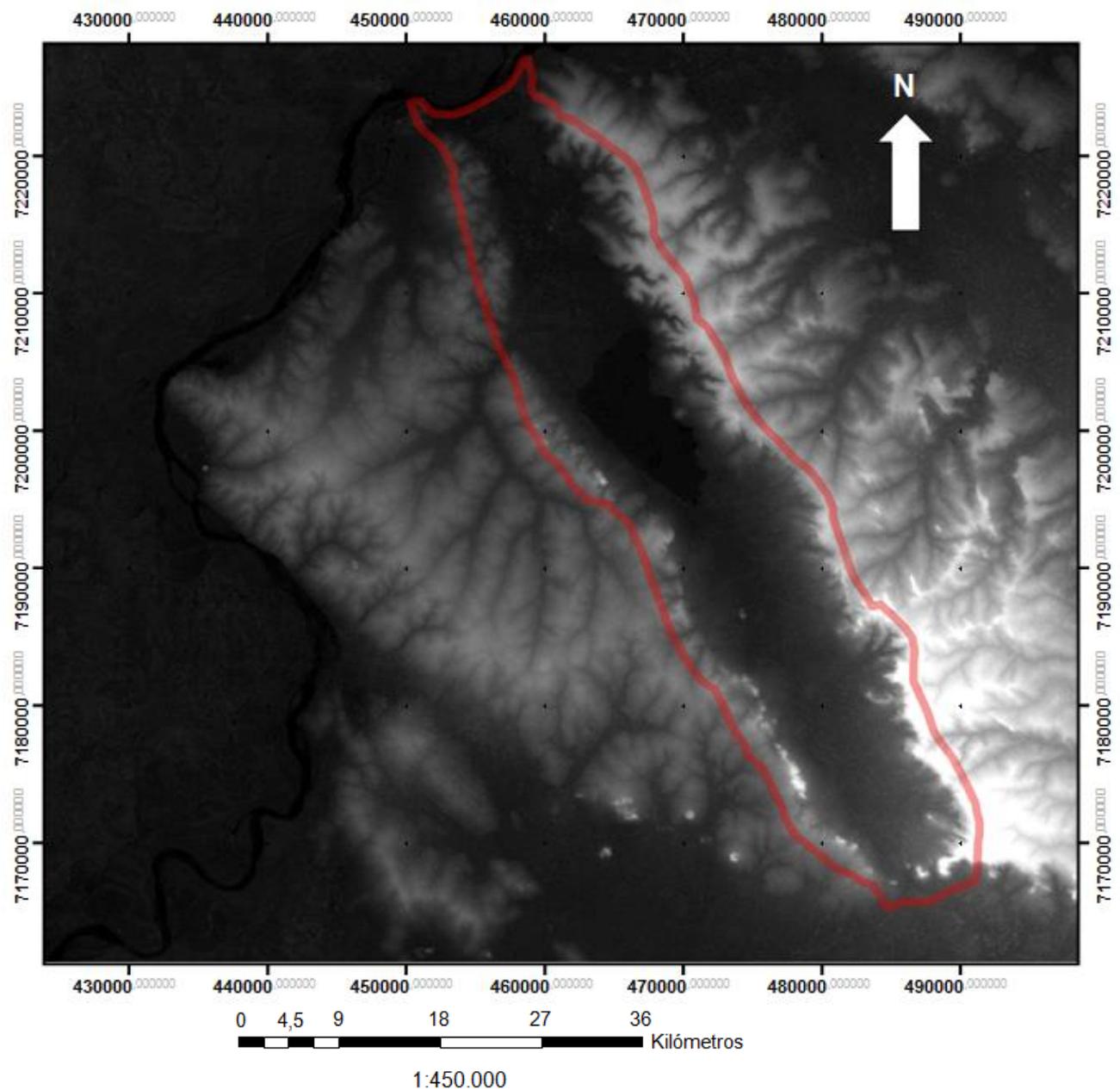


Figura 4. Imagen Pancromático del Valle de Ypacaraí. Mostrando las zonas elevadas localizadas en el sureste, que corresponde a la Cordillera de los Altos, así también se puede observar las principales sub-cuencas.

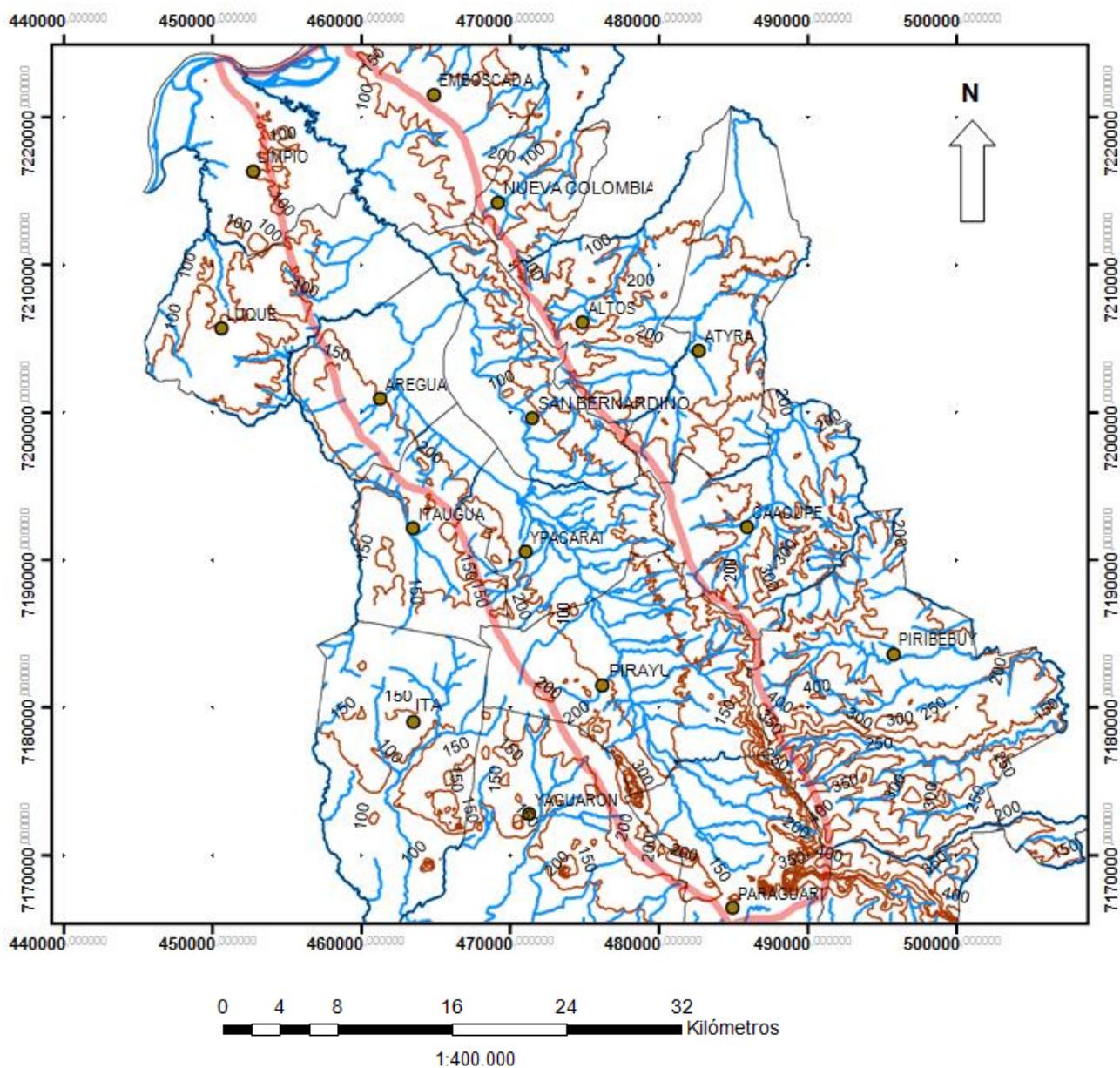
8.2 DESCRIPCION: OROGENICO E HIDROGRAFICO

Siguiendo de un modelado de elevación digital es posible obtener una descripción topográfica de un sector mediante la generación de curvas de nivel. De esta manera, se obtiene la representación de relieves terrestres a una escala determinada y una equidistancia definida a 50 m permitiendo reflejar la superficie del terreno.

Los afluentes del río Paraguay, que son los ríos Salado, Manduvirá, el arroyo Piribebuy, el Lago Ypacarai y un gran número de colectores corresponden a los elementos hidrográficos más importantes de la región. Existen planicies sujetas a inundaciones que bordean especialmente a los Ríos Paraguay, Salado, Manduvirá y al arroyo Piribebuy, los cuales fluyen con una dirección preferencial N-W. Los colectores del Arroyo Piribebuy, presentan una dirección de flujo hidráulico N-E, no así los del Lago Ypacarai que presentan direcciones de flujo hidráulico W, en donde la cordillera de los Altos actúa como interfluvios.

El conjunto de estos causes corresponden a un Sistema Integrado de drenaje, el cual es definido por su disposición geométrica, es decir que existe una conexión de todos y de cada uno de los canales o causes de escorrentía, tributarios y ríos para formar una red hidráulica completa. (Dionisi, 1999).

La elevación más alta registrada está ubicado al sur del Valle de Ypacarai dentro de los distritos Paraguari, Piribebuy y Caacupé marcando una altura de 410 m aproximado.(Figura 5. Mapa Orogénico e Hidrográfico)



AUTOR: Federico Argüello	REFERENCIA ESPACIAL WGS_1984_UTM_Zone_21S WKID: 32721 Authority: EPSG
Fecha: 28 de mayo de 2016	Projection: Transverse_Mercator false_easting: 500000,0 false_northing: 10000000,0
Fuente: Earth Explorer USGS	central_meridian: -57.0 scale_factor: 0,99996 latitude_of_origin: 0,0 Linear Unit: Meter (1,0)

LEYENDA

SymbolID

- ZONA DEL VALLE DE YPCARAI
- CIUDAD
- DISTRITOS_VLL
- HIDROGRAFIA
- curvas_Clip6

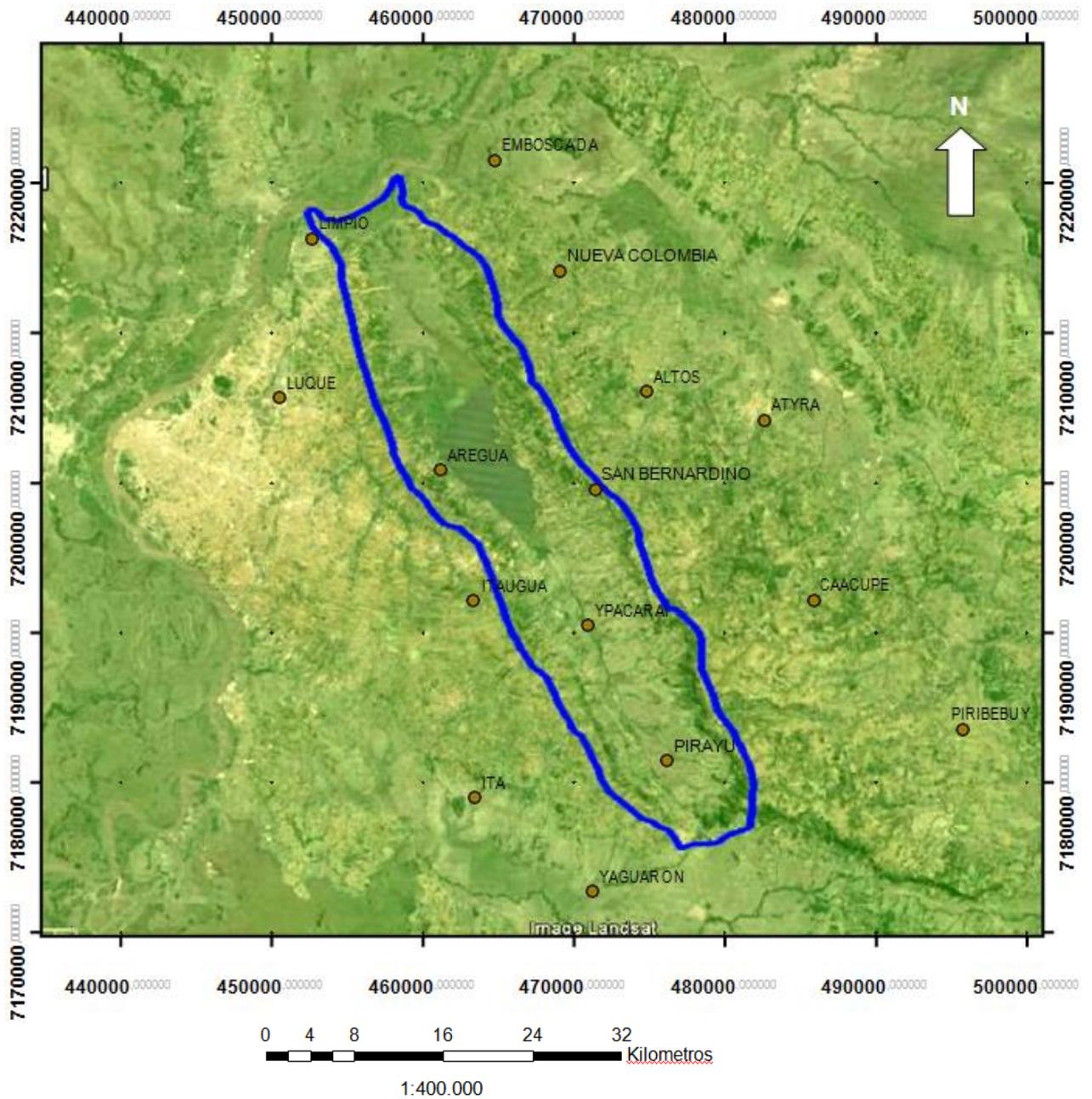


Figura 5. Mapa de localización de las redes hídricas que discurren hacia el Valle de Ypacarai.

8.3 DESCRIPCION: IMAGEN SATELITAL

La imagen fue captada por el software de Google Earth donde se puede apreciar la dimensión de Valle de Ypacarai. El satelital o imagen de satélite muestra la representación visual de la información captada por un sensor montado en un satélite artificial.

La fotografía de la superficie terrestre desde el espacio tiene evidentes aplicaciones en campos como la cartografía. Los modernos sistemas de información geográfica, que combinan el informatizado, permitiendo un mayor y más profundo conocimiento de nuestro entorno. (Figura 6. Mapa Satelital)



<p>REFERENCIA ESPACIAL</p> <p>AUTOR: Federico Argüello Fecha: 28 de mayo de 2016 Fuente: Google Earth</p>		<p>WGS_1984_UTM_Zone_21S WKID: 32721 Authority: EPSG Projection: Transverse_Mercator false_easting: 500000,0 false_northing: 10000000,0 central_meridian: -57,0 scale_factor: 0,9996 latitude_of_origin: 0,0 Linear Unit: Meter (1,0)</p>	
<p>LEYENDA</p> <p>● CIUDAD</p> <p>IMAGEN RGB</p> <p>Red: Band_1 Green: Band_2 Blue: Band_3 AREA_VLL</p>		<p>UBICACION</p>	

Figura 6. Imagen satelital obtenida por google earth mostrando las principales localidades urbanas

8.4 DESCRIPCION: MAPA GEOLOGICO

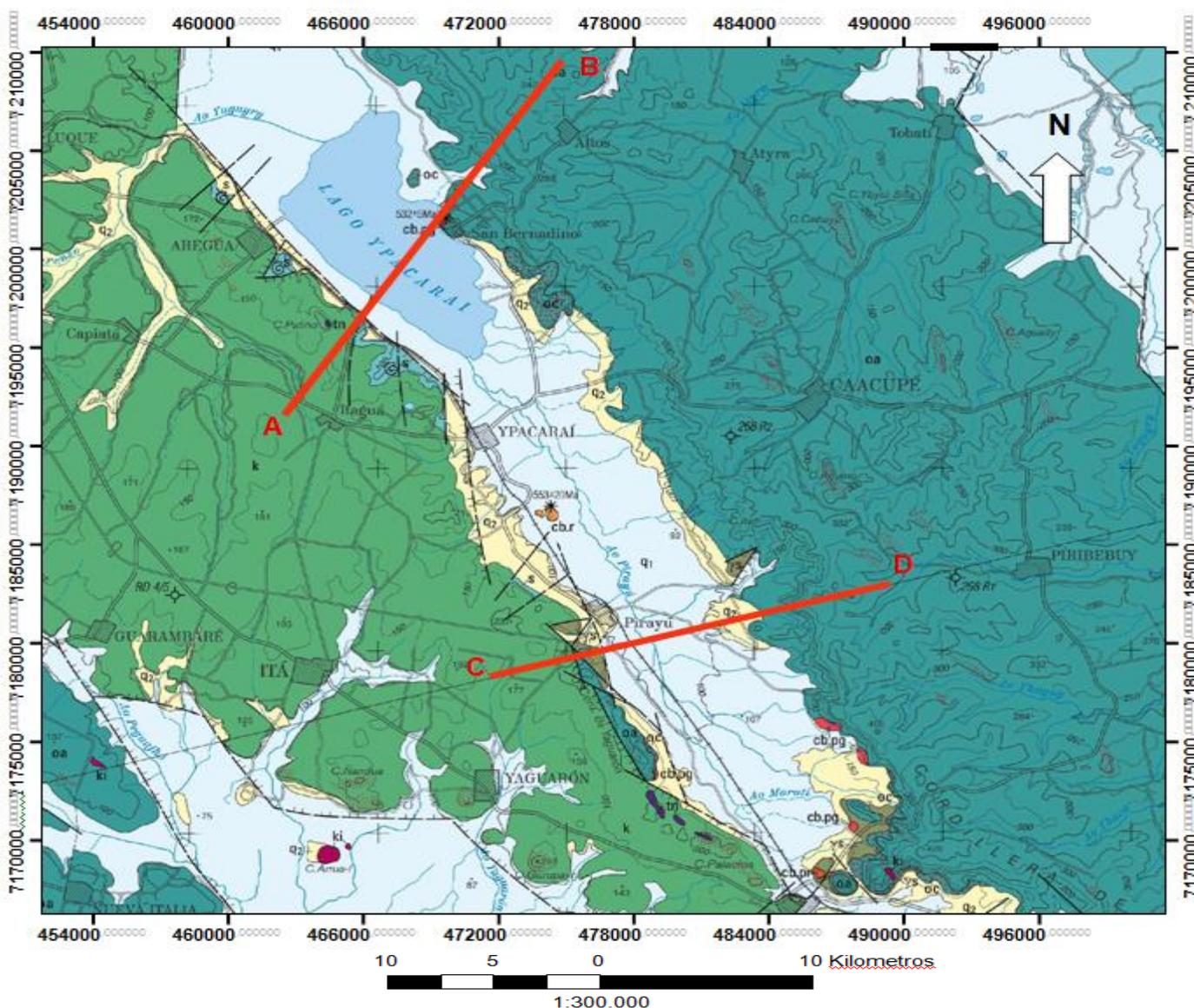
El área de investigación está representado en la base por sedimentos clásticos del proterozoico superior pertenecientes al Grupo Paso Pindo levemente plegados e intruidos por la suite magmático Caapucu al final de Ciclo Brasiliano (Eocámbrico). El Fanerozoico está representado en el Ordovícico por sedimentos silicoclasticos del Grupo Caacupé desde conglomerados, arenisca arcósica y cuarzo arenisca sacaroidal. Del Silúrico Inferior se encuentran sedimentos finos del Grupo Itacurubi (Figura 7. Mapa Geológico).

En el Pérmico Inferior se inicia la formación del Graben de Acahay de dirección E-W, depósitos marinos y continentales del Grupo Independencia. Subsistencia continuada en dirección WNW-SSE durante el Cretácico Inferior, intrusión y extrusiones de rocas Alcalinas perteneciente a la Suite Sapucaí.

Subsistencia y formación del Rift de Asunción NNW-SSE en el Cretácico Superior, sedimentación clástica continental de materiales gruesos caótica y fluviales y de grano medio perteneciente a la Formación Patiño, intruida por magmas ultrabásicas en el Eoceno pertenecientes a la Suite Ñemby que se ubican a lo largo de zona de quiebre. (Meinhold et al, 2011)

El Valle de Ypacarai fue interpretada como un Graben por varios autores entre ellos Harrington (1950) y Riccomini (et al. 2001), pero mediciones geofísicas extensas demostraron lo contrario, debido a la existencia de una sola falla con un desplazamiento de más de 1000 m en el margen occidental de la depresión (De Graff, 1981). Con la presencia de rocas magmáticas aflorantes dentro de la depresión que pertenecen a la Suite Magmatica

Caapucu se descarta la terminología de Graben para el Valle de Ypacarai. (Figura 7 perfiles geológicos).

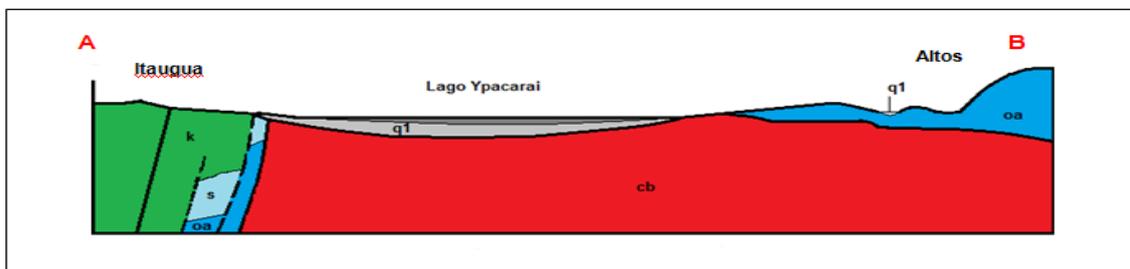


Leyenda

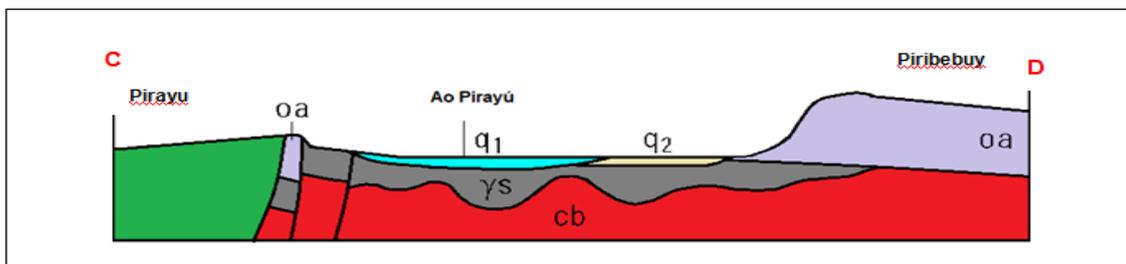
SÍMBOLOS	LITOLOGÍA	SÍMBOLOS	LITOLOGÍA
q1	Sedimentos de planicie húmeda, principalmente arenoso, no consolidados.	S	Areniscas finas a muy finas con intercalaciones lutíticas
q2	Sedimentos heterogeneos, principalmente arenosos, aluviales y coluviales, no consolidados.	Oa	Areniscas arcosas en la base, arenisca sacaroidal con intercalaciones lutíticas en el tope (OrdovísicoSup.)
K	Arenisca mal seleccionada, interdigitadas con fanglomerados (Cretacico inferior sup. Al Cretacicosup./ Terciario Inferior?; formaciones no consolidadas).	Oc	Conglomerado ortocuarcítico, arenisca con intercalaciones de conglomeradicas (OrdovísicoSup.)
Ki	Intrusiones básicas alcalinas potásicas; gabroides, sienitoides y fonolitoides (Cretacico Inferior).	cb.r	TIPO CHARARA: Lava Riolítico, tobácea, ignimbrita, riolita y brecha de nube ardiente, riolita densa a criptocristalinas, riolita o riosacitaporfírica con matriz densas criptocristalina.
tn	Intrusiones y extrusiones básicas Alcalinas sódicas, mayormente nefelíticas (Paleoceno Inferior- Eoceno Superior).	cb.pg	TIPO FANEGO: Porfido de granito con fenocristales de grano grueso en matriz fina xenomorfa.
tr-k	Areniscas con intercalaciones conglomerádicas, conglomerados polimíctico (Triácico/Cretácico).	Ys	Meta-lutitastectonizadas con intercalaciones de areniscas.
tr-j	Arenisca Homogenea de granos redondeados a subredondeados, de medio principalmente eólico.		

Figura 7. Mapa Geológico de la Región del Valle Ypacarai.

Signos convencionales		Contacto geológico	
	Camino, transitable todo el año, pavimentado, dos vías		Contacto geológico
	Camino, transitable en tiempo seco, enripiado o terraplén		Falla a) observada
	Sendero		b) supuesta
	Ferrocarril, vía sencilla, trocha normal		Falla con desplazamiento importante, con indicación de bloque hundido
	Elevaciones en metros		a) observada
	Curvas de nivel; equidistancia 50 metros		b) supuesta
	Lago o charco intermitente		Localización con Datación Absoluta
			Localización con Datación Fosilífera



Cuadro 1. Corte Geológico transversal del Valle de Ypacarai. Itaugua-Altos, Escala Vertical: 1:20.000. Modificado de: Mapa Caacupe (1999).



Cuadro 2. Corte Geológico Transversal del Valle de Ypacarai Pirayú-Piribebuy. Escala Vertical: 1:50.000. Modificado de: Mapa Geológico del Area Central del Paraguay Oriental (2011).

8.5 DESCRIPCION GEOMORFOLOGIA DEL VALLE DE YPACARAI

La Geomorfología del área de estudio se presenta variada, destacándose en la misma, zonas de planicies, áreas elevadas y terrazas intermedias

Las planicies mayormente conformadas por áreas de inundación del río Paraguay, los arroyos Piribebuy, Atyrá, Tobatí e Yhú, los cuales se presentan como humedales, resaltan algunos cerros aislados dentro de las planicies con alturas aproximadas a 123 m. Otras elevaciones en las compañías Mainumby y Acevedo con elevaciones promedio de 100 m (Dionisi, 1999).

Otras planicies de grandes extensiones al Sur del Lago Ypacarai, formadas por las zonas de inundación del río Paraguay, Salado, los colectores de ambos y del Lago Ypacarai.

La serranía de Los Altos con una dirección NW-SE delimitados con pronunciados barrancos, en la compañía Pte. Franco se encuentran picos que superan los 400 m. de altura, otros picos importantes corresponden al Cerro Vera con 400 m. Cerro Aquino con 350 m Cerro Itatí con 350 m. y el Cerro Aguaity con 280 m.

En la zona SE de la extensión del Rift la geomorfología presenta como paisajes de elevados barrancos, los cuales permiten la observaciones de perfiles geológicos, por lo contrario amplios valles de áreas bajas con coberturas de suelos y/o sedimentos de derrumbes cubren la mayor parte de los afloramientos en las planicies (Gonzales, 1998).

Los procesos geomorfológicos más representativos se encuentra afectado por la erosión brusca y continua en el lado W del Valle Ypacarai, no igual hacia el Este donde muestra una leve acción erosivo que esto deja una apreciación de Geformas del Valle manifestando también los puntos más altos representados en colores de altimetría. (Figuras 8 Imagen 3D)

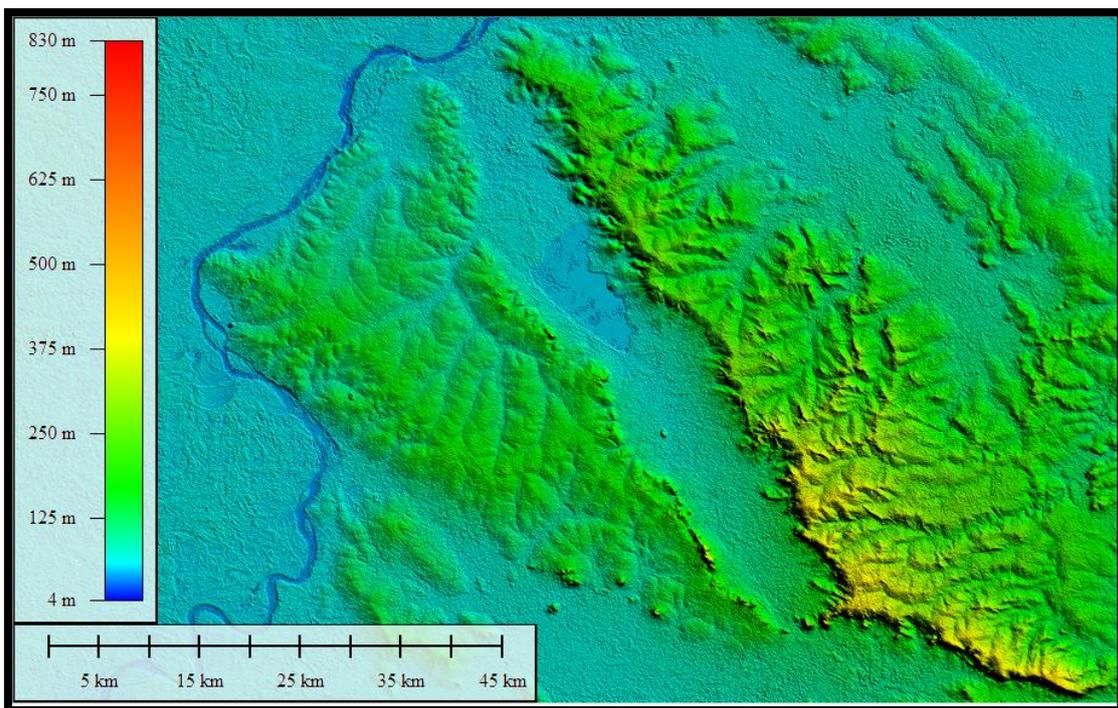


Figura 8. Imagen generada mostrando la morfología del Valle de Ypacarai. Fuente: Global Mapper v16.

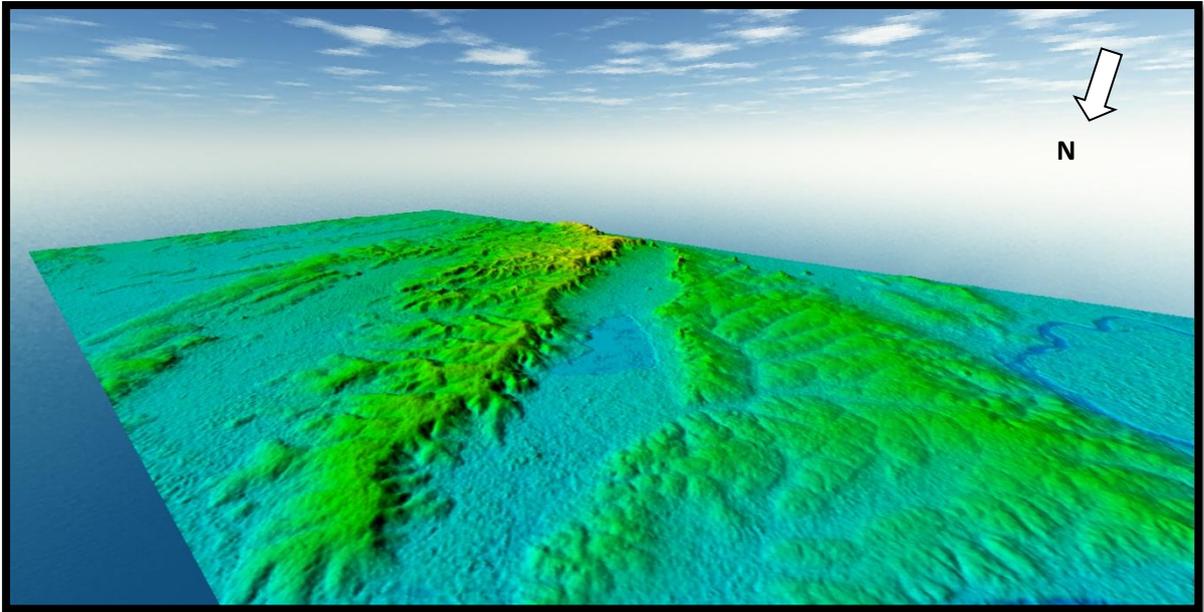


Figura 9. Imagen generada mostrando el Valle de Ypacarai en vista hacia el SSE. Fuente: Global Mapper.

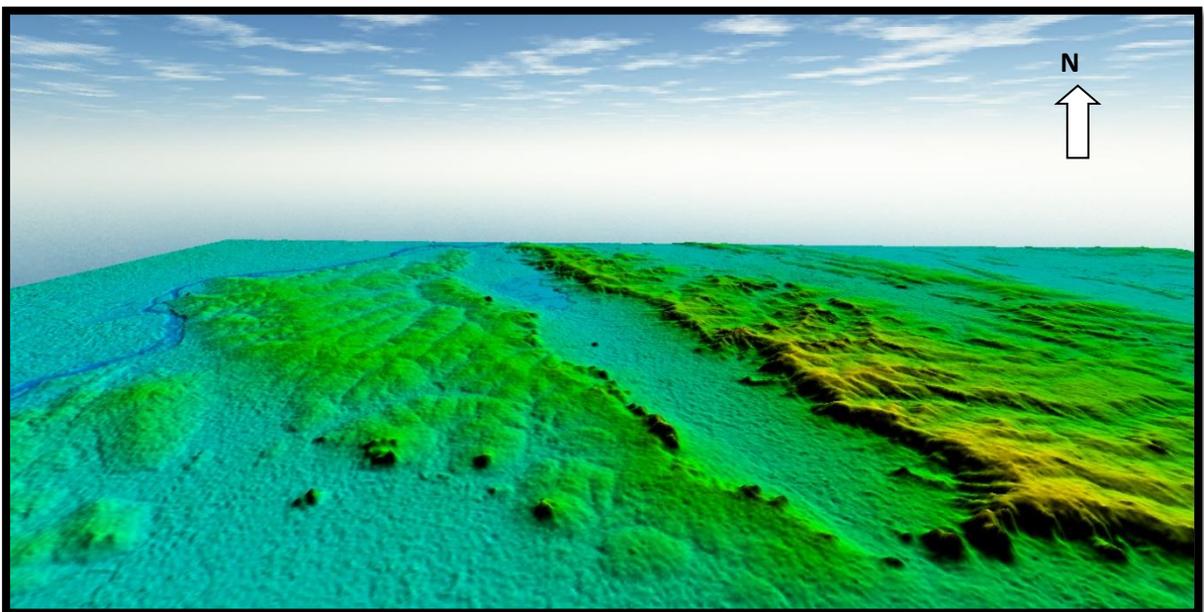


Figura 10. Imagen generada mostrando el Valle de Ypacarai en dirección Norte. Fuente: Global Mapper.

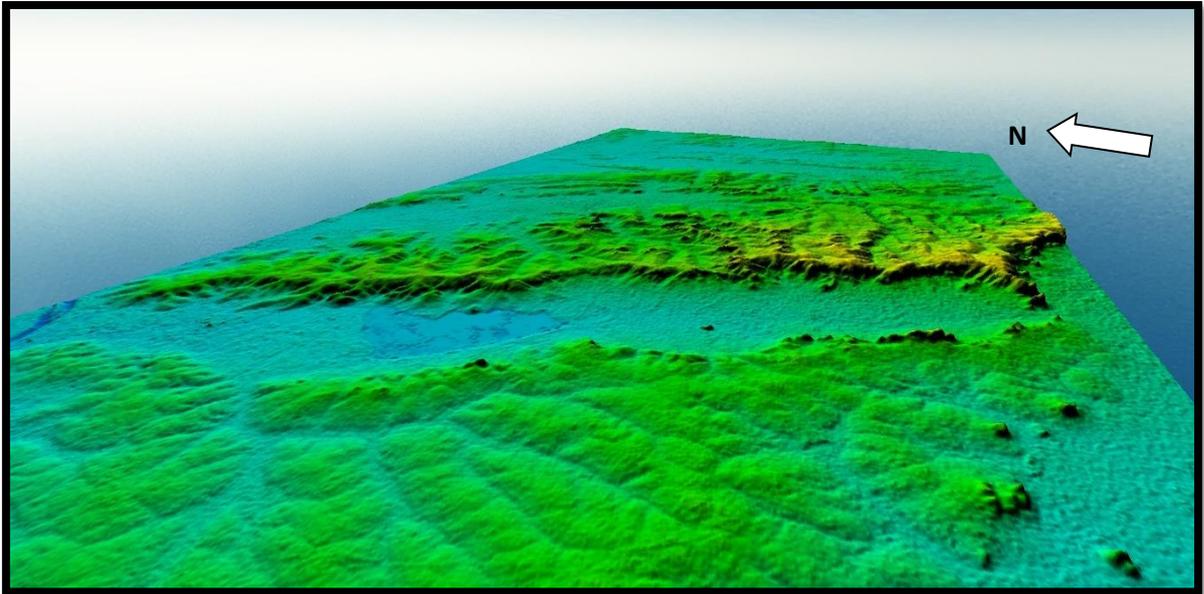


Figura 11. Imagen generada mostrando el Valle de Ypacarai observando en dirección Este.
Fuente: Global Mapper

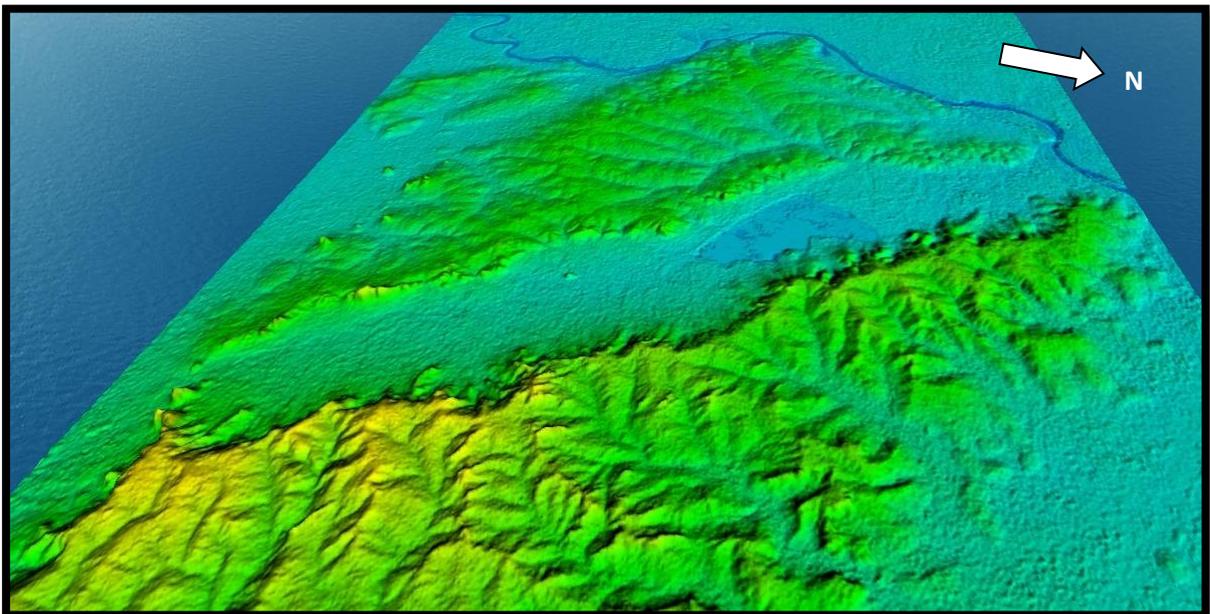


Figura 12. Imagen generada mostrando el Valle de Ypacarai observando en dirección Oeste.
Fuente: Global Mapper.

9. CONCLUSION

Tanto en el Campo de la Geomorfología como el de la Geología Estructural, se destaca en base a los antecedentes (cortes y perfiles geológicos) y la aplicación de software (ArcGIS 10.2, Global Mapper y Google Earth) que la característica principal es la evolución del Valle de Ypacarai mediante un retroceso de la falla (Falla de Ypacarai, dirección NNW-SEE), en este caso no aplica el termino Graben por la presencia de una sola falla (Lahner, 2011).

Los modelados y los mapas temáticos por medio de avances tecnológicos y a la vez la Informática son esenciales aliados para recabar datos y tener una clara interpretación de la misma. Esto no solo mejora el aprendizaje de los conocimientos sino que fomenta la destreza del investigador en la búsqueda de nuevas fuentes de información.

Los resultados obtenidos fueron muy favorables logrando identificar el área de estudio con referencia a imágenes Satelitales sobre el Valle de Ypacarai, lo que justifica un relevamiento más detallado con el objetivo de caracterizar la morfo-estructura, mediante las aplicaciones de las herramientas de Sistemas de Información Geográfica.

10. ANEXO



Vista Panorámica en dirección Noreste apreciando valle Ypacarai tomada en el Parque desde el Cerro Koi. Ciudad Aregua.



Vista Panorámica en dirección Sur desde Itaigua (Cerámica Itaigua)



Vista Panorámica Itaigua en dirección Sur idéntico al anterior. Ciudad Itaigua



Vista panorámica en dirección Este desde el tramo de la Ruta 2 camino a Ypacarai.



Vista Panorámica desde Caacupé en dirección oeste al Valle de Ypacarai



Vista Panorámica en dirección Noreste desde el Cerro Pero. Ciudad Paraguari



Vista Panorámica en dirección Noreste al Valle de Ypacarai. Foto tomada desde el Cerro Pero, Ciudad Paraguari.

11. BIBLIOGRAFIA

ACEÑOLAZA, F.G. BALDIS, B. 1987, The Ordovician system of South America, correlation charts and explanatory notes. Episodes 22: 1-68.

ARMANDO A. RODRIGO, 2004, Geografía General. Segunda Edición. Pearson Educación. Mexico D.F.

CHORLEY, R. J.; SCHUM, S.A.; SUDGEN, D.E. 1984, Geomorphology. Earth and the Past. Methuen, Londres, 605.

COMIN-CHIARAMONTI. Angelo De Min, Aldo Cundari, Vicente A. V. Girardi, Marcia Ernesto, Celso B. Gomes, and Claudio Riccomini. 2013, Magmatism in the Asunción-Sapucaí-Villarrica Graben (Eastern Paraguay).

COMIN-CHIARAMONTI, P., CUNDARI, A., DEMIN, A., GOMES, C.B. AND PICCIRILLO, E.M., 1995, Potassic magmatism from central-Eastern Paraguay: petrogenesis and geodynamic inferences, in Comin-Chiaramonti, P. and Gomes, C.B. eds. *Alkaline magmatism in Central-Eastern Paraguay, Relationships with coeval magmatism in Brazil*. São Paulo, Edusp-Fapesp, São Paulo, Brazil, p. 207-222.

BENEDETTO, J. 2012, Continente de Gondwana Tráves del Tiempo. Una Introducción a la Geología Histórica. Pág. 281-283.

DeGRAFF, J.M; FRANCO, R.; ORUÉ, D. 1981. Interpretación geofísica y geológica del Valle de Ypacarai (Paraguay) y su formación. Rev. Assoc. Geol.,Arg., 36:240-256

DIONISI, A. 1999. Mapa Geológico de la República del ParaguayEscala. 1:100000: Hoja Caacupé 5470. MOPC-BGR. Texto Explicativo, Asunción, Paraguay.

FILIPPI, V. y PRESSER, J., 2002. Correlación de Sedimentos de Relleno del Rift de Asunción en el Valle de Acahay. Bol. Mus. Nac. Hist. Nat. Paraguay.

FULFARO, V.J. 1996. Geología del Paraguay Oriental. Magmatismo Alcalino en Paraguay Central-Oriental. Relaciones con Magmatismo Coeval en Brasil. In., Comin-Chiaramonti, P & Gomes, C.B. (eds) 1996. Eduso/Fapesp, Sao Paulo. Pp 17-29.

GONZALES, M. y BARTEL, W. 1999. Mapa Geológico de la República del ParaguayHoja Paraguarí 5469. Texto Explicativo.

GÓMEZ, D. 1991Consideraciones Morfoestructurales y Estratigráficas de la Antiforma de Asunción y su Relación con la Exploración de aguas Subterráneas. Primer Simposio sobre Aguas Subterráneas y Perforación de Pozos en el Paraguay.

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.

HERNANDEZ, J.M. y ORTIZ M.A. (2005) Analisis Morfoestructural de las cuencas hidrográficas de los ríos Sabana y Papagayo (tercio medio-inferior), Estado de Guerrero, Mexico.

JANSER, R.W. 1980: Dams and Public Safety. A Water Resources Service Technical Publication. Water and Power resources Services, United States Department of the Interior. Denver.

LAHNER, L. 2011. Geología de la Region Central del Paraguay Oriental Fanerozoico.

PIERO, COMIN-CHIARAMONTI. , LUCASSEN F., GIRARDI V.A.V., DE MIN A. AND GOMES C.B. 2009. Lavas and their mantle xenoliths from intracratonic Eastern Paraguay (South American Platform) and Andean Domain, NW-Argentina: a comparative review. Mineralogy and Petrology.

PROYECTO PAR 83/005 1986. Mapa Geológico del Paraguay Escala 1:1.000.000. PNUD – MDN. Asunción. Texto Explicativo.

PUTZER, H. 1962. Die geologie von Paraguay Beitr. Reg. Geol..Erde, 2:1-182.

ECKEL, E.B. 1959. Geology and mineral resources of Paraguay - A reconnaissance. U.S. Geol..Surv. Prof. Paper, 327:110p.

VÍCTOR, H. 1980. Levantamiento Geológico del Cerro Patiño. Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones. Dirección de Recursos Minerales. Departamento de Geología y Laboratorio..

ROGER TOMLINSON. 2008 Pensando en el SIG, Planificación del Sistema Geografica Dirigida a Gerentes. Tercera Edición.

Hobbs, E.B.; Means, W.D.; Williams, P.F. 1981. Geología Estructural. Edición Omega. Barcelona.

HUGGETT, R. J. 2003: Fundamentals of Geomorphology Routledge. London 386.

SCHUMM, S.A. 1991. To Interpret the Earth. Ten ways to be Wrong. Cambridge. University Press. Cambridge.

VELÁZQUEZ, V.F., RICCOMINI, C., GOMES, C.B., FIGEREDO, L.B. & FIGUEREDO, C. 1998. Relaciones Tectónicas del Magmatismo Alcalino del Paraguay Oriental. Revista do Instituto Geológico.

WOLFART, T.R. 1961 Stratigraphie und fauna der älteren Paleozoikum (Silur-Devon) in Paraguay, Geologie JB, 78:29-102.

12. GLOSARIO

AMBIENTES: Estudio, colección y aplicación de los principios e información geológica para planificación, desarrollo y mantenimiento del medio ambiente en beneficio del hombre.

ANOMALIA GRAVIMETRICA: medida a través in situs o bien mediante satélites. Suele presentarse habitualmente en unidades de miligal ($1\text{mGal} = 10^{-5} \text{ m/s}^2$)

AFLORAMIENTO: Lugar donde las rocas se puede apreciar de forma in situs.

ARENISCA: Roca sedimentaria clástica, resultado de la consolidación y diagénesis de la acumulación de arena.

ARENISCA ARCOSICA: Arenisca con predominancia de Cuarzo.

APATITO: Mineral, fosfato tricálcico de fluor y cloro $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_3\text{F}\cdot\text{Cl}$. Es soluble en el ácido clorhídrico (HCl). Se le encuentra en las rocas eruptivas (pegmatitas) y en las metamórficas.

BLOQUE: Unidad rocosa rígida relativamente estable.

CENOZOICO: Tiempo geológico transcurrido desde la finalización del Mesozoico hasta nuestros días.

COMPLEJO: Unidad litoestratigráfica paleozoica o más antigua, compuesta de diversos tipos de rocas (sedimentarias, ígneas y metamórficas), con estructura compleja.

CORDILLERAS: Cadena de montañas que presentan una orientación definida, siguiendo una estructura geológica principal.

CORTE GEOLOGICO: Sección transversal o longitudinal entre dos puntos de una determinada región, en el cual se representan las estructuras geológicas y las secuencias litológicas.

CLINOPIROENO: Grupo de importante de silicatos que forma parte de muchas rocas ígneas y metamórficas.

CUARCITA: Roca metamórfica de alto grado de metamorfismo, producto de la recristalización de las rocas con alto contenido de cuarzo. Cuando proviene de las rocas sedimentarias (arenisca cuarzosa) se le denomina paracuarcita y cuando proviene de las rocas ígneas (granito cuarcífero), ortocuarcita.

CUENCAS SEDIMENTARIAS: Región deprimida de la corteza terrestre limitada por arcos estructurales o cadenas montañosas, donde se produce la acumulación de materiales fragmentarios o la precipitación de sustancias disueltas en las aguas que cubre la mencionada región.

CIRCON: Cristales prismáticos equidimensionales del sistema tetragonal, incoloros y amarillos, rojos, castaños o verdes.

DIQUES: Intrusión del magma en forma alargada a través de las rocas estratificadas, perpendicular u oblicuamente a éstas.

DISCORDANCIA: Es una superficie de erosión o de deposición de sedimentos, señalada en la secuencia estratigráfica por la falta de estratos.

ESTRATOS: Masa de minerales en forma de capa constituye los terrenos sedimentarios.

EXTRUSIONES: Afloración del magma a la superficie terrestre.

ESTRATIFICACION CRUZADAS: Producto de los diversos ángulos de deposición de las capas, la cual se efectúa en los deltas o en los desiertos.

ESTRATIFICACION PARALELAS: Secuencia de depositación horizontal.

FACIES: Secuencia sedimentaria según su tipo de ambiente de positación.

FALLAS: Desplazamiento de un bloque rocoso con respecto a otro colindante a éste o de ambos bloques, a través de un plano denominado "plano de falla".

FELDESPATO POTASICO: Familia de minerales silico-aluminosos potásicos, sódicos y/o cálcicos. Los feldespatos potásicos se denominan ortoclasas (ortosa y microclina).

FORMACIONES GEOLOGICAS: Es una secuencia de rocas, generalmente de características semejantes, en cuanto a litología, fósiles y edad.

FLUJOS: Movimiento de un Fluido.

GEOMORFOLOGIA: Parte de la geología que estudia la figura del globo terráqueo y la formación de los mapas.

GRABEN: Masa Rocosa despezada a un hundimiento de la Corteza.

GRUPOS: Denominación usada en estratigrafía para designar una secuencia de rocas sedimentarias con características litológicas y facies muy peculiares, de extensión regional y que generalmente incluye varias formaciones geológicas.

INTRUSIONES: Afluencia de una masa magnético entre dos estratos sólidos, o a través de ellos, sin alcanzar la superficie terrestre.

MAGMA: Material de rocas fundidas y mezcladas de complejos minerales, principalmente silicatados.

MAGMATISMO: Desarrollo y movimiento del magma y su solidificación en rocas ígneas.

Teoría que postula que todas las rocas ígneas se formaron a partir de la solidificación del magma.

MESOZOICO: Período del tiempo geológico comprendido entre fines del Pérmico (Paleozoico) y Paleoceno (Cenozoico). Su duración es de aproximadamente 140 millones de años.

NEFELITA: Tectosilicato de aluminio y sodio, en el que el sodio es en parte sustituido por potásico o algunas veces por calcio.

PALEOMAGNETISMO: Estudio de las variaciones y migraciones de los polos magnéticos terrestres a través de la historia de la tierra.

PERFIL GEOLOGICO: Corte transversal de un terreno en el cual se observa las estructuras geológicas y la litología.

PETROGRAFIA: Parte de la Geología que estudia, describe y clasifica las rocas.

PALEOZOICO: Era comprendida entre el Precambriano inferior y el Mesozoico suprayacente. Se le denomina también Era Primaria.

PROTEROZOICO: Período geológico anterior al Cámbrico, llamado también Precambriano superior y que corresponde a una época de desarrollo de la vida muy primitiva.

PLAGIOCLASA: Grupo de la familia de los feldespatos calcio-sódicos, cristaliza en el sistema triclinico, presentan generalmente la macla polisintética.

RIFT: Proceso de Formación Hort-Graben, por medio de Tectonismo

ROCAS SEDIMENTARIAS: Son rocas exógenas producto de la consolidación de materiales detríticos originados por la erosión de rocas pre-existentes. Estos materiales pueden ser fragmentarios (cantos, arena, limo, arcilla, etc.), soluciones disueltas o elementos orgánicos.

ROCAS IGNEAS: Roca formada a partir de la consolidación del magma.

ROCAS METAMORFICAS: Roca producto de la recristalización de rocas pre-existentes por acción de los procesos de metamorfismo.

SIG: Sistema de Información Geográfica

SUELO: Cobertura superficial de la corteza terrestre producto de la alteración de los minerales de las rocas pre-existentes.

TITANITA: Mineral compuesto de elemento de Titanio.

SIENITA: Roca ígnea plutónica, de color claro,

textura granular, los minerales esenciales son los feldespatos (ortosa y plagioclasas), y anfíboles (hornblenda), accesorios piroxenos, cuarzo, biotita.

VALLE: Depresión de los terrenos de forma longitudinal, de muchos kilómetros de extensión y sobre cuyos fondos (lechos fluviales) discurre en los río.